第3章 市販テレビジョン受信機の開発期の真空管

日本におけるテレビジョンの実験は、1950 (昭和 25) 年 11 月から NHK、東京電気、日本ビクター、日本コロムムビア、松下電器産業等で開始している。

実験電波は、当初は東京で 102MHz~108MHz (1 チャンネル) の周波数帯を利用して出力 10W で行われ、1951 (昭和 26) 年7月から 3kW に増力された。また、大阪においても 1952 (昭和 27) 年2月から 102MHz~108MHzの 周波数帯を使用して、出力 30W で実験放送が開始されている。

この実験では、両地区共に走査線は 525 本であるが、毎秒像数は東京が 25 枚、大阪が 30 枚であった。この違いは、当時の同期方式が電源同期のためである。(コラム参照 17 ページ)

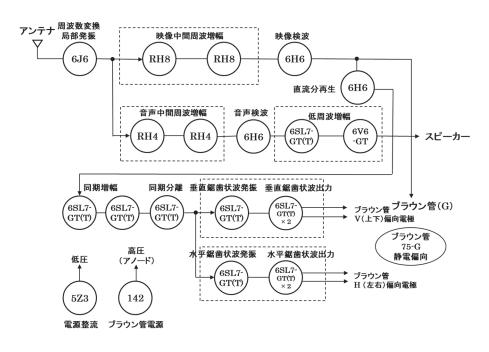
1952 (昭和 27) 年 2 月には電源非同期による「白黒テレビジョンに関する送信の標準方式」(郵政省) が公布された。この方式は、走査線数 525 本、毎秒像数 30 枚、帯域幅 6MHz 等である。

これを受けて、NHK では 1953 (昭和 28) 年 2月から NHK 東京テレビジョンが開局して、日本のテレビジョン放送が開始された。

3.1 試作向小型テレビジョン受信機(セパレート・キャリア方式採用)

テレビジョン受信機の中間周波増幅回路の構成は、セパレート・キャリア方式とインター・キャリア方式がある。

1952 (昭和27) 年のテレビジョン標準方式の決定を受けて、テレビジョン受信機の試作を容易とするため資料12 に幾種類かの回路を掲載し、その中にセパレート・キャリア方式の「試作向小型テレビジョン受信機として3インチオシロスコープ用ブラウン管(SSE-75-G)を使用した16球テレビジョン受信機」の回路が照会されている。(第6回、資料12 真空管配置)



第6図 セパレート・キャリア方式の真空管配置(1955、昭和30年)

セパレート・キャリア方式は、チューナで周波数変換された映像と音声の中間周波信号をそれぞれ分離して増幅

する。この方式は、テレビジョン受信機のテキストなどにはブロック図が記載されているが、実際に市販された受信機は見あたらない。(コラム参照,40ページ)

(20.5MHz) (6AC7) (6AC7) (6AC7) (6AC7) (6AC7) (6AC7) (6AC7) (6AC7) (6AC7) 映像検波 25.0MHz

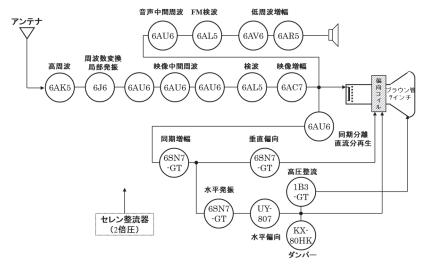
音声中間周波増幅

第7図 セパレート・キャリア方式の真空管配置、例 (1953.昭和28年)

JAT (日本アマチュア・テレビジョン研究会)で「テレビセットの上手な組立て方」(資料 6) に「5 吋静電偏向スタンダード方式 22 球テレビジョン受信機」(第7図)の回路を紹介している。(スタンダード方式とはセパレート・キャリア方式と同じである。)

3.2 TVK-Ⅱ型.Ⅲ型.IV型受信機の開発

当時、テレビジョン受信機は高価であったために、ラジオ業者やアマチュアがキットを組み立てる場合に優良部品の市場への出回りを促進する必要があった。このために、1952(昭和27)年6月に部品メーカーにより構成されたテレビジョン部品研究会(略してTVK)がNHK技術研究所の指導によりTVK・II型受信機(第8図)のキットを完成し、量産化が図られた。(なお、TVK・I型は高周波回路を持たない受信公開用である。)(文献15、他)

