

3-5 放送システム

3-5-1 無線CATV技術

3-5-1 An Advanced CATV System with Wireless Distribution

都竹愛一郎

Aiichiro TSUZUKU

要旨

CATVは、昭和30年(1955年)に群馬県の伊香保温泉で、弱電界エリアでの難視聴対策として開始されたが、最近では、同軸ケーブルの特性を生かして、多番組伝送のみならず、高速インターネットの伝送媒体として脚光を浴びている。都市型CATVの普及率は、平成12年(2000年)度末の時点で1048万世帯、世帯普及率で22%となっている。

本報告は、CATVをより効率的に運用する手法として、住宅散在地域、集合住宅、都会の無電柱地域、離島など、ケーブルの敷設が困難な地域に対して、有線を補完するシステムとして、無線(ミリ波)による分配について検討したものである。

CATV(Community Antenna TV) has been started as a measure intended to improve the poor reception area since 1955 at the spa of Ikaho in Gunma prefecture. Recently CATV has come into the limelight as a multi program distributor and a new transmission media of the broadband Internet. The percentage of household CATV sets is 22% in 2000 in Japan.

The wireless distributed CATV system is able to complement the wired system. It is serviceable in where the cable cannot lay, such as the area studded with houses or isolated island.

In this paper, an advanced CATV system with wireless distribution is mentioned. The frequency band is the millimeter-wave band, because it has the characteristic of allowing broadband transmission and miniaturization of devices. The link budget of the test system using 60GHz band is also described.

[キーワード]

無線CATV, ミリ波, 広帯域伝送, 難視聴対策

CATV system with wireless distribution, millimeter-wave, broadband transmission, improvement of the poor reception area

1 はじめに

CATV(Community Antenna TV)は、1955年(1953年のTV放送開始から2年後)に、群馬県の伊香保温泉で、弱電界エリアでの難視聴対策として開始された。その後、都市に高層建築物が建てられるようになると、都市部でのゴースト障害が社会問題となり、CATVが電波障害対策に有

効なことが認知されるようになり、強電界エリアにおいても、地上波を補完する伝送方式として新しい役割を果たすようになった。最近では、同軸ケーブルの特性を生かして、多番組伝送のみならず、高速インターネットの伝送媒体として脚光を浴びている。総務省の調査では、自主放送を行っている都市型CATVの普及率は、平成12年度末の時点で1048万世帯、世帯普及率で22%と

なっている。(図1参照)

本報告は、CATVをより効率的に運用する手法として、住宅散在地域、集合住宅、都会の無電柱地域など、ケーブルの敷設が困難な地域に対して、有線を補完するシステムとして、無線による分配について検討したものである。本検討は、2000年に電気通信技術審議会から「60GHz帯の周波数の電波を使用する無線設備の技術的条件」の答申¹⁾がなされて法制化され、この周波数帯における様々な電波の利用促進の期待とともに、CATVの無線分配も可能となっ

たことから、60GHz帯双方向無線伝送システムについて行った。

2 無線CATVの必要性

CATVの無線利用の利用形態を図2に示す。CATVの無線利用は、有線を補完するシステムと位置づけられているので、ケーブル敷設が困難なところを無線で伝送する。ケーブルは敷設できるが採算が合わない住宅が点在する地域や、ケーブルの引き込みが困難な集合住宅、住民合意ができないためケーブルが引き込めないマンション、都会のケーブル地中化により電柱がない無電柱地域にケーブルの末端を無線で結ぶ1対多数(P-MP) また、伝送路の途中で河川や鉄道を横断するような場所を無線で結ぶ、1対1(P-P)の形態がある。なお、CATVの無線利用で既に実用化されているシステムとしては、区域外放送をCATVで放送するため、区域外放送が受信できる山の上からCATVの放送局であるヘッドエンドまで無線で伝送する再送信伝送用

