

インターネット遠隔授業中継における 参加者間 interaction 支援システムの構築

Building interaction support system for participants in the Internet based distance class

工藤紀篤¹
NORIATSU KUDO

村上陽子²
YOKO MURAKAMI

小川浩司³
KOJI OGAWA

大川恵子²
KEIKO OKAWA

村井純¹
JUN MURAI

本論文では、授業中の教室に存在する講師の視線や受講している学生の存在など既存のインターネットを用いた遠隔授業中継において殆ど考慮されていなかった教室内の情報に注目した。教室での授業参加者はこれらの情報を基に他の参加者の観察、挙手といった動作/行動をおこす。しかし遠隔地の参加者にはこれらの情報が伝送されていないため授業中の動作/行動は少なくなり、結果として参加者間の相互のやりとり(interaction)は通常の教室内の授業よりも少なくなる。本論文ではこうした interaction を支援するためのシステムを構築し、講師が授業を実施する教室と学生のみで構成される遠隔教室において実証実験を行いその評価を行った。

本論文の成果により、授業参加者は遠隔授業中継において既存のシステムでは共有することができなかった情報を遠隔教室間においても共有できる。遠隔教室間の情報の共有により、通常の教室と同等の環境を構築でき、遠隔授業における活発な interaction が可能になる。参加者間の interaction が容易に行える環境が整うことにより、これまで遠隔授業中継では実施が難しかったディスカッションや学生発表を主体とする参加者議論型のインタラクティブな授業を遠隔でも実施できるようになる。

1 はじめに

近年、インターネットを用いた遠隔授業中継システムを用いることで、物理的制約にとらわれず世界中どこからでも双方向の授業を簡単にかつ低コストで行えるようになった。こうした遠隔授業中継により、国内外から最先端の分野で活躍する講師を招くことが可能になり、大学の授業に新しい授業形態を生み出している。WIDE プロジェクトで実験を進める School Of Internet(SOI)[1][2]においても、国内外の大学間における授業共有や遠隔地からの特別講義など様々な形で遠隔授業中継を実施している。

しかし、既存の遠隔授業中継システムでは参加者間の interaction は不十分であり、授業を受ける学生も授業を提供する講師も円滑なコミュニケーションが行えないという不満をもっている。本研究では、参加者の不満の原因は教室内で行われている interaction が遠隔授業中継

では一部しか実現されていない点にあると仮定し、遠隔授業において教室で行われる interaction を実現するシステムの構築を行った。

2 既存の遠隔授業システムの限界

既存の遠隔授業中継システムでは、講師の授業を遠隔地に伝送することに主眼が置かれている。例えば、メディア教育開発センターが行っている Space Collaboration System (SCS)[3]では、主会場の映像音声はすべての遠隔会場に配信されるが、主会場に送られてくる遠隔会場の映像音声は1地点分のため、講師が様子を把握できる遠隔会場は同時に1つだけに制限される。また SOI で公開されているビデオアーカイブや、放送大学などの片方向メディアを利用した遠隔授業では参加者がお互いの様子を知り得ることはできない。

これらのシステムは授業の内容が講師から学生に一方向的に伝えられる知識伝達型の授業であれば十分であるが、高等教育で行われるディスカッションや学生発表を中心とする参加者議論型授業には不十分である。これは高等教育で行われている授業の内容が、既存の知識を講師から学ぶのではなく、明確な答えの無い問題についての議論や各自の研究に関する指導が中心で参

¹ 慶應義塾大学環境情報学部

Department of Environmental Information,
Keio University

² 慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科

Graduate School of Media and Governance,
Keio University

³ 慶應義塾大学 SFC 研究所

Keio Research Institute at SFC

加者間の interaction が授業の重要な構成要素として位置づけられているためである。

参加者議論型の授業に対応するため、SOI ではリアルタイムの遠隔授業時に全遠隔教室の映像音声を主会場に送る方法をとってきた。SOI の基本的なアプリケーション構成は表 2-1のとおりである。[4]

