

卒業論文 2002年度(平成14年度)

リアルタイム遠隔授業における  
参加者間アウェアネスの分析と支援

慶應義塾大学 総合政策学部

氏名：福田 剛士

指導教員

慶應義塾大学 環境情報学部

村井 純

徳田 英幸

楠本 博之

中村 修

南 政樹

平成15年2月22日

卒業論文要旨 2002 年度 (平成 14 年度)

## リアルタイム遠隔授業における 参加者間アウェアネスの分析と支援

本研究の目的は、ネットワークを介したリアルタイムでの遠隔授業において、参加者相互、特に講師と遠隔受講者との間のアウェアネスを支援することである。

本研究では、ネットワークを介して行われるグループコミュニケーションのイベントについて、コミュニケーションの過程をモデル化し、特にリアルタイム遠隔授業における遠隔受講者による質問や意見表明の問題について考察した。遠隔授業では複数のコミュニケーションチャンネルを用いて授業を行っているが、参加者の参加形態によってこれらのコミュニケーションチャンネルに対するアクセシビリティがそれぞれ異なる。これをコミュニケーションの非対称性と呼ぶ。現在の遠隔授業においてこうしたコミュニケーションの非対称性は不可避であるが、この非対称性のため、遠隔受講者は教室での参加者に比べ、質問や意見の表明といった授業に対する自らの主体的な働きかけに際して不利な状況におかれている。また、講師はすべての受講者の動向を直接把握できず、自らの判断で授業運営を行うことが難しい。そこで受講者すべての動向を把握しうる進行役が受講者の発言機会の格差の是正、および受講者と講師の間の質疑応答の進行を担っているのがリアルタイム遠隔授業の現状である。

本研究では、上述の問題を解決するため、授業で受講者から出された質問や意見の状況をすべての参加者の間で把握できるようにし、参加者相互のアウェアネスを促進するシステムを提案した。本論文では、あらゆる参加者間で質問に関する情報をリアルタイムに共有するデータベースシステムを提案し、参加者が Web を介して情報共有できるシステムを設計、実装した。

本論文で提案したシステムにより、リアルタイム遠隔授業における参加者相互のアウェアネスを促進できる。これにより、受講者の間での講師に対する直接的な質問や意見表明の機会を均等化できる。また、講師はすべての受講者の動向を自ら直接把握でき、進行役に依存しない授業運営を行える。

キーワード

1. 遠隔授業, 2. アウェアネス, 3. 非対称コミュニケーション

慶應義塾大学 総合政策学部  
福田 剛士

Analysis and supporting method for mutual awareness between audience in real-time remote classes on Internet
---

This research aims to improve the inequality between an audience at classroom and an audience attending through networks at real-time remote classes.

Focusing the communication asymmetry upon remote classes, this paper especially examined the barrier on a remote audience submitting questions and opinions. The difference in accessibility of each of multiple communication media used to access one remote class is called as "asymmetry of communication". This asymmetry is inevitable in today's remote classes, therefore currently remote audience is disadvantaged compared to local audience on active communication such as asking questions or displaying one's opinions.

This paper has designed to encourage the awareness between audience by enabling the share of all questions and opinions submitted by any audience participating a remote class. This system is required to be able to handle the asymmetric communication upon real-time remote classes. In consequence of the requirement, this system implemented a database which enables the share of questions and answers of all users by using FreeBSD, Apache, and PHP.

This system successfully encouraged the mutual awareness of audience more than the existing group telecommunication methods. This evaluation is based on the quantitative comparisons between this system and the existing communication methods.

Keywords :

1. Remote class, 2. Awareness, 3. asymmetric communication

Keio University , Faculty of Policy Management  
Takeshi Fukuda

# 目次

<b>第1章</b>	<b>はじめに</b>	<b>1</b>
1.1	背景	1
1.2	目的	2
1.3	構成	2
<b>第2章</b>	<b>リアルタイム遠隔授業における問題点の分析</b>	<b>3</b>
2.1	本研究で扱う用語の説明	3
2.2	ネットワーク上のコミュニケーションにおける非対称性	5
2.2.1	メディアの非対称性	5
2.2.2	時間の非対称性	5
2.2.3	イベントの分類	6
2.3	通常のイベントにおけるコミュニケーション	6
2.3.1	通常のイベントのモデル	7
2.3.2	通常のイベントにおける情報の流れ	7
2.3.3	対称的コミュニケーションの特徴	8
2.4	リアルタイム遠隔授業におけるコミュニケーション	8
2.4.1	リアルタイム遠隔授業のモデル	8
2.4.2	リアルタイム遠隔授業における情報の流れ	9
2.5	リアルタイム遠隔授業における問題点	12
2.5.1	遠隔受講者の授業参加への制約	12
2.5.2	授業進行の非同期性	13
2.5.3	参加者相互のアウェアネスの欠如	14
2.6	まとめ	17
<b>第3章</b>	<b>既存のコミュニケーション手段の比較検討</b>	<b>18</b>
3.1	評価項目	19
3.1.1	実時間性	19
3.1.2	非同期性	19
3.1.3	質問状況の相互把握	20
3.1.4	発言内容の識別性	20
3.1.5	議論の整理しやすさ	20

3.1.6	質問の強調の明示	21
3.1.7	進行役への依存度の低さ	21
3.2	個々のコミュニケーション手段についての検討	21
3.2.1	IRC	21
3.2.2	電子掲示板 (BBS)	22
3.2.3	電子メール	23
3.3	結論	24
<b>第 4 章</b>	<b>本研究におけるシステム設計</b>	<b>25</b>
4.1	システムの目標と要件	25
4.1.1	解決すべき問題点	25
4.1.2	本システムの目標	26
4.1.3	本システムの満たすべき要件	27
4.2	本システムを用いた授業運営	27
4.2.1	本システムの全体構成	27
4.2.2	本システムの動作	28
4.2.3	本システムを用いた授業運営のプロセス	29
4.3	本システムの構成要素	30
4.3.1	質問サーバ	30
4.3.2	質問クライアント	30
4.3.3	SOI 認証機構	31
4.3.4	質問ビューア	31
4.3.5	質問コントローラ	31
4.3.6	SOI マテリアルサーバ	31
4.4	本システムにおける質疑処理のプロセス	31
4.4.1	受講者のログイン	32
4.4.2	受講者の認証	33
4.4.3	受講者による質問クエリの発行	33
4.4.4	質問ビューアによる定期的な走査と質問一覧の表示	33
4.4.5	講師による質問採用予定の表明	33
4.4.6	講師による質問採用メッセージの発行と記録	33
4.4.7	講師による授業終了の宣言	33
4.4.8	採用された質問のマテリアルサーバへの登録	34
4.5	本システムで扱うデータの構成	34
4.5.1	質問クエリの構成	34
4.5.2	質問サーバ内部のデータ構成	34

<b>第 5 章</b>	<b>実装</b>	<b>36</b>
5.1	実装環境 . . . . .	36
5.2	各コンポーネントの構成 . . . . .	36
5.3	本システム内部のデータベースの構成 . . . . .	36
5.4	本システムのユーザインターフェース . . . . .	39
5.4.1	質問クライアント . . . . .	39
5.4.2	質問コントローラ . . . . .	39
5.4.3	質問ビューア . . . . .	40
<b>第 6 章</b>	<b>評価</b>	<b>42</b>
6.1	既存のグループコミュニケーション手段との定性的評価 . . . . .	42
6.2	システムの動作実験 . . . . .	44
<b>第 7 章</b>	<b>まとめと今後の課題</b>	<b>45</b>
7.1	まとめ . . . . .	45
7.2	今後の課題 . . . . .	46
<b>第 8 章</b>	<b>謝辞</b>	<b>47</b>

## 表 目 次

2.1	本研究におけるイベントの分類 . . . . .	6
2.2	リアルタイム遠隔授業におけるエンティティの分類 . . . . .	10
3.1	既存のグループコミュニケーション手段の比較 . . . . .	18
5.1	本システムのテーブル一覧 . . . . .	37
5.2	授業情報データベースのスキーマ . . . . .	38
5.3	質問情報データベースのスキーマ . . . . .	38
5.4	受講者情報データベースのスキーマ . . . . .	38
5.5	質問 ID のスキーマ . . . . .	38
6.1	各種グループコミュニケーション手段の定性的評価 . . . . .	43

## 目 次

2.1	イベントの構成要素	4
2.2	通常のイベントの構成	7
2.3	リアルタイム遠隔授業の構成	9
2.4	リアルタイム遠隔授業における遅延	10
2.5	遠隔受講者による割り込み要求	11
2.6	進行役による割り込み要求の確認	11
2.7	進行役による割り込み処理	12
4.1	本システムの全体構成	28
4.2	本システムの処理プロセス	32
5.1	本実装における各コンポーネントの構成	37
5.2	質問クライアントのインターフェース	39
5.3	質問コントローラのインターフェース	40
5.4	質問ビューアのインターフェース	41



# 第1章 はじめに

本章では本研究の背景、目的、構成について述べる。

## 1.1 背景

従来、会議や授業（講義）といった同期的かつ双方向的なグループコミュニケーションを行う際には複数の参加者が特定の場所と時間に集まり、同一のメディア（おもに音声）を共有するという手法がとられてきた。すなわち、同一の時間と空間を共有し、コミュニケーションのために共通のメディアを用いる比較的均質な集団によって行われるということが従来のグループコミュニケーションの前提条件である。

しかし、近年はインターネットの爆発的な普及にともない、グループコミュニケーションの方法も変化しつつある。インターネットは時間と空間の制約を緩和し、また複数のメディアを同時に扱えるという特質をもつ。つまり、個々の参加者は同一の会議や授業に参加していながらも時間と空間においては分散し、さらに自らの状況にあわせて映像や音声、文字といった異なるメディアを用いることが日常的になりつつある。

こうした分散的なグループコミュニケーションの形態は、従来の手法における時間や空間、身体状況、経済力といった制約を緩和し、より多様な参加者を受け入れられるようになっている。同時に、従来は比較的均質であった参加者のグループコミュニケーションへの参加方法は利用するアプリケーションの性質、利用できるネットワークの性質（帯域幅やネットワーク利用・管理にかかわる人的もしくは金銭的成本など）、参加者の立場の違い（参加する拠点や身体状況など）といった要因を反映して多様化している。

この結果、同じ会議や授業に参加していながらも参加者の間で情報の伝達時に発生する遅延やメディア間の変換の際に生ずる遅延などタイミングの相違、発言や質問といったイベントへの主体的な働きかけの機会の差、

非公式な意見交換や情報共有などグループコミュニケーションの過程で交換する情報内容の違いといった格差が生じているのが現状である。すなわち、グループコミュニケーションの間口が広がる一方、すべての参加者が対等かつ双方向的な立場でコミュニケーションに参加することが難しくなってきている。

グループコミュニケーションの理想は多様な参加者を受け入れつつ、全ての参加者が対等かつ双方向的な立場でコミュニケーションできることだが、現状ではこの二つの要件が満たされているとはいいがたい。

## 1.2 目的

インターネット上のグループコミュニケーションにおける上述の状況を反映している事例として、本研究ではリアルタイム遠隔授業に着目する。本研究ではリアルタイム遠隔授業において、参加者間の授業参加の形態の違いから生ずる参加者相互の格差を少なくすることを目指す。具体的には、いかなる立場の受講者にも授業への等しい発言機会を提供し、かつこれらの発言に対する認知を全参加者間で共有できるシステムを構築する。

