カット写真は、NHK テレビ番組「生活のちえ」の「トランジスタの応用」放送のためヘリコプターにトランジスタカメラを積込むところ
(NHK 提供)

テレビジョン年報

Annual Progress in Television Engineering

本号は昭和 30 年以降のテレビ年報特集号とした。昭和 29 年に年報が出されたことがあったが、それ以来はじめてのことである。年報という片苦しいものになりがちであるが、本年報は新しい技術をできるだけわかり易く年報的に解説することを目的とした。年報をまとめることはなかなかの仕事で、御多用中のところ御執筆いただいた各位に厚く御礼申上げる次第である。

(編集長)

UDC 621.397.61 (058)

1. 送 信 設 備

東京芝浦電気(株) 得 能 正 通
" 倉 石 源 三 郎

わが国のテレビジョンも昭和 28 年 2 月 NHK が東京で正式放送を開始して以来、すでに 7 年を経過したが、その間、テレビ事業の発展はまことにめざましく、昭和 34 年末までに 第 1~3 表に見るように 80 局におよぶテレビ放送所が設立された。このようなテレビ事業の発展段階にあたって、わが国のテレビ送信設備に関する技術がどのように発展したかを外国の例も参照して述べてみよう。

放 送 機 の 傾 向

昭和 30 年頃にはテレビ放送機の方式として、低電力

変調方式、高電力変調方式のいずれを採用するかについて論議されていたが、放送機の標準化およびカラー放送に対する特性上からの考慮により、低電力変調方式は全く使用されず、1 kW 以上の送信機では、1 kW 段または 10 kW 段で変調されるようになった^{(1)~(5)}。

変調方式としては大部分の放送機は、格子変調方式を採用しているが、陰極変調方式⁽⁶⁾⁽⁸⁾は直線性がよく、雑音も軽減されるので、NHK の 250 W 放送機⁽⁷⁾などに採用されている。陰極変調方式の欠点は変調レベルにより振幅周波数特性が変化することで、この解決法が将来に残された問題であろう。

わが国は電源非同期方式を採用しているので、これの対策が講ぜられた。それには直流繊維加熱による方法とベドスタルフィードバックによる方法が実施された。

"TV Broadcast Transmitting Equipment., by Seitsu Tokuno, Gensaburo Kraitbi

HBC の 10kW 放送機⁽⁹⁾は、ペデスタルフィードバック⁽¹⁰⁾⁽¹¹⁾を使用した完全 AC 加熱の放送機である。ペデスタルフィードバックは、技術的には面白い方法であって、15dB 程度のハムの改善が行われるが、装置がやや複雑で運用上安定性に難があるため次第に実施されない傾向にある。

直流電源も予熱時間、温度制御の不要なセレン整流器、ゲルマニウム整流器が使用されて、整流管は一本も使用されていない放送機が多くなった⁽¹²⁾。

映像送信機の逆変調の問題⁽¹³⁾⁽¹⁴⁾、バズ音の問題も研

究され、その結果格子変調の場合の被変調管と励振管の間の結合回路は、ハイインピーダンスの $\lambda/4$ 回路が比較的多く使用されているが⁽¹⁵⁾、今後高周波カソード、フローによる励振などが研究の対象となるであろう。

送信用真空管に関しては、国産開発品として VHF-TV 用四極管 5F35R (陽極損失 350W)、7F31R (陽極損失 2.5kW)、ローチャンネルテレビ用三極管 8T54⁽¹⁶⁾ (陽極損失 45kW) が完成し、送信機の設計が容易になった。これらは陰極、格子などの引出し導線のインダクタンスが小さく UHF 管のような形態になっている。

