情報処理学会研究報告
IPSJ SIG Technical Report

Vol.2011-GN-78 No.15
2011/1/22

多人数対少人数の遠隔会議におけるスポットライトを用いた視線代替手法の提案と評価

北 中 悠 嗣[†1]　敷 田 幹 文[†2]

現在，ブロードバンドの普及，テレビの高画質化により，テレビ会議の性能が大幅に向上している為，遠隔者の映像はテレビに鮮明に映る．しかし，非言語情報は正しく伝わらない事から対面会議とは大きく異なる．何故なら，カメラとテレビを 1 つずつ使用する為，視線や顔向きの方向が対面で行う会議との方向と一致しない．その為，伝えたい相手に話が伝わらないといったコミュニケーションにおける問題が生じる．

そこで，本研究では，少人数側の視線の代替手段であるスポットライトを多人数側に照射する事で，視線情報を補う事を目的とする．本論文では，提案手法を用い実験を行い，既存手法と比較した．その結果から分かった事に関して議論を行う．

Glance substitution method that uses spotlight in teleconferencing of large number of people and few people

YUJI KITANAKA[†1] and MIKIFUMI SHIKIDA[†2]

Now, the performance of videoconferencing has improved greatly by the spread of broadband and the better picture of the television. But, nonverbal information is not correctly transmitted so it is greatly different from a ordinary conference. Because, it doesn't agree in the direction with the conference that the direction for the glance and the face holds in facing to use the camera and the television one by one. Therefore, the talk is not transmitted to the other party who wants to tell it. This research, it experimented by using the proposal technique and compared it with an existing technique. And, outcome of an experiment is discussed.

†1 北陸先端科学技術大学院大学 情報科学研究科
School of Information Science, Japan Advanced Institute of Science and Technology
†2 北陸先端科学技術大学院大学 情報科学センター
Center for Information Science, Japan Advanced Institute of Science and Technology

1. はじめに

現在，ブロードバンドの普及，テレビの高画質化により，テレビ会議の性能が大幅に向上している為，遠隔者の映像はテレビに鮮明に映る．しかし，非言語情報は正しく伝わらない事が問題となっている．例えば，遠隔者が身を乗り出す動作をしても，映像ではその物理的な距離は変わらない．すなわち，参加者の身体の動きなどによって表現されるジェスチャの伝達が困難になる．また，現在，一般的に使用されている遠隔会議システムは，テレビの上などにカメラが置かれる構造となっている．その為，遠隔者が映像に写っている特定の人を見て話しかけても，ローカル側からディスプレイを見た場合，誰を見ているかが分からない現象が生じる．このように視線情報が正しく伝わらない為，伝えたい相手に話が伝わらないといったコミュニケーションがスムーズにいかない問題がある．そこで，遠隔者の非言語情報である視線情報を補い，遠隔会議の臨場感を向上させる研究が盛んに行われている[1)–4)]．しかし，二地点遠隔会議，そして会議人数が多人数対少人数の不均衡の場合の視線情報の支援について考慮されている研究は少ない．人数が不均衡の場合には，多人数側で話が盛り上がると少人数側を放置してしまい，少人数側が発言出来ない現象が当研究室のゼミを行う際に体験している．また，同様の現象が報告されている[5)]．この研究は少人数側の視線の代替手段として，少人数側が多人数側にあるパンチルトカメラを搭載した小型ロボットを机の上で動かす事で，視線情報を補っている．しかし，この手法では，ロボットを少人数側は手動で操作する為，会議に集中出来なくなる点，そして，ロボットが動くので多人数側の注意を引きすぎる．自分が見ている対象をはっきりと多人数側全員に示す事が出来るが，自然なコミュニケーションにはならない．

そこで，本論文では，少人数側の視線の代替手段として,「さり気ない光」を用いる事を提案する．対面会議でも，視線を向けたからと言って，必ずしも注意を引けるとは限らない．また，逆に，注意を引けない時があるからこそ，相手を気兼ねなく見る事が出来ると思われる．そこで，気付くか気付かない程度の弱い光を多人数側に照射する事によって，視線情報を補い，遠隔会議のコミュニケーション支援を行う．

以下では，2 章で関連研究について述べ，3 章でスポットライトを用いた視線代替手法について，4 章で実験について，5 章で考察について述べる．そして最後に 6 章でまとめを述べる．

