放送における周波数有効利用技術

正会員 福 地 一[†], 正会員 都 竹 愛一郎[†]

近年、通信・放送分野のみならず、電波測位・航法、リモートセンシング、産業等、多くの分野での電波利用が進み、周波数の有効利用がますます重要となっている。放送分野では、その技術の歴史が、周波数有効利用技術の歴史ともいえる。ここでは放送分野での周波数有効利用の例を紹介するとともに、新周波数帯の開拓に関する話題を紹介する。

1. ま え が き

「母さんは、よなべをして手袋編んでくれた・・・」。結婚披露宴でのクライマックス、花束贈呈でのバックグラウンドミュージックの定番である。「うたごえ運動」の中で昭和33年にヒットしたこの「かあさんの歌」は、貧農と思われる母親が編んでくれた手袋、「おまえも頑張れよ」という励ましの言葉への代償として「・・・せめてラジオ聞かせたい。」と唄っている。

この歌に象徴されるように、大正14年、AMラジオから始まった我が国の放送は、時には為政者の政策遂行の道具、時には悲しみにうちひしがれている人々へ勇氣と希望を与えるニュース、メロディを伝える道具といった時代を経て、ラジオからテレビへと発展してきた。そして、現在に至るまで放送は、人々の最も身近な情報源として、娯楽はもとより教養や教育の普及など、その役割を増大させてきた。

さらに最近では、東欧革命、湾岸戦争等の国際舞台において放送電波の果たした役割が記憶に新しいところである。このように、移動通信、衛星通信等の技術発展に支えられた近年の放送は、従来の役割に加え、国際政治、国際社会へ大きく影響を与えるメディアとして、その重要度を増してきている¹⁾²⁾。

その放送の機能も、放送するための電波資源、すなわち周波数の確保が前提となる。しかし近年、電波は

通信・放送分野のみならず、電波測位・航法、リモートセンシング、産業等、多くの分野での利用が進み、各分野いずれも新しい電波資源の獲得に困難を極めていく。したがって、放送においても、放送法に基づく放送普及基本計画³⁾の実施および放送サービスの高度化のために、放送用既存周波数帯の有効利用、新たな周波数資源の開拓がますます重要となっている。放送、特にテレビ放送の技術の歴史は、周波数有効利用技術の歴史ともいえる。以下、放送分野での周波数有効利用技術の例を紹介するとともに、新周波数帯の開拓に関する話題を紹介する。

2. 無線局数の増大

周波数の逼迫状況を通信・放送無線局の増大を例として示してみる。図1は、放送局を含む無線局数の推移を年度毎に示したものである。この図からわかるように、近年の無線局数の増大は著しく、特に移動通信への需要の増大とその技術の進展に支えられた陸上移

図1 無線局数の推移

[†] 郵政省 通信総合研究所 総合通信部放送技術研究室
 “Broadcasting Technologies for Effective Utilization of the Radio Spectrum” by Hajime Fukuchi and Aiichiro Tsuzuku
 (Broadcasting Technology Section, Telecommunications Division, Communications Research Laboratory, MPT, Tokyo)

図2 放送局数の推移

動局の飛躍的な増大がその理由といえる。この陸上移動通信の需要は、今後もますます増大することが予想されている。

図2は、放送局数（ただし、試験局および衛星放送関連局を含まない）の推移を示したものである。この図から、1980年にはテレビ放送が放送局数のほとんどを占めていたが、テレビ音声多重放送、テレビ文字多重放送の開始等に伴って、放送局数が飛躍的に増大してきていることがわかる。ただし、これらの多重放送は後にも触れるが、テレビ放送の周波数帯域内で放送されるものである。現在、全国でテレビ放送局は約14000局、FM放送局は約700局ある。放送普及基本計画ではテレビ放送について日本全国での民放4局化等をうたっているが、これを実現するためには放送局を増やす必要がある。しかし、中継等に使えるチャンネル数が足りないため、新しい局の置局、既存局の増力には困難を極めているのが現状である。また、現在のFM放送は県域放送を基本としているが、地域に密着したきめ細かい地域情報を提供することを目的とするコミュニティ放送⁴⁾が制度化されたことにより、今後、FM放送局数の増大が予想される。

表1に、我が国の地上放送に割り当てられている周波数帯および帯域を示す⁵⁾。このように地上放送では、当然ながら、伝送する情報量の多さからテレビ放送のためにVHF/UHF帯に比較的広い帯域が割り当てられている。このVHF/UHF帯は移動通信にも適しているため、移動通信への飛躍的な需要の増大を背景に、遠い将来での周波数の合理的再編成を主張する意見もある⁶⁾。また、過去には同様の主旨でVHF帯のテレビ放送をUHF帯放送へ移行することが議論された⁷⁾。しかし、放送用周波数の変更は多くの視聴者へ影響を及ぼすこと等から、慎重かつ十分な議論が必要であろう。とはいうものの、移動通信分野での狭帯域化努力に代表されるように、通信分野では様々な周