第1表 NHK 総合放送, TV 放送所一覧表

() 内は開局当時を示す

局 名	CH	場 所	映像出力	空 中 線	開局月日
東 京	1 (3)	東京タワー	50 (5)	6 ST	28. 2. 1
大 阪	2 (4)	生 駒 山	10	6 ST	29. 3. 1
名 古 屋	3	市 内	10(0.5)	6 ST	29. 3. 1
広 島	3	比 治 山	5	6 ST	31. 3. 22
仙 台	3	大年寺山	5	6 ST	31. 3. 22
福 岡	3	市 内	10(0.5)	6 ST	31. 4. 1
札 幌	3	市 内	5	8 ST	31. 12. 22
函 館	4	函 館 山	1(0.25)	3 ST	32. 4. 1
静 岡	9 (5)	日 本 平	1	6 ST	32. 6. 1
松 山	6	城 山	5(0.25)	6 ST	32. 6. 1
小 倉	6	皿 倉 山	1	6 ST	32. 6. 1
長野サテライト	5	市 内	0.025	コーナ 2	32. 8. 29
海南ブースタ	2 (4)	市 内	0.012	コーナ 1	32. 9. 14
岡 山	5	金 甲 山	5	6 ST	32. 12. 22
金 沢	4	野 々 市	3 (1)	12 ST	32. 12. 23
熊 本	9	金 峰 山	1	12 ST	33. 2. 24
鹿 児 島	3	城 山	5	8 ST	33. 3. 1
平サテライト	4	水 石 山	0.025	コーナ 2	33. 3. 1
呉サテライト	11	休 山	0.012	コーナ 1	33. 6. 1
富 山	3	城 山	3	6 ST	33. 10. 17
長 野	9	美 ヶ 原	1	12 ST	33. 11. 15
室 蘭	9	測 量 山	1	6 ST	33. 11. 27
高 知	4	五 台 山	1	12 ST	33. 11. 28
新 潟	2	弥 彦 山	5	8 ST	33. 12. 1
盛 岡	4	新 山	3	6 ST	33. 12. 28
長 崎	2	稲 佐 山	1	6 ST	33. 12. 23
佐 世	8	鳥 帽子 岳	1	12 ST	33. 12. 23
旭 川	9	旭 山	1	12 ST	33. 12. 28
福 島	9	笹 森 山	3	6 ST(指)	34. 3. 1
鳥 取	3	鉢 伏 山	1	6 ST	34. 3. 3
徳 島	3	眉 山	1	6 ST	34. 3. 15
青 森	3	鷹 森 山	5	8 ST	34. 3. 22
防 府	9	大 平 山	1	10 SG(指)	34. 6. 15
福 井	9	足 羽 山	3	6 ST	34. 8. 3
大 分	2	十文字山	3	6 ST	34. 8. 24
甲 府	2	坊 ヶ 峯	3	6 ST	34. 9. 18
松 江	6	枕 木 山	1	12 ST	34. 10. 28
浜 松	4	牛 山	1	8 SG(指)	34. 11. 20
帯 広	4	三 東 山	1	12 ST	34. 11. 20
山 形	8	三 本 木	3	12 ST	34. 12. 19
秋 田	8	大 森 山	5	12 ST	34. 12. 25
釧 路	9	緑 ヶ 丘	1	12 ST	34. 12. 28

第2表 NHK 教育放送, TV 放送所一覧表

局 名	CH	場 所	映像出力	空 中 線	開局月日
東 京	3	都 内	10	6 ST	34. 1. 10
大 阪	12	生 駒 山	10	12 ST	34. 4. 1

大電力放送機と放送機の並列運転

アメリカ、イギリスでは早くから 50 kW 程度のテレビ放送機が完成しており、RCA では 6166 五本の並列キャビティを使用し、GE では GL-6251 の二本の並列キャビティを使用した。わが国でも最近ローバンドでは、8T54 の完成により単管で 50 kW 出力を得られるようになり、NHK の 50 kW 放送機がこれを採用している。ハイバンドでは、KRT、NTV は GL-6251 二本を使用し、フジ、NET では 4W 20000 A の単管キャビティの二台並列運転を行って、それぞれ 50 kW 出力を得ている⁽¹⁷⁾。これらは昭和 35 年 1 月 (NTV は 3 月) に増力を完成した。

