4 チャンネルステレオ放送の信号対雑音比

NHK 総合技術研究所 大 原 光 雄
二 階 堂 誠 也

代表的な3伝送路方式と4伝送路方式の4チャンネルステレオ放送の信号対雑音比が現行放送とくらべてどの程度劣化するかを明らかにした。相関性にもとづく音声信号出力の低下量を実測により求め、白色雑音に対する雑音出力の増加量と加算することにより、受信機への高周波信号入力が比較的低い範囲での信号対雑音比の実際的な劣化量を求めた。

1. ま え が き

現行FM放送の伝送路にさらに伝送路を付加して4チャンネルステレオ放送とする場合、信号対雑音比（以下SN比と略記する）が現行放送とくらべてどれだけ劣化するかを明らかにする必要がある。

このSN比の劣化についてこれまでに行われた解析においては、概略の検討¹⁾や、ディエンファシス回路の時定数*がわが国で用いられている値とは異なる場合の検討²⁾で、しかも、これらの解析では特定の組合せの正弦波信号を変調信号として用いるため、4チャンネルプログラムにより実際に4チャンネルステレオ放送を行う場合のSN比の劣化を把握するには充分ではなかった。

4チャンネルステレオ放送に対しては、いくつかの方式提案がなされている^{1)~6)}。本文では、そのうちの代表的な3伝送路方式²⁾と4伝送路方式²⁾³⁾の4チャンネルステレオ放送について、まず、受信機への高周波信号入力が比較的低い範囲での白色雑音に対する雑音出力が受信モードによりどれだけ増加するか、わが国でのディエンファシス回路の時定数を用いて理論的に明確に求めた。つぎに、実際に4つの音声信号入力の相関関係により音声信号出力が低下する量を4チャンネル音声プログラムを用いて実測し、この影響を含めることにより、4チャンネルステレオ放送のSN比が現行放送とくらべて実際的にどれだけ劣化するかを明らかにした。

2. 放送方式と伝送路

現行放送方式であるモノ放送と2チャンネルステレオ

"Signal to Noise Ratio in Quadraphonic FM Broadcasting" by Mitsuo Ohara and Seiya Nikaido (NHK Technical Research Laboratories, Tokyo)

* 米国では75μsであるが、わが国では50μsである。

放送（以下2チャンネル放送と称す）の変調信号 $f(t)$ は、それぞれ次式で表わされる。

$$f(t) = M \quad (1)$$

M : 音声信号

$$f(t) = M + Y \sin \omega_s t + P \sin \omega_p t \quad (2)$$

M : 和信号 $= \frac{1}{2}(L+R)$ L : 左信号

Y : 差信号 $= \frac{1}{2}(L-R)$ R : 右信号

ω_s : 副搬送波角周波数 ($2\pi \times 38 \text{ kHz}$)

P : パイロット信号振幅 (最大周波数偏移の10%に相当する大きさ)

ω_p : パイロット信号角周波数 ($2\pi \times 19 \text{ kHz}$)

モノ放送の場合の音声信号と2チャンネル放送の場合の和信号は0~15kHzの帯域の伝送路（以下主チャンネルと称す）により伝送し、差信号は23~53kHzの帯域の伝送路（以下第1副チャンネルと称す）により伝送する。

また、4チャンネルステレオ放送（以下4チャンネル放送と称す）の方式は現行放送方式の拡張として考えられるから3伝送路方式²⁾と4伝送路方式²⁾³⁾の変調信号 $f(t)$ は、それぞれ(3)式および(4)式で表わされる。

$$\begin{cases} f(t) = M + Y \sin \omega_s t + X \cos \omega_s t + P \sin \omega_p t & (3) \\ f(t) = M + Y \sin \omega_s t + X \cos \omega_s t + U \sin \omega_s t \\ \quad + P \sin \omega_p t + Q \cos \omega_p t & (4) \end{cases}$$

M : 和信号 $= \frac{1}{4}(LF+LB+RF+RB)$

Y : 左右差信号 $= \frac{1}{4}(LF+LB-RF-RB)$

X : 前後差信号 $= \frac{1}{4}(LF-LB+RF-RB)$

U : 対角差信号 $= \frac{1}{4}(LF-LB-RF+RB)$

LF: 左前信号 RF: 右前信号

LB: 左後信号 RB: 右後信号

ω_s : 第1副搬送波角周波数 ($2\pi \times 38$ kHz)