表1 日本の地上放送の周波数帯および帯域幅

放送業務		帯域幅	周波数帯
中波放送		1080 kHz	526.5～1606.5 kHz
短波放送		計 3130 kHz	5.95 から 26.1 MHz の間 9 バンド
FM 放送		14000 kHz	76～90 MHz
テレビ放送	VHF 放送	計 70000 kHz	90 から 222 MHz の間 2 バンド
	UHF 放送	300000 kHz	470～770 MHz
	SHF 放送	108000 kHz	12.092～12.2 GHz

波数有効利用技術の開発が精力的に実施されている。放送分野においても、いっそう周波数の効率的利用を図りつつ社会に求められる放送サービスを提供することが重要である。

3. 放送技術の歴史は周波数有効利用の歴史

我が国のテレビ放送は迂余曲折を経て帯域6MHzで開始された。この6MHzという帯域は誰がいつ頃定めたのだろうか？6MHzでのテレビ放送は、米国において1936年に連邦通信委員会(FCC)が認可した白黒テレビの実験放送チャンネルに端を発しているようである⁸⁾⁹⁾。これ以降の1941年には水平走査線数525本の白黒方式、1953年には白黒方式とコンパチビリティをもたせたカラー方式が米国NTSC方式として標準化された。これらの標準化では、いずれも最終的には周波数帯域は6MHzのままでなされている。この背景には、当時における使用周波数の逼迫という問題があったようである¹⁰⁾。

この1950年前半のカラー方式の技術は、白黒方式に比べ高々1/3のアナログ方式情報圧縮であるともいえる。しかし、CCIR勧告601¹¹⁾によれば、カラーテレビスタジオ信号の情報伝送速度は216Mb/sとされている。もちろん、このスタジオ品質の伝送ができたわけではないが、多量の情報を含むカラーテレビ放送を白黒方式との間にコンパチビリティを持たせつつ実現したという事実から、カラーテレビを6MHzで伝送する当時の技術が相当高度なものであったことがうかがわれる。これを可能にしたのは、よく知られている周波数インターリーブであるが、この手法はすでに1929年に米国で開発されている⁸⁾。このように、戦争中という苛酷な時代にあっても、周波数有効利用を優先させたカラーテレビ方式を世界に先駆けて開発した当時の米国のテレビ技術は賞賛に値する。

単発的ではあったが、日本も世界を驚嘆させる周波

数有効利用テレビ伝送を行っている。それは1964年、様々な制約のもとで狭帯域での国際テレビ中継をせざるを得なかった東京オリンピック宇宙中継計画のなかで2ヵ月間で開発された¹²⁾。この中継では、米国のシンコム3号衛星の電話回線用の帯域13.4 MHzの中継器で、FM変調されたテレビ信号が十分な品質で伝送された。この中継のために以下の技術が開発・使用された¹³⁾。

- ・「飛び越しフィールド式帯域圧縮技術」
- ・「正極同期ノンリニアエンファシス方式」

ところで、我が国で放送における周波数有効利用が意識されたのはいつ頃であろうか？ テレビジョンのれい明期、1933年に発行された無線工学講座「テレビジョン」には「テレビジョン用として、最も適当せる搬送波は、波長10 m以下程度の超短波とせられている」と書かれている¹⁴⁾。また、世界各国での実験でも超短波で実施されてきたことから、テレビ放送は通信等でも利用が進んでいるVHF/UHF帯で行われることとなった。そして、情報圧縮に努力したとはいえ、通信に比べテレビ放送は広帯域を必要とするため、必然的に実用化当初から周波数有効利用が叫ばれてきた。我が国でテレビ放送が開始されたのは1953年であるが、1950年代半ばに発行されたテレビに関するテキストでは¹⁵⁾¹⁶⁾、すでに周波数帯域幅の圧縮や高品質化に関する記述があり、以下の原理に基づく周波数有効利用技術が紹介されている。

- ・周波数軸上の情報圧縮
- ・時間軸上の情報圧縮
- ・デジタル符号化

これらの原理は、以下に述べる現在の周波数有効利用技術の原理と基本的には違いがない。また、周波数軸上での情報圧縮の手法として、周波数成分を低域と高域とに分けて処理する、サブバンド符号化の概念に似た方式も提案されている。さらに文献15)の特集の中には「6 MHzのNTSCカラー方式ではその品位が不十分で近い将来に飽きを感じずることを危惧する」という記述のある論文¹⁷⁾も見られ、EDTVへの流れを予想しているともとられるところが興味深い。