大電力放送機としての要求または信頼度の向上の目的で送信機の並列運転が行われるが、イギリスでは BBC の Crystal palace 局⁽¹⁸⁾⁽¹⁹⁾、アメリカでは KGW-TV⁽²⁰⁾ 局 (100 kW) の例が見られる。わが国でも並列運転の方法が研究され出力結合方式としてブリッジを用いる方法、T 分岐インピーダンストランスを用いる方法が発表された⁽²¹⁾。また、空中線の共用も実施されている⁽¹⁷⁾⁽²²⁾。

放送機のカラー化^{(22)~(28)}

アメリカにおいて NTSC 方式による FCC の規定が定められたのは、1953 年 12 月であるが、NHK では 1956 年末から UHF によるカラー実験放送を開始し、1957 年 12 月に NHK、NTV で VHF 帯でカラー実験放送を開始し、KRT は翌年末にこれに加わった。

NTSC 方式による送信設備のカラー化は、主として微分利得、微分位相特性の改善および FCC 規格に定められたエンベロープ遅延特性の付与に技術上の問題がある。微分利得についてはリニアリティ、コレクタ回路を使用し、Predistortion を行って解決している。エンベロープ遅延特性の付与および改善には、位相等化器が使用される。最近ではこれらの問題も種々研究され、国産

の放送機も完全にカラー放送が可能な状態になった。現在問題となっているのは微分位相補償器であって、まだ実験段階にある。

UHF TV 放送機⁽²⁹⁾

アメリカにおいては 470 Mc より 960 Mc まで UHF-TV 帯とされ、早くから UHF 帯の放送機が開発された。UHF 放送は伝播特性が劣り、VHF に比し都市で 3dB、田園地帯で 8dB 以上大きな実効輻射電力が必要だといわれるため、空中線利得を大きくすることは勿論、送信機の出力も比較的大電力のものが要求される。

UHF 帯の大電力放送機としては、RCA 社のようにスーパーパワー管を使用するものと、GE 社のようにクライストロンを使用するものがある。前者の代表的な

ものは RCA の 6448^{(30)~(32)}である。これは真空管内部に小単位管を多数並列した水冷四極管であって、陰極接地、格子励振で使用される。これを用いた RCA の TTU-12A 送信機は、650 Mc 迄 12.5 kW を、さらにスーパーパワー管 6806 を用いた RCA TTU-25 B 送信機は、575 Mc 迄 25 kW を出すことができる。

クライストロンとして代表的なものはアイマック社の 3 K 500 L で、出力は約 12 kW である。GE 社ではクライストロン四本を並列運転して 45 kW を得ている。わが国では UHF 帯のテレビ、チャンネルも未定であるため、NHK で実験放送をしているのみである。これは昭和 31 年 12 月映像 80 W で開局し、現在四空洞のクライストロンにより 600 M 帯 5 kW に増力されている。

中波、TV 共用の放送所^{(33) (34)}

保守人員の節約および施設費の節減の目的から、中波放送所にテレビ放送設備を併設することが行われたが、この場合中波放送機が 500 W でも数 V/m の強電界がテレビ機器に妨害を与えることが予想される。NHK の金沢放送局がわが国最初の例で、その後数局の中波、テレビ共用の放送所が実施されている。金沢局の場合、機器室を完全にシールドすると共に電源線よりの中波の侵入を防ぐため、壁貫通部に電源フィルタをはめこんでいる。また調査の結果では 120 dB (1 μ V = 0 dB) 以下の電界では中波の妨害は殆んど無視できることが分った。

ブースター、サテライト

テレビ放送局から離れた周辺地区、あるいは山蔭などで電波が微弱な小都市に対するサービスを改善するためにブースターおよびサテライト装置が用いられる。アメリカでは、サテライト局をトランスレータ局⁽³⁵⁾といい、第 70~83 ch. の UHF 帯を割当てられている。最初は FCC により 10 W 以下に制限されていたが、最近では 100 W 迄許可され、現在 150 局以上のトランスレータ局がある。わが国では、ブースターは^{(36)~(38)}昭和 29 年以来 NHK の海南局において実験放送を開始し、32 年には本放送となり、昭和 32 年 8 月には NHK の長野にサテライト局⁽³⁹⁾を開設された。山の多いわが国ではサテライト局の増加が予想され、現在 NHK の飯田局のように 250 W のサテライト局迄できている。飯田局のものは音声と映像に分離して増幅する方式であるが、NTSC のカラー放送を行うためには、音声映像の分離方式はエンベロープ遅延特性などが劣化するので、この方法は今後採用されないと思われる。これらブースター、サテラ