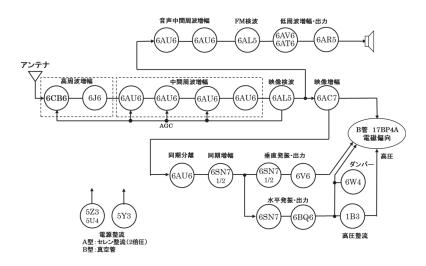


第8図 TVK-II型テレビジョン信機の真空管配置(1952,昭和27年)

TVK・II型受信機 (1952,昭和 27年) は、NHK の実験放送のみを受信することを目的に設計された。この受信機は、一般普及を目的として 7 インチ~10 インチの受像管を使用していた。回路方式は、下側へテロダイン方式で設計され、中間周波数は映像 19.5MHz、音声 24MHz である。総合の帯域幅は 3.5MHz であった。

ヒーター電源はトランス式であるが、B電圧はオートトランスを使用したセレン整流器による倍電圧整流を取り 入れている。セミトランスレス方式の最初の機種となった。

引き続いて回路の簡易化と低廉化を目指して TVK-III型 (12~17 インチ、**第9図**) および TVK-IV型 (14 インチ) が 1953 (昭和 28) 年に開発されている。(資料 38)



第9図 TVK-III型テレビジョン受信機の真空管配置(1953,昭和28年)

3.2.1 チャンネル割当計画 (第3~第6チャンネル)

当初、102MHz~108MHz 帯周波数は、1949(昭和 24)年に GHQ から研究用に割り当てられた。(資料 9) VHF 帯は、テレビ放送開始時の 1952(昭和 27)年 12 月に**第 1 表**のように「三大地区テレビジョン放送用チャンネル割当計画」(郵政省)により第 3~第 6 チャンネルか割り当てられ実用化された。

NITA — VEIE / VEO I VINCE II / VEII /						
チャンネル 番号	周波数带 〔MHz〕	映像搬送周波数 〔MHz〕	音声搬送周波数 〔MHz〕	割当地区		
3	102~108	103.25	107.75	東京、名古屋		
4	170~176	171.25	175.75	東京、大阪		
5	176~182	177.25	181.75	名古屋		
6	182~188	183.25	187.75	東京、大阪		

第1表 三大地区テレビジョン放送用チャンネル割当計画

このチャンネル割当に伴い、1953(昭和 28)年に TVK-II,III型用に NHK 技研で「6 チャンネル切り替え式チューナ(R-I型)」を発表した。このチューナは高周波増幅に **6CB6**、周波数変換に **6J6** を使用し、3 回路 6 接点のスイッチでコイルを直接切り替えている。(資料 11)

3.2.2 チャンネル割当計画 (第1~第6チャンネル)

その後、1956 (昭和 31) 年 2 月に「テレビジョン放送用周波数の割当計画基本方針」(郵政省) が決定し、**第2表** のように第 1~第 6 チャンネルの 6 チャンネル制となった。

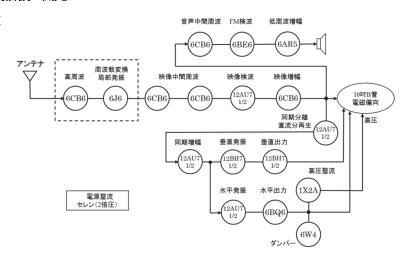
笛の書	テレブジョン	/放送用周波数の割当計画基本方針(6チャンネル	生心
9 1) 47Y	ノレレンコン	/ルスカールルグをパン学に一点し四次数442.1元(り) ソンヘル	/m:i/

チャンネル 番号	周波数帯 〔MHz〕	映像搬送周波数 〔MHz〕	音声搬送周波数 〔MHz〕
1	90~96	91.25	95.75
2	96~102	97.25	101.75
3	102~108	103.25	107.75
4	170~176	171,25	175.75
5	176~182	177.25	181.75
6	182~188	183.25	187.75

