テレビジョン用音響機器

ソニー株式会社 技術研究所 中 島 平 太 郎

テレビ放送の音声番組を制作するうえで、FM 放送など従来の音声番組制作と異なる環境や手法について述べ、そのために、とくにテレビ用として必要な音響機器——主としてマイクロホンと残響付加装置——について述べる。

1. ま え が き

テレビ放送に限らず、FM 放送でも映画の音声でも、あるいはレコード制作の上でも、音声や音楽を集音し、調整し、記録し、および再生する方式や機器の大筋については、同様な取扱い、同様の処理が適用できることはいうまでもない。したがってテレビ放送番組制作の過程で従来の音響機器がそのまま流用される場合も少なくない。本稿では、このような機器は周知のこととして、それはそのまま使うものとして、テレビ放送であるために必要とする機器を中心に述べる。

2. テレビ放送の音声番組制作上の特質

テレビ放送の音声番組を制作するうえに、従来の音声番組制作と異なる主な点は、次の3つに集約できる。

(1) 画像と音響との共存

そのひとつは、音響の集音は常に画面との関連で行われているということ、つまり画面の構成によってはマイクロホンが画面に出ては困るし、たとえ画面に出す場合にも、カメラ写りが良く、見た目に邪魔にならないようにしたい要求がある。また画面の中の情景と集音の条件が合わないための（たとえば画面は遠景であるのに集音は数十 cm の距離で行うなど）不自然を補正することも必要となる。

画面にマイクロホンを出さない方式においては、発音体（発声者や楽器など）よりかなり離れて、通常斜上から発音体の動きに即応してマイクロホンを移動しなければならない。そのためには周囲騒音の除去や残響過多の防止が問題であり、集音システムの複雑化に対応して遠隔操作化も必要となる。画面にマイクロホンを出してもよい方式では、発声者がマイクロホンを手にもってあ

るいは身につけて使う場合が多く、使い勝手のうえからマイクロホンの小型軽量化と、移動の自由を確保するうえからワイヤレス化が必要となる。また発声者の息吹きやマイクロホンと衣服との接触によって発生する雑音に対する考慮も重要である。

以上のような画面構成からの要請は、テレビ番組の画面優先の必要から、理想的な集音条件に設定することは難しく、したがって最良の音響特性をうることは難しい。これを補助する方法として、あらかじめ音声を集音しておいて、その再生音に応じて画面を撮像するプレスコ方式、逆に画面に合わせてあとで集音編集するアフレコ方式が採用されており、そのための音声処理技術が必要となる。画面と一致しない集音条件や音声処理をしなければならぬ場合には、残響付加装置や音色形成回路を付加して音響効果を変えることも、テレビ音声処理技術として必要である。

画像と音響との共存は、以上のような苛酷な集音条件下での機器の開発に寄与した反面、視聴者の心理や生理に関連して、音質が画像に引きづられることによる音質軽視から、オーソドックスな機器開発が遅れたことも事実である。つまり音質があまり良くなくても、画像に迫力があれば、それに助けられてかなりの満足感与えられるために、音質を落としてもよいという、音質を要求する側、機器を開発する側のいずれにも安易感があったように思われる。今後の問題点のひとつである。

(2) スタジオの音響特性

第2の異なる点は、テレビ番組の大半を制作するテレビスタジオは、音響設計以前の問題としての制約条件が多く、また映像効果を実現するうえからの要請が良い音響効果の実現に優先するために、音響特性が集音に好適な状態になっていないことである。テレビスタジオの特徴としては、すでに述べられているように¹⁾、室内音響特性の面から、

“Audio Equipments for Television” by Heitaro Nakajima (Technical Development Laboratory, Sony Corp., Tokyo)

(a) 一様な色彩と反射率をもつゆるいカーブ状のホリズントを設定したり、照明バトンや照明器具を吊り下げ、その位置や方向を制御するためにスタジオ上部にグリッドやキャットウォークなどを設ける必要から、ある特定の多くの場所に音の集点が生じたり、特定の音域だけが強調されたり、特有のフラッタやエコーを生ずるなど、音響異常現象を生じやすい。

(b) スタジオの壁面処理は、その大きさに関係なく平均吸音率 0.4 を目標に、周波数に関係なくほぼ一様な残響特性をもつように設計されるので、一般の音楽スタジオより残響時間は短い。また、上に述べたホリズントや照明器具のほか、スタジオに持ち込まれる大道具や小道具、撮像や集音のための各種機器や大勢の技術者や作業者の影響によって、低音の残響は低下し、高音は低音ほど低下せず、残響特性が高音上昇の傾向となる。