4. 放送メディアの高度化と周波数有効利用

放送メディアの高度化のベクトルは大きく分けて、サービスの高品質化およびサービスの多様化の2つがある¹⁸⁾。表2に、放送メディア毎にそれぞれのベクトルに沿った放送サービス高度化例を示す。これらサービスの高度化に伴って付加価値分の送信情報が増えるため、一般的には放送に必要な周波数帯域は増大す

表2 放送メディアのサービス高度化の例

サービスの高品質化	放送メディア	サービスの多様化
・中波ステレオ放送	中波放送	・緊急警報放送 ・番組識別放送
・FMステレオ放送	FM放送	・FM多重放送 ・緊急警報放送 ・番組識別放送
・音声多重放送(ステレオ) ・EDTV	テレビ放送	・音声多重放送(2ヵ国語等) ・文字多重放送 ・テレビファクシミリ放送 ・緊急警報放送 ・番組識別放送
・デジタル音声放送 ・ハイビジョン放送	衛星放送	・データ放送 ・ISDB ・有料放送

表3 周波数有効利用手段とその適用例

分類	周波数有効利用手段	適用例
ベースバンド領域	情報圧縮 ¹⁹⁾	・ハイビジョン放送(MUSE) ²⁰⁾ ・デジタルテレビ放送(検討中) ^{21)~23)} ・移動体向け高品質音声放送 ²⁴⁾ (検討中)
	多重 ²⁵⁾ (周波数軸, 時間軸, 3次元周波数空間) ²⁶⁾²⁷⁾	・FMステレオ放送 ²⁸⁾ ・文字多重放送 ²⁵⁾²⁹⁾ ・音声多重放送 ²⁸⁾ ・FM多重放送 ²⁹⁾ ・番組識別・緊急警報放送 ²⁵⁾²⁹⁾ ・テレビファクシミリ放送 ²⁹⁾³⁰⁾ ・EDTV ³¹⁾ ・ISDB, データ放送(検討中) ²⁹⁾
変調領域	狭帯域変調	・テレビ放送(VSB-AM) ・短波SSB放送(検討中) ³²⁾
	高能率デジタル変調	・デジタル音声放送 ²⁵⁾²⁹⁾³³⁾ ・ISDB, データ放送(検討中) ²⁹⁾ ・デジタルテレビ放送(検討中) ^{21)~23)} ・移動体向け高品質音声放送(検討中) ²⁴⁾
電波領域	直交変調, 二重変調	・中波ステレオ放送 ²⁵⁾²⁸⁾³⁴⁾
	周波数オフセット ³⁵⁾³⁶⁾	・テレビジョン放送
	同期放送 ³⁷⁾³⁸⁾	・テレビジョン放送 ・FM放送(検討中) ・中波放送
	交差偏波の利用	・テレビジョン放送 ・FM放送

る。しかし、いずれも周波数の有効利用の立場からチャンネル帯域を増やさずにこれらの放送サービス高度化を実現することとしている。これらに使われている周波数の有効利用の手段とその適用例を表3に示す。

ここでは、周波数の有効利用の手段を大きく、ベースバンド領域、変調領域、電波領域での工夫に分けて

いる。さらに、ベースバンド領域では伝送情報の冗長部分を削減する情報圧縮による方法、周波数-時間空間での隙間を利用した多重による方法がある。変調領域では、限られた帯域で多くの情報を伝送する狭帯域変調方式、一般的に小電力化が可能で干渉にも強いデジタル変調方式、直交するキャリアに独立な変調を行う直交変調方式、またはキャリアの振幅と位相に情報を乗せる二重変調方式が挙げられる。電波領域では、テレビ放送で妨害の出方を目立たなくさせ、混信保護比を楽にするために、2局間の周波数を10 kHz ずらす周波数オフセット方式、さらに精密に2局以上の周波数を同一にする同期放送方式、直交する2つの偏波を用いて混信を防ぐ方式が挙げられる。このうち周波数オフセット方式は、周波数偏差を±1 kHz とする普通オフセットが1954年から、周波数を10.01 kHz ずらし、その周波数偏差を±2.5 Hz とする精密オフセットが1960年から導入されている。また同期放送は1987年に導入された。

それぞれの方式の詳しい原理や放送への具体的適用例については、それぞれの参考文献に譲ることとするが、これらのうち、同期放送とEDTVについて5章でその概要を述べる。

