3. 中繼技術 (I)

— 中継技術の基礎 —

正會員 蘆 山 孝 義†

武井 勝 昭[†]

1. ま え が き

中継番組はスタジオ以外の場所で制作される番組のほとんどが含まれる。とりわけスポーツ生中継、ニュース報道中継等は代表的な中継番組といえよう。また公会堂等での公開放送番組も中継の主な制作番組のひとつである。最近の技術進歩はめざましく、機器の高性能小形軽量化が進み、大規模中継が大変やり易くなり、一方では ENG, EFP 取材の発展をもたらした。海外での ENG 取材とともに衛星中継放送も中継放送のひとつの形態といえよう。この稿では、これらの基礎となる中継番組制作に用いられる機器および機材、マイクロ波伝送、ENG 取材技術の解説を行う。

2. 中継番組制作に用いられる機器および機材

中継番組制作はスタジオと異なり、テレビの番組制作のための設備がほとんどない場所に出向き、そのつど機材を設置し、また終れば撤収するといった作業が常にとまなう。設営と撤収の作業は番組制作上大変なウエイトとなり、エネルギーを消耗する部分となる。

† 日本テレビ放送網(株) 技術局

"Broadcast Operations and Engineering (6) ; Outside Broadcasting Engineering (1)—Fundamentals of Outside Broadcasting Engineering—" by Takayoshi Akiyama and Katsuaki Takei (Engineering Dept., Nippon Television Network, Co. Ltd., Tokyo)

したがって、機器および機材に対しては、小形、軽量、堅牢でなおかつ性能的にも機能的にもスタジオなみまたはそれ以上のことが要求される。以下、主要中継機器(材)について説明する。

2.1 標準中継車

動く副調室ともいえるが、地域の道路事情、中継先の駐車場スペース等を考慮し、あまり大きな車体にするとはむずかしい。一方、搭載機器(材)を多くし機能的に高いものが望まれる。これらのことから狭い車輛スペースを極めて有効に利用し機器(材)の配置が合理的になされている。

公会堂や劇場中継に利用される一方、スポーツ中継等屋外での中継もある。そのため搭載機器(材)にさまざまなことが要求される。以下に主な搭載機器について述べる。

(1) カメラ

小形軽量堅牢でなおかつ高画質が要求されるのは当然であるが、高感度、高 S/N は最も望まれる点である。その他、気温湿度等、耐環境性能、また耐振性が良いこと、さらに外来電波による影響を受けにくいこと等々。一方、カメラケーブルは細く、しかも 1 km 前後延長可能であること。現在 1 インチ 3 プランピコン形のものを 4~6 台と、その他に 2/3 インチ形のハンディーカメラを 1~2 台搭載したものが割合に多い。

図 1 標準中継車の車内機器配置

(2) 映像混合増幅器

スポーツ中継では多入力の切替が要求されるが、ワイプ等映像効果はそれほど多用されない。一方、音楽番組等では多入力の切替はあまりなく、4～5台のカメラをいろいろな映像効果で継いでいくことが多く、結局大規模なものが必要となる。入力数8～16、MIX列2～3のものが大半である。最近ではデジタル効果装置(DVE等)を組み込んだものもある。

(3) VTR

現場収録再生(中継録画再生)が多くなるにつれて、標準中継車に搭載されるようになった。2インチ形と1インチヘリカル形(Cフォーマット)が大半だが、小形で画質も良く、操作も簡単で、スロー、コマ送り再生等のできる1インチヘリカル形VTRに置き換えられつつある。

(4) その他の搭載機器(材)

標準中継車にはその他いろいろな搭載機器(材)がある。中継機器として特徴的なものをあげると、無線機器、望遠レンズ、発動発電機、空調装置等々がある。無線機器にはマイクロ波送信機(後述、マイクロ波伝送)、VHF連絡無線器等があり、生中継には欠かせない。

レンズはその制作現場の状況や番組内容に応じて交換できるよう、3～4種類でカメラ台数より1本位多く積載している。発動発電機(発々)の電力は放送機器および空調装置に供給されるが、さらに5kVA位外部にも供給できる容量のものを持つ必要がある。空調装置は機器の安定と人の居住性のためには欠かすことはできないが、中継車両内で相当なスペースを専有する。

