

第III部

インターネットを用いた高等教育 環境

第3部 インターネットを用いた高等教育環境

第1章 次世代インターネットを利用した高等教育環境の構築実験 GIOS プロジェクト

1.1 はじめに

WIDE プロジェクト [186] では、デジタルテクノロジーとインターネット基盤を利用した大学環境を模索するための実験として、1997年9月より WIDE 大学 School of Internet (SOI) を開始した [75]。SOI では、大学における教育資源をデジタル化し、デジタル情報基盤上に載せることで、いままでの教室やキャンパスといった物理的かつ論理的な枠をこえて、インターネット上の人々がこれらを自由に共有することができる環境を構築、実証実験を展開している。SOI が構築する環境は、学びたい個人に自由で多様な学習環境を提供することを目的としている。この目的を達成するために、SOI では2つの方向でシステム環境を提供している。1つは、授業をいつでもどこでも個人が学びたいときに学べる個人の学習環境。もう一つは、世界的に評価されている先生の授業を、どこからでも受けられるようなキャンパス環境の構築である。

一方、インターネット技術の発達と、社会への浸透が進んでいる中、「次世代インターネット」についての議論が多く行われている。SOI の目指す環境を、次世代インターネット環境の上で実現するプロジェクトとして1999年秋より GIOS (Globally Integrated Omnibus Solutions) プロジェクトが開始された (図 1.1)。

GIOS プロジェクトでは、次世代インターネットが

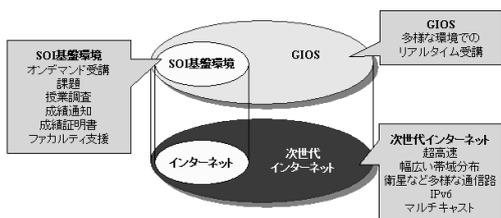


図 1.1. SOI 基盤環境と GIOS プロジェクト

作り出すシステム環境として、1) 広帯域 (数 Gbps) から低速 (64kbps 以下) にいたる幅広い帯域分布、2) 衛星などの片方向通信を含む多様な通信路、3) マルチキャストによる同報通信基盤、4) IPv6 基盤、の4つを主要な要素として位置付けた。次世代インターネットの特徴を帯域から分類し、図 1.2 に示す4種類の受講環境を GIOS 受講者環境として定義してそれぞれの環境を設計し、統合的かつ実践的な実証実験を展開した。

本報告書では、まず、基盤として提供している SOI 基盤環境の概要を示し、GIOS 受講環境の設計、実証実験を述べた後、実証実験システムの評価を行い、今後の課題を議論している。

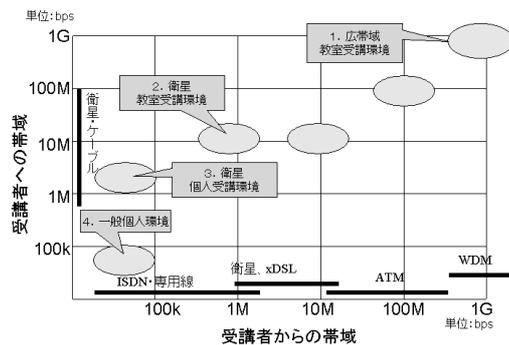


図 1.2. 次世代インターネットにおける GIOS 受講者の帯域による分類

1.2 SOI 基盤環境

SOI 基盤環境は、授業を中心とした教育・学習活動の基本部分をインターネット上で推進することを目的としている。授業を中心とした大学の教育活動を分析して、1) オンデマンド授業、2) 課題システム、3) 授業調査システム、4) 成績通知システムと成績証明書システム、5) ファカルティ管理・支援システムの5つを、基本コンポーネントとしてインターネット上で実現・提供した [178]。

1.2.1 オンデマンド授業

オンデマンド授業では、講義を 1) 教員の音声、2) 教員の映像、3) OHP などの講義資料、4) 板書の各要素からなる集合体と捉え、これらをそれぞれにデ

デジタル化し、時系列に同期させる手法 [132] を用いて、講義をインターネット上で受講可能にするためのデジタル化を実現した。教員の音声および映像は、RealNetworks 社の RealVideo を利用し、150kbps ~ 28.8kbps の帯域それぞれに対応した品質で蓄積されている。映像を再生すると講義資料が進行と共に自動的に切り替わり、あたかも教室にいるように授業へ参加することができる。オンデマンド授業は、いつでも受講可能であることに加え、講義を部分的に繰り返し視聴可能であることから、復習や、海外講師の場合の言語問題なども部分的に解決している。また、講義資料は HTML にも変換されて蓄積されているため、検索機能を用いることにより、必要な一部分のみを切り出して視聴する、マルチメディアライブラリとしても活用されている。

講義のデジタル化の作業は、プロジェクト開始当初約 6 時間程度かかっていたが、作業の自動化のための各種ツールを開発し [178]、現在では 90 分の授業を 2 名の TA (Teaching Assistant) が収録にあたり、授業後 2 時間程度で授業アーカイブがインターネット上にアクセス可能となるまでに作業量が軽減された。また、ビデオエンコードを授業中に並行して行えば最短で授業後 20 分以内にオンデマンド受講可能とすることも可能となった。

1.2.2 課題システム

課題システムは、学生間の協調による学習効果を実現するために、お互いのレビューができるシステムである。教員がオンライン課題提示を行うと、受講者が課題の解答を提出・参照・相互コメントなどを行うウェブページが自動生成される。受講者は、各自のホームページを用いて課題に対する解答を作成し、その URL を登録するか、直接テキストをフォームに入力する方法のいずれかで課題を提出する。解答が他の受講者からも参照されることから、課題をコピーするといった不正行為は確実に減少し、さらに、他の受講者の解答をも教材として利用しながら自分の課題に取り組めるため、解答の質も教員の求める水準に近づく結果となった。また、解答内容を×切までクローズしておくモードでの運用においても、解答提出状況が開示されていることにより課題の提出率が向上した。

1.2.3 オンライン授業調査システム

オンライン授業調査システムは、実施された授業の内容・品質を受講者によって評価し、その結果を次に受講する学生への資産として活用するための重要なシステムである。そのため、教員が学生からフィードバックをもらいたい項目を自由に設定することが可能な、匿名を保証したアンケートシステムを構築した [179]。教員が質問内容を登録すると、学生による回答・集計ページが自動生成され、回答可能となる。回答結果は一般に公開され、誰もがいつでも参照できる。また、この調査結果に対して教員がコメントする機能を設け、授業の内容に対する相互コミュニケーションの場を提供している。オンライン授業調査は、用紙による調査と比較して、自由記述回答に対する回答率が高く、公開されることにより建設的なコメントが多い傾向が確認されている [179]。SOI では 1997 年度秋学期から 6 期 16 授業にわたってこのシステムを利用した授業調査を実施している。

1.2.4 成績通知システムと成績証明書システム

成績通知システム・成績証明書システムは、教員が成績を登録し、その成績を安全に保管し、インターネット上の受講者および証明したい第三者に対して安全に通知を行うためのシステムである。電子証明書および暗号技術を利用してその機能を実現した [199]。成績証明書システムでは、SOI システムに蓄積された学習履歴を利用することで、授業の参加状況から、科目ごとの課題の内容にいたるまで、成績証明書の一部として第三者に提供できる。従って教育機関は、従来の最終的な成績のみと比較してより正確に個人の能力を証明することができる [194]。なお、SOI システムでは、インターネット上で個人を識別する方法として、パスワードによる認証と電子証明書による認証を併用している。証明書の利用においては、WIDE プロジェクトの認証局 (CA) の下位認証局として SOI 独自の CA を立ち上げ [199]、教員証明書と学生証を実験的に発行している。

1.2.5 ファカルティ支援システム

ファカルティ支援システムでは、SOI 上の教育活動にまつわる資源をインターネット上で教員が容易に管理するため、授業情報更新、課題設定、成績状況表示など、教員の立場からみた統合的なインター

表 1.1. 受講環境ごとのシステム構成

	教員の音声・映像		学生との質疑応答		授業資料同期共有	
	アプリケーション	ネットワーク基盤	アプリケーション	ネットワーク基盤	アプリケーション	ネットワーク基盤
広帯域・教室	DVTS	フレームレート 1/1 以下 (約 40Mbps)	DVTS	IPv6 Multicast	RPT RPT 同期表示機能	IPv4 Unicast
衛星・教室		フレームレート 1/4 以下 (約 10Mbps)	NetMeeting Polycom 等 H.823 系	IPv4 Unicast		
衛星・個人	Real Video	150kbps	受講用インタラクティブアプリケーションと IRC		RPT ウェブページ同期表示機能機能	
一般・個人		28.8 - 64kbps				

フェースを提供している。

SOI 基盤環境はこのように、大学の教育活動を統合的にインターネット上で実現し、授業といういままでは後に残らなかったものをデジタル化して蓄積することにより、授業のもつ新しい価値を創造し、それを有効に利用する、統合学習環境を提供している。現在では、大学授業だけでなく、特別講義やチュートリアルなど合計約 600 時間以上の講義がアーカイブされており、企業内研修での利用も報告されるなど、多様な方法で活用されている。講義資料には毎週約 20 万ページのアクセス数が記録されている。登録している学習者約 5000 人のうち、60%以上は社会人で、授業後のアンケート結果などからも、オンデマンド授業による学習を継続したいという回答が多く、生涯教育の一つの学習スタイルとして確立されつつある。

1.3 GIOS 受講環境の設計

1999 年までの SOI 基盤環境は、ISDN 程度の通信速度でインターネット環境を利用する受講者に、オンデマンド授業を中心とした学習環境を提供することを目的としていた。GIOS プロジェクトでは、最先端の次世代インターネット技術を導入し、図 1.2 で示すような多様な環境を用いたリアルタイム受講の実現と統合化を目的とした。具体的には、1) 広帯域 IPv6 マルチキャストインターネットで接続される教室環境、2) 10Mbps 程度の衛星回線(片方向)と 1.5Mbps 程度の地上線による非対称リンクを利用したインターネットで接続される衛星教室環境、3) 2Mbps 程度の衛星(片方向)と公衆電話回線による非対称リンクを利用したインターネットで接続される衛星個人学習環境、4) ISDN や公衆電話回線で 64kbps 以下のインターネットで接続される個人学習環境の 4 種類の学習環境を構築し、授業を 4 種類の

環境で同時にリアルタイムで受講するための環境構築、開発、実証実験を行った。遠隔リアルタイム授業実施にあたっては、下記 3 点を要求事項と定義して研究開発を行った(表 1.1)。

1. 教員の映像・音声 が 90 分の講義受講に耐えうる品質で学生に届くこと
2. 授業資料は複数地点で共有され、ページの変化などが同期されること
3. 学生と教員との間で質疑応答ができること

1.3.1 広帯域・教室受講環境

広帯域・教室受講環境は、1.0Gbps 程度の広帯域 IPv6 インターネット接続を持つ教室受講環境である。教員からの映像・音声、および学生との質疑応答の両方が、IPv6 マルチキャスト上で稼動する DVTS (Digital Video Transfer System)[120] を用いて共有される。また、授業資料共有には GIOS プロジェクトで開発した、遠隔プレゼンテーションツール (RPT: Remote Point)[182] を用いた。DVTS は、WIDE プロジェクトで開発され、デジタルビデオのデータをインターネット上で配信するためのシステムで、双方向でのデジタルビデオ会議を行うことが可能となる(図 1.3)。デジタルビデオと同等の高品質性、低遅延

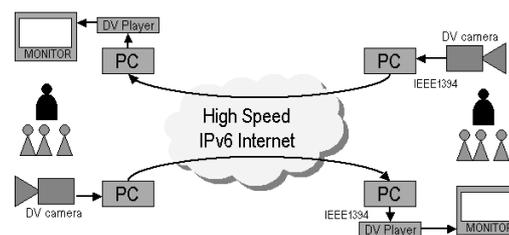


図 1.3. DVTS システム概要

性と、フレーム間圧縮を行わないためパケットロスによる画像伝送に対するロバスト性を提供する。また、ネットワークの輻輳時には音声のフレームレートは間引かず、画像のフレームレートのみを間引いて送信する技術により、音質を保持したまま使用帯域を40Mbpsから10Mbpsまで調整できるため、一定の帯域を確保することが困難なインターネットにおいても受講者に対して良好な通信品質を提供可能である。多地点への配信にはPIM-Sparse mode (IPv6)による経路制御技術を適用した[181]。

