

遠隔教育環境における高臨場感の実現に関する検討

西原 功^{*1}、中野 慎夫^{*1}、浅倉 剛^{*2}、鳥山 朋二^{*3}、島村 和典^{*4}、
加藤 寛治^{*5}、日比野 靖^{*6}、黒田 卓^{*7}、山西 潤一^{*7}

^{*1}富山県立大学、^{*2}西日本電信電話(株)、^{*3}日本電信電話(株)、^{*4}高知工科大学、
^{*5}通信・放送機構、^{*6}北陸先端科学技術大学院大学、^{*7}富山大学

〒930-0311 富山県射水郡小杉町黒河 5180 富山県立大学工学部電子情報工学科 中野研究室

Tel:0766-56-7500(内 469) Fax:0766-56-8025

E-mail : saibara@pu-toyama.ac.jp

近年のネットワークの高速化に伴い、大量のデータ伝送を伴う動画像伝送が容易に実行可能となっている。一方、質の良い講師による講義を求める学生は場所を問わず発生しており、遠隔地に居ながら臨場感の高い講義を受けたいという要求は高まっている。このような状況下で、簡単な構成により臨場感のある遠隔教育の実現が望まれている。本研究では、複数地点を結び簡易に構築可能な遠隔講義のうち、特に3地点を結んだ場合について検討する。また、講義内容についても、講師を挟んだ生徒間の討論を中心に行うような大学院の講義を想定する。このような状況の中で、現実の講義に比べて劣る部分に対し、より高い臨場感を得るようになるための技術方法について検討する。

The research for high virtualty of multi-point distance education system

NISHIHARA Isao^{*1}, NAKANO Shizuo^{*1}, ASAKURA Tsuyoshi^{*2},
TORIYAMA Tomoji^{*3}, SHIMAMURA Kazunori^{*4}, KATOU Kanji^{*5},
HIBINO Yasushi^{*6}, KURODA Takashi^{*7}, YAMANISHI Junichi^{*7}

^{*1}Toyama Prefectural University, ^{*2}Nippon Telegraph and Telephone West Corp.,

^{*3}Nippon Telegraph and Telephone Corp., ^{*4}Kochi University of Technology,

^{*5} Telecommunications Advancement Organization of Japan,

^{*6}Japan Advanced Institute of Science and Technology, ^{*7}Toyama University

Nakano Lab., Faculty of Engineering, Toyama Prefectural University

Kurokawa 5180, Kosugi-machi, Imizu-Gun Toyama 939-0398, Japan

Phone: +81-766-56-7500 (ext. 469) Fax: +81-766-56-8025

E-mail : saibara@pu-toyama.ac.jp

We have searched the system that makes us communicate remotely and experience high virtuality in situation of education. In this research, we have searched more better position and size of cameras, screen shot, seats for students, and so on. It has high virtuality to students. But it feels that one does not belong in communication in teacher and students. We discussed how to reduce a sense of incompatibility. Thus, we the performance of parameters for high virtuality, in using picture and sound situation.

1 はじめに

近年、広帯域で高速なネットワークの普及により、動画像データの送受信が容易にできるようになった。現在、この広帯域ネットワークを用いたリアルタイム性、双方向性のある遠隔コミュニケーション等の研究が盛んに行われている。

一方、大学などにおける教育環境において、幅広く質の良い講義を受ける手段が乏しくなってきた。そのため、1人の優秀な講師が多数の生徒、特に遠隔地に居る生徒にも対して講義を行う事が求められている。このような遠隔講義形態において、衛星を使った画像伝送などを用い、サテライト講座等の形ですでに実用化されているものもある。しかし、現状においては講師が一方的に内容を伝えるのみであり、講師が遠隔地に居る生徒の反応を見ながら授業を進める事は不可能であり、講師と生徒間のコミュニケーションはもとより生徒間同士のコミュニケーションも取れない状態となっている。