© 2011 Information Processing Society of Japan

Vol.2011-GN-78 No.15
2011/1/22

2. 関 連 研 究

2.1 会話における視線の重要性

これまでの研究から視線は会話において重要な要素だと言われている[6)7)]．具体的に，人は他者の視線から意図を感じ，逆に視線によって他者に意図を伝達している．例えば，話者の目をしっかりと見る事で，あなたの話に興味がある，聞いているという意思表示，または次に話をしたいという発話権の要求．逆に，話者の話に興味がなければ，目線を話者から逸らし，話を振られないようにするなどである．これらの視線情報を無意識に解釈して円滑な会話を行っている．すなわち，視線の向きにより会話が制御されていると言っても過言ではない．しかし，テレビ会議では視線情報が適切に生成，伝達されない．よって情報の不足を自ら補って理解する必要があり，認知的負荷が大きいと考えられる．そして，この情報を補う研究が盛んに行われている．

2.2 視線の代替手段

視線の代替手段を実現したシステムとして，複合現実分散会議を用いるシステム[8)]，ロボットによる注意喚起システム[5)]がある．文献 8) では遠隔参加者のアバタをローカル参加者のいる空間上に表示する事が出来る．それによって，各地点単数の分散会議のコミュニケーションを支援する．しかし，各地点に複数人いる場合，ヘッドマウントディスプレイを装着する事から，各地点内の視線情報が失われることから，各地点内に複数人いる場合には使えないという問題がある．文献 5) では，会議の参加人数が多人数対少人数のように，不均衡である場合，多人数側で話が盛り上がると少人数側に注目されなくなる点に注目し，カメラを搭載したロボットが多人数側の机の上を動き，少人数側が多人数側のどこに注目しているか，即ち「注意」を引く事でコミュニケーションを支援する．しかし，この手法では，ロボットを少人数側は手動で操作する為，会議に集中出来なくなる点，そして，ロボットが動くので多人数側の注意を引きすぎる．自分が見ている対象をはっきりと多人数側全員に示す事が出来るが，自然なコミュニケーションにはならない．また，顔映像を出力する液晶ディスプレイを一体として，上下左右旋回する事で，視線一致を実現したシステムがある[2)]．このシステムは，少人数側が会話の主導権を持つ場合に有用である．しかし，立場が対等で，人数が多人数対少人数の場合，多人数側で話が盛り上がると少人数側は注目されなくなる．つまり，視線が一致するだけでは不十分であると考えられる．

3. スポットライトを用いた視線代替手法

本章では，関連研究を踏まえ，立場が対等，かつ，人数が不均衡である多人数対少人数のテレビ会議において，少人数側の視線の代替手段となるさり気ない光を照射する事で，気付きを与える事を提案する．

3.1 全 体 構 成

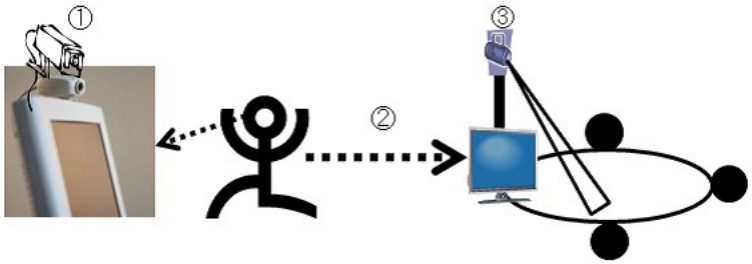


図 1 全体構成図

データの流れは以下の通りである．

(1) 視線計測装置が少人数側の視線の角度を計測
(2) 角度を多人数側に送信
(3) 机の周辺部に光を照射

図 1 が提案システムの全体構成図である．視線の角度を計測する手法に関しては，他分野で盛んに研究されている[9)10)]．ここで，視線の角度の検出する為のデバイスは，被験者に非接触かつ頭部移動が非制限であることが望ましい．何故なら，顔に装着するデバイスでは非言語情報が失われてしまうからである．また，コンピュータの視線インタフェースを想定した場合，高精度という条件を満たす必要がある．角度を計測するデバイスは，既存製品を使用する事によって実現出来る．また，光を照射する場所は，多人数側の顔ではなく，机の周辺部とする．例えば，人に直接照射すれば注意は引けるだろうが，必ず気付いてしまう事から，注意の引き過ぎである．注意を引き過ぎてしまうと，多人数側全員が必ず，少人数側は多人数側の誰を見ているのかが確認出来る．要は，常に少人数側が多人数側の自分以外の誰

