5. ファクシミリによる情報サービス

5-1 ファクシミリ放送

株式会社 東京放送 伊 藤 豊

1. ま え が き

ファクシミリ放送が実現すれば、放送の特質である即時性、広域性にプリントメディアとしての記録性、保存性が加わり、有力な情報伝達手段となることは明らかである。このためマスコミの分野では早くから関心が持たれ、特に昭和40年代後半には各機関やメーカーにおいて、既存の放送電波に多重する方式が研究、発表された^{1)~9)}。

このようになぜ多重に注目するかといえば、一般にファクシミリ信号の伝送帯域幅はそれほど広くないので多重が可能であり、また既存の放送システムを利用することにより全国を容易にカバーでき、結果として電波の有効利用となるからである。

電波技術審議会(以下電技審と略記)では、昭和47年に「テレビジョン放送電波に重畳できる信号」、昭和50年に「FM放送電波に重畳できる信号」について諮問を受け、各種の多重可能な信号について幅広く調査、検討が進められている。ファクシミリもその対象のひとつであるが、いずれも継続審議中である。

米国のFCC規則では、FM放送の補助通信業務(SCA)*でファクシミリ放送を行うことが許可されているが、最近使用されているということをあまり聞かない¹³⁾。わが国でも電技審で、現行ステレオ放送に影響を与えない範囲で、どの程度の伝送路が確保できるかを審議中であり、その利用方法についても結論は得られていない¹⁷⁾。

以下、本文では、テレビ放送電波に多重するファクシミリ放送について、電技審での審議の経過^{10)~17)}を中心に述べ、あわせてその問題点を提起する。

2. ファクシミリ放送の基本概念

2.1 基本的条件

ファクシミリ信号をテレビ電波に多重する場合の基本的条件としては、

- (1) 両立性：既存のテレビ信号に何ら妨害を与えず、所期のファクシミリ信号を無理なく受信できること。
- (2) 有用性：広範な受信者に対して満足のいく良質の情報提供が行えること。放送内容はもちろんのこと、画質すなわち送受画機の諸元や性能が関係する。また、将来は、電話回線を利用したファクシミリとの整合も必要となろう。
- (3) 経済性：とくに受信機の製造が容易で安価であり、かつ維持費も安いこと。再使用できる記録紙とか、何か紙消費への抵抗感を和らげる方策なども有効であろう。
- (4) 信頼性：故障のみならず、目標とする性能を満足に果す方式であること。とくに受画機における紙の補給、トナーまたはインクの交換、弱電界における都市雑音や自動車雑音等による同期安定度が問題となる。

2.2 ファクシミリの諸元¹²⁾

電技審では、昭和49年に放送、新聞、電子機械工業会など28の機関に対しファクシミリ放送に関するアンケート調査を行ったが、その主な意見は次の通りである¹⁰⁾。

- (1) 送信原稿の大きさはA4判が一番多く、次いでB5判であり、またA4で横幅だけ決めるという意見もあった。
- (2) 受画紙の大きさは決めないとの意見が多く、決めるとすれば大部分はA4である。
- (3) 送信原稿に用いる最小文字の大きさは5号活字が多く、次いで6号、7号の順に希望が多かった。
- (4) 1枚の原稿の電送時間は2分程度が一番多い。

*5. Information Service Using Facsimile; 5-1 Facsimile Broadcasting" by Yutaka Itoh (Tokyo Broadcasting System, Inc. Tokyo)

* SCA: Subsidiary Communication Authorization, 現行のFMステレオチャンネルより高い周波数領域に副搬送波を設け、これをFMし、さらに主搬送波をFMする方式。

表 1 各種記録方式の比較

記録方式	画信号周波数			解 像 度		階調	立上り時間	マルチエレメント化の可能性	特殊消耗品
	A案 10 kHz	B案 20 kHz	C案 45 kHz	A, B案 6 本/mm	C案 9 本/mm				
電 解	○	○	△	△	×	○	—	○	特 殊 紙
放 電	○	△	×	○	△	○	—	○	特 殊 紙
静 電	○	○	○	○	○	○	—	○	特殊紙とトナー
電 子 写 真	○	○	○	○	○	○	プリチャージ ング	○	特殊紙とトナー
感 熱	△	△	×	○	△	○	—	○	特 殊 紙
インクジェット	○	○	△	○	○	○	インク加圧	×	イ ン ク