5. 放送における周波数有効利用の例

5.1 同期放送³⁷⁾³⁸⁾

同期放送とは、図3の概念図に示すように、サービスエリアの隣接する2局以上の放送局で全く同一のプログラムを同一の周波数で放送することによって、周波数の有効利用を図る手段である。現在、我が国ではテレビ同期放送と中波同期放送が行われており、FM同期放送についてもその実施を検討中である。

以下に、それぞれの概要について述べる。

(1) テレビ同期放送³⁷⁾³⁸⁾

1953年に我が国でテレビ放送が開始されて以来、郵政省では辺地難視聴地域の解消と受信チャンネル数増加の政策を進めてきた。その結果、85%近くの世帯

でNHK 2チャンネル、民放4チャンネル以上が受信可能となった。また、辺地難視聴世帯も1%程度に減少した。これらは、中継放送局のきめ細かな置局によって実現したものであり、その際テレビチャンネルの有効利用を図るオフセットキャリア方式が利用された。しかし、地上テレビ放送に割当てられた62チャンネルを使って14,000局以上が放送している現状では、オフセットキャリア方式を使用してこれ以上の置局を行うことが、次第に困難になってきている。そこで、テレビチャンネルの有効利用を図る新しい方法として、テレビ同期放送方式の検討が開始された。

テレビ同期放送は、混信妨害の生ずる恐れのある2つ以上の放送局の搬送波を正確に同じ周波数に合わせて放送することにより、同一チャンネルの混信妨害を軽減させる方式で、現行のオフセットキャリア方式に比べオフセット関係の制限がないため、同一チャンネルの効率的利用を図ることができる。

隣接するサービスエリアに同一チャンネルを割り当てると、周波数管理をしない場合の干渉がビート縞になるのに対して、完全に周波数を一致させるとゴーストとなる。この場合、2局間に僅かでも周波数差や位相変動があるとフラッタ性ゴーストになり、主観的な妨害度が大きくなる。このために、2局間の周波数差、位相変動量、DU比、遅延時間差、中心位相に対する妨害を実験により調査し、周波数差や位相変動を低減する技術が開発されている。

搬送波周波数を精密に合わせる方法として、以下の方式がある。

- ① 独立同期方式：同期放送を行う局が高安定な基準発振器を持ち、これに同期させて搬送波周波数を得る方式である。参照信号の位相変動に関係なく安定な基準信号が得られることや、置局計画に自由度がある点で有利な方式であるが、妨害局との間で原理的に周波数差を生ずる欠点がある。仮りに0.2 Hzの周波数差まで許容されるとすると、1局あたりの周波数偏差は0.1 Hz以内とな

図3 同期放送の概念図

り、基準発振器の周波数安定度は62 ch (770 MHz) の場合、 1.3×10^{-10} が必要となる。このような周波数安定度を持つものとしてルビジウム (Rb) 原子発振器があり、最近では比較的安価に入手可能となってきた。

- ② 従属同期方式：同期放送を行う局が親局の参照信号（映像搬送波またはカラー副搬送周波数）に同期させて、搬送波周波数を得る方式である。希望局と妨害局の搬送波周波数が全く同一となる点で有利な方式であるが、親局参照信号に含まれる位相変動の影響を受ける欠点がある。

テレビ同期放送は昭和62年に千葉県東金市でNHKの東金テレビ中継局が新たに開局し、既設の上総大原局との間で同期化を行っている。これらの中継局では、Rb原子発振器を利用した独立同期方式を採用している。

(2) 中波同期放送³⁸⁾

中波放送の電波は、テレビ放送 (VHF・UHF) に比べてかなり遠距離まで伝搬するため、新たな周波数の割り当てが難しく、周波数不足が深刻化していた。このため中波同期放送は、テレビ同期放送より一足早く実用化された。また、中波放送は車で移動しながら聞く人が多く、隣接したサービスエリアで同一の周波数を使って放送すれば、エリアを越えて移動受信する場合でもチャンネルを変えなくても済むというメリットも生まれた。

中波放送における同期放送は、周波数差0.1~0.01 Hzの精密同一周波数放送（独立同期方式）と、周波数が全く等しい完全同一周波数放送（従属同期方式）がある。それぞれの同期方式は、テレビの同期方式とよく似ている。従属同期の方法は、親局で同期用パイロット信号を音声に重畳しSTLで伝送し、子局でその同期パイロット信号を抽出し搬送波を発生している。