© 2011 Information Processing Society of Japan

Vol.2011-GN-78 No.15
2011/1/22

を見ているかまで認識出来る．ここで，実際の会話を考えた際，自分以外の，誰が誰を見ているかというのは，座席配置にも左右されるだろうが，基本的にはなかなか分からない．確認する為に，顔を動かせば分かる程度である．そこで，光の照射は，机の周辺部にする事によって，照射される本人は特別に集中していれば，気付かない事もあるが，それ以外はほぼ認識出来る．また，机の周辺部にぼんやりと光が当たる程度であるから，少人数側が自分以外の誰を見ているかはあまり分からない．このように強制的に気付きを与えるのではなく，さり気なくする事によって，自然なコミュニケーションになると思われる．

3.2 少人数側の構成図

少人数側の詳細を図 2 に示す． データの流れは以下の通りである．

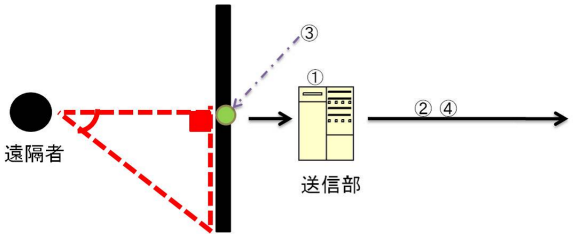


図 2 少人数側構成図

(1) ディスプレイまでの距離，横幅を送信部に入力
(2) 値をネットワークで多人数側の処理部に送信
(3) カメラを使用して角度を認識する事で視線の角度が出力される
(4) 角度の値をネットワークで多人数側の処理部に送信
(5) (3) に戻り，前回の値に更新があれば (4)　以下繰り返し

少人数側のデータの流れは，基本的にデータを読み取って多人数側への送信と簡単なものである．例えば，(1) では，ディスプレイまでの距離，横幅を入力するのは，角度の有効範囲 (多人数側の構成図で詳述) を計算する為である．この計算を少人数側で行わず，多人数側に値を送信している理由は，少人数側では常に本研究手法を使用する為に環境が構築されているとは限らないこと．また，パソコンとインターネット環境，そして視線計測デバイスがあればどこでも提案方式が実現出来るようにする為である．このように，処理を簡単にしていることが，本研究の利点でもある．

3.3 多人数側の構成図

多人数側の詳細を図 3 に示す． データの流れは以下の通りである．

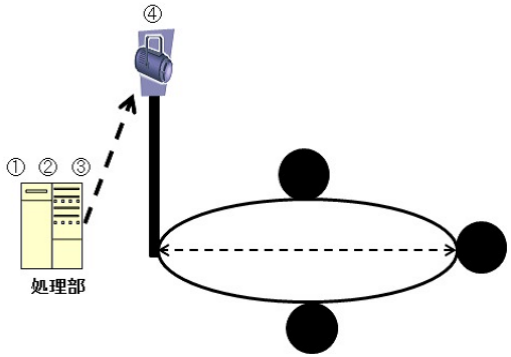


図 3 多人数側構成図

(1) ライトの高さ，机の直径，ライトを照らす距離を入力
(2) 少人数側の (1) の値により角度の有効範囲を計算
(3) 入力側から送られてきた角度から，少人数側対多人数側の対応を計算
(4) 結果をライトに伝え，ライトを動かす．　そして (3) に戻る

少人数側の構成図で少し述べたが，計算は全て多人数側で行う．多人数側が会議をする部屋は一般的に固定であり，遠隔会議環境は常備されているのが普通であることから，多人数側に計算サーバを置く事が自然である．このことも，多人数側で計算を行う理由である．また，角度の有効範囲というのは，少人数側から見た，ディスプレイの横の視野角である．これは少人数側の座る場所，そしてディスプレイのサイズによって異なる為，事前に入力する．そして，横幅だけで，縦の長さを入力しないのは，少人数側からディスプレイを見た際，視線の動きはほぼ左右に限定され，上下を見ている時は，誰も注視していないからである．

多人数側の (1) で入力した値と，視線の角度から，ライトの動かし方を計算する．少人数側での人を注視する際の視線の動きは左右であるが，多人数側ではテーブルが円形である

© 2011 Information Processing Society of Japan

為，ライトを円形に動かさなければならない．そして，長さに関しても少人数側と多人数側では一致しないので，対応関係を計算する必要がある．また，少人数側が誰も見ていない時は nothing とする．