## 1.3 構成

まず第1章では本論文の背景と目的について述べる。次に第2章では、本論文の主題であるネットワーク上の非対称コミュニケーションにおける参加者間の情報の流れを分析し、現状のリアルタイム遠隔授業における問題を明らかにする。第3章ではリアルタイム遠隔授業で用いられる既存のグループコミュニケーション手段について比較検討する。第4章では本研究で構築するシステム的设计について述べる。第5章では本システムの実装について説明する。第6.1章では本システムに対する評価について述べる。第7章では本論文のまとめを述べる。

## 第2章 リアルタイム遠隔授業における問題点の分析

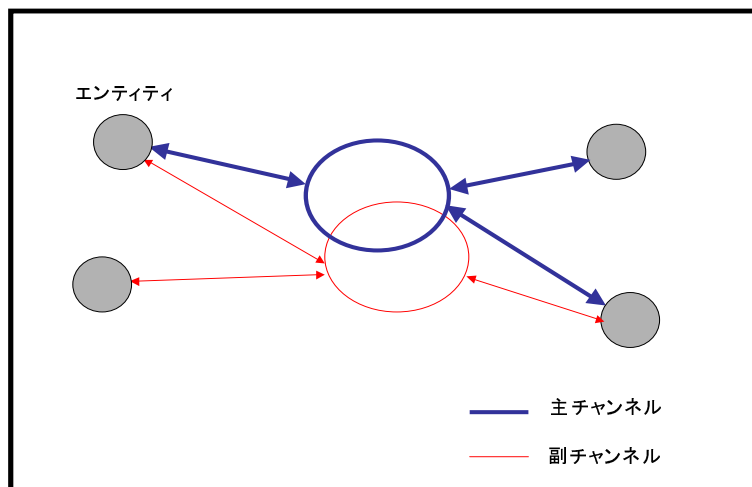
本章では、現在の一般的なリアルタイム遠隔授業の問題点について分析する。まず、本研究で問題の分析に際して用いるコミュニケーションモデルを説明する。次にネットワーク上のコミュニケーションで生じる非対称性について述べ、グループコミュニケーションの分類を示す。その後、通常のイベントにおけるコミュニケーションを分析する。そしてリアルタイム遠隔授業におけるコミュニケーションを分析した後、リアルタイム遠隔授業の問題点について述べる。最後に本章の結論を述べる。

### 2.1 本研究で扱う用語の説明

本研究では、複数の参加者によって行われる同期的なグループコミュニケーションの行為を「イベント」と呼ぶ。イベントの具体的な例としてはミーティングや通常の教室で行われる授業、リアルタイム遠隔授業があるが、本論文ではリアルタイム遠隔授業を扱う。

本論文では、イベントが行われる物理的な場所を「場」と呼ぶ。イベントにおいて参加者がお互いのコミュニケーションのために用いるメディアを「チャンネル」と呼ぶ。チャンネル上で行われる参加者同士の提案・反論・意見・質疑応答といったやりとりを「インタラクション」と呼ぶ。イベントに参加し、何らかの働きをしている人間を「エンティティ」と呼ぶ。これらのイベントの構成要素をまとめたものを図 2.1 に示す。

複数のチャンネルが同時に存在する場合、イベントの中心となるチャンネルを主チャンネルと呼ぶ。主チャンネル以外のメディアで、参加者の一部が参加できるメディアを副チャンネルと呼ぶ。各々のチャンネルにおいて、該当チャンネルでのコミュニケーションに際し、テキストや音声といった利用可能な複数のメディアのうちいずれを利用するかはチャンネルの利用目的や参加者の状況によって決定される。また、副チャンネルには



場

図 2.1: イベントの構成要素

一対一のコミュニケーションに用いられるチャンネルや非公式な意見交換に用いられるチャンネルなど複数のチャンネルがありうる。主・副のどちらのチャンネルにもメディアとしての機能に本質的な違いはない。両者を区別するものはどちらがイベントの中心として機能しているかということだけである。一般的には、参加者数が多くイベントを運営するためのコストが低いチャンネルが主チャンネルとしてイベントの中心になることが多い。また、主チャンネルでの参加者と副チャンネルでの参加者の和集合をとると全参加者になっていなければならない。さらに、必ず一人以上は双方のチャンネルに参加できるエンティティがいなければならない。

イベントにおいて複数のチャンネルが存在するとき、あるチャンネルの参加者の意見を別のチャンネル上に反映させることを「割り込み」と呼ぶ。割り込みたいという意思表示と割り込ませるメッセージとが組になったものを「割り込み要求」と呼ぶ。割り込み要求を受けて行われるチャンネル間のメッセージのやりとりが「割り込み処理」である。

## 2.2 ネットワーク上のコミュニケーションにおける非対称性

本節ではネットワーク上のグループコミュニケーションにおいて生ずる非対称性を、その性質に従って分類する。ネットワーク上のグループコミュニケーションにおける非対称性は次の二種に大別される。参加者によって利用するメディアが異なるのがメディアの非対称性である。伝達や発言のタイミングにずれが生ずるのが時間の非対称性である。

### 2.2.1 メディアの非対称性

同じイベントに参加していながら、参加者によって利用するチャンネルが異なることをメディアの非対称性という。例えば、講義においてそれぞれの参加者は DVTS[1] やストリーミング配信、IRC を介して講師の発言に接しているが、こうしたチャンネルの相違をメディアの非対称性と呼ぶ。

一般的に、リアルタイム遠隔授業で授業中に意見交換を行う場合、教室の受講者はインタラク션을直接口頭で行い、遠隔受講者は IRC チャンネルでインタラク션을行うが、これもメディアの非対称性である。

### 2.2.2 時間の非対称性

同じイベントに参加していながら、参加者によって同一の情報を受け取ったり、自らが発言するタイミングが異なる。これを時間の非対称性と呼ぶ。

例えば、リアルタイム遠隔授業での講義の映像および音声は DVTS およびストリーミング配信を通じて個々の受講者に伝えられる。DVTS の場合はほとんど遅延のない伝達が行われるため、講師の発言と受講者がそれを聞くタイミングのずれはほとんど生じないが、ストリーミング配信ではエンコード・伝送・バッファリング・デコードなどの過程で、講師の発言から受講者の視聴までに数秒から数分の遅延が生ずる。遅延の程度は利用する配信アプリケーションによって異なる。また、講師の発言を IRC で中継する場合、発言内容の IRC への入力と IRC チャンネルでの伝送の過程で遅延が生ずる。

完全に同期的とは言えないが、さりとて非同期的ともいえないこうした遅延(30~40秒ほどの遅延)を、時間の非対称性と呼ぶ。通常の授業の受講者およびリアルタイム遠隔授業における教室での受講者は全くタイムラグなしに授業の進行状況を把握し、発言しうる。これらの事例では完全に同期的な授業が行われている。一方、授業の収録を教室で行い、後日受講者がアーカイブを通じて受講するようなアーカイブ型の遠隔授業では、授業があらかじめ終了した後、はじめて受講者が授業に参加する。この場合は完全に非同期的な授業が行われている。リアルタイム遠隔授業に参加している遠隔受講者にとって、授業は上述の二つの形態の中間的な形態で進行する。すなわち、教室で授業が行われているその時に授業内容に接し、かつ発言できるが、教室での受講者の場合とは異なり常にタイムラグが生じている。本論文ではこのような状況を時間の非対称性と呼ぶ。

### 2.2.3 イベントの分類

本研究では、上述の非対称性の有無に基づいてイベント进行分类する。非対称性が存在しないイベントを通常のイベント、メディアの非対称性と時間の非対称性のどちらか一方、もしくは両方が存在するイベントを非対称的なイベントと呼ぶ。イベントの分類を表 2.1 に示す。

表 2.1: 本研究におけるイベントの分類

	メディアの非対称性	時間の非対称性
通常のイベント	なし	なし
時間において非対称的なイベント	なし	あり
メディアにおいて非対称的なイベント	あり	なし
時間とメディアにおいて非対称的なイベント	あり	あり

## 2.3 通常のイベントにおけるコミュニケーション

本節では、通常のイベントにおけるコミュニケーションについて論じる。

### 2.3.1 通常のイベントのモデル

通常のイベントにおける構成を図 2.2 に示す。同一の部屋という場に全参加者がおり、単一の音声チャンネルを主チャンネルとして用いる。ここでは副チャンネルは用いられない。

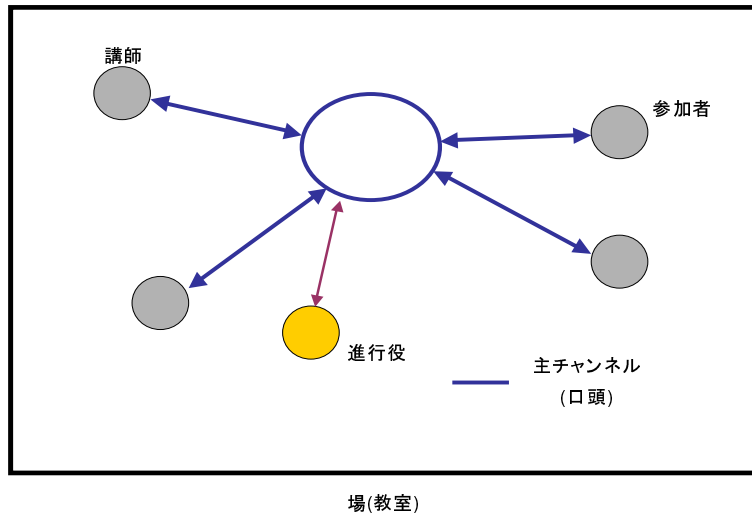


図 2.2: 通常のイベントの構成

通常のイベントにおけるエンティティは、主チャンネルにアクセスできる通常の参加者とイベントの進行を行う進行役の二種類である。すべての参加者は、この二種類のうちいずれかに属する。ここでは授業の中心となる講師も通常の参加者に分類される。進行役の役割は、中立的な立場でイベントの進行を管理し、参加者が円滑にインタラクションを行えるようにし、イベントの生産性を高めることにある [2]。

### 2.3.2 通常のイベントにおける情報の流れ

参加者の発言は即座に他の全ての参加者に伝わる。発言を受けて他の参加者が発言する場合は、ほぼ即時に主チャンネルでの議論に参加するか、進行役に対し発言機会を求めることができる。

### 2.3.3 対称的コミュニケーションの特徴

通常のイベントにおいては、上述したようにメディアの非対称性も時間の非対称性も生じない。そのため、通常のイベントにおけるコミュニケーションは対称的コミュニケーションと呼べる。

通常の授業や会議などといったグループコミュニケーションの大部分はこうした対称的コミュニケーションとして行われる。対称的コミュニケーションにおいては時間的・物理的制約を満たさなければならないため、コミュニケーションの前提条件となる制約が強い。しかし、後述する非対称的コミュニケーションで見られるようなコミュニケーション上の問題は生じず、非対称的コミュニケーションに比べると円滑にイベントを進められる。