騒音に関しては

(a) スタジオ内部で発生する熱量が大きいため、空調の風量を大きくする必要から換気騒音が大きく、床を完全な浮構造設備にしにくいから、スタジオ外から侵入する振動や騒音も大きい。

(b) 出演者やフロアで働く作業者が多いため、カメラやその他の機器の移動のために、スタジオ内部で発生する雑音も、気流の発生も大きい。

(c) 照明の電流制御をする SCR のため、照明やそのフィーダーの近くでは電磁誘導が大きい。

以上のように、室内音響特性、騒音のいずれも集音に不満足であるので、マイクロホンの指向性、感度および外部擾乱による雑音などにもより苛酷な条件が要請され、また、残響付加や音色形成回路の導入が、この面からも必要となってくる。

(3) 番組の性質

第3の異なる点は、制作するテレビ番組の性質からくる制約あるいは要望がある。ドラマ番組制作においては大通具の蔭に、あるいは小道具の中にマイクロホンを仕込んで集音することが必要で、それに適するマイクロホンや音色形成回路が要請される。公開ホールやスタジオでの視聴者参加番組では、放送本線だけでなく、参加している視聴者に対する音声や歌のサービスも、放送と同程度に重要である。そのためにはハウリング防止に対する検討や、外部擾乱に強いワイヤレスマイクロホンの出現が望まれる。

かつて数年前、放送番組であるために、ハウリングに対しての安全をとりすぎて、観客席への拡声音が小さすぎて、パントマイム的になり、観客が騒ぎ出して放送が一時中断するという事故を起こしたことがある。こういう状態は入場料の高いステージに近い観客席で問題になることが多いので、とくに仕末が悪い。また、中継番組については、現場でのミクシングや中継車内でのミクシングが必要となり、そのために携帯用の残響付加装置や簡易ミクシング装置、簡易音声モニター装置や良音質ヘッドホンが必要となる。

3. テレビ放送番組制作に必要な音響機器

以上述べてきたテレビ放送であるための特質から考えて、マイクロホン、残響付加装置などが、テレビ放送番組制作にとくに必要な音響機器といえる。

3.1 マイクロホン

ひじょうに制約条件の大きいテレビの音声集音で、大きな役割をもち、また今後の開発にさらに大きな期待を寄せられているのは、マイクロホンであることは言をま

表 1 テレビ用マイクロホンの一覧表 (◎印項目がとくに重要)

	マイクロホンの設置位置	マイクロホンの支持	形状、寸法、重量	感度、ひずみ	指向性、周波数特性	雑音対策	今後の方向
○マイクは画面に出す ○マイクは発声者とともに	○手に持って	○マイクスタンド取りはずし自由	握って適当な大きさ、重さ	◎135dB程度の音圧までひずまないように	○単一指向性	◎息吹きによる気流雑音対策 ◎温度、湿度に対し安定	○安定なワイヤレス化 ○ダイナミックレンジの拡大
	○身につけて	○クリップで洋服、ポケット、ネクタイに	◎できる限り小型軽量		○無指向性 ◎低音カットと高音上昇特性	◎ケースと衣服との接触雑音	○超小型軽量化 ○ワイヤレス化
○マイクは画面に出さないで ○マイクは発声者の動きに合わせて	○斜上方、画面すれすれに	○ブームスタンドで、移動自由	◎振りまわすのに差支えない程度		○単一指向性 ◎高音上昇特性	◎振りまわすための気流と振動雑音 ◎誘導雑音も	○より円滑な遠隔操作化
	○斜上方、比較的離れて	○天井から1点～3点吊り、一部はスタンドに	◎重くても大きくても構わない	◎高感度	◎単一指向性より鋭い指向性	◎防振、防磁、防気流対策	○良音質、狭角指向性化
	○物蔭において	○クリップ、小型スタンド、簡易な支持物	○小型が望ましい		○無指向性と単一指向性	◎床や各種道具よりの振動対策、誘導対策	○設置条件下での好ましい音質をうるマイクロホンの設計

たない。表1に、テレビ用マイクロホンに要求され、開発のポイントになっている項目をまとめた。

(a) 手に持って使用するマイクロホン

単一指向性型が多く用いられる。手に握る部分は直径20 mm 前後で、全長の160~200 mm の円筒状、重さは160~200 g 程度のものが手で持って使用するのに適当のようで、極度の小型軽量化は必要ない。むしろ歌手によっては口もと1~2 cm まで近づけて、しかも大声をだす場合がしばしばで、無ひずみ最大出力音圧レベルが大きく、息吹きによる雑音発生が少なく、温度や湿度によって特性の変化しない安定なものが必要である。

