アンテナおよび給電線

宇宙開発事業団 宇 田 宏

1. ま え が き

1970 年以降、現在までのこの分野における技術的進歩を大別して次のことがいえる。

第一には、1967 年 10 月にテレビ放送用周波数割当計画が修正され、U-V 混在体制と県域放送の思想が打ち出されたことにより UHF 大電力放送が各地で実現し、これに伴って UHF の実用化に関するもの、U-V の共用に関するもの（主として受信関係）などの技術開発および研究が盛んに行なわれた。

第二には、都市構造の近代化および趣向の多様化に伴い、各種の電波障害および難視対策が複雑化し、その対策上の技術問題が種々議論されるとともに、共同受信方式、ホーム共聴システムなどが実用化されつつあることおよび一方では CATV との共存問題が大きく取上げられた。

第三には、放送およびテレビの国際化に関して、衛星を利用するシステムが米国などで開発されつつあり、また他方では、これらに関する国際会議も活発化し、わが国においても将来の問題として種々検討が進められている。

第四には、測定技術の標準化および安定化が進み、従来はとかく周囲物体に影響されていた測定上の問題点、また必ずしも実際には統一されていなかった測定法などに関する検討および開発研究がなされ、将来の測定の標準化に関して第一歩が踏み出されたことなどである。

第五には、宇宙通信技術、衛星システム技術などの飛躍的向上および実用化とともに、放送衛星構想が各国で論議されるようになり、この方面の将来の技術分野に関する種々の検討がわが国においても活発になされるようになった。

以下、各章にわたって簡単に内容を紹介したい。

2. 送信アンテナ

送信アンテナについては、FM、VHF-TV、および

UHF-TV とともに、一応使用アンテナ単体の技術的検討は 1969 年頃までに一段落しているため^{1)~3)}、主な技術開発は主として、UHF-TV アンテナの指向性の改善について行なわれた⁴⁾。

水平面指向性については、従来より行なわれていた双ループアンテナを多面配置して水平指向性を無指向性に行っていたのが、さらに 1 つの反射板に双ループアンテナを平行に配置し、単体指向性をよりシャープにすることにより、広帯域にわたっての合成指向性が無指向性に保たれることが確認されたため⁵⁾、実用化にあたって種々の実験および検討がなされた。

また最近では、さらにこの結果を基に、単に鉄塔にアンテナ素子のみを取付けるのではなく、写真 1 に示すレドームを一体化した 12 面合成のものも開発された⁶⁾。

図 1 および図 2 にその構造および指向性の概要を示す。

垂直面指向性については、サービスエリア内の特定地域で電界がアンテナの垂直面の指向性により急激に減少するのを防止するヌルフィルインの考え方が一般化し⁷⁾また、サービスエリア内で電界を均一にするようなコセカントパターンの実現化手段が種々検討された⁴⁾⁸⁾⁹⁾。一般に必要な利得および不要放射防止の点より要求される垂直面指向性を実現するには、単体の 2L 双ループ

写真 1 レドーム付き
12 面合成 UHF
大電力アンテナの
外観

"Antenna and Feeders" by Hiroshi Uda (National Space Development Agency, Tokyo)

金属棒アンテナ取付図

図1 レドーム付12面合成アンテナの構造図

図2 12面合成 4L(2素子形) 双ループアンテナの水平面指向性

図3 スルフィル形双ループアンテナ(6L形)

図4 双ループ単体の垂直面指向性

アンテナでも 8~12 段程度必要となり、その合成指向性は一様給電の場合は、アレイ理論に従って電界零点(ヌル点)を生じるため、双ループアンテナ自体に図3に示すようなループの間隔が異なる 6L 双ループアンテナ(ヌルフィル形)が開発された。その垂直面指向性の一例を図4に示す。

コセカントパターンの実現については理論的にはアレイを構成する開口面上の振幅分布を $1/4$ 余弦分布にする方法、開口面上の各素子に適当な位相を与える位相摂動法などがあるが、実際に細かく振幅分布を変化させることは大電力送信の場合、技術的に難点があるため、段数をブロック別に分割し、給電電力を 2 段階程度に分ける方法、および移相差を与える方法などが開発された。

図5に 6L 双ループ 3 段を用い、給電方法として上中下の給電電力を $1:2:1$ とし、さらに中段を 60° 位相差給電とした場合の例を示す⁸⁾。また、このようなアンテナだけの指向性による特性よりも、サービスエリア内のアンテナからの距離による電界の変動をある範囲に押えるためには、アンテナにどのような位相差があれば近似できるかという観点より、アンテナの給電位相差を関数

