

教育支援システム構築に望まれる基盤技術の調査

神沼靖子, 富澤眞樹 (前橋工科大学),
今川 浩, 役 誠雄 (富士通株式会社)

マルチメディア教材を共用する双方向教育支援システムの基盤環境として, 複数の無線LANを組み合わせたブリッジを構築した. このようなネットワーク環境を利用した教育スタイルとして, 複数教室への一斉講義, ビデオオンデマンドによる学習, 遠隔双方向ゼミなどの混在利用を計画している. これらの授業を成功させる鍵として, マルチメディア教材再現における質的条件と情報伝達に関する量的条件を吟味することが必要と考えられる. 本研究では, マルチメディア教材を複合ネットワークで活用する場合のトラフィックと質の確保に関して, 実証実験を通して評価した. また, これらの結果に基づいて教育支援システムの基盤条件を考察したので報告する.

Feasibility study of the network generic technology in the education support system

Yasuko Kaminuma, Masaki Tomisawa (Maebashi Institute of Technology)
Hiroshi Imagawa, Shigeo Eki (Fujitsu Limited)

As basis environment of the bidirection education support system which shares the multi-media teaching material, the bridge which combined multiple wireless LAN was constructed. As education style using such network environment, the following have been planned: Simultaneity classes to the multiple classroom, learning by the video on demand, remoteness bidirection lecturing, etc.. As the key in which these classes succeed, it seems to be the necessity to examine qualitative condition in the multi-media teaching material reproduction and quantitative condition on the information transfer. In this study, these problems were evaluated by the experiment in the education field. From these results, basis condition of the education support system by the network was deduced.

1. はじめに

マルチメディア技術の進展に伴って, 教育環境に様々なマルチメディア教材が導入されるようになった. またネットワークの高速化・多様化が進んだことで, 教育支援の方法も多様化しはじめている. これからの情報社会においては, 異なる種類のLANが共存しており, そのようなネットワークを繋いだ複合的な環境において, 双方向的な遠隔共同教育の実践へと更に進展することが予測されている. このような背景を反映して, われわれはマルチメディア教材を共用する双方向教育支援システムの構築と教育における利用可能性を調査することにした.

本研究の基盤として, 複数の無線LANを中心としたブリッジによるネットワークを構築している.

それは、ATM、光無線LAN、電波無線LANを取り入れた多様なネットワークの中心にVODを置いた構成であり、VODを通してマルチメディア情報の収集・加工・蓄積・再利用を行うというデザイン思想である。

このようなネットワーク環境を利用した遠隔双方向教育には、同時教育と非同時教育が混在する。たとえば、複数クラスに向けて同時に一斉講義をするケース、予め蓄積しておいたマルチメディア教材を適宜活用して授業を展開するケース、遠隔の複数クラスで双方向に議論を展開するゼミ形式などをあげることができる。

これらの授業形態におけるシステムの利用可能性の調査として、再利用する教材の質と情報量に関する情報伝達視点からの性能評価が必要であると考えられる。このため本研究では、マルチメディア教材活用方法とネットワークトラフィックとの関係、MPEG1やMPEG2技術の導入と教材の質の確保、複数教材の同時使用の可能性、ユニキャストやマルチキャスト技術の活用と授業展開への影響等において、現実には発生する問題を調査するためにいくつかの異なる視点から実証実験を行うことにした。

本報告では、まず、これらの実験における基本環境と実験システムについて述べ、得られた成果を紹介する。さらに、基礎データに基づいて行った、マルチメディア教材とネットワーク技術を効果的に利用するための基盤環境についての考察を述べる。

2. 実験システム

実験システムの概要を図1に示す。実験システムは、2つの教室を屋外光無線LANで相互接続されており、教室にはそれぞれVODサーバが設置されている。

VODサーバは、表1に示すようにSGI社製MediaBaseを使用している。このサーバに蓄積されているマルチメディア教材は、屋外光無線LANを介して他方の棟でも閲覧することができる。教材は、