中波放送においても、近距離に同期局を配置すると大きな干渉が起こる。この干渉は両局の電界強度が等しい地点（等電界地帯、干渉ゾーンともいう）で最も大きくなる。周波数差のない完全同期の場合は、干渉地点が固定され安定した状態で分布し、受信者の工夫により良好に受信できる場所を選択すれば問題ない。精密同一周波数放送の場合は、ゆっくりとした周期的なフェージングが発生する。カーラジオの場合、ほとんどがホイップアンテナを使用しているため、干渉により垂直電界の低いところでは、SN比が劣化する。しかし、場所を1mも移動すればこの不感点を避けることができる。仮りに周波数を1500 kHzとすると、干渉による低電界地域は $1/2\lambda(100\text{ m})$ 毎に発生す

るが、受信レベルの低下を感じる点は1~2mだけであり、実用上問題はない。

初期の中波同期放送は、周波数の同期技術の問題と干渉ゾーンの固定化に対する懸念から、精密同一周波数方式であったが、現在では完全同一周波数方式が主流となっている。

(3) FM同期放送³⁸⁾

近年、FM放送は車内等の移動環境で多く受信されるようになった。その結果、高速道路走行時等に受信している時、県域のサービスエリアを越える時に再チューニングを行う不便さが顕在化してきた。また、前述のコミュニティ放送制度⁴⁾の導入により、より多くのFM局を用意する必要が出てきた。このような問題に対処するため、FM放送にも同期放送を導入し、利便性を図ると同時に周波数の有効利用を図ることが考えられている。FM同期放送は、テレビの音声はFMであるので、原理的にはテレビ同期放送と同じである。現在、郵政省内に調査研究会が設けられており、同期放送を行った場合の音質の劣化について、主観評価を含む室内実験が実施されている他、屋外での走行受信実験も計画されている。

5.2 EDTV (クリアビジョン)³¹⁾³⁹⁾

現行NTSC方式の問題点として以下の点が挙げられる。

- ① 近年のカメラおよびCRT技術の進展に伴って、それらの電子ビームを細くすることが可能となり、解像度等の改善が見られるようになった反面、インタレース妨害がフリッカ、ちらつきとして目立つようになってきた。この影響は、大型CRT、高輝度CRTの普及に伴って大きな問題となってきた。
- ② NTSC方式制定当初から問題となっていた輝度信号と色信号との相互干渉により生ずるクロスカラーやクロスルミナンス妨害。
- ③ ガンマ補正を送信側で行うことによる高彩度画像の解像度の低下。

これらに加えて、地上放送の問題点として特に都市部におけるゴースト障害が挙げられる。

現行テレビ放送と受信機および周波数帯域のコンパチビリティを保ちながら、これらの現行テレビ放送の問題を解決するとともに、さらに高品質化を推進するために、EDTVの開発が第1世代、第2世代とに分けて進められている。

(1) 第1世代 EDTV

第1世代EDTVは、アスペクト比を4:3としたままで画質改善を行うこととされた。審議は郵政省内

表 4 WARC-92 で合意された放送関連の周波数分配⁴⁰⁾

放送業務	割当周波数	備 考
短波放送 (HFBC)	計 790 kHz の拡張 (8 バンドの合計)	・ 拡張帯域では SSB で実施
音声衛星放送 (補完的地上再送信放送 業務を含む)	1452～1492 MHz (米国を除く世界各国) 2310～2360 MHz (米国, インド) 2535～2655 MHz (日本, 韓国等 12 カ国)	・ 1998年までにプラン化の主管庁 会議を開催 ・ VHF 帯での地上音声放送の研 究を CCIR に要請
広帯域 HDTV 衛星放送	21.4～22 GHz (第一および第三地域： 欧, ロシア, アフリカ, ア ジア, オセアニア) 17.3～17.8 GHz (第二地域：南北アメリカ)	・ 2007 年よりこの周波数帯での衛 星放送を本格的に導入可 ・ 12GHz帯のプランの柔軟化検討 を CCIR に要請

の協議会において 1985 年から、電気通信技術審議会において 1987 年から行われ、1989 年 3 月に答申が出された。その後、郵政省は関係省令の整備を行い、1989 年から実用化された。

ここで採用された技術の内容は、送信側における、

- ① テレビカメラの高品質化による垂直解像度等の改善。
- ② ガンマ補正の補償(送信側ガンマ補正に起因する高彩度画像での輝度信号劣化の補償)。
- ③ エンファシスの改善(輝度信号の低域成分の振幅に応じてエンファシスをかけ、画像暗部の鮮明度を高める)。
- ④ ゴースト除去用の基準信号の垂直帰線消去期間への多重。

