

卒業論文

裸眼3D視線一致型テレビ会議システムによる
大学間交流学習について

谷田貝ゼミ

幼児教育学科第一部

2年 24-542 渡邊 光

目次

P 3.はじめに

P 4.研究方法

P 6.身体への影響

P 7.研究内容

① 35項目アンケートによる研究

② 38項目アンケートによる研究

P 17.まとめ

P 18.引用・参考文献

1、はじめに

近年、スマートフォンの普及が進み、インターネットを通じて遠隔地同士の相手とのコミュニケーションを手軽にとれるようになってきている。とくにテレビ電話はインターネット端末の普及とともに若者に必要とされ、それに応えるように機能が多彩化してきている。しかし従来の視線不一致型テレビ会議システムでは、通信カメラがモニタの中央にない構造をしているため通信相手と視線を一致させたコミュニケーションをとることができないができない。

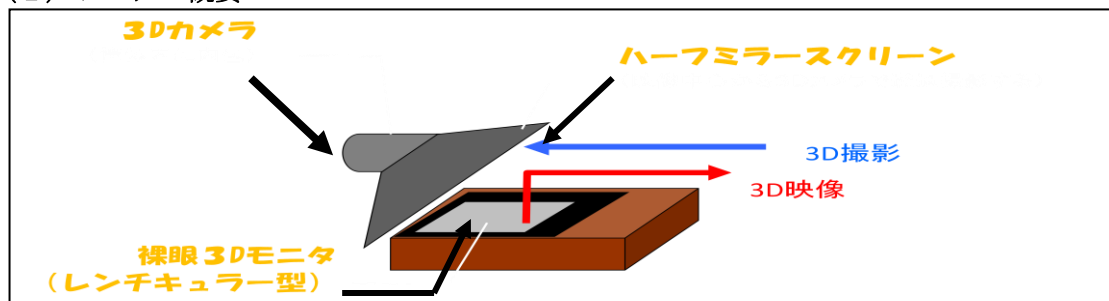
しかし、今後テレビ会議システムの復旧が進み、学習・教育活動に活用されると考えられる。そこで、対面により近い環境の中でテレビ会議システムを使用し、交流学习を行えないかと考えた。

以上のことから、対面の状況に近いテレビ会議システムでの交流学习実現のために視線一致のシステムまた、3Dカメラ、モニタを使用して研究を行うとした。

また、2D視線一致、3D視線一致、現行のテレビ会議システム（視線不一致2D）、対面の4つのテレビ会議システムを用いた快適な学習環境がどのようなものであるのかという調査・研究を行う。

2. 研究方法

(1) システム概要



(図1：システム概要)

「裸眼 3D 視線一致型テレビ会議システムの実現」、日本教育工学会第 29 回全国大会講演論文集、2013 年より

図1は実験を行った際のシステムの構造である。3Dカメラは筐体内に内包されている。ハーフミラースクリーンを使用し、映像中心から3Dカメラで透過撮影を行う。映像中心からカメラで透過撮影を行うことにより、ハーフミラーを見ながら画面に映る通信相手と視線を合わせながら会話を行うことができる。そして裸眼3Dモニターにはレンチキュラー型を今回は採用した。3Dカメラ・ハーフミラースクリーン・裸眼3Dモニターがあることにより、カメラへのストレスを軽減(=撮られる意識の軽減)、視線を一致させる環境、相手の視線の方向を理解(=ゲイズアウェアネス環境)、奥行きを出す(=空間認知環境)の4つの効果が得られる。

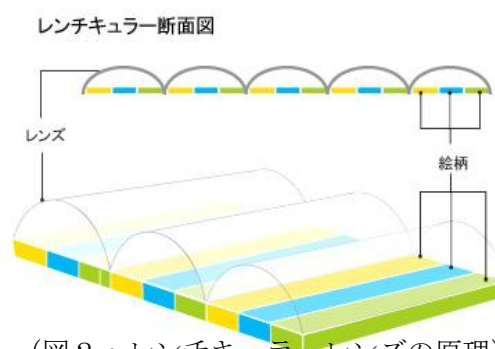
(2) レンチキュラー方式

今回使用した3Dモニターの「レンチキュラー方式」とは、3Dメガネを使用しないで裸眼で立体のものを見ることが可能となる方式のこと。レンチキュラーという細かいカマボコ型のレンズを貼り付けたフィルター(図2参照)を画面や写真の表面に装着する事により、映し出す映像が左右の眼それぞれに分かれて届く。

