

## 双方向CATVを利用した 大学と地域社会の相互接続実験

村山 優子<sup>†</sup> 迫田 肇<sup>†</sup> 戸田 剛就<sup>‡</sup> 森垣 利彦<sup>†</sup>

<sup>†</sup>広島市立大学情報科学部  
<sup>‡</sup>広島市立大学国際学部

マルチメディア通信の基盤として、双方向CATVが注目されているが、本予稿では、双方向CATVの環境を利用した大学と地域社会の間の通信実験を報告する。広島市立大学は、市内の中心部から離れており、大学から市民への情報提供は、何らかの通信網に頼らざるを得ない。インターネットなどのコンピュータネットワークを通しての情報発信はWorld Wide Web(WWW)などで行なわれてきているが、まだ、地域社会において一般的であるとは言いがたい。本実験では、地域エリアの網のひとつであるCATVに着目し、その双方向性がどのようなものかを認識することができた。

### An experiment of the use of a two-way cable system for communication between a university and the local community

*Yuko Murayama<sup>†</sup> Hajime Sakota<sup>†</sup> Takenari Toda<sup>‡</sup>  
Toshihiko Motigaki<sup>†</sup>*

<sup>†</sup>Faculty of Information Sciences, Hiroshima City University

<sup>‡</sup>Faculty of International Studies, Hiroshima City University

We used a two-way cable system which was expected to be one of the infrastructure of multimedia communication, for communication between a university and the local community. The Hiroshima City University is detached slightly from the residential area of the city, and we need some kind of tool for communication with the local community. The Internet could be a candidate, however, it is yet to be popular enough to be used in a local community. We looked into a cable system as a metropolitan area network, and tried and used to see what a two-way cable system is like in terms of a metropolitan area network.

## 1 まえがき

本稿では、マルチメディア通信の基盤のひとつとして上げられる双方向 CATV を利用した大学からと地域社会の間の通信の実験の報告を行なう。

広島市立大学は、市内の中心部から離れており、大学から市民への情報提供は、何らかの通信網に頼らざるを得ない。インターネットなどのコンピュータネットワークを通しての情報発信は World Wide Web(WWW) などで行なわれてきているが、インターネットでは、まだ、大学や研究機関そして一部の企業などのユーザが情報の受信者である。商用化ははじまり、個人参加も可能となりつつあるが、まだ、一般的とは言い難い。

これに対し、大学が、地域社会への情報提供を可能にするひとつの手段として、我々は CATV に着目した。通常の放送局からの発信もひとつの手段ではあるが、それらには制約も多く、まだ、情報発信の内容を模索中の段階では適当でないと思われる。わが国の CATV は、従来の地上波の放送事業と比べ、自由度があり、その双方向性も含めて、現在のところ、多分に実験的要素が大きいと思われる。従って、今回の我々の試みには適当と思われた。

今回の実験では、大学からクイズ形式の1時間番組を制作し、特定の加入者から回答を得ながら進める形にした。その際の通信構成や必要となる機器類、また、このようなハードウェア技術を学習することもさることながら、あらためて、番組作りの重要性などを認識することができた。

以下に、CATV 網の概要に続き、本実験の内容と結果を報告する。

## 2 CATV 加入者網の概要と双方向性

ケーブルテレビ(CATV: もともとは community antenna television の略だが、現在では cable television の略とされている)は難視聴地域への放送分配網(community antenna television)として1948年に米国で始まった[7]。わが国では、群馬県伊香保で1953年に、初のCATVが始まった。その後、多チャンネル化が進み、現在では、その双方向性を利用した遠隔医療、電話サービス、遠隔教育、インターネット接続など、様々な実験が各地で行なわれている。また、インターネット接続については、現在、IETF(Internet Engineering Task Force)で、イーサネット型のCSMA/CD(carrier sense multiple access with collision detection)のサービスをCATV上に実現し、その上にインターネット・プロトコル(IP: Internet Protocol[5])を走らせる方法が検討されている[6]。

CATV 加入者網は、一般の通信網や計算機ネットワークと比べ、双方向の通信のための網資源は局から加入者宅への下り方向と、その逆の末端の加入者宅から局への上り方向では、等しく与えられていない。これは分配網として下りが主になるように設計され、上り方向は、従来、管