多人数側の (3) の値に沿って，ライトを照射する．nothing の場合はライトを真下に向ける．このように，ライトを照らす範囲は人とライトの真下に限定している．何故なら，仮に目の動きに合わせて，ライトが動くとすると，目よりもライトの方が動く範囲が大きい，かつ，絶えずライトが動く事になるので，多人数側から見ると，目ざわりになってしまう．また，必要なアウェアネスは，注視している相手が分かればいいので，それ以外の，例えば天井を見ているなどと言ったアウェアネスは補う必要はないからである．

4. 実　　験

視線が伝達出来る場合と，視線が伝達出来ない場合においての有効性を検証する為に，以下の二つの実験を行った．1 つ目は強制的に話者交替が発生する会議[11]．(以下，視線伝達会議) もう 1 つは出来る限り実際の会議に近づけた会議である[12]．(以下，模擬会議)

4.1 視線伝達会議

視線伝達会議の目的は以下の二点である．

- 光が視線の代替手段になるか
- 多人数側の注意を適度に引く事が出来るか

そして，この二つを検証する為，対面会議，テレビ会議，提案方式（以下，光会議）において，以下の比較実験を行った．テーマとしては，実際の会議ではなく，全員が均等に話者交替が発生するよう調整されたタスクを行う．光の操作に関しては，手動で行った．また，実際の会議ではないこと，そして，実験目的が光が適度な注意を引く事で視線の代替手段になり得るかなので，高性能な機材は使わず，遠隔者を映すディスプレイは一般に使われている 19 インチディスプレイ，映像配信はスカイプを使用した．被験者数は 4 人で行い，それぞれ 4 回，計 12 回の実験を行い，実験後アンケートを取った．タスクの具体的な内容は以下の通りである．

- 4 人が 12 個の数字が書かれたカードを所持 (1〜999 まで)
- グループ 4 人の数字はそれぞれ異なる
- 計 48 個の数字を小さい数字から順に間違えずに読み上げる事を目標
- 数字の横に書かれている矢印は座席の位置を示し，矢印の場合は視線で発言を促す

順番を間違えて，例えば，次に小さい数字は A の 500 であったにも関わらず，B が 550 と発言した場合，A が「はい」と声を出し，正解の数字を読み上げる．その後，再度 B が 550 と発言し，継続し，最後の数字まで読み上げる．また，この会議では，数字と間違えを指摘する「はい」以外の発言は禁止し，ジェスチャー等も全て禁止とした．実験後，アンケートに答えた．

アンケートの項目は以下の通りである．

少人数側のアンケート項目

(1)　自分の視線が伝わっていると感じたか

(2)　視線を向ける事に関して抵抗があったか

多人数側のアンケート項目

(1)　視線を向けられている事に気付けたか

(2)　光に邪魔された事があったか

尚，アンケートは 5 段階評価である．

4.2 視線伝達会議の実験結果

表 1，表 2 はアンケート結果の平均値である．

表 1　少人数側のアンケート結果

	テレビ会議	光会議
設問 1	2	4
設問 2	3.5	4.75

表 2　多人数側のアンケート結果

	対面会議	テレビ会議	光会議
設問 1	4.5	2.25	4.25
設問 2	項目なし	項目なし	4.75

尚，少人数側では対面会議の実験の時には，アンケートに回答してもらっていない．例えば，設問 2 を対面会議の際に質問を行っても，抵抗はないのが一般的だからである．多人数側での設問 2 では，光に関しての感じ方が知りたく，比較対象がないので，対面，Web 会議の際には質問していない．

