

Title	リアルタイム型遠隔講義におけるインタラクションの満足度評価に関する研究
Author(s)	田島, 与寛
Citation	
Issue Date	2006-03
Type	Thesis or Dissertation
Text version	author
URL	http://hdl.handle.net/10119/1970
Rights	
Description	Supervisor:落水 浩一郎, 情報科学研究科, 修士

修 士 論 文

リアルタイム型遠隔講義における
インタラクションの満足度評価に関する研究

北陸先端科学技術大学院大学
情報科学研究科情報システム学専攻

田島 与寛

2006 年 3 月

修 士 論 文

リアルタイム型遠隔講義における インタラクションの満足度評価に関する研究

指導教官 落水 浩一郎 教授

審査委員主査 落水 浩一郎 教授

審査委員 片山 卓也 教授

審査委員 鈴木 正人 助教授

北陸先端科学技術大学院大学
情報科学研究科情報システム学専攻

410076 田島 与寛

提出年月: 2006 年 2 月

概 要

遠隔地の教授者と学習者がリアルタイムに講義を行う遠隔講義は、システムによって地理的制約は解消される反面、講義室間のやりとり(インタラクション)が制限される特徴がある。このようなリアルタイム型遠隔講義には様々な構成要素¹があるため、構成要素が限定された蓄積型遠隔講義とは異なり、インタラクションが講義の満足度にどのような影響を与えるかを評価することは非常に困難である。本研究では、リアルタイム型講義形式の参加者²によるインタラクションの満足度評価を目的に、講義環境におけるインタラクションのモデルを構築した。このモデルをもとに、猪俣、藤林によって提案された学習者満足度のAHP(階層化意思決定法)を利用した評価法を用いて、インタラクションの満足度を評価する方法を提案する。質問紙調査を用いた予備調査をもとに、AHPの評価基準を決定し、リアルタイム型講義形式と教室講義を参加者の主観的判断で比較評価を行うことで、講義の満足度にどのような影響を与えるかについて、また、その改良点を抽出する。

¹構成要素：講義手法、講義室数、参加者の人数・種類など

²参加者：学習者、教授者、TA

目次

第1章	はじめに	1
1.1	背景	1
1.2	目的	2
1.3	本論文の構成	3
第2章	従来の評価法	4
2.1	遠隔教育の主な評価法	4
2.1.1	Kirkpatrick の4段階評価	4
2.2	先行研究における満足度評価法	6
2.2.1	評価パラメータの抽出:質問紙調査と主因子分析	7
2.2.2	評価パラメータの重要度測定:一対比較法と AHP	7
2.2.3	先行研究の評価プロセス	9
2.2.4	先行研究での知見	15
第3章	遠隔講義のインタラクションモデル	16
3.1	インタラクションの方向性	16
3.2	蓄積型自習形式のインタラクションモデル	17
3.3	リアルタイム型講義形式のインタラクションモデル	19
3.4	本学で行われている遠隔講義の対応関係	20
3.4.1	情報科学研究科の講義収録	21
3.4.2	JJREX	22
3.4.3	北陸地区国立大学連合双方向遠隔授業システム	26
3.4.4	組み込み大学院	28
3.5	インタラクションモデルに基づく質問紙項目の設計	28
第4章	評価法のリアルタイム型遠隔講義評価への拡張	31
4.1	評価法の拡張方法	31
4.2	設計した質問紙項目	33
第5章	本評価法の適用例	35
5.1	組み込み大学院	35

5.1.1	概要	35
5.1.2	AHP 階層図の設計	39
5.1.3	重要な評価基準の抽出の失敗	42
第 6 章	おわりに	43
6.1	まとめ	43
6.2	今後の課題	43

目 次

2.1	AHP 階層図	9
2.2	評価プロセスの全体像	10
2.3	藤林による AHP 階層図テンプレート	13
3.1	蓄積型自習形式のインタラクションモデル (例)	18
3.2	リアルタイム型講義形式のインタラクションモデル (例)	20
3.3	情報科学研究科の講義収録	21
3.4	JJREX I638 新音楽再生電気音響理論 (例)	22
3.5	JJREX I624 Model-Checking of Software Design(例)	24
3.6	K412 知識社会論	26
3.7	I242 オブジェクト指向開発技術と組み込みシステム	28
5.1	講義の様子 (JAIST 受講側)	36
5.2	講義に用いた画面 (JAIST 受講側)	36
5.3	インタラクションモデル	38
5.4	スクリーンプロット	39
5.5	主因子分析の結果	40
5.6	第 1 因子の主因子分析の結果	41
5.7	設計された AHP 階層図	42

表 目 次

2.1	特性表	14
3.1	情報科学研究科の講義収録	22
3.2	「I638 新音楽再生電気音響理論」	23
3.3	「I624 Model-Checking of Software Design」	25
3.4	「K412 知識社会論」	27
3.5	「I242 オブジェクト指向開発技術と組み込みシステム」	29

第1章 はじめに

1.1 背景

近年、ネットワーク技術の発達や情報メディアの技術革新、それに伴うインターネットの普及により、遠隔講義に関する研究が盛んに行われている。特に日本の大学では、集合教育の補完手段として活用するのが主流となっている [1]。具体的には、東京大学大学院情報学環・学際情報学府とメディア教育開発センターが共同して開発と運営を進めた iii online や、信州大学で行われているインターネット大学院がある [2, 3]。iii online は、大学における教育、学習活動の問題点等を、e ラーニングの実施を通じて明らかにし、その問題点に対する解決策と、大学と学習者の新しい相互作用のあり方を模索することを目指したものである。また、信州大学のインターネット大学院では、日々の通学が困難な社会人に対して、補完手段としてだけでなく、教育の場を提供するための手段として、様々な講義が Web 上にて提供されている。本学情報科学研究科においても、大学院の講義を遠隔地でもリアルタイムに受講できる JJREX や SOI-ASIA の連携講義や収録した教室講義を VOD(Video On Demand) または WBT (Web Based Training) コンテンツとして学内配信する取組が進められている [4]。このようなネットワークを利用した遠隔講義は、次の2形式に大きく分けられる [5]。

- ・蓄積型自習形式：
事前に収録・蓄積された講義を学習者が任意の場所や時間で受講する形式
- ・リアルタイム型講義形式：
遠隔地にいる教授者と学習者がリアルタイムに講義を行う形式

これらの講義環境は地理的または時間的な制約を軽減し、学習者の受講機会を増やすという点で大きなメリットがある。一方、実際に教室で実施される通常講義とは異なり、学習環境として提供されるツールやコミュニケーションの方法は、映像や音声などのシステムに依存したメディアで実現される。このため、教授者や学習者同士が講義室間で行うやりとり (インタラクション) は、システムによって制限されることになり、通常講義では起こらなかったインタラクションの難しさや学習者の疎外感が問題となっている [6]。このような問題を発見し、解決するためには、講義終了後の評価活動が必要不可欠である。また、リアルタイム型講義形式では、教授者が行う講義手法¹や講義室数、参加者の人数・

¹講義、演習、実習、ディスカッションなどの講義手法の種類

種類²などといった講義環境を構成する要素が多数存在する．これらの構成要素の組み合わせによる，リアルタイム型講義形式の実情は様々で，その講義環境に適した評価を行うことは非常に難しくなるという問題がある．

こうした問題を解決し，より良い遠隔講義環境を構築するためには，それぞれの講義環境に対応し，システムとしての機能性や操作性だけでなく，学習者の満足度や達成度を総合的に評価できる評価法が必要となるが，満足度を測定するための評価項目や調査方法はまだ未開発である [7]．また，遠隔講義を行う際に，システムの乱れが講義内容の満足度に影響を与えることが示されている [28]．落水研究室では，これまで蓄積型自習形式の遠隔講義環境に関する学習者の満足度評価法を提案してきた [9, 10]．そこで本研究では，リアルタイム型講義形式の遠隔講義環境をその評価の対象とし，システムが実現するインタラクションの学習者への影響を満足度の観点から評価することを目的とする．リアルタイム型講義形式の遠隔講義環境を評価するためには，既に提案されている蓄積型自習形式の遠隔講義環境の評価方法をそのまま適用することが難しい．これは，蓄積型自習形式とリアルタイム型講義形式の遠隔講義環境の間に，インタラクションの重要度という大きな違いが存在するためである．蓄積型自習形式の遠隔講義環境におけるインタラクションは，電子掲示板 (BBS) や e-mail 等の非同期なコミュニケーションに限定される．しかしながら，リアルタイム型講義形式の遠隔講義環境においては，教授者と学習者が同時に講義に参加しているため，学習者の理解状況の把握や質問・回答などを行うためのリアルタイムコミュニケーションの影響が大きく，より通常の講義に近い環境が実現できる．特に，大学院大学である本学は教育レベルが高度であるとともに，実践的教育を目指す立場から，特にディスカッション，実習等を重視しており，遠隔講義を実施する上でも，リアルタイムかつ双方向のコミュニケーションが要求されている [8]．これらのことから，リアルタイム型講義形式の遠隔講義環境を評価するにあたっては，インタラクションに着目した評価が必要不可欠であるといえる．

1.2 目的

本研究の目的は，従来行われてきた蓄積型自習形式の遠隔講義評価手法を拡張した，リアルタイム型講義形式において，学習者のシステムが実現するインタラクションに対する満足度評価法を提案することにある．本研究では，蓄積型自習形式の遠隔講義を対象にした AHP による満足度評価システムをリアルタイム型講義形式におけるインタラクションに注目して拡張する．猪俣は，「満足度評価を行う上で急速な変化をとげつつある新しい学習環境に適切に応じた評価を可能とする電子教材の評価を体系化することは，重要な課題といえる」と述べ，質問紙調査を予備実験として使うことを提案した [9]．これは，質問紙調査が学習者の主観的情報であるため，共通の判断基準を推定する必要があり，統計的に処理を行うアプローチが必要となったからである．また，藤林によれば，AHP 階層図における評価基準間の依存度が高い場合には構造木を変化させなければならないこと

²学習者，教授者，TA

が指摘されている [10]. つまり, 講義におけるインタラクションに関する重要性が高まると, AHP 階層図もまったく異なるものとなることが予想される. さらに, リアルタイム型講義形式では様々な構成要素 (講義手法, 講義室数, 参加者の人数・種類など) から講義環境が構成されているため, 構成要素の組み合わせによって講義ごとに予備調査の質問紙項目が変化する. 例えば, 教授者側と学習者側に TA が存在するか否かで, 各講義室, あるいは, 講義室間のインタラクションの対象や内容が異なるものとなる. 本研究では, リアルタイム型講義形式の講義環境における講義中のインタラクションのモデルを構築することで, 講義環境に応じた質問紙項目を生成することを可能にする.

1.3 本論文の構成

本論文の構成は, 以下の通りである.

- 第2章では, 関連研究や先行研究で行われてきた電子教材評価法について述べる.
- 第3章では, 本研究で構築したリアルタイム型講義形式におけるインタラクションモデルについて述べ, 実際に本学で行われている遠隔講義との対応関係について述べる.
- 第4章では, 従来の電子教材評価法からの拡張について述べる.
- 第5章では, 適用事例を元に得た知見について述べる.
- 第6章では, 本研究のまとめと今後の課題について述べる.

第2章 従来の評価法

2.1 遠隔教育の主な評価法

2.1.1 Kirkpatrick の4段階評価

猪俣は、蓄積型自習形式である電子教材に対し、利用した学習者の「反応」から判断される評価パラメータの重要度を定量的に測定し、重要な評価パラメータの選定を可能にすることを主眼においた評価法を提案した [9]。その中で、インストラクショナルデザインのもととなる Kirkpatrick の4段階評価に触れている。この評価は以下の4つのレベル(評価要素)からなる。

- Level.1 反応 [Reaction]
- Level.2 学習 [Learning]
- Level.3 行動 [Behavior]
- Level.4 業績 [Results]

一般に、評価対象である遠隔教育システムの評価する目的や内容によって、評価法が決定される。

以下、各レベルについて具体例とともに述べる [12]。

- Level.1 反応 [Reaction]

Kirkpatrick は反応を「教育を受けるものが、特定のプログラムに対して持つ好意」と定義した。つまり、学習者のプログラム受講直後の講義の評判から満足度を測り、評価の低い要素を改善するための評価である。また、Kirkpatrick は学習者のみならず、教育を観察する立場の人の意見も取り入れ、比較することで、プログラムの効果性がもっとも適正に示されると提案している。具体例を以下に示す。

ー 満足度による評価

測定方法としては、質問紙調査や面接法が用いられることが多い。

質問紙調査(アンケート調査)は、専門家や教師、教育・研修担当等によって作成された種々の質問紙を用い、調査対象者がその設問に対して回答を選択、または記述することで情報を得る方法である。そのため、回答には正解・誤答

がないので、学習者の自己評価や満足度測定などによく用いられる。

面接法(ヒアリング)は、詳しくは、Level.3の行動の測定法で述べるが、口頭による簡単な受講アンケートとして用いられることがある。

- Level.2 学習 [Learning]

Kirkpatrick は、好意的反応は必ずしも学習されたことを保証しないと認めている。したがって、実際に行われた学習の量を測定すること、つまり、教育カリキュラムの学習目標に対する理解度を測定することが重要になる。このレベルには、「学習者がどのような原則、事実、および技法を理解し、吸収したか」を測定して認識することが含まれている。ただし、重要なことは、学習目標で掲げたことができるか否かを確認することである。具体的には、学習到達度による評価と学習履歴による評価がある。

- － 学習到達度による評価

測定方法としては、筆記試験や口頭試問などのテスト法が主に用いられている。テスト法は、評価を行う時期によって、「事前的評価」、「形成的評価」、「総括的評価」の3つにわけられる [11]。「事前的評価」は、学習を始める前に行われ、評価結果を踏まえて教材や教育の実施方法などを選択することなどに用いられる。「形成的評価」は、学習途中に行われ、学習項目の提示を行った後にその反応を測定し、その結果に応じて次の学習項目の提示を行う目的で用いられることが多い。「総括的評価」は、学習が終了した後に行われ、それまでの学習の成果を総括的に評価するものである [7]。

