

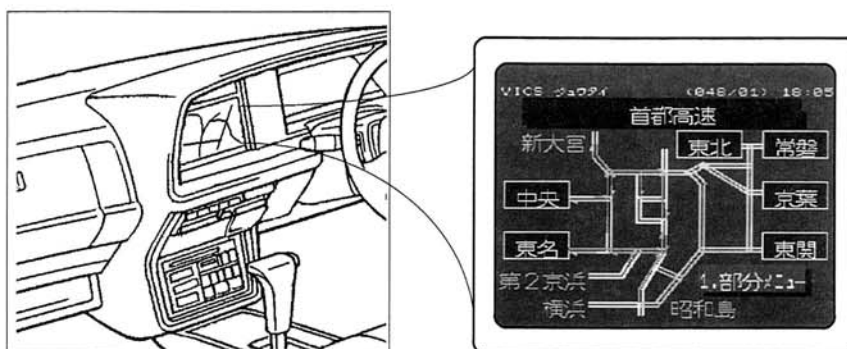
移動体受信用FM多重放送受信機

FM multiplex Broadcasting Receiver for Vehicle

佐々木三利 *Mitoshi Sasaki*

佐々木満 *Mitsuru Sasaki*

井手賢一郎 *Kenichiro Ide*



要 旨

移動体用FM多重放送は、通常のFM放送に文字・図形等のデータを重畳し、特に、車載受信機に対する情報提供を目的とし日本独自の方式が検討されてきた。1993年3月に野外伝送実験、同年11月にVICIS（道路交通情報通信システム）の一情報伝達手段として公開デモ実験が行われ、1994年秋以降放送の実用化が予定されている。

当社においても、FM多重放送の受信機を開発し、野外伝送実験、VICISの公開デモ実験に参加する等FM多重放送の実用化に向け準備を進めている。

本稿では、日本における移動受信に適したFM多重放送の概略を紹介し、試作受信機の特性、当社の製品化に向けた取り組みを述べる。

Abstract

The development of the new broadcasting system which is called a FM multiplex broadcasting in recent years progresses in Japan. The system uses a method to multiplex the data of the character and the figure to a usual FM broadcasting.

The FM multiplex broadcasting of Japan assumes not only receiving at the station but also in the vehicle. Therefore, the characteristics are:

1. Fast transmission speed to send a large quantities of the data.
2. Strong Coding of the data to avoid the multipass interference.

The outdoors transmission experiment was done in March, 1993 and the opening to the public demonstration experiment was done as a means of the transmission of information on VICIS in November in the same year. The practical use of broadcasting is scheduled in autumn in 1994. We participated in the experiment on the above-mentioned with the experimental receiver and obtained an excellent result.

This paper introduces the outline of the FM multiplex broadcasting in Japan and describes the characteristics of the receiver and our work to put it to practical use.

1. はじめに

欧州で実用化されている A R I (Autofahrer Rundfunk Information), R D S (Radio Data System) は、いずれも F M 放送波にデータを重畳し情報を提供している。日本においても、F M 放送波に重畳できる信号の技術的条件が検討され、移動体受信に適したデータ重畳方式が実用化に向け動きは始めている。これら、F M 放送波にデータを重畳し情報を提供する放送を、F M 多重放送と言う。

F M 多重放送は、いわゆる電波の隙間にデータを乗せ、放送番組の補完情報（放送局名、曲名など）や一般情報（ニュース、天気予報など）、交通情報を提供しようとするものである。

ここでは、日本における F M 多重放送の概略を紹介し、受信技術の確立、試作機の製作など当社の製品化に向けた取り組みを述べる。

2. 日本の移動体受信用 F M 多重放送

日本の移動体受信用 F M 多重放送は、欧州の R D S などを参考に、次の前提条件に沿い、関係機関において調査、研究が進められた。

- ① ステレオ音声信号へ漏話妨害を与えないこと。
- ② 走行中の自動車等移動体においても、多重信号が良好に受信可能であること。
- ③ F M 放送のチャンネルプランに影響を及ぼさないこと。
- ④ 移動しながら受信する受信者に対して十分な情報を伝送可能とすること。