図5 コセカントビームと 6L 3 段 4 面アンテナの垂直面指向性

図6 サービスエリアを 100km 以内とした場合の 6L 4 段による最適電界強度曲線と各段の位相差

の最適化の手法を用いて解析した一例を図6に示す¹⁰⁾。

以上、主として双ループアンテナを用いる UHF 送信アンテナの指向性に関する技術面の進歩を述べたが、他方では NTV (VHF-TV) の東京タワーよりの送信に關しての、既存アンテナとの並列設置問題について種々の検討がなされ、技術的に解決し実用化された^{11)~13)}。また、UHF の大電力送信に關してスロットアンテナの改良研究がなされた¹⁴⁾。

3. 送信アンテナ給電線

送信アンテナ給電線關係については、UHF 大電力送信の基本的なシステムが一段落した後でもあるので、主としてその性能の向上および新しい技術に關する開発などに主眼がおかれた¹⁵⁾。前者の代表例としては、新しく開発された UHF 30kW 放送機用の 3dB カップラーがある¹⁶⁾。

これは映像・音声共用装置 (CIN) に用いられるカップラーであり、従来、導波管形などで構成されたものを、WX-152 D の同軸のみで構成したもので、従来の 30kW CIN にくらべて著しく小さくなり、10kW CIN と大差のない程度のもとなることが示された。写真2にその外観を示す。

後者の新しい技術開発の代表例としては、大電力送信回路のサーキュレーター、アイソレーターなどにフェライトを用いたものの開発研究および実用化が、NHK 小西を中心として進められ¹⁷⁾、集中定数形サーキュレーターでは CW 2kW のものが、また遅波回路装荷形で、CW 5kW のものが VHF 帯で実用化された。さらに、UHF 帯 20kW 程度のものも製作可能であることが示された¹⁸⁾。今後、YIG などのフェライトの改良および Ca-V 系のフェライトとの開発と相まって、ますます大電力回路におけるフェライトの利用が盛んになるものと思われる。

そのほか、UHF 導波管線路について、その熱伸縮の問題¹⁹⁾、フランジなどの精度と布設上の問題などに関し実験結果および理論解析が行なわれ²⁰⁾、とかくマイクロ

波帯のみで検討され UHF 帯では未検討であった基礎的な問題が明らかにされた。

4. 受信アンテナ

FM, VHF および UHF-TV が一般化し、したがって受信アンテナの分野では、一方では全帯域への広帯域化および部分的な広帯域化によってアンテナ数の減少および設備の簡素化への改良がなされるとともに、他方では、それぞれの帯域での単能化による高性能アンテナの実現、小形化などの努力がなされた^{21)~24)}。

(a) アンテナの構成

(b) VHF アンテナの放射器

図7 FM-VHF-UHF 共用アンテナ

写真2 UHF 30kW 用 WX-152 D 形 3dB カップラー外観

図8 混合器を含めた FM-VHF-UHF 共用アンテナの利得と VSWR

図 9 U・V 共用アンテナの一例

図 10 パラレルライン形放射器を用いたローバンド専用 UHF 高性能アンテナの例 ($f=470\sim 662\text{MHz}$)

広帯域化の面では、それぞれの帯域のアンテナを 1 つの給電線で結合し、給電線より見た動作として広帯域化をはかったものと、アンテナ自身に広帯域化をはかったものに大別される。前者の代表例としては図 7 に示すように 3 つの単位アンテナに 1 つの給電線によって給電し図 8 に示すような特性のものが開発された²⁵⁾。また図 9 に示すように、UHF アンテナ給電点より LP フィルターを通じて VHF アンテナへ結合し、かつその特性をさらに向上させるために、UHF アンテナに直列に小容量の C を負荷したものなどがある²⁶⁾。

図 11 エンドファイヤ形双方形 UHF-TV アンテナ

写真 3 装荷ループアンテナを実用化したテレビ室内アンテナの外観

アンテナ自身の広帯域化は、主として UHF 帯 470～770MHz にわたって全域使用のアンテナが対象になり図 10 に示すような、パラレルライン放射器を用いたもの²⁷⁾、および図 11 に示すような双ループアンテナの変形である双方形アンテナによるエンドファイヤアレイ形アンテナなどが開発された²⁸⁾。