- － 学習履歴による評価

遠隔教育システムを利用した単独学習、特に蓄積型自習形式では、学習者の好きな時間・好きな場所で受講が可能である。そのため、必要な箇所のみを学習したり、学習するために必要な移動時間などを短縮したり出来る反面、繰り返し学習したり、つまづいたところから先に進めなくなったりして、時間が長くなるなど、学習者ごとに学習履歴は異なってくる。従って、学習履歴を管理し、時間や回数、学習箇所の把握をプロトコル解析やログ解析などを用いて測定することにより、学習過程を中心に評価するアプローチであると言える。

- Level.3 行動 [Behavior]

教育の結果として得られる学習者の行動変容を評価するレベルである。Kirkpatrick は、実地での行動によってプログラムを評価することは、「反応」や「学習」と比べ、困難であることは認めている。行動変容の評価は、教育前後の系統的な評価、学習者の周囲から多面的な人による評価、教育前後の成績を統計解析後に教育と関連付けることなどの指針を実行するのは確かに難しい評価法である。さらに、教育で学んだことが職場で活かせなかった場合は、教育カリキュラムの品質、教育を必要とするものがないタイミングで教育を受けたのか、という教育管理のしくみも反省の範囲に入る、測定方法としては、面接法が用いられることがある。

- － 面接法(ヒアリング)による評価

面接法は、教育・研修によって身につけた知識が本人の行動をどのように変容させたかを把握する目的で主に使われる。教育・研修の前後に本人、および周囲の人に対して、教育・研修受講後に本人の行動がどのように変容したか等を尋ねる場合がある。

- Level.4 業績 [Results]

このレベルでは、成果に重点が置かれる。学習者が教育を通して身につけた知識、技能、態度を実際の中で利用することで、上がった成果を評価する。成果例としては、

- － クレームの減少
- － 作業時間の短縮
- － 生産の質および量の上昇
- － モラルの向上

などが挙げられる。企業内教育においては、教育の投資対効果 (ROI:Return Of Investment) を測ることで、教育を「製品」として評価しつつある。

2.2 先行研究における満足度評価法

遠隔教育システムを用いた講義において、繰り返し学習が可能な蓄積型自習形式では教材の優劣が学習者の満足度に大きな影響を与える。一方、同時に多地点で受講が可能なリアルタイム型講義形式ではシステムによって制約されるインタラクションを含む教授内容の優劣が学習者の満足度に大きな影響を与えられと考えられる。この影響を測るために本研究では満足度評価を行う。満足度評価は、評価者の目的に応じて学習システムの機能的な利点や欠点を定量的に把握することが可能である。このため、質問に対する質的要素としては、提示された問題に対して「わかりやすい」「良い」「使いやすい」「役に立った」といったような反応に基づく満足度を獲得することは有用である。また、このような質的要素を取り上げるにより、教室講義で行われている評価者があらかじめ設定した講義アンケートでは抽出が難しい、初めて遠隔講義を利用し、体感した学習者の意見を直接把握することが可能となる。

先行研究において、猪俣、藤林、本勢らは蓄積型自習形式のWBT(Web Based Training)とよばれる電子教材を受講した学習者に対する、満足度評価を提案した [9, 10, 13]。一般に、学習者は質問紙調査における電子教材の機能面や内容面に関する判断基準から、電子教材の主観的・直感的な評価を行うことができる。しかし、電子教材の評価は、学習環境として学習者のために設置されている道具(ツール)や教授者とのコミュニケーションの方法の違いなど、教室講義のものとは異なるため、同一の判断基準を利用することはできない。それらの背景にある複数の学習者が持つ共通の判断基準(評価パラメータ)を推定

する必要があるため、学習者の回答を統計的に処理する以下のアプローチによって、解決を目指した。

1. 評価パラメータの抽出:質問紙調査と主因子分析
2. 評価パラメータの重要度測定:一対比較法と AHP

このプロセスについては、以下、詳しく述べる。

2.2.1 評価パラメータの抽出:質問紙調査と主因子分析

質問紙調査の結果を元に主因子分析し、前述した「反応」を測るための評価基準を求める。質問紙調査によって、学習者の主観的・直感的な評価を行うことはできるが、評価者が無作為に多数の判断基準を提示して比較させることは、評価結果を曖昧にさせてしまうことも考えられる。従って、質問紙項目の設計は十分な検討が必要である。

次に、質問紙調査の結果から複数の受講者が持つ共通の判断基準を推定するため、統計処理の手法である主因子分析を用いる。主因子分析を利用し、学習者の回答データから相関の強いものをグルーピングし、データが示す値を明確にする。つまり、獲得したデータ中に潜む要因を主因子分析により抽出することで、複数の学習者の判断基準を測定する方法をとる。ただし、質問紙調査における評価のみでは、質的な局面に注目したデータが、量的に得られたデータによって影響を受けてしまうこともあり、質的评价と量的評価のバランスが取れない。例えば、全体の評価としては重要性の低い要素に対して、量的には多いデータが確保された場合に、結論として全体的な重要度として高くないものが出力されてしまうという問題が残る。

2.2.2 評価パラメータの重要度測定:一対比較法と AHP

学習者の「反応」から判断される評価パラメータの重要度を定量的に測定し、重要な評価パラメータの選定を行う。実践する手法として、主観評価法の嗜好型評価法の1つである一対比較法を用いる。一対比較法は、問題点やアイディアの相対評価に適しており、また、評価に当たって、集団討議、または個々人の評価等を総計する時に効果的な手法である。被験者は、複数個ある項目から2つずつ取り出し、2評価を行い、全ての組み合わせについて評価を繰り返すことにより、対象物間の関係性と順位を見ることができるとある。従って、双方の項目からいずれかの比較した結果を与えるのみで、全項目の選好度の順を決定する必要がないという利点がある。一般的に、明確な尺度を持たない要素間の要素間の比率を、被験者が厳密に答えることは不可能である。一対比較法では、被験者は比較を行う場合に具体的な値ではなく、言葉で表現すればよい。一対比較値を獲得するために、「非常に重要である」、「かなり重要である」、「重要である」、「やや重要である」、「同じくらい重要である」といった言葉によるファジイな表現を用いることによって、主観的な分析を可能にしており、被験者の負担を減らす効果もある。

一対比較法により、判断基準の重要度を定量的に測定することを体系的に実施する手法として、AHP (Analytic Hierarchy Process: 階層化意思決定法) を利用する。AHP は、複数の候補案の中から1つ選ぶという意思決定問題に対し、人間の主観的な価値判断を取り入れつつ、合理的な決定を下すための手法である [14]。1970 年代に米国ピッツバーグ大学 T.L.Saaty 教授によって提唱された手法で、問題の分析において、主観的判断とシステムアプローチを上手くミックスした問題解決型 (提案型) 意思決定手法の1つである。実際の適用事例として、「首都機能移転候補地選定」や「ペルー人質事件」などの国家規模の政策決定から、「人事評価」などの企業経営上の意思決定まで幅広く利用されてきた手法である。

AHP は、図 2.1 に示したように、意思決定問題の要素を、総合目的、評価基準、代替案の3段階にレベル分けを行い階層構造として表現する。解決したい問題 (Problem) や目的 (Goal) を総合目的に表した上で、その最終的な解決策の候補を代替案とする。これら代替案から1つを選択するための評価基準を明示することで、階層構造に配置する。重要度の測定は、まず、総合目的から各評価基準の重要度を求める。次に、各評価基準からみた各代替案の重要度を測る。最後に、これらを総合目的からみた代替案の評価に換算することで、最終的な決定を下すことが可能となる。

また、一対比較法を用いることから得られた一対比較値は、あくまで2項目間の価値の比較であり、全体として首尾一貫した整合性を持っているかがわからないという問題があった。そこで、AHP は回答の矛盾を検知する機能として、整合性の指標 (Consistency Index) を提供する。整合性の指標とは、被験者の答えの首尾一貫性に対する尺度で、あいまいさを測るためのものである。Saaty は、C.I. の値が0.1(場合によっては、0.15) 以下であれば合格とすることを経験則により提案している。以下に、AHP の特徴についてまとめる。

- 特徴

1. 評価基準がたくさんあり、しかも互いに共通の尺度がないような問題解決に使える
2. これまでの定量的分析では扱いきれない不明瞭な要因がからみ、構造も明確でないような問題の解決に使える
3. 首尾一貫性のないデータを扱うことができ、しかも首尾一貫性の度合いが同時にわかるので修正が容易である
4. システムアプローチと主観的判断を組み合わせることにより、これまでは組織的には取り上げにくかった勘や経験を活かした意思決定ができる
5. グループでの意思決定するとき、関係者間の意見を表示し取りまとめるためにも都合がよい

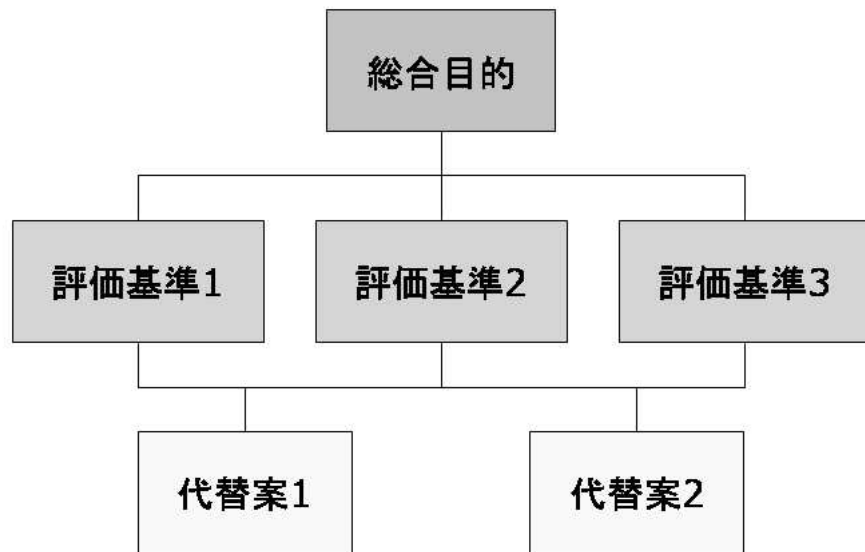


図 2.1: AHP 階層図

2.2.3 先行研究の評価プロセス

図 2.2 で示したように，この評価プロセスはそれぞれ役割を持つ4つのアクター (被験者，実験実施者，AHP 階層図設計者，分析者) により構成される．被験者は，実際に電子教材を用いて講義を受講し，質問紙調査・AHP アンケートに答え，評価を行う．実験実施者は，電子教材の提供，AHP アンケートの実施を行う．AHP 階層図設計者は，質問紙項目の設計，AHP 階層図の設計を行う．分析者は，質問紙調査により得たデータを分析し，因子を抽出，評価基準を選定する．さらに，AHP 階層図設計者によって設計された AHP 階層図を元に AHP 評価による分析を行う．

評価プロセスの全体像を図 2.2 に示す．図 2.2 は UML1.5 Active Diagram であり，各アクティビティのフローが示されている [17]．楕円は，アクティビティを表し，破線矢印はそのアクティビティのフローを表す．また，長方形はオブジェクトを表し，直線矢印はあるアクティビティから別のアクティビティへのオブジェクトパスを表す．

ステップ 1: 評価基準の抽出・AHP 階層図の設計

本ステップでは，学習者の「反応」から判断される評価パラメータを質問紙調査で調べる．さらに，主因子分析を用いて質問紙調査の結果を分析し，評価パラメータを抽出し，AHP 階層図の評価基準とする．これによって，AHP 階層図を設計する．

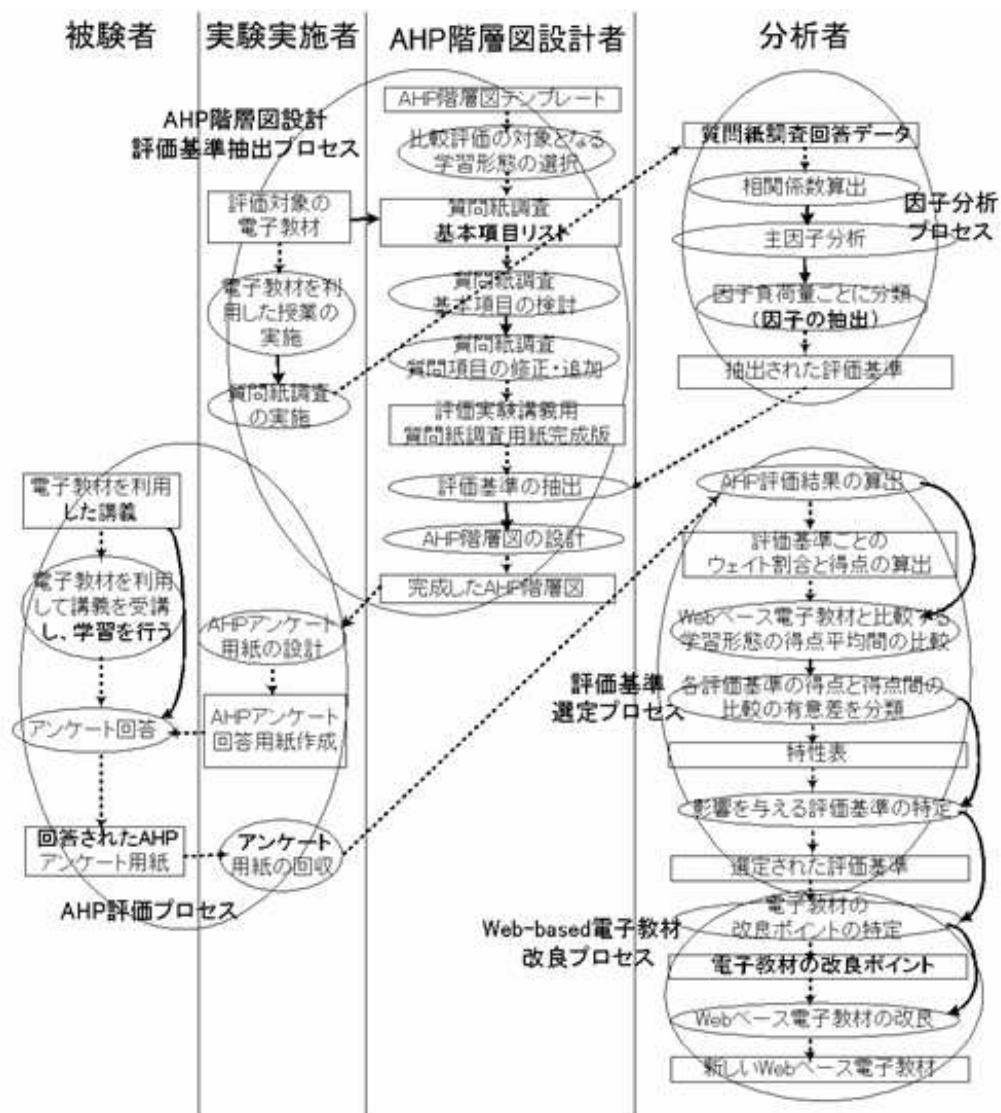


図 2.2: 評価プロセスの全体像

ここで用いる統計的多変量解析手法の1つである因子分析 (Factor Analysis) とは、ある1つの現象を一定の意図のもとに多種類の計測項目で観測した統計資料に基づき、現象の本質を構成する普遍的な因子に関して、探索や実証を行う手法である。そして、探索した因子には分析者自身が解釈し意味づけを行う [18, 19].