ω_{ss} : 第2副搬送波角周波数 ($2\pi \times 76$ kHz)

P: 第1パイロット信号振幅 (最大周波数偏移の10%に相当する大きさ)

Q: 第2パイロット信号振幅 (最大周波数偏移の5%に相当する大きさ)

ω_p : 第1パイロット信号角周波数 ($2\pi \times 19$ kHz)

ω_q : 第2パイロット信号角周波数 ($2\pi \times 76$ kHz)

和信号と左右差信号は現行放送方式と同様、主チャンネルと第1副チャンネルにより伝送され、前後差信号は現行放送方式の38kHzの副搬送波に対して90°異なった位相の副搬送波を用いて(以下第2副チャンネルと称す)伝送される。また、対角差信号は、3伝送路方式では伝送せず、4伝送路方式の場合は76kHzの副搬送波を用いて61kHzから91kHzまでの帯域(以下第3副チャンネルと称す)で伝送される。

3. 雑音出力の増加

熱擾乱雑音や高周波増幅素子で発生する雑音は高周波の一定の帯域内では電力スペクトルが一般的な白色雑音とみなすことができ、FM復調後の雑音出力は、高周波信号入力と比較的低い範囲では受信機の初段の高周波増幅器での雑音に主に支配されて高周波信号入力に反比例する。そして、この雑音出力電圧は変調信号の周波数に比例し、いわゆる三角雑音となることが知られている。

ここではまず同一の高周波信号入力と白色雑音のレベルに対して、それぞれ、モノ受信機、2チャンネル受信機および4チャンネル受信機で受信する場合の雑音出力を求める。

モノ受信機の場合は、主チャンネルの帯域のみの信号を受信するので、その雑音出力電力 N_1 はディエンファシスを考慮すると(5)式で与えられる。

$$N_1 = K \int_0^{\omega_a} \frac{\omega^2}{1 + \omega^2 \tau^2} d\omega = K \frac{\omega_a \tau - \tan^{-1}(\omega_a \tau)}{\tau^3} \quad (5)$$

K: 比例定数

ω : 変調信号の角周波数

ω_a : 音声変調信号の上限の角周波数 ($2\pi \times 15$ kHz)

τ : ディエンファシス回路の時定数 (50 μ s)

2チャンネル受信機では主チャンネルの帯域の信号のほか第1副チャンネルの帯域の信号も受信することになるので、その雑音出力電力 N_2 は(6)式で与えられる。

$$N_2 = N_1 + K \int_{\omega_s - \omega_a}^{\omega_s + \omega_a} \frac{\omega^2}{1 + (\omega - \omega_s)^2 \tau^2} d\omega$$

表1 受信モードの相異による雑音出力の増加
Relative noise increase for each receiver mode.

モノ受信基準 (dB)			
受信モード	モノ	2チャンネル	4チャンネル
雑音出力	0 (1伝送路)	20.8 (2伝送路)	23.7 (3伝送路)
			28.5 (4伝送路)

$$\begin{aligned} &= N_1 + K \int_{-\omega_a}^{\omega_a} \frac{(\omega + \omega_s)^2}{1 + \omega^2 \tau^2} d\omega \\ &= 3N_1 + 2K \int_0^{\omega_a} \frac{\omega_s}{1 + \omega^2 \tau^2} d\omega \\ &= 3N_1 + 2K \frac{\omega_s^2 \tan^{-1}(\omega_a \tau)}{\tau} \quad (6) \end{aligned}$$

(5)式と(6)式に ω_a, τ および ω_s の値を代入して N_2 と N_1 の比を求めると 20.8 dB となる。

4チャンネル受信機で3伝送路方式の信号を受信した場合は、主チャンネルと第1副チャンネルの帯域の信号のほか第2副チャンネルの帯域の信号も受信することになるので、その雑音出力電力 N_3 は(7)式で与えられる。

$$\begin{aligned} N_3 &= N_2 + K \int_{\omega_s - \omega_a}^{\omega_s + \omega_a} \frac{\omega^2}{1 + (\omega - \omega_s)^2 \tau^2} d\omega \\ &= 5N_1 + 4K \int_0^{\omega_a} \frac{\omega_s^2}{1 + \omega^2 \tau^2} d\omega \quad (7) \end{aligned}$$

