直流分再生に関する諸問題

NHK技術研究所 藤 井 猷 孝

テレビ受像機の直流分再生について、送受像において画質に関係する諸条件と要因の検討を行ない、現状のテレビ番組の直流分再生の状態と、画質評価試験により再生度の基準を求めるための直流分再生が画質に及ぼす影響について、調査、試験を行なった結果と、直流分再生の有無の得失、直流分再生の必要な番組中の時間率について述べてある。

1. ま え が き

テレビ受像機の画質に関連する直流分再生が、画像に及ぼす各種の状態と、再生の程度が画質とどのような関係にあるかを画質評価によって調査し、直流分再生の有無の得失や、その問題点の検討を行ない、また、現在のテレビ番組において直流分再生が必要な時間率を求めてみた。これらの結果から、直流分再生の問題点を考察することにする。

2. 画質に影響する諸要因と 直流分再生の関係

受像機で良質な画像を得るには、受像機自身の特性とこれに加える信号の伝送系の特性および動作状態などの諸因子が、画質に影響する。これについて送受像側の項目をあげると、

送像系の条件	a) 直流分そう入の割合
	b) 信号レベルの均一性
	c) 照明の効果
	d) 調整上の誤差
	e) γ 補正
受像系の条件	a) 局部発振の安定度
	b) AGC の動作
	c) 受像管動作電圧の変動
	d) 直流分再生の動作

筆 者 紹 介

ふじい ゆうこう
藤井猷孝 昭和19年、NHK技術研究所に入所、受信機、受像機の研究に従事。現在、無線研究部受信研究室に勤務。正会員。

"Some Problem on the DC Restoration" by Yuko Fujii (NHK Technical Research Laboratories, Tokyo). 第18回テレビジョン画質研究委員会発表 (38年12月)

e) 周囲光の受像面に及ぼす影響

これらの項目のおのおのが適切でないと、画質に及ぼす影響が大きい。

3. 直流分再生の有無が画質に及ぼす得失

現在市販している受像機は、ほとんど直流分再生回路が付いていない。この受像機の再生する画像は、送像側で直流分再生付モニターにより監視調整した画像と同一にならない。このことを考慮して、受像機における直流分再生の有無が画質に及ぼす得失を検討すると、以下のようなになる。

直流分再生を行なわない場合

- 1) 映像信号による受像管高圧の変動が少ない。
- 2) 常に平均的な明るさの画像になるので、暗い場面が再現されない。
- 3) コントラスト、輝度を適当に調節するだけでよい。
- 4) 画像の黒レベルに相当する部分が、周囲光により影響を受ける割合が少ない。
- 5) コントラスト範囲が狭く感ずる。
- 6) 映像切り替えの際に黒レベルの変動が目立つ。
- 7) γ 特性が信号と一致しない。
- 8) 送像側モニターに直流分再生がなければ、一般受像機と同じ画質の映像を監視できる。

直流分再生を行なった場合

- 1) 映像信号による受像管高圧変動を安定化しなければ効果がない。(受像管第2グリッド電圧も安定を要す)
- 2) コントラスト、輝度の調節を確実に行なわなければ効果が少ない。
- 3) 映像信号に順応した画像が得られるが、黒レベルを固定する位置により γ 特性が左右される。
- 4) コントラスト範囲が広く感ずる。
- 5) 一般受像機に直流分再生があると、送像側モニタ

ーと同じ画像になる。

6) 同期先頭値を保持する直流分再生方法では、同期変動の影響を受けて動作が不十分である。

以上のような得失があげられる。技術上からいえば、テレビ画像の忠実な再現には本来直流分再生が必要である。しかし、これを全面的に行なうには、上記のような直流分再生を行なったための逆効果が生ずる点と、受像機製造価格の問題を解決しなければならない。

4. 直流分再生の画質評価試験

受像機設計の資料として、直流分再生の必要再生度の基準を得るために、次のような試験を行なった。

4.1 評価画柄と信号レベル分布

この評価試験には、放送番組中から直流分再生の効果がいちじるしいと推測される画柄と、SMPTEの標準スライドを用いた。表1は画柄による直流分再生の効果の有無を示す。次に、評価用画柄の映像信号成分の黒レベルから、白先頭レベルの間を15等分して、各レベルごとに信号成分の数を求め、各レベルごとの分布密度を%に換算して図示すると、図1、図2のようになった。ただし、同期信号は除いてある。この特性から、黒レベル付近に信号成分が多く、分布密度を示す図1のF曲線は黒レベルから白レベルの間にはほぼ一様に分布している平均的な画柄信号であるが、K、C、Aの曲線では分布密度は黒と中間調灰色の間で差が大きいため、黒レベルの信号成分が多い。このような画柄では直流分も大きいので、黒レベルを保持する動作が必要である。