検討の結果、移動受信が可能な伝送方式および符号化方式において R D S 相当のデータ（番組の補完情報など）の他、文字・図形等を伝送することが可能であることが明らかにされ、その後、野外伝送実験を経て、F M 多重放送の技術的条件についてはほぼ確立された。日本の F M 多重放送と欧州の R D S の違いを表-1に示す。

3. 移動体用 F M 多重放送概要

3. 1 変復調方式

変復調方式は以下のように定義される。

変調方式 L - M S K

(Level controlled Minimum Shift Keying)

ビットレート 16kbps

多重レベル 4 % (最低多重レベル)

副搬送波周波数 76kHz

ステレオ放送時にはパイロット信号と同期をとりパイロット信号の位相において ± 5 度以内。

最大周波数偏移 ステレオ差信号の瞬時周波数偏移が 1.875kHz (2.5%) 以下では最大周波数偏移は 3kHz (4%) とし、ステレオ差信号の瞬時周波数偏移が 3.75kHz (5%) 以上では 7.5kHz (10%) としその上では 7.5kHz (10%) としその間は線型に変化させる。

多重信号の最大周波数偏移とステレオ差信号の瞬時周波数偏移の関係を図-1に示す。

3. 2 誤り訂正方式

誤り訂正符号は (272,190) 短縮化差集合巡回符号に

表-1 日本の F M 多重放送と欧州の R D S との違い

項 目	日本の F M 多重放送	欧州の R D S
変調の諸元	変調方式	L - M S K
	ビットレート	16kbps
	多重レベル	$\pm 3.0\text{kHz} \sim \pm 7.5\text{kHz}$
	副搬送波周波数	76kHz (ステレオパイロットの 4 倍)
	占有周波数帯域	76kHz $\pm 18\text{kHz}$
データの諸元	誤り訂正方式	(272, 190)短縮化差集合巡回符号の積符号
	誤り訂正方式	横方向訂正のみで 272 ビット中 11 ビット積訂正により 17 ビットに向上
	データ内容 (アプリケーション)	逐次受信処理用の文字・図形情報 記録受信処理用文字・図形・交通情報 受信機のための制御情報 放送中のサービスに対する補助情報

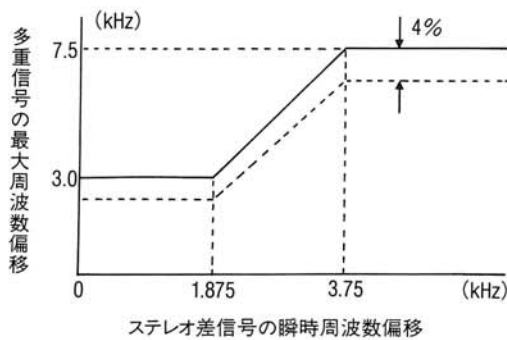


図-1 多重信号の変調度特性
Fig.1 Modulation degree of multiplex signal

よる積符号とされた。これは、1 フレームが272パケットからなり、このうち190パケットがデータのパケットで、82パケットがパリティのみを伝送するパリティのパケットである。

ビットレートが16kbpsの場合、1 フレームの伝送には約5秒が必要となる。

伝送順は、データパケットとパリティパケットをインターリーブしフレームの先頭から順次伝送する。

フレーム構成を図2に示す。

誤り訂正能力は、横方向のみの復号の場合、272ビット中、約11ビットのランダム誤りが訂正可能で、縦、横方向の積訂正を行うと、272ビット中、約17ビットのランダム誤りが訂正可能である。

