教育現場におけるコンテンツサービスシステムの構築

生駒栄司*1*2　松野恭士*2　大島克巳*１　三木哲也*１
通信・放送機構*１　東日本電信電話株式会社*2

1.　研究背景

情報通信技術の発展により、インターネットに代表されるTCP/IP プロトコルを基盤としたオープンで広帯域なネットワークが構築されている。このインターネットにおいて、送受信されるデータはメール、ファイル転送に代表されるテキスト文書のみならず、インターネット電話等の音声、静止画、テレビ会議やビデオオンデマンド等の動画といった、多種多様な大容量データが利用されるようになりつつある。この状況下において、更なるネットワークの大容量化及び、効率的なネットワークリソースの利用方法が必要となっている。

また、教育現場において様々な教育支援システムが導入されつつあるが、ネットワークに対応した容易なインターフェイスを持つ動画配信に関するニーズが高まりつつある。

その状況において三鷹市における教育ネットワークは、「第３次三鷹市基本計画」、「三鷹市地域情報化計画」及び各個別に示された、まちづくりを実現するための実行計画として位置づけられ、情報通信基盤として整備されつつある。また、通信・放送機構が実施する「学校インターネット」の中心として「中央ネットワークセンタ」、「地域ネットワークセンタ」と共に「研究拠点センタ」を設置し各種サーバによる研究を行っている。本研究は通信放送機構が実施する「インターネットにおけるサービス制御を柔軟に行うためのシステム構築技術に関する研究開発」における『次世代インテリジェントＩＰシステムアーキテクチャに関する研究開発用設備及びプログラム（三鷹）』の一環として行う物である。

2.　研究目的

過去において蓄積されたマルチメディア教材およびリアルタイムのイベントを授業に有効活用するためには、簡易な検索システムとオンデマンド配信制御が望まれているが、現状、これらを実現するためのネットワークアーキテクチャ及びこれらの機能を簡易な操作で実現するソフトウェアが存在しない。そのため、本研究開発では、それらの実際の教育現場における要望を踏まえた上で、最適な配信方式を検討し開発することを目的とする。

Construction of the Contents Service System in Education

: Eiji Ikoma*1*2,Yasushi Matsuno*2 Katsumi Ooshima*1,Tetsuya Miki*1
*1 Telecommunications Advancement Organization of Japan
*2 Nihon Telegraph and Telephone East Corporation

3.　三鷹市教育ネットワーク構成

三鷹市における教育ネットワークは教育センターを中心とし各校を 1．5Mbps の専用線で接続している(図 1 参照)。教育センタには教育用コンテンツ、動画配信用サーバを設置している。

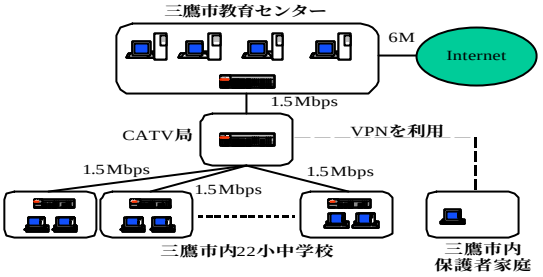

図 1　三鷹市教育ネットワーク構成図

4.　マルチキャスト通信技術

現在、インターネットやイントラネットにおいて、一般的に利用されている通信方式は「ユニキャスト通信」であり、「1 対 1」を基本とする通信方式である。ユニキャスト通信の場合、コンテンツが格納されたサーバは N 台クライアントに対し、個別にデータを配信する。すなわち、ネットワークに N 個のストリームが発生し、大きな負荷をかける。（図 2 参照）

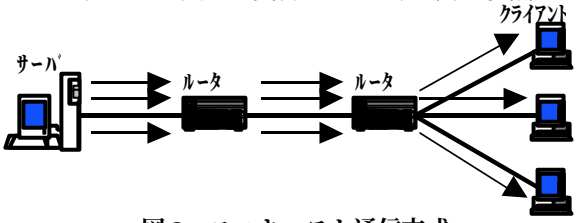

図 2　ユニキャスト通信方式

一方「マルチキャスト通信」は、「1 対多」を基本とする通信方式で、ルータが配信するデータをコピーして通信を行うため、ネットワークには 1 個のストリームしか発生しない。また、配信するデータによって配信するクライアントグループを任意に特定することができ、ネットワークを効率的に利用することが可能な通信方式である。（図 3 参照）

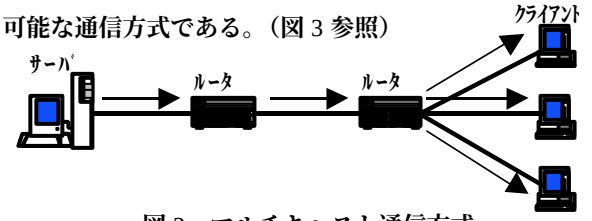

図 3　マルチキャスト通信方式

このためマルチキャスト通信は、協調型アプリケーションの配信方式として重要な技術であると考えられる（中継ルータや受信クライアントがマルチキャスト対応の必要有り）。

5.　動画配信サーバ

5.1.　概要説明

教育センタ内に設置したサーバを利用して学校から動画配信の登録/配信を行うシステムである（図 4 参照）。
特徴を以下に挙げる。

- マルチキャスト通信方式を利用しネットワークトラフィックを圧迫することなく動画配信を可能とした。
- 配信可能なコンテンツとして、当初から用意する「共通ライブラリ」、各学校ごとに撮影等を行い蓄積する「学校ライブラリ」、授業等をリアルタイム配信する「ライブ配信」が可能である。ライブ配信を行った授業等は学校ライブラリとしてオンデマンド配信が可能である。
- 登録/配信を行うインターフェイスにはHTML形式のホームページ上に配信日時等を登録することで配信が可能という簡易なインターフェイスを実装した。