4.3 模 擬 会 議

模擬会議の目的は，以下の二点である．

- 一体感…提案方式の方が，遠隔地の人と同室の人が偏りなく均等に議論に参加出来るか

© 2011 Information Processing Society of Japan

- 満足度…提案方式の方が，少人数側が，討論結果に対して納得し，多人数側と似た意見を示す傾向がある．

この二つを検証する為，テレビ会議と光会議において，グループの合意形成課題を行った．課題には，グループトレーニングで用いられる,「砂漠の生き残り問題」と「月面で遭難したら」の二つを採用した.「砂漠の生き残り問題」とは，飛行機が砂漠に不時着した場合を想定し，メンバーが生き残る為に，飛行機の中にあった 12 個のアイテムの中でどれから先に持ち出すかの優先順位を決めるものである．まず，個人で順位付けを行い，その後，グループで議論をし，合意形成を図る事が目的である.「月面で遭難したら」の問題も，状況とアイテムが違うだけで，問題の本質は同様である．会議の時間の短縮の為，アイテムは 12 個の中からランダムで 8 個選んで行った．最初に，アイテムが記入された紙が全員に配られる．その紙に 5 分間以内に優先順位を決める．その後，15 分間の議論でグループとしての合意形成を行った．また，15 分で合意に至らなかった場合のみ 5 分間の延長も可能とした．こちらの実験は，出来る限り実際の会議に近づける事であったので，高性能な機材を用い行った．具体的に，映像は，フル HD であり，音声は 360 度の集音性能を始めとした会議音声技術を用いている．また，光の操作に関しては手動で行った．被験者数は，8 人で行い，4 人を 1 グループとし，それぞれ二つの課題を行った．そして，実験後にアンケートに答えた．また，この実験の注意事項として，実験前に以下の三点を指示した．

- 合意形成は多数決などでは決めない．
- 自分の意見を変える時は，出来る限り納得して変える．
- 司会者は立てず，出来る限り自然な会議を行う

アンケート項目は表 3，表 4 である．また，アンケートは 5 段階である．

4.4 模擬会議の実験結果

表 5，表 6 がアンケート結果である．また，アンケート値より標準偏差を求めた．尚，テレビ会議をテレビ，光会議を光と略している． 次に，被験者 4 人で決定したグループ順位を正解順位とし，個人の議論前の順位と正解順位の相関，同様に，個人の議論後の順位と正解順位の相関を取った．議論前に決定した個人の順位と，正解順位との相関の値はその人にとっての難しさの度合いと言える．そこで，4 人の相関の平均値をその実験での難しさと定義する．その結果を表 7 と表 8 に示す．尚，表では少人数を「少」，多人数を「多 1，多 2，多 3」そして，テレビ会議を「テ」，光会議を「光」と表記している．

表 3 少人数側のアンケート項目

設問 1	意見する事で議論に加われた
設問 2	発言した際，多人数側はすぐに気付いたか
設問 3	発言した際，多人数側は注意を払ったか
設問 4	発言した際，意図する相手は注意を払ったか
設問 5	多人数側の会話の途中，注意を向けられていると感じたか
設問 6	多人数側の会話の途中，視線を向けると，向けられた人は注意を払ったか
設問 7	多人数側の会話の合間，注意を向けられていると感じたか
設問 8	多人数側の会話の合間，自分が視線を向けると，その人は注意を払ったか
設問 9	多人数側で議論している時に，意見したかったが，言い逃した時があった
設問 10	多人数側の会話の合間，発言しにくいと感じた事はあったか
設問 11	多人数側で話が盛り上がった際，会話に入りにくいと感じた事はあったか
設問 12	自分が出した話題で，多人数側で話が進み，意見出来なかった事があったか
設問 13	意見をした時，意図しない相手が「誰に言った？」と聞く事がなかったか

表 4 多人数側のアンケート項目

設問 1	会話の合間，少人数側から視線を向けられている事に気づけたか
設問 2	自分の話の最中に，遠隔側から視線を向けられている事に気づけたか
設問 3	話しの最中に視線を向けられたと感じた際，遠隔側に注意を向けたか
設問 4	話をしている時，遠隔側から話しかけられた際，すぐに気づけたか
設問 5	自分の話の最中，遠隔側から話しかけられた際，すぐに気づけたか
設問 6	少人数側に「誰に言ってるのか」と聞くことがなかったか
設問 7	少人数側が出した話題で，多人数側だけで話が進んだ事があったか

表 5 少人数側のアンケート結果

	テレビ (平均)	光 (平均)	テレビ (標準偏差)	光 (標準偏差)
設問 1	3.5	4.5	0.71	0.71
設問 2	2.5	4	0.71	0
設問 3	3	4	0	0
設問 4	2.5	4.5	0.71	0.71
設問 5	2	3.5	1.41	0.71
設問 6	1.5	4.5	0.71	0.71
設問 7	1.5	3	0.71	0
設問 8	1	4	0	1.41
設問 9	2.5	4	0.71	0
設問 10	3	5	0	0
設問 11	1.5	4.5	0.71	0.71
設問 12	4.5	5	0.71	0
設問 13	5	5	0	0