2.2 報道中継車(大形)

標準中継車と異なり機動性が重視される。搭載機器のある程度の簡略化と小形・軽量化を図り、車輛もなるべく小形のものにす。一方、報道現場の正確な状況をつかみ得ないまま現場に向かう場合がしばしばあり、自ずと多くの取材状況を想定した多種類の機器(材)を常設している。現場でその状況に応じて適確な判断に基づき一刻も速く自局にニュース素材を送り届けるには、速やかにセッティングができることが極めて重要なことである。以下、標準中継車と異った主要搭載機器について述べる。

(1) 伸縮形アンテナポール

中継車屋上から伸び上り、地上高十数mから二十数mまで確保でき、先端にマイクロ波送信アンテナを取付け近くの建物等をのり越えて自局へ速やかに電波を送り届けることができる。電動の油圧による伸縮

表1 中継車の諸元と搭載機器(材)の比較

項 目	標準中継車	報道中継車	小形中継車
全 長 (m)	9.070	6.46	4.73
全 幅 (m)	2.470	2.22	1.64
全 高 (m)	3.400	3.25	2.46
総重量 (kg)	15,075	9,650	3,595
定 員 (人)	3	6	5
発 電 発 動 機	25 kVA	12 kVA	5 kVA
冷 暖 房 装 置	20,000 kcal	3,400 kcal	3,400 kcal
カ ラ ー カ メ ラ	標準1インチ形6台 ハンディーカメラ1台	ハンディーカメラ4台 SITカメラ1台	ハンディーカメラ 3～4台 (必要に応じて変)
レ ン ズ	14倍×2, 22倍×2 25倍×1, 30倍×2	14倍×2, 22倍×2 34倍×1	22倍×4 ワイドレンズ×1
同期信号発生器	現用予備切替方式	現用のみ1台	現用予備方式
映 像 混 合 増 幅 器	16入力, 3MIX列 ワイプの数等 効果数が多い	8入力, 2MIX列	4入力, 2MIX列
デジタル効果装置	DVE搭載		
V T R	1インチ2台再生可	3/4インチ 取材2台再生1台	ボータブル1インチ2台 または3/4インチ2台
フレームシンクロナイザー		1台	
F P U	送信機2台	送信機4台受信機2台	
光 電 送 装 置		1対向	
音 声 増 幅 器	音声分岐アンプのみ	8入力マトリックス付	4chステレオミキサー
インターカム装置	3系統分離可	1系統のみ	1系統のみ
連絡用無線機	VHF無線機50W 1台	VHF無線機50W1台 10W1台	
400 MHz 無線機		1対向	

と電動回転ができ、アンテナの方向調整が容易にできるようになっている。

(2) ワイヤレスカメラシステム

中継車と出先のカメラを無線で結ぶための極めて小形のマイクロ波送信装置(超ミニFPU)である。これによりより多面的なニュース取材ができる。

(3) カメラ

カメラはハンディーカメラが3～4台搭載され、直接ケーブルにより中継車に接続される場合、また上記(2)のワイヤレスカメラシステムによる場合、その他1台のカメラと1台の携帯形VTRで取材する場合、またそれらの組合せ等ができるようになっている。

(4) SITカメラ

撮像管を超高感度のSIT管におきかえたもので、通常カメラの600～1000倍の感度がある。月明りの被写体を昼間のように撮し、特に照明の届かない遠方を望遠レンズでとらえるとき大変威力を発揮する。

(5) VTR

3/4インチUマチックVTRが最も多く利用されている。2～3台搭載しており、1～2台を1カメラ1VTRのシステムで出先取材に向け、1台は取材から上がって来たテープの再生専用とする。時には現場での簡単な編集もできるようになっている。

2.3 小形中継車

標準中継車の小形化、簡略化を図り、ENG(EFP)取材が容易にできることを目的とした中継車といえよう。ハンディーカメラ2～3台で映像混合増幅器は4

～6入力で2 MIX 列で、簡単なワイプができ、VTRは3/4 インチまたは1 インチヘリカル VTR の携帯形を搭載している。音声機器には4～6 ch MIXER が主要機器となる。この種の中継車は放送局用のものとプロダクション用のものとあり、放送局用の場合はマイクロ波送信機を常設し生中継用の ENG 車となり、一方、プロダクション用のものは当然録画専用の小形中継車となる。