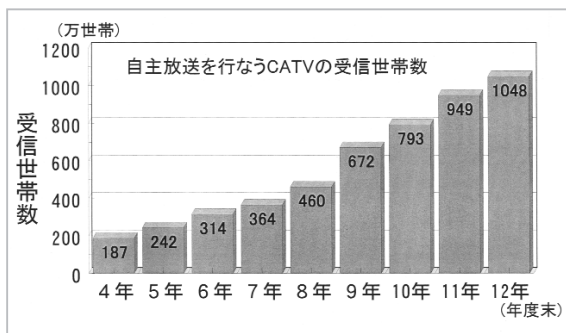


図1 CATVの普及状況

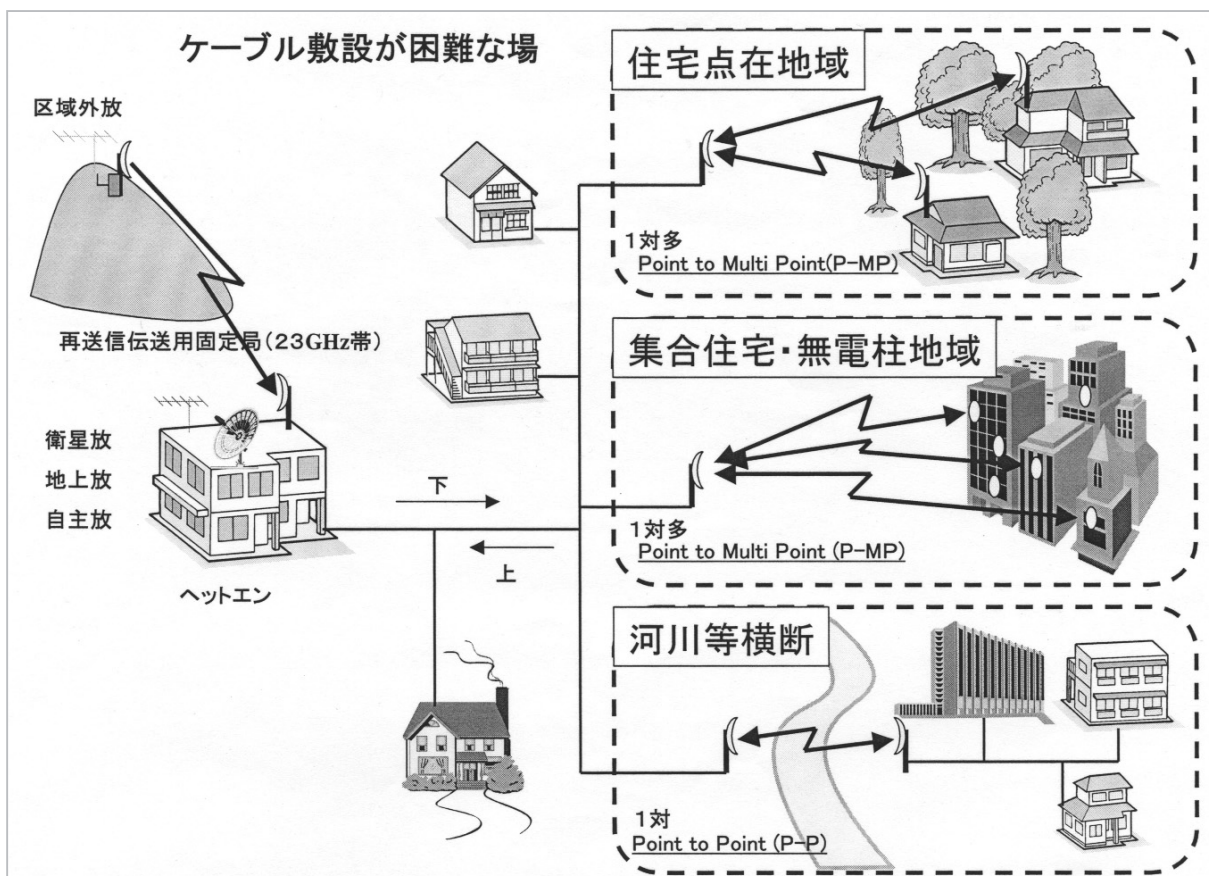


図2 CATVに於ける無線の利用イメージ

固定局と呼ばれるものがある。

3 システム検討

CATV放送で無線伝送に使用する周波数は、23GHz帯、40GHz帯、60GHz帯が割り当てられている。23GHz帯は、平成10年に法制化がなされており、既に実用可能となっている^[2]。しかしながら、帯域幅は400MHzしかないため、CATVの770MHz帯域すべてを伝送することができず、下り回線のみでの単方向、同報伝送となっている。40GHz帯は、現在、社団法人日本CATV技術協会を中心にして、技術基準策定のための検討を行っている。周波数帯域幅は1GHzの予定である。40GHz帯では、CATVの上り、下りの770メガヘルツ帯域を伝送可能なため、双方向伝送を想定している。60GHz帯は帯域幅が7GHzあるが、特定小電力無線局としての帯域は2.5GHz以内となっている。今回検討したシステムは、40GHz帯と同じく、帯域幅を1GHzとして双方向伝送を

検討した。

CATVにおけるデジタル放送の周波数配列は、図3のようになっている。上り周波数は、10MHzから55MHz、下り周波数は、70MHzから90MHzがFM放送の伝送、90MHzから上は、1チャンネルあたり6MHz幅で113チャンネルがテレビ放送に指定されている。検討した伝送システムは、上り10MHzから55MHz、下り70MHzから770MHzを周波数変換のみにより、それぞれ60GHz帯に変換するものである。

特定小電力無線局が使用できる周波数は59GHzから66GHzとなっているが、60GHz付近は酸素の吸収による減衰が大きいこと、無線局の送信電力の規定値が10mWと小さいことから、比較的吸収の少ない64GHzから65GHzの1GHzで検討した。図4は、全国の主要都市における60GHzの1km当たりの降雨減衰特性を表している^[3]。稼働率をどの程度に設定するかで、減衰量は変わるが、平均的なところで、東京における累積分布0.1%値、64GHzで約8.5dBを降雨減衰値