4チャンネル受信機で4伝送路方式の信号を受信した場合はさらに第3副チャンネルも受信し、その雑音出力電力 N_4 は(8)式で与えられる。

$$\begin{aligned} N_4 &= N_3 + K \int_{\omega_{ss} - \omega_a}^{\omega_{ss} + \omega_a} \frac{\omega^2}{1 + (\omega - \omega_{ss})^2 \tau^2} d\omega \\ &= N_3 + 2N_1 + 2K \int_0^{\omega_a} \frac{\omega_{ss}^2}{1 + \omega^2 \tau^2} d\omega \\ &= 7N_1 + 12K \int_0^{\omega_a} \frac{\omega_s^2}{1 + \omega^2 \tau^2} d\omega \quad (8) \end{aligned}$$

(7)式と(8)式に ω_a, τ および ω_s の値を代入して N_1 より何 dB 大きな値となるかを求めた。これらの値をモノ受信を基準として比較してみると表1のようであり、受信モードの相異により雑音出力が増加する量が得られた。

4. 音声信号出力の低下

4チャンネル放送を、モノ受信機、2チャンネル受信機、および4チャンネル受信機で受信すると、それぞれの音声信号出力は LF, LB, RF, RB の4つの音声信号入力に対して表2のとおり関係となり、これらの出力がそれぞれのスピーカーへの信号となる。表2で、 M_0 はモノ受信の出力、 L_0, R_0 は2チャンネル受信の出力、 LF_0, LB_0, RF_0, RB_0 は3伝送路で伝送したときの4

チャンネル受信出力である。4 伝送路で伝送して 4 チャンネル受信する場合の受信出力は LF, LB, RF, RB である。

いま LF, LB, RF, RB がいずれも同一の信号であればモノ放送をモノ受信する場合にくらべて各音声信号出力は 0 dB であるが、例えば $LF = -LB = -RF = RB$ のような関係であれば 4 伝送路方式で送信した信号を 4 チャンネル受信する場合を除き $-\infty$ dB となってしまう。また、これら 4 つの信号が同一のレベルで、かつ相関がないと、受信モードによって、表 3 の相関なしの

欄に示すような出力の低下となる。例えば、2 チャンネルモードで受信する場合、 LF と LB に相関がないので L_0 の実効値は $\sqrt{(LF/2)^2 + (LB/2)^2}$ に比例した値となり、ともに最大レベル 1 の値をとるとすればこれは $1/\sqrt{2}$ となるが、一方、相関のある同一の信号であればその実効値は 1 であるのでこれに対し 3.0 dB だけ低い値となる。

このように、4 つの信号の間の相関の程度によって各音声信号出力レベルは異なってくる。ところで、従来、4 チャンネル放送の SN 比を求めるにあたっては、各音

表 2 送信音声信号入力と受信音声信号出力の関係

Relations between audio signal inputs for transmission and received audio signal outputs.

送信モード	受信モード	モ ノ	2 チャンネル	4 チャンネル
4 チャンネル	(3 伝送路)	$M_0 = \frac{LF+LB+RF+RB}{4}$	$L_0 = \frac{LF+LB}{2}$	$LF_0 = \frac{3LF+LB+RF-RB}{4}$ $RF_0 = \frac{LF-LB+3RF+RB}{4}$ $LB_0 = \frac{LF+3LB-RF+RB}{4}$ $RB_0 = \frac{-LF+LB+RF+3RB}{4}$
	(4 伝送路)		$R_0 = \frac{RF+RB}{2}$	LF RF LB RB

表 3 相関性にもとづく音声信号出力の低下

Relative audio signal level down due to correlation.

モノ放送モノ受信基準 (dB)				
送信モード	受信モード	モ ノ	2 チャンネル	4 チャンネル
4 チャンネル	計算値 (相関あり)	0 ($LF=LB=RF=RB$)	0 ($LF=LB=RF=RB$)	0 ($LF=LB=RF=RB$)
	(3 伝送路)	$-\infty$ ($LF=LB=-RF=-RB$) $LF=-LB=RF=-RB$ $LF=-LB=-RF=RB$	$-\infty$ ($LF=-LB, RF=-RB$)	$-\infty$ ($LF=-LB=-RF=RB$)
	(相関なし)	-6.0	-3.0	-1.3
	実測値 (平均)	-5.7	-4.3	-2.5
(4 伝送路)	計算値	同上	同上	0
	実測値 (平均)			-1.9

表 4 音声信号出力レベル

Relative audio signal output levels.