授業資料はMicrosoft社のPowerPointを前提とし、表示同期のためにRPTのPPT同期表示機能を利用した。教員が作成したPowerPointファイルはあらかじめ遠隔の各教室に送付しておく。教員はRPT(送信モード)を利用してPowerPointファイルをスライド表示させる。受講する教室ではRPT(受信モード)を利用して送付されたファイルをスライド表示させておくと、教員のRPTからスライド切り替えとマウス移動のイベントが送信され、それに従って各受講教室のスライド表示が自動的に操作される。RPTは多地点間の通信にIRC(Internet Relay Chat)を利用している。

1.3.2 衛星・教室受講環境

衛星回線を用いた教室受講環境は、衛星回線による10Mbps程度の受信と、地上回線による1.5Mbps程度のIPv4インターネット接続をもつサイトにある教室である。広帯域な地上線を確保できない大学や教育機関に、衛星通信技術、UDLR(Uni Directional Link Routing)技術、マルチキャスト技術を利用して、比較的安価に高品質授業を提供する。

教員からの映像・音声を教室に届けるアプリケーションとしては、前述のDVTSを同じ理由で採用した。IPv6マルチキャストを利用しているDVTSを、IPv4でインターネット接続されている教室で利用するために、UDLR技術を用いた[176]。UDLRルータは、慶應義塾大学で開発されたUDLRの実装をベースに、IPv4とIPv6の2つのプロトコルスタック上で動作するように拡張を加え、IPv4の地上回線とIPv6の衛星回線を組み合わせて、IPv6の広域マルチキャスト網に参加するための機構を構築した。

一方、質疑応答のために学生から教員へ音声・映像を送る場合、1.5Mbps程度の地上回線を利用することになるため、Microsoft社のNetMeeting、Cisco社の

PolycomViewstationなど、500kbps以下で音声・映像をリアルタイムにやりとりできるアプリケーションを利用し、双方向性のある質疑応答を実現した。

授業資料共有には、広帯域・教室環境と同様にRPTを利用した。

1.3.3 衛星・個人受講環境

衛星を用いた個人受講環境は、公衆電話回線を利用したインターネットプロバイダー経由のIPv4接続をもつPCに衛星通信用ボードを搭載し、2Mbps程度の受信ができるようにした。

2Mbpsの衛星帯域を多数の衛星個人サイトで有効に共有するため、帯域をネットワークの輻輳状況に合わせて約28.8kbps~300kbpsで段階的に制御でき、IPv4マルチキャスト配信機能をサポートしているRealNetworks社のRealVideoを採用した。

授業資料共有には、教室環境と同じくRPTを利用したが、PowerPointファイルを多数の受講者へ事前に送付することが非現実的なこと、PowerPointファイルそのものの配布を望まない教員も多いことを考慮し、RPTのウェブページ同期表示機能を利用して資料同期表示を実現した。教員が作成したPowerPointファイルは、あらかじめHTML形式に変換して、HTTPサーバ上に掲載しておく。個人の受講用PCでRPT(受信モード)を立ち上げておくと、教員がPowerPointのページ表示を変えるたびに、教員側のRPT(送信モード)から、受講者側のRTPに対して表示すべきURLが送られ、個人受講用PC上のウェブブラウザで、資料同期表示を行うものである。PowerPoint形式からHTML形式への変換のためには、SOI基盤環境でアーカイブ作成用に利用している変換ツール(P2H)を用いている。

個人受講環境では、教員のいる教室に対して十分な帯域が確保できない。このような個人受講環境で、教員とインタラクティブなコミュニケーションをとる手段として、受講用インタラクティブアプリケーションを開発した。受講者は、このアプリケーションを利用して、1) 授業の選択、2) 受講(出席)、3) 文字による質問登録、4) 選択問題提示・回答、5) 音声(映像)による質問を行うことができ、その通信履歴は学習記録としてログに保存される。

受講用インタラクティブアプリケーションの構成を図1.4に示す。教員は、教室にあるPCで教員用クライアントと教員用サーバを立ち上げ、SOIサー

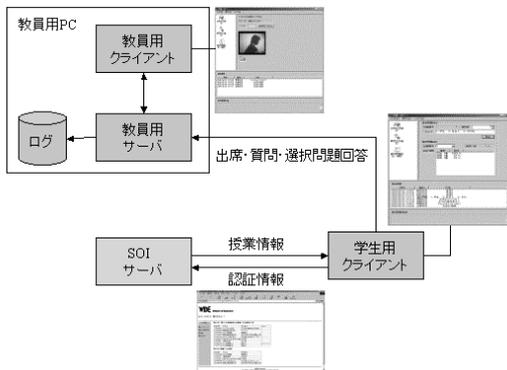


図 1.4. 受講用インタラクティブアプリケーション

バに授業開始を伝えると、その授業は、学生が出席可能な状態となる。学生は、学生用クライアントを立ち上げ、電子証明証を利用した学生証か、あるいは SOI 学生登録時に登録したパスワードで認証を終えると、その学生が履修・聴講している授業一覧と現在出席可能なリアルタイム授業にマークが表示され、学生はその1つを選択してリアルタイム授業に出席を登録する。学生用クライアントはその時点で、教員用サーバに接続し、教員用クライアント上で出席が確認される。また、リアルタイムに他の学生や TA とコミュニケーションをとるために、IRC の併用も行った。

このように、衛星個人環境では、RealVideo プレーヤー、RPT、受講用インタラクティブアプリケーション、ウェブブラウザ、IRC クライアントを同一の PC 上で統合的に利用しながら、大学で行われている授業をリアルタイムに、比較的高品質な映像・音声の講義と質疑応答などを行いながら授業受講を行う環境を実現した。

1.3.4 一般・個人受講環境

一般の個人受講環境は、電話回線、ISDN などを利用したインターネットプロバイダ経由の IPv4 接続をもつ PC で受講を行う環境であり、100 以上の多数のサイト数を想定して設計した。

受講に利用するツールは、すべて衛星・個人受講環境と同様であるが、RealVideo による映像・音声の配信は、個人の接続環境によって 28.8kbps ~ 64kbps などの低帯域版のストリームとなる場合があるという違いがある。

1.4 実験と評価

本プロジェクトでは、1999 年 9 月より、1.3 章で述べた各受講環境に適合するサイトを構築し、実際の大学で行われる授業を用いて実証実験を開始した。2000 年 11 月までに実施した実験授業と参加サイトを表 1.2 に示す。すべての授業は GIOS システムによるリアルタイム授業と、SOI 基盤環境を利用したオンデマンド授業とを併用した授業として提供された。

1.4.1 実験授業

「コンピュータネットワーク概論」は、日米の教員 2 名が、それぞれの大学から得意な分野の講義を実施し、3 地点を接続して全 45 回の講義を日米 3 大学の学生で共有した。言語の問題、時差の問題、学期のずれなどは、アーカイブ授業を併用することで解決した [122]。「インターネット応用」も同様に早慶両大学の教員あわせて 3 名が、このテーマにそったトピックスを早慶それぞれから交代で講義を行った。同時に、衛星・個人と一般・個人環境から受講

表 1.2. 実験授業と実験サイト

授業名	コンピュータネットワーク概論	インターネット応用	無線通信応用工学	メディア学概論	革新企業の戦略分析
実験期間	1999 年 9 月 ~ 2000 年 1 月	2000 年 4 月 ~ 7 月	2000 年 4 月 ~ 7 月	2000 年 5 月 ~ 10 月	2000 年 9 月 ~ 11 月
広帯域・教室	米国ウィスコンシン大学 奈良先端科学技術大学院大学 慶應大学	早稲田大学 慶應大学	東京大学 慶應大学 (*)	東京工科大学 慶應大学 (*)	佐賀大学 慶應大学 (SFC) 慶應大学 (森ビル) 慶應大学 (三田キャンパス)
衛星・教室					慶應大学 (KBS) 他国内 2 箇所
衛星・個人		国内モニターユーザ 96 名	国内モニターユーザ 31 名	国内モニターユーザ約 18 名	国内ユーザ 7 名
一般・個人		国内外 SOI ユーザ 127 名	国内外 SOI ユーザ 56 名	国内外 SOI ユーザ 93 名	国内外 SOI ユーザ 63 名

(C)。このような流れで IPv6 マルチキャストによる講義映像は衛星教室環境へ配送される。

オレンジ線は、IPv4 マルチキャスト通信の流れを示す。RealVideo ストリームは、衛星・個人サイトから地上回線を経由して RealServer2 に接続要求が送付されると (D)、RealServer2 から IPv4 マルチキャスト通信を利用して各衛星個人サイトに配信される (E)。一般個人環境は、RealVideo サーバ 1 にユニキャストで接続して RealVideo による講義映像を受信する (F)。なお、図中では示していないが、教室でエンコードされた RealVideo のデータは、慶應大学に設置された RealVideo1 に送られて配信されると共に、RealVideo サーバのスプリット機能を利用して、衛星送信サイトに設置した RealServer2 にも送信され、一般個人環境と衛星個人環境に同じ映像ストリームが配信される。また、受講用インタラクティブアプリケーションの教員用クライアントおよび RPT のために、広帯域教室環境は IPv4 インターネットへの接続も利用している。

1.5 評価

1.5.1 教室受講環境

広帯域教室環境では、IPv6 マルチキャストアプリケーションを継続的に実運用したことでいくつかの課題が明らかになった。トポロジによっては RP (ランデブーポイント) の負荷集中からくるパケットロスが発生し、ユニキャストでの運用時と比較して DVTS での映像品質が劣化するという問題が観測された。また、IPv6 ユニキャスト経路が不安定になった場合に、広帯域を利用している DVTS での映像が一時的に途切れるなどの問題も発生した。より効率のよいツリー構成、最適な RP の分散配置、ストリーム数や分岐によるルータの負荷分散を考慮したトポロジの設計、敏速なトラブル解析のために有効なモニターの仕組みなどが今後の課題である。

運用面では、安定した運用を低コスト (人的資源) で実現することが要求されたが、操作をなるべく遠隔に行えるように工夫することで、人数の削減が実現できた。例えば DVTS を拡張して受信パケットのロス値をログに残す機能を追加したことにより、教室で実際に画像を確認するのではなく、遠隔より品質確認が可能となり、オペレータの負担が軽減された。また、RPT を利用したことにより、各教室での資料表示作業を無人化させることができたことも

運用コスト削減につながった。準備にかかる時間の短縮も課題である。教室によっては毎回休み時間に機材搬入と設置を行うため授業開始に間に合わないケースもあった。定常的な安定運用のためには、マシンや AV 機器などの必要機材を教室に常設しておく、かつ常に稼動状態になっていることが不可欠であることが認識された。

衛星教室環境では、地上回線の場合と比較して、各教室における帯域確保のための導入コストや導入にかかる時間が小さく、マルチキャストを低コストでサポートすることができるため、受講者数が増大した場合のスケーラビリティを考慮すると、有効な受講手段であることが実証された。しかし、地上回線での IPv6 マルチキャストが不安定になった場合に、衛星送信を行うサイトそのものでストリームが受信できなくなることがあり、衛星教室サイトでの受講ができない回があった。衛星教室サイトでは、そのような場合にバックアップとして RealVideo を代替として利用したが、授業を実施するサイトから衛星送信サイトへの通信をユニキャストにするなど、安定運用のための機構を検討する必要がある。また、DVTS の映像フレームレートの最適選択も重要な課題として残された。本実験では広帯域サイトと同じマルチキャストストリームを利用したため、DVTS の映像フレームレートを衛星回線の上限にあわせて運用したが、今後は、広帯域サイトと衛星教室サイトで異なるフレームレートの映像を送るために中継点でレート変換をするなどの技術的な解決が必要である。