表 2-1 SOI 遠隔授業システムのアプリケーション

講師の映像音声	DVTS ⁵	10~30Mbps の映像音声を遠隔教室に送信
講義資料	RPT ⁶	全教室の PowerPoint を同期させる
遠隔教室の映像音声	DVTS/ Polycom	256k~30Mbps の映像音声を講師に送信

しかし、これまでの運用結果から、既存の遠隔授業中継システムと通常の教室で行われる授業を比較すると、遠隔授業では参加者間の interaction が希薄になっているという問題が明らかになっている。

参加者間の interaction が希薄になると、授業へ集中し続けることが難しく、授業への参加意識が低下する。本論文では、参加者間の interaction が希薄になる原因として教室内で共有されている情報の欠落と、参加者が授業中に可能な動作/行動の制限という2点に注目した。

授業中、参加者は講師や学生の様子など教室中に存在する様々な情報を入手している。この中には講師がどこを見ながら話をしているかといった視線の情報や、教室にいる学生の様子など、授業の本質とは直接関係のない情報が含まれる。授業中の参加者はこれらの情報をもとに行動している。例えば、授業をする講師は一方的に講義をすすめることはなく、参加している学生の受講態度や質問者の有無に注意を払いながら授業を進行している。また学生も常に授業に集中しているわけではなく、講師が自分の方を見ているのか、スクリーンに表示されている資料の方を向いているのかによって受講態度に差異が生じる。

既存の遠隔授業中継システムでは、遠隔教室にいる参加者が得ることのできる情報が制限されている上、行動にも制約が多いことがわかっている。またこれらの事例では、参加者全員が個人受講者の集まりである場合か参加者全員が複数の教室内で受講するグループ学習のどちらか一方だけを対象としているものが多く、主会場となる教室、遠隔教室、遠隔個人受講者のすべてを同時に取り扱うものは少ない。

本論文では、遠隔授業においても教室内と同等の授業ができるように教室内の情報や行動に注目し、参加者間の interaction を支援するシステムを構築することを目的とする。

3 本研究のアプローチ

前節で述べたように、既存の遠隔授業中継システムでは教室内に存在する情報の一部だけが共有されるにとどまっている。本研究では、既存のシステムで共有されていない幾つかの情報を遠隔地の教室間で共有することにより参加者間の interaction を支援する。

はじめに、教室内に存在している種々の情報と情報に基づいて行われている interaction について、学生と講師の2つの視点から分析を行う。教室内には、講義をする講師の映像音声以外にも講師の視線や自分以外の学生の反応など様々な情報が存在している。授業参加者はこれらの情報を暗黙のうちに共有し、その情報に基づいて質問等の行動をおこしている。これらの情報を整理し、個々の情報が参加者に与える影響を調査する。

次に、教室内で共有されている情報や行動/動作が遠隔授業中継システムにおいてどのくらい実現されているかの調査を行い、共有されていない情報や動作/行動のうち重要と思われるものを抽出する。教室内に存在する情報には、直接授業には関係がなくとも参加者の参加意識を高め、interaction を引き起こすものがある一方、授業には全く必要のないものまで様々ある。そこで、授業に必要なであると判断される情報や動作の抽出を行い、遠隔の教室でこれを共有・実現するためのシステムを設計した。また、実際にこのシステムのプロトタイプを作成、実証実験を行い、本論文のアプローチが参加者間の interaction を促進することを確認した。

4 interaction に必要な情報の抽出

本節では、教室内に存在している情報や参加者の動作/行動が遠隔教室に伝送され、遠隔教室の他の参加者にも認識されるシステムの設計を行うため、教室内に存在している情報と動作/行動とその共有が既存の遠隔授業中継システムでどの程度行われているかの分析を SOI のシステムを例に行う。

