

音声多重テレビ受信機の開発

Development of Multi-sound TV Receivers

袖山 忠一* 齊藤 滋** 荒川 吉弘**
 Chūichi Sodeyama Shigeru Saitō Yoshihiro Arakawa

要 旨

テレビジョンの音声信号に、もう一つ別の音声信号を加えて放送される音声多重テレビ放送は、昭和45年1月より一部の番組で開始された。われわれはこれに先だって昭和44年6月より音声多重受信機の開発に着手し、製品化したので、開発にあたり問題となった特性の検討および製品の概要などについて報告する。

1. 緒 言

音声多重放送は、番組の国際交換、多数国語の使用地区の放送に有用であることから、1959年にCCIRがテレビ音声2信号の同時伝送に関し研究を求めており、世界各国で研究され各種データが発表されているが、いずれも室内実験の段階を出てはいないようである。

日本では、1962年ころからNHKおよび民間放送各社で研究が始められ実験局の開設も申請された。1964年9月には関係各機関により、テレビ音声多重実験協議会が結成され実験放送も行なわれた。その後、このような各社別々の実験では正確な方式比較は困難であるため1個所で行なうことになり、NHK総合技術研究所で各種方式の比較試験を行ないこの結果、水平同期周波数 f_H の2倍を副搬送波とするFM-FM方式と、水平周波数の3/2倍を副搬送波とするSSB-FM方式がすぐれていることが明らかになった。その後1970年の万国博にこの音声多重放送を利用したいとの要望が各方面から高まり、本格的な検討がNHKを中心として開始された。この検討の結果、両立性およびステレオ化が容易であるという点でFM-FM方式がすぐれていることが明らかになった。

次にFM-FM方式についてさらに検討するために室内実験および実験放送による試験が計画された。また室内実験の一環として昭和44年5月NHK総合技術研究所の公開時に主要メーカーの試作受信機*1)による音声多重放送の受信実験が行なわれた。

このあと44年6月から音声多重受信機の開発に関し、受信機メーカー約20社とNHKとが技術協力契約を結び、受信機の回路方式の検討、受信機の試作などが行なわれた。音声多重の実験放送は、昭和44年8月から10月までNHK教育テレビ(東京第3チャンネル)で行なわれ、各メーカーの協力のもとに、既存受信機に対する両立性、副チャンネルの音質、サービス区域の確認、受信条件による音質の変化などの調査を行なった。この結果FM-FM方式は実用可能で、サービス区域も従来のモノ放送に比べて狭くならないとの結論が得られた。その後、昭和44年12月から東京、大阪の総合テレビ局により番組の研究も兼ねた実験放送が開始され、万国博の開会式などのプログラムも多重化され放送された。その後も引き続き一部の番組により実験放送が行なわれている。

今回製品化した機種には、白黒ポータブルテレビ(TW-12UMX)、17形白黒テレビ(S-17W)、19形カラーテレビ(CN-820LW)、20形カラーテレビ(CT-830LW)などがあり、今回これらの製品の開発にあたり問題となった特性項目の検討結果、製品化に先だって検討した両立性試験、受信試験の概要および製品化した機種についてその特長の概要を述べる。

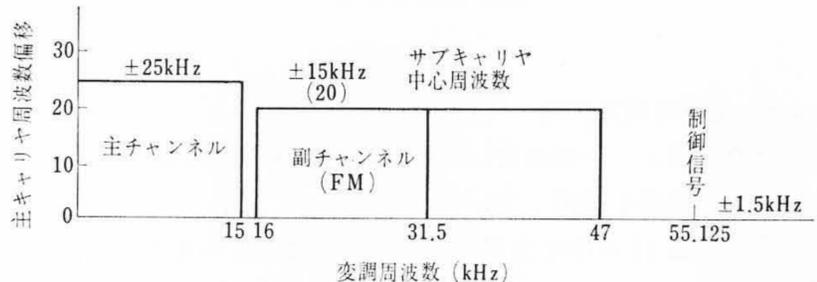


図1 ベースバンド周波数スペクトラム

表1 方式規格

		項 目	規 格
1	主チャンネル	主搬送波の最大周波数偏移	±25 kHz
		変調周波数帯域	50~15,000
		エンファシス	75 μs
2	副チャンネル	多重方式	FM-FM
		副搬送波中心周波数	水平同期周波数の2倍
		副搬送波の最大周波数偏移	±10 kHz
		副搬送波による主搬送波の最大周波数偏移 吹替, 解説 ステレオ	±15 kHz ±20 kHz
		変調周波数帯域	50~12,000 Hz
3	ステレオ	方 式	和差方式
		受信遅延補償	20 μs
4	コンプレッサ	圧 縮 比	5 : 4
		時 定 数 動作時間 復帰時間	1 ms 150 ms
5	ステレオ切換 制御信号	周 波 数	
		主搬送波の周波数偏移	±1.5 kHz
		変 調 周 波 数 吹 替 ステレオ	922.5 Hz 982.5 Hz
		変 調 度	50~70%

2. テレビ音声多重方式の概要

2.1 方式規格の概要

伝送方式は、水平周波数 f_H の2倍(31.5 kHz)を副搬送波とするFM-FM方式である。図1はベースバンドの周波数スペクトラムを、表1は方式の規格を示したものである。主チャンネルは両立性を考慮した結果、従来の方式と同じである。副チャンネルの規格のうち、音声副搬送波による主搬送波の周波数偏移は、副チャンネルの音質、既存受信機の両立性に影響する量であるが、できるだけ既存受信機に対し影響のないように異種番組放送の場合±15 kHzとしている。ステレオ放送の場合はクロストークの影響は少ないので

* 日立製作所家電研究所

** 日立製作所横浜工場

*1) この公開用受信機の製作には、日立製作所ほか2社が参加した。

表2 音声多重受信機の所要性能

項目	周波数域	ひずみ率 %	S/N	Sバズ	Sバズビート	クロストーク	ステレオ度	備考	
	測定条件	30% 変調	50% 変調 1 kHz	R F 入力 70 dB	カラーバー パターン	カラーバー パターン	カラードノイズ法		
所要性能	吹替 解説	吹替 50~10 kHz 解説 100~7 kHz	検知限 3%	検知限 58 dB 許容限 48 dB	検知限 57 dB 許容限 48 dB	30 dB	検知限 49~56 dB 許容限 37~43 dB	—	—
	ステレオ	主チャンネル 50~15 kHz 副チャンネル 50~10 kHz	FM放送規格 主チャンネル 1% 副チャンネル 3%	FM放送規格 主チャンネル 60 dB 副チャンネル 50 dB	検知限 57 dB 許容限 48 dB	39 dB	検知限 20 dB	100~5 kHz 20 dB 以上 5k~10 kHz 20 dB~14 dB 以上	分離度の値は E B U推奨値
標準性能	主チャンネル	50~15 kHz	0.4%	60 dB	53 dB	—	54.5 dB	50~5 kHz 20 dB 以上	—
	副チャンネル	50~12 kHz	2%	58 dB	52 dB	33 dB	50 dB	10 kHz 18 dB	—