歌手の最大音量は、瞬間的にはマイクロホンの振動板の位置で130~140 dB に達する(普通のアナウンスのレベルは平均 70~75 dB, 最大 85 dB 程度)。このような最大音圧に対して1% 以下のひずみでおさえるよう、しかも前置増幅器を含むマイクロホンの雑音レベルは増加しないよう、つまりダイナミックレンジを拡げる工夫が必要となる。

発声者の口もとにおける気流の流速は、歌手の場合には最大 2~3 m/s に達する。無指向性の場合は 1.5 m/s, 単一指向性の場合は 1 m/s の気流速に対して、入力換算の雑音レベルは40 dB 以下になって、実用に適するようになっている。雑音レベルは気流速の3乗に比例して増大するので、雑音レベルは60 dB 以上になることがあり、何らかの対策が必要となる。

ダイナミックレンジを拡げるためには、マイクロホンカプセルの設計に関する問題であり、端的な表現をするならば、振動系の軽量化と力係数の増大が必要である²⁾。振動系と駆動系への新しい材料、素子の導入と設計技術の工夫によって、5~10 dB のダイナミックレンジの拡大が実現されている。気流雑音対策には、ウインドスクリーンをつけて10~15 dB の改善をはかることも重要であるが、何よりもマイクロホンカプセルを気流に対して強い構造にする必要がある。その方策としては図1のように外筐を二重構造にするのが効果的であり、内部スクリーンを設けることによって10 dB 内外の雑音減少が期待できる。

(b) 身につけて使用するマイクロホン

無指向性型が用いられる。できるだけ小型軽量にすること、衣服とマイクケースの接触による雑音防止が重要である。衣服との接触によって発生する雑音には、ゴロゴロという低音成分のほか、後述のように高音上昇特性にすることもあって高音成分も多い。音声の集音が主であるから80~100 Hz 以下の低音をカットして低域雑音を改善し、また、図1のように、ケースとカプセルの間にクッションを挿入して高域雑音を改善している。比

図1 歌用マイクロホンの構造の一例

図2 テレビ用マイクロホンの特性

較的簡単な処理で解決できるが、要はこのような配慮の有無が問題である。

次に、洋服の襟やポケット、あるいはネクタイなどにつけるため、発声者の口もとからみて斜下方にあたるので、正面方向に対する音声の伝送特性の差に相当する分だけ図2のような高音特性にして補償してやる必要がある。

現在、放送に実用されているものでは、写真1のような径10 mmφ、長さ20 mm の寸法、4 g の重さのものがよく用いられている。

(c) ワイヤレスマイクロホン

手に持つ、あるいは身につけて使用するマイクロホンでは、出演者の行動の自由を増すために、ワイヤレス化が望まれている。マイクロホンの出力をFM変調して送

写真 1 身につけて用いるマイクロホンの実例

出し、同じスタジオやホールの壁面近くに設けられたアンテナで受信、復調して音響出力がえられる。現在の送信電波の使用周波数帯は 40 MHz 帯で 4 波あり、最近では 460 MHz 帯および 900 MHz 帯の電波もこれにあてられることになっている。

後述のように、電界強度や占有帯域幅に制限があつて、えられるダイナミックレンジに限度があるうえに、送信アンテナやその設置位置、その室内の状態などが影響して、受信電界強度が著しく低下する点（デッドポイント）を生じ、受信障害を起こしやすい。とくにテレビスタジオでは、照明ボタンや映像機器、その他の電波の反射物体が多く存在し、音声専用スタジオよりデッドポイントの発生するケースはきわめて多い。

したがって受信アンテナの設置はきわめて重要で、複数個を異なる場所に異なる方向に（水平や垂直に）配置するなどの工夫をこらすと同時に、受信出力のそれぞれの電界強度に応じ、その強い方に切換えて受信するダイバシティ受信方式を採用するなど、安定受信にも工夫がなされているが、放送の質という観点からは、音質（主としてダイナミックレンジ）、安定度とも充分というわけにはゆかない現状である。しかも、そのいずれもが電波法の制限の下では、改善に限度があることも注目すべきである。

放送中継用のための無線局として、一般陸上移動局の規格適用を受けている 40 MHz 帯で、占有帯域幅 ± 20 kHz は、変調周波数を 10 kHz までとすると周波数偏移は 10 kHz 以内を意味し、これからダイナミックレンジを推定すると最大 55 dB である。また免許が不要の微電界用は 100 m 離れて $15 \mu\text{V}/\text{m}$ 以下の電界強度にすべき規制があり、やはり同程度以下のダイナミックレンジ