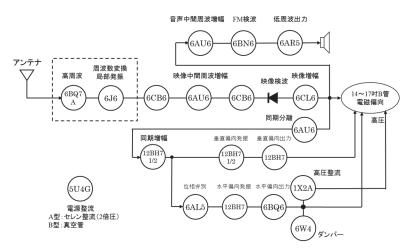
3.3 TVK-V型・TVK-VI型テレビジョン受信機の開発

これら周波数基本計画による使用周波数の決定を受けて、受信チャンネル数を第 1 ~第 6 チャンネルの 6 チャンネルとした TVK-V型(10~14 インチ、1954,昭和 29 年) が開発された。その回路構成は**第 10 図**のとおりである。(文献 15、他)

第10図 TVK-V型テレビジョン受信機 の真空管配置(1954,昭和29年)



続いて、**第 11 図**に示す映像検波器に ゲルマニュームダイオードを採用する などの改良をした TVK・VI型が(14~17 インチ、1955,昭和 30 年)が開発された。 (文献 15、他)



第11図 TVK-VI型テレビジョン受信機の真空管配置(1955.昭和30年)

TVK-VI型の電源回路には、交流式受信機用に開発されたフィラメント型全波高真空整流管(**5U4-G**)が使用されている。この真空管は**テレビジョン受信機に初めて使用された G 管**である。(電気的特性は **KX-5Z3** と同様)

大電力を扱う電力増幅管や整流管は、温度が上昇し放熱が問題とされていた。そこでST管を改良しバルブとステムはST管のものを使用して、ベースをオクタルソケットにして放熱問題を解決しようとしたものがG管である。後には円筒形のG管も製作され、GT管と区別がつかなくなり、GT管に取って変わられた。

第12図は、周波数割当計画が「6チャンネル制」の時、市販されたテレビジョン受信機のツマミの例である。



第12図 「6チャンネル」テレビジョン受信機のツマミ(例) (日本コロムビア MODEL14T56B型,1957,昭和32年) チャンネル・ツマミ外側のリングは ファインチューニング(微調整)用ツマミ(口絵) また、チャンネル割当計画が拡大されることを見込んで、8 チャンネル(第 1,第 2,第 3,第 4,第 6 第 8,第 10 チャンネル)のポジションを持つテレビジョン受信機(東京:1,3,4,6,8,10 チャンネル、大阪:2,4,6,8,10 チャンネル)が発売されている。(既に、7 と 8 チャンネルの帯域の重複を折り込んでいる。)

3.3.1 チャンネル割当計画 (第1~第11チャンネル)

そして、1957 (昭和 32) 年 5 月には、「テレビジョン放送用周波数の割当計画基本方針」(郵政省)を修正し、**第 3表**のように周波数割当を 6 チャンネルから 11 チャンネルとした。

第 7 チャンネルと第 8 チャンネルが 2MHz 重複している。これは、当時 GHQ で 216MHz 以上を使用していたために、第 11 チャンネルの上限周波数を 216MHz にする必要が有ったためである。

チャンネル 番号	周波数帯 〔MHz〕	映像搬送周波数 〔MHz〕	音声搬送周波数 〔MHz〕		
7	188~194	189.25	193.75		
8	192~198	193.25	197.75		
9	198~204	199.25	203.75		
10	204~210	205.25	209.75		
11	210~216	211.25	215.75		

第3表 テレビジョン放送用周波数の割当計画基本方針(11チャンネル制)

しかし、6MHz 帯域でないとチャンネル割り当てが出来ないために検討した結果、既に割り当てられている第4チャンネルの局部発振妨害(当時は、映像中間周波数が 26.75MHz であったので、第4チャンネルの映像搬送周波数に対する局部発振妨害が fv=171.25MHz+26.75MHz=198MHz となり第8チャンネルの帯域内に発生する)を軽減するために、第8チャンネルの上限周波数を局部発振妨害周波数の 218MHz とし、下限周波数を 6MHz 下の 212MHz (第7チャンネルの帯域内)として 2MHz 重なる配列とした。

一方、放送波は隣々接伝送であるから同一地域に第7チャンネルと第8チャンネルが割り当てられることが無いので、この問題は解決した。(しかし、その後、UHF電波の使用などによって中間周波数を58MHz帯に変更したので、この周波数配列は過去のものとなった。)