© 2011 Information Processing Society of Japan

表 6 多人数側のアンケート結果

	テレビ (平均)	光 (平均)	テレビ (標準偏差)	光 (標準偏差)
設問 1	2.2	3.7	1.17	0.82
設問 2	1.7	3.7	0.52	1.03
設問 3	2.5	3.7	1.22	0.82
設問 4	3.7	4.4	1.03	1.21
設問 5	3.2	3.9	0.98	0.98
設問 6	3.9	4.9	1.33	0.41
設問 7	3.7	4.5	1.03	0.55

表 7 前半グループ

	少 (テ)	少 (光)	多 1(テ)	多 1(光)	多 2(テ)	多 2(光)	多 3(テ)	多 3(光)
議論前との相関	0.90	0.17	0.91	0.95	0.95	0.64	1	1
議論後との相関	1	0.86	1	0.98	1	1	1	1

- テレビ会議の難易度 ⋯ 0.941
- 光会議の難易度 ⋯ 0.684

表 8 後半グループ

	少 (テ)	少 (光)	多 1(テ)	多 1(光)	多 2(テ)	多 2(光)	多 3(テ)	多 3(光)
議論前との相関	0.69	0.55	0.89	0.95	0.62	0.81	1	0.86
議論後との相関	0.76	1	0.95	0.95	0.86	0.98	0.98	0.98

- テレビ会議の難易度 ⋯ 0.797
- 光会議の難易度 ⋯ 0.791

5. 考　　察

本章では，実験結果から提案方式の利点について考察する．

5.1 一　体　感

5.1.1 注意を引く事に関して

対面会議では，全員が対等に議論出来るのに対し，遠隔会議，特に人数が不均衡な会議では非言語情報である，ジェスチャーや視線情報が正しく伝わらない問題に加え，多人数側で話が盛り上がると少人数側を放置してしまう現象が生じてしまう．実際に，模擬会議のテレビ会議の実験結果から見ても，高性能テレビ会議システムを使ったにも関わらず，多人数側の会話の途中，少人数側はほとんど視線を向けられていないと感じている．更に，意図的に特定の人に視線を向けても，その人が注意を払う事がなかったという結果になった．同様に，多人数側に注目した際，少人数側から視線を向けられたとほとんど気付けていない．その結果，多人数側の会話の合間や，話が盛り上がった際に，発言しにくいと感じた事が半分以上あり，その影響で，発言したかったが言い逃した事が半分あるという結果になった．この事は，どれだけ高性能なシステムでも，非言語情報が伝わらないと，対面と同等にはならないと言える．また，文献 2) のように，視線を一致するだけでは，人数が不均衡の場合は，そもそも多人数側がディスプレイを注視しないのだから，人数が不均衡の際には適していない．そこで，この現象を改善し，対等に議論を行う為に重要な事は視線が一致するのに加え，注意を引く事である[5]．この研究は，自分の見ている対象をはっきりと示すには有用であるが,「注意を引きすぎる」．注意を引きすぎると，多人数側が全員注目してしまうので，自然なコミュニケーションにはならない．

そこで，本研究の「さり気ない光」は適度な注意の引き方であるかを視線伝達会議で調べた．アンケート結果に注目すると，光を照射されても邪魔ではないという結果を得た．また，視線伝達会議の少人数側のアンケート結果によると，テレビ会議では，視線を向ける事に多少抵抗を感じているのに対し，光会議では視線を向ける事に抵抗がないという結果になった．このことは，少人数側が視線を向けていても，誰も注目しなければ，ディスプレイを見る気を無くすだろう．同様に，ディスプレイを注視するたびに多人数側の全員が反応してしまうと，抵抗を感じ，見る気を無くすと推測出来る．それに対し，光会議の抵抗を感じないという結果は，適度に注意を引いているからだと言える．そして，模擬会議の光会議のアンケート結果に注目すると，視線の代替手段としてさり気ない光を用いる事によって，多人数側の会話の途中に注意を向けられていると感じている．更に，少人数側が意図的に特定の人に視線を向けると，より注意を向けられていると感じる結果になった．また実際に多人数側も視線を向けられた事に気付けている．

ここで，ビデオを見直し，話者が他者を見た回数を数えた．その結果，テレビ会議システムでは，多人数側の話者が少人数側を見た回数は，同地点の他者を見た回数よりも約半分であった．しかし，光会議の，話者が他者を見た回数は，多人数側が同地点の他者を見た回数と，少人数側を見た回数はほぼ同じであった．このことからも，光が多人数側へ気付きを与え，少人数側に注意を払っている事が分かる．