4.1 教室内に存在する情報とその共有

表 4-1は教室内に存在する情報について既存の遠隔授業中継システムでの共有の状況を学生の視点からまとめた物である。

を表したものである。

表 4-1

教室内の情報と遠隔教室での共有（学生の視点）

項目	共有状況
講師の映像	○
講師の音声	○
発表/質問者の映像	○
発表/質問者の音声	○
講義資料の共有	○
他教室の学生の映像	×
他教室の学生の音声(雑談)	×
講師の視線	×
学生の視線	×
教室内の環境音	×

既存の遠隔授業中継システムでは受講するために最低限必要な講師の映像/音声の共有はなされているが、学生の様子や講師の視線といった教室内部では暗黙のうちに共有されている情報は遠隔教室まで伝送されない。

表 4-2は教室内部に存在する情報を講師の視点から分類した物である。

表 4-2

教室内の情報と遠隔教室での共有（講師の視点）

項目	共有状況
発表/質問者の映像	○
発表/質問者の音声	○
他教室の学生の映像	×
他教室の学生の音声(雑談)	×
学生の視線	×

講師にも質問や発表をしている学生の映像/音声は伝送されており学生との間で interaction を行うことは可能である。しかし、常に他の学生の様子を知ることは既存のシステムではネットワークの帯域や機器の制限が難しい。しかし、学生の様子を見ながら授業を進める場合、教室全体の様子を見渡せることはきわめて重要である。

4.2 教室内部で行われている動作/行動とその共有

前節で述べた教室内部に存在する情報をもとに、授業参加者は、様々な動作/行動を授業中におこなう。表 4-3は学生がとりうる動作の一覧とそれが既存のシステムで共有されているかどうか

表 4-3

教室内の動作/行動と遠隔教室での共有（学生）

項目	共有状況
講義を聞く	○
質問/発表をする	○
挙手で意思表示する	×
教室全体を見渡す	×
相手に自分が見えているかを確認する	×

既存のシステムでは、基本的な部分である講師の講義を受講すること、質問や発表をすることが可能である。しかし、常にすべての教室映像が表示されていないので、講師は質疑応答の interaction を学生と実施しようとする各遠隔教室にいる授業スタッフの助けが必要となる。この環境では、講師と学生が遠隔であることを意識せずに interaction をすることは難しい。これは講師が他の教室にいる学生全体的の様子を見渡せないために質問者がいることが講師に伝わらず指名できないこと、遠隔地にいる学生を一意に指名することが難しいためであると考えられる。

次に、表 4-4は教室内部で講師がとることのできる動作/行動を示している。講義の伝送と学生の発表や質問を聞いてのやりとりは可能であるが、学生全体的の確認や教室全体に挙手をさせて反応をみるといった行動は難しい。

表 4-4

教室内の動作/行動と遠隔教室での共有（講師）

項目	共有状況
講義をする	○
学生の質問/発表を聞く	○
挙手している学生を指名	×
教室全体を見渡す	×
相手に自分が見えているかを確認する	×
特定の学生を指名する	×
学生全体に質問する	×

以上のように既存の遠隔授業中継システムでは授業の内容は伝送はなされている。しかし、教室内部に存在するその他の情報は伝送されておらず、教室内部でとることのできる動作/行動にも制約があることがわかる。

4.3 授業に必要な情報と動作/行動

前節までに取り上げた教室の情報のうち、参加者間の interaction に必要と思われる情報と動作/行動を表 4-5にまとめた。

表 4-5 授業に必要な情報及び動作

主体	動作	必要な情報	状況
学生	講義を聞く	講師の映像・音声・資料	○
	質問/発表をする	質問/発表者の映像・音声	○
学生 / 講師	挙手での意思表示 教室全体を見渡す	他教室の学生の映像	×
	相手が自分を見ているかを確認する	講師・学生の視線	×
講師	特定の学生を指名	他教室の学生の映像	×