理や制御の目的以外には考えられていなかったためである。わが国では、現在のところ、通常、70～上限周波数(例:450MHz)の下り帯域に対し、10～50MHzの上り帯域が用意されている程度である。米国でも同様に上り方向の帯域は少なかったが、双方向利用に向けて、900MHz～1GHzの高域に上りの帯域を設けて実験を行なうところも出ている[8]。

周波数分割とともに、アナログのケーブルシステムでの双方向における問題は、流合雑音である。これは、ケーブルシステムの内外から雑音が集積して行き、上り情報の品質の劣化につながる。わが国では一般に木構造のツリーアンドブランチ方式の伝送網が使われているが、このような構造の場合は特に大きな問題となる。雑音の要因としては、中継増幅器等の伝送路機器が発生する熱雑音と短波放送、アマチュア無線、市民バンドの電波の混入、自動車のエンジンあるいは工場の高周波加工機の電磁的雑音等がある[2]。また、端末の終端処理がされていない場合、そこからも雑音を拾ってくる。問題は、ケーブルシステムの責任区域が保安器までということになっており、そこから端末までの接続は、宅内の工事業者がおこなうことである。従って、終端処理が充分でないと、そこからの雑音がケーブルシステム全体に及ぶのである。流合雑音の問題は、合成された雑音が大きくなる場合もさることながら、ひとつの末端部分からのパースト的な大きな雑音要因があれば、それで、上りシステム全体が影響されることである。

伝送ケーブルは、同軸ケーブルが使われてきたが、最近では、光ファイバーが幹線に使われ始めている。光ファイバーは、伝送損失が少なく、周波数特性が広いなど、様々な点において、同軸ケーブルと比べ優れている。中継増幅器などへの電源供給ができないという欠点があるが、光ファイバー伝送は、20km程度と伝送距離が大きいため、光中継増幅器への給電は左程問題とはならない。

このような網を利用して行なう双方向通信は、従来の通信というよりは、局からは多くの情報が流れ、加入者宅からは少ない情報を出すという非対象な通信、例えばオンデマンド型のシステムに向いている。このようなシステムには、ビデオ・オン・デマンドや、インターネット上で最もよく使用されているWWW(World-Wide Web)[1]などが含まれる。スタンフォード大学で使われているCATV経由のインターネット・サービス[4]においても、大学の計算機からの資料のファイル転送やWWWへのアクセスなどの応用のために主に利用されている。

CATVの双方向通信は基本的に以下のように実現されている。図1のように、上り方向のデータを局で周波数変換を行ない、下り方向に流し、受信端末がそれを読み込むという方式で行なわれている。すなわち、ある端末がホスト(managing system)となりいくつかの端末を制御する場合、ホストから上り周波数 $f_2$ で各端末(managed object)へポーリングし、それが局で $f_3$ で、端末へ届けられ、ポーリングされた端末からの情報は、上り $f$ で局へ届

き、そこで、 $f_4$  に変換され、ホストへ下り情報となって届く。

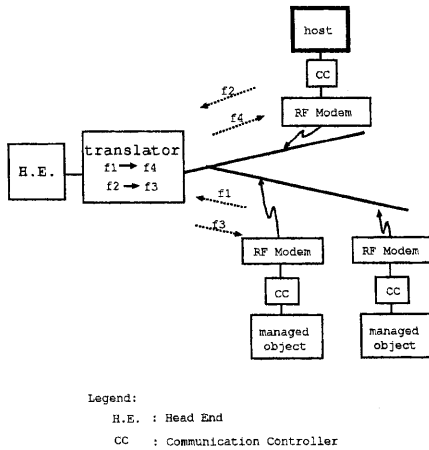


Figure 1: ケーブルを利用した双方向通信

ケーブルメディアのアクセス制御手法としては、ポーリングの他、イーサネットが使われている CSMA/CD のようなプロトコルの試みもある。現在、IETF で検討されつつある基準は、後者のような型のものである。