教室環境で受講した学生に対するアンケート結果では、9 割の学生によって授業内容が価値あるものだったと評価されていることから、遠隔講義に品質的な問題がなかったと判断できる。また、インターネット応用の受講学生のうち約 6 割は、他大学の授業を受講できることに肯定的な意見を述べていた。授業に関する制度の違いや学生のバックグラウンドの違いなどを克服して、大学間授業共有を有効に活用するためには、今後もノウハウの蓄積や、授業共有にむけた大学間の積極的な協調が必要である。

1.5.2 個人受講環境

衛星個人環境では、高品質で受講することができたため臨場感、持続性、理解度などが 64kbps 以下の場合と比較して向上したという意見がよせられた。

しかし、地上回線として電話回線によるプロバイダ接続のみをサポートしたが、地上回線が不安定な場合に映像が途切れるなどの問題があったことや、ダイヤルアップ以外で地上回線を持っているユーザをサポートできなかったことで、ユーザ環境に制限があった点が、今後の課題として残された。

一般個人環境の中には、映像が十分な品質で受信できない環境もあり、音声だけの配信に対する希望も出ていたが、その問題は一般的なインターネット接続状態の向上により解決されると考える。

資料共有に利用した RPT は、通信に利用している IRC サーバの負荷状態、IRC サーバへの接続状態による遅延や切断が生じる可能性があるという欠点もあり、自動再接続機能の実現や独自サーバによる運用など、よりトラブルに対するの対応策が今後の課題である。また IRC 網の伝播遅延による同期の遅延が問題になる場合もあるため、場合によっては遅延の少ない別の方法で 1 対多の通信路を確保することも考慮すべきである。

受講用インタラクティブアプリケーションと IRC による質疑応答では、RealVideo のバッファリング機能に起因して、受講者が視聴している映像音声は、教室での進行と約 30 秒のずれが生じることから、文字による質問が届くころには教室での授業は先に進んでいるという問題が発生し、授業の合間での円滑な質疑応答は困難であった。しかし、授業の最後にまとめて質問時間を取るなど、進行を工夫することで質疑応答を実現することができた。受講用インタラクティブアプリケーションだけでは、リアルタイムなコミュニケーションがとれずいたため、IRC を併用したが、多くのツールを同時に操作することが受講者にとって負担になることから、今後はツールの統合も検討する必要がある。

衛星と一般の個人環境の受講者に対するアンケートからは、自宅や職場で大学の授業を受講できることについて 90%以上の受講者が肯定的な意見を述べ、一般にこの学習スタイルが受け入れられていることがわかる。また、オンデマンド授業とリアルタイム授業の併用に関しては、アンケート結果から両方の組み合わせによる受講形態が最も望ましいと評価された。リアルタイム授業の臨場感は、授業に参加することへのモチベーションを促進し、オンデマンド授業の自由度と併用することで、社会人など定期的に時間を作ることが困難な学習者にも最適な環境を

提供することができた。

1.6 結論

次世代インターネット環境として、IPv6、マルチキャスト、UDLR、衛星技術などの次世代インターネット技術を統合し、その環境の上で大学の遠隔授業活動を展開し、次世代インターネット技術の有用性を実証した。他大学の学生とキャンパス外の学生などの受講者、授業提供者からのフィードバックを収集し、次世代インターネット環境が、マルチメディアストリームなどに強い要求がある教育環境に充分貢献できることを実証した。またリアルタイム授業受講とオンデマンド授業受講の組み合わせが個人受講者にとってさまざまな点から学習環境として望ましい環境であることが実証された。

第2章 Paloalto 遠隔授業中継実験

2.1 目的

日本での高等教育の現場において、グローバルな教育環境を構築することは急務であり、その実現の手法としてインターネットを活用することに高い期待が寄せられている。WIDE Project、School of Internet Working Group は、日本の各大学が低コストで海外からゲスト講義を受けられるような設備と体制を構築することで、高等教育現場のグローバル化と品質の向上に大きな貢献ができると考え、その実現に向けて様々な実証実験を行っている。本実験講義は、米国西海岸における授業実施拠点の構築の可能性を、技術面および教育効果の面から検討するために、2000年11月9日(日本時間)、NTTコミュニケーションズ(株)ならびにNTT MCL (Palo Alto)の協力を得て実施したものである。

2.2 実験講義概要

2000年11月9日13:20~16:30 JST (11月8日20:20~23:30 PST)、NTT-MCL 米国パロアルトオフィス内スタジオ (以降 US スタジオ) より、Cisco Systems 社の Vice President、Mike Volpi 氏が、日本の慶應義塾大学3キャンパス、佐賀大学およびインターネット受講者に向けて、遠隔講義を



行った。慶應大学 SFC キャンパスでは約 10 名、慶應 KBS 日吉キャンパスで約 10 名、アカデミーヒルズ (赤坂アーク森ビル内・慶應サテライトキャンパス) では約 20 名、佐賀大学では約 10 名、インターネット受講者約 10 名がリアルタイムに講義に参加した。日本で受講した講義の様子は、SOI サイトに映像として記録されている。(http://www.soi.wide.ad.jp/class/20000008/slides/08/)

本講義は、2000 年 9 月 21 日より 11 月 16 日までの毎週木曜日 13:20-16:30、全 9 回シリーズで実施された、慶應義塾大学大学院経営管理研究科、同大学院政策・メディア研究科、および佐賀大学のインターネットを利用した共同授業「革新企業の戦略分析」(担当：國領二郎、松本孝利、村井純、http://www.soi.wide.ad.jp/class/20000008/) の中の一講義として実施された。本授業は毎回ゲストによる講演と、学生、教員、ゲストによるディスカッションで構成され、第 8 回にあたる 2000 年 11 月 9 日は、Cisco Systems 社で買収などを手がけている副社長 Mike Volpi 氏をお招きして討議を行う目的で現地パロアルトより参加していただいた。

遠隔授業の実施には、国際間の IPv6、マルチキャスト技術などの先端技術を実験的に利用し、その運用技術の蓄積と、実用可能性の検証を行った。

2.3 ネットワーク構成

日本国内の 3 サイト間 (慶應大学 SFC、赤坂アーク

ヒルズ、佐賀大学) は、慶應キャンパス内ネットワークおよび JGN を利用して、高速 IPv6 ネットワークが構築されている。US (NTTMCL オフィス) と日本の IPv6 経路は、WIDE 大手町 NOC から NTT の IPv6 網へ NSPIX6 を通して接続され、さらに米国 NTT 側には国際線の 1.5Mbps で接続された経路となり、安定した帯域が確保されていた。

一方、日本の教室と US スタジオ間の IPv4 経路は、kddnet を経由し、RTT が 150ms~900ms と安定しなかった。IPv4 のみをサポートする音声の双方向通信を行うためのアプリケーション (H.323 に準拠した会議用専用機、Cisco Systems 社、Polycom ViewStation512 を利用) を、その環境で実験したが、SFC と US スタジオ間では Polycom の利用帯域を 64kbps に落として通信しても安定した稼働が認められず、音声途中で途切れるなど品質に問題が出た。これを解決するために、安定した帯域を確保することができる IPv6 ネットワーク上で IPv4 のトンネルを構築し、日米の双方に設置した Polycom 同士の通信を IPv6 上で実現することで、音声用アプリケーションにも 128kbps と十分な帯域を確保しながら授業を実施することができた。簡単なトポロジ概略図を図 2.1 に示す。IPv4 over IPv6 トンネルは図 2.1 の sfc-t11-rt と nsync.mci との間で gif を利用して構築された。

なお、US スタジオ内の IPv4 ネットワークは、社内ネットワークの一部であったため、firewall に

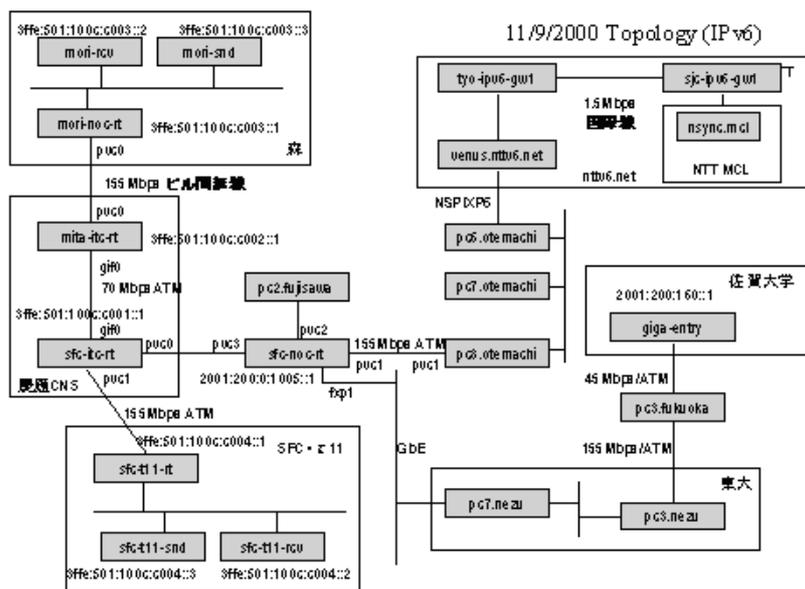


図 2.1. ネットワーク構成図

よって外部と通信できる port が制限されていた。そのため、当初 Polycom での映像通信、IRC でのコミュニケーションが動作しなかったが、NTTMCL ネットワークチームが実験のために一時的に対処したことで解決した。

2.4 アプリケーション構成

2.4.1 教室への映像・音声配信

US のから映像・映像は、当初 IPv6 マルチキャスト網を利用して、US から国内 3 箇所に VIC/RAT で配信することを検討した。実際に前日の実験段階では、IPv6 マルチキャストを利用した VIC の配信を US スタジオと SFC から行い、長時間に渡って受信する実験に成功した。しかし、下記の理由から、

1. SFC 以外のサイトでの vic6 マシンの調達が間に合わなかった
2. 安定した rat6 の稼動するシステムを日本側で構築することができなかった
3. 基本的に SFC 以外での A/V 構成を簡素化し、可能な限り毎週の講義と同じ機器構成で実施したいという要求があった

日米間のアプリケーションとしては、下記構成とした(図 2.2)。

1. 映像は IPv6 unicast で 1 対 1 で VIC を利用し SFC と通信

2. 音声は IPv4 unicast で 1 対 1 の Polycom を利用して SFC と通信
3. 他のサイトは、SFC を通して DV によるコミュニケーションを構築する

音声・映像の流れを図 2.2 に示す。US 側の映像・音声は VIC と Polycom にて受信し、それを DVTS を用いて国内 2 箇所に再配信する。逆に日本国内 3 箇所の映像・音声は DVTS を用いて、SFC ですべて集約し、VIC と Polycom にて US に送る、という構成とした。帯域的には、VIC は双方向共に 200kbps 程度、Polycom には 128kbps の帯域を利用する設定で実施し、高品質な講義を国内 3 箇所に配信し、国内 3 箇所と US の間で円滑な質疑応答を実現することができた。アプリケーション概要図を下図に示す。(なお、日吉キャンパスには、高速なインターネット設備が利用できなかったため、赤坂アークヒルズで受信した映像・音声を NTT テレビ電話を利用したコミュニケーションを利用することで、同じ授業を共有することができた。)

2.4.2 一般個人ユーザへの映像・音声配信

アーク森ビル内で DV 受信した国内 3 箇所と US の映像を、RealVideo (150kbps を上限の SureStream) を利用して一般インターネット受講者向けにリアルタイム配信を行った(図 2.3)。