講師の視線や発表/質問者以外の学生の様子は講義に直接関係していないが、2 節で述べたように、授業を進める上では必要な情報である。

したがって、本論文では、こうした欠落している情報を補完し学生の指名など既存のシステムでは行えなかった行動/動作を可能にすることによって授業中の interaction を促進する。

5 interaction を実現する遠隔授業中継システムの設計

本章では、前章までの分析に基づき、授業中の interaction を支援する遠隔授業環境の設計について述べる。

5.1 基本構成

授業の中心となる講義映像・音声、講義資料及び遠隔教室の映像・音声については、表 2-1 に示した SOI の基本構成を用いる。

但し、遠隔教室の映像については、講師が全ての教室を見渡せるように、1 画面で切り替えるのではなく常に独立して表示することとする。

5.2 視線の伝送

授業中の講師の視線は、主に資料等が表示されるスクリーン、学生全体、特定の教室/学生、に向いている。また、学生の視線は、同様に資料等が表示されるスクリーンと講師映像に向いている。そこで、視線を伝達するために、スクリーン及びカメラの配置は以下のとおりとする。

1) スクリーンの配置

スクリーン配置がすべての教室において統一されることにより講師が右を向いているのか左を向いているのか程度の情報から、講師が今何に視線を向いているのかが推測可能になる。

2) 講師を映すカメラ配置

講義中は講師を正面から映せるよう、教室中央のカメラ映像を各教室に送信するが、質疑応答やディスカッションの際には、当該遠隔教室の映像の側にあるカメラ映像をその遠隔教室に対して送信する。

3) 学生を映すカメラ配置

遠隔地の学生映像が正面からのものとなるよう、講師映像や講義資料を写すスクリーンの側にカメラを配置し、講師に送信する。

配置の具体例を図 5-1に示す。例えば、講義中はカメラ 1 の映像を全地点に送信するが、遠隔 A の学生が講師と質疑応答を行う場合には、カメラ 2 の映像が遠隔 A に送られることになる。またそれぞれの遠隔地点の教室は図 5-1の通りである。

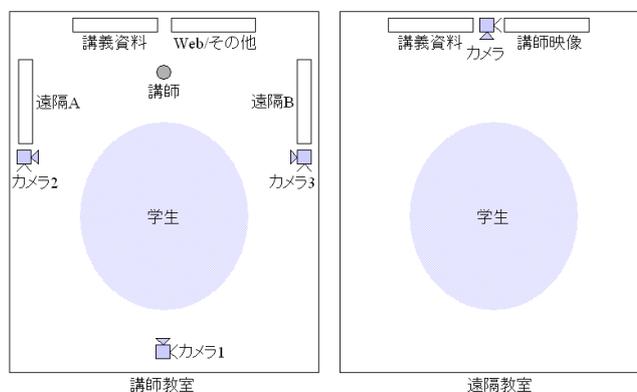


図 5-1 教室レイアウト図

これらの工夫により、質疑応答やディスカッションの際、スクリーンに映る相手を見ている参加者の映像を視線が合う自然な形で遠隔教室に伝送する。

5.3 教室の様子の共有

遠隔教室の様子を講師だけでなく、他の遠隔教室の学生とも共有するため、各教室は教室全景の映像を相互に共有する。また、受信した他教室の映像は常に表示することとする。

5.4 学生の指名

講師が特定の学生を指名して意見を求める場合、完全にランダムに指名する場合もあるが、学生の受講態度や属性、過去の意見・質問等、事前に得られる情報に基づいて行われることが多い。

このような interaction を、事前に学生の情報を得ることが難しい遠隔授業において実現するため、学生を個人識別し、プロフィール情報を共有するという方法を用いた。プロフィール情報の項目はあらかじめ講師が設定するものとし、全教室で共有できるよう、その情報はデジタル化して保有する。プロフィール情報は、基本的に Web 上の入力インターフェースから学生本人が登録し、この登録に伴って自動的に学生 ID がつくものとするが、教室の参加学生は入力端末を持たないことが多いため、識別は ID が記載された名札で行い、この ID とともにプロフィール情報を紙に記入し、スタッフが代理入力するという方法で代替できるものとする。