		LF, LB, RF, RB の最大値基準 (dB)											
曲 目	レコード番号	LF	LB	RF	RB	M ₀	L ₀	R ₀	LF ₀	LB ₀	RF ₀	RB ₀	
①アイアミビーチルンバ	CD4B-5042	0	-0.7	-2.6	-0.8	-3.1	-1.1	-3.1	0.5	-1.1	-2.7	-1.7	
②シェルブールの雨傘	CD4B-5023	-1.6	0	-2.5	-1.9	-3.4	-2.5	-3.9	-2.0	-1.0	-2.6	-2.3	
③タラのテーマ	GR-1002	0	-0.9	-1.7	-0.5	-3.5	-2.6	-2.9	-1.0	-2.2	-2.5	-1.1	
④パッパ：管弦楽組曲第 2 番	CD4K-7503	-4.1	-5.4	0	-5.1	-7.1	-6.7	-4.2	-3.3	-6.4	-1.3	-5.0	
⑤チャイコフスキー：交響曲第 6 番悲愴	*AAXA-3501 Z	0	-6.5	-1.7	-8.1	-7.5	-4.7	-6.7	-1.2	-6.8	-2.5	-8.0	
⑥ベルリオーズ：レクイエム	*4CHA(V)-1002~3	-1.5	-2.3	0	-3.9	-6.8	-4.6	-4.4	-1.9	-3.3	-1.0	-4.3	
⑦パレストリーナ：マルチェリのミサ	*DSJ-4721	0	-3.5	-1.8	-4.2	-7.8	-4.4	-5.7	-1.6	-4.1	-2.9	-4.6	
⑧ショパン：ピアノ協奏曲第 1 番	*SOTF-42001J	-1.2	0	-2.0	-2.7	-5.6	-3.7	-5.3	-1.4	-1.5	-1.9	-2.8	
⑨ポピーズ	*4CHA(V)-3	-1.6	-7.1	0	-9.0	-7.0	-6.2	-5.2	-1.4	-7.5	-0.6	-8.7	
⑩男と女のお話	CD4B-5019	0	-5.3	-1.9	-3.9	-5.1	-3.6	-5.1	-0.3	-6.8	-2.0	-4.9	

* 印は 4 チャンネルテープ

表 5 音声信号出力の平均レベル
Average relative audio signal output levels.

LF, LB, RF, RB の最大値基準

曲 目	受信モード 4チャンネル (4伝送路) $\sqrt{\frac{LF^2+LB^2+RF^2+RB^2}{4}}$	モノ M_0	2チャンネル $\sqrt{\frac{L_0^2+R_0^2}{2}}$	4チャンネル (3伝送路) $\sqrt{\frac{LF_0^2+LB_0^2+RF_0^2+RB_0^2}{4}}$
①	-0.9	-3.1	-1.9	-1.1
②	-1.4	-3.4	-3.1	-1.9
③	-0.7	-3.5	-2.8	-1.7
④	-3.0	-7.1	-5.2	-3.6
⑤	-2.9	-7.5	-5.5	-3.8
⑥	-1.7	-6.8	-4.4	-2.4
⑦	-2.1	-7.8	-4.9	-3.1
⑧	-1.4	-5.6	-4.3	-1.9
⑨	-3.0	-7.0	-6.4	-3.2
⑩	-2.3	-5.1	-4.2	-2.8
10曲平均	-1.9	-5.7	-4.3	-2.5

声信号入力と同相レベルの場合、1チャンネルのみに信号がある場合など、各信号のレベル関係や相関関係が単純な数種の条件を設定し、それぞれの条件についてのSN比が算出されていた。しかし、これらの計算結果のみでは、実際の4チャンネルプログラムを伝送する状態で、平均的にどの程度のSN比が得られるかを知ることにはできない。そこで、本論文では代表的な4チャンネル音楽プログラムについて各音声信号出力のレベルを実際に測定し、その値にもとづいて、実効的なSN比を求めることを試みた。