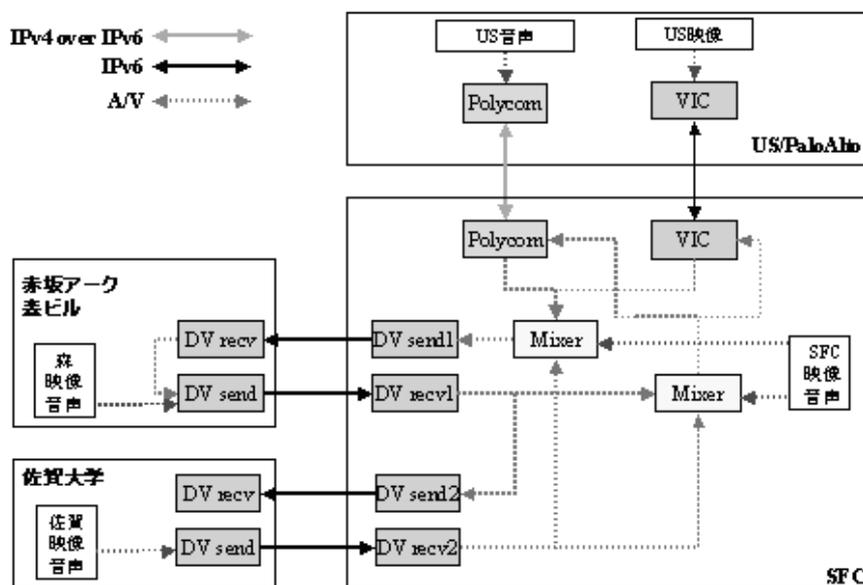


図 2.2. 映像・音声用アプリケーション概要図



図 2.3. 個人向けに配信された US からの講義の様子

2.4.3 授業資料

教員が利用する PowerPoint ファイルは、あらかじめ国内 3 箇所に配布し、RPT (Remote Point) を用いて [182]、US 側でのページ変更に合わせて、日本国内 3 箇所の PowerPoint の同期表示を実現した。

2.4.4 質疑応答

国内 3 教室から質問は、図 2.2 のアプリケーション構成に示すように、映像・音声による双方向コミュニケーションを利用して実現した。一般インターネット受講者は、IRC (#SOI チャンネル) を利用して文字による質疑応答を行った。

2.4.5 US スタジオにおける運営

US スタジオでの人員・機材配置概略図を図 2.4 に示す。

vic 用 PC のディスプレイに表示される日本から

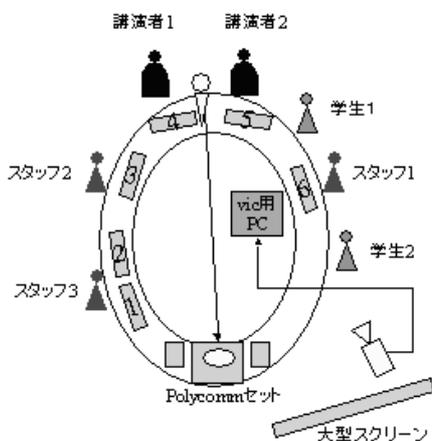


図 2.4. パロアルトスタジオでの人員・機材配置概略図

の映像は、講演者の正面に配置した大型スクリーンと、講演者手元のディスプレイ 5 に表示することで、手元の資料を見る場合も、カメラを見る場合にも学生の様子を確認できるように配置した。学生と講師の視線が自然に合うように、カメラは大スクリーン直下に配置し、質疑応答時以外はアングルは固定とした。そこで撮る映像は vic 用 PC の映像入力となり日本に配信された。講演者たちの音声は Polycom 付属のマイクを利用して、Polycom に入力され、日本側へ配信された。日本からの音声は、Polycom で受信し、スピーカーに出力された。

講演者 1 と講演者 2 は、ディスプレイ 5 に表示される日本の様子と、ディスプレイ 4 に表示される授業資料 (PowerPoint の表示) を見ながら授業を進めた。

スタッフ 1 は vic 用 PC およびネットワークのモニター、スタッフ 2 は日本との連絡係、スタッフ 3 は、講演者が利用する PowerPoint の画面と同じ者をディスプレイ 2 で確認しながら、それと同期してディスプレイ 1 (ラップトップ) で、ページの切り替えタイミングを入力する作業を行った。講演者が利用するラップトップで RPT が利用できなかったため、スタッフ 3 が代行した。スタッフ全員は IRC によって日本国内の各サイトとコミュニケーションをとりながら講義の運営を行った。

実際の講義の様子を図 2.5 に示す。



図 2.5. US での講義実施の様子

2.5 授業の進行

約 1 時間 20 分の Volpi 氏による講義の後、50 分間にわたって質疑応答が行われ、その後各サイトの学生・教員により約 30 分のディスカッションが行われた。質疑応答時には、SFC から 2 件、佐賀大学より 1 件、KBS 日吉キャンパスより 3 件、赤坂アー

クヒルズから2件、USスタジオの学生から1件、インターネット受講者から2件と、すべてのサイトにいる受講者から、合計11件の質問が寄せられ、活発なやり取りが実施された。質問は2.7.3節に示す。

2.6 まとめと今後の課題

米国からゲストスピーカーを迎えたインタラクティブな講義を実施し、日本国内3箇所の教室およびインターネット受講者が講義に参加して有効な授業を行うことができた。

実施には約2週間の準備期間を要し、約3日にわたる事前実験を行った。

準備にもっとも時間がかかったのは、アプリケーション構成を決定するためのトライアルおよび、安定した通信路を確保するための様々な試みであった。

今後定期的に遠隔スタジオを運営するにあたっては、安定した高帯域なネットワーク基盤とある程度安定して稼動する、いくつかの帯域に対応したコミュニケーション用アプリケーション設備を選択的に運用できるように柔軟に構築して、定常的に運用することが重要である。また、資料共有の仕組み、記録のための録画設備なども、スタジオの定常設備として考慮したい。

また、日本側の構成も、今回は、SFCの機材・スタッフなどに大きく依存する構成となったが、今後は、マルチキャストの安定運用基盤を確立し、外部からのゲストスピーカを受け入れることを初めから考慮にいれたアプリケーション・機材設計を行っておくことで、ゲストサイトを迎えるコストを押さえることが必要である。

今回の実験では、サポートスタッフは各個所に数人の単位で配置したが、今後はネットワーク状況、アプリケーション状況などを遠隔でモニタリングできる技術を導入するなどして、運用コストの軽減も考慮すべきである。

2.7 付録

2.7.1 参加サイト (インターネット個人受講者を除く)

1. 慶應義塾大学大学院経営管理研究科 (日吉キャンパス)
〒223-8523 神奈川県横浜市港北区日吉本町2-1-1
2. アーク森ビル

〒107-6090 東京都港区赤坂1-12-32

3. 慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科 (湘南藤沢キャンパス)

〒252-8520 神奈川県藤沢市遠藤5322

4. 佐賀大学

〒840-8502 佐賀県佐賀市本庄町1

5. NTT Multimedia Communications Laboratories

250 Cambridge Ave. Suite 300, Palo Alto, CA, 94306, USA

2.7.2 当日のテクニカルスタッフ

1. 日吉キャンパス
小林一雄 (KBS 学生) - サイトサポート
2. アーク森ビル
松澤佳郎 (株式会社テレコンサービス) - サイト責任者、テレビ電話担当
室井比宏 (SFC 学生) - インターネット配信担当、DV 担当
3. 湘南藤沢キャンパス
村上陽子 (SFC 学生) - サイト責任者
長橋賢吾 (SFC 学生) - ネットワーク担当
小川浩司 (SFC 学生) - DV 担当・ネットワーク担当
工藤紀篤 (SFC 学生) - 映像・音声切り替え
福田剛士 (SFC 学生) - インターネット受講者サポート
4. 佐賀大学
飯盛義徳 (佐賀大教員) - サイト責任者
渡辺健次 (佐賀大教員) - ネットワーク担当
田中久治 (佐賀大学生) - ネットワーク・アプリケーション担当
5. NTT-MCL
宮川晋 (NTT-MCL) - US スタジオ責任者、ネットワーク担当
大川恵子 (SFC) - プロジェクトコーディネーション担当
渋谷雪絵 (SOI 研究所) - RPT 担当

2.7.3 参考: 受講生からの質問

1. 13:56, 村井純 (インターネット受講)
1990年代の中ごろまでに、まだGOSIPによる

- 米国政府調達への戦略があったころ、SUN や CISCO は OSI の搭載など政府調達マーケットへのプロダクト戦略があったと思います。OSI は無くなったとしても、こういったプロダクトラインと、コマーシャルプロダクトラインの個別のマーケットは今でも存在しているのかしら？ ミリタリ含めてね。そうだとすると、その割合は？ ビジネス全体への影響は？
2. 14:14, 村井純 (インターネット受講)
チェンバースさんは、クリントン政権のアドバイザーとして、特にゴア副大統領の情報化政策の知恵袋をやっていました。CISCO は国際的に見ても米国インターネット戦略の大きなプレイヤーですね。現在のコミュニケーション法、ICANN への米国政府から民営化への政策もクリントン政権下のオペレーションでした。一方、ブッシュ陣営はインターネットでの米国の強さを志向しているコメントが聞かれます。さて、今回の選挙の結果と CISCO やインターネットビジネスへの影響は主にどのような点にあるでしょう。
3. 14:50, < > (佐賀大)
日本の企業では風土や文化によって買収が最大のパフォーマンスにならないこともある。シスコがうまくいくのは、チェンバースなどの人柄でうまくいくのか。
4. 14:58, 佐々生 (SFC)
ストックオプションによる社員のインセンティブが大きいと思うが、株価が下がった場合に、その効果が薄れるだろう。その場合はどのようにするのでしょうか？
5. 15:03, < > (SFC)
シスコシステムは 3 年以内の戦略しかもたないこと、利益追求、ということをあげているが、シスコアカデミーのプログラムには長期戦略もあるようだ。
6. 15:10, 萩原 (KBS・US スタジオ)
買収にあたって、従来の社員に対するモチベーションはどのようにキープするのか？
7. 15:15, 渋谷 (KBS 日吉)
株価が最盛期の 80 台から 50 台に低下している今、株式交換による買収戦略に与える影響は？
8. 15:20, 岡田 (KBS 日吉)
Cisco's way (企業文化) で、もっとも重要なものは何か？
9. 15:21, < > (KBS 日吉)
買収対象の企業は確実に大きくなることを確信して買うのか？ リスクもみこして買うのか？
10. 15:23, 松本 (赤坂アークヒルズ)
global 企業の買収は大変国際的な問題が発生すると思うが、どのようにマネージするのか？
11. 15:23, < > (赤坂アークヒルズ)
business development group にはどのような人がいるのか？

第 3 章 蓄積型遠隔授業支援システム

3.1 蓄積型遠隔授業とその問題点

インターネットを用いた遠隔講義/遠隔授業が多く行われるようになってきているが、その多くがビデオや資料等を保存しておき生徒が好きな時間に参照できる蓄積型のシステムとなっている。SOI においても同様の形態の遠隔授業を行っているが、これらは都合の良い時間にアクセスすることが可能であるという利点を持つ反面、疑問の解決などその場でリアルタイムに必要な情報を得ることは難しい。そのためできるだけスムーズに教師と生徒の間、あるいは生徒同士での情報を共有するメカニズムが不可欠であると考えられる。ここでは、教師と生徒、生徒同士でのコミュニケーションを支援するシステムを構築し、これらのコミュニケーションを通じて、より教材を作成することが可能となることを目指す。

3.2 蓄積型遠隔授業支援システム

蓄積型遠隔授業において教師と生徒、生徒同士のコミュニケーションを支援するシステムとして、生徒の疑問解決を鍵としてシステムの設計を行った(図 3.1 参照)。

ここで生徒は授業を選択した時点で同じ授業資料を参照している利用者のチャットチャンネルに所属する。同時に同じ資料を参照している利用者が存在する可能性は現状ではあまり高くないと想像されるが、利用者数の増大とともに同じ資料を参照している利用者同士で情報交換し情報を共有する可能性を考慮している。

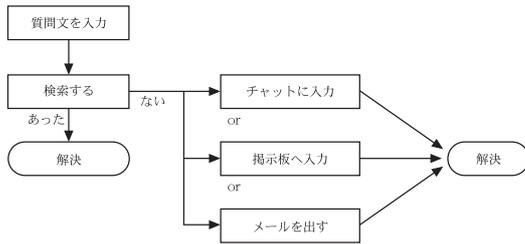


図 3.1. 疑問解決の流れ

利用者は、何か疑問が生じると、それを文章として入力する。これらは形態素解析され、あらかじめ用意してある質問回答ファイルを全文検索し、回答リストを提示する。生徒はそれらを参照し、目的の回答があった場合は、それで終了となる。また、そうでない場合は、同時に同じ資料を参照している利用者にチャットで質問したり、掲示板を用いて質問することが可能であるとともに、教師あるいは授業のメーリングリストに対してメールで質問することも可能となる。この際、最初に入力した質問文は保存されており、チャット、掲示板、メールを入力する際、再度入力する必然性は無い。また、チャットや掲示板、メールの履歴、質問の履歴は保存されており、これらを教師が参照して、授業資料の改善、質問回答ファイルの追加が可能となっている。システム