登録されたプロフィール情報は、以下の 3 つの方法で表示する。

- ・ 講師が設定項目に対する回答から検索し表示
- ・ 教室ごとの学生一覧から講師が指定して表示
- ・ 講師が学生を指名、または学生が質問をした際にその ID をもとに表示

表示は全教室のスクリーンに映された Web 画面に行うが、表示における教室間のタイムラグを最小にするとともに、講師による検索等の操作も共有する。

6 実証実験

6.1 概要

平成 15 年 5 月 31 日に、慶應義塾大学鶴岡タウンキャンパス(以下 TTCK)、慶應義塾大学湘南藤沢キャンパス(SFC)、岡山県倉敷市玉北中学校(以下倉敷会場)、広島大学付属高校(以下広島会場)の 4 地点と、個人受講者を対象に実証実験を行った。実験の目的は、遠隔授業中継システムにこれまで伝送されていなかった情報の伝送機能を付加することによって授業中の参加者間 interaction が支援されることを確認することとした。

6.2 ネットワーク構成

DVTS とネットワークカメラを用いて複数の映像音声の伝送を行うために、SFC と TTCK、倉敷

会場の間では JGNv6⁷を利用した。また SFC と広島会場との間は WIDE Project のバックボーンを経由した。

6.3 映像/音声

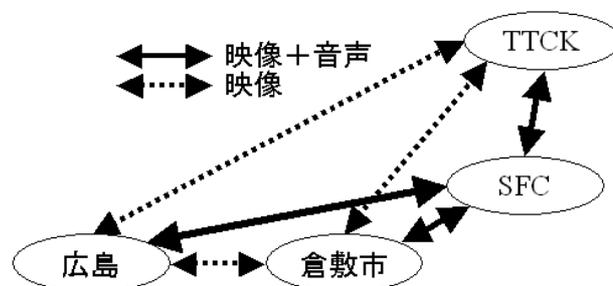


図 6-1 映像/音声の配信

当日の映像と音声の伝送は図 6-1 の通り行われた。メイン会場である SFC と TTCK/倉敷会場の間では DVTS を用いて映像音声の伝送を行った。また SFC と広島会場の間では、Polycom 社の View Station FX を用いて映像音声を送った。

TTCK、倉敷、広島の各遠隔会場間では、使用可能な帯域が限られているため、Motion JPEG を用いたパナソニックコミュニケーションズ社の KXHCM-180 ネットワークカメラ⁸を使用した。

各会場の音声は一度 SFC に集約し全地点に自地点をのぞく 3 地点の音声を送信して全地点間でのコミュニケーションを可能にした。

6.4 講義資料の共有

講義資料の共有を行うために、各教室のスクリーンに表示される資料の同期は RPT を用いておこなった。

6.5 学生の指名

講師が学生のプロフィール情報から検索・指名ができるよう、Web をベースとした図 6-2 に示すシステムを構築した。

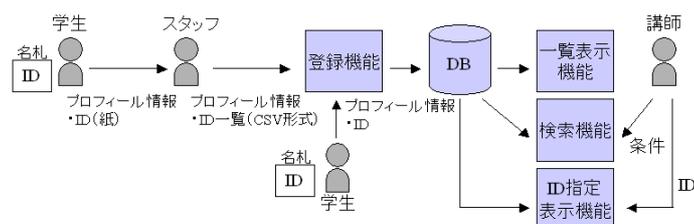


図 6-2 学生プロフィール情報システム

講師は一覧画面・検索画面から学生を指名し、学生が質問を行った際には、その名札の ID を入力することで、図 6-3に示すような当該学生のプロフィール情報を表示した。