±20 kHz とし S/N および S/バズの向上を図っている。

副音声による音声副搬送波の周波数偏移は大きすぎるとひずみが急激に増加するので、±10 kHz にしてある。副チャンネルの周波数帯域では高い周波数でひずみが急激に増加するので、主チャンネルの 15 kHz より狭く 12 kHz にしてある。

ステレオ方式は、和差方式であるから現在の受信機と両立性がある。ただし副チャンネルの差信号は、副チャンネルにそう入されたフィルタのため、主チャンネルの和信号よりおくれる。これを受信側で個別に補償するのは経済的でないので送信側で標準フィルタの分だけ補償をしている。

次に送信される番組の種類を受信機側で判別するための制御信号 (3.5 f_H = 55.125 kHz) がそう入されている。この信号は表1のように吹替放送のとき 922.5 Hz、ステレオ放送のとき 982.5 Hz で振幅変調されており、この変調周波数の相違を受信側で検出し自動的にモノ放送とステレオ放送の切換えができる。またこの信号は、副チャンネルに漏れると比較的耳につきやすい 1/2 f_H の音となるので、音声副搬送波より 20 dB 低い周波数偏移 ±1.5 kHz でそう入されている。

2.2 受信機の回路の概要

受信機の系統図は図2に示すとおりである。テレビ受信機の本体は従来の受信機とほぼ同じ*2)である。テレビ音声信号は、4.5 MHz の比検波回路から取り出される。この場合、ディエンファシス回路は取りはずされ、その代わりに各チャンネルごとに独立して付加される。副チャンネルの検波回路は、カウンタ検波回路と呼ばれパルスの数に比例した電圧を生ずる回路である。

自動切換に使用されるスイッチには電子スイッチを採用している。その基本動作は、スイッチ制御用の DC 電圧によって、シリコンダイオード 1S 2076 の逆方向、順方向のバイアスを変えることにより、導通、不導通を電子的に行なうものである。

制御信号は異種番組放送のとき、922.5 Hz、ステレオのとき 982.5 Hz で振幅変調されている。制御信号はダイオードで振幅検波したあと、急峻(しゅん)な選択度特性を持ったリードフィルタによって選択され、それぞれ別の電子スイッチ回路を駆動する。

*2) 従来の受信機の回路定数のままでは副チャンネルの特性が悪く、若干の回路定数の変更が必要である。
*3) 評価基準は 3.4 の表3に示されている。

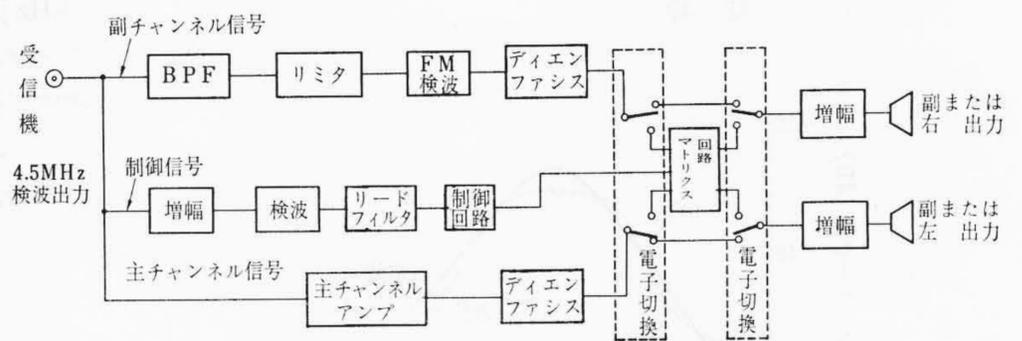


図2 受信側系統図

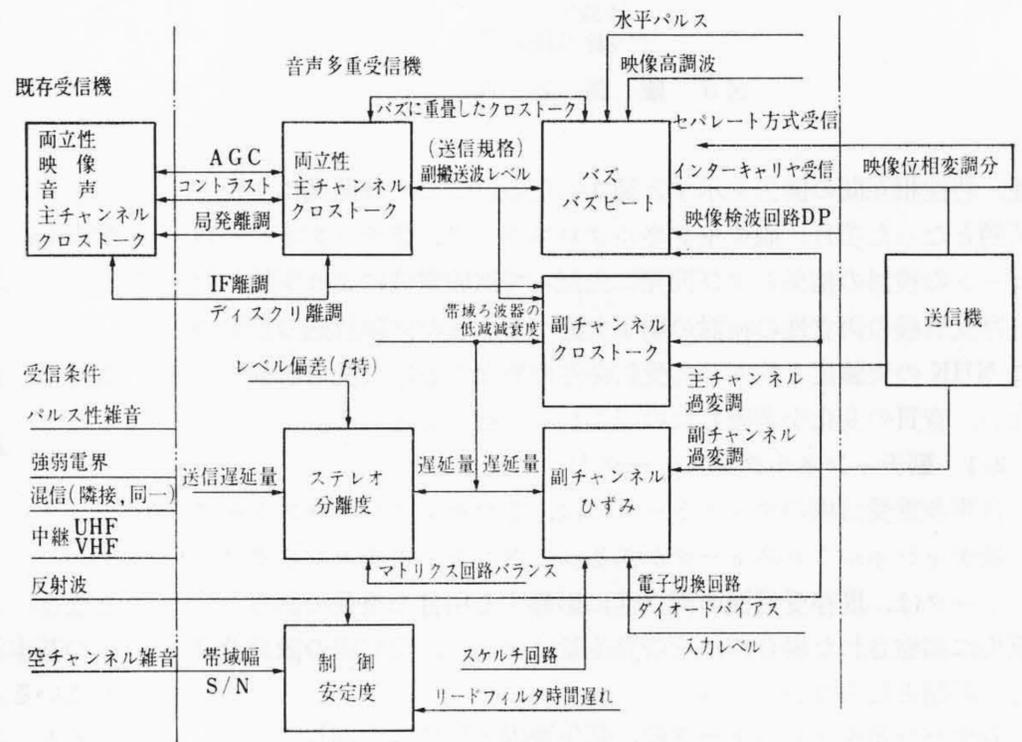


図3 音声多重受信機の特性に係る諸要因

2.3 音声多重テレビジョン受信機の所要特性

音声多重テレビジョン受信機の性能に関しては、電波技術審議会において聴感的所要値とこれをもとにした標準性能が発表されている。この標準性能をもとにして設定した性能の目標値は表2に示すとおりである。

各項目には検知限および許容限が示されているが、許容限は5段階評価*3)で4と3がそれぞれ50%ずつ、検知限は5と4がそれぞれ50%ずつに振り分けられるレベルで、検知限以上の値であれば全く問題なく、許容限の値であっても実用上は問題を生じない。