(注) ○: 可能, ×: 困難, △: 将来または改良で可能性あり, —: 不要

(5) 番組は選択受信方式とし、その数は 10~20 とする意見が多かった。

(6) 網点またはアナログ方式による写真電送を必要とする意見が圧倒的に多く、将来はカラーの希望も多かった。

なお、ファクシミリ信号の多重方法としては、音声帯域に副搬送波を設けて多重する方法か、付加搬送波法*が多かった。これを参考に伝送路として、A案(音声第1副チャンネル)、B案(音声第2副チャンネル)、C案(付加搬送波)の3案を選び、それぞれに適するファクシミリの諸元や変調方式を仮りに定めた(表1、表2参照)。

2.3 各種記録方式の比較¹³⁾

昭和50年度は、各種ファクシミリの記録方式を伝送路(A, B, C)案に適用した場合の適否を知るため、伝送路仕様と各種記録方式の性能とを、主要項目について一般論的な比較検討を行った。それを表1に示す。

比較表に基づいて検討を行い、次のような結果を得た。

- (1) 現在の記録方式で適用不可能なものはない。
- (2) 逆に、唯一のものと断定されるものもない。
- (3) ×印を含んでいる方式でも、他の面のメリットを考慮して用いることもあり得る。

3. 多重方式

3.1 映像信号への多重¹⁵⁾

代表的なものは、垂直帰線消去期間の走査線に重畳する方法で、時分割多重となる。

1 走査線を利用する方式での水平方向での画素密度 n_H は、テレビ受像機の帯域 $f_{\max}$ (3.2 MHz)、水平走査周波数 f_H (15,734 kHz)、有効水平走査率 η_H (0.825)、記録紙の有効幅 L (B5判で160 mm)とすれば、次のようになる。

$$n_H = 2\eta_H f_{\max} / f_H \cdot L$$

(≈ 2.1 本/mm, ただし B5)

また、実際の最高画信号周波数は非常に高いが、1/60

秒毎に間欠的に信号を送るので電送速度はそれほど高くない。連続的ファクシミリ信号とした時の等価的最高画信号周波数 $F_{\max}$ は、

$$F_{\max} = 60 \cdot f_{\max} / f_H = 12 \text{ kHz}$$

となる。しかし、周辺条件すなわち電話回線と接続し易い帯域として、 $F_{\max}$ を 2.1 kHz に選び、1 水平走査期間に 105 bit を重畳する方式も提案されている⁹⁾。

この映像信号への重畳では、ファクシミリの主走査周波数は、テレビの垂直走査周波数の整数分の1にし、送受信においてそれぞれ時間軸の圧縮、伸張などを行う必要がある。また、現時点で両立性の保てる重畳区間は第16H から 21H であり¹⁴⁾、このうち 4H の区間はすでに放送局の運用に関する信号で利用されており、残り 2H を文字放送に使用するとすれば、当面重畳箇所はなく、重畳できる区間の拡張された受信機¹⁶⁾に代替されるまで待たなければならない。

3.2 音声副搬送波と付加搬送波による多重

この多重方法は周波数分割多重となり、それを表2に示す。

第1副搬送波法は²⁾⁴⁾⁵⁾、現在放送されている音声多重チャンネルを用い、ファクシミリ信号を AM-VSB 信号に変換して変調するか、または 31.5 kHz の副搬送波を直接 FM 変調する方式である。しかしこの方法は、音声多重放送中は使えないという欠点がある。

第2副搬送波法は⁶⁾⁸⁾、その周波数として $4.5f_H$ 、 $5.5f_H$ 、 $6f_H$ について両立性に関する室内試験を行った結果、映像信号への妨害の検知は 56 名中 1 名であり、主音声に対する妨害は $6f_H$ の場合が他の場合に比し少ないことが判明している¹³⁾。この $6f_H$ が現在電技審で審議中の方式であり、詳細は次節で述べる。

付加搬送波法は、両立性を保つためには送信電力比で映像搬送波に対し -36 dB 以下にする必要があり、また、このレベルではインターキャリア型受信機ではかなり大きいバズ妨害を生ずること、送信側の問題点として、ダイプレクサーや放送波中継装置の大幅な改修を必要とすること、CATV の隣接チャンネル妨害にも問題