周波数割当計画が「11 チャンネル制」の時、市販されたテレビジョン受信機のツマミは「第 1~第 11 チャンネル」のポジションを持っている。

この変更に伴い、従来の 6 チャンネルテレビジョン受信機では第 7~第 11 チャンネルを受信することができないので、これに対応した第 1~第 11 チャンネル用 TV-BOOSTER(早川電機、TB-3 型,他)が発売され、続いて第 12 チャンネルの割当により第 1~第 12 チャンネル用 TV-BOOSTER(早川電機、同名の TB-3 型,他)が発売された。(口絵)

3.3.2 チャンネル割当計画 (第1~第12チャンネル)

さらに、1957(昭和32)年10月には、「テレビジョン放送用周波数の割当計画基本方針」(郵政省)の一部修正があり、第4表の第12チャンネルが追加されて、これが第5表のようにVHF帯のチャンネル割当となった。

⁽注) 1956 (昭和31) 年2月 (第2表) の追加部分

第4表 テレビジョン放送用周波数の割当計画基本方針(一部修正)

チャンネル	周波数带	映像搬送周波数	音声搬送周波数
番号	〔MHz〕	〔MHz〕	〔MHz〕
12	216~222	217.25	

(注)12チャンネル制、第2表・第3表の追加部分

このように 1957 (昭和 32) 年に第 12 チャンネルが追加されたが、実際に第 12 チャンネルが放送されたのは、 NHK では 1959 (昭和 34年) 年 4 月の NHK 大阪放送局 (教育) であった。

この時期のテレビジョン受信機は、11 チャネルが主流であったが、いずれ第 12 チャンネルの放送が始まることは 想定されたために当面 11 チャンネルを受信できるようにして、第 12 チャンネルが放送開始された時に対応できる よう第 12 チャンネルのセグメントを追加できるスペースを準備したテレビジョン受信機も発売されている。(例、早 川電機工業、TV-420A、1959,昭和 34 年 11 月発売、など)

12 チャンネル化に伴い、従来の6 チャンネル受信機で12 チャンネルを受信するためにはチューナの改造が必要となった。ターレット型チューナは空きポジションに新セグメントを追加する方法が取られたが、ロータリー型チューナは交換が必要となった。

このため、第7~第12 チャンネル用コンバータが日本コロムビアにより製作された。その回路はチューナと同様で高周波増幅 6BQ7-A(カスコード接続)、局部発振 6J6(1/2)、周波数変換 6J6(1/2)の構成である。

アンテナからの電波を同コンバータの入力に接続し、切り替え器で第 1~第 6 チャンネル受信と第 7~第 12 チャンネルを選択する。第 7~第 12 チャンネルを選択した場合には、出力チャンネルを第 1~第 3 チャンネルの内から地元チャンネルと重複しない任意のチャンネルを選択して、6 チャンネル・チューナで受信する。(資料 19)

3.3.3 UHF帯のチャンネル割当 (3段階の割当)

諸外国では、UHF帯をVHF帯と同様に使用している現状から、1961 (昭和 36) 年 3 月にテレビジョン放送用周波数の割当計画基本方針 (郵政省) を修正し、第 5 表のように UHF帯 (470~770MHz) を VHF帯に追加して導入することを決定した。

第5表 UHF帯の追加

周波数带	周波数带域〔MHz〕	チャンネル番号	
VHF	90~108, 170~222	1~3, 4~12	
UHF	470~770	13~62	

上記の決定を受けて、1963(昭和 38)年 5 月にテレビジョン放送用周波数の割当計画基本方針(郵政省)を一部修正し、UHF 帯の約 100MHz を放送用として配分することとした。チャンネルは、770MHz から約 100MHz 下の662MHz から周波数の高い方に第 45 チャンネルから第 62 チャンネルの 18 チャンネル分とした。

また、1967 (昭和 42) 年 10 月にテレビジョン放送用周波数の割当計画基本方針 (郵政省) を一部修正し、UHF帯の 12 チャンネル (第 33~第 44 チャンネル、590~662MHz) を新たに割り当てることとした。