## 2.4 リアルタイム遠隔授業におけるコミュニケーション

遠隔授業は、その規模および授業形態によって次の二種類に分けられる。数十人から数百人が受講する講義形式の授業と、十人から多くても三十人が受講するディスカッションを重視した形式の授業である。ネットワークを介して遠隔授業を行う場合、前者の携帯の授業では授業を収録した後、アーカイブを通じて受講者が随時講師の講義を視聴するという非同期的な形になるのが一般的である。この場合、講師と受講者の関係は、講師の話を受講者が聞くという一方向的なものとなる。一方、後者の授業では全ての参加者が DVTS やストリーミング配信、IRC といったメディアを利用して同期的な形で授業に参加するのが一般的である。この場合、講師と受講者、受講者と受講者の間でほぼリアルタイムに意見表明や議論が行われ、参加者間の関係は双方向的なものとなる。本研究では、このような十人から三十人規模のディスカッション重視の双方向的な授業をリアルタイム遠隔授業として定義する。

本節では、リアルタイム遠隔授業におけるコミュニケーションについて論じる。

### 2.4.1 リアルタイム遠隔授業のモデル

一般的なリアルタイム遠隔授業の構成を図 2.3 に示す。イベントが行われる場は講師のいる教室、講師のいない教室に分かれており、その他に遠



隔受講者がいる。教室間は DVTS によって双方向で結ばれているが、遠隔受講者に対しては教室からの一方向的なストリーミング配信が行われる。

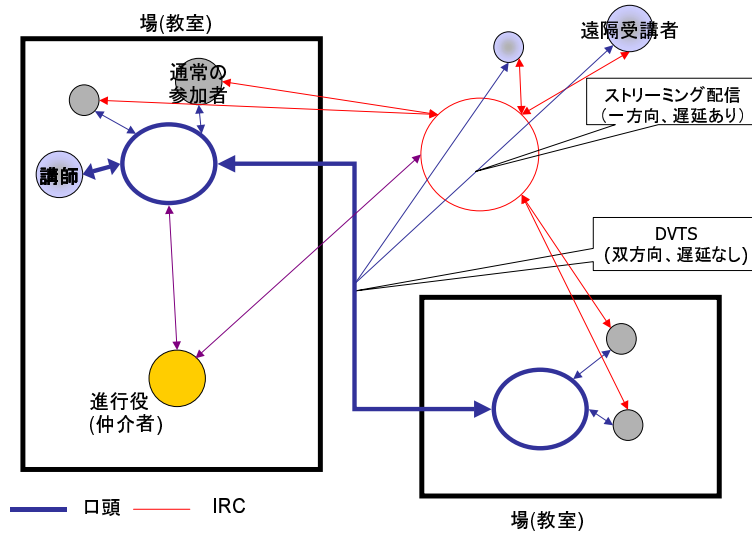


図 2.3: リアルタイム遠隔授業の構成

この場合、DVTS で結ばれている教室間の音声によるやりとりが主チャンネルとなる。副チャンネルとして IRC が用いられる。

リアルタイム遠隔授業におけるエンティティの分類を表 2.2 に示す。エンティティは進行役(チャンネル間の仲介者も兼ねる)・通常の受講者・講師・遠隔受講者の 4 種類に分かれる。進行役は双方のチャンネルに参加しており、全参加者の動向を把握してイベントの進行を行う。通常の受講者は教室におり、IRC にも参加しているため双方のチャンネルに参加できる。授業の中心である講師は主チャンネルにのみ参加しており、講師の発言は教室には DVTS で、遠隔受講者にはストリーミング配信で送られる。遠隔受講者は副チャンネルには参加できるが、主チャンネルには参加できない。

#### 2.4.2 リアルタイム遠隔授業における情報の流れ

通常の講義では、講師の発言は DVTS を通じてリアルタイムに各教室に送られる。遠隔受講者に対してはストリーミング配信で送られるため、数秒から数分の遅延が生ずる。これを図 2.4 に示す。

表 2.2: リアルタイム遠隔授業におけるエンティティの分類

	主チャンネルへの参加	副チャンネルへの参加	役割
進行役	○	○	議事進行
講師	○	×	授業の中心
通常の受講者	○	○	双方の議論に参加できる
遠隔受講者	×	○	副チャンネルのみに参加

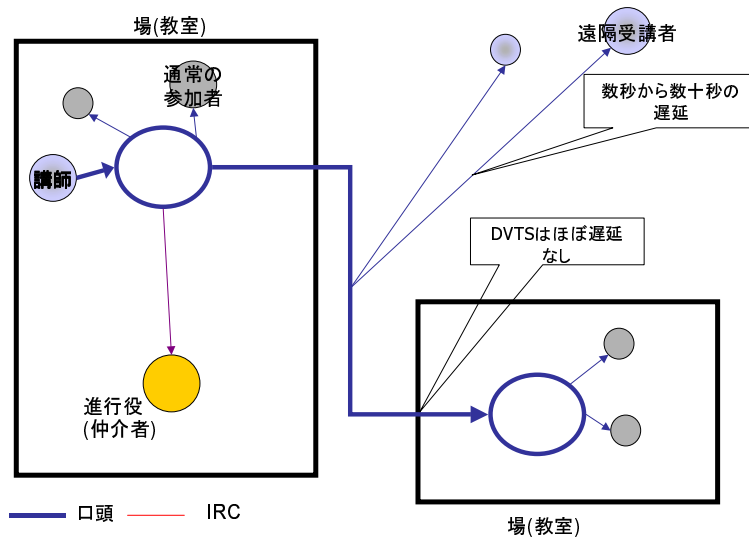


図 2.4: リアルタイム遠隔授業における遅延

質疑応答を行う場合、通常の参加者は DVTS を通じ主チャンネルを用いて講師に直接質問する。講師も主チャンネルを用いて返答する。このやりとりはリアルタイムで行われる。遠隔受講者が質問をする場合、副チャンネルである IRC チャンネルに質問したい旨と質問内容を書き込む。これを割り込み要求と呼ぶ。これを図 2.5 に示す。進行役はその割り込み要求を確認する。これを図 2.6 に示す。進行役が割り込み要求を受け、代理人として主チャンネルで発言し、その内容を講師に伝えることを割り込み処理と呼ぶ。これを図 2.7 に示す。

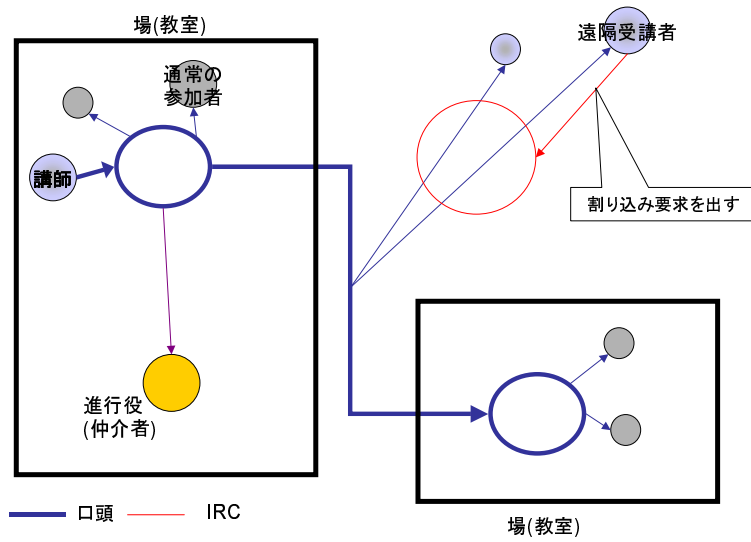


図 2.5: 遠隔受講者による割り込み要求

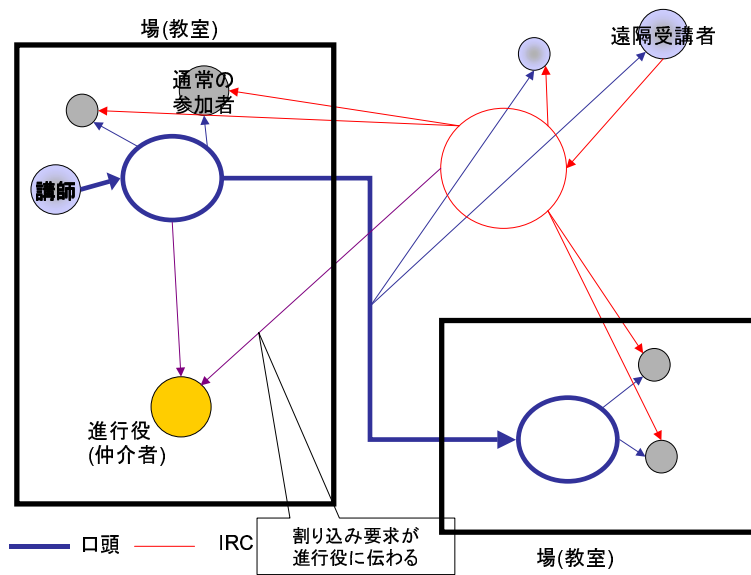


図 2.6: 進行役による割り込み要求の確認

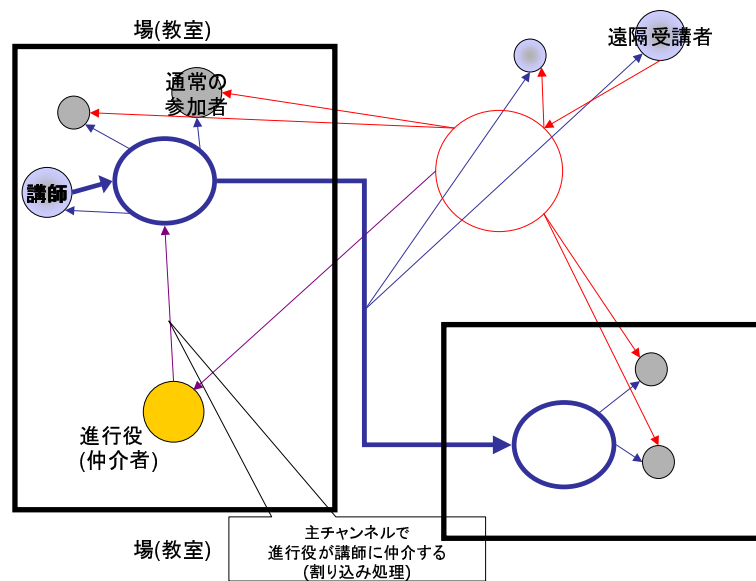


図 2.7: 進行役による割り込み処理

## 2.5 リアルタイム遠隔授業における問題点

本節では、リアルタイム遠隔授業においてコミュニケーションの非対称性のために生ずる問題について述べる。

### 2.5.1 遠隔受講者の授業参加への制約

前節で述べたように、遠隔受講者は主チャンネルで行われるイベントに対し、直接参加できない。イベントは主チャンネルでの講義や質疑応答を軸にして展開するが、副チャンネルのみにアクセスしている遠隔受講者が主チャンネルでの議論に対し意見を述べようとしても、現状では進行役の働きに依存するしかない。

現実には、時間や労力の制約から、進行役が全てのチャンネルの意見を授業の時間内に十分に反映させることは難しい。また、遠隔受講者からの意見を採用するかどうかは進行役の判断に委ねられる。さらに、講師は主チャンネルからの意見表明については自分で把握できるが、自分がアクセスできない副チャンネルからの意見をどう扱うかについては進行役に依存せざるをえない。従って、仲介者である進行役が間接的に遠隔受講者の意見表明を代行するという現在の授業運営においては、互いに非対称的な参