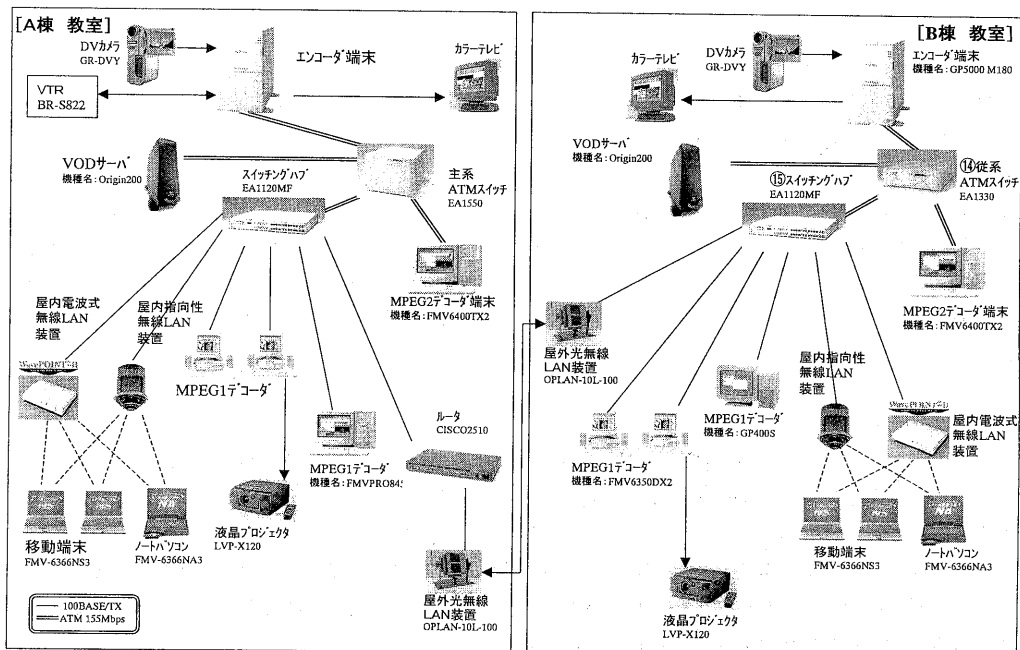


図1 実験システムの概要図

ユニキャストあるいはマルチキャストで配信される。実際に、教育支援システムを構築する場合、教育方法によってユニキャストあるいはマルチキャストを選択する必要がある。

表 1 VOD サーバの構成 (ストリーム、蓄積時間は MPEG 1 の 1.5Mbps 換算)

名称	メーカー	形式	ストリーム数	性能	蓄積時間
VOD サーバ	SGI 社	MediaBase	100	R1000×2, 256M, 55GB	60 時間

これからの教育支援システムを考えるとネットワーク設備としては、既設の LAN 設備のほかに、ATM のような高速な有線 LAN と学習場所を制限しない無線 LAN が多く利用されることが予測できる。実験システムのネットワーク設備は、表 2 に示すように ATM と 3 種類の無線 LAN を含んでいる。

表 2 主なネットワーク設備と性能

名称	メーカー	形式	性能
ATM	富士通	EA1550	155Mbps
ATM 対応スイッチングハブ	富士通	EA112-MF	100Mbps
光無線 LAN (屋内用)	ビクター社	VIPSLAN-E	10Mbps
光無線 LAN (建物間用)	エルテル社	OPLAN-10L	10Mbps
電波式無線 LAN (屋内用)	NCR 社	WaveLAN	2Mbps

3. 実証実験

3. 1 実験項目

実証実験では、1つの教室で20名程度の学習者と教師からなる学習環境と、2つの教室をLANで相互接続した遠隔学習環境を想定した。いずれの学習環境でも、ユニキャスト配信とマルチキャスト配信が使われる。ユニキャスト配信は、各学習者が端末から教材を得る場合に使われる。また、マルチキャスト配信は、教師の指示により各学習者が一斉に同一教材を閲覧する場合や、他方の教室で行なわれている講義を学習者の端末で見る場合に使われる。

マルチメディア教材は、MPEG 1 または MPEG 2 の映像である。すなわち、実際にマルチメディア教材を使って教育を支援するには、次の項目を考慮して教材を作成する必要がある。

- 1) 教材の画質：MPEG 映像はビットレートによって荒い画質から VHS 並の画質までを扱える。ネットワーク性能が許せば、MPEG 2 により DVD 並の画質も扱える。
- 2) 同時に開けるストリーム数：複数のストリームが扱えれば、1台の端末で異なる複数の映像を同時再生し、興味あるものだけを残して見ることができる。また、マルチキャストを使った遠隔教育と同時にユニキャストで教材を見ることもできる。
- 3) 同時に利用できる端末数：端末数が少なければ高画質の教材が利用でき、多ければ画質を下げなければならない。