レンチキュラー型のモニターでは裸眼で立体に映像見ることが可能であり、映像が明るい。

何故明るいかということ、レンチキュラー型はもう一つの裸眼で3Dを見ることが可能なパララックス型という格子型と比べてレンズで光を集められる為である。

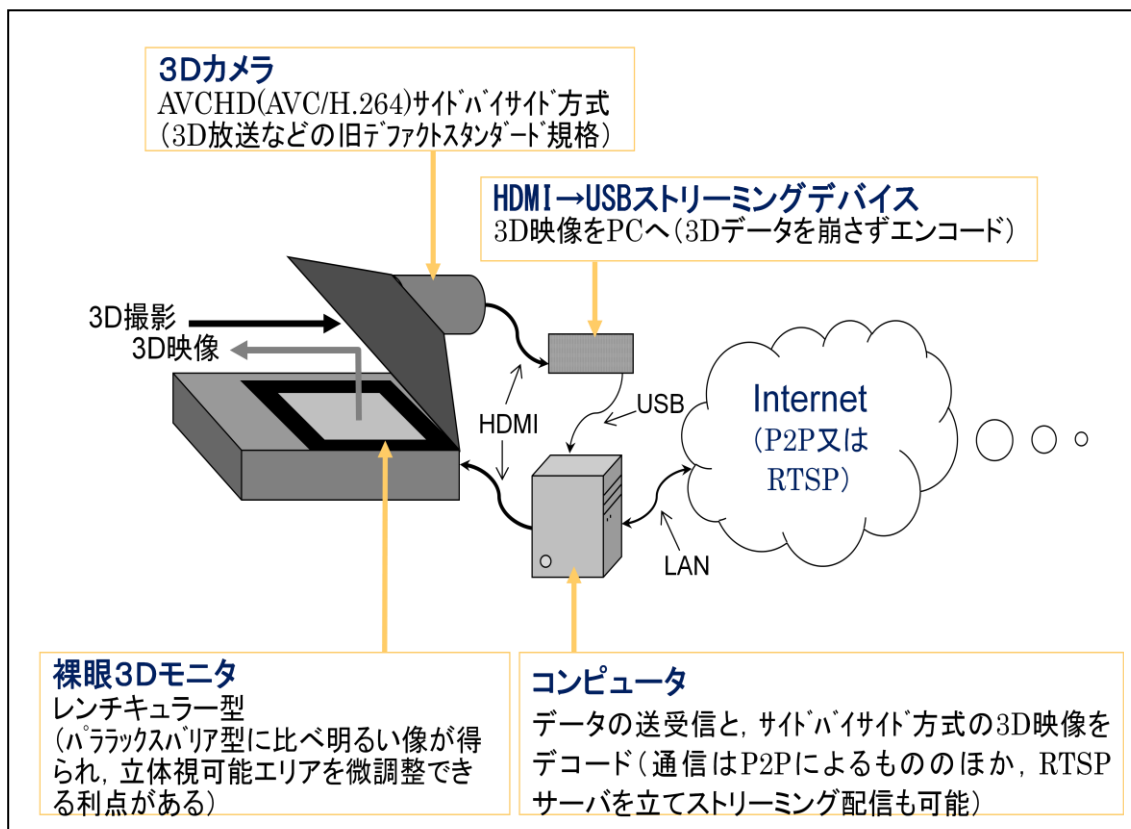
しかしこの方式ではモニターを特定の場所からでしかきれいな立体映像を見ることができないことがマイナスポイントである。またレンチキュラー方式は定規やカードなどで立体に見えたり、絵柄が変わったりするおもちゃと同じ原理である。



(図2：レンチキュラーレンズの原理)

レンチキュラーの仕組みと構造・清水産業株式会社より

(3) 3D映像の通信概要について



(図3：3D映像の通信概要)

「裸眼 3D 視線一致型テレビ会議システムの実現」、日本教育工学会第 29 回全国大会講演論文集、2013 年より

図3は3D映像の通信概要について図にあらわしたものである。以下はその説明とする。
3Dカメラは3D放送などの旧デファクトスタンダード規格であるAVCHD(AVC/H.264)サイドバイサイド方式を利用。サイドバイサイド方式とは、左右両チャンネルの情報を1チャンネルに圧縮して伝送する方式で画像の縦方向を半減し左右の画像を1画面に映し出すことである。
HDMIからUSBデータに変換するストリーミングデバイスは、ビデオ映像をコンピュータにとりこむ変換している。コンピュータでの動画通信はP2P(1対1の通信)によるもののほか、RTSPサーバを立てストリーミング配信(1対多数の通信)も可能。
ストリーミング配信とは、コンサート中継などをリアルタイムで見開きすることができることと同じことである。裸眼3Dモニターはレンチキュラー型を使用している。

2、身体への影響

(1) 3Dテレビを視聴するにあたっての 身体への影響

一時的な視力機能の低下などのような疲労であり、刺激終了後は時間経過と共に自然回復する眼の疲労の「眼疲労」や、一時的ではなく、刺激終了後も継続的に中枢処理・行動系も含む機能低下を引き起こす症状が残る眼の疲労の「眼精疲労」の2つがる。

3Dテレビを視聴するにあたっての身体への影響としては

眼の症状では疲れ、痛み、ぼやけ、しょぼしょぼする、涙が出るなどがあげられまた、身体症状では肩こり、倦怠感、頭痛、めまい、吐き気などの症状があげられている。

(3Dテレビに関する検討会 最終報告書(本文) 2MB・総務省より)

(2) 裸眼3D視線一致型テレビ会議システムを視聴するにあたっての 身体への影響

「裸眼3D視線一致型テレビ会議システム」を利用し実験した際の実験後の、身体への主な症状としては、眼の症状では疲れ、ぼやけ、目の乾き、痛みを訴える学生が出た。また、身体症状では肩こり、倦怠感、頭痛、めまい、映像酔いの症状が出た。しかし、このような症状を訴える学生がいる中で特に症状の出ない学生もいた。