因子分析には、探索的因子分析と確認的因子分析法とがあり、利用する方向によって使い分ける。ある概念に従い、それを測定しうるだろうと考えられる項目を集め、データを収集し、そこにどのような因子が見られるかを探索する時には、探索的因子分析を行う。また、既存の尺度を用いてデータを収集し、そのデータが先行研究での因子構造と合致するか否かを検討する場合には、確認的因子分析を行う。明確な仮説がなく、因子を求める必要がある先行研究の手法では、探索的因子分析を行った [20, 21, 22, 23].

因子分析法のモデルとは、実際に観測されるデータをいくつかの変数の一次結合によって表すものである。質問項目の得点と因子負荷量、因子得点との関係を式で表すと以下の式 (2.1) ようになる。

$$(\text{質問項目の得点}) = (\text{質問項目の因子負荷量}) * (\text{因子得点}) + (\text{独自部分}) \quad (2.1)$$

例えば、「お菓子商品の人気」を因子の結合として表すと、次の式 (2.2) ように表すことができる。

$$(\text{お菓子商品の人気得点}) = (\text{ブランド得点}) + (\text{味得点}) + (\text{香り得点}) + (\text{外装得点}) + (\text{価格得点}) \quad (2.2)$$

式 (2.3) に因子分析モデルを代数的に示す。

$$Z_{ij} = a_{j1}f_{i1} + a_{j2}f_{i2} + \cdots + a_{jm}f_{im} + d_ju_{ij} \quad (2.3)$$

ここで、 Z_{ij} とは、被験者 i の項目 j に対する回答の標準得点である。 $a_{j1}, a_{j2}, \cdots, a_{jm}$ は「因子負荷量」と呼ばれ、 $f_{i1}, f_{i2}, \cdots, f_{im}$ は「因子得点」と呼ばれるものである。また、 d_j は「独自因子」と呼ばれるもので、因子負荷量では測りきれない部分を表す。

因子分析の手順は、質問紙調査の回答から質問項目ごとの相関係数を算出し、相関行列を作成する。次に、相関行列を固有値分解し、因子負荷を求め、因子スコアを推定する、という手順で行われる。分析の結果から、質問紙調査における質問項目がどれだけ因子分析によって抽出された因子に左右されているのか考察できる。

次に、質問項目間の関係を相関係数で示す。相関関係とは、2つの変数 X と Y の間に直線的な関係があるかどうかを見るためのものである。 -1 から 1 の間の値をとり、相関係数が $+1$ に近い場合、2変数には「正の相関がある」と言え、強い関係があると考えられる。 0 に近ければ、2変数に相関はなく、また -1 に近ければ「負の相関がある」と言え、2変数の関係は反対の性質をもつと考えられる。2変数 X, Y の変動関係の指標である X と Y の共分散 S_{XY} は、2変数 X, Y の偏差の積の平均値である。ここで、標本数を N 、2変数 X, Y の平均値を X_M, Y_M とすると、共分散 S_{XY} は、式 (2.4) である。

$$S_{XY} = \frac{1}{N} \sum_i (X_i - X_M)(Y_i - Y_M) \quad (2.4)$$

相関係数 r_{xy} の算出には、一般的に相関係数と呼ばれるピアソンの積率相関係数の式 (2.5) を利用する.

$$r_{xy} = \frac{S_{XY}}{[X \text{ の標準偏差}][Y \text{ の標準偏差}]} (-1 \leq r_{xy} \leq 1) \quad (2.5)$$

この式から算出された相関係数を質問項目ごとに並べて表したものが、相関行列となる. この相関行列 R は、正方行列であるので、正方行列 R は式 (2.6) のように固有値分解が可能である.

$$R = \sum_{i=1}^n \lambda_i x_i x_i^T \quad (2.6)$$

この時、 $\lambda = x_i x_i^T$ のように固有ベクトルを調整してやれば、固有ベクトルが、すなわち因子負荷ベクトルになる. さらに、因子抽出過程において、因子数の決定には判断基準がいくつか存在するが、本プロセスにおいては、一般的に用いられている以下の2つの基準により判断する.

1. Kaiser-Guttman 基準

固有値はその因子で全体のどのぐらいの割合を意味するかを表しており、これが1.0を越えていることは、質問紙調査1項目以上の影響直がその因子にあることを示す.

2. スクリー基準

固有値の大きい順にプロットした図 (スクリープロット) から、固有値の値が大きく落ち込む部分で決める. こうして得られた因子を因子負荷量をもとに分析者が解析、意味づけを行い命名する.

最後のステップとして、因子の特定作業を行う. 全観測データ中に潜む因子を特定するために、各々の因子に寄与された因子負荷量ごとに高い負荷を持つ変数をグループ化する作業を行う必要がある. ここで、因子負荷量とは、解析した結果算出された相関の強さのことをいい、変量と因子の間の相関関係に等しいから、この負荷量が大きいほど相関が強いことを意味している. 抽出した因子を因子負荷量から解釈しやすくするため、因子軸の回転という手法を用いる. 因子軸の回転には大きく分けると、直交回転と斜交回転があり、直交回転は因子間は無相関であることを仮定しており、また、斜交回転は因子間に相関を仮定したものである. 本評価プロセスでは、直交回転の代表的なものである Varimax 回転を行う. Varimax の基準として、因子負荷の平方の分散を用いる. Varimax 法では、全ての因子について、同時にこの分散を最大とさせる解を求めるのが特徴である. 分散を最大にするということは、特徴をより際立たせることに等しい. 以上のステップで、抽出した因子に分類された項目の傾向ごとに命名する.

次に、主因子分析により抽出し、命名した評価基準をもとに、AHP 階層図を設計する. 階層図を設計するにあたり、以下のような注意点がある.

1. 同一レベルに取り入れる要素は互いに独立性の高いもの
2. 一対比較の対象となる要素は7個まで、多くても9個以下

そこで藤林は、AHP 階層図の設計について、互いの評価基準が独立になるよう相関関係

を考慮した．これは，AHP 階層図における従属性の濃い要素 (評価基準) をまとめて1つの要素とし，他の要素と一対比較することにより実現する．図 2.3 は，考案された AHP 階層図のテンプレートである．AHP 階層図におけるレベル 2 には，学習者の「反応」に

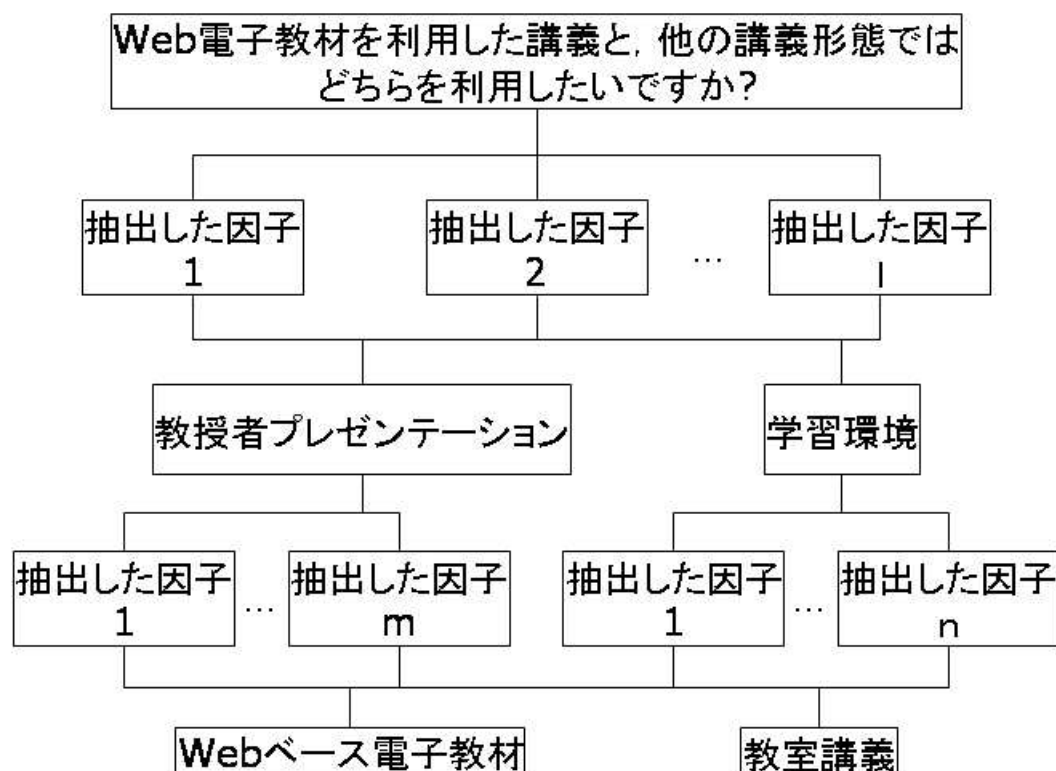


図 2.3: 藤林による AHP 階層図テンプレート

基づく評価基準を配置し，それらをレベル 3 で教授者のプレゼンテーションと学習環境に分類し，それぞれの「反応」に基づく機能性や操作性などの評価基準をレベル 4 に配置させる．

ステップ 2: 評価パラメータの重要度の定量的測定

ステップ 1 において設計された AHP 階層図に基づき AHP アンケートを作成し，受講者に回答してもらう．この回答データから，評価パラメータの重み付けと電子教材と比較となる講義形態の得点間の有意差から，評価パラメータの重要度を定量的に測定し，重要な評価基準の選定を行う．本評価プロセスの特徴は，AHP により選定される代替案の決定ではなく，AHP の分析過程により得られる評価基準ごとの得点結果をもとに重要なパラメータの判断を行うことにある．上階層では，最終目的に対し，学習者の「反応のもと

表 2.1: 特性表

	統計的に有意差あり	統計的に有意差なし
高い得点 (100 点/評価基準の項目数以上)	効果的な学習をする際に影響を与え、評価対象とする電子教材と比較する講義における重要なパラメータとみなす	効果的な学習をする際に影響を与えるパラメータとみなす
低い得点 (100 点/評価基準の項目数以下)	評価対象とする電子教材と比較する講義形態間の差を特徴付けるパラメータとみなす	評価対象とする電子教材に影響を与えるような重要なパラメータであるとはみなさない

づいた評価基準」のそれぞれに対して、各教材構成要素はどの程度寄与するのかを知ることが可能となる。

AHP アンケートの実施における注意点を以下に挙げる。

1. 一対比較値が確信できないとき、その値に関する感度分析を行う
2. 総合的重要度は選好度を表しており、この値の順に好ましい代替案となるが、この値の差の取り扱いには注意が必要である。場合によっては、重要度の低い要素を除いて、再び AHP アンケートを実施することも必要である
3. グループの意思決定に AHP を使うとき、一対比較値としてはグループのメンバーの値の幾何平均を用いる

評価基準に配分された得点は、AHP 階層図に示された評価基準の関係をもとに上層の得点が仮想の得点に加味されて算出される。さらに、複数の被験者ごとにその評価基準の得点が得られるので、全体としての得点平均間の有意差を判断するために分散分析 F 検定を実施する。分散分析 F 検定は、得点平均間の比較の有意差を判定することができ、評価基準ごとの差を特徴付ける有力な判定法である。分散分析 F 検定においては、それぞれ 2 群の分散を比として比較を行う。2 群 A, B の分散をそれぞれ S_1, S_2 とし、その比は以下の式 (2.7) で示される。

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2} \quad (2.7)$$

この比を F 値といい、この F 値を用いて 2 群の分散が等分散であるか否かを検定する。実証実験で得られる各群のデータはばらつきや誤差があると考えられ、そのまま 2 群の差が全体の差であるとはいえないからである。得点と分散分析 F 検定の結果から、評価基準を書くカテゴリに分類する。このカテゴリを表に示したものを、特性表と呼んだ。

表 2.1 に各カテゴリごとの評価基準の意味を示す。表に示す特性表において、得点が高く、統計的に有意差があるエリアの評価基準のうち、「評価対象の電子教材」が比較対象の「他の学習形態」よりも低いものを電子教材改良の重要な評価基準であるとし、教材改良

に有用な評価基準として選定される．これをもとに電子教材の改良を進めていく際には，AHP アンケートの回答と合わせて自由記述による回答からも，改良点の推察を行う．

2.2.4 先行研究での知見

先行研究では，前述したアプローチとプロセスで，電子教材に対する学習者満足度の評価を行っており，蓄積型自習形式において，この評価の有効性 09-Feb-2006 が示されている．また，本勢はこれらの評価に対する分析において，分析者を支援するシステムを設計開発した．これによって，データ収集・処理時の誤りを軽減し，分析者の評価コスト・時間などが軽減された．