と受信側における、

- ⑤ 動き適応型 3 次元 Y/C 分離によるクロスカラー、クロスルミナンス妨害の除去。
- ⑥ メモリーを利用した順次走査化によるインタレース妨害の除去。
- ⑦ ゴースト基準信号を用いたゴーストの除去。

である。

平成 3 年 12 月末現在、NHK および民放 112 社がこの第 1 世代 EDTV の放送を行っている。

(2) 第 2 世代 EDTV

第 2 世代 EDTV は、その改善目標の目安を以下のように設定して 1989 年 7 月から電気通信技術審議会 EDTV 委員会にて審議されている。

- ① 高画質化：テレビの縦、横それぞれ 1.4 倍程度の解像度 (第 1 世代の改善も含める)。
- ② ワイドアスペクト化：16:9 を想定。

③ 高音質化：PCM 音声程度。

EDTV 委員会は 1992 年 1 月に中間報告を行い、ワイドアスペクト化に伴う画像表示形式および信号伝送方式について、レターボックス形式を採用して検討を進める旨の報告が成されている。今後は、1992 年中に改善仕様の設定、1993 年中に暫定方式の決定、1994 年中に答申を行うという目標で審議を行うこととされている。

第 2 世代 EDTV の開発目標が、解像度の改善とワイドアスペクト化を同時に、しかも周波数帯域を変えずに行うことから、この審議の過程では周波数有効利用の観点から興味深い多くの技術が検討されていると思われる。ただし現在、審議会での検討も大詰めの段階であり、具体的に提案されている個々の技術例をここで紹介することは望ましくないとする。今後、暫定方式の決定あるいは最終答申の段階で、審議の過程も含め、提案された多くの周波数有効利用技術に関する紹介記事が本誌上で企画されることを期待する。

6. 新しい周波数の開拓

周波数の有効利用のためには、既存周波数の有効利用と同時に、新しい周波数の開拓が重要である。新しい周波数に関連して、世界の周波数分配を行う世界無線主管庁会議 (WARC) が 1992 年 2 月にスペインで開催された⁴⁰⁾。この会議において、表 4 に示す放送に関する周波数の割当が合意された。

短波放送では、合計 790 kHz の帯域幅の拡張が合意されたが、周波数有効利用の観点から拡張バンドは SSB のみとすることなどの条件がついている。

音声衛星放送に関しては、地上放送の検討も含め、

ヨーロッパ、カナダにおいて開発が先行しており、ヨーロッパ方式のデモンストレーションが各国で好評を博している⁴¹⁾。この方式の変調はQPSKを基本とするCOFDM (Coded Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 方式であり、マルチパス歪みに強く、同期放送が実施しやすい特徴を有している⁴²⁾。この方式の例として、1.5 MHzの帯域で6種類のステレオプログラムを多重し、しかも全国1つの周波数で中継する単一中継網 (SFN: Single Frequency Network) が紹介されている⁴¹⁾。もし、このSFN方式が有効であれば、全く同じ内容のプログラムを広い範囲に放送する場合には、現在よく使われている異なる周波数で中継を行う方式に比べて飛躍的な周波数有効利用が期待できる。このCOFDM方式は音声放送だけでなく、地上ディジタルテレビ放送の方式としてもヨーロッパ⁴³⁾、日本²³⁾で検討がなされている。

広帯域HDTV衛星放送は、スタジオ品質のHDTV信号を各家庭に直接衛星放送しようとするものである。この研究開発に関しては、現在、我が国において、21 GHz帯での衛星放送実験のミッションを搭載する通信放送技術衛星 (COMETS) が宇宙開発事業団および通信総合研究所により共同開発されている⁴⁴⁾。

COMETSは1997年初期に打ち上げられる予定であり、打ち上げ後、最適な符号化方式、変調方式、誤り対策、降雨減衰の補償技術等に関する検証実験が予定されている。

7. む す び

放送分野での周波数有効利用の歴史と現行放送サービスにおける周波数有効利用例について、その概要を述べた。この報告は、例えば通信分野での周波数ニーズの増大に対抗して放送用周波数を守るという立場で書かれているわけでは決していない。技術の進展により、通信も放送もそのサービスの形態が近づいて来ている。したがって、双方の分野でこれまで築き上げた種々の周波数有効利用技術を可能な限り相互に活用し、通信・放送サービスの高度化を図るべきであろう。

近年、米国においてはディジタル技術を最大限に活用し、周波数有効利用等の付加価値の大きな地上ディジタルテレビ放送の検討がなされている²²⁾。我が国も周波数の逼迫の度合いでは世界の中でも超一流と思われるため、放送の分野においても21世紀に向けて、我が国に適した周波数有効利用につながる放送方式の議論が必要である。少なくとも国際貢献も念頭において、関連する研究開発をあらかじめ推進しておく必要