本研究では、多地点間における遠隔通信を確立させ他地点の人間があたかも近くに存在し、お互いにコミュニケーションを取る事が可能となるような臨場感の高い遠隔講義システムの構築を図る。また、実空間に限りなく近い状況を作り出す事が物理的に不可能な部分に関しては、現実性より対面性に着目することにより、実空間の再現によらない臨場感を高める配置法の検討を行う。

2 配置法

著者らのグループでは以前より、多地点間の遠隔講義システムの構築に関する研究、実験を行っている[1, 2, 3]。今回の研究においては、3地点以上の多地点間を結ぶ講義のうち、従来行ってきた2地点間のものに対する次のステップとして、特に3地点における形態について検討する。

これまでの研究[1]において、カメラ、ディスプレイ、座席の配置等に関する配置法については以下の2通りに分類される[2]。

- 生徒同士がほぼ正面に配置された Face to

face 配置法 (以下、Face 配置と表記)

- 生徒同士を横に配置した Side by side 配置法 (以下、Side 配置と表記)

3地点間の遠隔講義についてこれら2種類の配置法を具体的に示したものを図1に示す。

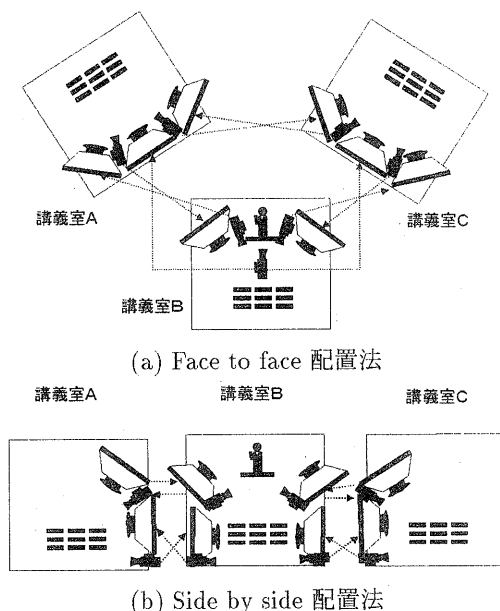


図 1: 配置方法

まず、この2種類の配置法それぞれについて実際にシステムの構築を行い、これらの遠隔授業が実空間に全員が1ヶ所に集まっている場合に比べてどの程度違和感が無いかについて主観評価を行った。評価にあたっては、それぞれの配置法において実際に講義を行い、講義終了後に23項目について、5段階評価(良い:5-悪い:1)を行った。実験に参加した延べ11人に対して行った評価の平均値を表2に示す。

まず2種類の配置法を比較した場合、Side配置が良くなる要素として、講師-生徒間の対面性が挙げられる。しかしその優位性はごくわずかであり、全体としてFace配置の方が良いという結果となった。これは、Side配置が良いとされた2地点での結果[1]とは異なっている。理由

表 1: 各配置法における評価結果

配置法	Face 配置	Side 配置
講師-生徒間の 対面性	3.1	3.2
生徒同士の 対面性	3.6	2.8
総合評価	3.7	3.3

としては、特に生徒間のコミュニケーションにおいて、3 地点の両端の部屋に居る生徒の対面性が著しく損なわれているためと思われる。

また、今回の検討においては、主に大学院において生徒間が討論し合うような授業を想定している。そのため、生徒間のコミュニケーションの方が講師と生徒のコミュニケーションより重要であると考えられ、両端の生徒間のコミュニケーションが取りにくい Side 配置よりは Face 配置の方が望ましい。この結果を元に、本研究では以後 Face 配置についてのみ扱う。

3 Face 配置における問題点

Face 配置を用いた場合、全体としての評価は良いものの、その中には様々な要素があり、特にコミュニケーションを取るのに障害となったり、現実空間とのずれを感じたりといった事が生じる。前節のアンケートにおいて、特に評価の低かったものを表 2 に示す。

