

## 眼球型立体ディスプレイを用いた視線誘導の評価

丸山啓太<sup>†1</sup> 大槻麻衣<sup>†1</sup> 葛岡英明<sup>†1</sup> 鈴木雄介<sup>†2</sup>

**概要:** ビデオ会議システムにおいて、遠隔参加者の視線方向を正確に伝達することが1つの課題となっている。この問題を解決するために、我々は、ビデオ会議システムの簡便なアドオンとして利用できる眼球型立体ディスプレイ「ThirdEye」を開発した。ThirdEyeは人工ウレキサイト(テレビ石)を半球状に加工して作成し、底面の画像を表面に投影することができる。すなわち、LCD上に瞳を描画し、その上にThirdEyeを置くことで、人の眼球を模倣することができる。我々は、ビデオ会議システムにおいて、ThirdEyeによって対話者の視線誘導が可能かどうかを評価する実験を行った。その結果、ビデオ会議の映像のみの場合よりも、ThirdEyeによって視線を併せて提示した時の方が、対話者の視線がより誘導されることを示した。

## Evaluation of Gaze Guidance Using an Eye-Shaped Display

KEITA MARUYAMA<sup>†1</sup> MAI OTSUKI<sup>†1</sup> HIDEAKI KUZUOKA<sup>†1</sup>  
YUSUKE SUZUKI<sup>†2</sup>

**Abstract:** In remote video communication, communicating the gaze direction of remote participants accurately has been a long-standing challenge. In order to solve this problem, we have developed the eye-shaped three-dimensional display called ThirdEye. ThirdEye can be used as a simple add-on to a video conference system, and since it is made by processing an artificial ulexite (TV rock) into a hemispherical shape, the image of the bottom on ThirdEye can be projected onto a hemispherical surface. By drawing an appropriate ellipse on an LCD and placing ThirdEye over it, this system will imitate the eyeball. In this study, we compared with or without ThirdEye in order to evaluate whether ThirdEye is able to guide observer's gaze. As a result, we found that when the ThirdEye was presented, observer's gaze was more guided.

### 1. はじめに

対話者の視線からその対話者が注目している対象を把握することは、人と人のコミュニケーションにおいて重要であり[1][2][3]、ゲイズアウェアネス (gaze awareness) [4]と呼ばれている。しかし、SkypeやGoogle Hangoutのようなビデオ会議を用いた会話において、平面ディスプレイ上に表示された相手の視線は正確に読み取ることができない。こうした現象はモナリサ効果 (Mona Lisa effect) [5]と呼ばれ、鑑賞位置を変更しても、肖像画の視線が自分を見ていると感じる心理効果として知られている。モナリサ効果は、話者交替やアイコンタクト (eye contact) を障害し、会話に齟齬が生じる原因となっている[6]。

この問題に対する解決方法として、遠隔にいる相手の代理者として動作するテレプレゼンスロボット[7][8]が多数提案されている。中でも、遠隔の相手が表示された平面ディスプレイを動かすロボットはよく見られる。しかし、Kawaguchiら[9]は、平面のディスプレイが回転すると、そこに表示されている対話者の視線を誤って認識してしまい、相手の視線を正確に把握できないことを明らかにした。

立体的な顔の形をしたスクリーンを用いたシステムも提案されており[10][11]、モナリサ効果の軽減に成功しているが、特定の遠隔対話者の顔を正確に表示する場合には、

その対話者毎に顔の型取りを行ってスクリーンを成形する必要があるため、汎用性に問題がある[11]。一方、単純なアプローチとしては眼球のみをモータで制御して、ビデオ会議システムに組み込むという例[12]があるが、機構が増えると、必然的にシステムが複雑化してしまう。

本研究では、人の眼球を模倣し、既存のビデオ会議システムにアドオンとして利用できる ThirdEye という眼球ディスプレイを提案する(図1)[13]。Otsukiら[14]は、ThirdEyeがモナリサ効果の抑制に効果があることを確認した。そこで本研究では、実際のテレビ会議を模した環境において、ThirdEyeによる視線提示を行い、対話者の視線誘導が可能かどうかについて評価実験を行う。

本論文では、2章で ThirdEye の開発について述べる。続

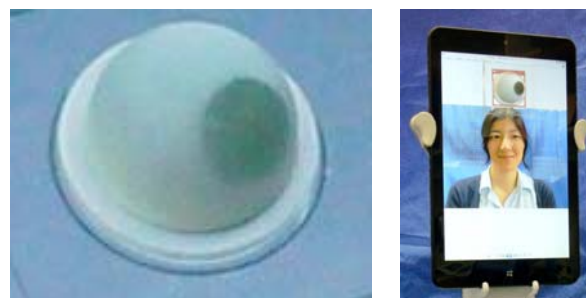


図1 ThirdEye(左)と利用例(右)