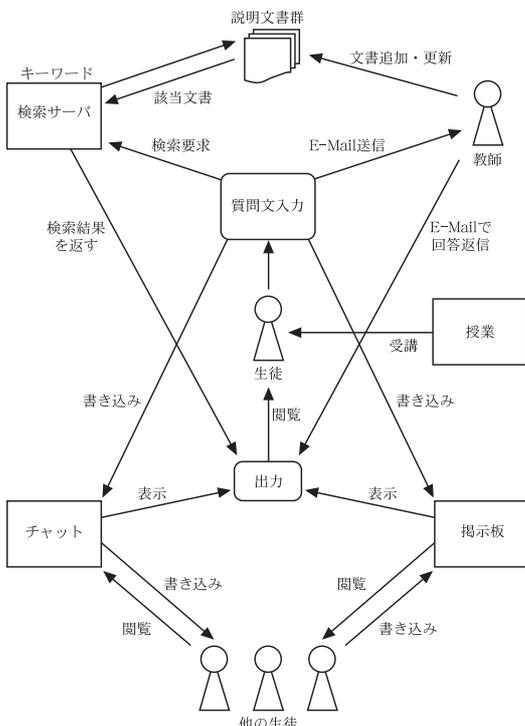


図 3.2. システムの概要

ムの概要は図 3.2 に示したとおりである。

3.3 支援システムの実装

本システムは、Web での利用を前提に実装を行った。これは現在の SOI の蓄積型授業システムが Web での利用となっているため、それとの整合性を維持することを目標としている。

質問検索システムは Namazu を用いた全文検索システムを用いており、質問文の形態素解析には ChaSen を用いた。実装したシステムでは、質問文の中から一般名詞に分類される単語を取り出し、それらをキーワードとして全文検索を行うようになっている。また、チャット及び掲示板は PHP を用いて作成している。なお、生徒は最初に利用者として登録し、ログインしてからシステムを利用する。また、その後参照する授業を選択することで、同時にその資料を利用している生徒をメンバーとするチャットのグループに参加するようになっている。

3.3.1 ログインと授業選択

利用者は、図 3.3 に示すようにまず利用者を指定しログインする

ログインが成功すると履修可能な授業一覧がしめされ、その中から参照する授業を選択する (図 3.4)。

授業を選択するとビデオ再生、質問文入力画面、チャットルームの 3 つのウィンドウが用意される。質問が生じたら、質問入力画面で質問を書き、入力ボタンを押す (図 3.5)。

続いて疑問解決ツール選択画面が表示される (図 3.6)。ここでは、検索を用いるので検索結果の表示を選択する。

その結果として図 3.7 のような検索結果が示され

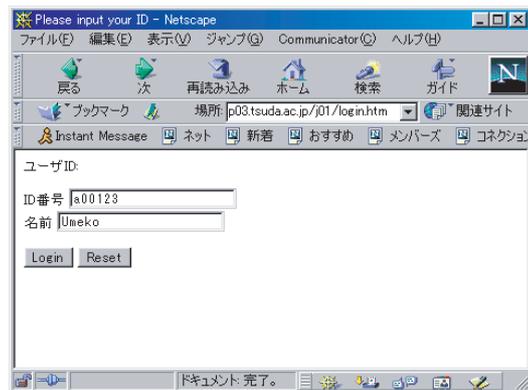


図 3.3. ログイン画面

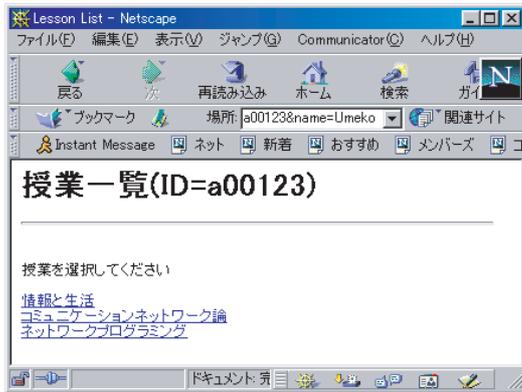


図 3.4. 授業一覧表示画面

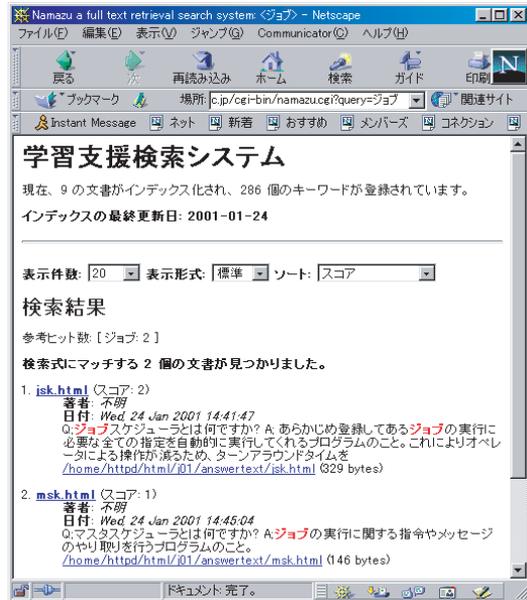


図 3.7. 検索結果表示画面

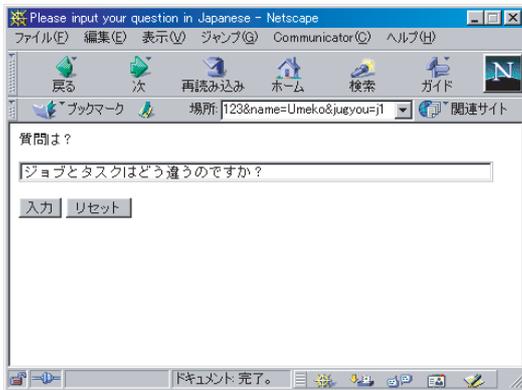


図 3.5. 質問文入力画面

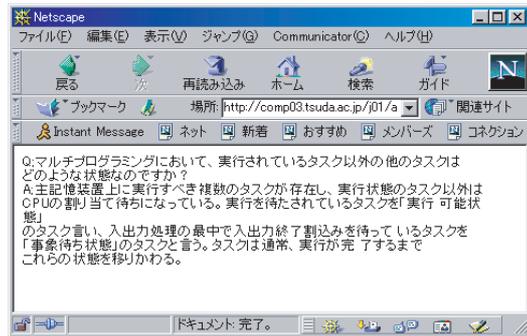


図 3.8. 文書ファイル表示画面

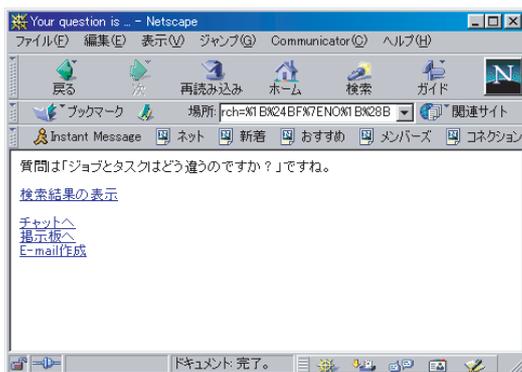


図 3.6. 疑問解決ツール選択画面

る。

見たい文書ファイルを選択すると、内容が閲覧できる (図 3.8)。

検索をしても必要な回答が得られなかった場合は、再度疑問解決ツール選択の画面に戻り、他のツールを選択する。例えば、チャットルームに他の生徒がいて (つまり、同時刻に同じ資料を参照している利用者が存在していることを示す)、その生徒に質問し

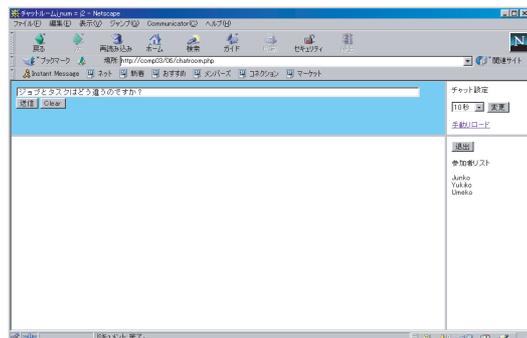


図 3.9. チャットウィンドウ (検索で用いた質問文が引き継がれる様子文)

たい場合には「チャットへ」を選択する。

チャットを使用しても疑問が解決されない場合は「掲示板へ」を選択し、質問文を登録しておく (図 3.11、3.12)。

以上の方法を用いても疑問が解決しない場合は、

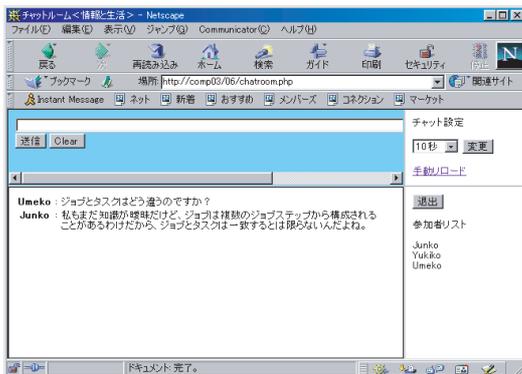


図 3.10. チャットの様子

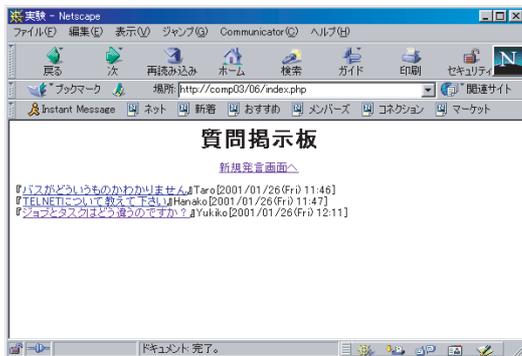


図 3.11. 掲示板 (スレッド方式画面)

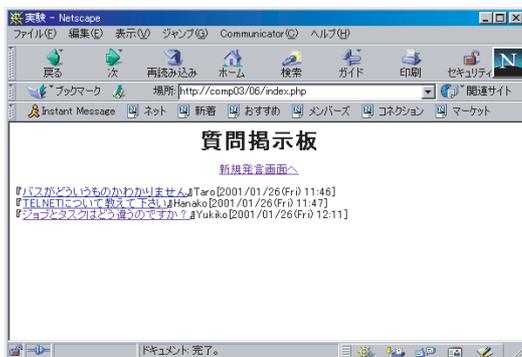


図 3.12. 掲示板 (内容の表示)

E-mail を作成し教師に質問をすることになる。ここで作成されたメールは教師あるいは授業のメーリングリストへ送られることとなる。

3.4 考察

今回作成したシステムを用いることで、教師と生徒、生徒同士のコミュニケーションを円滑にすることが重要であり、それを支援する環境の構築が不可欠であることがあきらかになった。また、こうしたコミュニケーションによって授業の内容をよりよくするための支援環境も重要であることがあきらかと

なっている。今回はシステムを構築しただけにとどまり実際の運用においての評価を行うことはできなかった。今後こうしたシステムの有用性を確認し、よりよい学習環境を構築するため、実環境での運用実験が不可欠であると考える。

第4章 著作権管理システムの運用実験

本実験では、インターネット上で公開される全てのデジタルコンテンツについてその著作権を適切に取り扱うためのグローバルな仕組みを確立することを目的に設計した著作権管理モデルに基づいて設計及び実装を行った著作権管理システムを、SOIを基盤に運用を行った。以下に、システムの構成、実験対象及び実験結果を示す。

4.1 著作権情報システムの構成

著作権情報は、自由契約を前提に著作権情報を国際条約に基づいて抽象化し、URIによって識別される。著作権情報のやり取りは、独自に設計したプロトコルを用いた。

4.1.1 著作権情報作成支援システム

質問に回答していくことで、著作権情報記述言語で記述された著作権情報が作成される。作成される著作権情報の矛盾をなくすために、設定する条件に応じて設定可能な項目を変えよう、図 4.1 に示すようにモジュールに分けて設計を行い、実装は Perl