3. 音声多重受信機の主要特性の検討

FM-FM方式の受信機の主要特性に関し、特性と回路特性との関

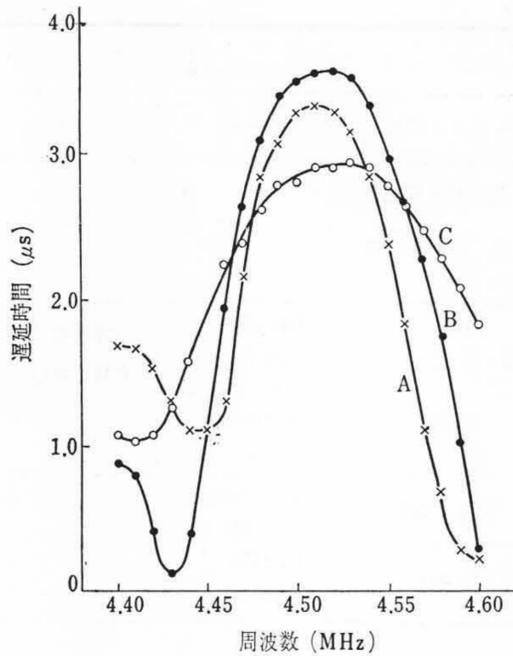


図4 遅延特性

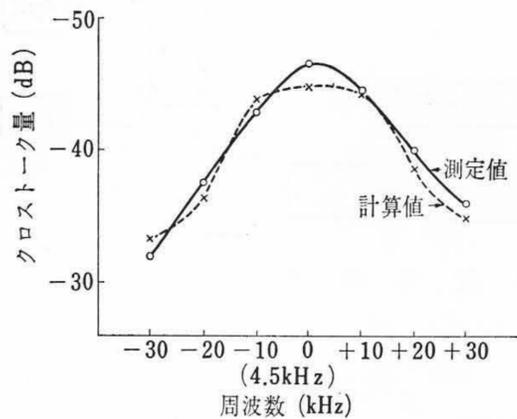


図5 離調特性

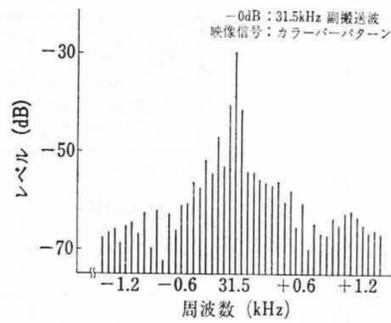


図6 副チャンネル内のバズスペクトラム

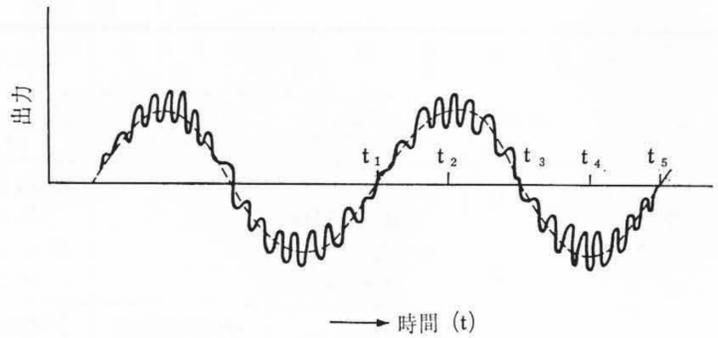


図7 バズビート妨害

連、特性相互間の関係を示すと図3になる。ここでは開発にあたり問題となった項目、副チャンネルクロストーク、副チャンネルバズビートの検討の結果および開発に先だって試験電波により実施した既存受信機の両立性の検討の結果を述べる。また試験放送の期間中にNHKの実験班と共同して受信条件の異なる各地で受信試験を行ない、音質の変化を調査したのでこれらの結果を述べる。

3.1 副チャンネルクロストーク⁽¹⁾

音声多重受信機のクロストークには、主チャンネルクロストークと副チャンネルクロストークがある。このうち、主チャンネルクロストークは、既存受信機の両立性に影響する項目で重要であるが、正規に調整された場合にはその発生量は少なく、受信機の設計上は特に問題とならない。

副チャンネルクロストークの、発生要因としては大別して、(a)多重アダプタ回路と、(b)テレビ受信機の信号系回路とがある。多重アダプタ回路のうちで副チャンネルクロストークに関係ある要素としては、主チャンネル信号を分離する帯域ろ波の減衰度、検波回路方式などがあるが、フィルタとして3素子バターワース形フィルタを使用し、ダブルパルス検波方式を使用した場合、実用上じゅうぶんなクロストーク量となる。

また副チャンネルクロストークは、テレビ受信機の音声信号系回路の遅延周波数特性に依存するが、特に4.5 MHzの比検波トランスの遅延周波数特性が問題となる。以下、遅延特性とクロストークの関係を求める。

受信機の入力端子から4.5 MHz検波器までの遅延特性を次式で表わす。

$$T(\Delta f) = 2b_2 \Delta f + 3b_3 (\Delta f)^2 \dots\dots\dots (1)$$

ただし、 Δf は瞬時周波数偏移、 b_2, b_3 は係数である。

遅延特性が(1)式で表わされる場合の検波復調出力 E は次式のようにになる。

$$E = \Delta f(t) - \frac{d}{dt} [b_2 \{\Delta f(t)\}^2 + b_3 \{\Delta f(t)\}^3] \dots\dots\dots (2)$$

1 kHz法のクロストーク測定状態では、副チャンネルは無変調、主チャンネルは1 kHz変調である。このときの瞬時周波数偏移 Δf は次式で表わされる。

$$\Delta f = \Delta f_1 \sin \omega_M t + \Delta f_2 \sin \omega_S t \dots\dots\dots (3)$$

- ここで、 Δf_1 : 主チャンネル最大周波数偏移
- ω_M : 主チャンネル変調角周波数
- Δf_2 : サブキャリアによる最大周波数偏移
- ω_S : サブキャリア中心角周波数(無変調)

である。

(3)式を(2)式に代入して、

$$E = \Delta f_1 \sin \omega_M t + \Delta f_2 \sin \omega_S t^{(1)} - 2b_2 \omega_S \cdot \Delta f_1 \cdot \Delta f_2 (\sin \omega_M t) \cos \omega_S t^{(2)} + \dots\dots - \frac{3}{2} b_3 \cdot \omega_S \cdot (\Delta f_1)^2 \Delta f_2 (\cos 2\omega_M t) \cos \omega_S t^{(3)} + \dots\dots \dots (3')$$