があらう。

(1992年11月13日受付)

【参 考 文 献】

- 1) 渡辺: “テレビ国際報道”, 岩波書店, 岩波新書 206 (1992)
- 2) 朝日新聞社社会部編: “メディアの湾岸戦争”, 朝日新聞社, NDブックス (1991)
- 3) 郵政省編: “放送六法 (平成4年版)”, ぎょうせい (1992)
- 4) 浅見: “コミュニティ放送の制度化について”, 電波技術協会報, 165, pp. 1-6 (Mar. 1992)
- 5) テレビジョン学会編: “テレビジョン画像情報工学データブック”, オーム社 (1990)
- 6) 池上: “周波数の有効利用のためのアンテナ・伝搬研究の役割 —電波伝搬の役割—”, 平4信学秋期総全大, PB-1-4 (1992)
- 7) 志賀: “昭和テレビ放送史”, III. 8 節, 早川書房 (1990)
- 8) R. S. O'Brien and R. B. Monroe: “101 Years of Television Technology (Classic Reprint)”, SMPE J., 100, pp. 606-629 (Aug. 1991)
- 9) A. G. Jensen: “The Evolution of Modern Television (Classic Reprint)”, SMPTE J., 100, pp. 357-371 (May 1991)
- 10) 高柳: “テレビジョン”, 第10章, 昇龍堂書店 (1950)
- 11) CCIR Recommendation 601-2: “Encoding Parameters of Digital Television for Studios”, CCIR XVII Plenary Assembly, Dusseldorf (1990)
- 12) NHK編: “放送の五十年—昭和とともに—”, 第5章, 日本放送出版協会 (1977)
- 13) 鈴木: “特集 オリンピックのテレビ放送 衛星中継の設備と運用 —映像端局設備とその運用—”, テレビ誌, 19, 3, pp. 229-235 (Mar. 1965)
- 14) 高柳: “無線工学講座 第二巻 テレビジョン”, 第4章, 共立社書店 (1933)
- 15) “テレビジョン特集号”, 信学誌, 37, 4, pp. 201-275 (Apr. 1954)
- 16) 城見: “通信工学講座 14-C” テレビジョンの新技術”, 第4章, 共立出版 (1956)
- 17) 高柳: “テレビジョン特集号 カラー・テレビジョン方式”, 信学誌, 37, 4, pp. 216-220 (Apr. 1954)
- 18) 和久井: “エレクトロニクスがメディアを変える”, 第V章, 日本放送出版協会 (1987)
- 19) 安田編: “マルチメディア符号化の国際標準”, 丸善 (1991)
- 20) 二宮: “MUSE—ハイビジョン伝送方式”, 電子情報通信学会発行, コロナ社 (1990)
- 21) 福井, 安本: “欧米における次世代テレビ方式の動向”, テレビ誌, 46, 3, pp. 276-283 (Mar. 1992)
- 22) 田中: “アメリカにおけるATV各種提案方式”, 放送技術, 44, 1, pp. 119-126 (Jan. 1991)
- 23) NHK放送技術研究所: “平成4年技研公開講演会及び研究発表予稿集” (June 1992)
- 24) 郵政省: “平成3年度 移動体音声放送に関する調査研究会報告書” (1992)
- 25) 沢辺: “新しい放送技術”, 新オーム文庫, オーム社 (1989)
- 26) 吹抜: “TV画像の多次元信号処理”, 日刊工業新聞社 (1988)
- 27) M. A. Isnardi: “Exploring and Exploiting Subchannels in the NTSC Spectrum”, SMPTE J., 97, pp. 526-532 (July 1988)
- 28) 日本放送協会編: “放送方式”, 放送技術双書, 日本放送出版協会 (1983)
- 29) 石田編: “放送とニューメディア”, 丸善 (1992)
- 30) 伊藤: “ファクシミリ放送”, テレビ誌, 46, 1, pp. 40-48 (Jan. 1992)
- 31) クリアビジョン普及促進協議会編: “クリアビジョンハンドブック”, 兼六館出版 (1990)
- 32) 電気通信技術審議会諮問第61号: “短波放送の単側波方式に関する技術的条件” (May 1992)