しかし，蓄積型自習形式の場合，講義を再受講できることが前提にあるが，リアルタイム型講義形式の場合，一過性の講義のため，蓄積型の電子教材として再配信されない限り，再受講は不可能である．そのため，システムによって制限される映像や音声などのメディアで実現するインタラクションによる満足度への影響をよりシビアに評価しなければならない．このため，リアルタイム型講義形式においては，まずインタラクションの問題点から解決しなければならない．そのため，例えば2地点間でインタラクションの問題点について解決することが必要だ．そこで，次章以降で，システムに対する満足度評価から，システムの問題点を調査する方法を考える．

第3章 遠隔講義のインタラクションモデル

本章では、本研究で提案するインタラクションモデルと学内で行われている遠隔講義の対応関係について述べる。

遠隔講義は、単一の、教室で行われる講義とは異なり、教室間のインタラクションが遠隔講義システムによって実現されていることで、様々な問題が生じる。例えば、教室講義において教授者は、講義中に学習者の理解状態を学習者の表情や首をかしげる、うなづくといったノンバーバルな行動や、机間巡視などで評価することができる。遠隔講義においては、第三者が撮影を行っていることが多く、教授者がこのような行動をとることは困難である。また、学習者は目の前に教授者がいないことで、質問を行うタイミングを逸したり、カメラの撮影可能な領域からはみ出した箇所は推測するしか手段がないといった講義理解に対する困難さも生じている。特に、リアルタイム型講義形式では、様々な講義の構成要素が絡み合う中で、このようなインタラクションが講義の満足度にどのような影響を与えるかを評価することは非常に困難である。

3.1 インタラクションの方向性

そこで、本研究では問題把握を容易にすることを目的に、各参加者間のインタラクションを遠隔講義システムがどのように実現しているかをモデル化し、整理した。

一般にインタラクションは講義参加者の双方向のやりとりであるが、本研究では、それぞれの参加者ごとに、主に情報の受信(→で示す)、主に情報の発信(←で示す)、双方向コミュニケーション(⇄で示す)の三種類のインタラクションに分類した。

- 学習者

- (→) 内容理解 (映像を見る, 音声を聞く, ノートを書く), 他講義室の状況把握

- (←) 発表 (口頭発表, 実演発表)

- (⇄) 質疑応答, ディスカッション

- 教授者

- (→) 学習者の理解状況把握, 他講義室の状況把握

(←) 説明 (口頭説明, 資料説明, 板書説明), 講義室の状況要請

(⇔) 質疑応答

- TA

(→) 学習者の理解度状況把握, 自講義室の状況把握, 講義室の状況要請受諾

(←) 解説 (口頭解説, 資料解説, 実演解説), 講義室の状況通知

(⇔) 質疑応答

遠隔講義は, 様々な構成要素を組み合わせることで成り立っている. 構成要素は, 遠隔講義におけるインタラクションを考える際, どの講義室で, 参加者が, どのような講義を講義・受講しているか, という点から必要不可欠な要素を取り上げた. さらに, 参加者とは講義に直接参加する学習者, 教授者, TA を意味し, どのような講義とは教授者が主となった従来の教室講義や実習, ゼミ, などの講義の手法を意味する. そこで, 本研究では, 講義室における参加者の参加状態を講義形態とする. 各講義室によって講義形態が異なることから, 講義における役割で講義形態を分類した. まず, 教授側の講義形態を図 ??, 受講側の講義形態を図 ??で示した. これらの組み合わせによって, 遠隔講義の講義環境が定まる.

3.2 蓄積型自習形式のインタラクションモデル

まず, 蓄積型自習形式のインタラクションのモデルについて検討する.

教授者側の講義形態としては, 教授者が通常の教室講義を行っている状況を撮影する場合と, 教授者がスタジオ等で講義ビデオを撮影する場合の2種類が挙げられる. 前者については, さらに, 教室講義中に実演やプレゼン・解説などでTAが講義に参加する場合とTAが全く参加しない場合とが考えられる. 後者については, 教授者が説明に専念し, TAにスライドなどの操作を任せる場合と, 教授者が1人で説明に関する全てをまかなう場合とが考えられる.

また, 学習者の講義形態としては, TAと学習者が同じ講義室内にいて, 教授者が出張などで事前に収録しておいた代替講義を受講する場合, 学習者が自分のPCを使って1人で学習する場合, TAが講義時間外に技術的な支援(演習など)や学習者の質疑応答に答える場合が考えられる. 最後に, 蓄積型自習形式において, インタラクションを行うツール(BBSや授業用Webページなど)は, 各講義で用いたり用いなかったりしている現状から, モデルでは取捨選択が可能な追加機能と位置づけた. これらの講義形態と章の冒頭で触れた参加者のインタラクションを伴う行動, 追加機能の組み合わせから, 蓄積型自習形式のインタラクションモデルが構築できる.

例えば, 教授者1人がスタジオなどで収録した講義を学習者が自分のPCで1人学習する場合, 図 3.1 のようになる.

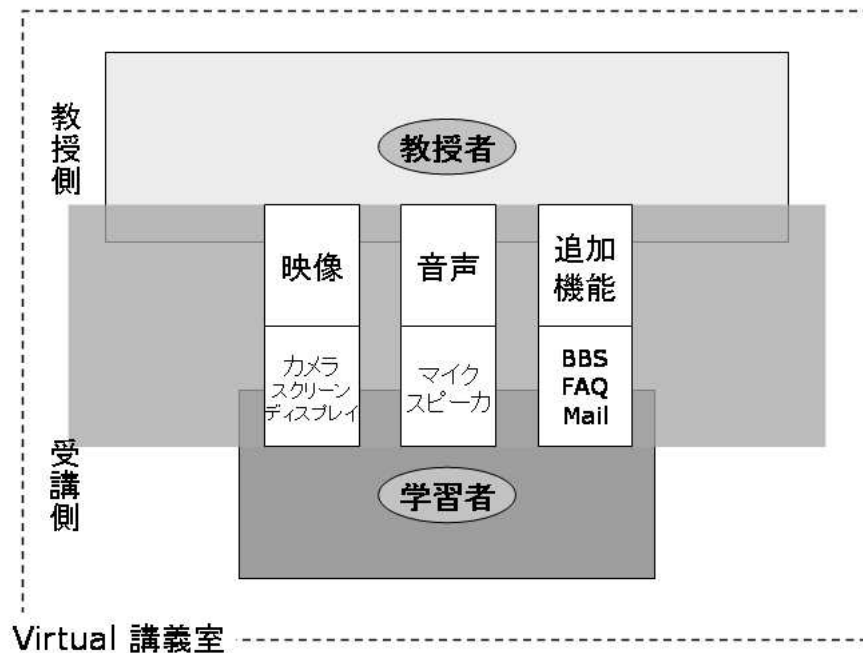


図 3.1: 蓄積型自習形式のインタラクションモデル (例)

この場合、遠隔講義システムによって、講義における時間も講義室も異なった条件で行った講義を仮想的に構築する。また、仲介している遠隔講義システムにおいて、講義している教授者の映像、音声を必要最低限のメディアとし、インタラクションを行うツールとして、何を用いるかを決めなければならない。一般に、BBS(Bulletin Board System: 電子掲示板)やeメール、FAQ(Frequently Asked Question:)などの非同期なコミュニケーションツールが追加機能として用いられることが多い。この追加機能によって、次回講義の日程であったり、質疑応答が行われたりする。好きな時間に、好きな場所で受講できる反面、質問に対する返答の即応性などを求めることは難しい。

評価に関しては、モデルに明記した機能の内、実際に使用されたものだけを質問紙項目として扱うことにする。藤林が行った先行研究の実験に使われた WBT コンテンツはこのモデル例にあてはめることができる。モデルから作成された質問紙項目はほとんど変わらないが、先行研究では質問紙項目に抜けがあったという欠点も、モデルにあてはめて初めてわかった。例えば、教授者の音声を文字として表示してくれる「テキスト表示ビューワ」という機能と、講義コンテンツの再生時間を調整するための「スライダーバー」という機能が追加機能として挙げられる。その2機能に対する質問紙項目は、両者に対して使いやすさは聞いているものの、使用頻度は「スライダーバー」にしか聞かれていなかった。このような人為的失敗は、機能や構成が多様化すれば、整理がつけづらく、起こりやすくなるものである。そうしたミスを防ぐためにも、モデルの作成は有用であるといえる。

また、関連研究の質問紙項目をみても、モデルから作成した質問紙項目に含まれているので、質問紙項目が作成できたと考える [24, 25, 26, 27].

3.3 リアルタイム型講義形式のインタラクションモデル

次に、リアルタイム型講義形式のインタラクションのモデル化について検討する。

教授者の講義形態は、図 ??で示した教授者側の講義形態の内、教授者が同じ講義室に居る学習者に対して教室講義を行っている状況を撮影する場合と、教授者がスタジオ等で撮影する場合の2種類が挙げられる。前者については、講義中に実演やプレゼン・解説・他地点の状況報告などでTAが講義に参加している場合とTAが全く参加しない場合とが考えられる。後者については、教授者が説明に専念し、TAにスライドなどの操作を任せる場合と、教授者が1人で説明に関する全てをまかなう場合とが考えられる。また、TAに関しては、同講義室に居る場合とリモートからサポートする場合も考えられる。

学習者の講義形態は、同様に図 ??で示した受講者側の講義形態、全て行われうるものである。さらに、教授者側は提示した形態のいずれか1つに当てはまるが、受講者側は物理的に不可能となるまで増えることが考えられる。蓄積型自習形式と比べ、様々な構成要素があると述べた理由の1つである。

最後に、リアルタイム型講義形式において、インタラクションを行うツール(電子黒板や、chatなど)は、各講義で用いたり用いなかったりしている現状から、蓄積型自習形式と同様、モデルでは取捨選択が可能な追加機能と位置づけた。これらの講義形態と章の冒頭で触れた参加者のインタラクションを伴う行動、追加機能の組み合わせから、リアルタイム型講義形式のインタラクションモデルが構築できる。本インタラクションモデルは、学内の事例をもとに検討し構築した。関連研究の質問紙項目をみても、モデルから作成した質問紙項目に含まれているので、質問紙項目が作成できたと考える [28, 29, 30, 31, 32]

例えば、教授者側講義室に、学習者、教授者、TA(Teaching Assistant)がおり、学習者側に、学習者とTAからなる講義室をA教室、学習者のみからなる講義室をB教室とした3地点間の例を図 3.2に示す。

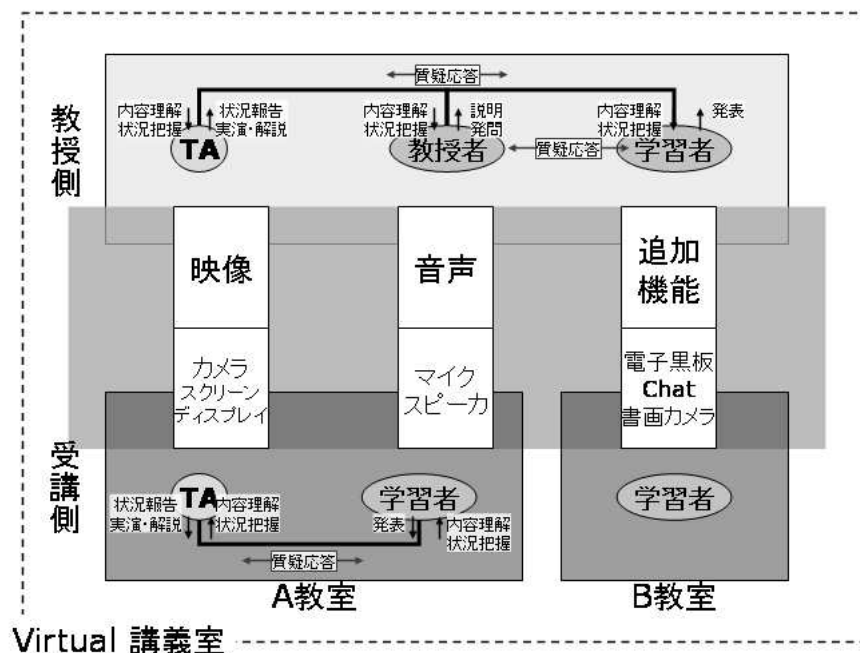


図 3.2: リアルタイム型講義形式のインタラクションモデル (例)

この場合、遠隔講義システムによって、リアルタイムで講義室が異なった条件で行った講義を仮想的に構築している。また、仲介している遠隔講義システムにおいて、講義している教授者の映像、音声を必要最低限のメディアとし、インタラクションを行うツールとして、chat などの同期したコミュニケーションツールや、電子黒板、書画カメラなどのプレゼンテーションツールが追加機能として用いられることが多い。この追加機能によって、講義に対する質疑応答がリアルタイムで行えたり、カメラの撮影サイズなどに制限されることなく、教授者の資料のポインティング (指し示し) がわかりやすくなる。さらに、学習者側に TA が参加した場合、学習者の状況を教授者に報告したり、教授者にしづらい質問を TA にしたりすることが可能になり、参加者間の受講に対する負荷は軽減され则认为る。