以上のことより裸眼3D視線一致型テレビ会議システムにも3Dテレビを視聴した際と似た症状が出るのが実験に参加した学生への聞き取り調査で明らかになった。

しかし、本研究のような裸眼3D映像については、このような調査や報告が、まだなされていない為、今後身体的な負荷を医学的側面から調査する必要があると思われる。

3、研究内容

① 35項目アンケートによる研究

(1) 35項目アンケート内容

各交流学習ごとに35項目のアンケートを実施した。

項目ごとに下記の評価を行ってもらった。

- 1 そう思わない
- 2 ややそう思わない
- 3 どちらともいえない
- 4 ややそう思う
- 5 そう思う

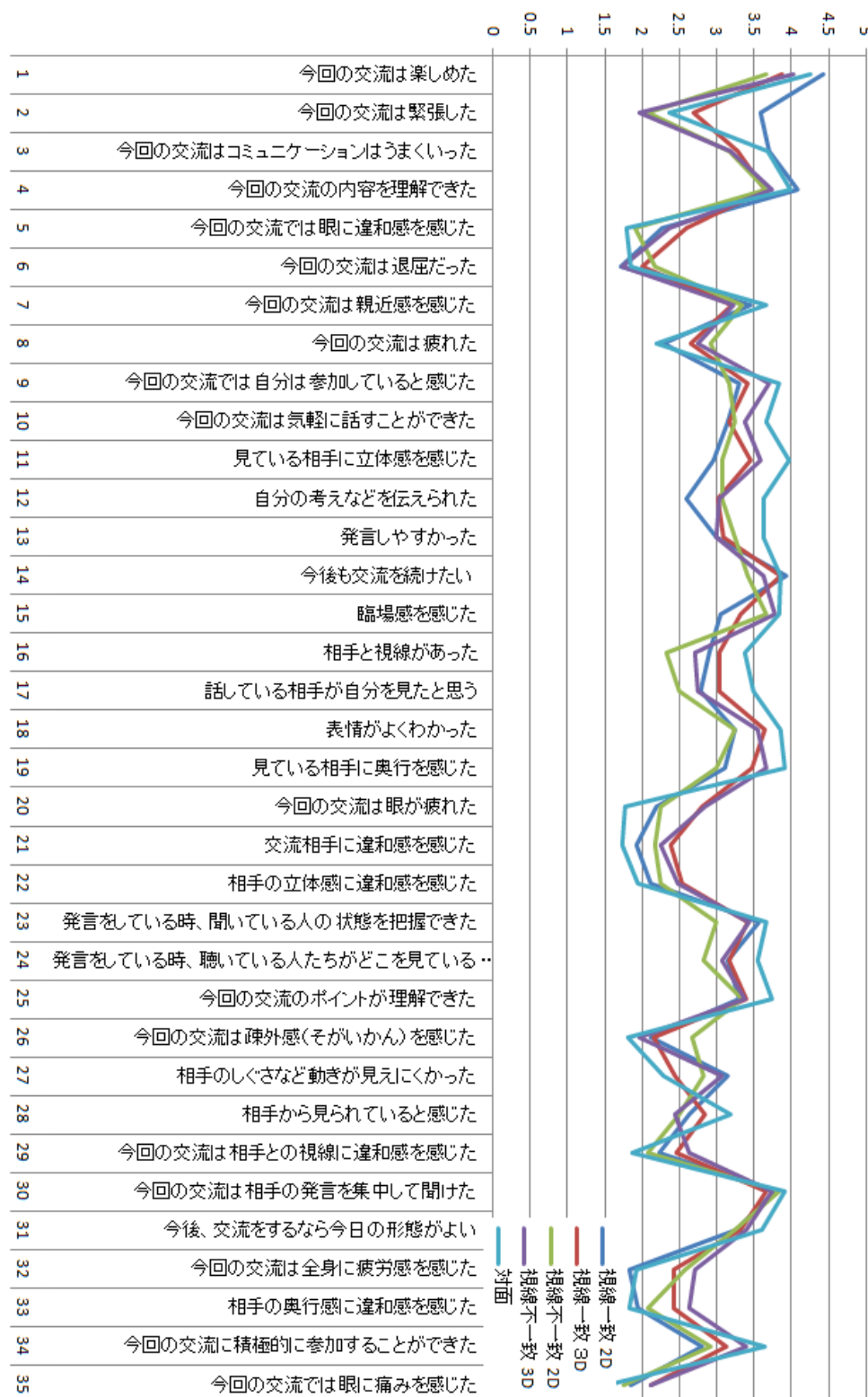
アンケート35項目は以下ものである。

1	今回の交流は楽しめた	19	見ている相手に奥行を感じた
2	今回の交流は緊張した	20	今回の交流は眼が疲れた
3	今回の交流はコミュニケーションはうまくいった	21	交流相手に違和感を感じた
4	今回の交流の内容を理解できた	22	相手の立体感に違和感を感じた
5	今回の交流では眼に違和感を感じた	23	発言をしている時、聞いている人の状態を把握できた
6	今回の交流は退屈だった	24	発言をしている時、聴いている人たちがどこを見ているのかよくわかった
7	今回の交流は親近感を感じた	25	今回の交流のポイントが理解できた
8	今回の交流は疲れた	26	今回の交流は疎外感（そがいかん）を感じた
9	今回の交流では自分は参加していると感じた	27	相手のしぐさなど動きが見えにくかった
10	今回の交流は気軽に話すことができた	28	相手から見られていると感じた
11	見ている相手に立体感を感じた	29	今回の交流は相手との視線に違和感を感じた
12	自分の考えなどを伝えられた	30	今回の交流は相手の発言を集中して聞けた
13	発言しやすかった	31	今後、交流をするなら今日の形態がよい
14	今後も交流を続けたい	32	今回の交流は全身に疲労感を感じた
15	臨場感を感じた	33	相手の奥行感に違和感を感じた
16	相手と視線があった	34	今回の交流に積極的に参加することができた
17	話している相手が自分を見たと思う	35	今回の交流では眼に痛みを感じた
18	表情がよくわかった		

(表1：35項目アンケート内容)

(2) 35項目アンケート因子分析による素データ

表2 グラフは、各交流学习ごとに35項目のアンケートを実施して出た素データである。