を得る。この式の(イ)と(ロ)を加え変形すると、その和 E_1 は、

$$E_1 = \Delta f_2 \sqrt{1 + \{-2b_2 \cdot \omega_S \cdot \Delta f_1 \cdot \sin \omega_M t\}^2} \times \sin(\omega_S t - 2b_2 \omega_S \cdot \Delta f_1 \sin \omega_M t) \dots\dots\dots (4)$$

となる。また、(イ)と(ハ)を加え変形すると、その和 E_2 は、

$$E_2 = \Delta f_2 \sqrt{1 + \left\{ \frac{3}{2} b_3 \cdot \omega_S \cdot (\Delta f_1)^2 \cos 2\omega_M t \right\}^2} \times \sin \left(\omega_S t + \frac{3}{2} b_3 \cdot \omega_S (\Delta f_1)^2 \cos 2\omega_M t \right) \dots\dots\dots (5)$$

となる。(4),(5)式は音声副搬送波の位相は主チャンネル変調信号の基本波および2倍の周波数で周波数変調を受けていることを示している。したがって音声副搬送波の最大周波数偏移を mf, ω_{SS} とすると、基本波によるクロストークレベル $e_{n1}(V)$ は、

$$e_{n1}(V) = 20 \log_{10} \frac{mf \cdot \omega_{SS}}{2b_2 \cdot \omega_S \cdot \Delta f_1 \cdot \omega_M} \dots\dots\dots (6)$$

となる。また基本波の2倍波によるクロストークレベル $e_{n2}(V)$ は、

$$e_{n2}(V) = 20 \log_{10} \frac{mf \cdot \omega_{SS}}{\frac{3}{2} \cdot b_3 \cdot \omega_S \cdot (\Delta f_1)^2 \cdot 2\omega_M} \dots\dots\dots (7)$$

となる。

図4は代表的なトランジスタ式テレビ受信機におけるビデオアンプのベースから4.5 MHz音声検波器までの伝送系における遅延周波数特性の測定値である。曲線A, B, Cは検波器のQを変えたものである。曲線Aについてこの遅延特性から主チャンネルの最大周波数偏移(±25 kHz)間において生ずる遅延偏差を求め、(6),(7)式を用いて計算した値は図5に示すとおりである。副チャンネルのクロストークは、4.5 MHz音声検波器の二次側のコイルの離調により悪化する。主チャンネル変調波を1 kHzとし、音声検波器に同調

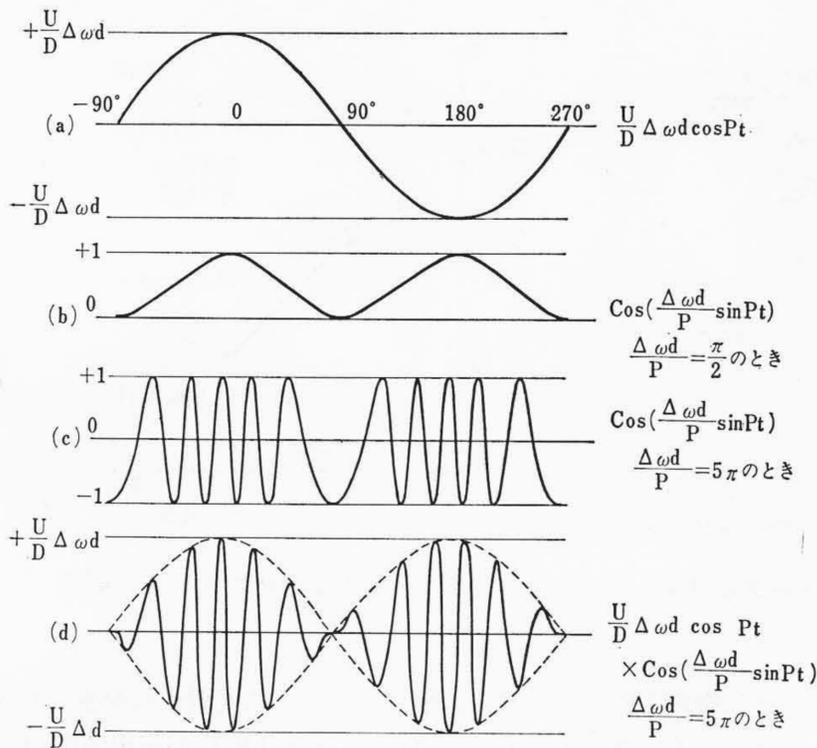


図8 バズビート波形

周波ずれのない場合は、クロストーク周波数は、主チャンネル変調周波数の2倍となり、離調するに従って変調周波数の基本波が強くなり現われてくる。図5の同調中心におけるクロストークの計算値はクロストークの周波数が基本波の2倍になるので、ディエンファシス分の2dBが加えられている。

3.2 副チャンネルバズビート⁽²⁾

音声多重放送を受信する場合の音声信号系の方式としては、インターキャリヤ方式とセパレート方式とがある。セパレート方式は、映像信号によるバズ妨害を防止できるので推奨されているが、現在のテレビ受信機はすべてインターキャリヤ方式であるので、主流製品への適用性などの観点から多くの音声多重受信機はインターキャリヤ方式によっている。インターキャリヤ方式の場合、音声信号には図6のように副チャンネル帯域内に映像信号による妨害側帯波を生ずる。この妨害側帯波は音声搬送波とビートを生じ図7のようなバズビート妨害となる。このバズビート妨害は、インターキャリヤ方式の受信機の副チャンネルの音質低下の主要因となる。以下、妨害の発生過程、受信機の各部特性との関係を述べる。

3.2.1 バズビート発生機構

Δf_d を副搬送波の周波数偏移、 P を副音声信号周波数、 U/D を4.5 MHz FM 検波出力における副チャンネル帯域内妨害波 U と搬送副チャンネル信号 D との P - P 値の比とすると副チャンネル復調出力 E_{out} は、妨害信号の混信の結果

$$E_{out} \propto \Delta f_d \cos 2\pi Pt + \frac{U}{D} \Delta f \cos 2\pi Pt \cos \left(\frac{\Delta f_d}{P} \sin 2\pi Pt \right) \dots \dots \dots (8)$$

となる。

(8)式の第1項は副音声信号、第2項はバズビート妨害信号である。バズビートは $U/D \cdot \Delta f_d \cos 2\pi Pt$ と $\cos(\Delta f_d/P \cdot \sin 2\pi Pt)$ との積で示される。前者は図8(a)のように副音声と同じ波形で振幅が U/D 倍されたものである。後者は、 $\Delta f_d/P \ll 1$ ならば、 $\cos(\Delta f_d/P \cdot \sin 2\pi Pt) \approx 1$ であるが、たとえば $\Delta f_d/P = \pi/2$ では図8(b)のように $\cos(\Delta f_d/P \cdot \sin 2\pi Pt)$ は常に正となる。また $\Delta f_d/P \gg 1$ の場合の一例として、 $\Delta f_d/P = 5\pi$ とすると図8(c)のようになる。この波形の瞬時周波数は一定ではなく、

$$\frac{1}{2\pi} \frac{d}{dt} (\Delta f_d/P \cdot \sin 2\pi Pt) = \Delta f_d \cos 2\pi Pt$$