第 3 表 商業放送局、TV 放送所一覧表

局 名	CH	場 所	映 像 出 力	空 中 線	開局月日
日本テレビ放送網	4	東京都内	50(10)	12 ST	28. 8. 28
ラジオ東京	6	東京タワー	50(10)	10 SG	30. 4. 1
朝日放送	6	大阪、生駒山	10	12 ST	31. 12. 1
中部日本放送	5	名古屋市内	10	14 SG	31. 12. 1
北海道放送	1	札幌、手稲山	10	8 ST	32. 4. 1
RKB 毎日	4	福岡市内	10	12 ST	33. 2. 17
山陽放送	11	岡山、金甲山	5	6 ST	33. 6. 9
西日本放送	9	高松、青峰山	5	6 ST	33. 7. 1
テレビ西日本	9	小倉、皿倉山	1	6 ST	33. 7. 1
読売テレビ	10	大阪、生駒山	10	12 ST	33. 8. 1
RKB 毎日	8	小倉、皿倉山	1	6 ST	33. 8. 28
静岡放送	11	静岡、日本平	1	12 ST	33. 11. 1
信越放送	11	長野、美ヶ原	1	12 ST	33. 11. 15
関西テレビ	8	大阪、生駒山	10	12 ST	33. 11. 22
北陸放送	6	金沢、野々市	3	8 ST	33. 12. 1
南海放送	10	松山、城山	5	8 SG	33. 12. 1
北海道放送	6	函館、函館山	1	6 ST	33. 12. 15
ラジオ新潟	5	新潟、弥彦山	5	8 ST	33. 12. 25
東海テレビ	1	名古屋市内	10	14 SG	33. 12. 25
長崎放送	5	長崎、稲佐山	1	6 ST	34. 1. 1
日本教育テレビ	10	東京タワー	50(10)	10 SG	34. 2. 1
長崎放送	10	佐世保、烏帽子岳	1	12 ST	34. 2. 20
フジテレビ	8	東京タワー	50(10)	10 SG	34. 3. 1
毎日放送	4	大阪、生駒山	10	6 ST	34. 3. 1
九州朝日放送	1	福岡市内	10	6 ST	34. 3. 1
日本海テレビ	1	鳥取、鉢伏山	1	8 ST(指)	34. 3. 3
北海道放送	11	室蘭、測量山	1	6 ST	34. 3. 25
北日本放送	1	富山、城山	3	6 ST	34. 4. 1
ラジオ中国	4	広島、黄金山	5	12 ST	34. 4. 1
ラジオ熊本	11	熊本、金峰山	1	12 ST	34. 4. 1
ラジオ南日本	1	鹿児島、城山	5	8 ST	34. 4. 1
東北放送	1	仙台	10	8 ST	34. 4. 1
札幌テレビ放送	5	札幌市内	10	16 SG	34. 4. 1
ラジオ高知	8	高知、五台山	1	12 ST	34. 4. 1
四国放送	1	徳島、眉山	1	6 ST	34. 4. 1
岩手放送	6	盛岡、新山	3	6 ST	34. 9. 1
ラジオ青森	1	青森、鷹森山	5	8 ST	34. 10. 1
ラジオ山口	1	徳山、大平山	1	10 SG(指)	34. 10. 1
ラジオ大分	5	大分、十文字山	3	6 ST	34. 10. 1
ラジオ山陰	10	松江、枕木山	1	12 ST	34. 12. 15
ラジオ山梨	5	甲府、坊ヶ峯	3	6 ST	34. 12. 20
北海道放送	11	旭川市内	1	12 ST	34. 12. 22
札幌テレビ放送	7	旭川市内	1	12 ST	34. 12. 25