端末について計算機ネットワークと異なる点は、放送網の思想が、加入者宅の端末機器をできるだけ簡素で安価なものにするということである。最近の会話型テレビやインターネット TV[9] はこの方向に位置する。これは、分散環境のため、ワークステーションやパーソナルコンピュータなどの、端末側に高機能付けしてきた計算機ネットワークと相反する。双方向 CATV に向けて、この放送網の思想あるいは計算機ネットワーク側の思想が、どの程度変化していくかは興味深い。

### 3 実験環境

### 4 概要

本実験では、CATV の下りと上りの伝送路の品質の非対象性を考慮にいたした通信実験を行なった。内容は、クイズ形式による大学や地域紹介の 1 時間番組を大学の放送スタジオから流し、加入者からの答えを得ながら、番組を進める形にした。大学まで加入者網が、まだ、来ていないため、大学と最寄りの CATV 局を通信回線で接続した。大学からは画像および音声情報が流れ、加入者からの回答は簡単な数値データ情報であるので、通信回線も非対象の形ではない。

以下に大学と CATV 加入者網の接続、実験システム、番組制作について述べる。

### 4.1 CATV ネットワークへの接続方法について

広島市内の CATV 事業者は各局間相互接続ネットワークにより、野球中継などの放送内容を、互いに交換できる体制を保持している。この CATV インターネットは、画像回線を 2 本ずつそれぞれ point-to-point で各局ごとに光ファイバーのアナログ映像回線で相互接続している。

大学が CATV 各局とつながるためには図 2 のように 2 つの方法が考えられた。

1. ある CATV 局にユーザとして接続する
2. CATV 事業者間ネットワークに大学が局として参加する。

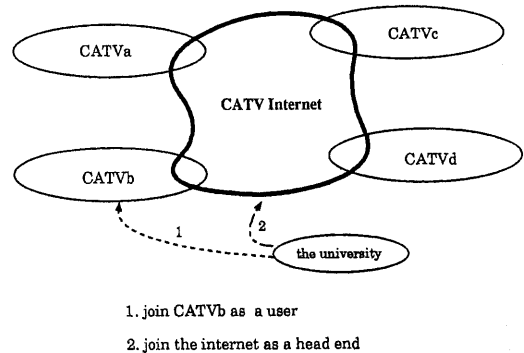


Figure 2: CATV internet への参加方法

1 の案では、大学からの映像情報に対し、ケーブルの上り回線の流合雑音の問題があり、映像の品質が保証されない。また、区域の CATV 事業者のノードが大学から離れているため、新たにケーブルを設置する必要があった。

2 の案の場合、市立大学では、広域計算機ネットワーク用に利用されている通信網の光ファイバーケーブルが、余分に引かれているので、その一部を使用できる。

今回は、実験費用の理由から 2 の案で実験をおこなった。図 3 のように、映像通信のための VSU (映像回線終端装置) を大学の放送スタジオと最寄りの CATV 局に導入し、現在の放送スタジオにある分配器から直接 VSU に接続することで、ひとつの「局」として機能するようにした。

双方向実験のためには、大学への上り方向のための回線が必要である (図 3 の点線部分)。今回の実験では 17 加入者宅からのケーブル端末装置用のリモコンのキーによる回答を、CATV 局が既存の視聴率調査のシステムを利用して収集し、大学へ送信した。大学側では、この収集されたデータを集計し、計算機画面に結果を表示し、それを映像情報の一部として CATV 側へ送り返した。