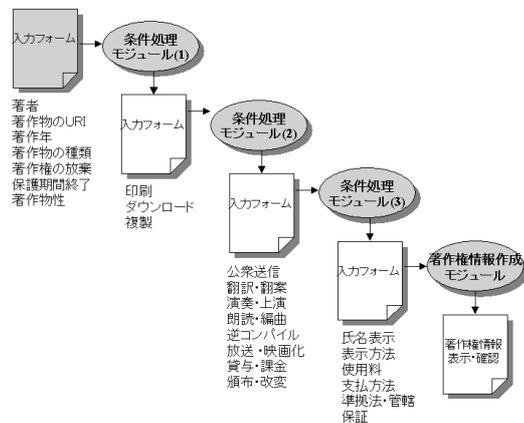


図 4.1. 著作権情報作成支援システム

で記述した CGI スクリプトを用いて行った。

4.1.2 著作権情報サーバ

著作権情報データベースとクライアントのインターフェース。著作権情報プロトコルを用いて著作権情報をやり取りを行う。著作権情報サーバは、図 4.2 に示すように Perl 言語を用いて実装し、データベースは SQL 言語を用いて実装した。

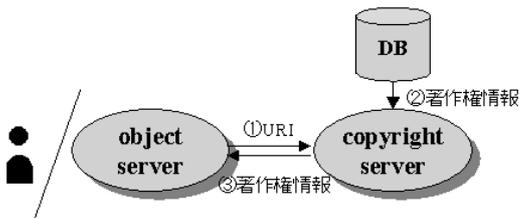


図 4.2. 著作権情報サーバ

4.1.3 オブジェクトサーバ

HTTP サーバ・FTP サーバ等、クライアントの要求を受けてオブジェクトの配信を行う。著作権情報の言語変換機能及び著作権情報の解釈・使用条件実現機能を持つ。実装では、図 4.3 に示すようにオブジェクト配信機能を提供するサーバと、使用条件実現機能・著作権情報表示機能を提供するサーバを分けて実装を行った。前者には Apache1.3 を用い、後者は Perl 言語を用いて実装した。著作権情報の表示方法は以下の 3 種類を実現した。

- 著作権情報の表示及びパスワードによる認証の後、コンテンツを表示
- コンテンツの表示と同時に著作権表示を自動的

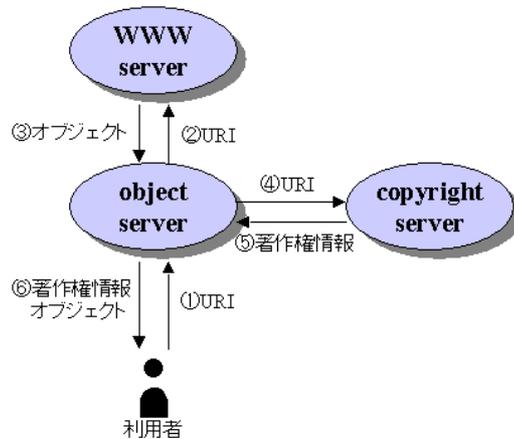


図 4.3. オブジェクトサーバ

に表示

- コンテンツの下部にボタンを表示し、クライアントの要求により著作権情報を表示

4.2 実験対象

本システムは、SOI 上で開講された授業と学生が提出するレポートに著作権情報を設定するという形で運用した。対象とした授業は表 4.1 の 3 授業である。

著作権情報設定の対象となった各授業におけるレポートの提出状況は、表 4.2 のとおりである。

4.3 実験結果

実験結果として、(1) 著作権情報の設定件数及び参照回数、(2) アンケート結果、(3) 使用条件の設定内容を示す。

表 4.1. 実験対象講義

	授業名	履修者数	聴講者数
授業 1	ネットワークセキュリティ	205 名	60 名
授業 2	コミュニケーションネットワーク論	427 名	59 名
授業 3	情報処理 IIIn	93 名	56 名

表 4.2. 実験対象レポート

授業名	レポート回数	レポート提出数	提出者数
ネットワークセキュリティ	2 回	204 件	127 名
コミュニケーションネットワーク論	8 回	1849 件	303 名
情報処理 IIIn	3 回	38 件	22 名
合計	13 回	2091 件	452 名

4.3.1 著作権情報の設定件数及び参照回数

対象となった2091件のレポートのうち、著作権情報が登録されたのは436件(21%)であった。また、図20に示すように、提出されたレポートは2000年12月5日から2001年1月15日までの42日間で合計27,249回、1日平均649回参照された(2000年1月15日現在)。このうち、著作権情報が設定されており、表示が実行された回数を図4.4に示す。

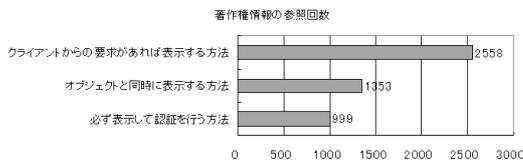


図4.4. 著作権情報の設定件数及び参照回数

4.3.2 アンケート結果

本システムを利用して著作権情報を設定した学生に対してアンケートを実施した。アンケートの回答数は155件であった。図4.5及び図4.6に主な結果を示す。

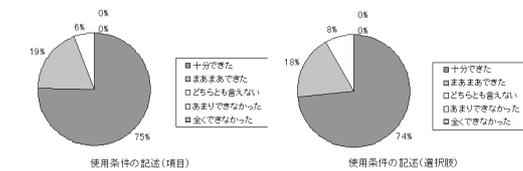


図4.5. 著作権情報の記述が十分にできたか

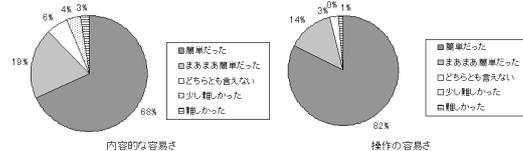


図4.6. 著作権登録が簡単だったか

4.3.3 使用条件の設定内容

今回の運用における使用条件の設定では、各項目について設定した選択肢が全種類用いられており、著作権者の意思が非常に多様であることが明らかになった。例えば「複製」という項目では、図4.7に示すように、「自由に可能」が15%、「営利目的以外可能」が12%、「教育利用/個人利用なら可能」が31%、「個人利用のみ可能」が7%、「禁止」が5%、「申込があれば個別に対応」が30%であった。また、他の項目についても、著作権者の選択は分散しており、過半

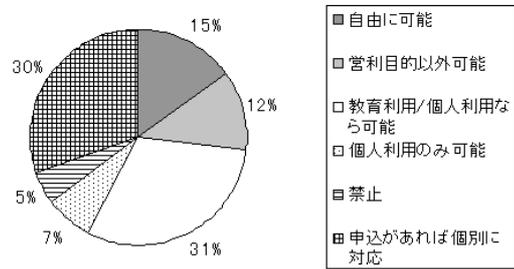


図4.7. 複製に関する設定

数が選択する選択肢はなかった。この結果から、著作権者の要求が多様であることが分かった。

4.4 今後の課題

今回は学習者を対象とするSOIを基盤に運用を行ったが、本システムはSOIとは要求の異なる著作権ビジネスやアート作品の配信基盤、個人等の著作権管理に適用可能である。しかし、配信する著作物の種類、性質、権利関係等により、要求されるセキュリティや認証の厳格さが異なるため、機能の追加や運用を支援する仕組みの構築が必要になると予想される。このような運用モデルの検討と必要とされる機能・仕組みの構築については、今後の課題として取り組む。

第5章 ポインタを付加した授業アーカイブ

5.1 背景

SOIでは、講義や講演、チュートリアルなど(以下まとめて「授業とする」)のアーカイブを行っている。これらのアーカイブ(以下「授業アーカイブ」とする)は、授業の様子を録画した映像と授業中に使用された資料をその進行に合わせて自動的に表示されるような仕様になっている。これにより、Webを通してほぼ、実際の授業をオンデマンドで再現可能であると言える。しかしながら、既存の授業アーカイブでは単に授業映像とその進行に合わせて進む資料が閲覧できるだけにすぎない。そのため、今後より一層の受講者を期待するには何らかの付加価値を授業アーカイブに付加して行く必要がある。すなわち、臨場感があり、理解を生みやすいようなオンデマンド授業の形態を考えて行く必要がある。

ところで教授者は授業時間中、説明箇所を明確にしたり、発話内容を強調するために提示している資料のある特定部分を指示すること、いわゆるポインタを用いることが多い。一方で学習者は授業中に教授者がポインタを用いて説明した箇所は重要であると考え、集中して耳を傾けたりメモを取ったりすることが多い。そのため、授業を再現する際の要素としてポインタは必要不可欠である。

しかしながら、既存の授業アーカイブではポインタ情報が欠落しているものがほとんどである。

5.2 目的

そこで、ポインタ情報を授業アーカイブに付加しその必要性の検証を行うことを目的とする。具体的には、まずポインタ情報の記録・再現システムを構築し、自動的にポインタ情報を授業アーカイブに付加する。その後、授業アーカイブにおけるポインタ情報の必要性をアンケート調査を行って確認する。

5.3 ポインタ情報の記録・再現システム

本節では授業中における話者のポインタを自動的に抽出・記録し、再現するためのシステムについて述べる。

5.3.1 要求事項

システムへの要求事項は次の二点である。

- 各種ポインタへの対応

話者が用いるポインタには様々な種類がある。例えば、マウスポインタ、レーザーポインタ、手、指示棒などが挙げられるが、これらのうちどれを用いるかは、話者の好みである。そのため、授業アーカイブを作成するという目的で、これらを限定することは極力避ける必要がある。そこでシステム側で、これらのポインタに対応する必要がある。

- 受動的な情報の記録方法

ポインタ情報を抽出するための専用装置やソフトウェアの使用を話者に要求することは避ける必要がある。これは、授業中の話者の負担を軽減するためである。また、専用システムの誤操作によりポインタが記録できなかったり、システムのダウンにより授業自体が滞る可能性を回避するためである。ポインタの情報を受動的に

取得し記録を行うことにする。

5.3.2 設計

前節の要求事項を満たすため、以下のようにシステムの設計を行った。ポインタはどの種類のもので、必ず資料が投影されたスクリーン上にある。この前提を踏まえ、授業時間中、固定カメラでスクリーンを撮影する（ここで撮影された映像を資料映像とする）。生成された資料映像には何らかのポインタ情報が含まれている。このため、画像処理技術により、各種ポインタを検出する。図 5.1 にシステムの構成図を示す。

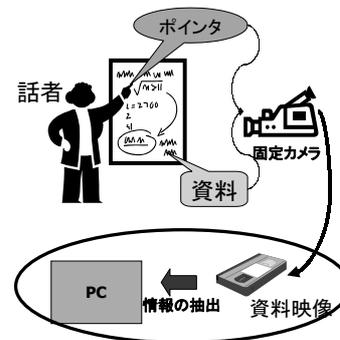


図 5.1. システム構成

5.3.3 実装

本節では実装について述べる。

ポインタ検出手法

資料が投影されたスクリーンを撮影した映像からポインタを検出する。手法は基本的にフレーム間差分画像を用い閾値処理でポインタを検出するものである。ただし、本研究は話者のポインタの検出に主眼をおいたものではないため、検出しやすいよう、各ポインタの検出は以下の条件を加えて行った。

- マウスポインタ

話者のラップトップ PC から得られる VGA 信号をスキャンコンバータで NTSC 信号に変換する。これにより得られた資料映像からマウスポインタの検出を行う。

- レーザーポインタ

レーザーポインタには波長 635nm の赤色レーザー光が用いられている。そこで、差分画像の

赤色部分に注目することでレーザーポインタの検出が可能である。

- 指示棒
指示棒は先端部分に赤色の LED が点灯するものを用いた。これによりレーザーポインタと同様に画素のうちの赤色に注目することで指示棒の検出を行う。
- 手
手の検出は困難であるので、話者に赤色に着色した手袋を着用して頂いた。この赤色手袋に反応するようにパラメータを設定し検出を行った。