アンテナの性能向上では都市化による干渉雑音の増加、および多重屈折波の干渉などに対処するため、小形室内アンテナの指向性の改良および前後比の改良などに

図 13 装荷ループアンテナを用いたテレビ室内アンテナの水平面指向性

目ざましいものがあり、その代表例として図 12 に示すように、ループアンテナの中間にインピーダンスを挿入し、ループの上の電流分布を変え、指向性合成理論に基づいて単向性の指向性を得るようにしたものが開発された²⁹⁾。その実用化例および指向性を写真 3 および図 13 に示す。

また、一方では、アクティブ素子をアンテナの一部に用い、この素子の動作によってインピーダンスに対する雑音整合をとって SN 比を改善する方法、およびアンテナ素子上の電流分布を変えて指向性を単向性にする方法など、アイティブアンテナに関する研究がようやく盛んになり、従来と全く実用化にあたって議論のあったこの種のアンテナの実用化の第一歩が示された^{30)~32)}。また、上記のアンテナなどに関し、改めてアンテナの特性などを評価するための SN 比などに関する提案もなされた³³⁾。

アンテナ基礎理論関係では、従来非常に多くの分野で用いられながら実際の設計段階では経験的なものに依存することの多かった八木-宇田アンテナについて、さらに進んだ解析^{34)~37)} が加えられるとともに、コンピューターによる設計手法が開発された³⁸⁾。その他では、テレビの ST リンク用アンテナとしてバックファイヤアンテナを実用化した例などが報告されている³⁹⁾。

5. 受信アンテナ給電線および共聴設備

この分野の進歩は、従来よりの技術をさらに改良したものが多く、地道な努力が重ねられており、その内容は回路部品と給電線ケーブルの問題に大別される。

前者は小西らによって、フェライトを用いたサーキュレーターの開発があり、殊に図 14 に示す構造の集中定数形サーキュレーターおよび同軸形のサーキュレーターが開発された⁴⁰⁾。これは、サーキュレーターを接地より浮かし、サーキュレーターの外部導体の中心軸と接地間

図 14 集中定数サーキュレーターの広帯域化の構造

図 15 試作超広帯域アイソレーターの特性

図 16 発泡ポリスチロールを用いた CATV および共聴用の低損失ケーブルの構造

に直列共振回路を接続したものであり、同相励振時のサーキュレーター内のリアクティブエネルギーを増加させることにより広帯域化をはかったものである。さらに、この形のわずかに周波数の異なるもの 6 個を縦続接続し 70~800 MHz にわたって逆方向損失 20 dB、挿入損失 2 dB の超広帯域アイソレーターの試作を行なった。図 15 にその特性を示す。

ケーブル関係では、近年の共同聴視および CATV の発達により発泡ポリスチロールを絶縁体に用いたものが開発され⁴¹⁾、その特性なども明らかにされた。図 16 にその構造を示す。その他、一般通信平衡架線による ITV の長距離伝送の問題についての解析⁴²⁾、および同軸線路を用いた新しい形の平衡・不平衡交換回路などの研究⁴³⁾、同軸回路のラットレース回路の研究⁴⁴⁾などがなされた。

共聴に関しては、CATV との関連もあり、ビルの共同聴視、ビルの蔭の共同聴視、さらにホーム共聴システ

ムと、それぞれの立場での検討がなされている^{45)~48)}。

テレビ信号伝送の一環としてのマイクロ波による中継に関する分野では、アルミ楕円導波管によるアンテナへの給電技術がほぼ実用化した⁴⁹⁾。また、サーキュレータースイッチを用いた FPU 受信装置の 2 周波切換回路などの開発も行なわれた⁵⁰⁾。

6. 測定技術

アンテナの指向性、および利得の測定に関しては、研究的にはその測定精度についての種々の試みがなされており、またいくつかの標準的測定法も確立している⁵¹⁾。しかし実際問題としては、測定場所の条件に左右され、従来は、とかくその精度については不十分な点が多かった。この問題については、屋外における測定について、特に利得の測定について種々の検討がなされ⁵²⁾、電波的に立地条件の悪い場で VHF 帯より UHF 帯にわたるアンテナ総合試験設備を確立し、高精度の測定を可能にした報告がなされている⁵³⁾。いままでとかく見過されやすい問題に正面から取組んだ点、評価されるべきものと思う。