となり、 $0, \pi, 2\pi$ で最高値 Δf_d となる。バズビートは P の小さい

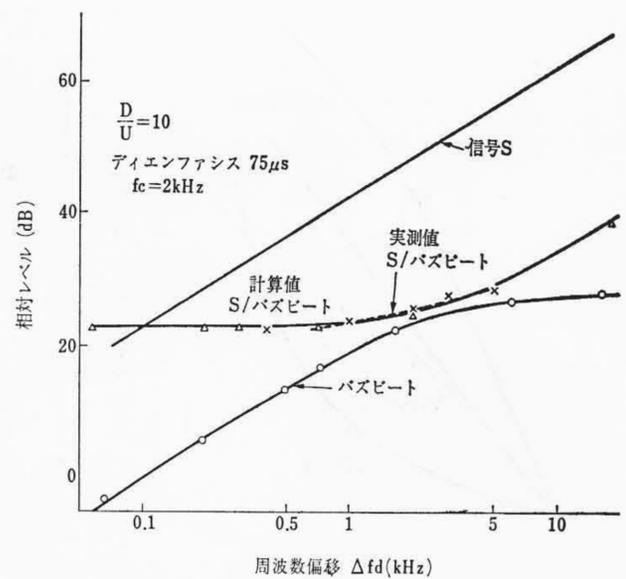


図9 副搬送波周波数偏移とS/バズビートの関係

ときすなわち $\Delta f_d/P \gg 1$ のとき影響が大きいので図8(c)に対する波形を考えるとバズビート波形は図8(a)と図8(c)の積となり図8(d)のようになる。

D/U と $S/$ バズビートの関係は、

$$\frac{S(r.m.s)}{\text{バズビート}(r.m.s)} = \frac{\Delta f_d / \sqrt{2}}{\sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} \left(\frac{U}{D} \right)^2 \Delta f_d^2 \cos^2 \left(\frac{\Delta f_d}{P} \sin 2\pi Pt \right) d 2\pi Pt}} \approx \sqrt{2} \frac{D}{U} \dots \dots \dots (9)$$

となり、さらにディエンファシス特性を考慮すると次のようになる。

$$\frac{S(r.m.s)}{\text{バズビート}(r.m.s)} = \frac{\Delta f_d / \sqrt{2}}{\sqrt{1 - \frac{1}{\sqrt{1 + (\Delta f_d/f_c)^2}}}} \cdot \frac{D}{U} \cdot \frac{1}{f_c} \dots \dots \dots (10)$$

ここで f_c はカットオフ周波数である。(10)式で、

$$\frac{\Delta f_d}{f_c} \gg \text{ならば、} \frac{S(r.m.s)}{\text{バズビート}(r.m.s)} \approx \frac{D}{U} \cdot \frac{\Delta f_d}{f_c} \dots \dots \dots (11)$$

$$\frac{\Delta f_d}{f_c} \gg \text{ならば、} \frac{S(r.m.s)}{\text{バズビート}(r.m.s)} \approx \sqrt{2} \cdot \frac{D}{U} \dots \dots \dots (12)$$

となる。図9は $P=200$ Hz、 $D/U=10$ 、ディエンファシス定数 $75 \mu s$ $f_c \approx 2$ (kHz)としたときの Δf_d と $(S/$ バズビート)の関係を示したものである。計算値と実測値はかなりよく一致する。

3.2.2 テレビ受信機の各部特性との関係

映像信号による妨害側帯波の発生のおもな原因として次の3項目が考えられる。

- (1) 映像中間周波回路の映像搬送波付近の傾斜特性による音声搬送波の位相変調成分、
- (2) 映像第2検波用ダイオード、映像増幅回路のDP特性による位相変調成分、
- (3) 音声中間周波回路のリミタ動作に付随して発生する位相変調成分、

上記要因による位相変調が生じた場合、それに等価な周波数偏移量を Δf_s 、副搬送波による主搬送波の周波数偏移を Δf_s とすると D/U は次のようになる。

$$\frac{D}{U} = 20 \log \frac{\Delta f_s}{\Delta f} \text{ (dB)} \dots \dots \dots (13)$$

したがって(10)、(13)式より $S/$ バズビートの換算ができる。映像信号の一例としてカラーバー信号について換算すると上記原因のうち(3)によるものは、リミッタ特性が良好ならば $S/$ バズビートは40 dB以上確保でき、したがってこの回路による影響は軽微

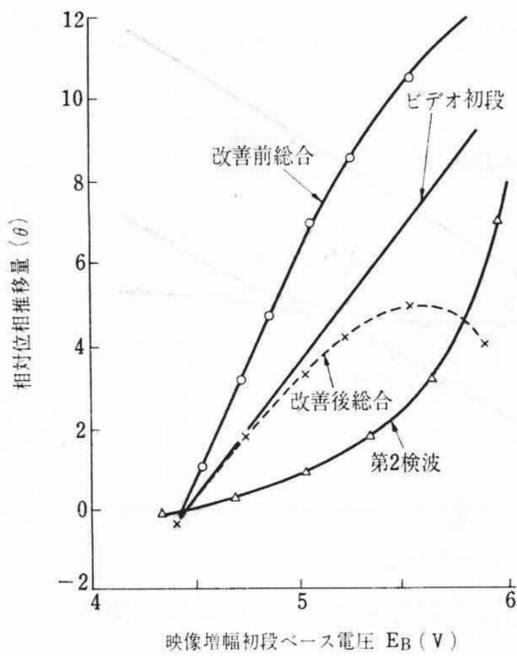


図10 DP特性

である。(1)の映像中間周波特性の傾斜による周波数偏移 Δf は、 f_v を映像信号の周波数 (31.5), m を振幅変調度, α を傾きとすると、

$$\Delta f = \frac{m}{1-m} \cdot f_v^2 \cdot \alpha \dots\dots\dots (14)$$

となる。これと前述の解析結果より S/バズビートを求めると、通常の受信機では、41 dB 程度となり、Sバズビート上限の値はこの映像中間周波特性の傾斜により限定されることになる。