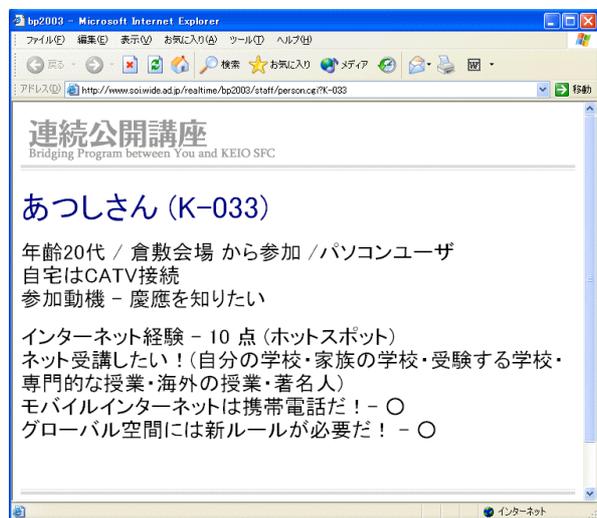


図 6-3プロフィール情報表示画面

一覧表示や検索といった講師による操作を全地点で共有するため、Windows XP 上で Visual C++7.0 を用いてブラウザ同期ツールを開発し、全参加サイトでこれを利用した。

6.6 視線

講師の視線を伝送するため、各遠隔教室のスクリーン及びカメラ配置は 5 節で述べた設計のとおりとした。スクリーンは、学生から見て左から順に「授業資料」、「講師の映像」、「他の会場の映像」の順番に表示されるように設置した。

図 6-4は広島会場の写真である。中央のスクリーンに表示されている講師は、SFC 会場の後方のカメラで撮影されている。



図 6-4 遠隔会場におけるスクリーンの配置

6.7 教室の様子の共有

全ての教室で他の教室の様子が常に共有されるよう、6.3 で述べたネットワークカメラの映像を 4 分割画面で各教室に表示した。その様子を図 6-5に示す。



図 6-5遠隔教室表示画面

7 実験結果とシステムの評価

実証実験に参加した学生と講師に対してアンケートと聞き込み調査を行いシステムの評価を行った。

7.1 アンケート結果

実証実験に参加した各地点の参加者へ授業終了後にアンケートを行い実証実験のシステムが授業中の参加者間の interaction が促進に役立っていたかの調査をおこなった。

7.1.1 質問項目

実施したアンケートの質問項目は以下の通りである。

1. すべての会場の映像がいつでも見たいときに見られる仕組み
2. 会場内のスクリーン配置
3. 発言をしている学生の個人情報が教室内に表示される仕組み
4. 事前のアンケートから講師が学生を指名できる仕組み
5. 個人受講者の数が教室内に表示される仕組み
6. すべての参加者に固有の ID(名札)を与えた試み
7. Web からの質問を入力する仕組み
8. Web で自分と同じ質問があったら投票して意思表示ができる仕組み
9. Web にトピックを設定し自由に意見が書き

込める

7. 1. 2 アンケート結果

アンケートの回答者数は以下の通りである。

・SFC	29人
・広島会場	12人
・倉敷会場	109人
・TTCK	5人
計	155人

図 7-1 は、会場内にすべての遠隔会場の映像を表示したことにに関するアンケート結果である。約 8 割の参加者が他の会場がつねに表示されていることに肯定的な意見を持っていることがわかった。自由記述欄に記入されていたコメントからは、他の地点が見えることによって一緒に授業を受けているという気になれて受講する時のモチベーションの維持にも効果があることが明らかになった。