一方、屋内における測定については、従来、マイクロ波などのアンテナ試験に用いられた電波無反射室が吸収材の開発⁵⁴⁾⁵⁵⁾とあいまって VHF 帯でも使用できるものが建設され⁵⁶⁾⁵⁷⁾、今後、この種の屋内測定設備がますます増加していく傾向にある。

以上の測定設備および測定技術に関するものは、量より質の時代を要求される今後の技術進歩の要求より、ますます増加するものと思われる。

7. 放送衛星

ATS-F/G の開発とあいまって世界各国から放送衛星計画が発表され、わが国においても種々検討を迫られている^{58)59)~61)}。ことに 1971 年に開催された世界無線通信主管庁会議 (WARC) においてその周波数計画が示され、今後わが国でもこの方面の検討がよりいっそう進められることになると思われる⁶²⁾。

この分野におけるアンテナの問題は、放送に用いられる分配衛星は通信衛星と技術的に明確に区別できないため⁶³⁾、直接放送衛星における衛星アンテナシステムなどに、今後より具体的な研究がなされることになる。ことに既設局システムとの混信の問題、地上受信アンテナの簡易化などの問題が新たな技術課題となるであろう。

これと同時に、サービスエリアを考慮した放送衛星搭載用アンテナは、衛星形状、姿勢制御方法、電力発生方法などに直接関連するものであり、米国において開発されているもの⁶⁴⁾の他に、新たにわが国で開発するとすれ

ば構造、信頼性、宇宙環境耐性などを加味して、まったく新開発によらねばならず、またその本格的開発には巨大な経費と時間が予想されるものである。

一般的な放送の分野のみならず、宇宙開発分野におけるテレビ技術は、その観測手段にも用いられ、その一例がアポロのテレビ中継⁶⁵⁾などでわれわれの印象も新たなものがあり、単に放送衛星に限らず、宇宙開発とテレビ技術は、アンテナ技術をも含めて今後大きな分野になるものと思われる⁶⁶⁾。

8. むすび

各項目について、アンテナおよび給電線関係の 1970 年より現在までの発展に関してその概要を述べた。今後は FM, VHF-TV, UHF-TV の地上システムがますます一般化するとともに、CATV システムの発展、さらに衛星放送の具体化による既存地上システムとの共存問題など、技術分野がいっそう複雑化し、また、それぞれ新たな技術分野を生んでいくと思われる。アンテナおよび給電線などの分野の技術動向も、それぞれの単体の性能向上および新技術の開発は従来どおりさらに発展するものの、一步進めたテレビ放送システムの一環としての見方が、時代の要請とともに、より強められるものと思う。

一方、テレビの一般化に伴って、受信アンテナなどはより簡易な構造および小形化への努力が新技術の開発によりなされることになるであろう。

(参考文献)

- 岡村: FM 送信アンテナ, 放送技術, **23**, 1 (1970) 115
- 岡村: VHF-TV 送信アンテナ, 放送技術, **23**, 2 (1970) 122
- 岡村: UHF 送信アンテナおよび中継放送局用受信アンテナ, 放送技術, **23**, 3 (1970) 121
- 芝野: TV および FM 放送用アンテナ, 昭46年電気四学会連大予, 122
- 高橋, 小谷, 天野: 多面合成無指向性アンテナの広帯域化, テレビ誌, **24**, 12 (1970) 965
- 水洗ほか: UHF 大電力多面配置アンテナ, 昭46年信学全大予, 473
- 岡村, 石川ほか: 放送用多段双ループアンテナの垂直指向性のスルフィリンの実験, 昭45年電気四学会連大予, 1242
- 真下ほか: UHF-TV 大電力放送用空中線, 日立評論, **52**, 10 (1970) 67
- 芝野, 若月, 服部: コセカントビーム形成の一方法, 昭46年信学全大予, 472
- 岡村: サービスエリア内の都市構造を考慮したテレビジョン送信アンテナの垂直指向性合成, テレビ誌, **24**, 8 (1970) 630
- NTV ほか: 鉄塔面共用のテレビ送信アンテナ, 放送技術, **24**, 3 (1971) 95
- 平川, 鈴木, 深山, 鈴田: 鉄塔面共用のテレビ送信アンテナ (I) (同一鉄塔面におけるアンテナ併置の諸問題), テレビ全大予, 8-15 (1971)
- 深山, 神宮司, 平川, 小谷, 鈴田: 鉄塔面共用のテレビ送信アンテナ (II) (鉄塔面共用アンテナ系及びアンテナ共用の一方式), テレビ全大予, 8-16 (1971)
- 吉崎, 清水, 鈴木: UHF テレビ大電力放送用スロットアンテナ,