3. 3 符号化方式

定義される符号化方式は、以下の3つに大別される。

① 文字・図形の符号化方式

文字や図形で表せる情報でTVの文字多重放送の様なニュースや天気予報、道路上の情報板で表せる様な交通情報の符号化。

② 交通情報の符号化方式

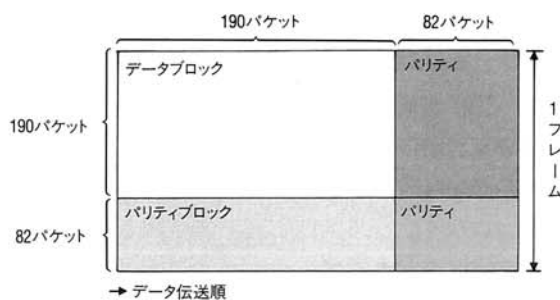


図-2 多重されるデータのフレーム構成
Fig.2 Frame constitution of multiplex signal

ナビゲーションシステム等受信側で地図データベースを持っている事を前提とし地図と合わせ表示するデータの符号化。

VICS (Vehicle Information & Communication System) 等で用いられる

③ 付加情報の符号化方式

放送局の情報や放送に対する補助情報等欧州のRDSに相当する情報の符号化。

これら符号化されたデータは各々表示単位でデータグループを形成しデータパケットに分割した後、誤り訂正符号等を付加し送出する。また、データは一周期約2.5分とし、2回送出した後データを更新する。

RDSと異なり特徴的なのは、各々の符号化方式共通にデータグループに対しCRC符号(データチェック符号)が付加され、更にデータパケットに分割したデータに対してもCRC符号が付加されることである。これは誤り訂正において、見逃し誤りが存在するため、誤りをチェックする手段として付加される。

4. FM多重放送の受信

4. 1 受信機構成

FM多重放送を受信するためには、次に示す機能が必要となる。

- ① ベースバンドに重畳されたデータを復調する機能
- ② データの誤り訂正を行う機能
- ③ データを解釈、実行する機能(表示機能)

図-3にブロック図を示す。

4. 2 誤り訂正能力

誤り訂正方式に採用されている(272,190)短縮化差集合巡回符号による積符号の実使用状態での誤り訂正能

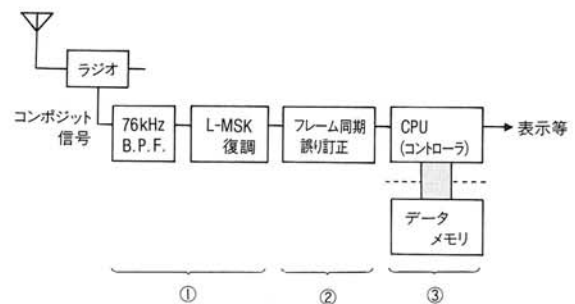


図-3 FM多重受信機構成
Fig.3 Block diagram of FM multiplex broadcasting receiver

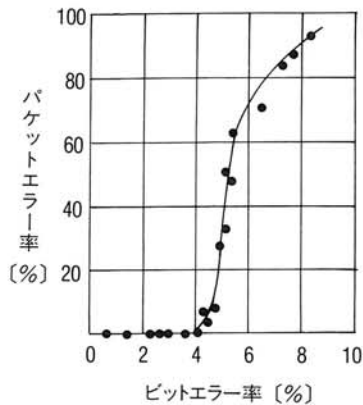


図-4 符号化能力

Fig.4 characteristic of error collector

力を評価するため、受信したデータビットのエラー率（データを誤認識する割合）と誤り訂正後のパケットのエラー率を比較した。結果を図-4に示す。

これによると長時間の平均ビットエラー率が4%程度までであれば、完全に誤りを訂正できることが判る。

4. 3 ダイバーシティの効果

移動体でFM放送を受信する際、ダイバーシティシステムの効果は良く知られており、FM多重放送の受信においてもダイバーシティが有効である事が予想される。そこでダイバーシティの有効性、また、アンテナ切替え方式、チューナー切替え方式の差をエラー率で評価した。