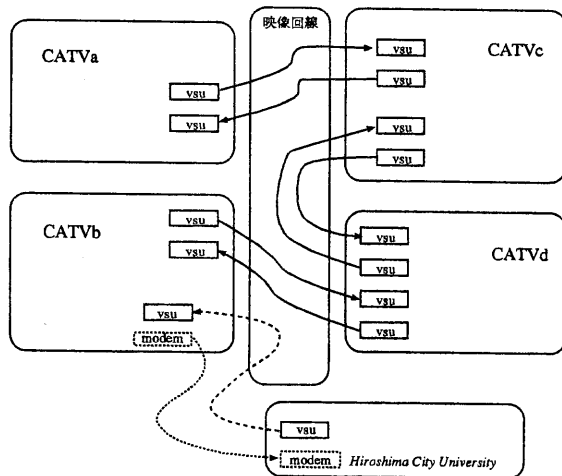


Figure 3: CATV internet に局として参加する場合の接続方法

#### 4.2 双方向実験の構図

図4に、実験のために、大学側、実験協力するケーブルテレビ局側にそれぞれ必要な機器を示した。大学側からは、映像・音声情報を映像回線で、CATV局経由で加入者宅へ向けて放送した。加入者宅から、既存の双方向仕様のホームターミナルのリモコンから、クイズの回答として3種類ほどの数値情報が送られた。加入者宅からのクイズの回答はCATV局で既存の視聴率調査のシステムを利用して収集され、専用線経由で、上り情報処理システム(PC)に送られる。上り情報は、そこで、集計され、PC上でグラフィックス画面に集計結果をだした。その画面がRGBからTV映像のためのNTSC信号へ変換され、位相変換などを経て、番組の映像の一部となり、折り返しCATV局へ映像回線を通して送られた。

### 5 番組制作

双方向通信のための番組作りは多分に実験的で、加入者からの回答を得るまでの通信時間を余裕をみていることにした。番組はいくつかのトピックごとの小番組から構成され、各トピックごとに一つの問題を出し、視聴者からの回答を得る形にした。回答時間を5分と予想し、集計などもいれて、出題から10分後に回答を表示するような形で台本を最終的にまとめた。

制作活動は以下のような順で行なわれた。

1. 全体のテーマを決定

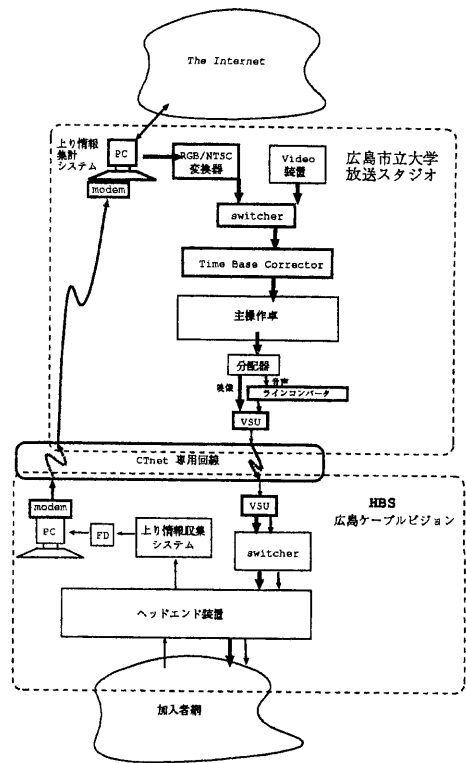


Figure 4: 実験環境

2. 具体的なトピック決定
3. 各トピックについての資料収集と調査
4. 取材(ビデオ取りも含む)
5. 方向性を決め、あらすじを作成
6. ビデオと音声などの材料の編集
7. タイム・チャート作成
8. 台本作成

全体のテーマとしては大学編と大学周辺の地域紹介を行なうことにした。そのテーマの下で、様々なトピックを発想した。それらの具体的な内容の提案と議論を繰り返して、トピックを決定した。例えば周辺地域編では、蛍の公園の環境問題、広島菜についての農業問題、大学周辺の新しい住宅環境などのトピックが選ばれた。第3段階では、決定したトピックについて、図書館、公文書館や地域の行政機関を利用して、資料収集と調査を行なった。こ

の段階で、取材の相手や質問事項などを決め、取材に望んだ。取材では、机上の調査ではわからなかった事実などが判明し、そこであらすじを作成した。例えば、広島菜の取材では、この取材により、あらたな農地の作付面積が、地域の住宅地化から、様々な要因により小さくならざるを得なかったことなどを知り、既存の農業と地域の開発のバランスに注目した。第5段階では、あらすじに従って、取材時に得たビデオや音声の編集を行なった。次に、タイム・チャート、すなわち時間の流れを示す表を作成する。今回は1時間番組であるので、全体時間から編集したビデオの時間を除き、残りをトピック別のコメント用の時間とした。その時間内でのコメントを決め、台本を作成していった。