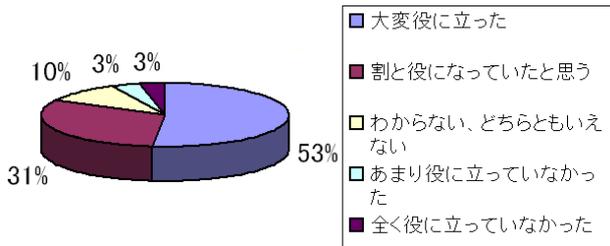


図 7-1 すべての会場の映像がいつでもみたいときにみえる仕組みについて

図 7-2 は、事前アンケートから講師が学生を指名する仕組みに関するアンケート結果である。この仕組みも interaction を促進することに役に立っていたという回答が 7 割程度であった。また、「先生に指名されるかもしれない緊張感があった」というコメントが自由記述欄に複数記入されていた。

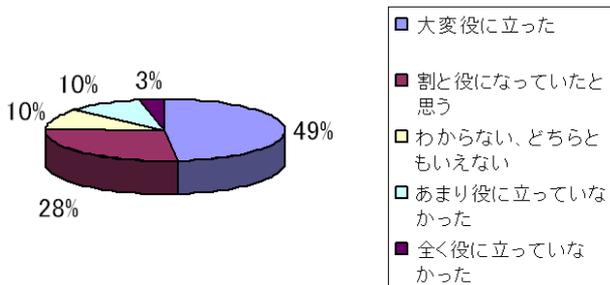


図 7-2 事前アンケートから講師が学生を指名する仕組みについて

図 7-3は会場内のスクリーン配置についての

アンケート結果である。これはスクリーンの配置によって視線の情報を伝える試みへの評価を意図した物だったが、自由記述欄をみた限りでは参加者にはあまり意識されなかったようである。しかし、遠隔会場に講師の視線が正しく届いていたためか自由記述に映像の不自然さを指摘するコメントは無かった。

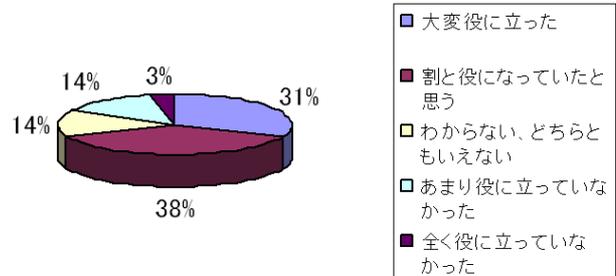


図 7-3 会場内のスクリーン配置について

教室内に表示される情報が増加することによって気が散るなど否定的意見が増えることも懸念されていたが、今回の実験ではほとんどが肯定的な意見だった。

一方、個人受講者と教室内でインターネットに接続された端末をもって来た人を対象にして Web からの質問入力や投票をする仕組みは、利用者数が少なく目に触れることが少なかったため参加者の間でも意図が十分に理解されていなかったように見受けられる。アンケートにも無回答が多く自由記述欄にはシステムの存在が認識されていなかった事が多く記入されていた。

7.2 講師に対する聞き取り調査

実証実験としてとりあげた公開講座を担当した慶應義塾大学環境情報学部の村井純教授と南政樹氏への聞き取り調査を行い講師の側からシステムに関する評価を行った。

これまでの遠隔授業中継システムでは、授業を進行していく際に学生側からの反応を確認することが難しく一方的に進行していくことが多かった。しかし実証実験のシステムでは、すべての会場を見渡すことが可能になり、学生の受講状況を確認できた。両氏は、相手に映像が届いているかどうかの心配をする必要がなくなり授業の進行に集中することができたという肯定的な意見を得た。

7.3 運用コスト

実証実験で用いたシステムは遠隔教室に教室内の情報を伝達し interaction を支援する当初の目的は達成した。このシステムをより多くの場所で運用するためには、誰もが簡単にシステ

ムを利用できることが重要である。

5月31日の実証実験の際には、メイン会場のSFCのスタッフは8人を必要とし、教室の設営は前日午後から当日朝までの丸一日を要している。これは実証実験という1回限りの試みとしては問題ないが、通常の遠隔授業で利用するには運用コストが高いといわざるをえない。構成が違うので単純な比較をするわけにはいかないが、現在のSOIでは週1回の遠隔授業を実施しており授業前の設営は30分程度でスタッフは2人ですべての業務を行っている。