2.4 移動撮像車¹⁾

地上での移動撮像はマラソン中継が最も代表的な例である。移動中継には画像の安定のためにカメラ（通常2台）の防震対策がなされ、映像（マイクロ波伝送）、音声（UHF 伝送）、連絡（UHF, VHF）等無線装置の最大限の活用がなされている。車輦内にはアナウンサー、サブアナウンサー、解説者、ディレクター等、技術スタッフ以外の搭乗者があり、大変手狭な中で作業がなされる。

2.5 VTR 車

録画のみを目的にした車輦で、発々、空調装置を装備しており、室内環境の良い状態で作業できるようになっている。1 インチ（C フォーマット）VTR が発達した現在、標準中継車内に VTR が搭載されるようになってから利用度が落ちているが、1 インチ VTR がスロー VTR として利用される機会が多く、従来とは別の形態での運用の場があると考えられる。

2.6 電源車

一般に電源は中継車内に搭載しているので、他に電源は不要のように思えるが、機材運搬車を兼ねて利用されている。中継現場先で電源を供給してもらえる場合は希で、中継車の発々がたよりとなるが、電源車があると予備の電源となり、生中継での電源によるトラブルをほとんどなくすることができる。通常20～60 kVA の発々を搭載している。

2.7 FPU 車 (Field Pickup 車)

マイクロ波伝送に、中継現場から自局、またはリレー基地まで、その間のいろいろな障害物のため直接には到達しない場合がしばしば起きる。FPU の2段中継用の車として設けられたもので、マイクロ波送受信機を2対向持ち、2段中継ができるように、また送受信の状態が容易に監視できるようモニタリングに配慮がなされている。車輦は山岳走行のための登坂能力と不整地走行のための足まわりの強化が必要である。

2.8 音声中継車²⁾

音楽やショー的な中継番組制作で、近年マイクロホンの使用数が増加し、その数が100本を越えることもある。そのため従来のように、現場の会場内に可搬形

のミキシング装置を全数持込んで組立て使用する方式は大変労力を費やすことになり、製作内容の質的向上は望めない。音声中継車内に大半のミキシング装置を恒常的に設置しておき、会場内への搬入機械を最少限におさえ、より良い聴取条件のもとにミキシングができるよう設計されたものである。音声中継車にはポストプロダクション用のマルチテープレコーダーを装備したものもある。

2.9 中継の特殊機器および装置

(1) ポータブルスイッチャー

小形のものとかかなり大形のものがある。小形のは、ENG 車、EFP 車に常設される場合と、単独不特定に持ち出して使用される運用形態がある。大形のはゴルフ中継等大規模中継で、標準の大形中継車では対応できない場合にプレハブの仮設小屋、臨時の借部屋等に副調整室を設け、ここで使用される。小形のものも大形のものも、移動仮設が便利のように、切替混合増幅部の他に同期信号発生器、インターカムシステムを内蔵し、小形のものはこれらがすべて一体化さ

写真1 大形可搬形スイッチャー（2 MIX 列＋1 カット列の可搬形スイッチャーで、左：可搬形ラック本体、右：折り畳式の卓とスイッチ盤、切替部分と効果部分とクワッドワイプの3ブロックで出来ている）

写真2 水中カメラ用プリンプ（照明器付）

れている。一方、大形のものは、大きさと重量の分散をはかるため制御部と本体部を分けてある。入力数は、大形のもので12~16, 2 M1X 列, NAM, WIP, KEY, QUADWIP, スーパー等の機能を持ち、外部映像信号との同期結合もできるようになっている。

(2) 水中カメラ⁴⁾

水中撮像のため、ハンディーカメラを極めて水密度の高いプリンプ(カメラ容器)に収容している。水中での操作性を良くするには、小形で軽量であること、また水中での質量はほぼ水の比重に等しくするため、自重と容積が決めてあるが、操作性とレンズ交換等による自重の変化に対応するため、多少浮力をもたせてある。水中カメラには、その他水深10 mの耐圧のプラスチック製の簡易プリンプもある。