3.4 本学で行われている遠隔講義の対応関係

3.1 節で挙げた具体例のいくつかのインタラクションモデルを以下に示す。

3.4.1 情報科学研究科の講義収録

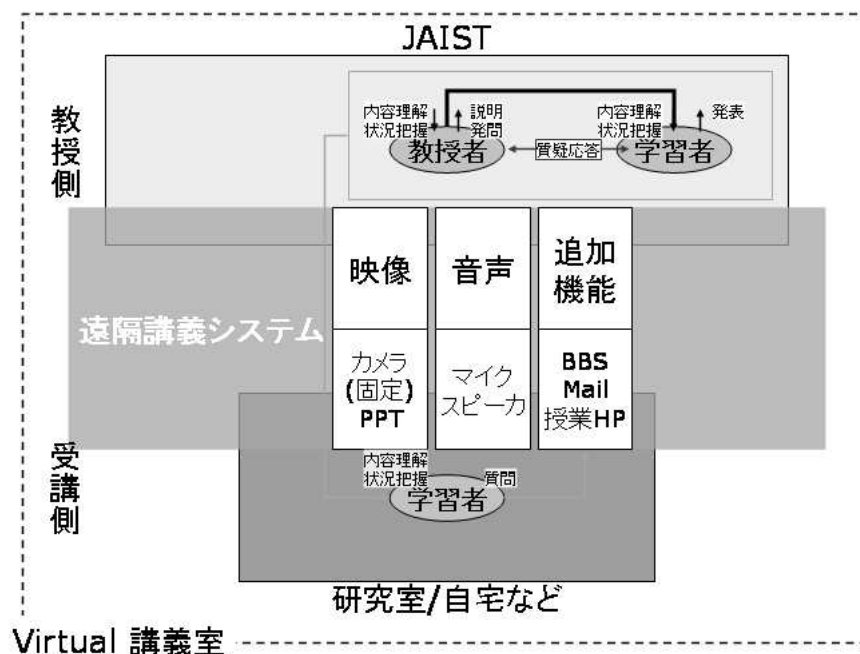


図 3.3: 情報科学研究科の講義収録

蓄積型自習形式の例で示した情報科学研究科の講義収録をモデルを使って表すと、図 3.3 になる。通常の教室講義をビデオ収録しているため、モデル中の教授側に該当する。学習者は遠隔講義システムを利用し、サーバに蓄えられた講義を視聴することが可能である。また、学習者が質問を行うには、講義中に直接先生に質問するか、BBS などのツールに書く方法がある。表 3.1 に具体的な講義のシステム環境を示す。ここでは、蓄積型講義の一例として挙げたが、この情報科学研究科の講義収録にも 2 種類の収録方法がある。1 つは、固定カメラを講義室内に置いて収録する方法。もう 1 つは、固定カメラを講義室内に置いておきつつ、別のカメラを手動で教授者の行動にあわせ操作し、収録する方法。このような収録方法によっても、モデルは変化する。図 3.3 は、固定カメラ一台の例である。

表 3.1: 情報科学研究科の講義収録

学生数		1 名～
カメラ		デジタルビデオカメラ 1 台 (固定) ＋ デジタルビデオカメラ 1 台 (手動)
表示装置	教授者側	プロジェクタ / スクリーン 1 面
	学習者側	PC 画面
マイク	教授者側	タイピン型マイク
	学習者側	なし
資料提示機能		スクリーン上に PC からの PPT 資料等を描写
講義収録・配信		Windows Media Encoder でエンコード後、VOD として配信 WBT コンテンツとしても配信可能

3.4.2 JJREX

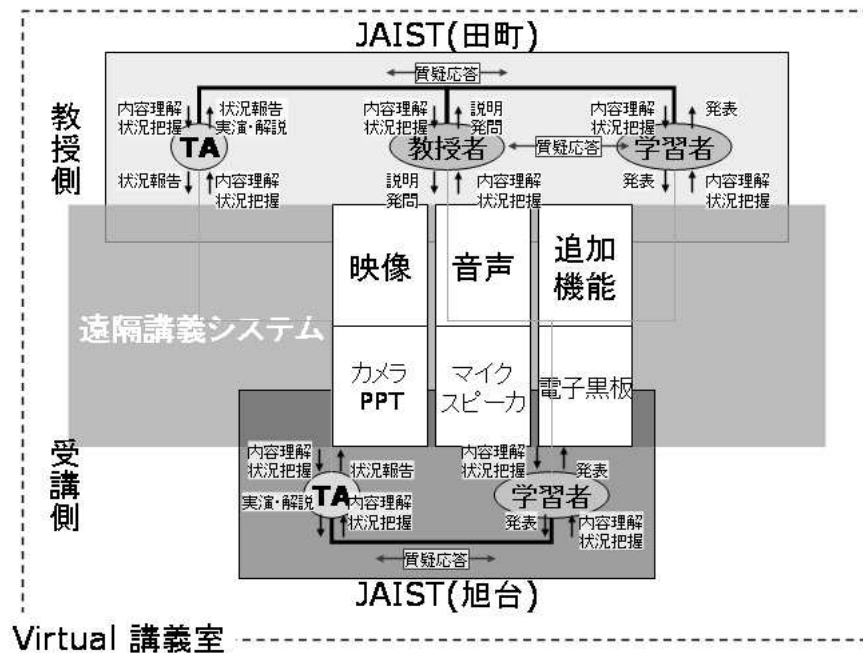


図 3.4: JJREX I638 新音楽再生電気音響理論 (例)

2005 年 1/7,14,21,28 の日程で行われた JJREX プログラム遠隔講義「I638 新音楽再生電気音響理論 (宮原誠教授)」の図 3.4 を表した. 表 3.2 に具体的な講義のシステム環境を

表 3.2: 「I638 新音楽再生電気音響理論」

学生数	教授者側	14 名
	学習者側	14 名
映像・音声伝送		MPEG4-ASP/2Mbps/512Kbps と H.323/2Mbps の手動切り替え
カメラ	教授者側	デジタルビデオカメラ 1 台 (手動)
	学習者側	デジタルビデオカメラ 1 台 (手動)
表示装置	教授者側	教室前方 プロジェクタ/スクリーン
	学習者側	教室前方 スクリーン 2 枚 (遠隔側教室映像/資料映像などを表示)
マイク	教授者側	タイピン型マイク
	学習者側	ハンド型マイク
資料提示機能		電子黒板による双方向書き込み・アプリケーション共有
		PCS-1 デュアルストリーム機能による PC 画面の配信
講義収録・配信		ライブ映像をそのまま保存し、VOD 配信可能
		電子黒板に書き込んだデータを HTML 形式で配信
備考		映像・音声の両教室間の往復で発生する遅延は実測約 0.7 秒
		全時間、両講義室に配置された TA が仲介役として講義をサポート
		講義は田町キャンパスで 2 日間、旭台コラボルームで 2 日間開講

示す。

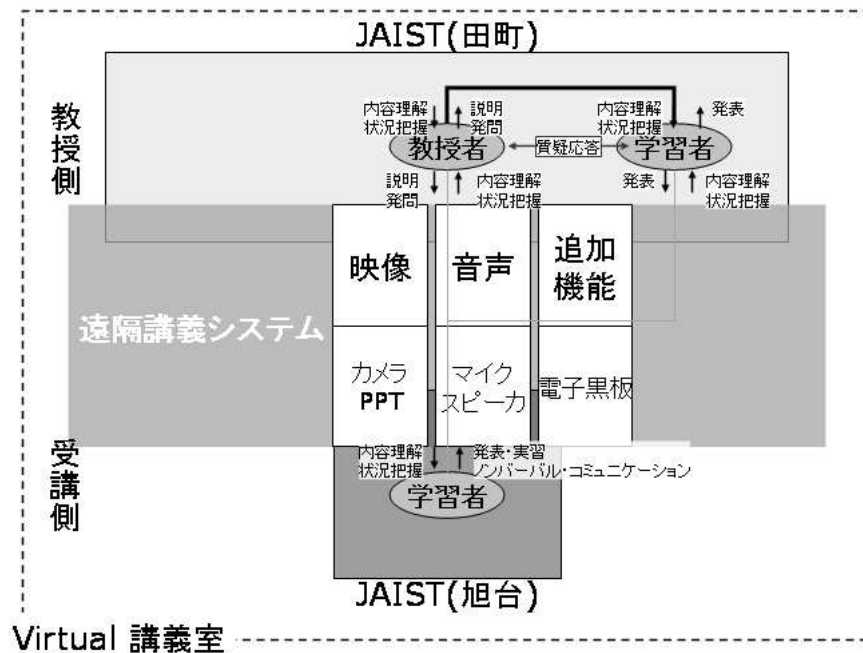


図 3.5: JJREX I624 Model-Checking of Software Design(例)

2005年1/17-19,26,27の日程で行われたJJREXプログラム遠隔講義「I624 Model-Checking of Software Design(中島震客員教授)」の図3.5を表した。表3.3に具体的な講義のシステム環境を示す。

この2つの講義はともに、講義時間中に実演や実習を行っているが、教授者と学習者間のインタラクションにTAを用いた手法と、実習を行いながら学習者の状況を把握する手法と異なるアプローチで講義を行った。そのため、構成されたモデルも図のように異なり、教授者の手法によって講義環境が変わる例である。

表 3.3: 「I624 Model-Checking of Software Design」

学生数	教授者側	1 名
	学習者側	10 名
映像・音声伝送		MPEG4-ASP/2Mbps/512Kbps と H.323/2Mbps の手動切り替え
カメラ	教授者側	デジタルビデオカメラ 1 台 (手動)
	学習者側	デジタルビデオカメラ 1 台 (手動)
表示装置	教授者側	教授者正面 モニタ
	学習者側	教室前方 スクリーン 2 枚 (遠隔側教室映像/資料映像などを表示)
マイク	教授者側	タイピン型マイク
	学習者側	ハンド型マイク
資料提示機能		電子黒板・アプリケーション共有
		PCS-1 デュアルストリーム機能による PC 画面の配信
講義収録・配信		ライブ映像をそのまま保存し、VOD 配信可能
		電子黒板に書き込んだデータを HTML 形式で配信
備考		映像・音声の両教室間の往復で発生する遅延は実測約 0.7 秒
		講義時間中に PC の画面上でのデモや演習を取り入れ、 学習者の質問を積極的に受け入れた
		数式などの言葉で表しづらいものを電子黒板を用いて伝達
		講義は田町キャンパスで 5 日間開講

3.4.3 北陸地区国立大学連合双方向遠隔授業システム

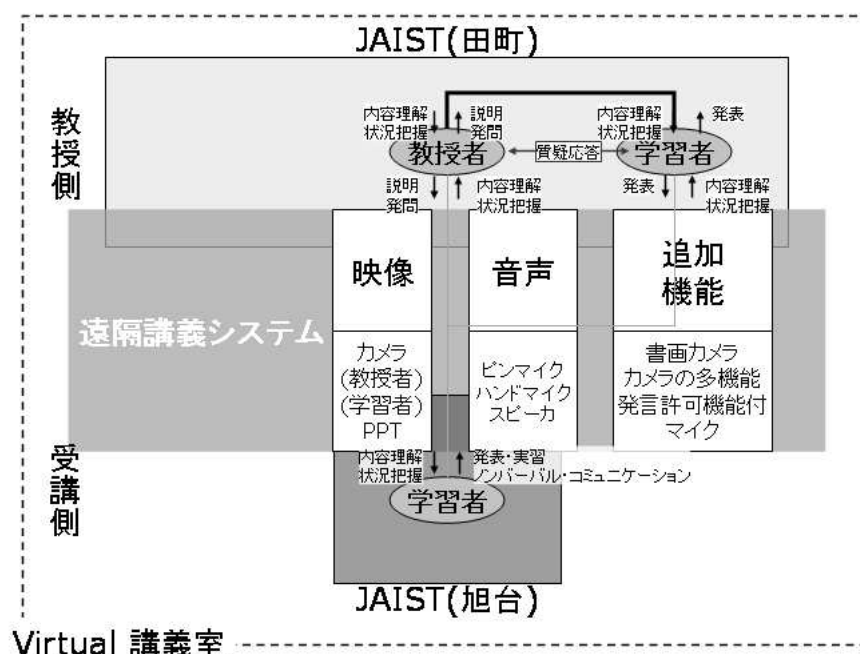


図 3.6: K412 知識社会論

2005 年 8/5-6,18-20 の日程で、知識科学研究科 MOT 講義の「K412 知識社会論 (近藤修司教授)」の図 3.6 を表した。表 3.4 に具体的な講義のシステム環境を示す。この講義では、マイクによる制約と固定カメラによる制約が如実に現れた。この講義のように、ディスカッションを行う講義では、マイクの受け渡しがスムーズに行かなくなった時に、発言者が自分のタイミングで発言するのは難しい。教授側に参加している場合では、マイクを持たずに発言しだすことも考えられる。また、固定カメラで講義を行う際に、スタッフがついて操作しなければ、教授者は立ち位置が決められ、教授者側の教授者・学習者ともに、閉塞感が強くなることを指摘した。さらに、レーザポインタによるポインティングでは、学習者側で何をポインティングしているのかがわからないことがある。そのための解決策として、レーザポインタ以外の手段、例えば PC 上でマウス操作を行ったり、書画カメラ上で直接ポインティングした方が、遠隔地の受講者にとっては有用である。

表 3.4: 「K412 知識社会論」

		大教室	中教室	小教室
学生数	教授者側	27 名		
	学習者側	3～14 名		
映像・音声伝送		HDTV と SDTV と H.323 の動的制御		SDTV, H.323
カメラ	教授者側	黒板撮影カメラ 1 台 (固定) 教授者撮影カメラ 1 台 (自動追尾)		黒板撮影カメラ (固定)
	学習者側	全景撮影カメラ 1 台 (固定) 発言者撮影カメラ 1 台 (発言学生にズーム)		全景撮影カメラ (固定)
表示装置	講義室前方	3 面		2 面
		黒板映像, 教授者映像, 資料映像などを切り替え表示		
	講義室後方	2 面: 受講側の学生映像を表示		なし
マイク	教授者側	ハンド型マイク, タイピン型マイク		
	学習者側	発言許可ボタンつき机上マイク		ハンド型マイク
資料提示機能		書画カメラ, CD/DVD プレーヤ, miniDV/S-VHS デッキ, カセットデッキ, ビデオ入力端子, 音声端子, 持込 PC(RGB) 端子, MD デッキ, 電子黒板による双方向書込, アプリケーション共有		
講義収録・配信		授業映像の収録, ストリーム配信, 簡易編集機能		
タッチパネル		ソースの選択, 各種 AV デッキのリモコン操作, 音量調節,		
		学習者用マイク制御, 講義延長処理, 講義終了処理など		
備考		映像・音声の両教室間の往復で発生する遅延は実測約 0.5 秒		
		固定カメラによる教授者の立ち位置の制限が起きた		
		レーザポインタによるポインティング箇所の喪失		
		講義は八重洲 (中教室) からで, 受講室が 8/5,6,18 が旭台 (大教室), 19,20 が旭台 (小教室)		