<sup>†1</sup> 筑波大学  
University of Tsukuba

<sup>†2</sup> 沖電気工業株式会社 研究開発センター  
Oki Electric Industry Co.,Ltd. Corporate Research and Development Center

いて3章では提案手法による視線誘導の評価を行い、4章でその結果について議論し、最後に5章で本研究のまとめを述べる。

## 2. ThirdEye

### 2.1 実装

ThirdEye は人工ウレキサイト (テレビ石) を半球状に加工してディスプレイとして利用したものである。ウレキサイトには、ウレキサイトの下側の画像を反対の表面側に投影されるため、下側の画像が浮き出したように見えるという特徴がある。そのため、LCD に動く瞳を描画し、その上に ThirdEye を設置することで、ThirdEye は周囲を見回している眼球のように見える。

LCD に描画する瞳の形状は、ThirdEye の半球の表面に投影された時に真円になるように補正する。図2において、 $\vec{p}_i$  を瞳が半球の天頂にある時の輪郭上の点の座標ベクトルとしたとき、眼球が動いたときの瞳の輪郭上の座標ベクトル  $\vec{p}_i'$  は y 軸, z 軸周りの回転行列を用いて  $\vec{p}_i' = \vec{p}_i R(\theta_y) R(\theta_z)$  と表せる。そして、 $\vec{p}_i'$  の x, y 座標成分のみを用いて、瞳を LCD (x-y 平面) に描画する。また、人間の眼球と瞳の平均直径はそれぞれ 24 mm と 12 mm であるため[15], ThirdEye と ThirdEye 上に描画される瞳はこれらのサイズに合わせた。

ThirdEye は半球状のディスプレイと描画ソフトウェアのみで動作し、機構は不要で、機械的な制御が必要とされない。そのため、速い応答速度で遠隔対話者の素早い目の動き (サックード) にも対応できる。さらに、モータ等を使うロボット式の眼球に比べて消費電力も小さく、小型のモバイル端末での利用に適している。

図3は ThirdEye を用いたビデオ会話システムの構成を示している。ローカル側のモバイル端末のカメラは作業側側のローカル環境を取得し、遠隔地にいる指示者に送信する。そして、リモート側のアイトラッカが遠隔地の指示者の注視点を検出し、視線情報をローカルのモバイル端末に送信する。モバイル端末ではリモートから送られた視線情報から ThirdEye で提示する視線方向を算出し、LCD 上の適切な位置に瞳を描画する。

### 2.2 応答速度

ThirdEye の応答速度を、図3と同等のシステム上で計測した。計測の環境として、アイトラッカは Eyetribe 社製 Eyetribe (サンプリング周波数 60 Hz) を用い、デスクトップ PC (Windows 10 64 bit, Intel Core i7-2600 CPU 3.40 GHz, メモリ 16 GB) でリモートユーザの注視点を取得し、研究室内の無線ネットワーク経由 (実測値 1.8 Mbps) でローカルのタブレット (Lenovo 製 Thinkpad 8, Windows 8.1 32 bit, Intel Atom CPU Z3770 1.46 GHz, メモリ 2 GB) に送信した。計測方法としては、3秒ごとにランダムに点を LCD 上に描画し、実験者はそれを注視するという試行を 10 回繰り返す。