これによると、ダイバーシティ無しのエラー率に比べ、アンテナ切替え方式では約1/6、チューナー切替え方式では、約1/18のエラー率となり効果が確認できる。

この様な、受信率（1/エラー率）の向上に効果のある事柄は、当社のノウハウとして蓄積されている。

4. 4 データ受信エリア

平成5年3月に行われた野外伝送実験で以下の条件により、実走実験を行い（東京周辺）、東京タワー（送信アンテナ）からの距離-データグループエラー率の特性を得た。図-5に示す。

<実験条件>

ダイバーシティ：有り（チューナー切替え）
誤り訂正：積訂正
アンテナ：ポールアンテナ

実験より、送信アンテナから比較的近い場所でも受信エラーは発生している。しかし、42%程度のデータグループエラー率であれば、再送データにより補完する事で、データグループエラーを0とすることができる。したがって、100%受信可能なFM多重放送のサービスエリアは、

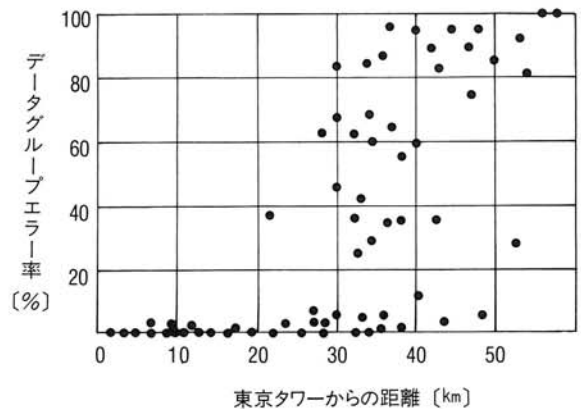


図-5 受信可能範囲（実験値）

Fig.5 Receiving range (experiment value)

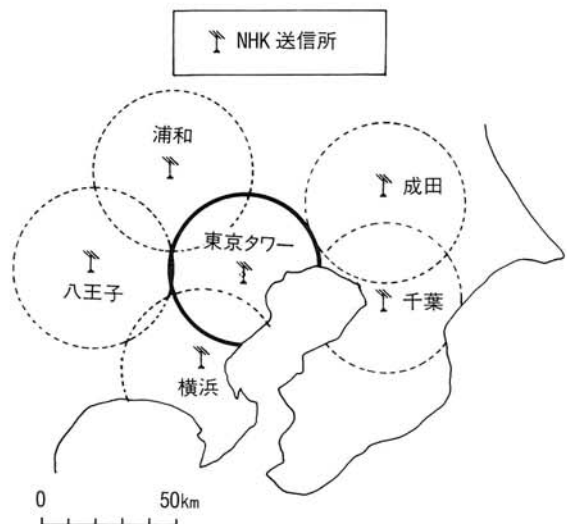


図-6 FM多重放送の受信エリア

Fig.6 Receiving area of FM multiplex broadcasting

送信アンテナから30km弱であるといえる。この様子を図-6に示す。

5. 受信機のアプリケーション

5. 1 受信機形態

FM多重放送の受信機は、採用するデータ、アプリケーションの違いにより形態が異なる。これを大別すると以下の3つになる。

① 文字・表示タイプ

文字のみで情報を提供する。表示器が小型で安価となる。

② 文字・簡易図形表示タイプ

文字及び簡易図形で情報を提供する。文字表示タイプに比べ、表示範囲が広く一度に多くの情報が表示できる。

③ 地図表示タイプ（交通情報）

地図上に情報を重ねて情報を提供する。受信機が地図データベースを持っていることが前提条件でナビゲーションシステムで有効となる。従って、高価となる。

それぞれの構成を図-7に示す。

5. 2 アプリケーション

受信したデータは、同期をとり、誤り訂正を行う。誤り訂正が終了した受信データの流れを図-8に示す。これは、受信したデータをグループデータ（表示単位）に再生し、直接表示処理に移る形をとっているが、色々な機能を付加することで様々な受信データの処理、活用が実