* 付加搬送波法: テレビの音声搬送波と、隣りのチャンネルとの隙きに独立した搬送波を設け、これを FM する方式。

表 2 テレビへの周波数分割多重方式

多重箇所	スペクトラム	帯域(kHz)	電技審案
音 第 1 副搬送波	AM FM 0 15 16 31.5 47 (kHz)	9.7	A
声 第 1 副搬送波	FM 0 15 16 62 (kHz)	25	
第 2 副搬送波	FM 31.5 94.5 (kHz)	19.4	B
付加搬送波	映像 音 0 (MHz) 4.5 4.7	41.6	C

(注) 斜線部分がファクシミリチャンネル

がある, などのため不適当との結論である¹⁵⁾.

4. 第 2 副搬送波法によるファクシミリ多重

4.1 実験仕様

昭和 51 年度に, アンケートや CCITT の審議結果を参照して, 表 3 に示す実験仕様を作成した¹⁴⁾. この仕様は, 信号伝送路にかかわる技術的条件を説明することが主目的であり, また, その実験結果から容易に他仕様の機器を類推できることが必要であることから, 仮りに定めたもので, 最適な方式として決定したものではない.

表 3 テレビファクシミリ放送の基本的な機能を検討するための実験仕様

項 目	規 格	説 明
紙 サ イ ズ	A 4	CCITT 勧告 T 2,3 に準ず. ただし有効画面を規定する
走査線密度	7.7 本/mm	CCITT の高解像度規格に準ず
主走査周波数	18 Hz	CCITT 勧告 T 2,3 と整数比関係にある
電 送 時 間	127 秒	制御時間を含めて 150 秒以下となる
最高画周波数	15.6 kHz	CCITT の高解像度規格 1,728/line による
同 期 方 式	伝送同期	位相同期を確実にする
制 御 信 号	番組選択信号 基準位相信号 終了 信 号	番組選択信号と終了信号は, トーンバーストで直列 3 波送出方式
伝送路および変調方式	テレビ音声第 2 副チャンネル FM (94.5 kHz, ±12 kHz) FM (音声搬送波 ±10 kHz)	B 案に相当

(注) (1) 将来のカラーファクシミリ伝送を考慮すると帯域幅は上記の値より広くなる.

(2) 中間調は伝送する. 中間調再生の方法は受信側の選択による.

表 3 におけるファクシミリ信号の諸元には次の (1), (2) 式の関係がある.

$$f_p = \frac{1}{2} F L f_H \quad (1)$$

ただし, f_p : 最高画信号周波数 (Hz) T : 電送時間 (sec) F : 走査線密度 (l/mm) f_H : 主走査周波数 (Hz)

$$T = \frac{FU}{f_H} = \frac{F^2 LU}{2f_p} \quad (2)$$

 L : 主走査方向の幅 (mm) U : 副走査方向の幅 (mm)

昭和 52 年度には, ファクシミリ信号を構成する信号の種類, 機能および波形と, それらのタイムシーケンス, 変調方式と送受信機の構成, 実験項目と装置の構成等について報告している¹⁵⁾. 図 1 にその構成を示す. 主な特徴は次の通りである.

- (1) ファクシミリ信号は, 番組選択信号, ブランキング信号, 基準位相信号, 画像信号, 終了信号, 空白信号の 6 種より構成される.
- (2) 番組選択信号は, ポケットベルに用いている周波数の中から 5 波を選び, この 5 波から 3 波の組合せによる直列送出方式とする. 番組終了信号はこの組合せの中から 1 つを選ぶ.
- (3) ブランキング信号と基準位相信号は, テレビにおける水平帰線消去信号と水平同期信号に相当する.
- (4) 画像信号は一般に白色部分が黒色部分にくらべて著しく多い. 一方, 多重されているファクシミリ電力はできるだけ低いことが望ましい. したがって原稿が黒のときに振幅が大きい黒変調信号とする. また, その振幅は原稿の濃度, すなわち $\log R$ (R : 反射率) に比例する濃度・電圧リニア信号とする.
- (5) 空白信号は記録紙切断, 記録紙装填に要する時間を考慮して 10 秒程度設定している.