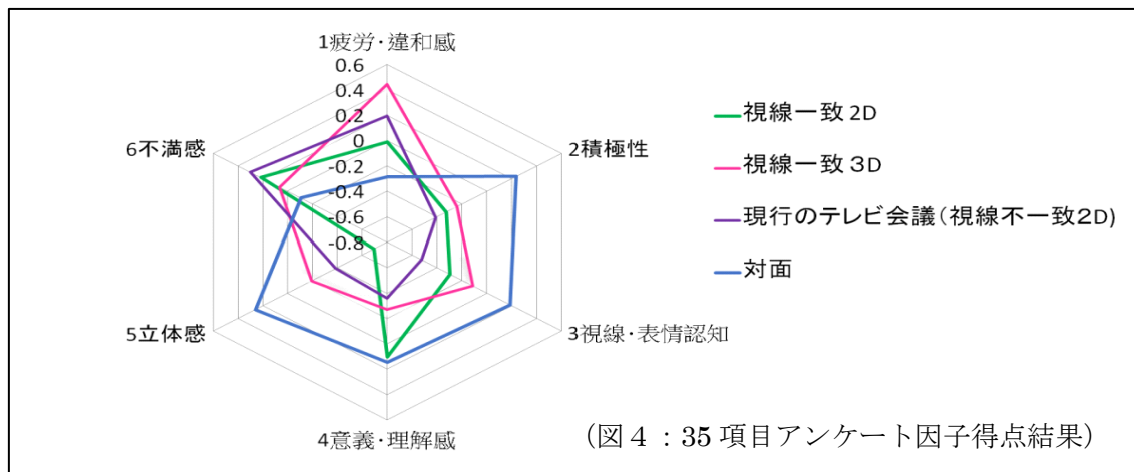
(表2：35項目アンケート因子分析による素データ)

表2の素データを主因子法・プロマックス回転解により因子分析した。

主因子法・プロマックス回転解にした理由は各項目や因子間に相関が予想されるためである。なお、因子分析の過程で項目2、項目6、項目7は因子負荷量が0.3以下でうまく因子が構成できなかったため除外した。

(3) 因子得点結果からの考察

図4は、表2の素データを因子分析結果から算出し、出た因子得点結果です。



(図4：35項目アンケート因子得点結果)

図4より各因子項目の因子負荷量の大きいものを紹介する。

疲労・違和感因子についての項目では「交流相手に違和感を感じた」「今回の交流では目が疲れた」「相手の奥行きに違和感を感じた」などの項目があった。

積極性因子についての項目では「今回の交流は気軽に話すことができた」「今回の交流では自分は参加していると感じた」「発言しやすかった」などの項目があった。

視線・表情認知因子についての項目では、「発言をしている時、聴いている人たちがどこを見ているのかよくわかった」「発言をしている時、聞いている人の状態を把握できた」「話している相手が自分を見たと思うなどの項目があった」

意義・理解感因子 知因子項目については、「今回の交流は内容を理解できた」「今回のポイントが理解できた」「今回の交流は相手の発言を集中して聞いた」などの項目があった。

立体因子項目については、「見ている相手に立体感を感じた」「臨場感を感じた」「見ている相手に奥行きを感じた」の項目があった

不満感因子項目については、「今回の交流は疎外感を感じた」「相手のしぐさなど動きが見えにくかった」の項目があった。

図4より、疲労違和感に関する因子では、対面が最も低い結果となり、何らモニタを介していないので、妥当な結果でした。他の遠隔環境では、2D視線一致<現行のテレビ会議<3D視線一致の順に疲労違和感が大きくなりました。これは、裸眼3Dモニタが大きな負荷を与えているものと考えられる。

積極性因子に関しては、対面が飛びぬけて高く、他の遠隔環境は対面に比べに多様な値だった。

視線表情認知に関する因子は、対面が飛びぬけて高く、明らかに低いのは現行のテレビ会議システムでした。2Dと3Dの視線一致型では、3Dがやや高かったです。これは、立体で映像が見られることから、目の動きなどが立体的に認識できたからかもしれない。