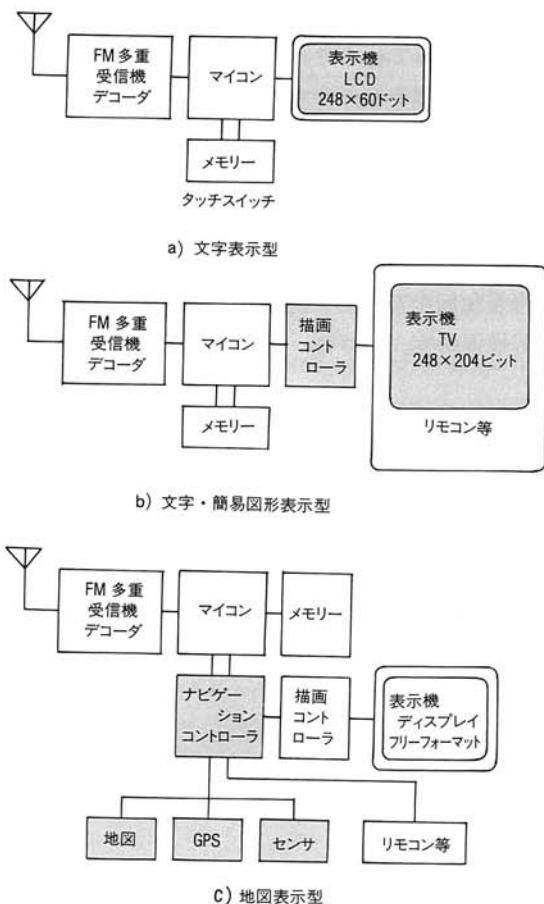


図-7 受信機構成図

Fig.7 Block diagram of receiver

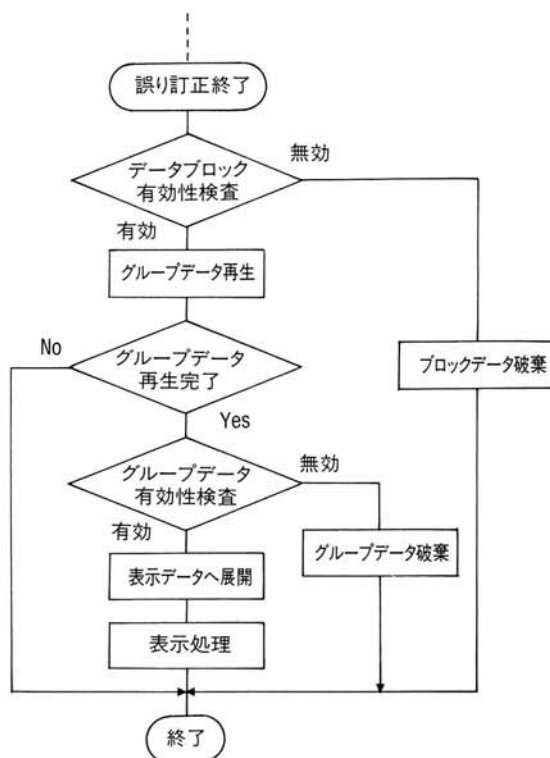


図-8 受信データの処理フロー

Fig.8 Flowchart of receiving data processing

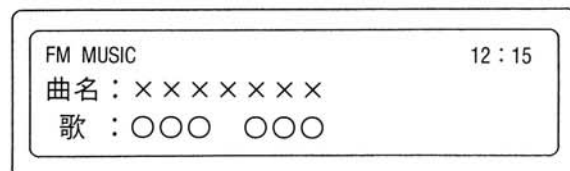
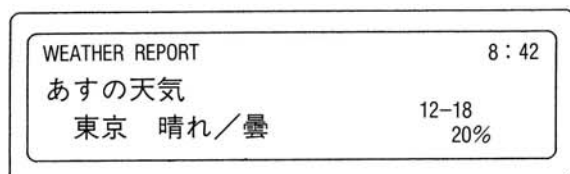
現できる。