4.2 評価試験

先に選択した画柄を用いて、フライングスポット装置から映像信号を送出し、観視にはペダスタルクランプにより100%直流分再生を施した14形モニターと、交流

図1 評価画像レベル分布計数特性 (サンプル数)

表1 画柄と直流分再生の効果

画 柄	直流分再生の効果
あんどん照明の暗い部屋	○
明るい部屋の中の静物	×
手紙文の大写し	○
説明図で黒い部分の多い場合	○
夜行列車の客席	○
屋外の木影	○
街路灯のある夜影	○
座談会	×
明るい背景の人物大写し	×
指人形	×

○……効果がある ×……効果がない

結合形 (直流分再生なし) モニターを用いた。

観視の条件としては、あらかじめ画柄ごとに最適画質状態となるような受像管バイアス電圧 (輝度調節) を計って、その調節範囲を求め、次の条件を定めた。

- 受像管バイアス電圧の変化範囲を7段階に分ける (52~64 V, 無変調時輝度 2~30 ft-L)
 - コントラスト 50 : 1
 - 最大輝度 100 ft-L (白先頭レベル)
 - 周囲光の受像面におよぼす照度の変化範囲 2~10 ft-L
 - 画質評価を ± 4 段階とする。
 - 評価者と画面との距離 5~7h (h: 画面の高さ)
 - 評価人数 1項目当たり 10名以上
- その試験項目は

- 画柄ごとの受像管輝度調節範囲の試験
- 画質評価と直流分再生度の試験
- 周囲光の影響の試験

である。

4.3 評価結果

信号成分のレベル分布および信号レベルの平均値が異

図2 評価画像レベル分布密度特性

図3 図柄ごとの評価特性

なる各画柄について評価すると、直流分再生のない場合には平均的なコントラストになり、コントラスト範囲が狭く感じられて画質の劣化が目立ち、信号平均値が 50% と 30% の場合では、画質の良否の差が明瞭である。

つぎに画像ごとに最適画質を得るための輝度調節範囲の試験では、輝度調節が最適状態より明るい場合には、画柄による評価段階の差が小さく、暗い場合には差が大きい。同一輝度レベルで SMPTE の画像と比較すると、画柄により評価段階に ± 1 段階の差がある。この状態で直流分再生を行なうと、その再生度にしたがって画像ごとの最適輝度調節範囲が狭くなり、一定輝度で各画柄とも劣化の検知限界以上の画質を得るには、85% 以上の直流分再生を行なえばよいことがわかった。周囲光の影響の試験では、2 ft-L 以上の照度 (受像面) になると、画質が劣化して評価が 1 段階低下した。

以上から交流結合の場合、平均レベルの異なる画柄ごとに最良画質を得るには、受像管輝度レベルをそのたびごとに再調節する必要がある、直流分再生の必要ことが認められた。図3において各画柄とも画質の劣化が許容限となる輝度調節範囲は、段階3と4の間で受像管輝度 11 ft-L (無変調状態) である。しかし、各画柄とも共通に画質の劣化が検知限となる輝度調節状態はなく、画柄により調節範囲が輝度段階 3~6 の間に分布している。

図4 周囲光と最適画像の関係

このように画柄によって最適輝度が異なるのは、直流分がおおの異なるためである。また、周囲光が変化すると最適輝度段階がこれに応じて変化する。周囲光が明るいとき受像管輝度段階が1段階ほど明るい方向に移動する。図4は周囲光と受像管輝度段階の関係を示すもので、傾斜している2本の線の間には各画柄についての検知限が含まれている。