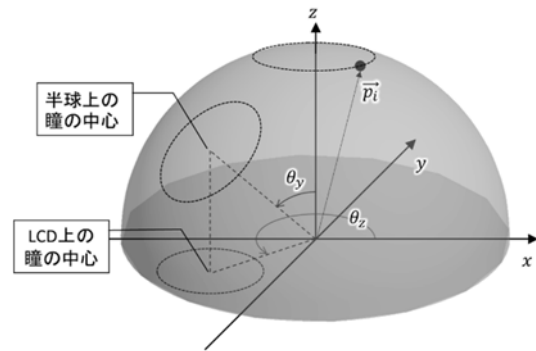


図2 瞳の輪郭の座標計算

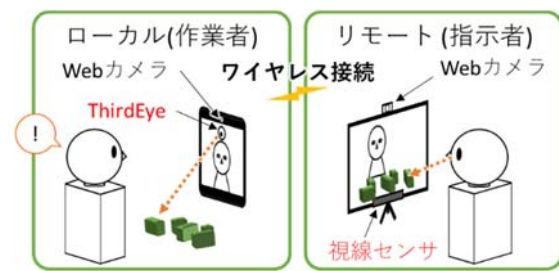


図3 ThirdEye を用いた想定するシステム構成

した。この際、リモートの実験者の目と ThirdEye が同時撮影できるように位置を調整し、実験者が注視点を変更する際に動き始めの時刻と止まった時刻、そして、ThirdEye の眼球が動き始めた時刻と止まった時刻をフレーム単位で計測した。その結果、実験者が動き始めてから ThirdEye の眼球が動き始めるまでの遅延時間は平均 0.14 秒 (標準偏差 0.026 秒) であった。また、実験者の眼球の動作時間と ThirdEye の眼球の平均動作時間はそれぞれ 0.080 秒 (標準偏差 0.018 秒) と 0.094 秒 (標準偏差 0.028 秒) であった。

実際の通信環境によって遅延時間が異なるため、この計測結果は参考値である。ここで、ThirdEye の平均動作時間は 0.1 秒以下であり、実験者の眼球の動作時間と比べて大きな遅れがない。その上、通常サックード眼球運動の間隔は速くて約 0.2~0.3 秒であることが知られているので、ThirdEye はサックード眼球運動を十分に追従できることがわかる。一般的に、機械的に制御されたロボットを使用するには、機構の慣性力によって眼球動作時間に大きな遅延が生じると考えられるため、応答時間において ThirdEye は有利である。

## 3. 実験：参加者視線誘導の評価

### 3.1 実験概要

本実験は、ThirdEye の有無で比較実験を行い、ThirdEye によって相手の視線を誘導することができるかどうかを明らかにすることを目的とする。

実験では、

- ・ 実験者が視線を動かしてから参加者が視線を動かし始める時間 (以降、誘導反応時間と呼称する)

- ・ 参加者が視線を動かし始めてから参加者が実験者の注視している対象物を特定するまでの時間（以降、対象特定時間と呼称する）

を動画分析によって評価し、各条件の終了時にアンケートを実施した。

### 3.2 実験条件

以下の提示手法 2 条件の比較を行った。

1. 平面ディスプレイ条件 (Flat display; FLT) : 8.3 インチのタブレットに事前に撮影しておいた映像と音声を表示した (図 4(a)).
2. ThirdEye 条件 (TE) : 8.3 インチのタブレットに FLT と同様の映像と音声に加えて、実験者の視線と同期した ThirdEye を提示した (図 4(b)).

### 3.3 実験環境

参加者側の実験環境を図 5 示す。参加者はタブレットの正面 50cm の位置に座り、参加者の手前には茨城県の名物・名産が描かれた 4 枚のカード (10.5 cm×7.5 cm) を配置した。4 枚のカードは、14 cm の間隔で参加者から左右対称となるように、また、カードの中央はタブレットから 30 cm の位置になるように配置した。ThirdEye の高さは卓上から 18 cm とした。タブレットの上に Web カメラ (BUFFALO, BSW50KM02BK) を設置し、参加者と参加者の手前の 4 枚のカードが映るように位置を調整した。

### 3.4 実験準備

本実験では、対話する際の会話内容や態度を一定にするためにビデオ会話をリアルタイムに行うのではなく、事前に撮影した動画を参加者に提示することで遠隔環境を模擬した。

以下、動画の撮影環境について述べる。実験者はディスプレイ (GeChic Corporation, On-Lap1101H) の正面から 50 cm 離れた位置に座った。この際、ディスプレイのサイズは、ノート PC と同程度 (11 インチ) とし、ディスプレイの上に設置した Web カメラ (Logicool, C615) が実験者の目線と同じになるように実験参加者の椅子の高さを調整した。ビデオ会話をリアルタイムで行っていることを想定しているので、実際にビデオ会話をした際の環境に合わせて、ディスプレイには参加者側の実験環境を表示した。ディスプレイに表示する参加者側の環境は、図 5 で設置してある Web カメラに映る映像を撮影し、その映像を表示した。

実験で用いる動画は、以下の点を考慮して編集した。

- ・ 実際に Skype で対話した際の顔のサイズと同じサイズになるように、撮影した動画の大きさを調整した。
- ・ 説明動画の実験者の視線や ThirdEye の動きによって参加者の視線がカードに誘導されるかを調べられるように、各カードの説明の冒頭で「私の方を見てください」と発話し、一度タブレットに注意を向けさせてからカードの説明を行った。
- ・ 直前の説明の影響をなくすため、各カードで説明が終