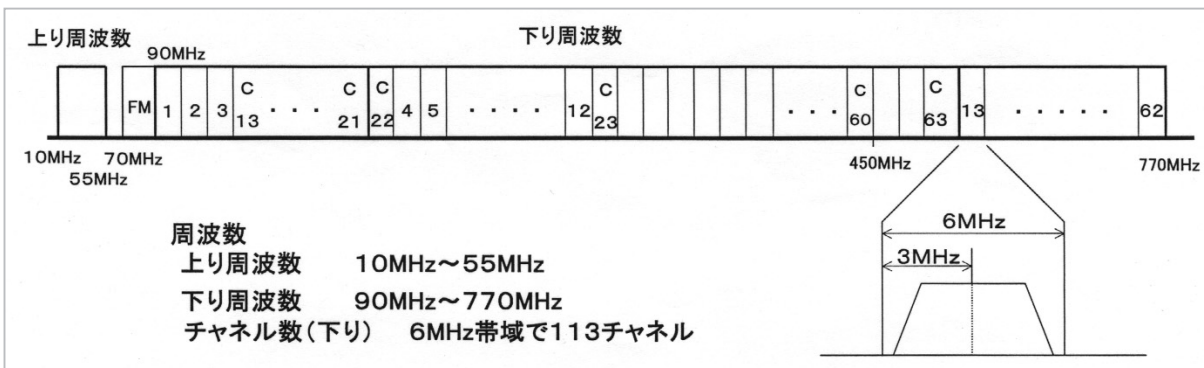


図3 CATVの周波数配列

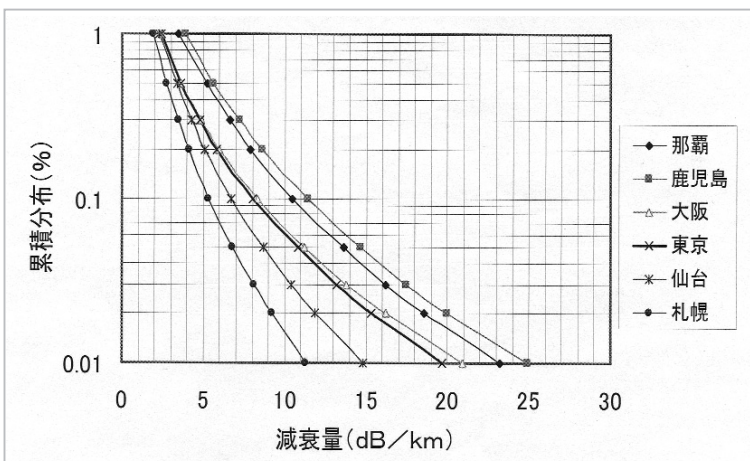


図4 60GHzの降雨減衰特性

表1 回線諸元

周波数	64 ~ 65GHz
送信電力	10mW
送受信アンテナ利得及びビーム幅	P - P : 33dBi 2度
	P - M P : 15dBi (親局) 60度 33dBi 2度
給電路損失	1dB
NF	10dB
大気減衰	6.6dB / km
降雨減衰	8.5dB / km
受信 C / N	26dB(64QAM) 42dB(NTSC)

とした。これらをもとに、伝送距離と伝送チャンネル数について検討した。まず、CATVの下り回線について回線計算を行った。回線諸元を表1に示す。周波数は64GHzから65GHz、送信電力は10mW、アンテナ利得はP - Pでは送受信とも33dBi、ビーム幅は約2度である。P - MPの場合は送信アンテナ利得15dBi、アンテナビーム幅約60度、受信アンテナ利得は33dBi、ビーム幅約2度、フィーダロスを送受併せて1dBとしている。受信機NFは10dB、大気減衰は1kmで6.6dB、降雨減衰は1kmで8.5dBとしている。

なお、伝送形式はデジタル伝送を想定しており、受信C/Nは、CATVの変調方式である64QAMの誤り訂正前でBERが 10^{-4} の値となる26dBである。

図5は、横軸が伝送チャンネル数、縦軸が伝送距離である。計算結果より、チャンネル数が増えると1波当たりの電力が小さくなるため、伝送可能距離が短くなることわかる。P - Pの場合、フルチャンネル伝送で約350m、P - MPの場合は、約75mとなる。図6は、P - MPの場合のアナログのNTSCの伝送の場合とデジタル伝送方式の比較をした図である。諸元は、表1と同じ値を用いている。アナログの標準テレビであるNTSCの所要C/N 42dBは昭和62年の電気通信技術審議会答申の望ましい性能(検知限)とされている値である。NTSCの場合、伝送距離は50チャンネルで約20m、フルチャンネルでは13mとなる。

ところで、マンションやアパートなどに無線伝送を想定した場合、マルチパスの影響が懸念される。伝送路側アンテナビーム幅を60度、建物側のアンテナビーム幅を2度とした場合、建物の