加者である講師と遠隔受講者間のコミュニケーションは全面的に進行役に依存することになる。このことには三つの問題点がある。

まず、講師や進行役とコミュニケーションをとれるチャンネルが多い通常の受講者に比べ、遠隔受講者が授業への参加という点で不利な立場に置かれるのが実状である。これは遠隔受講者にとって、進行中の授業に対し積極的に働きかけたくとも難しいというフラストレーションにつながる。また、授業の質を高めるという観点からも、多様な背景や観点を持った受講者が授業に寄与する機会を狭めている点で問題がある。

次に、互いに非対称的な立場にいる講師と遠隔受講者との間に直接的なコミュニケーションの機会がないことである。講義中心の授業であっても、ディスカッションやディベートを中心とする授業であっても、講師と受講者間のインタラクションは欠かせない。しかし、リアルタイム遠隔授業では講師と遠隔受講者との接点は進行役のみであり、このことが講師と遠隔受講者との間のインタラクションの機会を狭めている。

最後に、現状で授業におけるコミュニケーションの要として働いている進行役の権限と負担が大きいことがあげられる。授業時間中を通して進行管理・司会を行いつつ、主・副全てのチャンネルでの議論や意見表明を把握し、それらのうちどれを反映させるかを判断するのが進行役の仕事であり、講師に継いで授業の質を左右する立場にある。これは進行役の質に授業の質が少なからず左右されるということであり、進行役の力量に依存せずに授業の質を維持・向上させるには進行役に集中している権限と負荷を分散させる必要がある。

## 2.5.2 授業進行の非同期性

先に述べたように、リアルタイム遠隔授業においては主チャンネルでの発言は数秒から数分遅れて遠隔受講者に届く。このことは二つの問題をもたらす。

遠隔受講者は常にその時点では過去のものとなっている映像と音声を受け取っているため、授業の進展を把握するタイミングにずれが生じる。そのため、自分が把握していない時間帯での授業の流れや発言を考え、自分の発言と現在授業で扱われている話題との差違や発言内容の重複を気にしてしまい積極的に発言しにくくなる可能性がある。また、授業運営の観点

から見ると、授業の展開に対しリアルタイムに反応してくる通常の受講者と、一拍遅れて反応を返してくる遠隔受講者の方法に対応して授業を進める必要があり、このことが運営コストを高くしている。

### 2.5.3 参加者相互の Awareness の欠如

コミュニケーションの非対称性から生ずるリアルタイム遠隔授業の問題点として、参加者相互の Awareness の欠如がある。一般的には、「ひとやものがそこに存在すること、ならびにその状態を周囲から知ることができる状態にあること」を Awareness とよぶ。本研究では、Awareness という概念を、特にリアルタイム遠隔授業において参加者が他の参加者の状況をどれだけ把握できるかを示すものとして用いる。本節ではまずリアルタイム遠隔授業における Awareness の欠如とはどのようなものであるかをそれぞれの参加者の視点から論ずる。次にそれが特に質疑応答の局面においてどのような問題を惹起しているかを述べる。

#### 進行役からみた Awareness の欠如

進行役はすべてのチャンネルに目を通し、すべての参加者の動向に気を配っている。講師や通常の参加者の動向についてはおおむね把握できるが、遠隔受講者の動向の把握は難しい。時間の非対称性のため、ある時点で遠隔受講者がどの時点までの授業の進展に対して反応しているかは進行役からはわかりにくいからである。また、通常の受講者と遠隔受講者とでは授業に対する反応のタイミングがずれるが、そのずれにも配慮して授業を進めなくてはならない。

#### 通常の受講者からみた Awareness の欠如

通常の受講者は主チャンネルを通じ、講師や他教室の受講者の動向を把握できる。しかし、遠隔受講者とは副チャンネルしか接点がなく、また遅延が生じているため、通常の受講者からは遠隔受講者がどの時点までの授業内容を把握しているのか、また授業内容に対してどのように反応しているのかを知ることは難しい。この点については進行役も同様である。

#### 講師からみたアウェアネスの欠如

非対称的な参加者である講師がアクセスするチャンネルは主チャンネルのみである。したがって講師は通常を受講者と進行役の動向は把握できるが、遠隔受講者との接点が全くないため、進行役による仲介を通じて間接的に遠隔受講者の動向を知ることができるだけである。

#### 遠隔受講者からみたアウェアネスの欠如

他の参加者に対するアウェアネスという観点から最も不利なのが遠隔受講者である。講師の動向と主チャンネルの議論は把握できるが、常にストーリーミング配信による遅延があるため、授業進行のうち時間的なずれのある部分については全く把握できない。通常の参加者との接点は副チャンネルのみである。副チャンネルには遅延はないため、副チャンネルで通常の参加者と議論や意見交換を行う分には問題ないが、発言のタイミングと配信による遅延のため、副チャンネルの議論で通常の参加者が何に対して反応しているのかを即座には把握できない場合がある。講師との直接的な接点はなく、通常は一方的に講義を聞くことになる。

#### チャンネル間のアウェアネスの欠如

リアルタイム遠隔授業では、参加者が意見交換を行うチャンネルが複数ある。主チャンネルと、副チャンネルの役割を果たすIRCの受講者用チャンネルである。授業の展開によっては、主チャンネルで議論が行われる一方で副チャンネルでもそれとは別に活発な議論が行われることがある。しかし、講師および教室の受講者のうち、副チャンネルに参加していない受講者は副チャンネルでの議論を知るすべがない。その結果、主チャンネルにしか参加していない参加者は同じ授業に参加しながら、同時に行われていた議論の存在すら知らないという事態が生ずる。

#### アウェアネスの欠如がもたらす問題

上述のアウェアネスの欠如は、受講者が講義内容を受動的に聞いている時にはさほど問題にならない。しかし、質疑応答やディスカッションなど受講者の発言が局面になると、アウェアネスの欠如は大きな問題となる。

進行役と講師は発言を望んでいる参加者、もしくは既に出た発言に対しどれを採用するかを決めねばならない。講師は遠隔受講者の状況を全く把握できないため、進行役が決定権を持つことが多い。だが、進行役も遅延の生ずる遠隔受講者の動向を完全には把握できないため、遠隔受講者からの発言を十分に吸い上げることは難しい。

次に質問をする受講者について考える。通常の実講者の場合、授業内容の把握も発言の意思表示も遅延なしに直接的に行える。また、他の受講者の動向も分かりやすいため、通常の実講者が発言する分には問題はない。もし遠隔受講者の発言があってもそれは進行役が処理するため、通常の実講者が気にする必要はないからである。

遠隔受講者が発言する場合、二つの障害がある。まず、上述したように遠隔受講者は授業への直接的な参加手段を持たないため、発言は代理人である進行役に仲介してもらわなければならない。次に、ストリーミング配信には遅延があるため授業の状況がリアルタイムで把握できず、誰が発言の意思表示をしているか、どのような発言がなされているかを即時に知ることができない。このため、他の参加者との発言内容の重複や、授業の内容と発言との整合性がとれないことなどを恐れ、発言をためらう可能性がある。つまり、アウェアネスの欠如のために安心して発言できないといえる。

従って、リアルタイム遠隔授業における質疑応答の局面では、アウェアネスの欠如は重大な問題となる。講師や進行役といった授業運営側から見ると質問を十分に吸い上げることができず、受講者側からの有益な質問があっても把握できないために見落とししてしまう可能性がある。遠隔受講者側から見ると、先述した二つの障害のため安心して発言ができずフラストレーションが溜まり、授業に対する満足度が下がる可能性がある。授業の質的な向上と受講者の満足度という観点からみると、アウェアネスの欠如は大きなマイナスをもたらさう。

また、講師や教室での受講者など主チャンネルにしか参加していない参加者は副チャンネルでの議論に接することができないばかりか、その存在すら意識していないという問題もある。すなわち、同じ授業に参加しているながら授業の成果の一部については気づきすらもないという事態が生じる。これもまたアウェアネスの欠如から生じる損失である。



## 2.6 まとめ

グループコミュニケーションとしてのリアルタイム遠隔授業は通常のイベントとは異なり、メディアと時間の非対称性という特徴を持った非対称的コミュニケーションである。特に遠隔受講者はこの二つの非対称性の影響を同時に受けるため、主チャンネルで直接リアルタイムにコミュニケーションできる講師と通常の受講者に比べ、授業参加への機会という点において不利である。端的にいうならば、主チャンネルにいる講師と通常の参加者に対する副チャンネルにいる遠隔受講者からの情報の流れは常に断絶の危険にさらされているともいえる。

現状ではこれを是正するために進行役が仲介者として主チャンネルと副チャンネルの橋渡しをしているが、進行役としての仕事をこなしつつ異チャンネル間の仲介も行うには多大な集中力と的確な判断を要する。そのため、リアルタイム遠隔授業における授業の質は通常のイベントと比較し、進行役の力量に依存する部分が多い。

また、現状のリアルタイム遠隔授業では参加者相互のアウェアネスが欠如しており、これは質疑応答の局面で大きな問題となりうる。質疑応答の局面で、参加者相互に互いの状況が把握しにくいために有益な質問を吸い上げられなかったり、特に遠隔受講者が発言の難しさからフラストレーションを溜める可能性がある。質疑応答とは別に、主チャンネルのみの参加者からは副チャンネルでの議論の存在を意識しにくいという問題もある。したがって、授業の質および受講者の満足度の向上という観点から見ると、アウェアネスの欠如は大きなマイナスをもたらさう。

理想的なグループコミュニケーションの条件は、参加者の間口を広げつつ、全ての参加者が対等かつ双方向的な立場でコミュニケーションできることである。現状のリアルタイム遠隔授業は前者の条件を一応満たしているといえる。しかし、後者の条件を満たしているとはいえない状況である。リアルタイム遠隔授業において後者の条件を満たすためには、メディアの非対称性と時間の非対称性に起因する諸問題を解決する必要がある。

### 第3章 既存のコミュニケーション手段の比較検討

本章では、遠隔授業における質問手段として用いられる既存のグループコミュニケーション手段について、「参加者相互のアウェアネスを促進するのに、その手段が寄与するかどうか」という視点から比較検討する。特に「誰がいつ、どのような質問をしており、どの程度真剣にその答えを知りたがっているか」という情報を参加者間で共有するのに向いているかどうか重点をおく。比較項目と比較結果を表 3.1 に示す。次に個々の比較項目について説明し、その後既存のグループコミュニケーション手段について述べる。最後に従来のグループコミュニケーション手段についてまとめる。

以下の表で、○はその条件を十分満たしていることを示す。△はその条件に沿ってはいるものの、不十分であることを示す。×はその条件を全く満たしていないことを示す。

表 3.1: 既存のグループコミュニケーション手段の比較

	IRC	掲示板	電子メール
実時間性	○	△	△
非同期性	×	○	○
質問状況の相互把握	○	○	△
発言内容の識別性	△	○	○
議論の整理しやすさ	×	○	×
質問の強調の明示	×	×	×
進行役への依存度の低さ	×	○	○

### 3.1 評価項目

本研究におけるグループコミュニケーション手段の比較項目は以下の7点である。本節では、比較項目のそれぞれについて説明する。

1. 実時間性
2. 非同期性
3. 質問状況の相互把握
4. 発言内容の識別性
5. 議論の整理しやすさ
6. 質問の強調の明示
7. 進行役への依存度の低さ

#### 3.1.1 実時間性

その手段を用いてリアルタイムのグループコミュニケーションができるかどうかを示す。講師の講義を受動的に聞くのではなく、講師と受講者ほぼリアルタイムで双方向の質疑を行うというリアルタイム遠隔授業の性質上、授業に用いるコミュニケーション手段にはリアルタイム性がなければならない。