ポインタのマッピング

資料が投影されたスクリーンから検出した話者のポインタを、そのまま資料上にマッピングするとポインタの位置が不正確になり、意味をなさなくなってしまう。これは、カメラや資料が投影されたスクリーンの位置や角度によって異なるためである。これは遠近法的歪みと呼ばれる。このため、図 5.2 に示すように、資料の座標系にポインタの座標をマッピングする必要がある。

そこで遠近法的歪みを補正するために 2 次元のアフィン変換(式 5.1)を用いることでポインタを正確な位置にマッピングすることが可能である。

変換前(映像)の座標系を (x, y) 、変換後(資料)の座標系を (X, Y) とすると

$$\begin{aligned} X &= ax + by + c \\ Y &= dx + ey + f \end{aligned} \quad (5.1)$$

資料が投影されたスクリーンが映った映像から二値化を行い、資料部分の頂点の座標を取得する。

取得した頂点の座標から式 5.1 のパラメータ a, b, c, d, e, f を決定する。

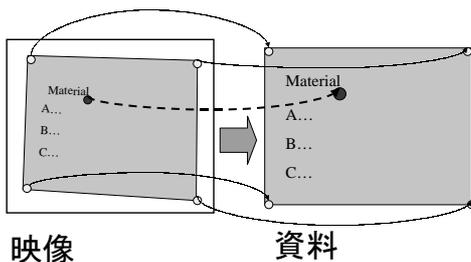


図 5.2. マッピング

5.4 評価

ポインタを付加することによる効果を評価する。ポインタ情報を反映したアーカイブとポインタ情報が反映されていないアーカイブの二つを提示し、それらを見比べてもらった上でアンケートに回答してもらった。

なお、アンケート項目、対象、公開方法、有効回答数は以下の通りである。

アンケート項目

1. 講義アーカイブにポインタの情報が必要だと思うか (Yes/No) とその理由
2. 付加されたポインタにより講義が分かりやすくなったと感じたかどうか (Yes/No)
3. 自由記述

対象:SOI 登録学生

公開方法:Web 上で公開

有効回答数:24 件

以下に結果を示す。

1. Q1:講義アーカイブにポインタの情報が必要だと思う(図 5.3)
 - 何かとは明確にはわからないが、一度媒体を通すと、直接その場にいるというだけで伝わる何らかの情報がおちると思う。
 - 授業でポインタを使用しているならもちろん、してなくても上記の落ちた情報を補うためにはポインタ情報は必要だと思う。
 - 詳しい図や、動きのある状況などを説明するのに、ポインタは不可欠だと思います。
 - 学生は分かりやすく、教授は教えやすくなると思う
2. Q2:付加されたポインタにより講義が分かりやすくなったと感じたかどうか(図 5.4)

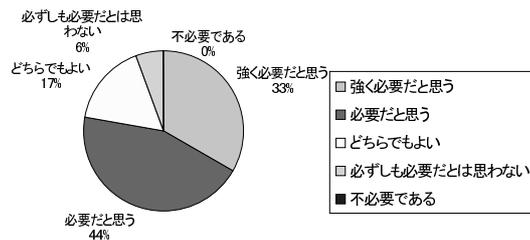


図 5.3. Q1 の結果

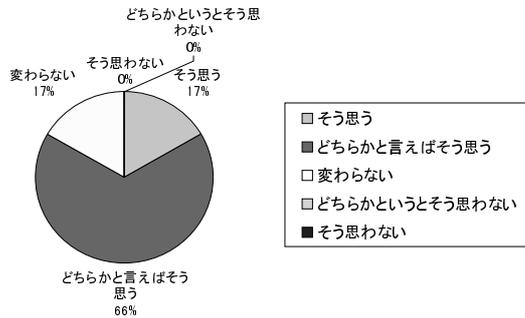


図 5.4. Q2 の結果

3. Q3:自由記述

- ちらちらとポイントが動くようだと無い方がいいかもしれない。
- 点でなく、線が引ければなお良い
- ポインタはどのぐらいスムーズに動く必要があるかを考えるのは難しいと思う。
- 人が指差すので同じところを指しているつもりでもぶれるがそのぶれまで忠実に再現する必要はないと思う。
- リアルタイムにポイント情報が付加されるような総合的なシステムがいずれ登場することを期待する。
- おそらくレーザーポインタの軌跡をそのままスライド上にスポットで再現したように見える。動き過ぎて目ざわり。
- 改良案として
 - 矢印つきのポイントを、できるだけ静止させて表示する (大型のマウスポインタみたいなやつ)
 - いま説明しているエリアを強調して表示させる。(枠囲みするとか、明るさを変えて表示させるとか)

次に話者の主観評価の結果を示す。

● 話者の主観評価

今回の実験の対象にした講義の担当教官による主観評価を得るため、ポイント情報を反映した講義アーカイブとポイント情報が反映されていない講義アーカイブの二つを提示し、それらを見比べてもらった上で以下の項目に対して回答を得た。

1. ポインタが自分の指した通りに反映されているか (Yes/No) とその理由

2. 授業時間中に自分の意図したことがコンテンツから汲み取れるか (Yes/No) とその理由
3. ポインタが付加されることによって講義がより分かりやすくなると思うか (Yes/No) とその理由
4. 講義アーカイブにポイントの情報が必要だと感じるか (Yes/No) とその理由

5. 自由記述

以下に回答を示す

- 講義 A (情報ネットワーク論 II) を担当した教官の回答

1. Maybe YES
ビデオを見る限り、トラックされていると思われる。
2. Yes and No
難しい質問。結構無駄な動きが多いのと、しゃべっている内容と動いているポイントがずれていることに気付いた。
3. Maybe YES
話者の練習が必要なのと、無駄な動きを削除する機能があるとよい。
4. Of course, YES!
単なる資料の提示ではどこを見ていいかわからないし、「ここが」といった言葉を理解するためには不可欠。
5. (話者の) ポインタの練習が必要。

- 講義 B (ネットワークセキュリティ) を担当した教官の回答

1. Yes and No
動きは、多分ある程度忠実に読み取っているのだろうと思われた。
2. Yes and No
音声を正しく聞けば分かるが、ポイントがその助けになっていない状況を見ている。
3. Yes
ただし、ちゃんと映像、我々の音声に追従できれば。
4. Yes
PPT ではマウス代わりにことを行うことが少ないので、大変必要。
5. こんなにポイントって私の話では役立っていないのかと反省した。もっと赤点を小さくしても良いのではないかと。音声との時間遅れは大変気になる。

5.5 考察

ポイント情報が授業アーカイブに必要不可欠であることが示された。一方、単純にポイント情報を抽出して授業アーカイブに反映するだけでは、返って授業が分かりにくくなることが分かった。つまり、ポイント情報を抽出した後、何らかの方法でそのポイントが資料のどの部分を指すものかを判断し、その部分をハイライトする、下線を引くなどの後処理が必要である。

5.6 課題

話者は授業中、あるキーワードや図について説明したり、話を強調するためにポイントを用いる。すなわち、あるキーワードについての説明を聞きたい場合は、そのキーワードを指示しながら説明している部分が検索可能であれば、目的の説明を得ることができると考えられる。今後は、このようにポイント情報を検索のインデクスとして利用することを考えていきたい。

学生が快適に受講しているかが分からないという問題がある。

本研究では、インターネットを利用した講義配信を行う際、学生が快適だと感じる品質を調査し、講義配信のコンテンツやシステムを適切に構築するための指標を作成する。この指標を参照することにより、将来様々な教育機関が、インターネットを利用した講義配信において、学生にとって快適な品質を実現できる。また、現在インターネットを利用した講義配信を行っている教育機関は、学生が快適に授業を受けているかどうか分かる。

6.2 インターネットにおける講義配信

インターネットを利用した講義には様々な形式が考えられる。本研究では、講義を成立させる要素として、

1. 学生間コミュニケーション
2. 実時間性
3. 表示画面

の3点に着目し、インターネットを利用した講義配信を6種類に分類した。このうち、「いつでも・どこでも・誰でも」講義を受けられるというインターネットを利用した講義配信の利点を最大限生かしていると言えるモデルに着目し、指標を作成することとした。これは、学生が家庭やオフィスなどで好きな時間に授業を受けられるモデルである。

6.3 指標作成方法

一般的なインターネットを利用した講義において、学生は図6.1のようなディスプレイを参照して受講

第6章 インターネットを利用した講義配信の品質指標に関する研究

6.1 背景・目的

ネットワーク技術の急速な発展に伴い、家庭・会社・学校など社会の様々な場面で、インターネットへの接続性が提供されるようになってきている。大学においても、インターネットを利用した講義配信や教材の配布が行われるようになった。

現在は、インターネットを利用した講義配信のコンテンツやシステムを構築するに当たり、基準となるような指標は存在しない。インターネットを利用した教材の配布や講義配信を行う教育機関は、コンテンツの作成やシステムを構築するにあたって、独自の調査を行っている。インターネットを利用した講義配信を行っている教育機関は、講義がネットワークを介して配信されることを考慮して、学生の持つネットワークの帯域に合わせた品質のコンテンツを作成している。コンテンツの内容はネットワークの帯域によって決定されるだけで、学生が快適に受講できるかは判断の基準に加わっていない。このため

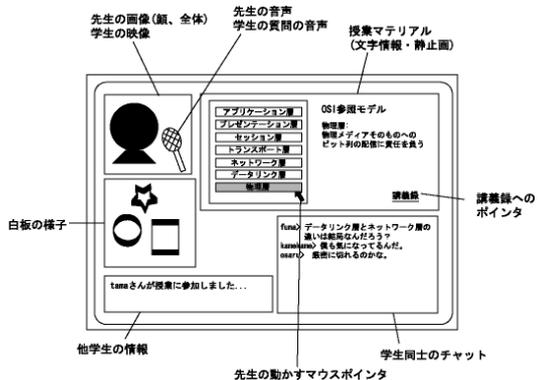


図 6.1. インターネットを利用した講義の要素



する。

これらは、音声・動画・教材・他学生の情報・講義録に分類される。従来の講義では一般的に、先生から学生に情報が伝えられており、動画・音声は講義を成立する主要要素である。その他の要素は補完的な役割を果たしているものが多い。ネットワークを占有する帯域に着目しても、動画・音声が多くを占める。このため、動画・音声を決定すれば、インターネットを利用した講義における品質をほぼ決定できる。

まず、動画・音声を要素に分解し、要素ごとに学生の満足度を調査した。次に、動画と音声の依存関係に着目し、これらの依存関係が学生の満足度どのように影響するかをアンケートを利用して調査した。アンケートは、SFCの学生を対象にして行った。以上の調査から、品質指標を作成した。この指標作成の流れを図6.2に示す。

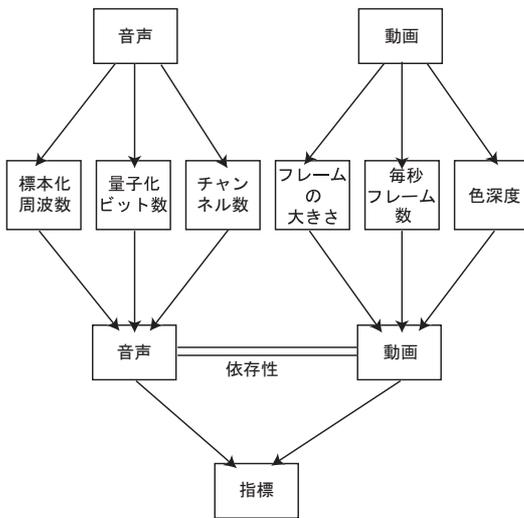


図 6.2. 指標作成の流れ

受講できる、もしくは快適に満足して受講できる値を調査し、これを80%の学生が満足できる指標と定めた。また、依存関係の調査より、動画の品質に重点を置く必要があることが分かった。本研究で作成した指標を表6.1に示す。

6.5 まとめ・今後の課題

本研究では、80%の学生が満足できる品質指標を作成した。本指標は80%の学生が満足できるものだが、本研究で利用した方法を用いて調査することにより、学生のn% (nは任意の値) が満足できる品質指標を作成することができる。