3.4.4 組み込み大学院

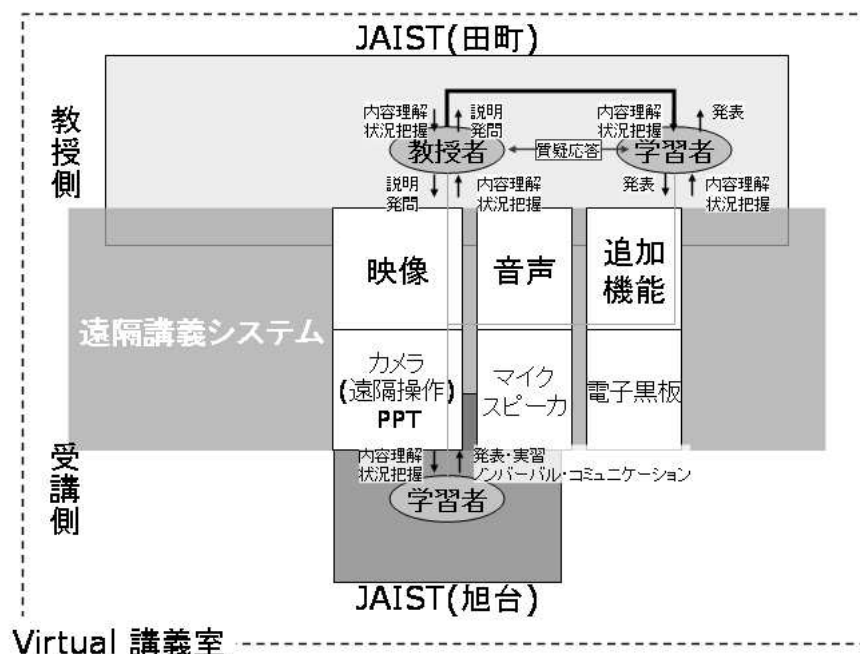


図 3.7: I242 オブジェクト指向開発技術と組み込みシステム

2005 年 10/28,29,11/4 の日程で行われた組み込み大学院の遠隔講義「I242 オブジェクト指向開発技術と組み込みシステム(落水浩一郎教授)」の図 3.7 を表した. 表 3.5 に具体的な講義のシステム環境を示す. リアルタイム型講義形式を遠隔サポートにより実現した例である. ただし, 撮影用カメラ以外で, 状況把握する装置を別系統で設置していなければ, 講義側の状況把握が困難になる可能性を秘めていることが明らかになった.

3.5 インタクションモデルに基づく質問紙項目の設計

講義環境が複雑になるにつれて, 満足度評価のためのアンケートに必要な質問紙項目を決定することは難しくなる. 特に, 問題点の把握や改善を行う際に質問紙項目に現れなかった質問紙項目については評価対象にならないため, 質問紙項目の適切な設計は重要な課題であるといえる. 本研究では, この問題を解決するために, 前章で議論したインタクションモデルを利用する. つまり, 講義環境に応じた各参加者のインタクションがどのシステムを媒介として実現されるかという観点であらかじめ対応関係を整理しておき, その中で, 実際の講義環境で発生したインタクションについてのみ質問紙項目として評価対象にするという手法である.

表 3.5: 「I242 オブジェクト指向開発技術と組み込みシステム」

		教授者側教室:田町	学習者側教室:ISICO
学生数		12 名	3 名
映像・音声伝送		H.323/2Mbps	
カメラ	教授者側	PCS-1 1 台 (リモート制御)	PCS-1 1 台 (リモート制御)
	学習者側	PCS-1 1 台 (リモート制御)	
表示装置	教室前方	プロジェクタ/スクリーン 2 枚 資料映像などを表示	モニタ 2 面 教授者映像, 資料映像を表示
マイク	教授者側	タイピン型マイク	集音マイク
	学習者側	ハンド型マイク	
資料提示機能		PCS-1 デュアルストリーム機能による PC 画面の配信	
講義収録・配信		別システムで実現の必要あり	
備考		映像・音声の両教室間の往復で発生する遅延は実測約 0.7 秒	
		講義時間中に PC の画面上でのデモや演習を取り入れ, ハードウェア障害以外の遠隔サポートを行った	
		講義は田町キャンパスで 5 日間開講	

リアルタイム遠隔講義形式に適用した具体的な質問紙項目の作成事例は予備実験で述べるが、藤林が行った先行研究 [参考文献] の実験に使われた WBT コンテンツの事例に対して適用したところ、先行研究で準備された質問紙項目をすべてカバーすることができた上、先行研究において質問紙項目に抜けがあったという点が明らかになった。このケースでは、教授者の音声を文字として表示する「テキスト表示ビューワ」という機能と、講義コンテンツの再生時間を調整するための「スライダーバー」という機能が追加機能として挙げられるが、その 2 機能に対する質問紙項目は、両者に対して使いやすさは項目として採用されていたものの、使用頻度は「スライダーバー」にしか採用されていなかった。こうした質問紙項目作成時のミスを防ぐ観点からも、モデルの作成は有用であるといえる。本モデルに基づく質問項目の設計手法は関連研究 [24, 25, 26, 27] における講義環境に適用した場合でも、その評価のために利用されていた質問紙項目の内容を含むものとなっており、モデルの構築が十分に行えれば妥当なものであると考えられる。

質問における評価基準としては、Kirkpatrick の反応の概念に立ち返り、システムを紹介したインタラクションが、「講義理解に役立った」のか、「疲れた」のか、「講義の緊張感があつた」のかという 3 点を採用した。なお、この 3 点は藤林が実証実験により生成した蓄積型自習形式の評価に関する AHP 階層図の評価基準にもなっている。また、質問紙調査では、遠隔講義システムの改良点を抽出するために、自由記述を参考にすることも重要となる。そのため、自由記述では技術的な支援者に対しても改良点がわかりやすいように、質問紙項目で尋ねる内容に具体的なキーワードを付加することも必要となる。

さらに，リアルタイム遠隔講義形式の評価にあたっては，その対象者としては，学習者だけでなく，講義に参加した教授者・TA も評価を行う必要がある．インタラクションは他者との関係で初めて成り立つものであり，学習者のみの意見ではシステムに対する評価が十分に行えるとは限らない．そこで，図に対する各参加者への質問紙項目をに示す．なお，初期状態で生成される質問紙項目は講義環境によって決まるインタラクションとシステム機能の組み合わせからなるが，実際の質問紙調査時には，その講義で実際に行われたインタラクションについてのみ回答を行わせることとする．

第4章 評価法のリアルタイム型遠隔講義 評価への拡張

第3章で説明したモデルから，どのような講義環境から各講義が成り立っているかを説明できるようになった．そこで，講義中の各参加者の行動と利用するメディアに着目し，どのようなインタラクションが行われているかを示した後，質問紙項目の設計方法をこの章では述べる．

4.1 評価法の拡張方法

まず，本研究で提案したインタラクションモデルに登場する参加者の行動を以下のように整理した．

1. 学習者の学習行動
 - (a) 講義を理解する
 - i. 映像を見る
 - ii. 音声を聞く
 - iii. 講義内容を記録する
 - iv. うなずく，首をかしげる
 - (b) 発表する
 - i. 口頭発表する
 - ii. 実演発表する
 - (c) 質疑応答する
 - i. 質問する
 - ii. 返答する
 - (d) 協調学習を行う
 - i. ディスカッションする
 - ii. まとめる
2. 教授者の講義行動
 - (a) 学習状況を把握する
 - i. 小テストなどのバーバルな反応から把握する
 - ii. 発問に対するノンバーバルな反応から把握する

- (b) 他講義室の状況を把握する
 - (c) 講義を説明する
 - i. 口頭説明をする
 - ii. 資料説明をする (資料提示・ポインティング)
 - iii. 板書説明をする (板書・ポインティング)
 - (d) 他講義室に対して状況通知を要求する
 - (e) 質疑応答する
 - i. 質問する (指名・自主性)
 - ii. 返答する
3. TA の講義補助行動
- (a) 学習状況を把握する
 - i. 小テストなどのバーバルな反応から把握する
 - ii. 発問に対するノンバーバルな反応から把握する
 - (b) 自講義室の状況を把握する
 - (c) 教授者の状況把握要求を受け入れる
 - (d) 講義を解説する
 - i. 口頭解説をする
 - ii. 資料解説をする (資料提示・ポインティング)
 - iii. 実演解説をする
 - (e) 教授者に対して状況を通知する
 - (f) 質疑応答する
 - i. 質問する
 - ii. 返答する

Kirkpatrick の反応に立ち返り、このような行動を各参加者がとると、「講義理解に役立った」のか、「疲れた」のか、「講義の緊張感があった」のかという 3 点から評価が行える質問紙項目を作成する。また、この 3 点は藤林が実証実験により生成した AHP 階層図の評価基準であり、有効だと考え、本研究でもこの評価基準を利用する。

また、質問紙調査では、遠隔講義システムの改良点を抽出するために、自由記述を参考にする。そのため、自由記述では技術的な支援者に対しても改良点がわかりやすいように、質問紙項目で尋ねる内容より具体的なキーワードが必要となる。そこで、インタラクションを実現するメディアに対しても、リアルタイム型講義形式での利用を念頭に以下のように整理した。

- 1. メディアの条件
 - (a) 配置場所
 - i. 教授側
 - ii. 受講側
 - iii. 自教室

- (b) プロパティ
 - i. 入出力インタフェース数 (代数, 本数)
 - ii. 配置
 - iii. 圧縮方法 (エンコード)
 - iv. ビットレート
 - (c) 収録
 - i. カメラコントロール (しゃべりやすさ)
 - ii. マイクコントロール (発言のしやすさ)
 - iii. 追加機能コントロール (利用のしやすさ)
 - (d) 配信
 - i. カメラワーク (表情・視線・シルエット・文字)
 - ii. 表示方法 (表示サイズ・表示位置・音量・明瞭度)
 - (e) システムダウン
2. メディア
- (a) 映像
 - (b) 音声
 - (c) 追加機能
 - i. PPT/RGB 配信機能
 - ii. 電子黒板
 - iii. マルチメディア配信機能
 - iv. 書画カメラ

これらの中で、実際に利用したもののみを用いて、体系的に質問紙を設計していく。例えば、「学習者」が「教授者が行う口頭説明」を「見る」のは「講義理解に役立った」といった具合に「」内の部分を先程整理したものの中で、同じレベルのものを用いて設計していく。

4.2 設計した質問紙項目

4.1 節の方法をもとに質問紙項目を設計する。また、評価の対象者としては、学習者だけでなく、講義に参加した教授者・TA も評価を行う必要がある。インタラクションは他者が居て初めて成り立つものであり、学習者のみの意見では教授者の意図が伝わりづらい。教授者やTA の立場からの意見を収集することで、インタラクションの効果も出てくるのではないかと考えている。

今回は時間的に

これらの設計した質問紙項目は、インタラクションを実現するメディアとインタラクションを行う参加者との組み合わせから作成した。先行研究で示された AHP 階層図は、階層を下げれば下げるほどより具体性を帯びた評価基準となっていた。つまり、今回のよ

うにモデル化を行うことで，AHP 階層図における評価基準を下からたどることになることもありそうだ．

第5章 本評価法の適用例

本章では，リアルタイム型遠隔講義形式を改良する上で，本研究において提案する評価法を実際に行った適用例について述べる．

5.1 組込み大学院

5.1.1 概要

予備実験において，提案する評価法を用いて設計した AHP 階層図を利用して評価を行った．対象は，本学田町キャンパスで開講されている鈴木 正人助教授による組込み大学院「コンポーネント技術とミドルウェア」の講義の一部を本学遠隔教育センターにてリアルタイム型講義形式で行った．以下，その詳細について述べる．

1. 実験環境

- 受講者側講義環境

図 5.1 に受講者側の状況を，図 5.2 に受講者側で講義に用いた画面 (左:カメラ映像，右:PPT 資料映像)



図 5.1: 講義の様子 (JAIST 受講側)

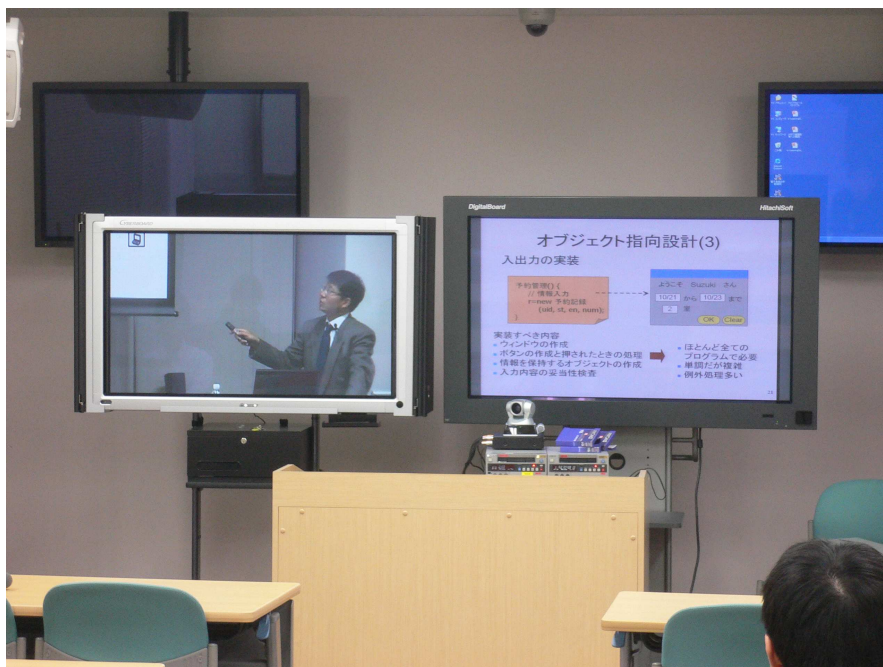


図 5.2: 講義に用いた画面 (JAIST 受講側)