(3) アンテナ自動指向装置⁵⁾

ヘリコプター中継は一般番組においては、空からの立体感のある映像をとらえるのに、あるいはニュース報道取材の遠距離中継において、速報のため、緊急出動するのに大変有効である。ヘリコプターからの伝送には無指向アンテナによる方式もあるが、遠距離伝送にはアンテナ自動指向装置による方式がある。

機体に取付けられたアンテナが、ヘリコプターの姿勢の変化にかかわらず、常に指定された方向に自動的に向くように設計されたアンテナである。ヘリコプターの姿勢は、方位角(真北に対する角度)、水平面上での進行方向の傾き角(ピッチング)、および進行方向と直角面での傾き角(ローリング)で表すことができるが、方位はフラックスバルブで地磁気を検出し、方位ジャイロを介して方位信号をとり出す。一方ピッチングおよびローリングは、垂直ジャイロで垂直基準信号をとり出す。この2つの信号により地球に対しての一定の座標ができ、この座標に対して、受信基地からのコマンド信号(受信アンテナの方位角と俯仰角の信号)をヘリコプターに送り、ヘリコプターの送信アンテナが常に受信基地に自動的に向けられるようにする。伝送距離はSHFの5 W送信機を用い、約100 kmで実用になる映像が得られる。

(4) 画面ぶれ防止装置⁶⁾

ヘリコプター、自動車あるいは人の歩行等による移動撮像には、画面ぶれが伴い易い。これを防止するために、いろいろな画面ぶれ防止の対策がなされてきた。単に車のチューブでカメラを吊るしたり、三脚を防震ゴムの上にのせる等、非常に簡単な方法もあるが、現在種々の防震装置が考案されており、下記の種類の組合せによってできている。

① バネのみによるもの

- ② バネおよびダンパーによるもの
- ③ カメラをバランス支持するもの
- ④ 物理振子とジャイロを併用した機構
- ⑤ 自由ジャイロあるいはサーボ機構を用いたもの

①とカウンターウェイトによる③を組合せたものとして、ステディカム(歩行可)、TYLER camera systemがある。②と③によるものとして、SHINKOのMODEL ヘリコ-2Bがある。また②と③および④のジャイロ振子を組合せたものとして、NHK技術開発形のカメラ防震台(遠藤製作所製、KOHSETSU IncのAV 2000等)がある。⑤の機構をもったものとして、ダイナサイエンス社のダイナレンズがあり、また③とXYZの3軸3個の自由ジャイロを組合せたISTEC社(カナダ)のWESCAMがある。

(5) 双方向多重伝送装置⁷⁾

ゴルフ中継のように大規模中継で、センター中継車と出先中継車間、あるいはゴルフ中継センターと他の出先中継車間で、映像、音声、連絡等々、沢山の信号のやりとりがある。その時の必要回線数に応じて多量のケーブルを布線することになると、作業効率も悪く、ケーブルの破損の危険度も高くなる。同軸ケーブルに信号を多重して伝送する方法をとれば、長距離の布線作業量は軽減され、1本の同軸線のみに充分注意して布設することができ、危険度を下げることができる。主端局部と副端局部とを同軸1本で結ぶことで構成されており、ベースバンドから約50 MHz帯域を周波数分割し多重伝送した例がある。

2.10 その他の中継機材

(1) レンズ

スタジオではカメラが割合自由に動くことができるが、中継カメラは1ヵ所に固定され動けない場合がほとんどである。また撮像の範囲も遠方から極く近い所、また全景からアップまでとさまざまである。長焦点からワイドまでと、自ずと高倍率のズーム比を持つレンズが必要となる。しかも明るいことが同時に要求され、大形レンズが使われる。

(2) 雲 台

フリクション形、クレードル形、カム形等種類があるが、カメラ用には、最近カム形が殆んど使用されている。FPUのアライン用としては構造的に簡単なフリクション形が使用される。カムヘッドは構造的にやや複雑ではあるが、チルト(前後回転)方向でどの角度においても常にバランスがとれ、また回転角も大きく(±50°)、カメラワークにとって非常に優れている。

写真3 三脚とタイヤドリー (いずれも折畳式)