- 33) 亀田：“通信衛星を利用した PCM 音声放送”，NHK 技研 R & D, 18, pp. 9-17 (Feb. 1992)
- 34) 海老沢, 長友：“中波ステレオ放送方式”，テレビ誌, 43, 7, pp. 684-691 (July 1989)
- 35) 郵政省編：“放送技術ポケットブック”，電気通信振興会 (1983)
- 36) S. Dinsel and E. Sipek：“Frequency Offset in Television—Theory and Application”，EBU Review-Technical, 210, pp. 64-71 (Apr. 1985)
- 37) 石川ほか：“小特集 テレビジョン同期放送方式の研究開発” 通総研季報, 37, 2, pp. 219-325 (Mar. 1991)
- 38) 郵政省：“FM 同期放送の技術的条件に関する調査研究報告書(中間報告)” (1992)
- 39) 河内, 杉浦：“最新の放送受信形態—これからの放送形態”，テレビ誌, 46, 4, pp. 383-386 (Apr. 1992)
- 40) 田中：“WARC-92 の結果概要について”，放送技術, 45, 9, pp. 897-900 (Sep. 1992)
- 41) Proceedings of the 1st Interantional Symposium on Digital Audio Broadcasting, Montreux, Switzerland (June 1992)
- 42) 福地：“移動体向け高品質デジタル音声放送について”，JAS コンファレンス予稿集, pp. 120-125 (Oct. 1992)

- 43) 上瀬, 中田：“ディジタルは偏西風に乗って—IBC'92 見聞記—”，放送技術, 45, 10, pp. 1052-1061 (Oct. 1992)
- 44) H. Fukuchi, et al.：“Advanced Satellite Broadcasting Experiment in the K-band Using Japan's R & D Satellite 'COMETS'”，Proceedings of 1991 Microwave Workshops and Exhibition (MWE'91 Tokyo), pp. 261-266 (Sep. 1991)

ふくち はじめ
福地 — 昭和 52 年，東北大学大学院修士課程修了。同年，郵政省通信総合研究所に入所。以後，衛星通信・放送の研究開発，ミリ波帯電波の伝搬に係わる研究等に従事。平成 4 年より，同所放送技術研究室室長。工学博士。正会員。

つづ あい ち ろ う
都竹愛一郎 昭和 56 年，名古屋大学大学院修士課程修了。同年，郵政省通信総合研究所に入所し，現在に至る。同期放送，衛星放送，ディジタル画像通信の研究に従事。正会員。

1993 年 4 月号「ディジタル放送の技術動向」特集予定目次

【ふ お か す】 雑 感	ATR 日裏泰弘
【特 集】 1. 放送の将来展望とディジタル技術	東 大 大越孝敬
2. 研究・開発動向	
2-1 わが国における動向	郵政省 西本修一・杉浦 誠
2-2 米国における動向	NHK 小幡伊和男・小野洋三
2-3 欧州における動向	フジテレビ 関 祥行・上瀬千春
2-4 国際規格の動向	NHK 西澤次次
3. 基盤技術	
3-1 映像信号圧縮符号化技術	愛知工大 沢田克敏
3-2 音声信号圧縮符号化技術	慶応大 小澤慎治
3-3 地上・衛星に適したエラー訂正技術と変復調技術	NHK 山田 幸
3-4 回線構成	KDD 小島敏郎
3-5 LSI	松下電器 青野邦年
4. 最近の符号化装置	
4-1 標準テレビ素材伝送装置	東 芝 佐々木信行, NHK 岡村浩志, ソニー 小島雄一
4-2 多重通信符号化システム“MUCCS 45”	KDD 松本修一・浜田高広
4-3 MUSE 信号用ディジタル伝送装置	NHK 今泉浩幸・本田正巳
4-4 ハイビジョン符号化装置	キャノン 鹿倉明祐, NHK 大塚吉道
5. 放送サービスイメージ	
5-1 放送のディジタル化	NHK 吉野武彦
5-2 民間放送の歩み	東京放送 谷田志津雄
5-3 ケーブルテレビの展望	日本通信機 原田守夫
5-4 通信衛星によるディジタル放送，同報システムの利用	日本通信衛星 橋本和彦・野村 勝
【講 座】 カラー画像工学の基礎と応用 (第 4 回)：写真における色再現	富士フィルム 大田 登
【技術解説 (規格特集) ④】 ディジタル素材伝送規格 (I)-CCIR 721 勧告	KDD 松本修一
【論 文】 DD (Deep Depletion) MOSFET および BCCD における狭チャンネル効果の定量的評価法	三菱電機 山本秀和・川島 光・浅井外寿・坪内夏朗
ハイブリッド変調方式中波ラジオ送信機の開発	NHK 中 尚・生若量久・宮崎徹郎
【会議レポート】 明日の放送と技術フォーラム	NHK 市来歳世彦
SMPTE Advanced Television and Electronic Imaging Conference	NHK 福井一夫