(2)の映像検波および映像増幅回路の位相変調成分によるものは、

回路の DP^{*4)} 量 $\Delta\theta$ と等価周波数偏移量 Δf の関係は映像信号周波数を、 f_v (31.5kHz) とすると、

$$\Delta f = \frac{\pi}{180} \cdot f_v \cdot \Delta\theta \dots\dots\dots (15)$$

で表わされる。

実測した DP 特性の一例 (映像増幅初段を音声増幅と共通にしたトランジスタテレビ受信機) は図 10 に示すとおりである。この実測 DP 量によれば S/バズビートは映像増幅初段で多く発生し、次に第 2 検波段で多く発生する。それぞれにおいて一定値が限定される。また両者を含んだ映像増幅初段までの総合 D. P 量により 27 (dB) 程度の S/バズビートが換算される。このとき受信機全体の実測総合 S/バズビート値は 25 (dB) であり上記 (1), (2), (3) の原因の中で DP ひずみによるものが支配的である。ここでの非直線ひずみを改善することによりバズビートの改善が図られる。図 10 に示す改善後の DP 特性の場合では S/バズビートは 35~39 (dB) 程度である。

3.3 両立性の検討

両立性の成立は音声多重放送を開始する場合に前提となる項目である。両立性についての試験は、44年7月中旬、放送終了後の試験電波で多数の受信機について営業部門の協力により調査が行なわれた。試験項目は、映像への妨害、主音声へのクロストークおよびステレオ放送時の主音声の変化などである。このうち、映像への妨害、ステレオ放送時の主音声の変化はほとんどなく、問題となるのは主音声へのクロストークである。検討の結果正規に調整された受信機においては両立性は良好であった。

*4) Differential Phase の略であり、小振幅高周波正弦波を重畳した低周波信号のレベルにおける高周波出力の位相差。

*5) 試験項目についての計画は NHK 技研において作成され、電波技術審議会に提案された。また受信機メーカーには実験への参加が要望された。

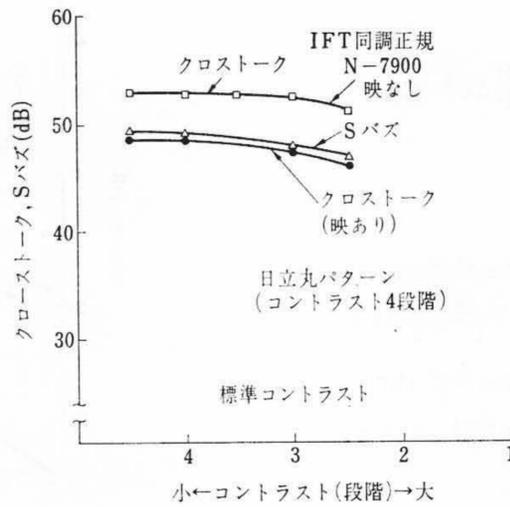


図11 バズとクロストークの関係

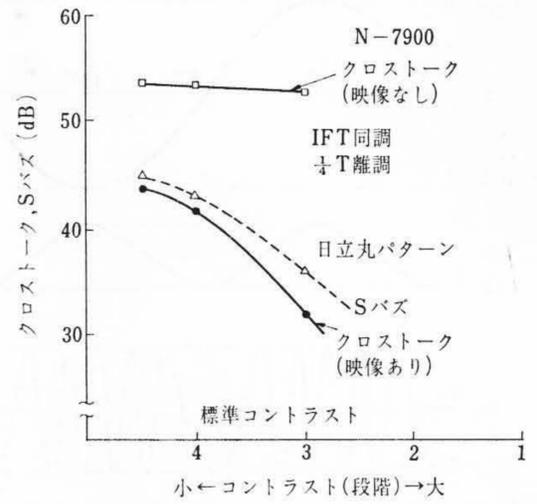


図12 バズとクロストークの関係

しかし音声 IF 回路、音声比検波トランスに同調ずれを生じた場合、クロストークを生ずる。図 11 は、音声 IFT が正規同調の場合のクロストーク、図 12 は音声 IFT を離調した場合のクロストークを示すものである。離調した場合、バズ、クロストークが急激に劣化する。この場合コントラストを大にすると劣化が大きい。

上記検討の結果から両立性の悪い受信機の出ることも予想し、両立性の悪い場合の具体的対策の指示をサービス網を通じて行ない、多重放送の開始に備えた。

両立性についてはその後も音声多重放送は毎週 1 回行なわれているが、現在のところ両立性の悪い受信機はあまりないようで外部からのクレームもほとんどきていない。

3.4 受信条件と音質

音声多重放送の実施に先立ち、既存受信機の両立性、音声多重受信機の実用性の調査のための実験放送が昭和 44 年 7 月 31 日から 10 月 31 日まで実施された。試験項目^{*5)} は下記のとおりである。

- I 既存受信機の両立性試験
- II 音声多重受信機の実用試験⁽³⁾
 - (1) 送受総合試験
 - (2) 野外受信試験
 - (a) 強弱電界試験
 - (b) 反射波の影響
 - (c) 混信保比試験
 - (d) UHF サテライト局受信
 - (e) VHF 共同受信の影響

実験放送は最初夜間放送終了後行なわれたが、既存受信機に対し大影響のないことを確認したのち、昭和 44 年 8 月 25 日から昼間の放送番組の裏に試験プログラムが送出された。上記期間われわれは、既存受信機および試作した音声多重受信機を使用し NHK と共同し各項について受信テストを行なった。I については 3.3 に述べてあり、また II の (1) については受信機の室内試験と同等であるため省略し (2) の野外受信試験について述べる。

(a) 強弱電界試験

この試験は、受信条件と音質の関係の調査、サービスエリアの変化の確認を目的として行なったもので、試作した音声多重テレビを使用し、NHK の実験車と同行し各地で測定および受信、試聴テストを行なった。この試験の結果、副音声の音質は主音声より劣るが映像品位よりも良好であり、サービスエリアの変化は認められなかった。次に自動車雑音などのインパルス性雑音の影響については、画面に妨害ノイズを生ずるが音の劣性はなく、この点においてもサービスエリアの変化はないことが確認できた。音質および画質の評価の基準を示したのが表 3 である。

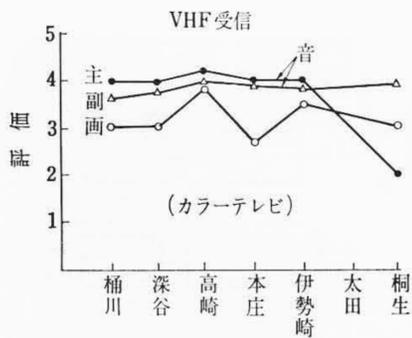


図13 野外受信試験 (VHF)

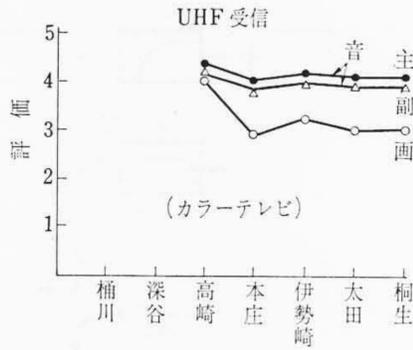


図14 野外受信試験 (UHF)