年 報

- 昭45年電気四学会連大予, 1241
- 15) 芝野, 小谷: UHF 大電力テレビジョン放送用給電部品, テレビ誌, **25**, 8 (1971) 641
  - 16) 黒木, 若杉: UHF 30 kW 放送機用 3 dB カップラー, テレビ誌, **25**, 2 (1971) 126
  - 17) 小西, 星野: アイスレータの新しい広帯域化法と設計理論, NHK 技術研究, **22**, 6 (1970) 441
  - 18) 小西: フェイライト回路素子の放送波帯受受信装置への応用, テレビ誌, **25**, 1 (1971) 13
  - 19) 八田, 中村, 石川: UHF 導波管線路の熱伸縮, テレビ全大予, 8-17 (1971)
  - 20) 八田, 石川: UHF 導波管の寸法精度と布設上の問題, テレビ全大予, 8-18 (1971)
  - 21) 岡村: VHF・UHF 放送用受信アンテナ, 放送技術, **23**, 4 (1970) 117
  - 22) テレビ受信アンテナ「蝶マークアンテナ」, 放送技術, **23**, 5 (1970) 85
  - 23) 三池田: 今後のテレビ受信システムについて, 放送技術, **24**, 4 (1971) 73
  - 24) 永井, 三国, 諸岡: TV および FM 受信アンテナ, 昭46年電気四学会連大予, 123
  - 25) 河本, 川井, 雄山: FM-VHF-UHF 共用アンテナ, テレビ全大予, 8-12 (1971)
  - 26) 田中, 日高: U・V 共用化アンテナ, テレビ全大予, 8-4 (1970)
  - 27) 雄山ほか: UHF テレビ受信用アンテナ “スーパー UHF シリーズアンテナ” の開発, National Tech. Rep., **16**, 6 (Dec. 1970) 787
  - 28) 松本, 田中, 加藤: 双方形アンテナと広帯域高利得アンテナへの応用, 信学論誌, **53-B**, 4 (1970) 161
  - 29) 土井, 秋葉: 連続波源指向性合成理論に基づく新しい VHF アンテナ, テレビ誌, **25**, 8 (1971)
  - 30) 藤本: Integrated Antenna System, テレビ誌, **25**, 11 (1971) 854
  - 31) 広井: 線状能動空中線によるパターン制御, 信学会アンテナ伝播研究, AP 71-56 (1972. 1)
  - 32) 永井, 三国: アクティブ素子を装荷したダイポールアンテナの指向性制御, 信学会アンテナ伝播研究, AP 70-50 (1970. 10)
  - 33) 土井, 佐藤: アンテナ系の S/N 評価, 信学論誌, **54-B**, 8 (1971) 529
  - 34) 永井: 八木-宇田アンテナの最大利得, テレビ誌, **24**, 10 (1970) 816
  - 35) 徳丸: エンドファイアーループ列における位相定数, テレビ誌, **24**, 12 (1970) 975
  - 36) 稲垣, 関口: ダイポールアンテナ列による指向性合成の厳密な理論, 信学論誌, **53-B**, 9 (1970) 552
  - 37) 安達: アレイアンテナの応用の諸問題, テレビ誌, **24**, 5 (1970) 333
  - 38) 永井, 諸岡: 電子計算機による八木-宇田アンテナの解析, 東芝レビュー, **26**, 11 (1971) 1448
  - 39) 沼野, 高橋, 石田: バックファイアアンテナ, 信学会アンテナ伝播研究, AP 71-55 (1972. 1)
  - 40) 小西, 星野: 集中定数形広帯域アイソレータの設計理論, 信学論誌, **53-B**, 10 (1970) 598
  - 41) 名古, 稲田, 後藤: テレビジョン共聴用同軸ケーブル, テレビ誌, **24**, 2 (1970) 125
  - 42) 厚谷, 水沢: 平衡対ケーブルによる ITV 伝送の実用化, テレビ誌, **24**, 8 (1971) 619
  - 43) 池田, 佐藤: 同軸線路を用いた平衡不平衡変換回路, テレビ誌, **25**, 2 (1971) 118
  - 44) 品田, 松本, 小野: ラットレース回路のサセプタンス補償, テレビ誌, **25**, 11 (1971) 873
  - 45) 佐藤: 近代都市における電波障害, 放送技術, **24**, 1 (1971) 65
  - 46) 白水ほか: 都市ケーブルビジョン施設のシステム設計, 放送技術, **24**, 1 (1971) 92
  - 47) 平野, 高橋: 有線によるテレビ共同受信方式, 放送技術, **24**, 1 (1971) 103
  - 48) 赤司: ホーム共聴システム, 放送技術, **24**, 1 (1971) 112
  - 49) 土井ほか: アルミだ円導波管の特性と布設工事, 放送技術, **24**, 8 (1971) 109
  - 50) 田口, 松信: サーキュレータスイッチを用いた FPU 受信装置 (2) 周波切換立体回路, 放送技術, **24**, 11 (1971) 117
  - 51) JIS C 6103: VHF テレビジョン受信アンテナ試験法
  - 52) 川井, 大山, 雄山: アンテナ利得の測定精度の検討, 昭45年電気四学会連大予, 1233
  - 53) 雄山ほか: VHF-UHF 帯におけるアンテナ利得の測定法, テレビ誌, **25**, 1 (1971) 28
  - 54) 清水ほか: 誘電体層および磁性体層を組合せた電波吸収壁, 信学論誌, **53-B**, 7 (1970) 381
  - 55) 内藤, 藤原: フェライト電波吸収体の厚さについて, 信学論誌, **53-B**, 9 (1970) 537
  - 56) 宇田: 広帯域大形電波無反射室, テレビ誌, **24**, 10 (1970) 782
  - 57) 中野ほか: テレビ用電波無響室の設計, National Tech. Rep., **16**, 6 (Dec. 1970) 798
  - 58) 泉: 衛星放送の最近の動向, テレビ誌, **25**, 5 (1971) 365
  - 59) 金原: 新しく放送衛星に割当てられたミリ波・準ミリ波の性質, 放送技術, **24**, 11 (1971) 65
  - 60) 島岡: 放送衛星の周波数はいかに選ぶべきか (周波数有効利用のためのシステム検討), 放送技術, **24**, 12 (1971) 103
  - 61) 市川: 放送衛星, テレビ誌, **24**, 9 (1970) 707
  - 62) 大井田: 宇宙通信に関する世界無線通信主管庁会議 (放送衛星関係を中心として), 放送技術, **24**, 11 (1971) 59
  - 63) 宮: 衛星中継, テレビ誌, **24**, 9 (1970) 710
  - 64) 村主: 衛星放送アンテナ, 昭46年電気四学会連大予, 125
  - 65) 丹羽: 宇宙船からのテレビジョン中継, テレビ誌, **24**, 4 (1970) 242
  - 66) 遠藤, 王丸, 岡村: 小型衛星用スイッチングアンテナ, NHK 技術研究, **22**, 4 (1970) 289