意義理解感に関する因子では、対面と視線一致型2Dが同程度に高い値でした。これは、3Dでは疲労感などによるマイナスの影響があるものと考えられます。また現行のテレビ会議システムでは、視線が合わない不自然さが、各交流学习の意義感や理解感を阻害したものと考えられる。

立体感に関する因子は、対面、視線一致3D、現行テレビ会議システム、視線一致2Dとなりました。極端に視線一致2Dのみが低かった理由は現時点では説明がつかなかった。

不満に関する因子は、予想通りに、対面、視線一致3D、視線一致2D、現行のテレビ会議システムの順に大きくなりました。このように、現実空間に近いほうが交流学习において、不満要因がないことが本実験で改めて解明された。

(4) 35項目アンケートを行ってのまとめ

【視線一致 3D 環境】

立体感が得られより対面に近い環境であるが、疲労感など身体負荷に関する今後の研究が必要である。現在、イトラッカーを使い視線のデータを取得し、疲労に関することを詳しく分析中である。また今後、脳波測定で行い疲労に関することをより詳しく分析する予定。

【視線一致 2D 環境】

3D に比べ立体感など劣る面もあるが、身体負荷あまり見られないことから長時間の学習に向いてる。また3D では見えるポイントが限られるが、2D ではそのようなことはない為、大人数でも学習をすることが出来ることも含め、このシステムが現在1番実用的である。