本実験では、図 1 に示した実験システムにおいて、上記の項目を調査することにした。

3. 2 実験方法

実験は、VOD サーバから MPEG 映像を端末に配信し、正しく配信できる最大の MPEG ビットレートを主観評価により求めた。実験条件としては、表 3 に示すように、MPEG 映像のビットレートのほか、ネットワークと配信方法を組合せて実験を行った。

表 3 実験条件とその選択項目

実験条件	選択項目
MPEG 映像	MPEG 1 : 700Kbps, 1Mbps, 1.5Mbps, 2Mbps, 4Mbps MPEG 2 : 4Mbps, 6Mbps, 8Mbps
ネットワーク	ATM, 100BaseT, 電波式無線 LAN, 光無線 LAN
配信方法	ユニキャスト, マルチキャスト

3. 3 実験結果

ネットワーク設備ごとに、MPEG 映像の配信経路と実験結果を示す。配信経路は、図 1 に示した実験システムから配信経路だけを取り出して示した。配信経路は VOD サーバを①とし、端末に向かって番号が振ってある。実験結果には、ユニキャスト配信だけの場合と、マルチキャストとユニキャストを混在して配信した場合が含まれている。

(1) 屋内光無線 LAN での配信経路を図 2 に示す。VOD サーバ①からスイッチングハブ③までは、ATM で接続されている。スイッチングハブ③と光無線 LAN④は 10Base-T で接続されている。

ユニキャスト配信の結果を表 4 に示す。表より、端末が 1 台だけのときは、1Mbps の MPEG 映像が、最大 5 つまで扱える。また、2Mbps のときは、端末が 1 台だけならば 4 ストリーム扱え、3 台まで配信する場合は 1 ストリームである。

マルチキャストとユニキャスト混在の結果を表 5 に示す。表中、マルチキャストを(M)、ユニキャストを(U)で示している。表より、端末数が 3 台までならば、マルチキャスト配信による 1.5Mbps の映像とユニキャスト配信の 700Kbps の映像をそれぞれ 1 ストリームまで扱える。また、マルチキャストの配信で、一つを 400Kbps、もう一つを 300Kbps にすれば、2 ストリームまで扱える。

2 つの表から、屋内光無線 LAN では、最大のビットレートは 4Mbps であり、端末数は 3 台までである。

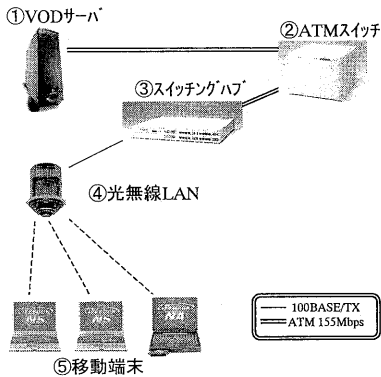


図 2 屋内光無線 LAN での配信経路

表 4 ユニキャスト配信

MPEG 画質 ビットレート	最大スト リーム数	最大端末数
1Mbps	5	1台
2Mbps	4	1台
4Mbps	2	1台
2Mbps	1	3台

表 5 マルチキャスト・ユニキャスト混在配信

MPEG 画質 ビットレート	最大スト リーム数	最大端末数
(M)1.5Mbps (U)700Kbps	1	3台
(M)400Kbps (M)300Kbps	1	3台