以上より，テレビ会議に比べ，提案方式では少人数側が発言しにくいと感じる事はなくなり，言い逃すことはなくなった．即ち，一体感が向上し，多人数側と同等に議論が出来ると言える．

© 2011 Information Processing Society of Japan

5.1.2 気付きに関して

テレビ会議システムでは非言語情報が正しく伝わらない為，多人数側が議論している最中に，少人数側が発言しても放置されるなどし，議論に加われない事があると予想し，発言した際，多人数側はすぐに気付いたかとアンケートを取った．結果，気付きに関しては 4 割程であった．これは，テレビ会議システムがいかに高性能であっても非言語情報が伝わらない事から多人数側の意識が少人数側に向かない．その為，意識をしていない時に話しかけられても気付かない事があったと考えられる．しかし，少人数側が発言し，相手が気付いた場合や少人数側が話題を提示した際に議論に加われたかに関しては，大半議論に加われている結果となった．また，多人数側にも同様の質問をしたところ，個人差は多少あったものの，概ね高い数値を得た．この事から，少人数側が発言をし，一旦多人数側の注意が少人数側に向けばその話題中は意識から外れる事が少ないと言える．そして，ビデオを見直したところ，少人数側が話題を出す，または積極的に意見をし，多人数側の意識が向いた後は，テレビ会議システムでも光会議でも同様に対等に議論を行っていた．この事から，テレビ会議システムでは，発話中のアウェアネスを補うよりも，会話の前の段階を補う事が重要であると考えられる．

5.1.3 評価が変わらなかった項目に関して

テレビ会議では，高性能な会議システムで，まるでその場にいるかのように見えても実際には，視線情報が正しく伝わらない事から対面会議とは大きく異なる．すなわち，多人数側から少人数側を見ると，少人数側は多人数側の誰を見ているのかが分からない．その為，少人数側が多人数側の議論の最中に発言した時，誰に言っているのか？と聞き返す事を予想していた．しかし，アンケート結果からはそのような事はほとんどなかった．この原因は，多人数側が 3 人であったことに原因があると思われる．すなわち，少人数側の顔が大きく動く事，また，多人数側から少人数側を見ても，視線が一致していなくても，例えば，右に少しでも顔を動かしていれば，私だ．というように，誰に向かって発言しているのかが推測出来たからだと思われる．逆に，多人数側が 5 人以上であれば，誰に言っているのかと聞き返す現象が生じると推測する．何故なら，3 人の場合だと，少人数側の顔の向きは，正面，右，左と多人数側から見たら推測しやすい．しかし，5 人以上になることで，右，斜め右と誰を見ているかの判断が複雑になるからである．

5.2 満 足 度

節 5.1 では一体感について考察し，提案方式では一体感が向上すると述べた．そして，一体感が向上すれば，少人数側が考えている事を全て発言出来るはずである．すなわち，順位付けでは提案方式の方が，議論の参加者は討論の過程で互いに納得し，似たような意見を持つだろうと推測した．その考察をここでは述べる．

表 1 のテレビ会議の結果に注目すると，既に全員がほぼ同じ意見であり，微調整で済んでいる．実際に，実験映像を見直したところ，2,3 会話してから，順位が決まっている．また，議論時間は 15 分であったが，約 12 分で全員の意見が一致し，時間が余っている事からも，このグループにとってこの問題は簡単だったと言える．そして，議論後の個人の順位付けとグループ順位との相関は全員 1 となった．

光会議での難易度は 0.68 である．映像を見直したところ，テレビ会議よりも意見を言い合う事が増えていることから，難しくなったと言える．遠隔者の相関は議論前 0.17 から議論後 0.86 となった．

表 2 よりテレビ会議での難易度と光会議の難易度の差はほとんどない．遠隔者の相関を比較すると，テレビ会議では，議論前 0.69 から議論後 0.76 に対して，光会議では議論前 0.55 から議論後 1 と，テレビ会議では，議論に納得していないのに対し，光会議では納得していると考えられる．ここで，満足度，すなわち議論に納得し，少人数側が多人数側と似たような意見を持つ場合というのは，少人数側が思っている事を全て発言出来，かつ，発言している時に，多人数側が少人数側に注意を払ったかが重要だと考えられる．そこで，少人数側のアンケート結果を見ると，二人とも，1 以上評価が向上したアンケート項目は設問 (少 3)，設問 (少 4) である．また，同様に，2 以上評価が向上したアンケート項目は設問 (少 6)，設問 (少 8)，設問 (少 10)，設問 (少 11) で，従来手法と比較して，提案手法では良い評価を得ている．サンプル数が少ないので，断定はできないが，提案手法の方が従来手法に比べ，一体感が向上した結果，議論に納得し，多人数側と似た意見を持つと推測出来る．