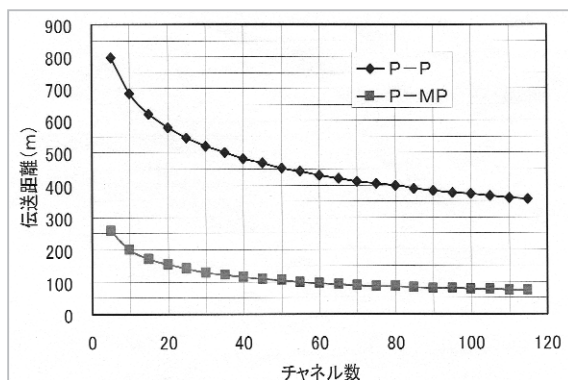


図5 チャンネル数対伝送距離

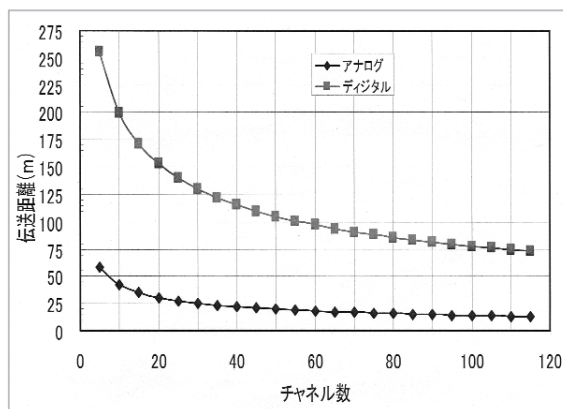


図6 デジタル方式とアナログ方式の伝送距離の比較

形状により一定ではないが、2回反射以降にマルチパスの影響が出る可能性がある。しかしながら、住宅側のアンテナのビームが狭いこと、多回反射により電波が減衰することなどにより、マルチパスの影響は少ないものと思われる。

4 実験概要

これらの検討を元に現在、実証実験を進めている。実験システムの系統を図7に示す。親局、子局とも同じ構成になっている。主な仕様を表2に示す。下り周波数は64.27から64.97GHzの700MHz、上り周波数は64.010～64.055GHzとなっている。変換前の上り、下りの周波数間隔は15MHzしかなく、そのまま周波数変換したのでは送受信周波数をフィルターで分離できないため、60GHz帯では215MHz離している。アンテナについても、送受信の干渉を防ぎ、かつダイプレクサによるロスを少なくするため独立している。狭角用は約10cmのレンズホーンアンテナで利得が35dBi、広角用はセクトラルホーンアンテナで利得は15dBiとなっている。送信電力は、親局、子局とも最大10mWである。周波数変換にはダブルコンバージョン方式を採用している。

図8に実験システムの写真を示す。右が親局、左が子局である。親局の下部導波管に広帯域用のホーンアンテナを取り付け、上部の狭帯域用レンズホーンアンテナとの切り替えは装置横のつまみを回すことにより、導波管スイッチが切り替わり、アンテナを切り替えることにより、P-MP、P - Pの実験が行えるようになっている。

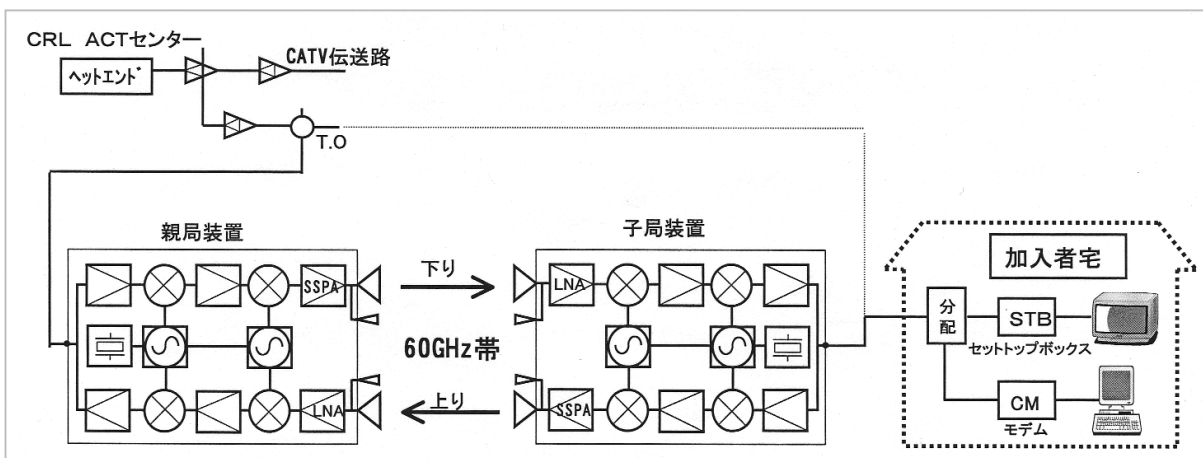


図7 CATV無線伝送システムの構成

表2 試作装置の仕様

周波数	下り：64.27 ~ 64.97GHz 上り：64.010 ~ 64.055GHz
アンテナ形式・利得	レンズホーン(10cm)：35dBi ホーン(広角アンテナ)：15dBi
偏波	直線偏波
送信電力	10mW(Max)