これらの評価の悪かった項目をまとめると以下ようになる。

- 講師に関する対面性
- 他地点の生徒に関する対面性
- 3 つの教室の空間的な繋がり

本研究ではこれらの要素それぞれについて改善を試みた。

3.1 講師に関する対面性の検討

今回検討する配置法においては、生徒間同士のパスを重視したため、講師と生徒間のパスは

実空間とは一致しない矛盾した状況となる。例えば、図 1(a)において、講義室 A にいる生徒から見た場合、講義室 B に居る生徒は実空間的には講師の右後ろに居るように見える事になる。従って講師が講義室 B に居る生徒に指示する場合、講師は左後ろを指さなければならない。しかしこの時、講義室 B に居る生徒は講師映像を見ているため、画面上では左後ろを指す事になり、自分が指されているようには見れない状態が発生する。

このような問題の解決のためには、仮想空間そのものを実空間と同じように変更するか、仮想空間の中で実空間では有り得ない状況をもって臨場感の高い状況を作り出すかの 2 点が考えられる。

しかし前者の解決法を採用した場合、最初から講師の後ろ姿を講義室 B の生徒に見せなければいけない事になり、スムーズな講義が行えるとは言いがたい。従って、後半の解決法を採用するしかなく、実空間としてみなした場合講師の存在に矛盾が存在する事を前提とした上で、何らかの手法によって臨場感を高める方法が求められる。

ところで、実空間においても多人数の生徒が収容されるような大講義室の場合、後方に居る生徒が見聞きしやすいように講師の拡大映像を前面の巨大画面に掲示したり、生徒との質疑応答の際にはマイク等を用いて音声を拡大したりといった事が恒常的に行われている。

今回の実験のような仮想空間上でも、擬似的にこれらと同様の事を行う事によって、実空間性は損なわれるが臨場感を高める事が可能であると考えられる。具体的には講師に関しては以下の対応策が考えられる。

1. 講師の映像を大きく生徒に表示する。
2. 講師用のカメラの近くに講師が見るための生徒映像の表示を行う。
3. 講師が操作する遠隔カメラを各教室に配置する。

表 2: 特に評価の低かったアンケート項目

アンケート項目	評価値
講師がどこを見ているのかよく分かった	2.1
3つの教室が空間的に繋がっている感覚があった	2.3
講師や他生徒の会話の中に声をかけて割り込む事ができた	2.4
話している両者(生徒-生徒)の様子がよく分かった	2.7
遠隔地に居る生徒の位置、位置関係が良く分かった	2.7

1. の手法は、先に大講義室において講師映像を大きく表示する事により、実空間としてはそのまま拡大表示した状態と同様に見せる事で、講師の存在する位置が実空間上に矛盾が生じていても、違和感無く講師の話を聞く事が出来るようにするものである。

2. の手法は、講師がどの講義室の生徒を見たとしても正面を向く事になり、講師と生徒間の視線が一致し、違和感を感じさせなく出来る。しかし、逆に講師がどの地点の生徒を見ても正面を向く事になり、講師が自分ではなく他地点を見ていたとしても自分を見ていると感じさせるという欠点が生じる。

3. の手法は、遠隔操作の可能なカメラを講師が居る講義室以外の全ての講義室に配置し、これを講師によって操作させるものである。そして、講師映像の代わりにカメラの向く方向によって講師の注視方向を代用させる。この手法によれば、講師そのものをカメラによって代用するため、現実感を損なうが、講師の注目している対象は容易に理解できるのでコミュニケーションとしてはスムーズにいくものと考えられる。

3.2 生徒同士の対面性についての検討

今回検討する配置法においては生徒同士のパスについては、概ね良い評価となっている。しかし、遠隔講義のためにカメラで一度撮影して画面に表示させているため、現実空間に存在する場合に比べると臨場感が劣る部分があると考えられる。この臨場感が欠ける理由として、以下の2点が挙げられる。