イト送信所は全て無人化されており、受信機は常時動作して、放送電波が受信されると送信機が動作するようになっている。

放送所の無人化

テレビ放送所にサービスエリアを広くするために、山頂方式⁽⁴⁰⁾が採用されることが多い。勤務者の交代などの不便を考えると放送所の無人化の要求が生ずるのは当然である。無人化方式として現在計画されているのは、予備送信機を設備し、演奏所より遠隔制御で監視するものが多い。NHKでは長野美ヶ原の送信所⁽⁴¹⁾を将来無人化すべく計画施設した。現在さらに数局の無人送信所が建設、計画されている。これらは遠方からの制御監視を有線または無線を用いて行われている。

以上の他ダイブレックサ^{(42)~(46)}、残留側波帯フィルタ⁽⁴⁷⁾、出力回路^{(48)~(49)~(50)}、ダミー抵抗⁽⁵¹⁾の分野で理論の進展がなされたので文献を紹介する。

〔参考文献〕

- (1) 清水：広島、仙台テレビ局設備、テレビジョン、昭和31年10月号 p. 25
- (2) 高島：大阪テレビ放送の技術概要、テレビジョン、昭和32年5月号 p. 212
- (3) 田中、大山、岡崎：NEC型テレビジョン放送用諸装置、テレビジョン、昭和32年6月号、p. 255
- (4) 倉石、実成：5kW テレビジョン放送機、テレビジョン、昭和32年2月号、p. 68
- (5) H.E.Small: New 2-kW VHF Transmitter Type TT-2 BH, Broadcast News, Vol. 100, p. 58, April, 1958
- (6) 桑原：テレビジョン送信機の直列変調方式、放送技術、昭 32-10.
- (7) 仲田、熊谷、池田：松山放送局の放送設備、テレビジョン、昭和32年12月号、p. 2
- (8) 副島：UHF カラー・テレビジョン送信機、テレビジョン、昭和32年2月号、p. 68
- (9) 倉石、実成：10kW テレビジョン放送機、東芝レビュー、p. 35, 1958, 01
- (10) 安田、小西：ベデスタルクランパの Pulsed Filter としての取扱い、テレビジョン、昭和33年6月号、p. 9
- (11) 安田、小西：映像送信機におけるベデスタル負帰還方式について、NHK 技術研究、30 号、昭和 32 年 3 月
- (12) 倉石、関谷、伊藤、実成、遠藤：テレビジョン送信装置、東芝レビュー、p. 1146, 1958
- (13) 桑原、土肥：テレビジョン送信機の振幅変調に伴う位相変調について、NHK 技術研究、33 号、昭和 32 年 12 月
- (14) 安田、新免、本間：グリッド変調における逆変調、テレビジョン、昭和32年10月号、p. 22
- (15) 竹内、林原、竹中、安田、倉石、斎藤、実成、大山、大島、吉田：各局の50kW テレビ放送機、放送技術、昭 35 年 04、p. 1
- (16) 小松：50kW テレビ用送信管 8 T 54、放送技術 1957-07、p. 7.
- (17) 桂山、島崎、竹中、安田、倉石、斎藤、実成、大山、大島、吉田：各局の50kW テレビ放送機、放送技術、昭 35 年 04、p. 1
- (18) F.C.McLean, A.N.Thomas, R.A.Rowden: The Crystal Palace Television Transmitting Station, PIRE Mar. p. 633, 1956
- (19) V.J.Cooper, W.J.Morcon: Band I Television-Transmitter Design with Particular Reference to the Transmitters at Crystal Palace, PIRE Mar p. 651, 1956
- (20) C.H.Hanawalt, J.L.Middlebrooks: KGW-TV Tackles Tough Terrain Problems Using 100-kW Transmitter and Specially Designed Low-Gain Supertrunstile, Broadcast News Vol. 104, June 1959, p. 34.
- (21) 得能：テレビジョン送信機の諸問題、シンポジウム、テレビジョン、昭和34年7月号、p. 2, 1959.
- (22) MacKimmie: A Quadruplexer Allowing the Simultaneous Transmission of Two Complete Television Stations Using a Common Antenna, Comm. & Electronics, No. 40, 1959-01.