ビデオなどの映像とともに流す音楽は、既存のものは著作権の問題があるので、著作権フリーのCDなどの利用や、学生により作曲されたオリジナルな曲を利用した。また、番組で利用する図なども多数必要となり、芸術学部の学生により作成された。

これ以外に、番組放送時には、司会および補助が2人、カメラ担当2人、音楽担当1人、入力変換作業1人、タイム・キーパ1人、テロップ出力作業1人、ディレクタおよびアシスタント・ディレクタ各1人、技術ディレクタ1人、VTR差し替え作業1人、計算機通信作業1人など、合計13人の人員が必要であった。

## 6 実験結果

CATV局から大学へは、各質問について、以下のような形式の761バイトの回答データが送られた。

```
SO 14:05:00 01 OP-ST      001
OD 14:08    01 xxxx xxxxxxxx 001 045 02
OD 14:08    01 xxxx xxxxxxxx 001 045 02
OD 14:08    01 xxxx xxxxxxxx 001 045 01
OD 14:08    01 xxxx xxxxxxxx 001 045 02
OD 14:08    01 xxxx xxxxxxxx 001 045 02
OD 14:08    01 xxxx xxxxxxxx 001 045 03
OD 14:08    01 xxxx xxxxxxxx 001 045 02
OD 14:08    01 xxxx xxxxxxxx 001 045 02
OD 14:08    01 xxxx xxxxxxxx 001 045 01
OD 14:08    01 xxxx xxxxxxxx 001 045 01
OD 14:08    01 xxxx xxxxxxxx 001 045 03
OD 14:08    01 xxxx xxxxxxxx 001 045 03
OD 14:08    01 xxxx xxxxxxxx 001 045 02
OD 14:08    01 xxxx xxxxxxxx 001 045 02
OD 14:09    01 xxxx xxxxxxxx 001 045 02
OD 14:09    01 xxxx xxxxxxxx 001 045 02
SO 14:11:00 01 OP-STP    001
```

上記の例で中央の“x..x”で示した部分は、実データでは加入者宅の端末装置のID番号が記載されている。この

例では、1回目の回答収集の始まりが14時05分0秒で、終了時刻が14時11分0秒で、所要時間が6分であることを示している。第2行以降の第2列は時刻を表し、第6列の001は問題番号1番を表し、次の045は、加入者の現在の視聴しているチャンネル番号を示す。最終列は加入者の回答(1~3)である。17加入者がこの実験に参加したが、実際には、2000加入者宅の視聴率調査をするような既存システムを利用したので、2000回のポーリングを要した。その結果集められた回答の内、今回の実験の加入者についてだけのデータがこのように示され、大学側へ送信された。

以下は、CATV局において、視聴率調査のシステムを利用して、番組でだされた4問の問いについて、加入者からの回答を得るまでの所要時間を示している。

問題	回答を得るまでの所要時間
第1問	6分00秒
第2問	6分40秒
第3問	5分10秒
第4問	9分50秒
平均	6分55秒

第4問目の回答収集に際しては、非参加者へのポーリングに3分近く余計に時間がかかってしまったが、詳しい理由は判明していない。大学へは、専用線(3.4kHz)上を2400bpsの速度で、データが伝送されたので、各751バイトについて約2.5秒ほどかかったことになる。

## 7 考察

本実験は、CATVの双方向通信とはどのようなものかを、先ず、体験するために行なったが、様々な点で通信や計算機のネットワークとは異なることを認識した。CATVは、分配網として発展してきた事実から、情報提供者は常に局であり、受信者は加入者宅という構図のアーキテクチャである。双方向が可能といっても、加入者宅からの上り情報を今回のように2000端末を順にポーリングして収集していく場合、双方向通信の実時間性はあまりない。従って、このような環境で使用される双方向の応用ソフトは、オン・デマンド型のもので、実時間にあまりうるさくないものであると思われる。

番組制作は、時間と人員を要する作業であった。構想が実験日の半年前くらいから作られ、実働2カ月ほどで、完成した。大学から地域社会への情報提供には、必要あるいは興味をもたれる内容の設定と、それを如何に表現するかが難しい。それには、有能な番組制作の人員が必要がある。