測定用の4チャンネルプログラムソースとしては、筆者の一人が、さきに4チャンネル信号のレベル分布測定の対象とした、評論家推せんによる優秀録音42種の試料⁷⁾(各10数秒)の中から、各種の代表的な4チャンネル収音方式をほぼ均等に含むように10試料を選んで使用した*。これらを信号入力とし、得られた各音声信号出力の平均レベル(実効値)を測定した**。表4に、この結果を示す。

4チャンネル放送が行われている場合、モノ受信機でこれを受信すると、音声信号出力のレベルは表4の M_0 の

ようになり、2チャンネル受信機でこれを受信する場合の左右の音声信号出力の平均値は $\sqrt{(L_0^2+R_0^2)/2}$ となる。また、4チャンネル受信機で受信する場合は3伝送路方式と4伝送路方式があり、4つの出力の平均値はそれぞれ、 $\sqrt{(LF_0^2+LB_0^2+RF_0^2+RB_0^2)/4}$ 、 $\sqrt{(LF^2+LB^2+RF^2+RB^2)/4}$ となる。

表4の結果を用いてこれらの値を算出した結果を表5に示し、その平均値を表3の実測値の欄にも示す。これらの値はモノ放送をモノ受信する場合とくらべて、4チャンネル放送をそれぞれの受信モードで受信する場合に低下する平均的な量であり、かりに雑音出力が同じであっても実効的なSN比はこの分だけ劣化する。なお、以上の音声信号出力の低下については、受信機への高周波信号入力が高い場合でも生ずるものである。

5. SN比の劣化

モノ放送をモノ受信機で受信する場合に対し、4チャンネル放送をモノ、2チャンネルおよび4チャンネル受信機で受信する場合の実効的なSN比の劣化量は、表1における雑音出力の増加量と表3の実測による音声の低下する量を加えれば求められる。なお、実際はパイロット信号を挿入する分だけ音声信号入力を下げることがあるため、3伝送路方式では第1パイロット信号を挿入する分を考え0.9dB(0.9倍)だけSN比はさらに劣化し、4伝送路方式では第1パイロット信号と第2パイロット信号を挿入する分1.4dB(0.85倍)だけ劣化する。

表6は以上の加算を行って得られた結果である。なお、現行2チャンネル放送についても同様に検討した結果を比較のため下欄に付した。モノ受信を基準とした2チャンネル受信の雑音出力は現行放送においても表1の

* 現在一般に行われている4チャンネルの収音、制作方式を音像配置の点から分類すると、Ⅰ 後方残響形、Ⅱ サラウンド形A(個々の直接音の定位が明確なもの)、Ⅲ サラウンド形B(定位よりも全般的な拡がりを重視したもの)の3種に大別できる⁸⁾。本実験ではこれら代表的な3方式をほぼ均等に試料に加えることとし、Ⅰから3種(表4④⑤⑦)、Ⅱから4種(①②⑧⑩)、Ⅲから3種(③⑥⑨)を選んだ。

** 具体的には音声信号出力の瞬時波形をサンプリングし、瞬時振幅

$x(i)$ を測定、全サンプル数 n に対し、 $\sqrt{\sum x^2(i)/n}$ によって実効値を求めた。サンプリング周波数は約700kHzである。音声周波信号に対して、もとよりこのような高いサンプリング周波数は必要ないが、後述の複合信号のレベル測定など、高い周波数の信号のレベル解析に一般的に使用可能な測定装置を利用したため、このような条件になった。

表 6 SN 比の劣化
Degradation of SN ratio.