写真4 エレベーター付ドリー

るので、スタジオ同様使用されている。

(3) 三脚、ドリー

スタジオでは移動が非常にスムーズにできるカメラペダスタルが使用されるが、中継では架台として折畳式で約70 cm脚が伸縮できる三脚が使用される。またカメラの連続的な動きを必要とするとき、あるいは早いカメラポジションの転換を必要とするとき、三脚と組合せて使用される折畳式のトライポッドドリーがある。ドリーにも車の部分をタイヤにして凸凹の所や、芝の上でもスムーズに移動できるようにしたものもある。いずれも折畳式で軽く出来ているので、持ち運び易くなっている。

(4) エレベーター付ドリー

タイヤドリーに高さ調整用のエレベーターが付き、円形のハンドルを持ち、使い勝手を多少カメラペダスタルに近づけたもので、持ち運びが便利のように

足の部分が取りはずせるようになっている。

(5) ハイハット

雲台と三脚等の間にはさみカメラ位置を高くするとき使用する。固定ハットと、30 cm位高さ調整のできる可動ハットがある。

3. マイクロ波伝送技術⁸⁾

中継現場より局または基地まで映像および音声信号を伝送するのに、一般にマイクロ波伝送が行われる。テレビ中継に使用できるマイクロ波周波数は表2の通りで、A～Eバンドの5バンド50波が割当てられている。このうち、移動局として使用できるのは、B～Eバンドである。AバンドはSTL (Studio Transmitter Line) 等の固定回線用である。このうちB、Cバンドは装置が割小形にでき、空間での伝搬損失が比較的少ないため長距離伝送もできるので、大変使い易い周波帯として最も多く使われている。Aバンドは伝搬損失はB、Cに比較して少ないがアンテナ利得が小さいため、FPUとしては不利である。D、Eバンドについては、伝搬損失が大きく、さらに雨による影響が大きい。通常フェージングマージンを20～40 dBとすると使用限界は10～15 kmとなる。

表2 テレビ中継用周波数

バンド	チャンネル	周波数 (MHz)	周波数間隔 (MHz)
A	1	3,510	20
	6	～3,610	
B	1	6,438	24
	6	～6,558	
C	1	6,887.5	25
	10	～7,112.5	
D	1	10,562.5	25
	6	～10,687.5	
E	1	12,712.5	25
	20	～13,237.5

写真5 FPU (7 GHz 帯) の進行波管形 (5 W) とミニ FPU (1 W)

3.1 FPU 送信装置

近年トランジスタ技術の進歩により、FPU 装置の固体化が進み、進行波管形に置き換えられるようになった。殊に GaAs FET の開発で、小形化、軽量化、高出力化が達成され、B、C バンドで 5 W、D バンドで 3 W、E バンドで 1 W の出力が得られている。超小形 FPU も開発されるようになり、その運用性を大いに高めている。

3.2 FPU 受信装置

マイクロ波は外部雑音が割合に少ないのが特徴で、受信による S/N は受信機内部の雑音によって左右される。そのため、受信機の雑音指数 (NF) は系全体の S/N を左右することになり、マイクロ波の最大到達距離を決定づける。前述の通り GaAs FET と周辺デバイスの開発により、送信装置同様小形、軽量で、高 S/N の受信機が開発されている。7 GHz で NF 4 dB、10 GHz で NF 5 dB が得られている。

3.3 アンテナ

(1) パラボラアンテナ

マイクロ波アンテナには 1 次輻射器と組合せてパラボラアンテナが使用される。1 次輻射器の先端のスリットから放射された電波はパラボラ面で反射され、ビーム状に前方に放射される。その放射の半値角 (3 dB 低下幅) はパラボラアンテナの開口径によって左右され、開口径が大きいほど指向性の鋭い高利得アンテナが得られる。

(2) 電磁ホーン

パラボラアンテナと同利得を得るには大形となる。低利得でも指向性を広くとりたい時、例えば移動中継車からの伝送あるいはヘリコプターからの伝送等に利用される。

表 3 パラボラアンテナの利得と電力半値角

パラボラ直径	6.5GHz		7GHz		10GHz		13GHz	
	利得 (dB)	半値角 (度)	利得 (dB)	半値角 (度)	利得 (dB)	半値角 (度)	利得 (dB)	半値角 (度)
0.3m	23	10.8	24	9.7	27	6.4	29	5.3
0.6m	29	5.4	30	4.8	33	3.2	35	2.6
1.2m	35	2.7	36	2.4	39	1.6	41	1.3
1.8m	38	1.8	39	1.6	42	1.05	44	0.9