しかえられない。つまり電波法が守られる限りにおいて、単純な紹介アンウンス程度がやっとという現状である。送信側で音声信号を圧縮し、受信側で伸張する音声圧縮伸張方式の導入など、種々の検討がなされているが、その成否も安定受信が前提であり、受信方式とも関連して幾多の検討が必要であらう。

テレビ放送番組の今後の一層の多様化と飛躍的な質と量の向上のためには、集音系統の中におけるワイヤレスシステムの役割は著しく大きい。そのためには、是非とも、電波法の見直しや弾力的な運用ができるような措置を考えていただきたいものである。

(d) ブームスタンドにつけて使用するマイクロホン
マイクロホンを画面に出さないで集音する方式のひとつは、マイクロホンを画面に出さない範囲で、できるだけ発声者に接近させて用いる方法で、主としてドラマ番組のセリフの集音に用いられる。発声者の斜前上方、顔の正面より $30 \sim 45^\circ$ 上方、口もとより $30 \sim 60$ cm の距離から集音する。したがって、この場合も図 2 のように高音が上昇特性をもつものが必要となる。発声者の動きに即応するには、伸縮および回転を手元で行うことのできるブームスタンドが用いられる。

ブームスタンドは、それ自身が円滑にスタジオフロアを移動できるとともに、マイク支持ブーム部は、長さ方向には $1 \sim 4$ m の範囲の伸縮、周囲には 180° 近い回転ができること、その移動速度は $1 \sim 1.5$ m/s の速さが必要である。またマイクロホンは、操作による機械的振動を吸収する特殊クッションを通して支持される。垂直面に対して指向方向角度は集音条件によってまちまちであるが、一般には $30^\circ \sim 45^\circ$ が普通で、調整可能になっている。通常、これを操作する技術者が一人専属に配属され、台本をもとに発声者の移動にしたがって、マイクロホンの位置と方向を移動する。

気流や振動により雑音が発生しやすいのは前の場合と同様で、マイクロホンの選定に留意するのはもちろんであるが、その性能とブームスタンドの機能とそれらを操作する技術者の熟練とが集音の音質を決定するといえよう。

(e) 遠く離れて使用するマイクロホン
マイクロホンを画面に出さないで集音する第 2 の方法は、一般によく使用される $(a+b \cos \theta)$ 型より鋭い指向性をもつマイクロホンを、発音体より比較的速く離して集音する方法である。指向性が鋭く集音範囲は狭いので、これを数個配置し、これらをその出力回路で適宜切換えて発音体の移動や広さをカバーしようとするものである。通常 (a) ～ (d) まで述べた $(a+b \cos \theta)$ 型のマイクロホンとミクシングして使用するので、これらと異質

図3 ラインマイクロホンの構造

の音質でないこと、および感度が3~5dB高いことが必要である。

以上の条件を満足するものであれば、外形寸法が大きくても、重くても構わない。このようなマイクロホンは、スタジオの天井より照明バトンに平行に直径1cmの綿ロープにつり下げて使用する。2点吊りのため、マイクロホンの移動はロープの方向に限定されるので、最近では遠隔操作できるように工夫されたものも用いられる。照明器具やSCR調光装置に接近する機会が多く、これらからの誘導雑音に留意しなければならない。

このような目的にかなうマイクロホンとしては、図3のようなラインマイクロホンが適当で、製品化されたものとして Sennheiser MKH 805, Electrovoice EV-642 などがある。一般に、低音域の指向性はブロードすぎて残響過多になったり、特定の音響障害現象の除去に必ずしも充分でなく、逆に高音域の指向性はシャープ過ぎて、わずかに主軸よりはずれてもボケた音になり易く、この改善が望まれている。

この他に、大道具の蔭に、あるいは小道具の中に組み込んで、ドラマの中のある発音源を集音する方法がしばしば採られる。この場合には、マイクロホンの周波数特性や指向特性は、これらの大道具や小道具のために変化する。このような経過をたどった特性の劣化は、音色形成回路や残響処理では補償できないが、止むをえず使用する必要を生ずることが多い。むしろ積極的に、種々の小道具に特性の変化を生じないような方法で組み込むことを進め、より良い集音ができるように工夫検討するべきで、今後のひとつの大きな課題であろう。

3.2 残響付加装置

FM放送やレコード制作過程で、残響付加装置を施すのは最近の常識で、そのためにエコールームや鉄板残響付加装置を音響調整システムに付属させている。最近では、残響音の音質にも検討が加えられ、これらの残響付加装置でえられる残響時間の大きさと周波数特性を可変にする方法や、残響音と直接音との配合を音響調整室より遠隔操作できる装置が開発され、実用に供されている。このような残響付加装置や残響可変装置は、テレビ番組の多様化とテレビスタジオの音響特性に起因して、テレビ放送番組制作において、とくに利用効果が著しい。しか