- (23) 倉石、伊藤、北沢：カラー・テレビ放送機に用いる位相補償装置、テレビジョン、昭和35年3月号、p. 6
- (24) J.O.Schroeder: Differential Gain Tests for Television Color, Electronics, Aug. p. 114. 1955
- (25) 副島：テレビジョン送信機で起る位相歪の補償、放送技術、昭和32年08、p. 1, 昭和32-9、p. 11
- (26) A.Ste-Marie: Video Testing Techniques in Television Broadcasting, Electrical Eng, Nov. p. 968, 1957
- (27) V.J.Cooper: The Correction of Differential Phase Distortion in Color Television Transmitter, IRE Trans., PGTS-8 June, p. 1, 1957
- (28) J.H.Clark: A New Video Differential Phase-and-Gain Equalizer, Elect. & Comm, Nov, p. 671, 1957
- (29) 安田、本間：UHF 大電力テレビジョン送信機、放送技術、昭 33 年 01、p. 7
- (30) L.L.Koros: High Power UHF-TV Uses Grid Control Tube, Electronics Vol. 28, April, p. 130, 1955
- (31) L.L.Koros: A Novel Ultra-High Frequency High-Power-Amplifier Service, RCA Rev, Vol. XVI, No. 6, Sept, p. 251, 1955
- (32) W.P.Bennett: A Beam Power Tube for UHF Service RCA Rev. Vol. XVI, No. 9, Sept., p. 321, 1955
- (33) 伊藤：中波電界の TV 機器におよぼす妨害、放送技術、昭和33年06、p. 9
- (34) 竹内、岩淵、大沢：中波、TV 共用放送所の中波妨害除去対策、放送技術、昭和33年06、p. 13
- (35) E.Galuska: Translators as Television Broadcast Repeater, Electrical Eng, June, p. 510, 1957
- (36) 今井：南海 TV ブースター実験局、放送技術、p.162, 昭和30年04
- (37) 赤坂：テレビブースター用増幅器、放送技術、p. 562, 昭和30年12月
- (38) 今井：TV ブースター局方式、テレビジョン、昭和31年1月号
- (39) 竹内、岩淵、永井：長野サテライト局の設備、放送技術、昭和32年09、p. 385.
- (40) 杉山：HBC テレビジョン放送局の工事概要、テレビジョン、昭和32年7月号、p. 16
- (41) 副島：長野 1kW テレビジョン放送機、放送技術、昭和34年05、p. 7
- (42) 小郷、森田：分割同軸形 Balun によるアンテナインピーダンスの変換について、通信学会誌 p. 764, 昭和30年5月号
- (43) 小郷、森田：外管を2分割せる同軸管の静電容量(補遺)、通信学会誌、昭和31年01、p. 33
- (44) 倉石：スロットドリッドダイブレックサの解析、通信学会誌、昭和33年08、p. 764
- (45) 安田、小西：同軸ブリッジの帯域、通信学会誌、マイクロ波伝送専門委員会、資料、1958-1-21
- (46) 伊藤：Hybrid 形ダイブレッサの特性、通信学会誌、昭和33年04、p. 469
- (47) 副島：Tchebysheff 特性をもった残留側波帯3波器の設計(第2報) NHK 技術研究、昭 33 年、第2号
- (48) R.E.Collin: Theory and Design of Wide-Band Multi-section Quarter-Wave Transformers, Pro. of IRE Feb., p. 179, 1955
- (49) 倉石：スラグ同調回路、テレビジョン、昭和33年9月号、p. 22, 1958
- (50) 伊藤： $\lambda/4$ Impedance 変成回路、通信学会誌、昭和30年06、p. 478
- (51) 小林：Exponential Jacket を有する同軸形超短波終端抵抗、通信学会誌、昭和31年03、p. 183