図 2 パラボラアンテナと電磁ホーン概念図

3.4 マイクロ波受信電力の計算による推定

(1) パラボラアンテナの利得 G_i

$$G_i = 10 \log \left(\frac{4\pi A}{\lambda^2} \eta \right)$$

$$= 48 + 20 \log D(\text{m}) - 20 \log \lambda(\text{cm})$$

A : 反射器の断面積 (m^2),
 D : 反射器の直径 (m)
 η : アンテナ能率 (0.5~0.65),
 λ : 波長 (m)

$$\text{ビームの半値角: } \theta^\circ = 0.7 \frac{\lambda(\text{cm})}{D(\text{m})}$$

(2) 自由空間伝搬損失 Γ_0

電波をあらゆる方向へ一様に放射する仮想アンテナを等方向性アンテナというが、このアンテナによる送信電力と受信電力の比をとったものが自由空間損失である。

$$\Gamma_0 = 20 \log \frac{4\pi d(\text{m})}{\lambda(\text{m})} \quad (\text{dB})$$

$$= 32.4 + 20 \log d(\text{km}) + 20 \log f(\text{MHz}) \quad (\text{dB})$$

d : 送受信機間距離

(3) マイクロ波の受信電力 P_R

$$P_R = P_T + G_T + G_R - \Gamma_0 \quad (\text{dBm})$$

P_T : 送信機出力 (dBm, 1mW = 0 dBm)
 G_T : 送信アンテナ実効利得 (dB)
 G_R : 受信アンテナ実効利得 (dB)

(4) 受信電力と映像信号の S/N

マイクロ波のノイズが映像に混入する許容限界は、40 dB といわれている。マイクロ波ノイズ N は、

$$N = KTBf(\text{W}) = 1.37 \times 10^{-16} \times 293 \times 30 \times 10^6 \times 3$$

$$\approx 3.6 \times 10^{-13} (\text{W}) \approx 94.4 (\text{dBm})$$

$$K: \text{ボルツマン定数} = 1.37 \times 10^{-16} \text{erg/K}, T =$$

図 3 自由空間伝搬損失 Γ_0 (dB)

293 K,

B:受信機の実効帯域幅=30 MHz,

F:雑音指数=3

したがって、最低必要な受信電力は、 $94.4-40=54.4$ dBm. これにFM変調による、FM改善度約9 dBmを加えると約-63 dBmとなる。

マイクロ波の受信電力の計算結果-63 dBmに達しない場合、送信機または受信機あるいはその両方のアンテナをより大きいものに変えたり、より出力の大きい送信機にする等、対策が必要である。

3.5 マイクロ波伝搬

マイクロ回線は見通し内距離に設定するのが基本である。自由空間内でのマイクロ波の伝搬上の推定は前節の計算でできる。しかし実際回線ルートを設定する場合は、完全に自由空間内で扱うことはできない場合がほとんどと考えられる。回線ルートにおけるさまざまな環境は、電波伝搬上に大きな影響をもたらす。

(1) フレネルゾーンの障害物の影響

自由空間内ではマイクロ波は直接送信点から受信点に達する成分と、回折して到達する成分があり、この2つが受信点で合成される。つまり電波は送受間をあるふくらみをもって伝搬するが、このふくらみの部分をフレネルゾーンという。

フレネルゾーンはそのパスの長さによって、直接波と位相が変わって来るが、直接波との行程差が $\lambda/2$ 以内の回折波の領域を第1フレネルゾーンという。回折波のふくらみの大きさは送受信点の中間で最大となり、その最大半径 r は、

$$r = \sqrt{d\lambda/2} \quad d(\text{m}): \text{送受間距離}, \lambda(\text{m}): \text{波長}$$

である。第1フレネルゾーン内に建物等電波伝搬の障害物がない場合は、自由空間伝搬とみなしてよいが、このゾーン内に障害物のある場合、受信電界強度は減少し、また反射波等の発生をとめない、画質の劣化をもたらす。