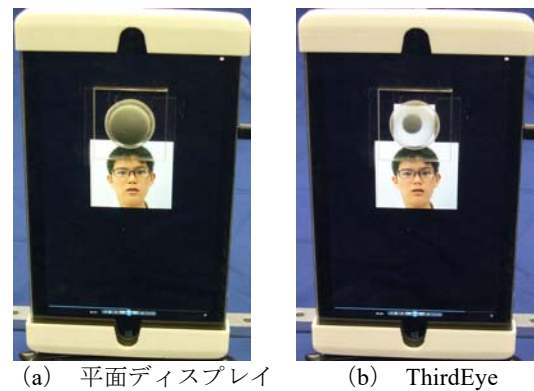


図 4 ディスプレイ条件

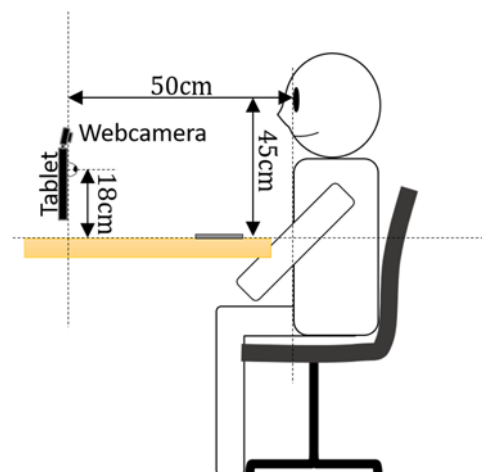
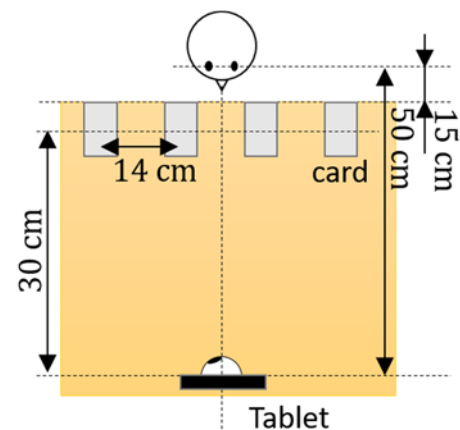


図 5 参加者側の実験環境

了した後に 3 秒間静止画像を表示した。

- ・ 各カードの説明において、参加者の視線が、実験者の視線、もしくは ThirdEye に誘導されたかを分析するために、実験者の視線が動いてから 3 秒後に対象のカードの説明を行った。

### 3.5 実験手順

まず、参加者に自身に関する基本的な情報を記入させた後、タブレットの正面に移動させ、実験の説明を行った。本実験では事前に撮影した動画を用いたが、参加者には実験中は Skype で対話していると想定して評価するように教示した。これを補助するために、実験の説明は Skype を通

じて行った。実験の説明において、実験中にタブレットから「私の方を見て下さい」という指示が再生されたらすぐに一度タブレットの方を見るように、その後は自由に他のところを見てもよいと説明した。

実験説明終了後、参加者は目を閉じ、実験者は卓上に4枚のカードを設置した。実験者の合図と同時に、参加者は目を開け、タブレットから流れる4枚のカードそれぞれについての説明を聞いた。4枚のカードの説明を聞くことを1試行とし、実験は2条件の参加者内配置としたため、各参加者は一連の試行を2回繰り返した。なお、4枚のカードのセットは条件ごとに異なるものを用いた。

各試行終了後にアンケートを実施し、実験終了後には、アンケートとインタビューを実施した。

参加者は正常な視力を有する大学生と大学院生10名(全員男性、22~30歳)とした。順序効果に配慮して、視線提示手法2条件、説明順序4条件は参加者ごとにカウンターバランスをとった。

### 3.6 評価方法

#### (1) 動画分析

各試行において、タブレットに表示される映像上で、実験者が視線をカードに移し始めた時を時間計測の開始地点とし、参加者の視線が参加者の手元にあるカードの方を見始めるまでの時間を「誘導反応時間」とし、参加者が下を見始めてから実験者が注視しているカードを参加者が見る(ただし、他のカードと見比べている場合は対象のカードを最後に見たとき)までの時間を「対象特定時間」とした。

#### (2) アンケート分析

各条件終了後に3項目のアンケートを実施した(表1)。アンケートは6段階のリッカート尺度を用い、「1:まったく当てはまらない」「6:とても当てはまる」として回答させた。

実験終了後にもアンケートを実施した。アンケート項目を表2に示す。アンケートは6段階のリッカート尺度を用いてQ4では「1: 眼球 (ThirdEye)」「6: Skype 画面」に、Q5では「1: 眼球 (ThirdEye) + Skype」「6: Skype」として回答させた。また、表2の2つの質問に関して、回答理由も記入させた。

表1 各試行後のアンケート項目

Q1	相手が自分を見て話している感じがした
Q2	相手が何を見ているかがわかりやすかった
Q3	相手と対面して話している感じがした

表2 実験終了後のアンケート項目

Q4	眼球 (ThirdEye) ありの時、眼球 (ThirdEye) と Skype 画面のどちらを意識しましたか?
Q5	どちらの方が説明を聞きやすかったですか?