6. おわりに

本論文では，多人数対少人数の遠隔会議におけるコミュニケーション支援の為に，視線の代替手段の提案として，スポットライトを用いる事の提案，そして，提案手法の有効性を示す為に，実験を行い，考察を述べた．実験の結果から，高性能なテレビ会議システムを用いても，多人数側は少人数側をあまり見ない事が分かった．そしてその影響で少人数側が話に入りづらいと感じている．しかし，提案手法を用いる事によって，多人数側は，他の多人数側を見る時と同様に，少人数側を注目する事によって，少人数側は話に入りやすくなったと感じる結果となった．また，少人数側が発言をし，多人数側の注意が一旦少人数側に注意が向けば，その後は対等に議論出来る事が分かった．このことから，支援対象としては，

© 2011 Information Processing Society of Japan

Vol.2011-GN-78 No.15
2011/1/22

会話の最中ではなく，少人数側が多人数側に会話に入りやすくする，そして多人数側は少人数側に注意を向くようにするかが重要であると分かった．今回の実験は，スポットライトを照らす作業は人が行ったが，システムを実装し，自動で行う事．また，被験者を増やして実験を行い，光の強さはどの程度が一番コミュニケーション支援として有用であるかの調査．この二点が今後の課題である．

参 考 文 献

1) 岡田謙一，松下　温：臨場感のある多地点テレビ会議システム: MAJIC，情報処理学会論文誌， Vol.36, No.3, pp.775–783 (1995).
2) 小峰隆宏，藤本道哲，丹　康雄：遠隔会議でのアイコンタクト実現手法の提案と評価，情報処理学会　マルチメディア通信と分散処理研究会報告，Vol.2005, No.33, pp. 139–144 (2005).
3) 福井健太郎，喜多野美鈴，岡田謙一：仮想空間を使った多地点遠隔会議システム e-MulCS，情報処理学会論文誌， Vol.43, No.11, pp.3375–3384 (2002).
4) 能登　肇，石井　亮，高田英明，伊達宗和，大谷佳光：高臨場感対面遠隔コミュニケーションシステム:Tele-Face，電子情報通信学会技術研究報告. MVE, マルチメディア・仮想環境基礎， Vol.109, No.215, pp.17–22 (2009).
5) 鈴木雄介，福島寛之，深澤伸一，竹内晃一：遠隔会議支援ロボットシステムの注意喚起能力評価，情報処理学会論文誌，Vol.51, No.1, pp.25–35 (2010).
6) 永田明徳：顔とノンバーバルコミュニケーション，電子情報通信学会誌， Vol.91, No.2, pp.142–146 (2008).
7) 武川直樹：コミュニケーションにおける視線の役割，電子情報通信学会誌， Vol.85, No.10, pp.756–760 (2002).
8) 井上智雄：実対人距離を調節可能な複合現実分散会議システム，情報処理学会論文誌, Vol.50, No.1, pp.246–253 (2009).
9) 坂下祐輔，藤吉弘亘，平田　豊：画像処理による 3 次元眼球運動計測，日本実験力学会誌，Vol.6, No.3, pp.236–243 (2006).
10) 辻　徳生，柴田真吾，長谷川勉，倉爪　亮：視線計測のための LMedS を用いた虹彩検出法，電子情報通信学会　画像の認識・理解シンポジウム，pp.684–689 (2004).
11) 西村圭亮，上野晃嗣，坪井創吾，下郡信宏：テレビ会議において視線の伝達が話者交替に及ぼす影響の分析，情報処理学会研究報告. GN， Vol.2009, No.33, pp.163–168 (2009).
12) 山下直美，平田圭二，青柳滋己，葛岡英明，梶　克彦，原田康徳：座席配置換えが遠隔ビデオコミュニケーションに及ぼす影響について，情報処理学会論文誌，Vol.50, No.12, pp.3250–3260 (2009).

© 2011 Information Processing Society of Japan