広 告 目 次

アルプス電気(株)……………広前 9
池上通信機(株)……………広後 4
(株)加藤電気工業所……………表 4
キャンソ(株)……………広前 7
コズミカ光学(株)……………広前 2
コロナ社……………広前13
シバソク(株)……………広前12
(株)昭晃堂……………広後 1
芝電気(株)……………表 1, 2, 3

新日本電気(株)……………広前11
大日本電線(株)……………広後 3
藤倉電線(株)……………広後 2
東芝商事(株)……………広前 1
東芝アンペックス(株)……………会告中
日本テレビジョン工業(株)……………広前 14, 15
日本ビクター(株)……………広前 4, 5
日本真空光学(株)……………広後 1
日本電気(株)……………広前18

日本通信機(株)……………表 4
日本放送出版協会……………広前16
日本無線(株)……………広前10
(株)日立製作所……………広前17
日立電線(株)……………広前13
富士写真光機(株)……………広前 6
松下通信工業(株)……………会告中
松下電器産業(株)……………広前 8
八木アンテナ(株)……………広前13

本誌広告取扱店 (株) 広 和 堂

(有) 放送文化通信社

本 社 〒 106 東京都港区東麻布 1-4 朗生ビル
大阪営業所 〒 540 大阪市東区内久宝寺町 3-15
〒 101 東京都千代田区神田小川町 2-3 新小川町ビル

電話東京 584-6791
電話大阪 762-1660
電話東京 291-9941