4.2 両立性に関するテスト

現行放送と一部実施中の音声多重放送へのファクシミリ信号よりの妨害と, ファクシミリ信号の受ける妨害ならびに伝送特性とについては, 詳細な検討と実験による確認が必要である. 妨害発生箇所としては, 親局送信機, 放送波中継装置, CIN ダイプレクサー, 多重反射, 受信機等に大別され, それぞれの問題について検討がなされているが, 実験が行われたのは, CIN ダイプレクサーの特性の影響と, 受信機における映像, 主音声, 音声多重チャンネルへの妨害, ファクシミリ信号の SI 比

である。以下、それらの実験結果の概要を示す。なお、試験信号のベースバンドスペクトルを図2に示す。

(1) CINダイプレクサーの影響¹⁶⁾

現用の CIN ダイプレクサーは音声通過帯域幅が通常 400 kHz 程度であり、AM成分の発生や漏話が生じ、また、その経時変化、温度変化により音声波ノッチ共振器の共振周波数が10~30 kHz 程度離調するため、さらに劣化することも考えられたので、昭和53年度はこれらの影響を調査する目的で室内試験を行った。その概要は次の通りである。

(a) 音声搬送波の AM 成分については、現在使用している帯域幅 (約 400 kHz) であれば、音声多重チャンネルの上にさらに高い周波数 ($6f_H$) にファクシミリチャンネルを設定しても、音声搬送波の AM 含有率はほとんど劣化しないことが判明した。

(b) 主音声への漏話は問題ない。

(c) ファクシミリ信号への漏話は -50 dB 程度であり、問題は少ない。

(d) 副音声信号への漏話は音声多重化調器でのファクシミリチャンネルからの漏話が多く、CIN ダイプレクサーの影響についてはほとんど検出されなかった。

(2) 音声多重放送との両立性¹⁶⁾¹⁷⁾

第2副搬送波方式により、ファクシミリ信号をテレビ音声チャンネルに重畳した場合の既存のテレビ受像機との両立性については、室内試験により両立する可能性のあることが確認されている。しかし昭和53年9月に音声多重放送が開始され、それへの漏話量を測定した結果、許容限度であり、両立性の点から問題のあることが判明した。

この漏話の原因は、第2副チャンネル信号が音声多重受信機の 31.5 kHz BPF の帯域内に直接混入するためであり、漏話量を少なくするためには、ファクシミリ信号の変調条件を変更するか、あるいは BPF の特性を改善するなどの対策が必要となることがわかった。しかし音声多重用受信機が市販され始めたことから、この BPF の改善は不可能となり、スペクトラムの有効利用の点から惜まれる。

昭和54年度はファクシミリ信号の変調条件の再検討のため、市販受像機4機種を用い、図1に示した試験信号のうち、画像信号として妨害量の多い PN 信号を用い

図1 ファクシミリ試験信号の構成

図2 試験信号のベースバンドスペクトル

図3 S_1 の S/N ならびに M, S_2 からの漏話特性

て室内試験を行った。測定結果の一部を図3に示す。

試験結果から次のようなことが判明した。

- 音声多重 (S_1) チャンネルの SI 比は、主音声 (M) チャンネルからの漏話にさらにファクシミリ (S_2) チャンネルからの漏話が加算されるので、 S_2 チャンネルの実用化の可能性は、 M チャンネルからの漏話が検知限界までどの程度の余裕があるかによって左右される。
- S_1 チャンネルの SI 比は、 M チャンネルからの漏話特性の悪い受像機ほど S_2 チャンネルからの漏話も悪い。
- 少数の専門家による聴感テストでの検知限の SI 比は 43~44 dB であるが、さらに再検討を要する。
- ファクシミリ搬送波による主音声搬送波の最大

周波数偏移 (ΔF_{S2M}) を仮りに定めた ± 10 kHz から ± 5 kHz にすれば、約 3~4 dB の改善効果はある。

- (e) 同上の条件におけるファクシミリ信号の SI 比は、フリンジ電界相当で30数 dB となり、アナログ写真伝送の所要 SI 比ぎりぎりの値である。
- (f) 第2副搬送波を高い方に移動すれば漏話量もさらに改善される。