この指標を実用に供するため、nの値を様々に取って指標を作成し、多くの場合に参照可能な指標の集合を作成する必要がある。より正確な指標とするため、より多くの被験者に対して調査を行う必要がある。また、学習効果における品質指標を作成する必要がある。

6.4 作成した指標

それぞれの要素において、80%の学生が我慢して

表 6.1. 80%の学生が満足できる指標

要素	我慢できる品質	快適な品質
フレームの大きさ (画素)	256 × 192	355 × 251
每秒フレーム数	5fps	15fps
色深度	16bit	16bit
標本化周波数	8kHz	22kHz
量子化ビット数・チャンネル数	16bit-mono	16bit-mono

第7章 付録

SOI オンデマンド講義一覧
(2001年1月25日現在)

大学講義：28 授業
 特別講義：82 講義
 ビデオアーカイブ：729 時間
 参加大学数：7 大学 (8 学部)
 参加教員 (大学授業)：14 名
 参加教員 (特別講義)：80 名

1997 年度授業

	テーマ	講師	提供	時間	容量
A1	情報処理系論	村井純	慶應大学	21	679 MB
A2	情報処理 2s (UNIX System programming)	中村修	慶應大学	13.5	344 MB
A3	情報処理 2n (ネットワークプログラミング)	村井純	慶應大学	18	100 MB
A4	情報ネットワーク論 II	砂原秀樹	NAIST(*)	9	121 MB
合計 4 授業				61.5	1.2 GB

(*) NAIST：奈良先端科学技術大学院大学

1997 年度特別講義

	テーマ	講師	提供	時間	容量
L1	Internet Generation	John Morgridge	慶應大学 特別講義	2	52 MB
L2	Message and Standard	Dave Crocker	慶應大学 特別講義	2	62 MB
合計 2 講義				4	0.1 GB

1998 年度授業

	テーマ	講師	提供	時間	容量
A5	コミュニケーション ネットワーク論	村井純	慶應大学	18	720MB
A6	情報処理 1s — 情報処理入門	村井純	慶應大学	18	720 MB
A7	メディアリテラシ	中村修	慶應大学	18	720 MB
B1	情報ネットワーク論 I	山口英	NAIST	13.5	345 MB
B2	計測情報処理	千原國宏	NAIST	13.5	57 MB
A8	情報処理 IIIn	村井純	慶應大学	19.5	681 MB

A9	情報処理系論	村井純	慶應大学	19.5	680 MB
合計 7 授業				120	3.9 GB

1998 年度特別講義

テーマ		講師	提供	時間	容量
L3	インターネット 米国最新事情	前川徹 特別講義	慶應大学	1.5	46 MB
L4	デジタル社会と インターネット最新事情	古川享 特別講義	慶應大学	1.5	69 MB
L5	2 進演算回路	和田英一	慶應大学 特別講義	1.5	45 MB
L6	障害者・高齢者向け ユニバーサル・デザインの実際	畠山卓朗	慶應大学 特別講義	1.5	46 MB
L7	Accessibility — 障害者のコンピュータ利用	中根雅文	慶應大学 特別講義	1.5	40 MB
L8	次世代インターネットの開発	Larry Landweber	慶應大学 特別講義	1.5	50 MB
L9	インターネット アーキテクチャ	村井純	Internet Week	3	393 MB
L10	IPv6 と 6bone	山本和彦	'97 チュー トリアル, JEPG/IP	3	56 MB
L11	高速ネットワーク技術と ネットワーク構築	山口英		3	92 MB
L12	OSPF と RIP	加藤朗		3	99 MB
L13	BGP	浅羽登志也		3	85 MB
L14	インターネットセキュリティ	歌代和正		3	179 MB
L15	RSVP と帯域制御	長健二郎		6	89 MB
L16	ATM とインターネット	江崎浩		3	84 MB
L17	WWW サーバ管理	篠田陽一		3	184 MB
L18	Stream とマルチキャスト	櫻井智明	3	378 MB	
L19	DNS と MAIL	中村素典	Internet Week	6	187MB
L20	IP アドレスとドメイン超初級	後藤邦夫	'97 チュー トリアル, JPNIC	2	63 MB
L21	IP アドレスとドメイン初級	相原玲二		2	63 MB
L22	IP アドレスとドメイン中級	小島育夫		2	121 MB
L23	GTLD 現状と今後	坪俊宏		2	65 MB
L24	ドメイン名と知的財産権	松倉秀実		2	179 MB
L25	Web コンテンツと知的財産	岡村久道・ 藤本英介		2	135 MB
合計 22 講義				60	2.1 GB

1999 年度授業

テーマ		講師	提供	時間	容量
A10	社会学特殊演習	安田雪	立教大学	25.5	1.5 GB

第3部 インターネットを用いた高等教育環境

A11	自律分散協調論	徳田英幸・ 村井純	慶應大学 大学院	18	1.3 GB
A12	情報処理 Is	村井純	慶應大学	18	920 MB
C1	コンピュータネットワーク概論	Lawrence Landwber・ 村井純	Wisconsin 大学・慶應 大学大学院	19.5	1.5 GB
C2	CS640 Introduction to Computer Networks	Lawrence Landwber・ 村井純	Wisconsin 大学・慶應 大学大学院	35	2.2 GB
A13	コミュニケーション ネットワーク論	村井純	慶應大学	19.5	970 MB
A14	情報処理 IIn	村井純	慶應大学	19.5	720 MB
合計 7 授業				155	9.1 GB

1999 年度特別講義

	テーマ	講師	提供	時間	容量
L26	我がデジタル人生	相磯秀夫	慶應大学	2	93 MB
L27	@Home Architecture	Elize Gerich	IC98 特別講演	2	96 MB
L28	DNS&Mail	中村素典	Internet	6	204 MB
L29	インターネット アーキテクチャ概要	村井純	Week98 実行委員会	3	104 MB
L30	IPsec と IPv6	山本和彦		3	114 MB
L31	ドメイン名最新事情	川崎基夫		3	107 MB
L32	高速ネットワーク技術と ネットワーク構築	山口英		3	110 MB
L33	RIP と OSPF による経路制御	加藤朗		6	206 MB
L34	暗号化/認証技術とその応用	稲村雄		3	104 MB
L35	ネットワークトラブル シューティングとトラブル に強いネットワーク	岡本久典 近藤邦昭		3	107 MB
L36	セキュリティ・ゼミナール	山口英・佐 野晋・歌代 和正・鈴木 裕信・白橋 明弘		6	223 MB
L37	電子メール技術動向と システム構築	渡部直明・ 熊谷誠治		3	109 MB
L38	規模に応じたインターネット サーバ構築・運用ノウハウ	民田雅人		3	89 MB
L39	QoS 技術：Interserv と diffserv	長健二郎		3	111 MB
L40	Stream&Multicast	山本文治・ 櫻井智明		3	101 MB

L41	BGP	浅羽登志也	Internet	3	107 MB
L42	インターネットのしくみ — IP アドレスとドメイン名	森下泰宏	Week98 実行委員会	3	108 MB
L43	Linux サーバ構築とセキュリティ	久保元治		3	89 MB
L44	ネットワークプログラミング講座	石井秀治・ 日比野洋克		3	132 MB
L45	The Tao of IETF	Fred Baker	慶應大学 特別講義	2	62 MB
L46	The future of Internet	Vinton Cerf	MCI Worldcom “Big Bang session”	1	96 MB
L47	パネル討論 「次世代インターネットの可能性」	Vinton Cerf・ 村井純・ 田坂広志・ 伊藤穰一・ 野中ともよ	MCI Worldcom “Big Bang session”	2	190 MB
L48	爆発するインターネット ショッピングモール楽天市場	本城真之介	慶應大学 特別講義	1.5	70 MB
L49	21 世紀のメディア像	古川享	慶應大学 特別講義	1.5	83 MB
合計 24 講義				72	2.8 GB

2000 年度授業

	テーマ	講師	提供	時間	容量
C3	インターネット応用	村岡洋一 後藤滋樹 村井純	早稲田大学 慶應大学 大学院	21	3.7 GB
C4	無線通信応用工学	森川博之	東京大学	16.5	3.2 GB
C5	メディア学概論	相磯秀夫	東京工科 大学	3	504 MB
A15	自律分散協調論	徳田英幸 村井純	慶應大学 大学院	19.5	3.3 GB
A16	情報処理 1s	村井純	慶應大学	21	2.8 GB
C6	革新企業の戦略分析	國領二郎・村 井純・松本孝 利・他ゲスト スピーカ 6 名	慶應大学 KBS 慶應大学 SFC	21	5.1GB
C7	ネットワークセキュリティ	村井純 山口英 森川博之	慶應大学 NAIST 東京大学	21	3.9 GB

第3部 インターネットを用いた高等教育環境

A17	コミュニケーション ネットワーク論	村井純	慶應大学	19.5	2.8 GB
A18	情報処理 IIIn (ネットワークプログラミング)	村井純	慶應大学	18	2.4 GB
合計 10 授業				160.5	27.7 GB

2000 年特別講義

	テーマ	講師	提供	時間	容量
L50	コンピュータとともに： これまで、そしてこれから	所真理雄	慶應大学 特別講義	1.5	79 MB
L51	3 時間でわかる ドメイン名と IP アドレス	箱田雅彦・ ChongFong 芳子	Internet Week99 実行委員会	3	410 MB
L52	インターネットの基礎知識 — 各種 プロトコルから Web 関連技術まで —	森下康宏		3	452 MB
L53	セキュリティ入門	熊谷誠治		3	440 MB
L54	Ipv6 入門	宇井隆晴		3	421 MB
L55	経路制御入門 — ネットワーク設計の基本 —	山田二郎		3	422 MB
L56	IP 高速バックボーン技術	坂本二明・ 重松光浩		3	488 MB
L57	暗号化/認証技術とその応用	稲村雄		3	459 MB
L58	TCP 詳説	西田佳史		3	441 MB
L59	Linux サーバ構築とセキュリティ	荒木靖宏		3	418 MB
L60	インターネット・ガバナンス	大橋由美・ 村井純		3	467 MB
L61	高速ネットワーク技術と ネットワーク構築	山口英		3	446 MB
L62	ファイアウォール	白崎博生		3	377 MB
L63	インターネットにおける QoS 制御技術/Diffserv	長健二郎		3	475 MB
L64	モバイル・インターネット (プロトコル概要と動向)	村田嘉利・ 井上淳		3	428 MB
L65	ネットワーク管理と 監視フリーソフトの利用法	佐藤友治・ 矢萩茂樹		3	464 MB
L66	IP マルチキャスト技術	藤井直人		3	425 MB
L67	電子メール最新技術動向	渡部直明		3	418 MB
L68	Ipv6 — プロトコルと実装・運用現状	江崎浩	3	408 MB	
L69	DNS&Mail	安藤一憲	3	417 MB	
L70	ストリーミング技術	櫻井智明・ 山本文治	3	419 MB	

L71	Ipv6 への移行	村井純	Internet	3	434 MB
L72	セキュリティプロトコル講座	松本直人	Week99 実行委員会	3	389 MB
L73	大規模ネットワークにおける 経路制御設計	友近剛史・ 前村昌紀		3	415 MB
L74	キャッシュサーバの運用技術	鍋島公章		3	420 MB
L75	XML を採用した分散コンピュー ティングプロトコルの構築	村田真・ 奥井康弘		3	418 MB
L76	セキュリティを考えた ネットワーク・プログラミング	佐野晋		3	443 MB
L77	セキュアネットワーク構築術	白橋明弘		3	531 MB
L78	ネットワーク構築運用管理 (トラブルシューティング)	岡本久典・ 近藤邦昭		3	450 MB
L79	規模に応じたインターネット サーバー構築運用ノウハウ	民田雅人		3	397 MB
L80	ネットワークプログラミング講座 — UNIX, Windows & Java 環境 における —	石井秀治・ 日比野洋克		3	443 MB
L81	情報と社会	大前研一			1.5
L82	インターネット世代の推進	松本孝利		1.5	239 MB
L83	IPv6 Tutorial	Kazuhiko Yamamoto・ Jun'ichiro Hagino		1.5	128 MB
合計 32 講義				96	13.7 GB