(2) 反射波やマルチパスによる影響

地面、建物、海面等によって電波が反射され受信点に到達した場合、直接波とこの反射波が合成され受信電界強度を変化させる。また反射波と直接波の合成は、画像のDG・DP特性を劣化させ画

図4 第1フレネルゾーン

質の悪化をもたらす。反射波が海上伝搬の時、海面水位の変化によりフェージングを起こす。

(3) 気象現象の変化による影響

大気は海拔高が高くなるほど希薄となる。そのためマイクロ波は回折により下方へ屈折する。そのためある程度弧を描くこととなるが、その半径は日本の緯度地域で地球半径の約4倍といわれている。これは標準状態での値で、気圧の変化により変化し、フェージングの大きな原因となる。その他の気象現象として雨、雪、霧、スモッグ等があり、これらは電波の吸収や散乱をもたらす。フェージングをもたらす。これらの影響は使用マイクロ波の波長が短いほど、伝搬距離が長いほど受け易い。

3.6 マイクロ回線ルートの設定

前節でふれた事項を念頭に置き、回線ルートを設定する必要がある。

(1) マイクロプロファイル図の作成

前述の通り、大気の屈折率は高さとともに、少しずつ減少し電波は下方に曲げられる。そのためマイクロ波の直進のみで考えていたよりも遠方まで届く。しかしマイクロ波の曲線で見透図を作製することはむずかしい。電波は直進すると仮定し、地球半径を等価的に3/4(等価地球半径係数)だけ大きくしたもので、山岳等の標高差を描けるようにした図である。これによりルート上の設定ができる。

(2) 多段中継

都市内の高層建築物や遠距離中継のため見通しがきかない場合、中継点をふやす必要がある。2段でもむずかしい場合は3段にと、段数がふえる。その場合、中間点は受信波の周波数と異なった周波数で次の基地へ伝送する必要がある。送信機と受信機を遮蔽し、さ

図5 マイクロ波の見透図

らに偏波面を変えて、送信波が受信機に廻り込まないようにして同一周波数で送信する場合もある。

4. UHF 帯 FPU の利用

770～830 MHz の UHF 帯が FPU として割り当てられている。占有周波数帯域は 10 MHz で狭い。そのため映像伝送のみに利用されるようになっている。見通し外での伝搬が良く、ヘリコプター、自動車等、移動撮影時の伝送に大変有効である。ヘリコプターを 2 段中継点とする時のアップリンク用として、またマラソン中継等での移動しながらの伝送路として有効である。

アンテナはヘリカルアンテナによる円偏波利用が一般的だが、ヘリコプター側での受信等にホイップアンテナが使用される場合もある。

地上での移動中継に使用する場合、反射波の影響が大きいため、クロマ変動が大きく、受信点ではクロマの AGC 回路を挿入して使用される。

5. ENG 取材技術⁹⁾

近年、ハンディーカメラとポータブル VTR の小形軽量・低消費電力化が進み、ENG システムによる取材が大変容易となり、従来のフィルム取材のほとんどが ENG 取材にかわってきている。以下、ENG の主要機器と主な取材形態について述べる。

5.1 ENG の主要機器

(1) ハンディーカメラ

ハンディーカメラには 1 パック形 (1 ピース形) とカメラヘッドとバックパックで構成された 2 パック形とあるが、小形化技術が進んだ現在 1 パック形がほとんどである。

(a) 撮像管 ハンディーカメラには単管、2 管、3 管式等があるが、現在実用的でなおかつ高画質の得られるものとして、2/3 インチのプランビコンまたはサチコンの 3 管式で高能率のプリズム分光方式を採用している。

(b) 高 S/N 化 NF の良い FET を採用したプリアンプで S/N を改善し、実用感度を上げている。

(c) 自動制御機能 オートホワイト/ブラックバランス、オートアイリスコントロール、オートマチックビームオブチマイザー (ABO) 等を内蔵し、また立上り性能を良くし、調整時間の短縮をはかり、ENG 取材がいつでも容易にできるようにしている。