#### 3.1.2 非同期性

その手段を用いて、非同期的なグループコミュニケーションができるかどうかを示す。リアルタイム遠隔授業では、遠隔受講者側ではストリーミング配信による遅延のため、授業の状況把握に時間的ずれが生じる。そのために遠隔受講者が授業の内容を把握し、それに応じて質問を返す時点で、通常の実時間授業との時間的ずれが生じる。また、実際には受講者からの質問はある時点で一気に全て出されることはなく、授業を行っているうちに逐次出でてくるのが一般的である。この二つの理由から、リアルタイム遠隔授業で質疑を処理するためには、ある程度の幅をもった時間内に提出された質問を蓄積し、必要なときに適宜参照することが容易なコミュニケーション手段が求められる。

### 3.1.3 質問状況の相互把握

授業に参加する全ての参加者にとって、「誰がいつ、どのような質問をしているのか」という、互いの質問の状況に関する情報が共有しやすい手段であるかどうかを示す。こうした質問状況が把握できないと、受講者は自分の質問が既に出された質問と重複しない適切なものであるか否かが判断できない。進行役と講師は質問状況に関する情報を基にどの質問を採用するかを判断する。第2章で分析したように、現状では遠隔受講者と講師はこの状況把握を阻害されている。リアルタイム遠隔授業における質疑を改善するためには、すべての参加者にとって質問状況の把握が容易なコミュニケーション手段が必要である。

### 3.1.4 発言内容の識別性

個々の参加者の個別の発言内容が錯綜せずに、メッセージ単位で把握しやすくなっているかどうかを示す。例えばIRCのようなコミュニケーション手段では、各人の発したメッセージが一つの完結したまとまりではなく、文節あるいは文単位で送られるため、複数人の異なるメッセージが錯綜してしまい、発言内容の識別性が低い。従って、複数の参加者が同時に発言する可能性がある場合、識別性が重要になる。また、誰の誰に対する発言なのかということが明確にわかるかどうかも識別性の基準となる。他の質問ときちんと区切られた質問内容と、その質問が誰から発せられた誰に対するものが明示されていることがリアルタイム遠隔授業における質問状況の把握に際して求められる。

### 3.1.5 議論の整理しやすさ

その手段によって複数の参加者から出された複数の質問を進行役や講師が見たとき、質問状況の全体的な傾向や個々の質問の優先順位を判断しやすいかどうかを示す。実際のリアルタイム遠隔授業では時間的な事情から質問の採否を素早く判断しなければならない局面が多く、質問全体の趨勢を把握しやすいコミュニケーション手段を用いることが授業の質からみて重要である。

### 3.1.6 質問の強調の明示

質問者がその手段を用いて質問したとき、どの程度真剣に自分の質問に対する回答を聞きたいのかを明示できるかどうかを示す。これを示すことで、受講者は講師や進行役に指名され、発言する以前の段階で進行役や講師に対する意思表示を行える。主チャンネルに参加できず、講師との直接の接点をもたない遠隔受講者にとって、質問を通じた意思表示の機会は貴重である。リアルタイム遠隔授業において、そうした意思表示を可能にすることは通常の実受講者と、遠隔受講者の間にある講師とのコミュニケーション機会の格差を縮小するために重要である。

### 3.1.7 進行役への依存度の低さ

グループコミュニケーションにその手段を用いた場合、議論をまとめ、質疑応答を行うにあたって進行役にどれくらい依存するかを示す。リアルタイム遠隔授業において授業運営と授業品質に最終的な責任を持つのは講師だが、第2章で述べたように、参加者相互のアウェアネスの欠如のために実質的に進行役が授業を運営しているのが現状である。この問題を解決するためには進行役に依存せず、講師が直接受講者の動向を把握し、授業運営を行うことを支援できるコミュニケーション手段を用いる必要がある。

## 3.2 個々のコミュニケーション手段についての検討

### 3.2.1 IRC

複数人が同時に参加するリアルタイムのグループコミュニケーション手段としてチャットがあるが、そうした多人数チャットシステムの代表的なものにIRC(Internet Relay Chat)がある。SOI[3]ではIRCをリアルタイム遠隔授業における参加者間のコミュニケーション手段として用いている。

質問手段としてのIRCの利点を以下に挙げる。

- 実時間性がある
- 参加者間で入手できる情報の内容に差がないため、互いの質問に関

する状況を把握しやすい

また、質問手段としての IRC の欠点を以下に挙げる。

- 誰が誰に対して発言しているのかが不明確
- 発言の終端子がないため、発言の区切りが明示されない
- 質問者にとっての質問の重要性を明示する手段がない
- 進行役や講師にとって、質問状況の全体的な傾向や個々の質問の優先順位を判断しにくい
- 議論の内容を把握し、授業を運営する際に進行役に依存する部分が大きい
- 参加者の発言を制御する主体が存在しない

質問手段としての IRC は、実時間での情報共有が容易に行える点で有効である。しかし、複数の参加者からの発言が錯綜しやすく、また個々の参加者間の発言の優先順位を明示できない。ある参加者が発言している際に他の参加者の発言を禁ずるといった発言に対する制御ができないことも、授業への質問の状況の把握を難しくしている。進行役への依存度が高いことも欠点である。

### 3.2.2 電子掲示板 (BBS)

授業に関する情報交換や質問を行う手段として電子掲示板 (BBS) がある。SOI では各授業ごとに掲示板を設けている。

質問手段としての電子掲示板の利点を以下に示す。

- 非同期的なコミュニケーションに向いている
- 参加者間で入手できる情報の内容に差がないため、互いの質問に関する状況を把握しやすい
- 誰が誰に対して発言しているかが明確にわかる
- 発言の終端子が明確であるため、発言の区切りがはっきりしている

- 進行役や講師にとって、質問状況の全体的な傾向や個々の質問の優先順位を判断しやすい
- 議論をまとめ、質疑応答を行うにあたって進行役に依存する部分が少ない

質問手段としての電子掲示板の欠点は以下の通りである。

- 実時間性に乏しい
- 質問者にとっての質問の重要度を明示する手段がない

電子掲示板は非同期的な質問や意見交換には有効だが、実時間性に乏しいため、リアルタイムな質問に用いるには不向きである。また、発言内容の識別性はよいが、質問者にとっての質問の重要度が明示されていないため、質問者の意思を考慮した授業運営は難しい。

### 3.2.3 電子メール

質問や意見交換の一般的な手段として電子メールがある。

質問手段としての電子メールの利点を以下に示す。

- 非同期的なコミュニケーションに向いている
- 誰から誰への質問なのかが明確である
- 発言に終端子があるため、発言内容を識別しやすい
- 議論をまとめ、質疑応答を行うにあたって進行役に依存する部分が少ない

質問手段としての電子メールの欠点を以下に挙げる。

- 実時間性に乏しい
- 参加者間で質問に関する状況を把握することが難しい
- 進行役や講師にとって、質問状況の全体的な傾向や個々の質問の優先順位を判断するには手間がかかる

- 質問者にとっての質問の重要度を明示する手段がない

上述の特徴からわかる通り、電子メールは一对一の質問や意見交換には向いているが、リアルタイムのグループコミュニケーションにおける質問状況の相互把握には適さない。また、質問者からみた質問の重要度が明示されないため、進行役や講師による優先順位の把握が難しい。

### 3.3 結論

遠隔授業で用いられる従来のグループコミュニケーション手段としてIRC、電子掲示板、電子メールがあるが、いずれも第2章で述べたリアルタイム遠隔授業における質疑応答時のアウェアネスの問題を解決する手段とはなりえない。評価項目としてとりあげた実時間性、非同期性、質問状況の相互把握、発言内容の識別性、議論の整理のしやすさ、質問の強調の明示、進行役への依存度の低さといった要素が質疑応答におけるアウェアネス問題の解決に必要となるが、上述の三つの手段はいずれもこれらの要素を部分的にしか満たしておらず、問題解決の方策としては不十分である。



## 第4章 本研究におけるシステム設計

本章では、本研究で構築するシステムの設計について述べる。まず、前章までの議論を踏まえて本システムの目的および満たすべき要件について論じる。次に本システムの全体構成と、本システムを用いた授業運営のプロセスについて述べる。その後個々の構成要素についてその役割を説明する。最後に、リアルタイム遠隔授業における本システム内部でのデータ処理の流れについて述べる。

### 4.1 システムの目標と要件

本節では、本研究で構築するシステムが満たすべき要件について考察する。まずリアルタイム遠隔授業において解決すべき問題点について述べる。次に、それを解決するために本システムが目指すべき目標について論ずる。最後に、目標を達成するために本システムが満たさねばならない要件について論じる。

#### 4.1.1 解決すべき問題点

現在のリアルタイム遠隔授業における最も重要な問題は、参加者相互のアウェアネスの欠如である。前章でアウェアネスの欠如のためにもたらされる問題について述べたが、本研究では特に質疑応答の局面におけるアウェアネスの欠如に着目する。

現在のリアルタイム遠隔授業において最も重大な問題は、遠隔受講者が授業に対して安心して発言できる環境がないことである。受講者といえども授業の重要な構成員であり、受講者の発言が阻害される可能性のある環境は望ましくない。また、授業運営を担う進行役にとっても、アウェアネスが阻害された状況で質疑応答を処理することによる負担は大きい。さらに、多様な参加者が授業に参加し、議論に加われることこそがリアルタイム遠隔授業の最大の魅力だが、現状では特に質疑応答の局面におけるア

ウェアネスの欠如がその実現を妨げている。

#### 4.1.2 本システムの目標

本研究で構築するシステムの目標は、リアルタイム遠隔授業の質疑応答局面において参加者相互のウェアネスを支援することである。受講者側からは遠隔受講者・通常の受講者ともに質疑における自分以外の参加者の動向が把握でき、かつ格差のない発言機会が確保されなければならない。また、講師や進行役側からは、すべての参加者の動向を即座にかつ的確に把握することで授業運営の負荷を下げつつ、授業の質的向上を実現できなければならない。

上述の二つの視点からの要求を同時に満たすには、講師・進行役・通常の受講者・遠隔受講者という授業への参加者すべてが質疑における参加者の動向、すなわち「誰がいつ、どのような質問をしており、どの程度真剣にその答えを知りたがっているか」という情報を共有する必要がある。すべての参加者がこうした情報を共有することには以下に述べるような利点がある。

まず、遠隔受講者は授業の流れとその中での自分の立場を明確に把握できるため、安心して発言できるようになる。現状では質疑に関する情報をすべて把握できるのは進行役のみであるため、進行役は自分一人の裁量で質疑を進行させざるをえない。しかし、参加者全員が質疑に関する情報を共有することで進行役の裁量ではなく、参加者の合意に基づいた授業運営が可能になり、進行役の負担が軽減される。講師にとっては、通常の受講者・遠隔受講者を問わずすべての受講者からの質問を把握でき、進行役に依存せずに授業の状況を把握できるようになる。これらを合わせた結果として、すべての参加者間、とりわけ講師と遠隔受講者の間のウェアネスが向上し、透明性の高い授業運営が可能になる。それによって授業の質と受講者にとっての満足度の向上が期待できる。