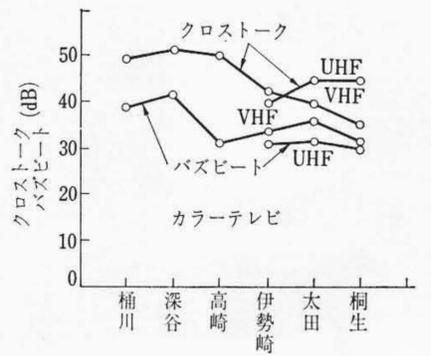


図15 野外試験時の副チャンネルの音質 (カラーテレビ)

表3 妨害の評価基準

評価	評価基準	付記
5	妨害が全くない	←検知限 ←許容限 ←がまん限
4	妨害がほとんどない	
3	妨害が少しあるが実用になる	
2	妨害があるががまんできる	
1	妨害だけである	

表4 音声多重受信機の受信条件と音質の関係

試験項目	試験区域	実施時期	試験結果の概要
弱電界および近距離ゴースト	横浜 ⑧付近	8月27日	アンテナ回転により画面ゴーストのとき {クロストーク バズビート劣化 パイロット誤動作 画面正常のとき〔音声良好〕
強電界試験	品川卓頭(ふとう)	8月27日	画、音ともに良好
遠距離反射波	津久井 城山町	9月1日	直接波弱く反射板を受信している。ゴースト多くクロストーク、バズビート悪い。アンテナの回転により画、音ともに良好になる。
オフセット妨害 (同一チャンネル)	山梨市水口 (甲府付近)	9月4日 5日	3CH (東京教育) は画面にオフセットビート生ずる。音 1,000 Hz が少し聞える。 3CH (甲府) は多重の影響はない。
中電界自動車雑音	桶川, 吹上, 深谷	9月10日	画面に自動車雑音が入るが音声は主。副ともに良好
VHF 弱電界 UHF 強電界	高崎	9月11日	UHF, VHF ともに画質音質良好 自動車による画面妨害は VHF で多いが UHF は良好 副チャンネルクロストークは VHF3+ UHF4 で良好
VHF 弱電界 UHF 強電界	本庄, 伊勢崎 太田	9月11日	VHF 画面自動車雑音あり 副クロストークあり UHF の方が良好
VHF ゴースト UHF 弱電界	桐生 郊外	9月12日	VHF の画面はゴースト多い。音声のクロストークは UHF より悪い。 UHF 画面 S/N 悪いが音質良好
VHF 共聴	桐生共聴地区	9月12日	画質、音質ともに良好

(b) 反射波については、津久井湖付近で遠距離ゴーストを生ずる地点を探し受信テストを行なった。この地区では受信アンテナの条件により画質音質ともに劣化し、制御信号*6)の S/N の低下のため標示ランプ、切換リレーの誤動作がありまたバズクロストークの増加があった。特にポータブルアンテナを使用する場合は、アンテナの方向により副チャンネルからのクロストークが増加する現象がみられた。しかしこのように受信条件の悪い地区でも、アンテナの位置、方向を選んだ場合、良い受信条件が得られ

*6) この試験の当日は制御試験信号は無変調で送信されていたがこの野外試験の結果安定度を向上させるため 922.5, 982.5 Hz の 2 波で変調するように変更された。

実用上の問題はないと思われるが、アンテナの設置にはじゅうぶん注意を必要とすることがわかった。反射波の多い地区はこのほかに、横浜、桐生の一部にあったが現象は同じであった。

(c) 混信保護比

混信については、隣接チャンネルによるものと、同一チャンネルによるものがあるが隣接チャンネル混信については、NHK において室内実験による検討がなされ、多重の影響がないことが発表されており関東地区にはこの条件になる地区がないため省略し同一チャンネル混信について受信試験を行なった。試験は、東京教育局と、これと精密オフセットキャリヤ関係にある甲府教育局とを受信できる地区(甲府郊外)で受信した。その結果画像の劣化が大きく品位 3~2.5 の地点においても、多重による音声の劣化は認められず音質の品位はバズビートは 3, クロストークは 4 であった。この地区で一般家庭の受信機の両立性も調査したが悪い現象はなかった。

(d) UHF サテライト局受信

UHF, VHF の共存する市街地(前橋, 桐生など)で受信試験を行なった。これらの試験の結果、UHF での受信結果は良好であった。特に UHF 受信の場合は、ゴーストで画質が劣化しても、音質の劣化は少なかった。

(e) VHF 共同受信の影響

桐生市内にある共同受信加入者の家庭を訪問し受信試験を行なった。受信実験は、基本アンテナから約 2 km の地点で、電界強度は映像 64 dBμ, 音声 52 dBμ の所で実施されたが、画質、音質、副チャンネルの音質ともに良好であった。

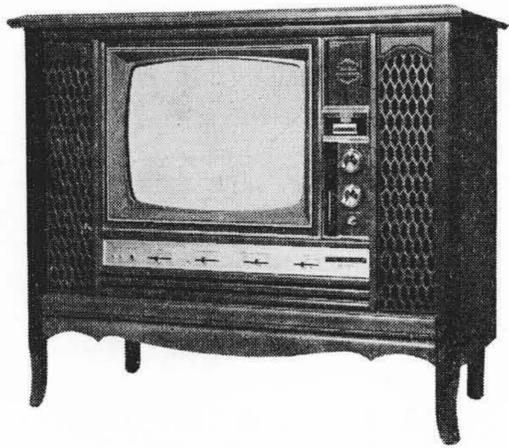
以上のように各地で受信試験を行なったが試験の総括的なまとめは図 13, 14, 15 および表 4 に示すとおりである。これを要約すると次のとおりである。

- (i) 大多数の地区においては、音声多重化により音質の劣化する機会は少なく、サービスエリアが狭くなることはない。
- (ii) 反射波の影響により副チャンネルクロストーク、バズが劣化する場合がある。
- (iii) 反射波の多い地区および S/N の悪い地区では、制御回路が誤動作する場合がある。

上記のうち(ii)は、アンテナの方向、設置の位置を選定することにより良好になることを確認した。(iii)の制御回路の安定性についてはこの受信試験のあと制御信号を低周波で変調するように方式変更がなされて動作は安定になった。

4. 製品の紹介

昭和 45 年 1 月より東京と大阪地区においてテレビ音声多重放送が開始されたが、それと同時に、19 形ローボイタイプ音声多重カラーテレビジョン受信機 CN-820LW およびこれに次いで CT-830LW また 2 機種 の音声多重白黒テレビジョン受信機 TW-12VMX, S-17W を開発し、量産を開始した。



(CN-820LW)

図16 音声多重カラーテレビジョン受信機



(CT-830LW)