図4 スプリング式残響付加装置系統図

し装置そのものは従来のものとくに異なることはない。

テレビ放送でとくに問題となるのは、公開番組や中継放送番組の場合に、以上のような残響付加装置を現場に持ち込むわけにゆかず、現場に常置されない場合もあって、歌やセリフに付加する可搬式あるいは携帯型の簡易残響付加装置が必要になってきた。その目的に対しては図4のようなスプリング式の改良版が多く用いられてきた。

一端を集音した直接音の音声電流で駆動し、それによって生ずるスプリングのねじれ振動を、他端の検出部から電気信号として取り出すもので、スプリングを伝送する時間の異なる数本を組として構成し、反射音の密度を増加して、残響音質の向上をはかり、1.5~3sec程度の残響時間をもつものが実用化されている。重さは1kg以下で、片手で持てる程度のものである。しかしスプリング式は、低音の残響時間が長すぎ、逆に高音が短かすぎ、固有のフラッターエコーがあるなど、得られる音質に限界がある。

このひとつの改善策として、磁気シート式遅延装置とスプリング式残響付加装置を組合せたものが開発され、現用に供されている(図5)³⁾。直接音に引きつづいて到来する50ms以内の反射音が、音質上からも、また室の広さを表わすものとしても重要で、これを磁気シート式遅延装置で挿入し、35~50ms以後の反射音群はスプリングで受持させる方式である。磁気シート式遅延装置は周辺をリングで固定した大鼓張りにした磁気シートを回転させ、同一円周上に設置された消去、録音および3個の再生ヘッドを用いて、約20msずつ遅れた3つの信号を取り出すようになっている。

スプリングは、それを伝搬する間の時間35~40ms遅れて出力端に信号があらわれるので、磁気シート再生ヘッド出力とを組合せると図5のような残響音がえられ、かなりリアルな残響感がえられるとして、よく用いられるようになった。

3.3 音声調整装置、その他

テレビ放送用の音声調整装置として、とくに必要とするものは、

図5 磁気シートとスプリングを組合せた残響付加装置

- (a) エコールームや鉄板残響付加装置の入出力回路が付加され、これらの残響付加装置の残響時間や残響特性を調整卓上で自由に制御できるようになっていること。
- (b) プレスコ用に、音声調整装置の各入力を送出系とは別個に選択し、増幅した後、テレビスタジオに送出し、スタジオソロモニターに供給できるソロ送出系統が必要である。
- (c) 音色形成回路として通常8カ所の周波数をそれぞれ独立に $\pm 12\text{dB}$ 程度変化できるグラフィックイコライザー⁴⁾、低域通過型と高域通過型フィルターを組合せて、プログラム中の周波数帯のある部分をとり除く放送効果用フィルター⁴⁾などを、必要な系統にパッチングで挿入できるようにする。

ことなどの考慮が必要である。なお、

- (d) テレビ公開放送専用ホール⁵⁾では、フロアショーなど客席内にマイクロホンが入った場合のハウリング防止用に、吊り下げスピーカ拡声系を設けたり、客席で歌う歌手に伴奏音を聞かせるためのソロスピーカや、客席内で拡声音をじかに聞きながらミクシングするための場内調整卓を客席内に設ける。

などの配慮が払われている。

4. む す び

画面優先で開発されてきたテレビ放送番組制作システムも、撮像および送像システムの完成とともに、世の中の音楽愛好者の要望や不満を背景として、音声放送システムの見直しや音質改善の動きもできているように思う。テープ、レコードとともに音のソフト供給の有力な一翼をになう放送番組の質の向上に、音楽ファンがいつまでも無関心であるはずはありえない。たえず前進してゆく技術の基盤の上に、さらに良い音質を、テレビにFMに期待したいものであり、そうすれば、さらにより音響機器も期して待つべきものがあるう。

(昭和50年4月1日受付)

〔参 考 文 献〕

- 1) 佃温敏：テレビジョンスタジオの音響設計，テレビ誌，25，4（1971）252-259
- 2) 溝口章夫：テレビジョン用マイクロホン，テレビ誌，25，4（1971）260-265
- 3) 若栗尚：スプリング式残響付加装置，NHK 技研月報，9（1966）20-28
- 4) 広門隆二：特殊効果機器，放送技術，21，7（1968）109-117
- 5) 唐原久，日比野幸四郎，鴨下春雄：新NHKホールの電気音響，照明設備，NHK 技研月報，16，6（1973）209-218