つぎに図5は直流分再生度と受像管輝度 (無変調時) の関係を示したもので、まへの図4から各画柄に共通な検知、許容限界は (イ) から (ロ) に移動するが、必要な再生度はほとんど変化しない。この場合、許容限界は広がっている。このように、最適画質を得る周囲光は黒を忠実に再現するためにもできるだけ暗いほうがよいが、視聴条件として目の疲労、周囲の物体に対する明るさから極端に暗くはできない。したがって、2 ft-L 程度なら暗室の場合と比較して差が少なく、黒の再生も可能である。これ以上明るいとき、黒の部分が画像の大きい面積をしめているときには、けい光体の無発光部分の外光による色彩 (灰色または淡黄色) が見えるので不自然である。

また、受像管輝度を明るくすると、コントラスト範囲も縮まり、信号の黒レベルを忠実に再生しても、画像としては直流分再生の効果の少ない画像になる。以上のよ

図 5 直流分再生度特性

うに、テレビ画像を効果的に再生するには、直流分再生にともなって周囲光、受像管輝度、コントラスト調節などを厳密な条件の範囲に調節しなければならない。

5. テレビ放送番組と受像機における直流分再生の関係

最近のテレビ放送番組中に直流分再生の必要な画像のしめる時間を計測して、番組所要時間とその時間中の直流分再生時間のしめる比率を求めてみた。この比率は、映像レベルの平均値が一定限界を越えて小さくなった状態で、直流分再生度 85% 以上を必要とする時間の合計と、番組所要時間との比率を示したものである。図 6 にこの測定システムを示す。表 2 は測定値を集計して時間率を表示してある。表 3 は番組ごとに分類した結果である。

これらから全番組のしめる直流分再生時間率は僅少な値であるが、番組の中でドラマ、ニュース映画の場合には割合に大きな値になっている。このように、画像内容を効果的に再生する際には、直流分再生が必要なことが認められる。しかし、現状では時間率は少ない値を示し、直流分再生を行なわなくても画像内容は了解できる状態である。この結果から、直流分再生が現在の送受像側に関係している要点をあげると、

- 1) セットアップレベルが不規則で同一番組中でも、カメラごとに変化するから、直流分再生がないほうが平

表 2 テレビ信号直流分再生時間率表
(直流分再生度 85% 以上を必要とする時間)

	番組所要時間(分)	直流分再生必要時間(秒)	再生時間率(%)	測定期日
A 合計	3 074 (51.23 時間)	9 181		38年 7月 5日～7月14日
平均	27.9	83.5	4.98	ただし 7月12日, 13日
平均 (除ニュース)	30.1	73.8	4.09	7月 5日 6.00～9.00
				7月14日 6.00～11.50 を除く
B 合計	960	5 983		38年 7月10日
平均	20.0	124.6	10.4	
平均 (除ニュース)	23.1	109.4	7.9	

表 3 番組ごとの直流分再生所要時間率表
(直流分再生度 85% 以上) (38 年 7 月 5 日～7 月 14 日の集計)

再生時間率	プログラム	所要時間	直流分再生所要時間	再生時間率
5～10%	連続テレビ小説	15分	68秒	7.5%
	オリンピックアワー	20"	72"	6.0"
	ふるさとの歌	25"	126"	8.4"
	こよい歌えば	40"	192"	8.0"
	銀河少年隊	15"	72"	8.0"
	テレビ劇場	60"	228"	6.3"
	夜の随想	15"	66"	7.3"
10%以上	ニ ュ ー ス	2～30分 1日間の合計 174分	平均144秒 1日間の合計 2,012秒	19.2%
	おかあさんといっしょ	25"	187"	12.5"
	文芸劇場	60"	402"	11.2"
	講談浪曲ドラマ	60"	1,872"	52.0"
	チロリン村とくるみの木	15"	114"	12.7"
	魔法のじゅうたん	30"	198"	11.0"
	金太と三吉	30"	690"	38.3"
	花の生涯	45"	342"	12.7"
	東京の人	30"	216"	12.0"
	美しき遍歴	30"	540"	30.0"

均した輝度の画像となるので見やすくなる。

- 2) 白黒番組を受像した状態のままでもカラー放送番組の際には、直流分再生があると映像レベルが低い場合に画面が暗くなって、輝度を再調節する必要が生ずる。

- 3) 受像機およびモニターは、周囲光に応じて画面を明るく調節した場合には、黒レベルの変動は識別できなくなるので、直流分再生を行なってもその効果が減少する。

図 6 テレビ信号直流分再生時間率測定系統図

4) 一般の受像機は、直流分再生を行っていないから、送像側と同一の画質効果が得られない。

5) 映像信号の同期信号成分は、常に一定振幅を保つことが望ましいが、現状では 30 分中に約 2% の変動が生じている。その際の振幅変動比は約 6% であった。このように同期尖頭値をクランプする直流分再生では、黒レベルを保持する動作が不十分である。