		モノ放送モノ受信基準 (dB)		
送信モード	受信モード	モノ	2 チャンネル	4 チャンネル
4 チャンネル	(3 伝送路)	-6.6	-26.0	-27.2
	(4 伝送路)	-7.1	-26.5	-31.8
2 チャンネル		-3.0	-22.3	—

20.8dB であり、パイロット信号の挿入による影響 0.9 dB を加えると 21.7dB となる。左信号と右信号が同相同レベルであったり片側のみに信号がある場合など、単純な条件においては 2 チャンネル放送のモノ放送に対する SN 比の劣化量はこの値そのものである (この 21.7 dB は厳密に計算した値であり、従来は概算の結果を用いてこの値とは 0.1~0.2dB 程度異なった値も使用され、2 チャンネル放送のモノ放送に対する SN 比の劣化量はこのような値で代表されてきている)。2 チャンネル放送においても、4 チャンネル放送と同様に、左信号と右信号の間の相関関係によって音声信号出力のレベルが平均的に若干低下することは知られていたが、問題となるほどではないため、これまでに特に測定されたことはなかった。今回は 4 チャンネル放送との比較の観点から、4 チャンネル放送と同様に 2 チャンネル放送についても音声信号出力のレベルが平均的に低下する量を測定したところ、2 チャンネル受信では 0.6dB であった。表 6 の下欄の 2 チャンネル受信の 22.3dB の値は上記の 21.7dB にこの 0.6dB を加えて得られた値であり、4 チャンネル放送の SN 比との実際的な比較をするためにはこの値を用いる方が妥当である (2 チャンネル放送をモノ受信する場合は 2.1dB の低下量であったので、この値にパイロット信号の挿入による影響 0.9dB を加えて 3.0dB が得られた)。

表 6 の結果から、4 チャンネル放送を 4 チャンネル受信機で受信すると、現行 2 チャンネル放送を 2 チャンネル受信機で受信する場合の SN 比と比べて、実際的には、3 伝送路方式では約 5dB、4 伝送路方式では約 10dB 劣化し、これらを 2 チャンネル受信機で受信すると約 4dB 劣化することなどが明らかにされた。

なお、本文でとりあげた方式以外の 3 伝送路方式や 4 伝送路方式の SN 比については、付加伝送路の周波数帯域やパイロット信号の振幅など、それぞれの方式に応じて、本文で求めた結果に若干の補正を行えばよい。

6. 複合信号レベルと SN 比

現行 2 チャンネル放送の主チャンネルと第 1 副チャンネルの信号よりなる複合信号、

$$\frac{1}{2}(L+R) + \frac{1}{2}(L-R) \sin \omega_s t$$

は、 L と R の最大レベルを 1 とすれば、 L と R の関係にかかわらずどちらかが 1 の値のときに最大レベル 1 となり、音声信号と複合信号の最大レベルが一致する。

4 チャンネル放送においては、この点が異なる。3 伝送路方式の複合信号、

$$\begin{aligned} & \frac{1}{4}(LF+LB+RF+RB) \\ & + \frac{1}{4}(LF+LB-RF-RB) \sin \omega_s t \\ & + \frac{1}{4}(LF-LB+RF-RB) \cos \omega_s t \end{aligned}$$

は、 LF, LB, RF, RB の最大レベルを 1 とすれば、例えば $LF=LB=RF=RB=1$ の場合には 1 となる。しかし、例えば $LF=LB=RF=-RB=1$ の場合には $(1+\sqrt{2})/2$ となり、この値が最大レベルで 1 よりも大きな値となる。4 伝送路方式の複合信号、

$$\begin{aligned} & \frac{1}{4}(LF+LB+RF+RB) \\ & + \frac{1}{4}(LF+LB-RF-RB) \sin \omega_s t \\ & + \frac{1}{4}(LF-LB+RF-RB) \cos \omega_s t \\ & + \frac{1}{4}(LF-LB-RF+RB) \sin \omega_{st} \end{aligned}$$

は同様に、例えば $LF=LB=RF=RB=1$ の場合は 1 となるが、例えば $LF=LB=RF=-RB=1$ の場合には 1.125 となり、この値が最大レベルとなる。

したがって、4 チャンネル放送における音声信号入力の基準レベルを現行放送の基準レベルと同じにすると、上記のように 4 つの信号が同振幅で 1 信号のみ逆相のような条件において、その複合信号の最大レベルが現行放送の場合とくらべて 3 伝送路方式では 1.6dB、4 伝送路方式では 1.0dB 高くなり、逆に、複合信号の最大レベルを現行放送の場合と同じにするためには、4 チャンネル放送の音声信号入力を上記の値だけ下げなければならず、その分だけ SN 比の点で不利となる。

しかし、実際的には上記のような特殊な組合せの音声信号入力は特に意図しない限りほとんど存在しないと考

表 7 複合信号レベル (0.1%)

Average relative composite signal levels of 0.1 percent value.