結果的には、既存の視聴率調査のシステムを利用して、上り情報を集めたが、計画当初は、加入者端末の制御の変更の可能性を調査した。その際、次のような点に気付いた。CATV網システムとコンピュータネットワークシステムの決定的な違いは、その開放性の度合いにあると思われる。コンピュータネットワークでは、ISO(International Organisation for Standardisation)の開放型システム相

互接続 (Open Systems Interconnection) モデル [3] により通信システムの相互接続の階層化がおこなわれ、各層のインターフェース仕様が共通の規則 (プロトコル) で接続するという方法で進んできた。従って、インターネットにおいても、異なる機種 of システム同士を相互接続させることは、容易に行なわれている。しかし、CATV 網においては、物理層以外には、例えば、加入者端末装置などの機器制御についての共通規格がない。従って、CATV 網が真にマルチメディア通信の基盤のひとつになるためには、このような閉鎖性をとり除くための相互接続モデルをや規格外を作ることが将来必要となるのではないと思われる。

## 8 むすび

本実験では、大学がひとつの局として、通信網を利用して、CATV 局へ、画像と音声情報を流した。加入者からの簡単なフィードバックは数値データとして、上りチャンネルで CATV 局へ収集され、通信回線で大学へ送られた。財政的な理由でこのような構成になったが、大学が情報発信の基地として地域にサービスを提供する際の構成として分配網の局と対等な位置付けになったのが、興味深い。

CATV における双方向性とは、従来の通信や計算機ネットワークと大きく異なる。仮に、そのメディア・アクセス制御が今回のようなポーリングで行なわれているような場合には、オンデマンド型で実時間にあまりこだわらない応用ソフトが合うであろう。本実験では、2000 軒のポーリングでのデータ収集の所要時間は約 5 ~ 6 分であった。

わが国では CATV は、まだ、米国ほど普及しておらず、多チャンネル化の他に、この双方向性を生かした何らかの通信サービスが、今後の CATV の普及の一役を担うと考えられる。様々な問題を含んではいるが、各家庭と直結した既存の情報網としての CATV は、インターネットなどの他の情報網との相互接続などを通して、これからのマルチメディア通信の基盤としての可能性は大きい。また、地域社会へのオンデマンド型の情報提供において、CATV は格好のメディアであると思われる。

## 謝辞

本実験は、広島市立大学特定研究「CATV を利用した大学からの情報発信」プロジェクトの一貫として行なわれた。番組制作にあたり、様々な助言をいただいた広島市立大学国際学部の金澤寛太郎氏および実験に協力していただいた広島ケーブルビジョン (HBS) の木田正昭氏、田中一寿氏、助田雅之氏に感謝します。実際の番組制作には、著者等以外に、広島市立大学情報科学部、国際学部、芸術学部の有志の学生が参加した。

また、NEC の山本森幸氏には、CATV についての技術的な助言をいただき感謝します。

## References

- [1] T. Berners-Lee, R. Cailliau, A. Luotonen, H. F. Nielsen, and A. Secret. The world-wide web. *Communications of the ACM*, Vol. 37, No. 8, pp. 76-82, August 1994.
- [2] CATV 基盤技術研究所. 双方向伝送路技術: 流合雑音に関する研究成果. Technical report.
- [3] ISO. Iso 7498 information processing systems - open systems interconnection - basic reference model. International Standard ISO 7498, 1984.
- [4] B. Metcalfe. Hybrid networks use tv and phone lines to speed traffic on the iway. *Info World*, Vol. 16, No. 25,, June 1994.
- [5] J. Postel. Internet protocol - darpa internet program protocol specification. RFC 791, September 1981.
- [6] M. Vecchi. Ipng requirements: A cable television industry viewpoint. RFC 1686, August 1994.
- [7] S. B. Weinstein. *Getting the picture: a guide to CATV and the new electronic media*. IEEE Press, 1986. ISBN 0-87942-197-5.
- [8] 日経エレクトロニクス別冊. 米国情報スーパーハイウエーを支える技術.
- [9] 泊陽一郎, 岡田伸輝, 吉田玲子, 齋藤正史. 一般家庭からのインターネット利用環境の構築. マルチメディア通信と分散処理ワークショップ論文集, October 1996.