(2) 屋内光式無線 LAN の配信経路を図 3, 結果を表 6 と 7 に示す。

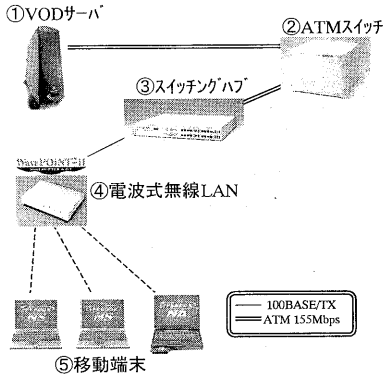


表 6 ユニキャスト配信

MPEG 画質 ビットレート	最大スト リーム数	最大端末数
1.5Mbps	1	1台

表 7 マルチキャスト・ユニキャスト混在配信

MPEG 画質 ビットレート	最大スト リーム数	最大端末数
(M)700Kbps	1	1台
(U)800Kbps	1	

図 3 屋内電波式無線 LAN での配信経路

(3) 100Base-TX の実験条件を図 4, 結果を表 8 に示す。

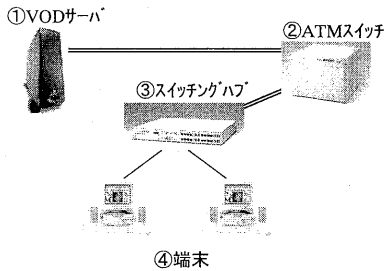


表 8 ユニキャスト配信

MPEG 画質 ビットレート	最大スト リーム数	最大端末数
4Mbps	1	2台
1Mbps	7	1台

図 4 100Base-T での配信経路

(4) 屋外光無線 LAN の配信経路を図 5, 結果を表 9 と 10 に示す。

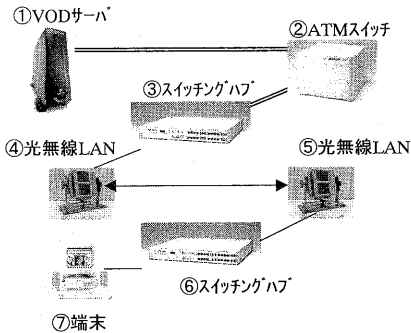


表 9 ユニキャスト配信

MPEG 画質 ビットレート	最大スト リーム数	最大端末数
1Mbps	1	3台

表 10 マルチキャスト・ユニキャスト混在配信

MPEG 画質 ビットレート	最大スト リーム数	最大端末数
(M)1Mbps	1	2台
(U)700Kbps	1	
(M)700Kbps	1	2台
(U)500Kbps	1	

図 5 屋外光無線 LAN での配信経路

(5) ATM の配信経路を図6, 結果を表11に示す. ATMに直結した端末には, MPEG2デコーダボードが搭載されているので, この実験だけがMPEG2の映像を配信した.

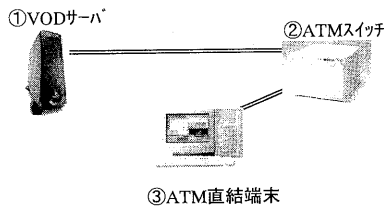


図6 ATMでの配信経路

表11 ユニキャスト配信

MPEG画質 ビットレート	最大スト リーム数	最大端末数
6Mbps	1	1台

4. おわりに

これまでに述べた実証実験では, 20名程度の学習者を想定していた. しかし, 一般的には50名レベルの学習者を想定することが多いと考えられる. しかも, それ以上の大規模システムへの対応においては, 複数セットの導入によって解決できるであろう. これらの理由から, ここでは50名レベルのクラスに対応する場合の問題点について考察する.

セクション3.1で触れたが, 教材の画質レベルに影響が現れると考えられる. この問題は, 使用目的によって画質の種類を調整することにより解決できる. また, 同時の一斉操作によるトラフィックの問題も発生するであろう. この問題は, ユニキャストとマルチキャストを混在させ, それらを適宜切り分けることによって回避できる. 学習者数の増加による物理的な環境問題は屋内用光無線LANの敷設数で解決することになる. 端末台数との比例関係にあると考えてよい. このような問題では, 目的とするシステム環境を分析することにより実現可能であり, また物理的な設計データからも推測できる.

しかし, 個々の学習者の思惑どおりに, ネットワーク環境の学習を進行しようとする, 更にいくつかの問題点が存在することがわかる. たとえば, 学生の行動を観察すると必要以上に限界に達するストリーム数をオープンしているケースが見受けられる. また, 複数のオーディオが同時に流れているという状況も発生している. この類の問題の多くは, 基本システムの仕様に依拠する部分が大であるが, 同時オープンできるストリーム数を自動的に制限する仕様によって解決できるであろう. このような問題の洗い出しとそれらの改善方法の検討を50名クラスのフィールド実験で行う必要があるが, これらは今後の課題である.

謝辞 本研究は通信放送機構との共同研究である. 実験環境整備とその設計に多大の支援を得ていることを紹介し, ここに感謝の意を表す.

参考文献

- 1) 神沼靖子, 富澤真樹: “双方向遠隔教育システムの基本設計”, 前橋工科大学研究紀要, No.2, pp.81-84(1999).
- 2) 神沼靖子, 富澤真樹, 役誠雄: “マルチメディア双方向遠隔教育システムのデザイン”, 情報処理学会第59回全国大会, No.4, pp.321-322(1999).
- 3) 富澤真樹, 神沼靖子: “マルチメディア双方向遠隔学習システムの実証実験と評価”, 情報処理学会第59回全国大会, No.4, pp.323-324(1999).
- 4) 富澤真樹, 神沼靖子: “双方向マルチメディア遠隔教育システムの評価”, 情報処理学会研究報告, 2000-CE-55, Vol.2000, No.20, pp.9-16(2000).