10曲平均、モノ放送基準 (dB)

現 行 放 送		4 チャンネル放送	
モ ノ	2 チャンネル	3 伝送路	4 伝送路
0	-0.7	-3.5	-2.9

えられ、むしろ通常の4チャンネル音楽プログラムの複合信号のレベルは現行放送とくらべて低くなる可能性も考えられる。そこで、前記の10曲について複合信号レベルを瞬時レベル分布測定器により測定した(付録参照)。

表7は、複合信号レベルの0.1%値を最大レベルとして測定した結果であり、現行放送についても同様に測定した結果を比較のために加えてある。

表7から、4チャンネル放送では現行放送とくらべて複合信号レベルが平均的に2~3dB程度下るので、その分だけ音声信号入力基準レベルを上げて運用することにより、2~3dB程度SN比を改善できる可能性のあることも明らかとなった。

ただし、プログラムによっては、その複合信号レベルが現行放送の場合のレベルに近いこともあるので、このような運用によりSN比の劣化を若干でも改善しようとする場合は慎重な配慮が必要である。

7. む す び

代表的な4チャンネル放送方式について雑音出力の増加量と音声信号出力の低下量を求め、これよりSN比が現行放送とくらべてどの程度劣化するか、おおよその値を得た。

その結果、受信機への高周波信号入力比較的低い範囲では、4チャンネル放送を4チャンネル受信機で受信する場合のSN比は、現行2チャンネル放送を2チャンネル受信機で受信する場合とくらべて3伝送路方式では約5dB、4伝送路方式では約10dB劣化し、これらを2チャンネル受信機で受信すると約4dB劣化することなどが明らかとなった。

なお、放送電波の電界強度がどの程度の強さのところまで本文で明らかにしたSN比の劣化の結果がそのまま適用できるかについては、使用する受信アンテナの利得と受信高やフィーダーなどにより受信機への高周波信号入力異なってくるため、また、受信機の雑音に関する性能により雑音出力が高周波信号入力に反比例する範囲が異なるため、これらの条件によって大きく左右される。

最後に、有益な助言をいただいた当所 遠藤主任研究員、および、レベル測定に協力下さった黒沼主任研究員、辻本氏に深く感謝する。

(昭和53年2月6日受付)

(参 考 文 献)

- 1) 遠藤, 黒沼: 4チャンネルステレオ放送方式, NHK 技研月報, **16**, 1 (1973) 24-30
- 2) J. Gibson, et al.: Compatible FM Broadcasting of Panoramic Sound, IEEE Trans., **BTR-19**, 4 (1973) 286-293
- 3) L. Dorren, et al.: An Optimum Quadraphonic FM Broadcasting System, IEEE Trans., **BTR-19**, 4 (1973) 277-285

- 4) A. Csicsatka, et al.: An Experimental Quadraphonic FM Broadcasting System, IEEE Trans., **BTR-19**, 4 (1973) 294-297
- 5) D. DeWeger, et al.: Two Proposed Quadraphonic FM Broadcasting Systems, IEEE Trans., **BTR-19**, 4 (1973) 298-310
- 6) D. Cooper: Proposal QFMX for Use of 4-4-4 QMX Matrix in Quadruplex Encoding of FM Transmission, IEEE Trans., **BTR-19**, 4 (1973) 311-318
- 7) 辻本, 二階堂: 4チャンネル信号のレベル分布測定, 音響学会誌, **30**, 11 (1974) 617-619
- 8) 辻本, 二階堂: 4チャンネル信号のクロストークに関する二, 三の考察, 音響学会講演論文集, (Oct. 1974) 279-280

〈付 録〉

複合信号レベルの測定

3伝送路方式と4伝送路方式の場合について、複合信号の0.1%値のレベルを測定した結果を付・表1に示す。なお、各音声信号の基準レベルは現行放送の場合と同じとして測定した。