【現行のテレビ会議システム（視線不一致 2D 環境）】

視線が合わない不自然さが3D に次ぐ疲労・違和感になったものと考えられ実用的なシステムとは考えられない。

現行のテレビ会議システムではこれまでの全廃の研究でも出ていたように、視線の不自然さが疲労感や違和感を与え、学習に対する大きなマイナス要因と考えられる。

② 38項目アンケートによる研究

(1) 38項目のアンケート内容

35項目のアンケートと共に表3のようなアンケートを実施した。

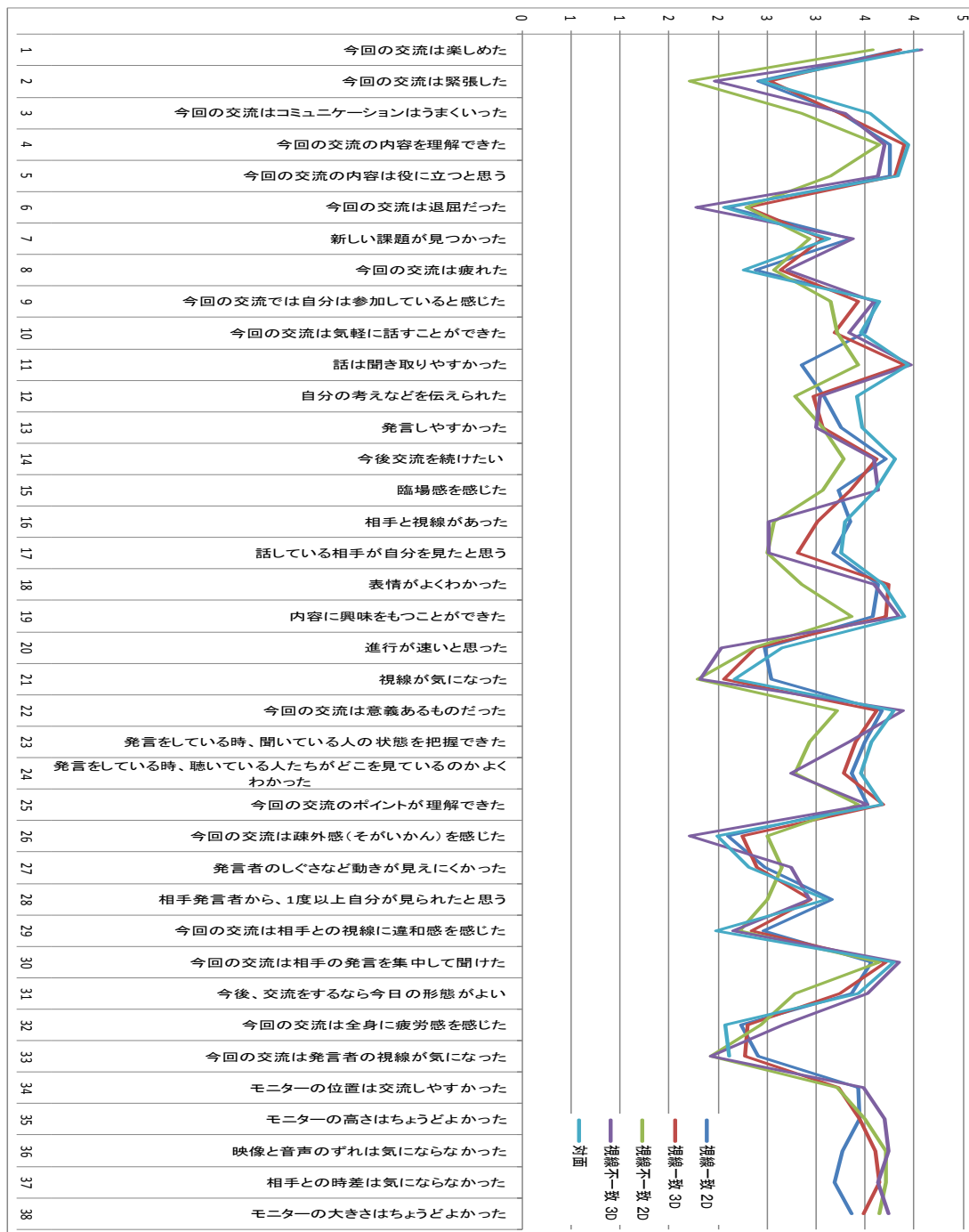
評価の仕方は35項目のアンケートと同様である。

1	今回の交流は楽しめた	20	進行が速いと思った
2	今回の交流は緊張した	21	視線が気になった
3	今回の交流はコミュニケーションはうまくいった	22	今回の交流は意義あるものだった
4	今回の交流の内容を理解できた	23	発言をしている時、聞いている人の状態を把握できた
5	今回の交流の内容は役に立つと思う	24	発言をしている時、聴いている人たちがどこを見ているのかよくわかった
6	今回の交流は退屈だった	25	今回の交流のポイントが理解できた
7	新しい課題が見つかった	26	今回の交流は疎外感（そがいかん）を感じた
8	今回の交流は疲れた	27	発言者のしぐさなど動きが見えにくかった
9	今回の交流では自分は参加していると感じた	28	相手発言者から、1度以上自分が見られたと思う
10	今回の交流は気軽に話すことができた	29	今回の交流は相手との視線に違和感を感じた
11	話は聞き取りやすかった	30	今回の交流は相手の発言を集中して聞けた
12	自分の考えなどを伝えられた	31	今後、交流をするなら今日の形態がよい
13	発言しやすかった	32	今回の交流は全身に疲労感を感じた
14	今後交流を続けたい	33	今回の交流は発言者の視線が気になった
15	臨場感を感じた	34	モニターの位置は交流しやすかった
16	相手と視線があった	35	モニターの高さはちょうどよかった
17	話している相手が自分を見たと思う	36	映像と音声のずれは気にならなかった
18	表情がよくわかった	37	相手との時差は気にならなかった
19	内容に興味をもつことができた	38	モニターの大きさはちょうどよかった

(表3：38項目アンケート内容)

(2) 38項目アンケート因子分析による結果

表4は、各交流学習ごとに38項目のアンケートを実施して出た素データである。



(表4：38項目アンケート因子分析による素データ)

表4の素データを主因子法・プロマックス回転解により因子分析した。

なお、因子分析の過程で項目2、項目31、項目1があることによってうまく因子が構成できなかったため除外した。

(3) 課題型交流・非課題型交流についての考察

表4の素データを因子分析結果から算出し、因子得点を課題型交流学习・非課題型交流学习になるようにexcelを用いてグラフにする。研究発表、ディベート、ディスカッション等を課題型交流学习とし、自己紹介、打ち合わせ、接続テスト、アイスブレイク（簡単なゲーム）、バルーンアート等を非課題型交流学习とした。