さらに、1970 (昭和 45) 年 7 月テレビジョン放送用周波数の割当計画基本方針 (郵政省) を一部修正し、UHF 帯

の20チャンネル(第13~第32チャンネル、470~590MHz) を追加して割り当てた。

以上の経緯をたどって、**第6表**のように第13 チャンネルから第62 チャンネルの50 チャンネルか割り当てられた。

【第6表 UHF帯のチャンネル割当】(巻末、146頁)

UHF か割当となった時、市販されていた VHF テレビジョン受信機は、UHF コンバータで VHF の第 2 チャンネル第 3 チャンネルに変換して視聴した。(第 6 章) また、従来の 12 チャンネルの間に「UHF あるいは U」のポジションを設けた機種もあった。

3.3.4 地上アナログ放送終了に伴うチャンネル変更

地上デジタルテレビジョン放送が 2003 (平成 15年) 年 12 月から開始されたのに伴い、テレビジョン放送に使用されているチャンネル割当が変更され、地上アナログテレビジョン放送は 2011 (平成 23年) 年 7月に終了した。

VHF帯域は、テレビジョン以外の放送と自営通信に割り当てられた。UHF帯域は、地上デジタルテレビジョン放送用に第13チャンネル〜第52チャンネル(240MHz)が割り当てられ、第53チャンネル〜第62チャンネルは電気通信事業(携帯電話)と事故防止のための車同士の通信用に割り当てられた。

3.4 中間周波数

テレビジョン受信機は、**第13図**のように搬送周波数を高周波増幅回路で増幅後、周波数変換(混合)回路で受信 周波数を増幅が容易な中間周波数(IFIntermadiate Frequency)に変換して、利得および選択度特性を得る。



第13図 中間周波増幅回路の構成

3.4.1 中間周波数の選定

テレビジョン受信機の選択度特性は中間周波段でほぼ決定されるため、使用する周波数の選定は、受信機の性能を 左右する。

(1) 歴史的には、テレビジョン部品研究会が TVK-II型 (1952, 昭和 27 年) に映像 19.5MHz、音声 24.0MHz (下側 ヘテロダイン方式) を採用したものが市販テレビジョン受信機のモデルとしての始まりである。

この TVK-Ⅱ型の中間周波数を使用した市販テレビジョン受信機の例を**第7表**(文献 10·1 1953(昭和 28)年 11 月 現在)に示す。

中間周波数	発売時期	メーカー	型名
映像 19.5MHz	1953(S28).11 以前	池上通信機	TD-701
) (2	1953(S28).11 以前	大洋無線工業	TVC-17A
音声 24.0MHz	1956(S31)	三菱電機	14T330

第7表 中間周波数"映像 19.5MHz、音声 24.0MHz"使用機種(例)

また、この中間周波数に近い中間周波数を使用した機種で、発売年の早い例を**第8表**(文献 10·1 1953 (昭和 28) 年 11 月現在)に示す。これらの機種は、上側へテロダイン方式を採用している。

第8表 TVK-II型の中間周波数に近い周波数の使用機種(例)

中間周波数	発売時期	メーカー	型名
映像 23.8MHz 音声 19.3MHz	1952(S27)	松下電器産業	17K-531
映像 24.0MHz 音声 19.5MHz	1953(S28)以前	七欧通信機	30T-31

(2) (財)電波技術協会はまちまちだった中間周波数を、1953 (昭和 28) 年に映像 27.0MHz、音声 22.5MHz (上側へテロダイン方式) と暫定的に定めた。これにより、TVK・Ⅲ型とこれ以降の TVK・V型および TVK・VI型ではこの暫定中間周波数を採用している。

市販テレビジョン受信機に暫定中間周波数を使用した機種で、発売年の早い例を第9表に示す。

第9表 中間周波数"映像 27.0MHz、音声 22.5MHz"使用機種(例)

中間周波数	発売時期	メーカー	型名
	1956(S31)	日立製作所	F-100
映像 27.0MHz	1956(S31)	三菱電機	17 T 150
音声 22.5MHz	1957(S32)	早川電機工業	TV-410
	1959(S34)	富士電機製造	TF7-8000
	1966(S41)	八欧電機	17T370

また、この中間周波数に近い周波数を使用した機種で、発売年の早い例を第10表に示す。

第10表 暫定周波数に近い周波数の使用機種(例)