図17 音声多重カラーテレビジョン受信機

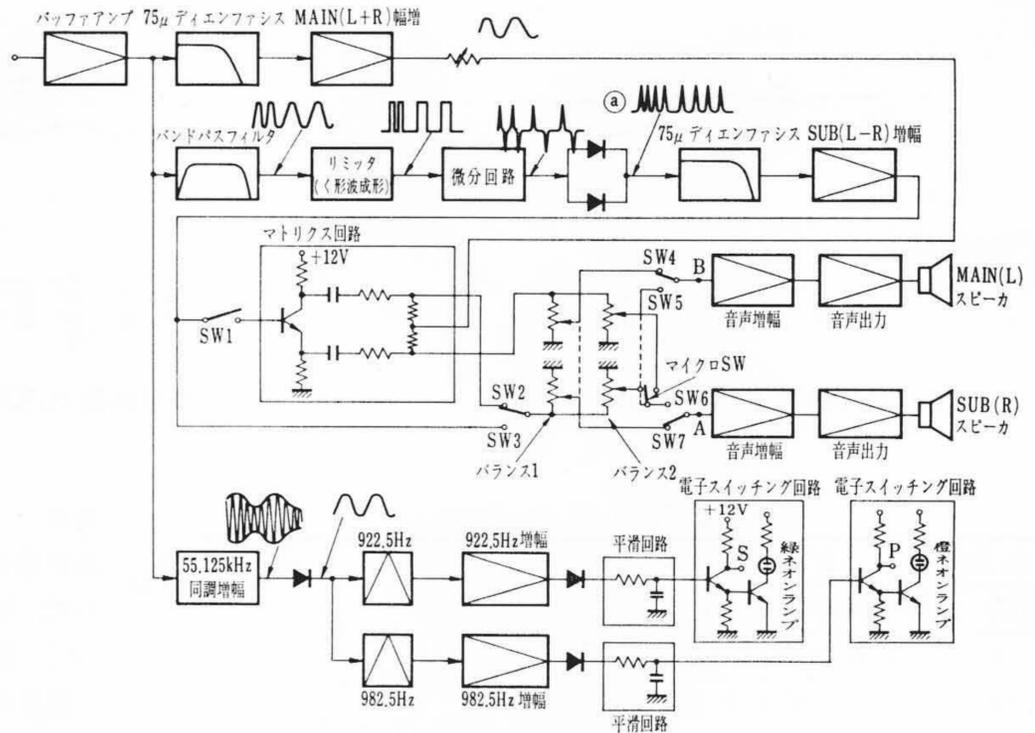


図18 カラーテレビジョン音声多重回路動作説明図

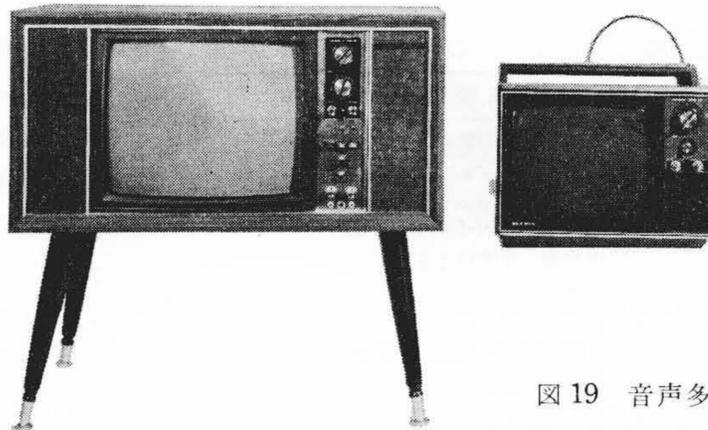


図19 音声多重白黒テレビ受信機

日立テレビジョン受信機は全機種がオールトランジスタ化されており、今回開発した音声多重テレビジョン受信機もこのオールトランジスタテレビで、(1)高性能、(2)高安定、(3)低消費電力、(4)クイックスタート、(5)定電圧電源回路採用、(6)高信頼度の特長を備えている。音声多重テレビジョン受信機は、この従来のテレビジョン受信機を基礎にして、これに音声多重用の回路を付加して構成することができる。

音声多重カラーテレビジョン受信機 CN-820LW (図15) および CT-830LW (図17) は、放送内容による操作機構を簡略化するため、主音声、副音声どちらでも好みの音に一度セットしておけば、あとは従来の放送、音声異種番組放送またはテレビステレオ放送など放送内容に応じてインジケータランプが表示し、自動的に音が切り換えられる特長を備えている。図18はこの音声多重用付加回路の系統図を示したものである。

音声多重白黒テレビジョン受信機 TW-12VMX (図19右) は12インチポータブル形で、音声多重放送のうち音声異種番組放送時、セット前面の切換つまみの操作により、主音声または副音声のいずれか一方のみを聞くことができるものである。S-17W (図19左) は音声異種番組、テレビステレオ放送の両方を受信できるもので、それぞれを自動表示するインジケータがあり、音声異種番組には前面のプッシュスイッチとレベル調節器の操作により、これらの放送を自由に楽しむことができるようになっている。またテレビステレオ放送時には主音声(L+R)のみを聞くことも可能である。

5. 結 言

音声多重受信機の開発にあたり問題となった受信機の主要特性、両立性、受信条件と音質、開発した製品の特長などについて述べた。

副チャンネルクロストークは音声伝送系の遅延特性に関連のあることを定量的に明らかにした。また副チャンネルバズビート特性は現状でも、じゅうぶん実用になるが、もしさらに改善を望むならばテレビ受信機本体の信号系回路の特性の改善も必要であろう。特に映像検波、映像増幅回路のDP特性を改善することにより良好な性能が得られる。

両立性のうち、問題となる主チャンネルクロストークの劣化の要因は、音声IF FM検波回路、または音声IF回路の同調ずれであり、正規に調整された受信機ではクロストークを生じない。

野外テストの結果、多重化により特にサービスエリアの変化はない。ゴーストの多い地区で受信する場合にはクロストークおよびバズを生じやすいのでアンテナの設置位置、方向の選定が必要である。

音声多重放送はすでに実験放送が開始され、送信および受信技術はほぼ固まりつつある。これを番組面でどのように有効に活用できるかが大きな課題であり、今後の放送局における番組面での充実を期待したい。

最後に受信機の開発にあたり終始ご指導をいただいたNHK総合技術研究所、安東部長、沼口主管、池田、秋山両氏に深甚なる謝意を表す。また両立性受信テストのためご協力いただいた日立家電販売株式会社の関係各位に深く謝意を表す。

参 考 文 献

- (1) 鴨志田, 袖山: テレビ音声多重副チャンネルクロストークの解析, 第6回テレビジョン学会全国大会予9-2 (1970), テレビ誌投稿中
- (2) 村上, 荻野, 袖山: テレビ音声多重用受信機のパズビート特性, 第6回テレビジョン学会全国大会予9-3 (1970), テレビ誌投稿中
- (3) 沼口ほか2名: テレビ音声多重方式の実験放送と受信試験, NHK技研月報, 21~27 (昭45-4)