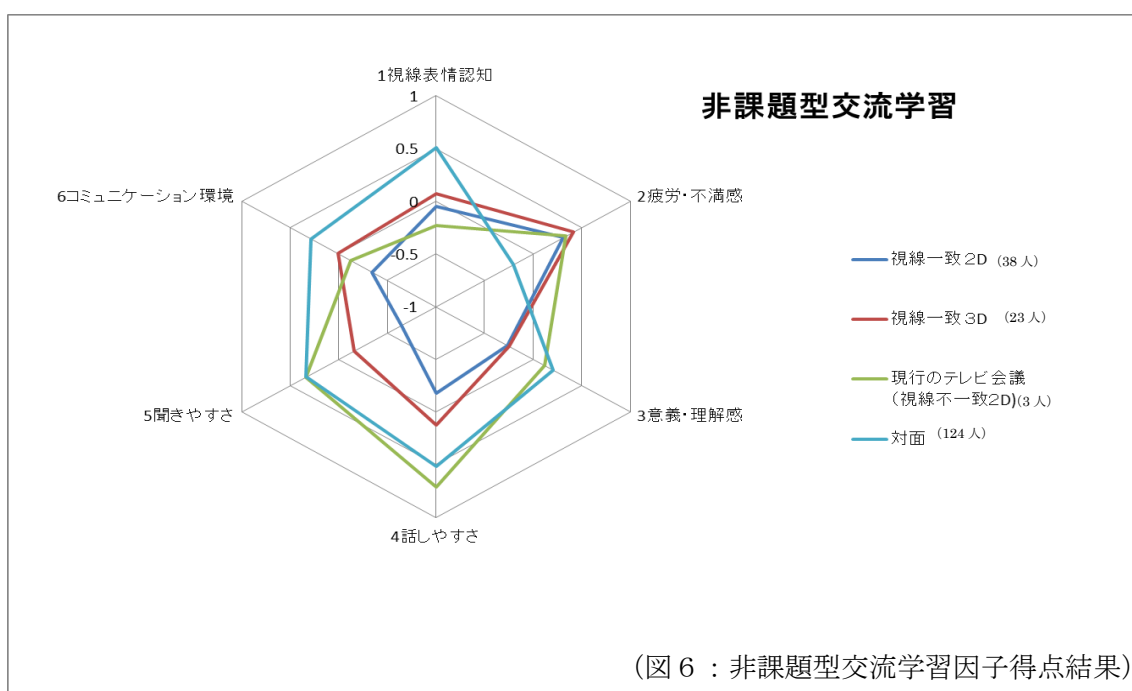
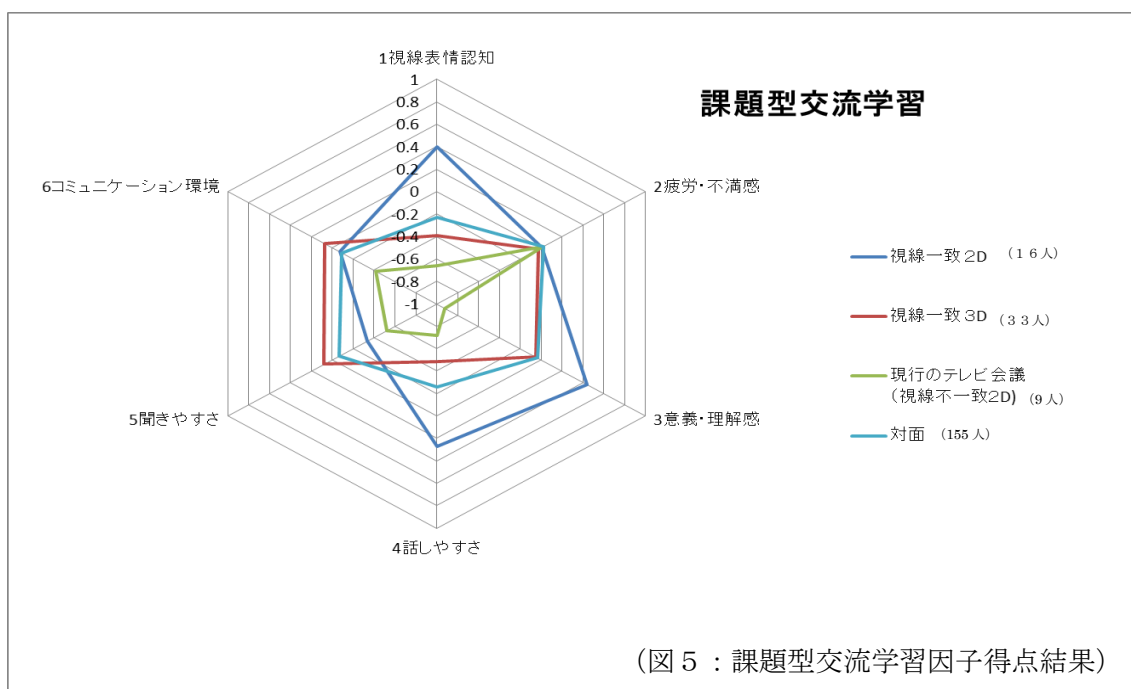


図5、6より現行のテレビ会議（視線不一致2D）では課題型交流学习9人、非課題型交流学习3人の少人数のデータしか今回の研究で得ることができなかつたので、現行のテレビ会議（視線不一致2D）を考察の対象にしない。今後このようなことがないようにバランスよくデータ収集をすることが課題の一つとなる。

○課題型交流学习

視線表情認知因子の項目では、視線一致2Dが飛び抜けて高い。これは対面でディベート等を行うと緊張感からか相手の顔を見ることが難しいのに対して、視線一致2Dの場合は画面を通して議論等を行うため緊張感が軽減され相手の顔を見て交流学习を行えたからだと思われる。

疲労・不満感の因子の項目では、すべての項目が同程度の値となった。このような結果になった理由は現時点では説明がつかない。

意義・理解感の因子の項目では、視線一致2Dが高くみられた。これは画面を通じたことで緊張感が軽減され、交流学习に学生が積極的に参加できたことが背景にあるからだと考えられる。

話しやすさの因子の項目では、視線一致2Dが高く、視線一致3Dがやや低くなった。視線表情認知因子、意義・理解感の因子の視線一致2Dの値が高くなったことが影響していると考えられる。また視線一致3Dがやや低い結果となったのは、視線表情認知のしづらさに影響され、交流学习で話しにくさを感じたのではないかと考えられる。視線表情認知と話しやすさの結果を比べると比例していることが分かった。

聞きやすさの因子の項目では、視線一致2Dと視線一致3Dに差が出た。今回の研究ではシステム同士をケーブルでつなげているため環境は一緒である。しかしこのような結果になった理由は現時点ではわからない。

コミュニケーション環境の因子の項目では視線一致3Dがやや高く残りの2つは同程度という結果となった。画面を通して交流した際、3Dになったことで相手の身ぶり手ぶりに臨場感が出たためコミュニケーションをより取れていると感じたからではないかと考えられる。

○非課題型交流

視線表情認知因子の項目では、対面が飛び向けて高い。これはアイスブレイクなどを行う際、自分の目で相手の表情や視線を見ながら行ったからだと考えられ、それに対して視線がずれる視線不一致2Dは視線の認知のしにくさから表情認知も正確にできず、値が最も低くなったのではないかと考えられる。