8 おわりに

8.1 結論

本論文では、インターネットを用いた遠隔授業における参加者間のinteractionを促進するために、授業中の教室内に存在する情報を遠隔教室に伝送する試みを行った。

実証実験でプロトタイプを運用した結果より、本論文で構築したシステムは、教室内の情報と動作を遠隔教室に伝送する目標を達成した。また教室の情報や動作の補完によりinteractionが促進され講師と受講している学生の間でのコミュニケーションが発生した。以上より本論文のアプローチは参加者間のinteractionを改善することに一定の効果があつたと考えられる。

8.2 今後の課題

実証実験の結果より、本論文のアプローチは教室内でのinteraction支援に有効であることがあきらかになった。しかし実証実験で用いたプロトタイプのシステムではいくつかの課題があることも確認されている。これまで共有されていなかった情報が遠隔教室間においても共有されるようになりinteractionが増加した。しかし共有された情報の表示方法が未熟なため教室の中で行われている情報の共有と比較すると、多くの工夫が必要であることがわかった。

例えば、遠隔地のスクリーンに映っている自分の姿を確認することで相手に自分がみえていることを確認する仕組みは、スクリーンに自分が映っているのかどうかを判別するのにある程度の時間を要する。これは同じ教室内で授業を行う場合まったく気をつかわなくても共有されている。地点数が多くなった場合すべての遠隔教室で自分の映像が映っているのかどうかを確認すると、1つの教室に閉じた授業の場合には注意を払わなくてもいいものに大きな労力をさかねばならず現実的ではない。そこでスタッフが講師に代わり確認を行い、講師には色やシ

ンボルマークなどより直感的に理解できる別の形で各地点のステータスを表示する仕組みが必要である。

また運用面でも、実証実験時には多数のスタッフを動員し授業運営を行ったが、毎週/毎日といった定常運用を行うためには少人数で手軽に利用できなければ利用は難しい。今後は少人数で簡単に運用するための改良を行う

本論文では教室間のグループ単位の受講を取り上げた。自宅や職場などから1人で受講する遠隔個人受講者の学習環境も本論文で用いたアプローチで改善することが可能だと考える。今後はメインの教室、遠隔教室、遠隔個人受講者の混在する環境でも研究を進める。

参考文献

- [1]大川恵子, “デジタルコミュニケーション基盤に基づいた次世代大学環境の構築”, 慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科博士論文, 2000年
- [2]大川恵子, 伊集院百合, 村井純, “School of Internet - インターネット上のインターネット学科の構築,” 情報処理学会学会論文誌, vol. 40, no. 10, pp. 3801-3810, 1999年10月号, 1999年
- [3]メディア教育開発センター
Space Collaboration System project,
http://www.nime.ac.jp/SCS/index_j.html
- [4]鳥谷部康晴, “インターネットを用いた遠隔教育スタジオ構築に関する研究”, 慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科修士論文, 2002年
- [5] Akimichi Ogawa, Katsushi Kobayashi, Kazunori Sugiura, Osamu Nakamura, Jun Murai, “Design and Implementation of DV based video over RTP”, Packet Video Workshop 2000, 2000
- [6]小川浩司, 櫻井 智明, 大川 恵子, 村井 純, “インターネットを利用したリアルタイム中継における資料共有システムの設計と実装,” 第61回全国大会講演論文集, no. 1S-04, pp. 4-285-286, 2000年10月
- [7] Japan Gigabit Network
<http://www.Jgn.tao.go.jp/>
- [8] パナソニックコミュニケーションズ株式会社 KH-HCM180 製品情報ページ
<http://panasonic.biz/netsys/netwcam/lineup/hcm180.html>