(d) 電源 DC 電圧は 12 V のものがほとんどで、自動車のバッテリーの使用も容易である。低消費

電力化が進み、通常 20～30 W である。

(e) その他 操作性、安定性、耐環境性、電波かぶりの影響等、ますます改善されている。

最近、単管式のカメラもかなり実用レベルに達してきており、ニュース報道取材用に利用され始めている。

(2) ポータブル VTR

ポータブル VTR として現在、1/2、3/4 および 1 インチ形の 3 つのタイプがある。以前は 2 インチ形のものもあったが、現在国内では使用されていない。上記 3 つのタイプのものは、いずれも回転 2 ヘッドのヘリカルスキャン方式の VTR がある。この中でも特に 3/4 インチの U マチックカセット VTR は、操作性、機動性、運用コスト面、また比較的に耐環境性能も良い点から、現在最も多用されている。1/2 インチ VTR は、画質改善が待たれる。一方、1 インチ VTR は高画質が特に要求される時に使用されるケースが多い。機動性、運用コストの面であまり多用されていない。

(3) VTR 一体形カメラ

近年、カメラと VTR が一体化されたビデオインカメラ等の開発が進められ、実用化に近いところまで近づいている。従来 ENG 取材をフィルム取材の手軽さに近づけるべく常に努力がされてきた。高画質優先形と機動優先形と 2 通りの形が考えられる。

(4) その他の ENG 機材

(a) オーディオ関係 バッテリーで長時間使用できるミキサー (リミッター、コンプレッサー内蔵)、マイク、ラジオマイク。

(b) 照明関係 AC、バッテリーの両用ができ、小形でフィルターの着脱が容易な器具。

(c) カメラ、VTR、その他の機器のバッテリーチャージャー。

6. あ と が き

今回この講座で、中継機器 (材)、マイクロ波伝送技術、ENG 取材技術の概略を記述したが、まだまだ記述しきれない部分が大半といえよう。光伝送技術として光ファイバー伝送装置、光 FPU 装置、その他、連絡技術としての電話システム、また VHF や UHF による連絡用無線機についてはふれない。またマイクロ波伝送技術、ENG 取材技術についても、そのほんの一部しかふれられなかったことをお断わりしておく。

〔参 考 文 献〕

- 1) 彦坂、折出：機動性を向上させたカラー移動撮像車、放送

- 技術, 27, 4 (1974)
- 2) 水田, 松村: テレビ中継を主体とした音声の中継車, 放送技術, 33, 11 (1980)
堀江: 音楽収音に適した, 新 R-1 号録音中継車, 放送技術 33, 11 (1980)
 - 3) 特集ポータブルスイッチャ, 放送技術, 33, 3 (1980)
 - 4) 松本: 海中における撮像技術, テレビ誌, 35, 2 (1981)
フジ TV 技術局: 水中撮像の諸問題と対策, 放送技術, 28, 7 (1975)
田中: テレビ中継番組制作機器, テレビ制作テクニク, 4 (1979)
 - 5) 瀬尾, 石田, 山崎, 野村, 室井: NHK におけるヘリコプターからのテレビ中継, 放送技術, 28, 12 (1974) 59
川崎, 藤井, 布施, 久徳: ヘリコプターアンテナ自動追尾システム, 放送技術, 28, 2 (1974) 67
坂井: ヘリコプター追尾用アンテナと中継システム, 放送技術, 28, 2 (1974) 75
 - 6) 笠井, 福島, 加納: ヘリコプター・カラーカメラ用防振台, NHK 技術研究, 23, 2 (1971)
Juan de La Cierva: THE DYNALENS, ダイナサイエンス社
T. N. Leavitt: A Stable Platform for Remote Sensing, Canadian Aero-Nautics and Space Journal, 12 (1971)
毛利: ウェスカム・カメラスタビライザーの紹介, テレビ学会技術報告, 10 (1980)
田中: テレビ中継番組制作機器, テレビ制作テクニクス, 4 (1979) 113
 - 7) 金田: 同軸ケーブルによる双方向多重伝送装置, 放送技術, 28, 12 (1975) 82
 - 8) 野路: マイクロ波中継装置, テレビ誌, 35, 4 (1981) 50
隠岐, 佐伯, 天野: FET を用いたマイクロ波増幅器, 放送技術, 30, 6 (1977) 111
若杉: マイクロ波中継の実際, 放送技術, 22, 7 (1969) 115
 - 9) 遠藤: ENG システムとその運用, 日本民間放送連盟, 11 (1980)