2. 提示資料

- 教材

本学 情報科学研究科 鈴木助教授による「コンポーネント技術とミドルウェア」とする。また、講義資料を電子資料として、被験者にはデータを渡した。

- 利用した教材の箇所・範囲

通常の教室講義とリアルタイム型講義形式との比較評価を行うにあたり、被験者にとって話がわかりやすい、講義の導入部分を比較評価の対象とした。予備実験は2回に分けて行った。1回目の実験では、質問紙調査を実施し、得られた回答データを分析し、AHP 階層図の設計を行った。2回目の実験では、設計した AHP 階層図に基づいた AHP アンケートを実施した。比較評価の対象は、「コンポーネント技術とミドルウェア」の第1, 2回のリアルタイム型遠隔講義とする。そのため、被験者を関連の講義を受講したものとした。

- 時間

本学の通常の教室講義と同様の 90 分講義を 2 コマで構成した。教室講義と比べ、リアルタイム型遠隔講義は地理的制約は軽減されるものの、時間的制約は存在する。

3. 被験者

- 人数：

8 名

- 被験者の学習履歴：

被験者に対して行った予備調査によると、8 人中 7 人が「コンポーネント技術とミドルウェア」に関する講義を受講したことがあると答えた。また、リアルタイム型遠隔講義を受講したことがあると答えたのは、8 人中 2 人だった。

4. 実験期間

2006 年 2 月 3 日～2 月 10 日の講義期間中に実施。

2 月 3 日～2 月 XX 日の間に質問紙調査、および AHP アンケートを実施した。

本事例におけるインタラクションモデルは、以下の図 5.3 ようになった。

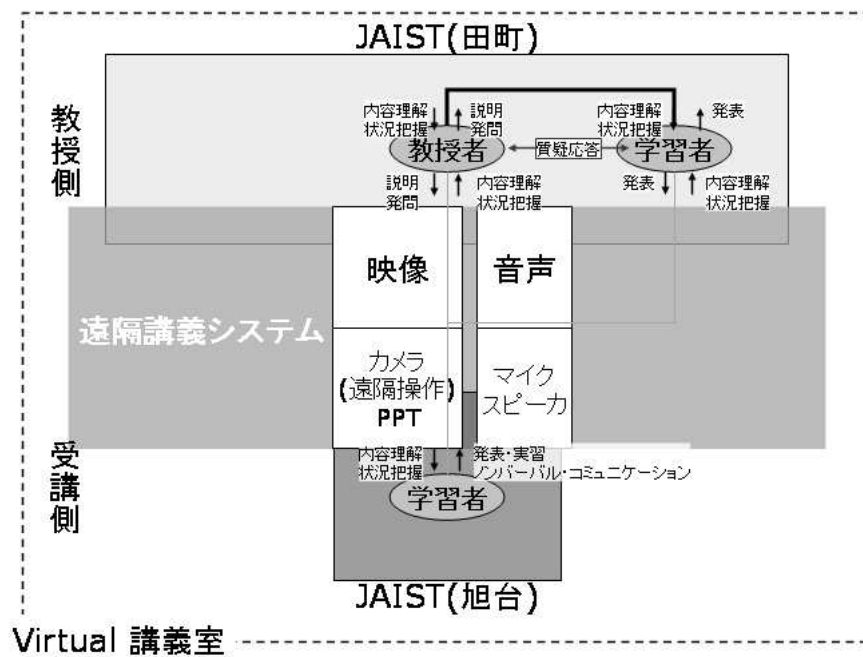


図 5.3: インタラクションモデル

5.1.2 AHP 階層図の設計

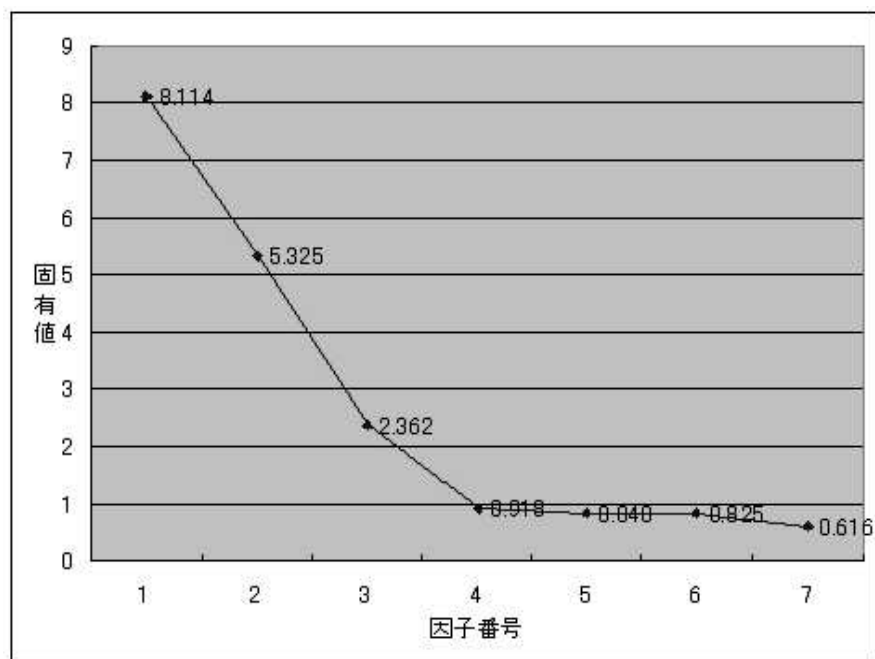


図 5.4: スクリープロット

図 5.4 のスクリープロットから，因子番号 3 から 4 の間で固有値が 1 より下回っている．第 2 章で説明した方法により，固有値が 1 以上の因子数からを 3 とする．従って，次は 3 つの因子の決定である．

AHP評価基準の重み付け - Microsoft Internet Explorer					
ファイル(F) 編集(E) 表示(V) お気に入り(A) ツール(T) ヘルプ(H)					
バリマックス回転後の因子負荷量					
質問番号-質問内容	第1因子	第2因子	第3因子	第4因子	共通性
24:カメラ映像は質疑応答の緊張感に効果があった	0.945	0.0070	0.21	0.061	0.96
32:カメラ映像は講義の緊張感に効果があった	0.892	0.04	0.324	-0.165	0.961
28:音声は質疑応答の緊張感に効果があった	0.89	-0.045	0.317	-0.124	0.962
36:音声は講義の緊張感に効果があった	0.838	-0.085	0.273	-0.244	0.813
20:PPT映像は講義の緊張感に効果があった	0.778	-0.474	0.25	0.029	0.933
16:カメラ映像は講義の緊張感に効果があった	0.77	-0.439	0.204	-0.353	0.888
31:カメラ映像は見て状況を把握するのに疲れた	0.751	0.05	0.539	-0.334	0.901
34:音声は状況を把握する上で役立った	0.721	0.122	0.401	-0.498	0.996
12:音声は講義の緊張感に効果があった	0.673	-0.33	0.239	-0.519	0.952
6:カメラ映像は理解する上で役立った	-0.106	-0.95	0.0080	-0.214	0.802
14:カメラ映像は理解する上で役立った	-0.019	-0.94	0.051	-0.118	0.965
26:音声は質疑応答する上で役立った	0.204	-0.931	-0.258	-0.122	0.894
22:カメラ映像は質疑応答する上で役立った	0.185	-0.9	-0.137	0.233	0.917
10:音声は理解する上で役立った	-0.023	-0.897	0.079	-0.036	0.941
18:PPT映像は理解する上で役立った	0.133	-0.881	0.0010	-0.093	0.941
30:カメラ映像は状況を把握する上で役立った	0.433	-0.641	0.122	-0.327	0.99
23:カメラ映像は見るのに疲れた	0.227	0.099	0.883	-0.315	0.959
11:音声は聞くのに疲れた	0.372	-0.08	0.865	-0.197	0.909
27:音声は聞くのに疲れた	0.502	-0.063	0.836	0.064	0.721
7:カメラ映像は見るのに疲れた	0.15	0.472	0.832	-0.157	0.969
35:音声は状況を把握しようと聞くのに疲れた	0.602	0.014	0.791	-0.088	0.93
19:PPT映像は聞くのに疲れた	0.501	-0.442	0.714	-0.094	0.944
15:カメラ映像は見るのに疲れた	0.368	-0.303	0.421	-0.769	0.997
8:カメラ映像は講義の緊張感に効果があった	0.616	-0.364	0.263	-0.617	0.844
因子負荷量の二乗和	7.806	6.672	5.348	2.262	
寄与率	32.523	27.801	22.282	9.423	
累積寄与率	32.523	60.324	82.606	92.03	

図 5.5: 主因子分析の結果

AHP評価基準の重み付け - Microsoft Internet Explorer

ファイル(F) 編集(E) 表示(V) お気に入り(A) ツール(T) ヘルプ(H)

バリマックス回転後の因子負荷量

質問番号:質問内容	第1因子	第2因子	共通性
15:カメラ映像は見て状況を把握するのに疲れた	0.914	-0.36	0.865
13:音声は聞くのに疲れた	0.9	-0.434	0.838
17:音声は状況を把握しようと聞くのに疲れた	0.9	-0.434	0.901
16:音声は状況を把握する上で役立った	-0.886	0.325	0.955
10:カメラ映像は見るのに疲れた	0.712	-0.324	0.612
8:音声は理解する上で役立った	-0.31	0.897	0.623
12:音声は質疑応答する上で役立った	-0.403	0.798	0.799
9:カメラ映像は質疑応答する上で役立った	-0.57	0.794	0.998
11:カメラ映像は質疑応答の緊張感に効果があった	-0.206	0.762	0.757
14:音声は質疑応答の緊張感に効果があった	-0.454	0.742	0.964
7:カメラ映像は見るのに疲れた	0.591	-0.699	0.89
6:カメラ映像は理解する上で役立った	-0.615	0.698	0.998
因子負荷量の二乗和	5.304	4.897	
寄与率	44.2	40.808	
累積寄与率	44.2	85.008	

ページが表示されました

インターネット

図 5.6: 第1 因子の主因子分析の結果

第1 因子

講義中の質疑応答ややりとりに対する緊張感に対し、高い負荷が出ている。そのため、「講義の緊張感」とした。

第2 因子

第2 因子は、役立ち度に関する項目に対し、負荷がかかっている。そのため、第2 因子を「講義受講による役立ち度」とした。

第3 因子

第3 因子は、カメラ映像や音声の視聴に疲れたという項目に対し、負荷がかかっている。そのため第3 因子は「身体的疲労度」とした。

上記のように学習者の「反応」を測るための因子抽出を行った。次に、学習者の「反応」に影響を与えている因子の抽出を行った。学習者のインタラクションを構築するメディアは、今回の講義では「カメラ映像」、PPTの「資料映像」、「音声」である。今後改良するのもこれらを起点に改良を行うので、第3レベルを「カメラ映像」、PPTの「資料映像」、「音声」とした。この第3レベルの要素を用いて、「講義側の状況把握」、「質疑応答」、「講義の内容理解」が行われるため、第4レベルを「講義側の状況把握」、「質疑応答」、「講義の内容理解」とした。こうして作られたAHP階層図を以下に示す。

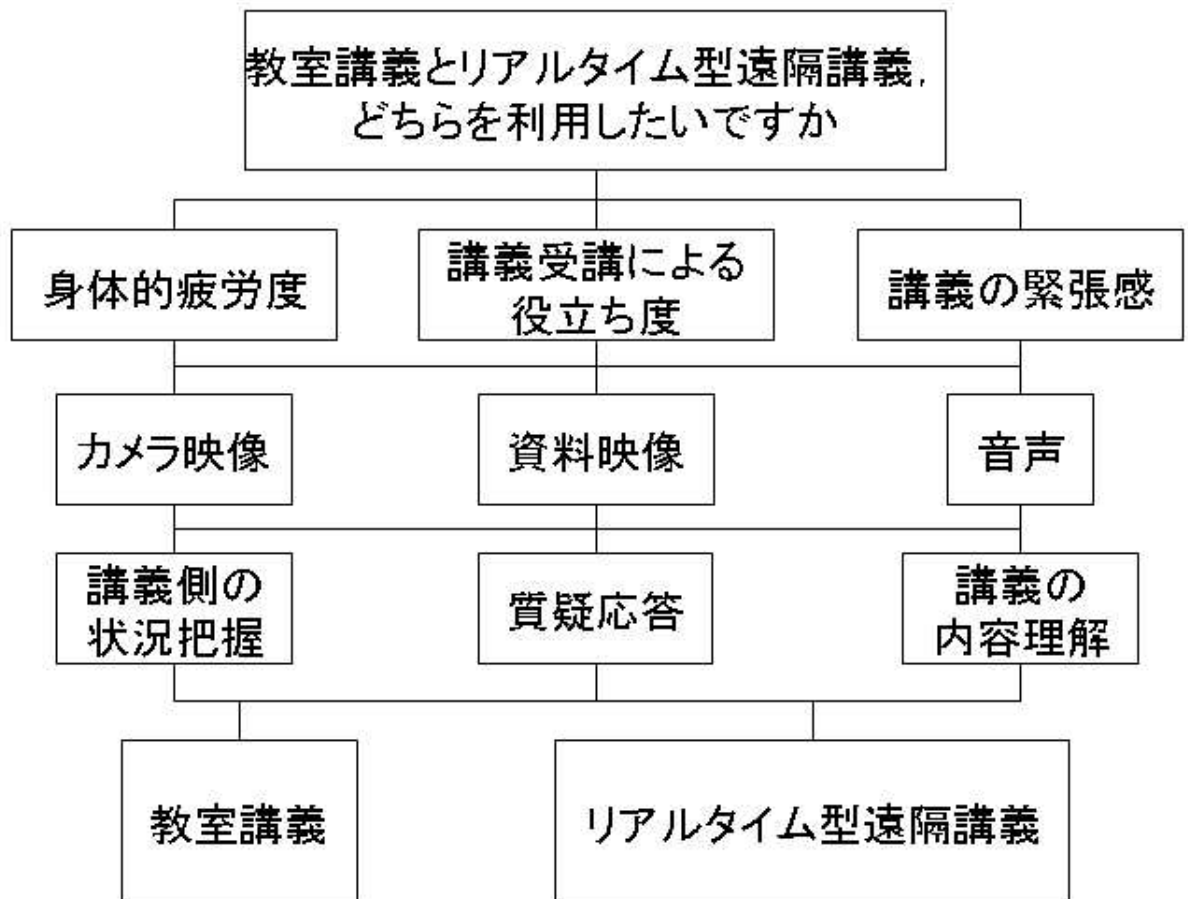


図 5.7: 設計された AHP 階層図

5.1.3 重要な評価基準の抽出の失敗

実際に、講義受講者全員に AHP のアンケートを依頼したところ、受講者である 8 人が全員返答してくれた、しかし、その答えは AHP のツリーの整合値である C.I. 値内に収まらなかった。結果として、全員の答えに対し、整合性が保たれなかったために、データの信用性がなく、重要な評価基準を抽出するまでには至らなかった。