以上から、一般受像機には直流分再生がない現状ではテレビ番組内容も、信号レベルが極端に片寄った画柄は避けているから、現在の放送番組を対象にして直流分再生の要否や、その効果の有無を論じても意味がない。

したがって、放送内容の質を向上させる点から、直流分再生に関する技術上の問題の検討と同時に、送像側における信号レベルの極端な値の画像を送る必要の有無と演出上の問題についても検討し、結論を出す必要があると思う。

6. 直流分再生回路

現在までに研究実験が行なわれ、利用されている回路方式には次のようなものがある。

- 1) ダイオード形または二極管形（同期先頭値保持）
 - 2) ペDESTAL, クランプ形（クランプパルスが必要）
 - 3) グリットリーク形（終段映像増幅と CRT が直結）
 - 4) カソードバイアス形（映像負極性）
 - 5) 直接結合形（映像検波から CRT まで直結）
 - 6) 交直流結合形（結合コンデンサとダイオードが並列接続）、（終段映像増幅と CRT の結合。暗い画柄の場合のみ動作する）
 - 7) 映像信号黒ピーク検出形（CRT 輝度自動調節）
- これらの各種方式は、再生回路を単独に動作させることはむずかしく、これに関連する回路と組み合わせて併用動作をさせなければならない。たとえば、現在使用されているプログラムモニターは、ダイオード形の直流分再生回路が付いているが、高圧の安定化、セッティングレベル変動などに対する対策がなされていない。したがって、画像監視の効果が不十分になっている。なお、直流分再生回路は普及性と経済面から、簡単な方法で確実な動作が要求されている。

7. む す び

直流分再生の効果と画質の関係は送受像側ともに問題があるが、まとめると次のようになる。

現状では、受像機で直流分再生が行なわれていないから、送像側は受像における画調を十分考慮して調整、モニターすべきである。将来、一般受像機に直流分再生が付加されるか否かは確定でないが、画質に最も関係のある照明関係や送出モニター、および一般受像機に対する周囲光（室内照明）の影響を考慮すべきである。

つぎに画像信号はその平均値の範囲を規定して、安定な信号レベルになるようにする必要がある。現状の送像側、伝送系、受像機の安定度（同期レベル、セッティングレベル変動、パルスノイズ）では、直流分再生を行わないほうが、その影響の目立たない画像が得られる。なお、現状の番組では直流分再生の必要な場面は、番組所要時間の 5~10% の時間率であるが、ドラマなどの画柄効果を得るには、直流分再生は必要である。この直流分の必要再生度は、受像管の輝度調節により異なるが、完全に再生した画像から画質劣化を検知限界までとするには、85% 以上直流分を再生しなければならない。以上の結果から、直流分再生が画質に及ぼす種々の状態を知ることができた。また、受像機的设计に必要な再生度が得られた。なお、現状のテレビ放送に係るおのこの条件は今後の改善をまつことにしたい。

（昭和 39 年 5 月 13 日受付）

〔参 考 文 献〕

- 1) Robert J. Nissen: The problem of the unrested television receiver, SMPTE, 69, 8, Aug. (1960)
- 2) Harold Wright: Black and white television monitoring and video levels, SMPTE, 70, 11, Nov. (1961)
- 3) R.G. Neuhauser: Black level—the lost ingredient in television-picture fidelity, SMPTE, 66, 10, Oct. (1957)
- 4) Stephen P. Ronzhimer: A new approach to the DC-restoration problem, IRE Transaction Radio fall meeting issue, BTR-8, 3, Nov. (1962)
- 5) K.R. Wendt: Television DC component, RCA Review, 9, Mar. (1948), 85~111
- 6) H.V. Sims: Black level in television, Wireless World, Jan. (1962)
- 7) 藤井: 直流分再生と画質の関係, 電気通信学会全国大会 (昭 38)
- 8) 藤井: テレビ受像機の直流分再生について, NHK 技研月報, 7, 3, (1962)