現行放送の場合の複合信号レベルについては、モノ放送の場合はモノ音楽を2チャンネル放送の場合は2チャンネル音楽を選定して測定すべきであるが、曲数を限定すると上記の4チャンネル音楽と曲目が異なるために生ずる誤差が大きくなると考えられ、むしろ、上記の4チャンネル音楽を用いて、 $M_0=(1/4)(LF+LB+RF+RB)$, $L_0=(1/2)(LF+LB)$, $R_0=(1/2)(RF+RB)$ を、それぞれ、モノ放送の音声信号、2チャンネル放送の左右信号とみなし、その複合信号レベルを測定する方が4チャンネル放送との比較の点では妥当と考えられる。このような考えにもとづいて、上記の音楽を用いて同様に複合信号の0.1%値のレベルを測定し、その平均値を求めた。これらの結果を表7に示した。

なお、ステレオプログラム音のレベルセッティングについて、現行ステレオ放送ではL, R両信号の聴感上のレベルバランスをとったうえで、かつ、それぞれの信号のいずれもが、規定のレベルを越えないように設定されている。今回の測定でも、この考え方をそのまま4チャンネル信号に適用し、音声信号のレベルを設定した。

付・表1 複合信号レベル (0.1% 値)

Relative composite signal levels of 0.1 percent value.

相対レベル (dB)					
送信モード		3 伝	4 伝	送信モード	
曲 目	送 路	送 路	送 路	曲 目	送 路
①	-1.0	-1.0	⑥	-6.5	-5.5
②	-1.0	-1.0	⑦	-7.0	-6.0
③	-0.5	0.5	⑧	-6.5	-6.0
④	-2.0	-1.5	⑨	-5.0	-4.5
⑤	-3.5	-2.5	⑩	-2.0	-1.5
			10曲平均	-3.5	-2.9

Analysis of Main-channel Crosstalk in Multiplex-sound TV Receivers

by Chūichi Sodeyama, Toshio Murakami Michio Kamoshida

This paper carries the analysis of crosstalk from sub-channel to main-channel of the multiplex-sound television receivers by theoretically examining the relationships between the crosstalk components and the various characteristics of the receiver circuits and reveals the mechanism of development of this crosstalk.

The authors point out that the above crosstalk is produced mainly as the non-linear phase and amplitude distortion products of the sub-channel signal and the buzz and buzz beat components in the sound signal.

It is confirmed that the experimental results agree qualitatively with the theoretical analysis and the means to reduce the crosstalk are proposed.

J. Inst. TV Engrs. of Japan, Vol. 32, No. 11 (1978) 957~962

Signal to Noise Ratio in Quadraphonic FM Broadcasting

by Mitsuo Ohara, Seiya Nikaido

This paper deals with the evaluation of the signal to noise ratios in two typical quadraphonic FM broadcast systems, one with three transmission channels and the other with four transmission channels.

The relative noise increase, for the case of comparatively low receiver input RF signal level to which the noise output due to RF white noise is inversely proportional, is theoretically calculated and the relative audio signal level down due to correlation is measured by using quadraphonic music programmes.

As a result, relative SN ratios in quadraphonic broadcasting to the present monophonic and stereophonic broadcasting are clarified.

For example, compared to the stereophonic reproduction of the present stereophonic broadcasting, the signal to noise ratio in quadraphonic reproduction is about 5 dB lower for the three-channel system, about 10 dB lower for the four-channel system and the signal to noise ratio in stereophonic reproduction is about 4 dB lower for both quadraphonic transmission systems.

J. Inst. TV Engrs. of Japan, Vol. 32, No. 11 (1978) 963~968

Electrical Writing and Erasing on Thin Film EL Panel with Inherent Memory

*by Chuji Suzuki, Noritoshi Kato, Masahiro Ise,
Kenzo Inazaki, Toshihiro Ohba*

A three-layered thin film EL display panel is endowed with inherent memory function when the doping content of Mn exceeds 0.5 wt% and the deposition of an active layer is controlled to a suitable thickness.

In this paper, the following new technique and characteristics of electrical writing and erasing on the above EL panel are described. (1) Basic writing and erasing technique (2) Characteristics of the electrical analog writing by use of the amplitude modulation method or the pulse width modulation method (The result indicate the capability of this panel to display one frame still picture of TV.) (3) Characteristics of the electrical analog erasing and the discussion of erasing mechanism by using simple equivalent circuit presentation of the EL panel (4) Experimental results of graphic and picture display using a matrix type thin film EL panel with 240×180 dot elements

J. Inst. TV Engrs. of Japan, Vol. 32, No. 11 (1978) 969~974