そのため、問題箇所を把握し、改善策を考えなければならない。現在考えられるのは、AHP 構造図の作成の失敗と A 一意 HP

AHPof06Embedded2AHPof06Embedded2AHPof06Embedded2

第6章 おわりに

6.1 まとめ

本研究において、システム上で実現されるメディアに関して、改良点を見出すために遠隔講義のインタラクションモデルを構築した。このモデルを構築することで、従来、複雑だった多地点間のそのモデルからシステム上で実際に利用されたメディアと、参加者の行動から質問紙調査項目を作り出し、リアルタイム型講義形式におけるシステムの満足度評価法を提案した。具体的な評価プロセスは、まず、リアルタイム型講義形式の講義を受講した者に対し、予備調査である質問紙調査を行う。その回答データを主因子分析にかけ、そこから得られた評価基準を AHP 階層図を作成する。この AHP 階層図に対し、重要度測定を一対比較により行う。

6.2 今後の課題

本研究では、システムが実現するインタラクションにおける学習者の満足度を評価することが目的であった。質問紙調査までの満足度評価は行えたものの、AHP による一対比較値の整合値をオーバーした結果となってしまった。モデルから質問紙を作る検証例として出したのだが、原因について究明しなければならない。

謝辞

本研究を行うにあたり，終始変わらぬご指導賜りました落水浩一郎教授に心より深く感謝申し上げます。

日頃より大変有益なご指導，ご助言を頂きました遠隔センター長谷川忍助教授に深く感謝申し上げます。

本研究の審査委員として，数々のご助言を頂きました片山卓也教授，鈴木正人助教授に深く感謝申し上げます。

本研究を進めるにあたり，遠隔教育の現場で技術支援頂きました遠隔センターの皆様，被験者として実験にご協力頂いた本大学院生諸君に対し，感謝申し上げます。

また，大学時代にご指導頂き，卒業後もお支援下さいました中峯弘助教授，安東茂樹教授に厚く御礼申し上げます。

最後に，学業において支えて下さいました落水・鈴木研究室の諸兄，他研究室にもかわらず，公私共に特にお世話になった角真慈氏，寺島真介氏，東原大記氏，そして，現在，修士の学生としていらっしゃるよう支えて下さった両親，家族，親戚，ならびに，私生活の面で支えて下さった友人に深く感謝いたします。

皆様のお陰で，自己成長を感じる充実した修士学生生活を送れました。

心より厚く御礼申し上げます。

参考文献

- [1] eラーニング白書 2005/2006 年版 (経済産業省 商務情報政策局 情報処理振興課編) p.27, オーム社, 2005
- [2] 坂本 昂監修, 中原 淳, 西森 年寿, eラーニング・マネジメント, オーム社, 2003
- [3] 不破 泰, 國宗 永佳, 新村 正明, 和崎 克己, 師玉 康成, 中村 八束, 信州大学インターネット大学院の現状と将来計画 pp11-18, メディア教育開発センター, メディア教育研究 2004 Vol.1 No.1, 2004
- [4] 長谷川 忍, 但馬 陽一, ニツ寺 政友, 安藤 敏也, 北陸地区遠隔授業システムを利用した遠隔講義の実践 pp11-18, 教育システム情報学会, 研究報告 2005 Vol.20 No.4, 2005
- [5] 八木 啓介, 亀田 能成, 中村 素典, 美濃 導彦, UCLA との遠隔講義プロジェクト TIDE におけるシステム構成 p.1133, 電子情報通信学会論文誌 2001/6 Vol.J84-D-II No.6, 2001
- [6] 工藤 紀篤, インターネットを用いたリアルタイム遠隔授業におけるインタラクションの実現, 慶応義塾大学 環境情報学部 卒業論文, 2003
- [7] eラーニング白書 2004/2005 年版 (経済産業省 商務情報政策局 情報処理振興課編), オーム社, 2004
- [8] 長谷川 忍, 但馬 陽一, ニツ寺 政友, 安藤 敏也, 丹 康雄, 情報通信技術を活用したリアルタイム双方向遠隔講義の実践, 教育システム情報学会, ICT を利用した優秀教育実践コンテスト発表会講演論文集, pp.39-pp.42, 2005
- [9] 猪俣 敦夫, 遠隔学習における電子教材の AHP を利用した評価法に関する研究, 北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科 博士論文, 2002
- [10] 藤林 由紀, 電子教材評価のための AHP 階層図の設計法に関する研究, 北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科 修士論文, 2003
- [11] 野嶋 栄一郎他, 教育工学事典 (日本教育工学会編) p.87-90, 実況出版, 2000

- [12] 小松 秀圀他, 教育工学事典 (日本教育工学会編) p.100-103, 実況出版, 2000
- [13] 本勢 章人, 遠隔講義における利用者満足度の評価支援システム, 北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科 修士論文, 2004
- [14] 木下 栄蔵, 入門 AHP, 日科技連出版社, 2000
- [15] JJREX, <http://www.jaist.ac.jp/>
- [16] SOI Asia, <http://www.soi.wide.ad.jp/soi-asia/about/index-j.html>
- [17] G.Booch, J.Rumbaugh, I.Jacobson, Unified Modeling Language Semantics and Notation Guide 1.0, Rational Software Corporation, San Jose CA, 1997
- [18] 統計科学のための電子図書システムの Web ページ, <http://www.sci.kagoshima-u.ac.jp/ebsa/>
- [19] 桶井 良幸, 桶井 貞美, 図解でわかる多変量解析 p.112-164, 日本実業出版社, 2001
- [20] 浦上 昌則, 論文を読むために必要な統計知識, <http://www.nanzan-u.ac.jp/urakami/pdf/vol1.pdf>
- [21] 小杉 考司, 因子分析法について, <http://www002.upp.so-net.ne.jp/kossun/>
- [22] 大村 平, 評価と数量化のはなし, 日科技連出版社, 1995
- [23] 大村 平, 統計解析のはなし 日科技連出版社, 2000
- [24] 水野 りか, 大下 眞二郎, 画像情報ネットワーク・システムを用いた遠隔教育でのインターネット併用の効果と可能性, 教育システム情報学会, 教育システム情報学会誌 Vol.17 No.1 pp.30-pp.40, 2000
- [25] 布施 雅彦, 湊 淳, 小澤 哲, ビデオオンデマンドとウェブデータベースを利用した相互・自己評価システムの開発, 教育システム情報学会, 教育システム情報学会誌 Vol.19 No.4 pp.206-pp.211, 2002
- [26] 望月 俊夫, 中原 淳, 山内 祐平, 西森 年寿, 松河 秀哉, 一色 裕利, 松浦 匡, 朝川 哲司, 八重樫 文, 加藤 浩, 教室の授業と連携した e-Learning とその評価分析, 教育システム情報学会, 教育システム情報学会誌 Vol.20 No.2 pp.132-pp.142, 2003
- [27] 大倉 孝昭, 授業機会の補償を目指した e-Learning システムの開発と実践, 教育システム情報学会, 教育システム情報学会誌 Vol.20 No.2 pp.151-pp.159, 2003
- [28] 村上 正行, 八木 啓介, 角所 考, 美濃 導彦, 受講経験・日米受講習慣の影響に注目した遠隔講義システムの評価要因分析, 電子情報通信学会, 電子情報通信学会論文誌 Vol.J84-D-I No.9 pp.1421-pp.1430, 2001

- [29] 藤木 卓, 室田 真男, 清水 康敬, 画像情報ネットワーク・システムを用いた遠隔教育でのインターネット併用の効果と可能性, 教育システム情報学会, 教育システム情報学会誌 Vol.20 No.3 pp.265-pp.273, 2003
- [30] 北垣 郁雄, 情報教養コース「概念図の表現スキル」開発, 教育システム情報学会, 教育システム情報学会誌 Vol.20 No.3 pp.333-pp.338, 2003
- [31] 藤木 卓, 室田 真男, 清水 康敬, 画質の客観的評価値を用いた DV 動画による遠隔講義環境の検討, 教育システム情報学会, 教育システム情報学会誌 Vol.22 No.2 pp.89-pp.99, 2000
- [32] 三浦 元喜, 國藤 進, 志築 文太郎, 田中 二郎, デジタルペンと PDA を利用した実世界志向インタラクティブ授業支援システム, 情報処理学会, 情報処理学会論文誌 Vol.46 No.9 pp.2300-pp.2310, 2005

付録資料 A

「コンポーネント技術とミドルウェア」 (組み込み大学院)の質問紙調査項目

- 学習者の行動を [内容理解・内容記録・状況把握・発表・質疑応答],
- 教授者の行動を [学習者の状況把握・他講義室の状況把握・説明（口頭・資料・板書）・質疑応答・発問],
- TA の行動を [学習状況の把握・他講義室の状況把握・解説（口頭・資料・実演）・学習状況の申告・質疑応答]

とし、質問紙項目を設計.

学習者用質問紙項目

- 遠隔講義経験について
 1. 今回の講義はどこで受講しましたか. [記述]
 2. 今まで、今回の「コンポーネント技術とミドルウェア」に関する講義を受講したことがありますか. ある場合は、受講した講義の概要をお書き下さい. [Yes/No]
[記述]
 3. 今まで、多地点で同時に行われる遠隔講義を受講したことはありますか. [Yes/No]
”Yes”とされた方のみ、以下の (a)～(d) にお答え下さい.
 - (a) 以前受講した遠隔講義は、何回ぐらい受講しましたか. [1～3回, 4～7回, 8回以上]
 - (b) 以前受講した遠隔講義は、いつ、どこで受講しましたか. JAIST 入学 [前/後] に [学習塾/企業/JAIST(田町・八重洲キャンパス含む)/JAIST 以外の学校/その他 [記述]]
 - (c) 以前受講した遠隔講義は、どのような環境で行われましたか. [1人1台のPCを通じて/数人で1台のPCを共有して/教室でスクリーンに映されたものを見て/その他 [記述]] 受講
 - (d) 以前受講した遠隔講義と比較して、今回の遠隔講義システムに満足している

か。また、その理由をお書き下さい。 [Yes/No] [記述]

カメラ映像 (左右) PPT 映像 (PC モニタ) 音声

● 教授者に対して行われる行動

- － 教授者の口頭説明についてカメラ映像 (左右) 音声
 1. 理解する上で役立った
 2. 疲れた
 3. 講義の緊張感に効果があった
- － 教授者の資料を用いた説明についてカメラ映像 (左右) PPT 映像 (PC モニタ)
 1. 理解していて疲れた
 2. 緊張感があった
 3. 理解する上で役立った

- － 教授者の板書を用いた説明についてカメラ映像 (左右)

今回の講義で、教授者の板書を用いた説明はありましたか。 [Yes/No]

”Yes”とされた方のみ、以下の6項目にお答え下さい。

1. 理解していて疲れた
2. 緊張感があった
3. 理解する上で役立った

- － 教授者の説明を受けていて、困ったことなどがあれば、記入して下さい。 [記述]

例:カメラで撮影している画面に映った文字を記録しようとしたが、すぐに違う箇所を映したので、記録できなかった。

例:映像と音声にずれなどの乱れが生じ、受講しづらかった。

- － 教授者との質疑応答についてカメラ映像 (左右) 音声
 1. 質疑応答は疲れた
 2. 質疑応答は緊張感があった
 3. 質疑応答は役立った
 4. 教授者との質疑応答時に困ったことなどがあれば、記入して下さい。 [記述]

例:質問するのにマイクが手元になく、質問するまでに時間を要した。

例:質問内容を教授者が把握しているかわかりづらく、質問しづらかった。

● 他の学習者に対して行われる行動

- － 他の講義室の他の学習者との質疑応答や相談などのやりとりについて
今回の講義で、やりとりする機会がありましたか。 [Yes/No]

”Yes”とされた方のみ、以下の3項目にお答え下さい。

1. やりとりは疲れた
2. やりとりは緊張感があった
3. やりとりは役立った

- － 他の学習者との質義応答などのやりとり時に困ったことなどがあれば，記入して下さい． [記述]

例:質問するのにマイクが手元になく，質問するまでに時間を要した．今後は手元に何本か置いておいて欲しい．

例:質問内容を他の学習者が把握しているかわかりづらく，質問しづらかった．他の学習者に質問時は，画面に該当する学習者の様子を映して欲しい．

- 他の講義室に対して行われる行動

- － 他講義室でのやりとりについて

1. 講義内容を理解するのに疲れた
2. 講義内容を理解するのに緊張感があった
3. 講義内容を理解するのに役立った
4. 状況を把握するのは疲れた
5. 状況を把握するのは緊張感があった
6. 状況を把握するのは役立った
7. 他講義室でのやりとりを視聴していて，困ったことなどがあれば記入して下さい． [記述]

例:ひとつの講義室でやりとりが行われ，カメラに映らない内容の話は理解しづらかった．今度からは，他講義室の者にもわかりやすいよう，指示代名詞は使わないで欲しい．

- － 成果などの発表について

今回の講義で，成果などを発表する機会がありましたか． [Yes/No]

”Yes”とされた方のみ，以下の4項目にお答え下さい．

1. 発表するのは疲れた
2. 発表するのは緊張感があった
3. 発表するのは役立った
4. 発表時に困ったことなどがあれば，記入して下さい． [記述]

例:視聴者側の様子がわからず，発表しづらかったので，視聴者側の画面を用意してもらえばよかった．

- 感想について

今回，リアルタイムで行われる遠隔講義を受講しての感想を記入して下さい． [記述]