本研究ではリアルタイム遠隔授業において受講者に等しく発言機会を提供しつつ、質疑に関する情報を全員が共有できるシステムを構築することで、質疑の局面におけるウェアネスの欠如の問題を解決しつつ、授業品質と受講者の満足度の向上をめざす。

### 4.1.3 本システムの満たすべき要件

本システムが上述の目標を達成するために求められる要件を以下に挙げる。

1. リアルタイムに質問の状況を把握できること
2. 蓄積された質問を随時参照できること
3. すべての受講者がアクセスできること
4. すべての質問を一元的に管理すること
5. 集約された質問について、常に最新の情報をすべての参加者に提示すること
6. 個々の質問がメッセージ単位で明確に区切られていること
7. 全体的な質問の傾向を把握しやすいこと
8. 質問者が自分にとっての質問の重要性を明示できること
9. 本システムを利用して授業運営を行う際、進行役に依存しないこと

リアルタイム遠隔授業は実時間性と非同期性の両方の性質を持つ。そのため、実時間性を保ちつつもある程度の非同期性に対応できることが求められる。1と2の条件は、こうした実時間性と非同期性の要求を同時に満たすためのものである。3、4および5は、発言機会と質問状況の把握把握に関して参加者間に格差が生じないようにするために必要な条件である。3、4、5および7の条件は、発言の状況を整理しやすくすることで、どの質問を採用するかという講師の判断もしくは講師と受講者間の合意形成を迅速かつ適切に行うために必要となる。8の条件は、質問行為に際して受講者、とりわけ遠隔受講者から講師に対して意思表示を行えるようにするために必要である。9の条件は、現状の授業運営における進行役への依存から脱却し、講師が受講者の動向を直接把握した上で直接授業運営を行うために必要である。

## 4.2 本システムを用いた授業運営

### 4.2.1 本システムの全体構成

本研究で提案するシステムの中核は、リアルタイムに更新される質問データベースである。授業開始時から終了時まで、遠隔であると教室にい

るとを問わず、受講者は質問入力用のクライアントを通じて質問を送る。データベースはその質問から「誰がいつ、どのような質問をしており、どの程度真剣にその答えを知りたがっているか」という情報を取得し、蓄積する。質問が行われるたびにデータベースは更新され、すべての参加者に対してデータベースの最新の情報が提示される。従って、すべての参加者は常に質問に関する最新の情報を共有している。データベースは質疑応答のときに参照され、講師は全員に共有されている整理された一覧性のある情報をもとにどの質問に答えるかを決定できる。また、授業時間を通じて質問を蓄積し、質疑応答のときにそれらを引き出すことでリアルタイム遠隔授業に伴う非同期性にも対応できる。本システムの全体構成を図4.1に示す。

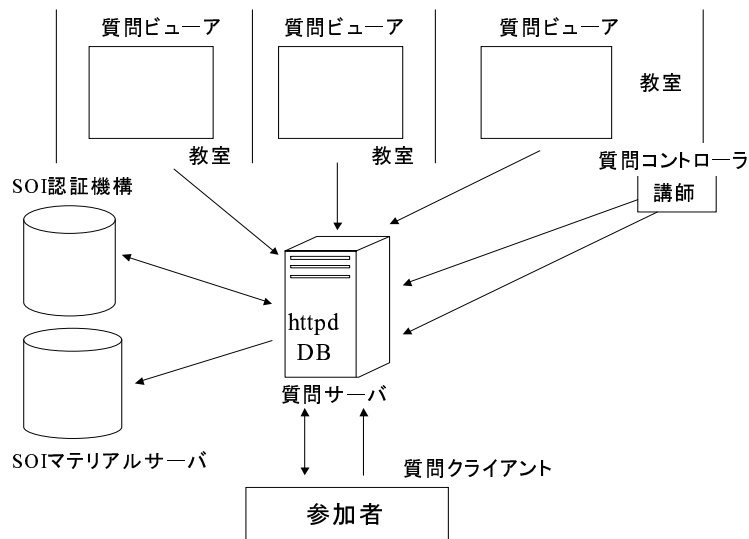


図 4.1: 本システムの全体構成

#### 4.2.2 本システムの動作

受講者は質問クライアントを通じて本システムにログインする。ログインする際、クライアントを通じてサーバに認証に関する情報を送る。認証に関する情報は SOI 認証機構に送られ、SOI の受講者データベースと照合して受講者の認証が行われる。受講者は質問クライアントを通じて質問を出し、質問の内容は質問サーバに蓄積される。受講者や講師側の PC や各教室のスクリーンには質問ビューアによって質問の一覧が表示される。質問ビューアは質問サーバに対し定期的に走査を行い、質問一覧の情報を

動的に更新する。これによって、常に最新の質問に関する情報がビューアに表示される。質疑応答の際、講師は質問コントローラを用いて、どの質問をどのように扱うかというメッセージを質問サーバに送る。質問サーバはメッセージに応じて各々の質問のステータスを変更し、その変更内容はビューアに反映される。質疑が終了し、授業が終わった後には、質疑応答で採用された質問に関するデータが質問サーバから SOI マテリアルサーバに送られ、後日のアーカイブ化のための素材として蓄積される。

#### 4.2.3 本システムを用いた授業運営のプロセス

本システムを用いた授業運営では、質疑応答はすべて本システムを通じて処理される。実際の授業では、講師が一通り授業内容について話した後、受講者と講師の間で質疑応答が行われることが多い。講師が話している間や、講師の話が終わったあとの質疑応答の時間に、受講者は講師に対する質問や意見を質問クライアントを通じて書き込む。書き込む際は、質問の内容だけでなく、質問者がその質問に対する回答をどれだけ真剣に知りたがっているかという質問の重要度も同時に指定する。

本システムを用いる授業では、全ての受講者が講師への質問や意見を必ず本システムを通じて提示することが原則である。これにより、すべての参加者が常に質問に関する最新の状況を確認できる。従って、ストリーミング配信による遅延の影響を受ける遠隔受講者であっても、他の受講者が同じような質問をすでにしたかどうか、他にどのような質問が出ているか、質疑応答の時間に入っている場合にはどのような質問が採用されたか、といった状況を通常の受講者同様、リアルタイムに把握した上で質問できる。また、質問の受付を本システムに一元化することで、受講者間の発言機会が均等化される。

講師は質疑応答の時間に、質問コントローラを用いてどの質問を採用するか、どの質問を却下するか意思表示を行う。従来のリアルタイム遠隔授業では、質問の把握と採否の決定を進行役が行っている。これに対し、本システムを用いた授業では講師が直接質問に関するすべての状況を把握できるため、講師が質問の取捨選択の権限を持つ。講師は質問一覧を見て、回答する予定の質問には採用メッセージ、回答が済んだ質問には採用済みメッセージ、回答する予定だが実際には回答できなかった質問に採用中止メッセージ、却下する質問に却下メッセージを発行する。こうした質問に関するステータスを変更するメッセージは質問サーバに送られ、ス

テータスの変更が質問ビューアの表示する質問一覧に動的に反映される。実際には、講師は質問一覧を見ながらどの質問を採用するかを決める。そして採用が決定した質問に対して講師が採用メッセージを発行し、質問に対する回答を行う。回答が終了したら講師はその質問に対し採用済みメッセージを発行し、次に回答する質問の選定に移る。このようにして質疑応答が進行する。

### 4.3 本システムの構成要素

本節では、本システムの個々の構成要素について述べる。構成要素には以下の六つがある。

- 質問サーバ
- 質問クライアント
- SOI 認証機構
- 質問ビューア
- 質問コントローラ
- SOI マテリアルサーバ

#### 4.3.1 質問サーバ

受講者からの質問の要求とその内容はこの質問サーバに集約される。本サーバは質問クライアントからの質問クエリの受け付け、質問データの保持、講師による回答状況を反映した質問データの処理、採用された質問へのマテリアルサーバへの登録を行う。

#### 4.3.2 質問クライアント

リアルタイム遠隔授業に参加する受講者は質問クライアントを用いて質問サーバに対し質問クエリを発行する。また、受講者の認証に関する情報を質問サーバに送る。

#### 4.3.3 SOI 認証機構

認証機構では質問サーバから送られた受講者の情報と SOI 受講者の情報に基づき、受講者の認証を行う。SOI ではメールアドレス及びパスワードを用いて受講者の認証を行っているが、認証機構ではそのデータを用いて受講者の氏名を確認する。

#### 4.3.4 質問ビューア

質問ビューアはリアルタイム遠隔授業を行う各教室にいる参加者および遠隔受講者に対し、質問の状況を示す。本ビューアは質問サーバに蓄積されている質問データを定期的に走査し表示内容を動的に更新する。

#### 4.3.5 質問コントローラ

講師は本コントローラを通じて質問サーバ内の質問一覧を把握する。また、講師は本コントローラを用いてそれぞれの質問に対し、採用/不採用/採用中止/却下の各メッセージを発行する。授業終了時には本コントローラから授業終了メッセージを発行する。

#### 4.3.6 SOI マテリアルサーバ

マテリアルサーバは質問サーバから転送された授業で採用された質問クエリの内容を保存し、アーカイブ化のためのマテリアルとして蓄積する。

### 4.4 本システムにおける質疑処理のプロセス

本節では、リアルタイム遠隔授業における本システムの動作について述べる。本システムを用いたリアルタイム遠隔授業では、受講者からの質問は以下に示す手順で処理される。

1. 受講者のログイン
2. 受講者の認証
3. 受講者による質問クエリの発行

4. 質問ビューアによる定期的な polling と質問一覧の表示
5. 講師による質問採用予定の表明
6. 講師による質問への回答
7. 講師による質問採用メッセージの発行と記録
8. 講師による授業終了の宣言
9. 採用された質問のマテリアルサーバへの登録

処理の手順を図 4.2 に示す。以下、各段階ごとの本システムの働きについて述べる。

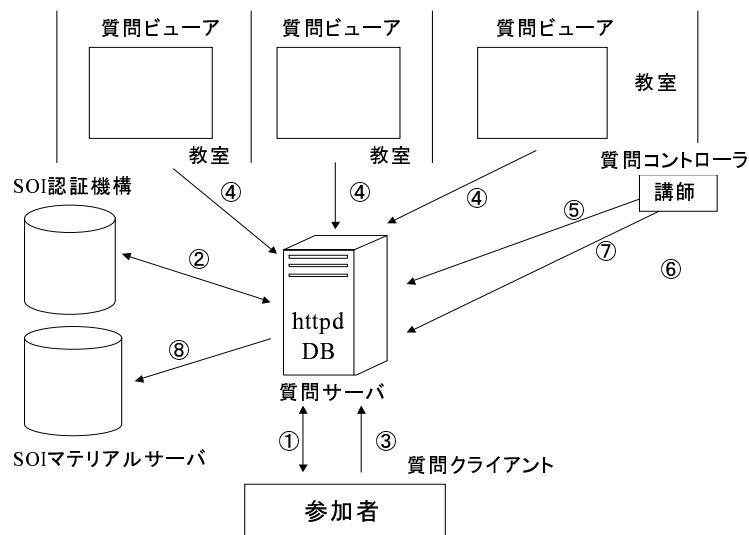


図 4.2: 本システムの処理プロセス

#### 4.4.1 受講者のログイン

受講者は授業開始時に Web ブラウザを通じて質問クライアントにログインする。ログインする際、受講者は認証のために SOI に登録したメールアドレスとパスワードを入力する。