1. 他地点同士の会話を傍観する時の対面性が欠ける
2. 他の教室との空間の繋がりが感じにくい。

まず、生徒同士の対面性について検討する。遠隔3地点の中で討論などを行う場合において、ある2地点間で交わされている会話を残りの1地点が傍観するといった状況がしばしば発生する。この時、傍観している側から見て、残りの2地点がお互いを向き合っているかどうか感じる感覚について、必ずしも実世界の場合とは一致しない。これは、画面を表示する装置の配置やカメラ配置などの微妙なずれにより生じるものと考えられる。

これについては、より実空間に近づけるように配置を厳密に決定するか、逆に理想的な場合に比べどの程度のズレまでが感覚的に許容範囲内であるか測定し、その限界を探る事によって解決可能であると考えられる。

4 高臨場感を得るための実験

以上に述べたように、臨場感を増すために様々な手法が考えられるが、ここでは以下のものについて実際に実験を行った。

- 講師映像の大きさ
- 他地点の生徒映像の配置
- 他地点の生徒映像のためのカメラ位置

以下、この章ではそれぞれの実験の概要とその結果について述べる。

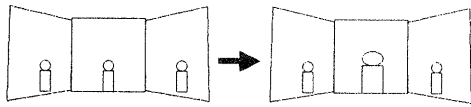


図 2: 講師映像の大きさに対する改善点

4.1 講師映像の大きさの拡大

今回は、3.1節に述べた改善法のうち、1番目の講師映像の拡大について実際に実験を行った。実験の概要を図2に示す。

実際に実験を行った結果、以下に示す効果が確認された。

- 講師の存在感が増大し、よりスムーズな講義を行う事ができた。
- 自分達が議論に割り込む場合を除いては、話者の映像を大きくする効果は確認できた。

4.2 画面の角度の変更

次に、画面の角度に関する実験を行った。これは、他の2地点の様様を見る場合に、図3に示す画面の角度によって臨場感にどの程度差が生じるかを検討するものである。

実験の概要を図3に示す。講義の最中に、図に示す両端の画面の成す角度を変更し、それぞれの角度についての評価を行った。この実験においては、画面自体の大きさは画面中の人間が等身に投影される大きさとなった縦1.4m、横1.8mで固定し、純粋に角度のみを変更して行った。

今回の実験においては、被験者を9人配置し、9人それぞれに対し60,90,120度の3つの角度について物理的、感覚的、総合的それぞれについて5段階評価を行った。その結果を表3に示す。総合的については、3つの角度に順位を付けてもらい、1位を5、2位を3、3位を1として平均値を計算した。

物理的な評価と感覚的な評価で見ると60度が悪く90,120度にはさほど差は無いが、総合的に評価すると90度が最も良い評価となった。実空間と全く同じと見なせるという意味で、物理的な評価は60度が最も良くなると予想され

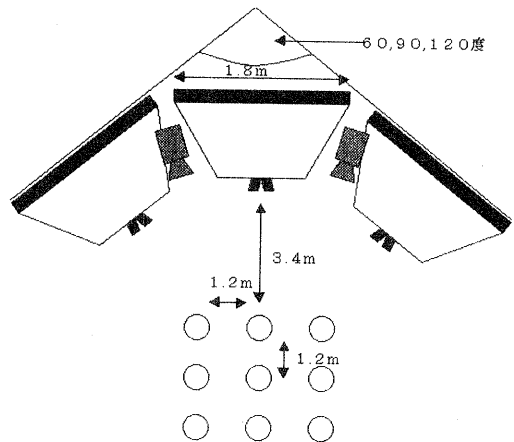


図 3: 画面の角度に関する配置

たが、そうはならなかった。この原因としては、60度という角度自体が狭すぎて視野角が狭まり、没入感が薄れたために評価が下がったものと思われ、今後より大きい画面での実験を検討する必要があると思われる。