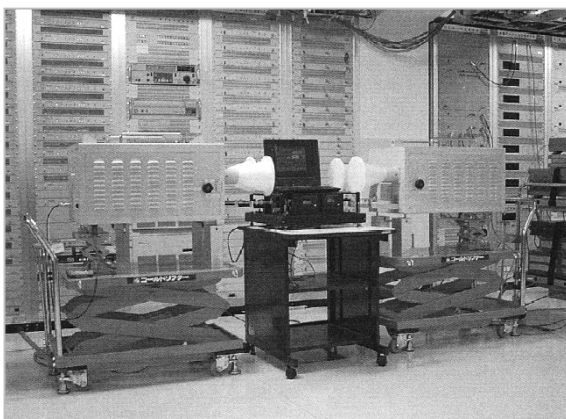


図8 試作システムの外観

中央部の装置は疑似伝送路でアッテネータの値を変えることにより、伝送距離を模擬することができる。現在、通信総合研究所のCATV標準化施設、通称ACTセンターの設備を使用して双方向実験を行っている。実験結果の一例を図9に示す。この結果は、疑似伝送路を用いてデジタル信号を伝送したときのビット誤り率を測定したものであるが、伝送システムの所要C/N劣化量は約2dBという値を得ている。

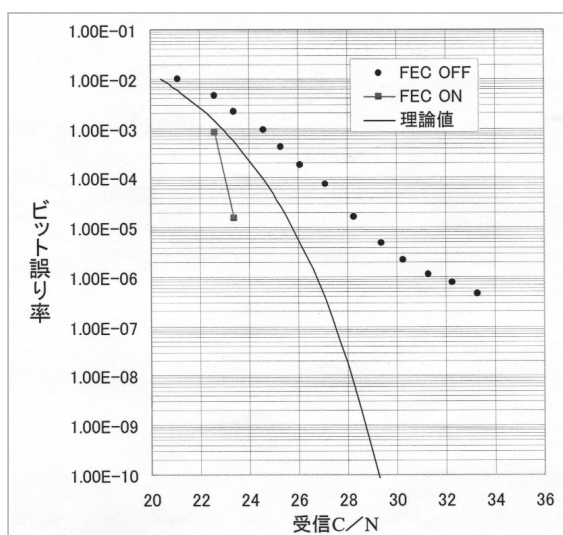


図9 実験装置の受信C/N対BER特性

5 まとめ

無線CATV技術について、現在検討中の60GHz帯無線CATVシステムについて概説した。今後、実験装置により、無線システムでの多番組伝送の確認、双方向伝送機能の確認などを計画している。

CATVは、放送のみならず電話やインターネットに接続できる便利なシステムであり、ROF（光ファイバ無線）との親和性がよいことから、モバイルCATVの検討も進められている[4]。今後、無線と有線、放送と通信の融合したシステムについて、更に検討を進めていく予定である。

参考文献

- 1 電気通信技術審議会答申“60GHz帯の周波数の電波を使用する無線設備の技術的条件”, 2000. 2 .
- 2 電気通信技術審議会答申“有線テレビジョン放送事業用無線局の無線設備の技術的条件”のうち, “23GHz帯を使用する有線テレビジョン放送事業に用いる固定局の技術的条件”の一部答申, 1998. 6 .
- 3 郵政省電波研究所電波部“40GHz以上の電波利用の研究について(3)” pp.84-90, 1983. 1.
- 4 藤瀬雅行, “ROFマルチサービス無線通信システムについて”, 電子情報通信学会論文誌 B, Vol.J84-B, No.4, pp.655-665 , Apr.2001 .



つづく あい いちろう
都竹愛一郎
無線通信部門 横須賀無線通信研究センター放送システムグループリーダー
博士(工学)
デジタル放送技術