5. む す び

第2副搬送波によるファクシミリ信号の多重化の可能性は、音声多重チャンネルへの漏話量によって左右されることから、本年度はさらに多数の受信機について調査が行われる予定である。この結果から、現在審議中の方式で行けるか、または漏話量改善のため主搬送波の周波数偏移をさらに小さくし、アナログによる写真伝送をあきらめて、白黒2値伝送に移行するか、あるいは映像信号の垂直帰線期間への重畳方式に移行するかの決断をせざるを得ないと思われる。

(昭和55年6月13日受付)

〔参 考 文 献〕

- 1) 速水：松下電器ホームファックス，放送技術，23，2 (1970) 127-132
- 2) 前原ほか：テレビファクシミリの伝送実験，NHK 技術研究，24，6 (1972) 398-422
- 3) 金木ほか：FM ファクシミリ，NHK 技研月報，15，11 (1972) 428-432
- 4) 伊藤ほか：テレビジョン音声多重チャンネルを利用したファクシミリの伝送，テレビ学会伝送研資，36-1(1973)
- 5) 前原ほか：ファクシミリのテレビ多重方式，NHK 技術研究，26，4 (1974) 188-212
- 6) 東京放送技術局：テレビ音声搬送波を用いたファクシミリ信号の伝送，昭和48年度電技審資料(4-1-1-17)(1973)
- 7) 松下技研：テレビジョン帯域内別搬送波を用いたファクシミリ伝送，昭和48年度電技審資料(4-1-1-18)(1973)
- 8) 速水ほか：音声第2副搬送波を用いたテレビ多重ファクシミリ，National Tech. Rep.，21，2 (1975) 197-216
- 9) 毎日放送：ファクシミリ信号のテレビ多重放送，昭和51年度電技審資料(4-1-1，FAX 5) (1976)
- 10) 昭和47年度，電波技術審議会答申，第4編 (1972)
- 11) 昭和48年度，電波技術審議会答申，第4編 (1973)
- 12) 昭和49年度，電波技術審議会答申，第4編 (1974)
- 13) 昭和50年度，電波技術審議会答申，第4編 (1975)
- 14) 昭和51年度，電波技術審議会答申，第4編 (1976)
- 15) 昭和52年度，電波技術審議会答申，第4編 (1977)
- 16) 昭和53年度，電波技術審議会答申，第4編 (1978)
- 17) 昭和54年度，電波技術審議会答申，第4編 (1979)
- 18) 糸野ほか：テレビ多重に伴う CIN ダイプレクサーの諸特性と問題点，テレビ誌，33，3 (1979) 170-176

5-2 ファクシミリ通信システム

日本電信電話公社 横須賀電気通信研究所 釜 江 尚 彦
金 谷 文 夫

1. ま え が き

ファクシミリは紙に書かれた任意の文字や図形を相手に届ける記録通信の手段であり、漢字を用いるわが国ではその利用分野を大きく広げつつある。特に近年オフィスオートメーションなどの手段としてその有用性が注目され、年率 20~30% という勢いで増加を続けている。しかし現状ではファクシミリ端末装置は電話機などにくらべると高価な装置であり、個人商店、小規模の事務所や、ましてや一般家庭では手が届きにくい。

電電公社では一般家庭までファクシミリ通信を普及さ

せ、電話にない便利さを享受できるよう、

(i) 低コストなファクシミリ端末機と低コストの通信網による総合経済性に優れ、しかも、

(ii) 多彩な魅力あるサービスが受けられる

ファクシミリ通信サービスの開発を進めている¹⁾。このシステムは加入ファクシミリ通信システムと呼ばれており、サービス開始当初はファクシミリ端末相互間の通信が中心になるが、ファクシミリと計算機を結んだいわゆるセンターエンド型の通信にも大きな適用領域を有している¹⁾。

本論では加入ファクシミリ通信システムの概要を紹介するとともに、文字画像情報システムとしてのファクシミリの応用を述べ、その中心となるファクシミリ信号と符号化情報の相互変換技術を概説し、さらにそのシステ

“5-2 Facsimile Communication System” by Takahiko Kamae and Fumio Kanaya (Yokosuka Electrical Communication Research Laboratories, NTT, Yokosuka)