4.3 生徒画面の高さの変更

遠隔地に居る生徒映像について、従来は膝の位置より上に画面を設置して表示していたものを地面より上に表示するように変更した。この事により、地面の連続性が認識し易くなり、こちらの空間と相手の空間の連続性に関する感覚が増すのではないかと考える。

実際にディスプレイ位置を地面まで下げた構成での実験を行った所、以下に示す効果が確認された。

- 講義中に生徒が立ちあがったり多少歩いたりしても足元が見えるために良く認識

表 3: 画面角度に対する評価結果

角度	評価値		
	物理的	感覚的	総合
60度	3.5	3.7	1.2
90度	3.8	4.1	4.6
120度	3.8	4.0	3.2

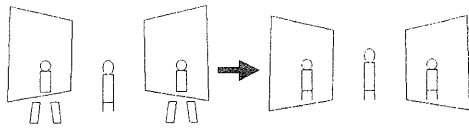


図 4: 画面の位置に対する改善点

でき、生徒の行動の自由度が増す。

- 後方にいる生徒に関しても立ちあがって貰う事で良く見えるようになったため、臨場感が向上した。

5 考察

講師映像の大きさに関しては、等身大より大きく表示する事により講師の存在感の大きさを強調する事が可能となった。このため、生徒に対して講師の存在感を強調する事にもなり、良い効果となっていた。これは、大きい講義室で前面の画面に講師を大きく映し出す事とほぼ同等の効果であるとみなせる。また、大きく表示する事により相対的に解像度が良くなり、細かい顔の表情などが見易くなる。このためにその分コミュニケーションが取りやすくなったという点も挙げられる。

画面の角度に関しては、今回の実験においては 90 度近辺に最適な角度が存在するという結果が得られた。また、設置の容易さとも考え合わせると、設置角度は 90 度に固定することが望ましいと考える。しかしながら、理想的な場合である 60 度とは異なる結果であるため、実空間とのずれを低減させる事が今後の課題となる。

画面の位置に関しては、画面を地面までつける事により、地面の繋がりが視覚的に見え、こと向こうが繋がっているように見る感覚が向上された事が認められた。しかしこの事によりどの程度向上したのかは、心理的な要素を含むために数値化する事は困難であった。

最終的には心理的な要素が含まれると考えられるため、今後、その方面での専門家の協力を仰ぎ、さらに詳細に実験、検証する必要があると考えられる。

6 おわりに

本研究では、3 地点の遠隔講義システムにおいて、生徒同士のディスカッション型講義を想定した。そしてこのような目的のために最適であると思われる Face 配置についてその利点と共に問題点となる要素をいくつか検証し、それらについての改善策についていくつか検討を試みた。

今後の予定としては、今回実験で実現されなかった改善策について検討、実験を進める事、さらにより良い臨場感を得るための改善策を検討し、実現に向けていくことが挙げられる。

参考文献

- [1] 石黒智則、中野慎夫、河島君知、黒田 卓: “高臨場感遠隔教育システムの構成法の一検討,” 信学技報, MVE98-102 (1999-03)
- [2] 浅倉 剛、黒田 卓、山西潤一、神田敏克、島村和典、日比野靖、中野慎夫: “高臨場感映像伝送技術を用いた多地点間遠隔教育システムの構成法に関する検討,” 2000 年映像情報メディア学会年次大会, 12-1 (2000-08)
- [3] 新井 聡、鳥山朋二、黒田 卓、山西潤一、加藤寛治、島村和典、日比野靖、中野慎夫: “多地点間遠隔教育に適したシステム構成要素の配置法に関する研究,” 2000 年映像情報メディア学会年次大会, 12-2 (2000-08)
- [4] 山崎 誠央、西原 功、中野 慎夫: “3 地点間遠隔講義システムの構築,” 2000 年電気系学会北陸支部連合大会 (2000-09)