#### 4.4.2 受講者の認証

ログイン時に受講者から質問サーバに送られたメールアドレスとパスワードは質問サーバから SOI 認証機構に送られる。認証機構は質問サーバからの問い合わせに対し、該当する受講者の氏名をサーバに送り返す。

#### 4.4.3 受講者による質問クエリの発行

授業中に受講者が質問をしたくなった時、受講者は質問クライアントを通じて質問サーバに質問クエリを送る。質問サーバでは質問クエリの集積を質問データとして保持する。

#### 4.4.4 質問ビューアによる定期的な走査と質問一覧の表示

質問ビューアは質問サーバに蓄積された質問データを定期的に走査し、表示する質問一覧を動的に更新する。

#### 4.4.5 講師による質問採用予定の表明

講師は質問コントローラに表示された質問データの一覧を見て、どの質問を採用するかを決める。採用する予定の質問については質問コントローラを通じ、質問サーバに対し質問採用予定メッセージを発行する。質問サーバはメッセージを受けて質問データのステータスを変更する。また、回答せずに却下する質問に対しては質問却下メッセージを発行する。

#### 4.4.6 講師による質問採用メッセージの発行と記録

質疑応答中、もしくは質疑応答の終了後に講師は質問コントローラを通じ、質問サーバに対して個々の質問に関する採用メッセージを発行する。実際に採用された質問については採用メッセージが発行される。

#### 4.4.7 講師による授業終了の宣言

授業の終了に際し、講師は質問コントローラを通じて質問サーバに授業終了メッセージを送る。質問サーバは授業終了メッセージを受け取った後、採用された質問以外の全ての質問のステータスを不採用に設定する。

#### 4.4.8 採用された質問のマテリアルサーバへの登録

授業終了後、質問サーバは採用された質問データを SOI マテリアルサーバに登録する。

### 4.5 本システムで扱うデータの構成

本システムでは、質問クライアントから質問サーバに送られる質問を質問クエリと呼ぶ。また、サーバ内に蓄積された質問に関する情報を質問データと呼ぶ。

#### 4.5.1 質問クエリの構成

質問クエリは以下の各要素からなる。

- ユーザ ID
- 発行時刻
- 要求優先度
- 質問内容

ユーザ ID は SOI でのユーザ識別子である。ここでは SOI に登録したメールアドレスを用いる。発行時刻はサーバがクエリを受け取った時刻をさす。要求優先度とは、受講者がその質問に対する答えをどれだけ真剣に知りたがっているかの度合いを表す。質問内容は、質問の中身そのものを示す。

#### 4.5.2 質問サーバ内部のデータ構成

質問サーバ内部のデータ構成は以下の通りである。一件の質問ごとに以下のデータを保持している。

- 質問クエリの内容
- 質問 ID

- 質問者の氏名
- 質問のステータス  
(未回答/ 回答予定/ 回答済み/ 却下)

質問クエリの内容は先述の通りである。質問 ID は個々の質問データにつけられる一意な識別子である。質問者の氏名には、認証機構を通じて得られた質問者の名前が入る。

質問のステータスには、未回答・回答予定・回答済み・却下の4種類がある。全ての質問データは、クエリとして受け取りサーバに蓄積された段階で未回答のステータスをもつ。質疑応答に際して、講師からの回答予定メッセージが出されたデータのステータスは回答予定になる。そのうち実際に回答された質問については講師から採用メッセージが発行され、ステータスは回答済みとなる。また、講師は質問に対し却下のメッセージも出せる。却下のメッセージが出された質問データのステータスは却下となり、授業で採用されないことが示される。

## 第5章 実装

本章では、本研究で構築したシステムの実装について述べる。

### 5.1 実装環境

本システムの実装は FreeBSD 4.7-STABLE 上で行った。http サーバとして Apache1.3.26、スクリプト言語として PHP Version 4.2.3、リレーショナルデータベースシステムとして PostgreSQL7.1.3 を用いた。

### 5.2 各コンポーネントの構成

本実装は 9 個のコンポーネントからなる。本実装における各コンポーネントの構成を図 5.1 に示す。質問サーバの中核部分である質問エントリ部、質問管理部、質問インデックス部は Apache を外部とのインターフェースとして利用する php スクリプトからなる。また、質問サーバでは PostgreSQL を用いて授業の種類、質問データ、受講者情報を管理している。

質問エントリ部、質問管理部、質問インデックス部はそれぞれ受講者による質問の入力、講師による質問の処理、質問データの保持を受け持っている。受講者側のホスト(質問クライアント)、講師側のホスト(質問コントローラ)、受講者・講師・TA のホスト(質問ビューア)はそれぞれ Web ブラウザを用いて質問エントリ部、質問管理部、質問インデックス部にアクセスする。

### 5.3 本システム内部のデータベースの構成

表 5.1 に本システムのテーブルの一覧を示す。本システムのテーブルは授業情報を管理する `lecuredb`、質問情報を管理する `question`、受講者情

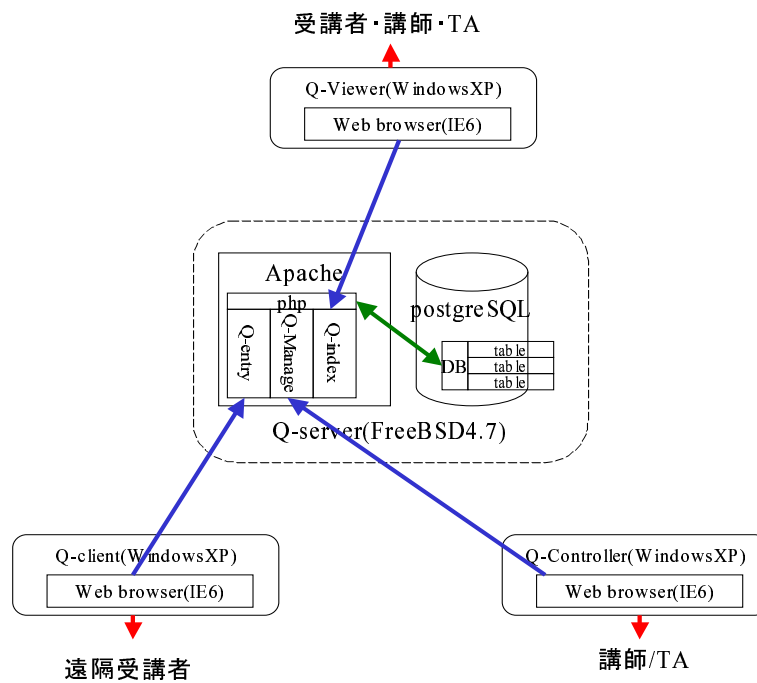


図 5.1: 本実装における各コンポーネントの構成

報を管理する userdb、質問の ID を管理する qserial からなる。各データベースのスキーマをそれぞれ表 5.2、5.3、5.4、5.5 に示す。

表 5.1: 本システムのテーブル一覧

Name	Type	Owner
lecturedb	table	pgsql
qserial	sequence	pgsql
question	table	pgsql
userdb	table	pgsql

表 5.2: 授業情報データベースのスキーマ

Attribute	Type	Modifier
lectureid	integer	
lecturename	character varying(128)	

表 5.3: 質問情報データベースのスキーマ

Attribute	Type	Modifier
lectureid	integer	not null
questionid	integer	not null
userid	character varying(64)	not null
date	timestamp with time zone	
priority	integer	
status	integer	
content	character varying(1024)	

表 5.4: 受講者情報データベースのスキーマ

Attribute	Type	Modifier
userid	character varying(64)	not null
passwd	character varying(64)	not null
name	character varying(128)	

表 5.5: 質問 ID のスキーマ

Attribute	Type
sequence name	name
last value	integer
increment by	integer
max value	integer
min value	integer
log cnt	integer
is cycled	"char"
is called	"char"

## 5.4 本システムのユーザインターフェース

### 5.4.1 質問クライアント

質問クライアントのインターフェースを図 5.2 に示す。上部には後述する質問ビューアが表示されている。下部には質問入力のための質問クライアントが表示される。すべての受講者は、授業中に質問するとき、質問クライアントを通じて質問クエリを発行する。質問クエリを発行する際は、入力フィールドに質問内容と、質問者がどれだけ真剣に回答を求めているかを示す優先度を入力する。本実装では、優先度は五段階に分かれている。また、講師に対し回答を求めているが意見を出したい場合は、優先度を指定する際に、五段階の優先度とは別にコメントを質問クエリの属性として指定できる。

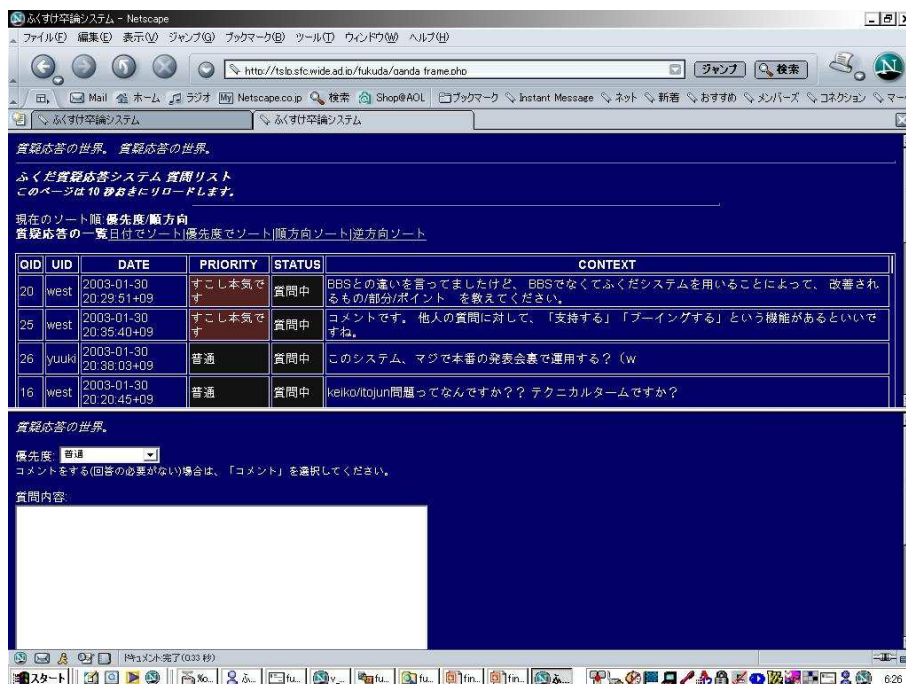


図 5.2: 質問クライアントのインターフェース

### 5.4.2 質問コントローラ

質問コントローラのインターフェースを図 5.3 に示す。コントローラには質問の一覧が表示されており、講師は実際の授業の進捗状況に合わせ、

各々の質問のステータスを変更するメッセージを出す。質問を採用する予定がある場合は質問採用コマンドを、採用した質問に対する回答が終わった場合は質問回答済みコマンドを、採用予定の質問に回答できない場合は採用中止コマンドを、回答する必要がない場合には却下コマンドをそれぞれ発行する。質問一覧は時刻順、優先度順、質問 ID 順にソートすることができ、これによって講師が質問状況を素早く把握することを可能にする。回答済みの質問は自動的に下の方にソートされるようになっており、講師は未回答の質問を優先的に見ていくことができる。また、質問一覧は自動的にリロードすることで更新されるが、更新間隔が短い場合は質問をじっくり検討しながら採否を決めることが難しい。そのため、300秒と10秒の更新間隔のうちいずれかを選択できるようになっている。