例えばメモリー機能を設け、再生したグループデータをメモリーへ蓄積する事によって、ユーザが表示データを選択することが可能である。また、車載用システムではナビゲーションシステムと組み合わせ、リアルタイムの道路交通情報を表示する事も可能である。この他、音声合成装置を付加しドライバーに音声で渋滞情報を伝えることができる。

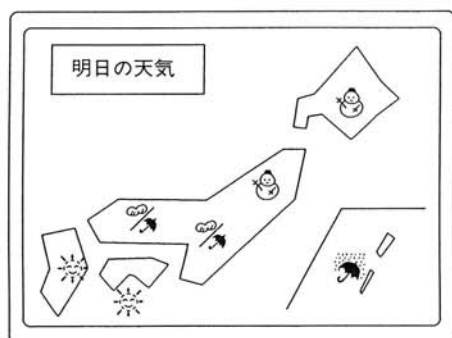
この様に受信データの処理内容、表示方法により機能を限定した安価な製品から、複数の機能を持った複製製品への応用などユーザのニーズに合った製品を実現できる点は、FM多重放送受信機の大きな特徴である。

放送局から伝送される情報には、VICSに利用される交通情報をはじめニュース、天気予報、株式市況などの一般情報および曲名、アーティスト名などの番組への付加情報があり、その表示例イメージを図-9に示す。

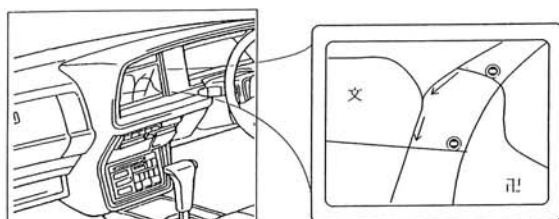
このFM多重放送の活用により、ユーザは様々な情報を必要とする時、場所を選ばずリアルタイムに入手可能となる。特に車両運転時の道路交通情報の活用は、道路交通の安全・円滑化、環境保全などに大きく貢献すると考える。



a) 文字表示型



b) 文字・簡易図形表示型



c) 地図表示型

図-9 表示例

Fig.9 Example of display

筆者紹介

佐々木三利 (ササキ ミトシ)



1978年入社。以来オートラジオ、カーステレオの開発に従事。現在、開発本部技術開発部第一技術開発課在籍。

井手賢一郎 (イデ ケンイチロウ)



1988年入社。カーオーディオ新分野商品の開発に従事。現在AVC本部システム開発部システム開発課在籍。

佐々木 満 (ササキ ミツル)



1986年入社。以来受信方式の開発に従事。現在、開発本部技術開発部第一技術開発課在籍。

5. 3 当社の取り組み

移動体受信用FM多重放送は、当社にとって重要な意味を持ち、必要不可欠な要素である。特に車載用という観点から、道路交通情報の活用による道路交通の安全・円滑化、環境保全という目的に積極的に参加する必要がある。

したがって、方式の企画段階から調査、研究、野外実験などに参画し、より良いFM多重放送の受信技術のノウハウを蓄え、製品化に向け準備を進めている。

今後、充分な試作、検討を行い、操作性、視認性など考慮した魅力ある製品となるよう努力していく。

6. お わ り に

以上、移動体受信用FM多重放送の概要、並びにそのアプリケーション、当社の取り組みについて述べてきた。近い将来、FM多重放送はサービスが開始される。その時、必要な情報が簡単な操作で素早く提供できる受信機と成るよう積極的に開発を進めて行く。

また、FM多重放送のみならず今後デジタル音声放送など益々発展して行くであろう放送メディアに対し調査、研究を重ね業界をリードできる受信技術を開発していきたい。

参考文献

- (1) 符号理論：今井秀樹、(社)電子情報通信学会 (1990、3)
- (2) “符号化伝送方式文字放送用誤り訂正方式の開発”、NHK技術研究、第37巻、第1号、通巻、167号 (1985)