疲労・不満感の因子の項目では、対面以外は同程度の値となった。これに対して対面が披露・不満感の値が低く出たのは実際に同じ空間を共有しているため意思の疎通やコミュニケーションが行いやすいからだと考えられる。

意義・理解感の因子の項目では、対面の値が高く、それに対して視線一致2D、3Dは同程度に低くなった。このことから画面越しに交流をすることで対面の場合と比べて意義理解感が低下することが分かった。

話しやすさの因子の項目では、対面の値が高く、視線一致2Dの値が一番低くなった。対面により近い環境にすることで話しやすさの値が増すことが分かった。

聞きやすさの因子項目では対面の値が最も高くなった。これは意義・理解感、話しやすさの項目と同じように対面に近い環境になることで相手の話している言葉が聞き取りやすかったのではないかと考えられる。しかし視線一致2Dが他の項目と比べ大幅に低く見られる原因は現時点では説明できない。

コミュニケーション環境の因子の項目では、対面での値が予想通りに高く見られた。対面に近い環境になるにつれて値は大きくなることが分かった。

(4) 38項目アンケートを行ってのまとめ

【視線一致2D環境】

課題型交流学習では聞きやすさ、コミュニケーション環境以外の値は高く見られた。

しかし、非課題型交流学習のようにコミュニケーション環境が強く要求されるものの活動での値は他のものと比べ低く見られた。これらの結果よりこのシステムが一番、課題型交流学習のような学習を行うことに適しているということが分かった。

【視線一致 3D環境】

課題型交流学習では視線表情認識、話しやすさの値が低く学習を行うには不向きであることが分かった。非課題型交流学習では疲労、不満感の値が高いというマイナス面も見られるが、対面に次いで各因子がバランスよく他の因子と比べ高いことから、このシステムは非課題型交流に適していることが分かった。

4、まとめ

対面の状況に近いテレビ会議システムでの交流学习実現のために裸眼3D視線一致型テレビ会議システムを導入し、より対面に近い環境を作り研究を行った。そして、2D視線一致、3D視線一致、現行のテレビ会議システム（視線不一致2D）、対面の4つのテレビ会議システムを用いた快適な学習環境がどのようなものであるのかという調査・研究を行うことによって以下のことが分かった。

3D視線一致環境では立体感が得られより対面に近い環境であるが、疲労感など身体負荷が大きく見られた。このことから3D視線一致型テレビ界具システムを使用した際の人体における疲労・負担に関して今後の研究が必要であることが分かった。また現在、アイトラッカーを使い視線のデータを取得し、疲労に関することを詳しく分析中である。今回の研究を踏まえて、今後脳波測定を行い疲労に関することをより詳しく分析する予定である。

交流学习に重点を置き、課題型交流学习、非課題型交流学习に分け視線一致3D環境について研究を進めた結果、課題型交流の際、視線表情認知、聞きやすさの値が低くまた、疲労不満感の値が高くデータが出た。課題型交流学习因子得点結果より視線一致3D環境は、いわゆるディベート、研究発表など学習を行うことには適していないと考えられた。しかし立体感というより対面に近い環境を作り出すことから、非課題型交流学习では疲労、不満感の値が高いというマイナス面も見られるが、対面に次いで各因子がバランスよく他の因子と比べ高いことから、このシステムは非課題型交流に適していることが分かった。

テレビ会議システムを介しての交流学习を行うにあたって、どのシステムが今現在1番実用的か今回の研究を通して考えた場合、視線一致2D環境がもっとも交流学习に適していることが分かった。理由としては身体負荷あまり見られないことから長時間の学習に向いており、また3Dでは見えるポイントが限られるが、2Dではそのようなことはない為、大人数でも学習をすることが出来る、さらに、課題型交流学习では意義・理解感の因子、視線表情認知因子、話しやすさの因子の値が高く見られ、他のシステムよりより良い交流学习を行えると考えられた。これらのことも含め、このシステムが現在1番実用的であると考えられた。

今回は視線一致2D環境がもっとも交流学习に適しているという結果になったが、今後裸眼3D視線一致型テレビ会議システムについての人間に影響するさまざまな研究を重ね、より対面に近い、テレビ会議システムを介しての交流学习を行える環境を作り上げていきたいと思う。

引用・参考文献

1) 谷田貝 雅典 安田 孝美 根来 民子 喜多 秀文 永岡 慶三、「裸眼 3D 視線一致型テレビ会議システムの実現」、日本教育工学会第 29 回全国大会講演論文集、2013 年、pp.899-900

2) 3D ビジネスフォーラム事務局
レンチキュラー方式 - 3D ビジネスフォーラム(3D の基礎知識(3D 映像))
http://www.3d-business-forum.net/term_im/ti_lntcr.html

3) レンチキュラーの仕組みと構造・清水産業株式会社
http://www.uv-shimizu.co.jp/products/prd5_1.php

4) 3D テレビに関する検討会 最終報告書 (本文) 2MB - 総務省
www.soumu.go.jp/main_content/000182839.pdf