図 5.3: 質問コントローラのインターフェース

### 5.4.3 質問ビューア

質問ビューアのインターフェースを図 5.4 に示す。講師以外の参加者は、質問ビューアを通じて出された質問の状況を把握する。質問一覧は時刻順、優先度順、質問 ID 順にソートすることができ、これによって質問状



況の把握が容易になる。回答済みの質問は自動的に下の方にソートされるようになっており、参加者は未回答の質問を優先的に見ていくことができる。また、質問ビューアでは常に最新の質問状況を表示するため、質問一覧の更新間隔は 10 秒に固定されている。



図 5.4: 質問ビューアのインターフェース

## 第6章 評価

本章では、本論文で構築したシステムと、遠隔授業に用いられる既存のグループコミュニケーション手段との間の定性的評価について述べる。また、システムの動作実験の結果について述べる。

### 6.1 既存のグループコミュニケーション手段との定性的評価

本システムとの比較の対象となる既存のグループコミュニケーション手段として、以下の3つを挙げる。

1. 多人数チャット (IRC)
2. 電子掲示板 (BBS)
3. 電子メール

第3章で述べた内容に基づき、上記の手段と本システムとの間の比較を行ったものを表 6.1 にまとめる。

以下の表で、○はその条件を十分満たしていることを示す。△はその条件に沿ってはいるものの、不十分であることを示す。×はその条件を全く満たしていないことを示す。

既存のグループコミュニケーション手段は、いずれも上述の要件をすべて満たすものではないため、リアルタイム遠隔授業において参加者相互の Awareness を促進するには不十分である。

IRC は非同期的なグループコミュニケーションには向かず、複数の参加者による発言が錯綜しやすく、また個々の参加者間の発言の優先順位を明示できない。さらに議論を整理し、授業を進める上で進行役に依存する部分が大きい。

電子掲示板は、実時間的なグループコミュニケーション手段として用いる

には授業運営上の工夫が必要である。また、質問者にとっての質問の重要度が明示されていないため、質問者のニーズを反映した授業運営は難しい。

電子メールはリアルタイムのグループコミュニケーションにおける質問状況の相互把握には向かない。また、質問者からみた質問の重要性が明示されないため、複数の質問の間の優先順位の把握を支援するようにはなっていない。

表 6.1: 各種グループコミュニケーション手段の定性的評価

	IRC	掲示板	電子メール	本システム
実時間性	○	△	△	○
非同期性	×	○	○	○
質問状況の相互把握	○	○	△	○
発言内容の識別性	△	○	○	○
議論の整理しやすさ	×	○	×	○
質問の強調の明示	×	×	×	○
進行役への依存度の低さ	×	○	○	○

本システムでは、質問クライアントや質問コントローラを通じて質問情報データベースの内容を更新するが、その最新の状況はほぼリアルタイムに質問ビューアを通じて参加者間で共有される。従って、本システムは実時間性という要件を満たしている。

本システムの質問情報データベースでは、データベースに蓄積された授業時間内に寄せられた質問に関する情報を随時参照し、利用できる。よって、本システムは非同期性という要件を満たしている。

本システムでは質問の受付と、講師による質問の処理を一つのシステムで一元的に扱っており、質問の内容と質問の処理過程を全ての参加者が把握できる。ゆえに、本システムは質問状況の相互把握に適している。

本システムでは受講者による発言内容を文や文節単位ではなくメッセージ単位で処理しており、各メッセージごとにどの受講者による質問なのかを明示される。従って本システムでは発言内容の識別が容易である。

本システムでは、質問者の示した質問の重要度や、質問の処理状況を反映した形で質問情報の一覧を参照できるインターフェースを提供しており、質問全体の趨勢を短時間で把握することを支援できる。よって本システムは議論の整理しやすさという要件も満たす。

本システムの質問クライアントでは、受講者がその質問に対する答えをどれだけ真剣に知りたがっているかを質問クエリにおける要求優先度とし

て明示的に指定できる。従って、受講者は講師に対し、質問内容だけでなく、どの程度真剣に質問しているかという意味をも示せる。従って、本システムは質問の強調の明示という条件を満たす。

本システムでは、通常の受講者と遠隔受講者を含めたすべての受講者が講師に対し直接質問を行える。また、講師も本システムを利用することで、すべての質問に関する情報を一元的に把握し、質問の採否を決定できる。従って、本システムを用いたリアルタイム遠隔授業では従来のリアルタイム遠隔授業とは異なり、授業運営において進行役に依存する必要はない。よって、本システムは進行役への依存度が低いコミュニケーション手段であるといえる。

本システムでは、既存のグループコミュニケーション手段のような問題は存在しない。本システムは実時間的なグループコミュニケーションにも、非同期的なグループコミュニケーションにも対応できる。また、参加者の間での質問状況の相互把握も容易であり、個々の発言内容も識別しやすい。質問状況の全体的な傾向や個々の質問の優先順位の把握も容易である。本システムでは質問者にとっての質問の重要度が明示されており、講師は受講者のニーズをよりよく把握した上で授業運営を行える。議論をまとめ、質疑応答を行うにあたって進行役に依存しないことも本システムの特徴である。従って、本システムはリアルタイム遠隔授業における参加者相互の Awareness を促進するのに有効であり、その点で既存手段に対する優位性を持っている。

## 6.2 システムの動作実験

実際のリアルタイム遠隔授業を模した状況で本システムの動作実験を行った。本システムが設計通りに動作し、第5章1節に述べた要件を満たすことを確認した。また、実験の参加者からは本システムの機能や授業での運用方法に関する意見が得られた。

## 第7章 まとめと今後の課題

### 7.1 まとめ

本研究では、ネットワーク上の非対称コミュニケーションの事例としてリアルタイム遠隔授業に着目し、現在の一般的なリアルタイム遠隔授業における情報の流れを分析した。現在のリアルタイム遠隔授業では参加者相互の Awareness が欠如していること、そのために授業運営において進行役に依存せざるをえないことを述べた。また、その二点が特に質疑応答の局面で大きな問題となっていることを述べた。

リアルタイム遠隔授業で用いられている既存のグループコミュニケーション手段について定性的な比較を行い、既存の手段は参加者相互の Awareness を十分に支援できないことを述べた。

授業における質問の受付を本システムに一元化することで、通常の受講者と遠隔受講者間の発言機会の格差を是正すると同時に、すべての参加者間で質疑に関する最新の情報を共有できるようにすることが本研究の目的である。

上述の目的を達成するため、本論文では、リアルタイム遠隔授業における質疑応答において参加者間で質問に関する情報を共有し、相互の Awareness を促進するシステムを設計し、実装した。具体的には参加者によってリアルタイムに更新され、かつ最新の情報が共有される質問情報データベースを構築した。

最後に、既存のネットワーク上のグループコミュニケーション手段と比較した定性的な評価を行い、既存の手法よりも参加者相互の Awareness を促進できることを述べた。

本論文で提案したシステムを用いることで、リアルタイム遠隔授業における参加者相互の Awareness の支援を通じて質疑のプロセスを改善することができる。本システムによって質疑応答局面で受講者が質問を発する機会を均等にし、全参加者間で質問情報を共有できる。また、質疑の局面

において講師が直接参加者からの質問状況を把握し、授業運営を行うことが可能になる。これによって講師が直接受講者の動向を把握し、授業運営と授業品質に責任をもつという本来の授業のあり方を実現できる。

## 7.2 今後の課題

実際に本システムを用いてリアルタイム遠隔授業を模した環境で動作実験を行った。動作実験では本システムが設計通りに動作し、システム設計上の要件を満たすことを確認できた。

動作実験では、本システムに関して実験参加者からいくつかのコメントが寄せられた。「回答する前にくだらない質問をフィルタリングできるのはいい」、「IRCから質問を吸い上げるよりは見やすい。その点はとても評価できる」といった意見は、参加者相互のアウェアネスを向上させ、授業の質を向上させるのに本システムが有効であることを示している。

一方、質疑プロセスの改善にかかわる重要な課題も指摘された。「どの時点をもって回答済みとすればよいのかわからない。教室にいる受講者となら直接会話をし、納得した時点で終了させればいいが、遠隔受講者が納得したということが現状のシステムでは確認できない」という意見である。実際の授業における質疑のプロセスは、受講者による質問の提示と教師による質問の採用だけでなく、質問が採用された後に講師と受講者の間で双方向のインタラクションが行われ、双方が納得することで完結する。本システムは受講者による質問の提示と講師による採用のプロセスにおけるアウェアネスを支援するものであるが、質問採用後のインタラクション、特に遠隔受講者と講師の間のインタラクションを支援するものではない。今後リアルタイム遠隔授業における質疑プロセスを改善していく際には、この点に留意する必要がある。

## 第8章 謝辞

本研究を進めるにあたり、ご指導を頂きました慶應義塾大学環境情報学部教授の村井純博士、徳田英幸博士、同学部助教授の楠本博之博士、中村修博士、同大学環境情報学部専任講師の南政樹氏に感謝致します。

常に粘り強く叱咤激励し、指導して下さいました慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科後期博士課程の西田視磨氏、慶應義塾大学大学院理工学研究科後期博士課程の江木啓訓氏、慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科修士課程の西村祐貴氏の三氏に心より深く感謝いたします。お三方の熱心な指導なくしてこの卒論の完成はありえませんでした。

研究グループ SOI の皆様、特に慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科助教授の大川恵子氏からは、リアルタイム遠隔授業における問題点と解決策の分析に関して多大な示唆を頂きました。また、慶應義塾大学大学院政策・メディア研究科後期博士課程の斉藤賢爾氏からは、リアルタイム遠隔授業における進行役としての豊富な経験に基づく貴重な助言を頂きました。研究グループ neco の皆様には、本システムの動作実験にご協力いただきました。ここに記して感謝いたします。

国際大学 Center for Global Communications の石橋啓一郎氏には、学部生時代を通じて多大なご指導・ご支援を頂きました。また、研究グループ SOI の OB である阪口顕、研究グループ neco の OB である宮澤亮の両氏は公私にわたりよき相談相手となって下さいました。衷心より感謝いたします。

村井研究会 rg99 の諸氏にも感謝いたします。入野仁志、久松慎一の両氏は、卒論執筆期間中のよき話し相手となってくれました。学部時代を通じて苦楽を共にし、卒論執筆期間中も一緒に△で寝泊まりした仲山昌宏氏には最大級の感謝を捧げます。同志たる同氏の存在なくして、この卒論を書き上げる気力は沸きませんでした。

IRC の某チャンネルを通じ、揶揄しつつも生暖かく見守って下さった安

藤弦彦、岩崎弾、小浦大将、三谷洋司の各氏に感謝いたします。

村井研究会の後輩諸氏にも感謝いたします。特に環境情報学部の工藤紀篤氏には、公私にわたり大いにお世話になりました。

卒論執筆期間を通じ、その作品を通じて慰めを与えてくださった高屋奈月、竹本泉の両氏にも感謝いたします。

Thanks for all of your patience.



## 参考文献

- [1] DVTS コンソーシアム: <http://www.dvts.jp/>
- [2] 吉田新一郎「会議の技法—チームワークがひらく発想の新次元」, 中公新書, 2000年
- [3] WIDE University, School of Internet: <http://www soi.wide.ad.jp/>