中間周波数	発売時期	メーカー	型名
映像 26.25MHz,音声 21.75MHz	1952(S27)	早川電機工業	TV3-14T
映像 25.75MHz,音声 21.25MHz	1953(S28)	東京芝浦電気	121A
映像 26.70MHz,音声 22.20MHz	1953(S28)	日本コロムビア	17-C2
映像 26.50MHz,音声 22.00MHz	1954(S29)	松下電器産業	14T549A
映像 25.90MHz,音声 21.50MHz	1955(S30)	新日本電気	14T20A
映像 27.40MHz,音声 22.90MHz	1959(S34)	日本コロムビア	14-T356

(3) その後、12 チャンネル化や工業用周波数(ISM:Industrial Scientific and Medical radio-frequency)との関係等の検討が加えられ、1960(昭和 35)年に、JIS 規格「テレビジョン受信機中間周波数(C6006)」として映像 26.75MHz、音声 22.25MHz が制定された。

この時、中間周波数選定上の考慮すべき事項として①イメージ妨害②中間周波妨害③中間周波変調妨害④混変調妨害⑤局部発振器妨害および⑥利得と通過帯域幅の各項目が検討されている。(文献 8)この中間周波数が制定された後は、一部のテレビジョン受信機を除き全ての受信機がJIS 規格を採用している。

(4) この時期、映像 45.75MHz、音声 41.25MHz の中間周波数を使用した機種が日立製作所から 1960 (昭和 35) 年 (CS-160 型) ~1965 (昭和 40) 年 (CN-70C 型) にかけて市販されている。この中間周波数は日本では日立製作所の一部の機種だけで使用されたもので、外国では 1960 (昭和 35) 年の文献 9 に RCA (MTV:170-P-042-4型,CTV:210-CT-822型) やフィルコ (2010L型、TR式)、資料 7 のモトローラで使用されている。

アメリカでは**第11表**(文献 10) のように既に UHF の放送が始まっていたために、それまで使用されていた 21.9 ~27.3MHz(資料 8) の中間周波数を、局部発振器 (2種類の中間周波数を 45MHz 帯に統一して、全て上側へテロダイン方式とした。) の妨害を排除する周波数に選定したためである。

(5) 日本においては、1961 (昭和36) 年に UHF帯の使用が決定されたのに伴い、従来の中間周波数は①イメージ妨害②局部発振器妨害の点で不利であることから、新たに(財)電波技術協会から新中間周波数として上側へテロダイン方式で映像58.75MHz、音声54.25MHzが適当である旨が電波監理審議会から答申(1964,昭和39年)され、以後この周波数が使用されることになる。

チャンネル 周波数带 チャンネル 周波数带 番号 [MHz] 番号 (MHz) No.2 54~60 No. 9 186~192 No.3 $60 \sim 66$ No.10 192~198 No.4 66~72 No.11 198~204 No.5 $76\sim82$ No.12 204~210 No.13 210~216 No.6 82~88 No.7 $174 \sim 180$ UHF (20ch) No.8 $180 \sim 186$ 475~940

第11表 アメリカのテレビチャンネル (1954,昭和29年8月現在)

3.5 日本のカラーテレビジョン(CBS 方式)の研究

日本におけるカラーテレビジョンは、1952 (S27) に日本コロムビアによって CBS 方式が実験された。この方式は、白黒ブラウン管の前面にカラーフィルターを配置して回転させ、カラー画像を得るものであった。(文献 4)

この時、試作されたカラーテレビジョン受信機(10形)に使用された真空管は、次のとおりである。

映像増幅 **6AC7,6V6** 同期分離 **6SN7** 垂直偏向 **6SN7,6V6** 水平偏向 **6SN7,6CD6** 高圧整流 **1B3**×2 ダンパー **6W4** カラーフィルター駆動用モーター制御 **6SN7,6AC7** 電源 **5Z3** 音声増幅 **6SN7,6F6** ブラウン管 **270KB4**

(コラム)日本の電源周波数と電源同期

1896 (明治29) 年に東京電灯がドイツ AEG 社製50Hz発電機を、1897 (明治30) 年に大阪電灯がアメリカ GE 社製60Hz発電機を採用したのが始まりである。当初、テレビの回路を簡素化するため垂直同期を電源同期としていた。