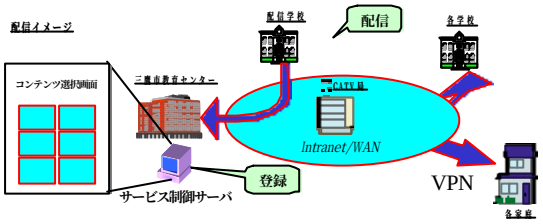

図 4　動画配信サーバイメージ

5.2.　利用状況分析

動画配信サーバの利用状況をアクセス数、利用時間帯別に分析した。毎月平均して 100～200 回のアクセス(図 5 参照)があり、家庭へのネットワーク拡大（2002 年 9 月）以降大きな利用の伸びがあった。利用時間帯別では、時間は昼休みをはさむ３～５時限のアクセスが多い(図 6 参照)。

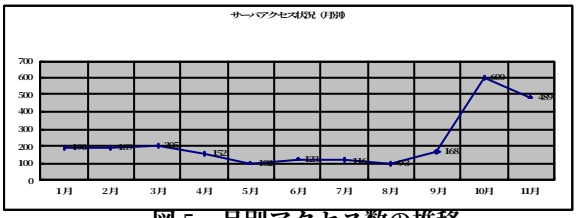

図 5　月別アクセス数の推移

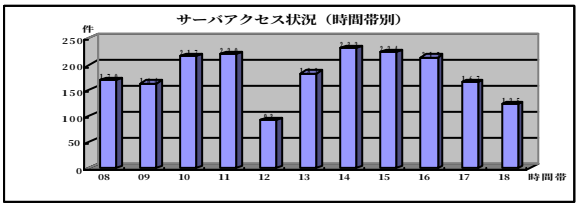

図 6　時間別アクセス数の推移

5.3.　ライブ配信時の最適エンコード速度の検証

（１）実験概要

授業等をライブ配信する際の最適エンコード用ビットレートの検証を行った。複数の CPU,メモリの違うノート型 PC に USB カメラを装着しライブ配信を行い、配信帯域及び、帯域を一つ選択する Single late、帯域を複数選択できる Sure Stream を変化させ出力フレーム数の違いや実際の映像の比較を行った。エンコード及び配信用ソフトウエアは Real　Producer　Plus を利用した。

（２）実験結果及び考察

三鷹市教育ネットワークの環境(1.5Mbps)においては Singlelate-384kbps のエンコードを用いた配信が最適である(図 7 参照)。エンコードのビットレートを大きくすれば映像品質が高くなるということはなく、通信回線等のネットワーク環境等によって最適ビットレートが違う事がわかった。また、エンコード、配信を行うハードウェアのスペックによって出力フレーム数等の映像品質に大きな影響を与えることがわかった。

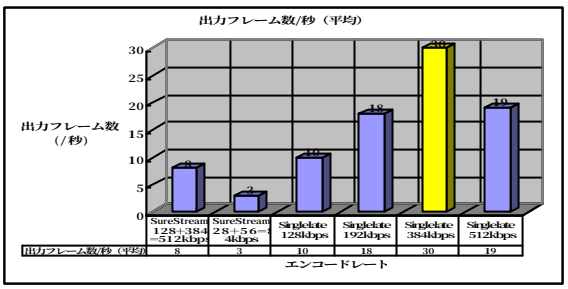

図 7　ライブ配信時の最適エンコードの探索

6.　考察及び今後の課題

（１）動画配信サーバについて

動画配信サーバを利用することで、リアルタイムにデータを配信用のデータにエンコードし、マルチキャスト通信を用いて配信を行うことが確認できた。また、容易なインターフェイスを用いて簡単にライブ配信が可能であり、各小中学校から多くのアクセスを得ることができた。これにより容易なインターフェイスを整備することにより、動画配信を利用した授業の促進が図れるということが実証できた。

（２）IPv6 への移行

IPv4 ネットワークにおけるマルチキャスト配信サーバの検証を行ってきたが、今後は IPv6 環境におけるマルチキャスと通信技術の検証が急務と考えられる。また、IPv4、IPv6 の双方の環境が混在するネットワークにおける通信の高度化に関する研究も急務であると考えられる。

（３）三鷹教育ネットワークにおけるビジネスモデル

今回の三鷹市における教育情報化の成功要因として、学校⇔地域⇔家庭の三者連携、及び、高速ネットワーク、容易なユーザインターフェイス、的確なサポート体制の確立が重要である。今後は三鷹でのノウハウを幅広い地域への水平展開が望まれる。

参考文献

【1】　谷上、他：教育支援システムにおける汎用的な動画作成機能　情報処理学会第 60 回全国大会