## 4. 実験結果

### 4.1 動画分析

ディスプレイ(2水準)と説明順序(各試行で何番目に説明されたのか、4水準)を要因として、2要因分散分析を行った。誘導反応時間の長さの平均値を図6に、対象特定時間の長さの平均値を図7に示す。また、ディスプレイ要因と説明順序要因のそれぞれにおける、誘導反応時間の長さの平均値の差を図8に示す。

分析の結果、誘導反応時間については、ディスプレイと説明順序ともに主効果が有意であった(それぞれ、 $F(1,9)$ )

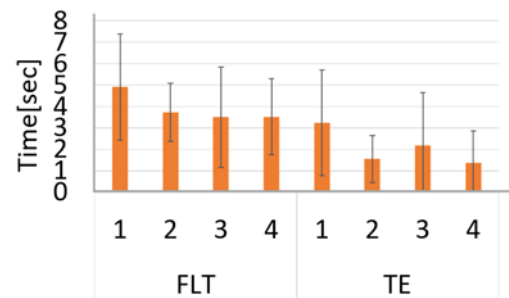


図6 誘導反応時間

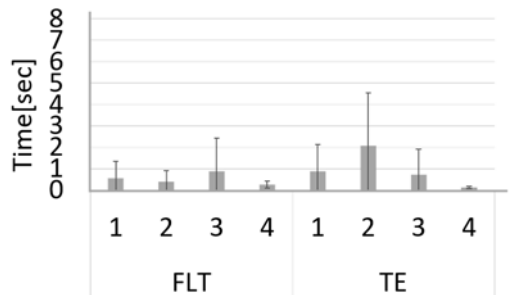
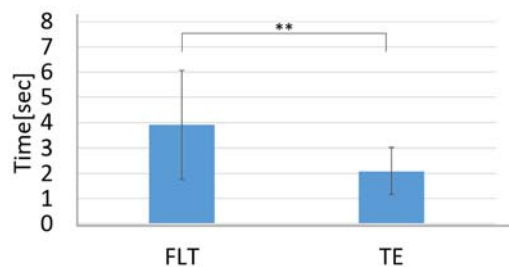
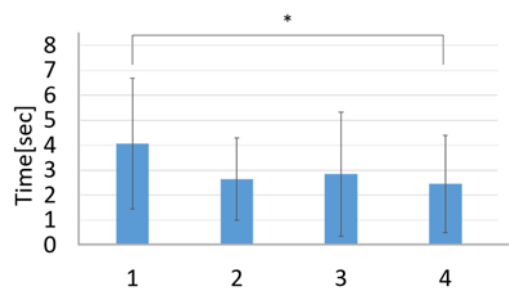


図7 対象特定時間



(a) ディスプレイ要因による誘導反応時間



(b) 説明順序要因による誘導反応時間

図8 誘導反応時間の平均 (\*:  $p < 0.05$ , \*\*:  $p < 0.01$ )

=16.16,  $p<0.01$ ;  $F(1.64, 14.76) = 4.14, p<0.05$ ). また、ディスプレイと説明順序に交互作用は認められなかった。そこで、下位検定として説明順序に関して Bonferroni による多重比較を行った。その結果、1 番目と 4 番目の説明の間に有意差が見られた ( $p<0.05$ )。

さらに、誘導反応時間が 3 秒以内、すなわち、動画内で実験者が視線を動かしてから対象の説明を行う前に、参加者が対象のカードを見た割合は、FLT 条件では 22.5 %、TE 条件では 72.5 % となり、カイ二乗検定より有意な差が見られた ( $p<0.01$ )。

対象特定時間については主効果、交互作用ともに有意な差は見られなかった。

#### 4.2 アンケート分析

各試行後のアンケートの各質問項目についての解答の平均値を図 9 に示す。各質問項目については提示条件 (2 水準) を要因とした t 検定を行った。分析の結果、すべての質問項目において有意な差が認められた (Q1:  $p=0.0174$ , Q2:  $p<0.01$ , Q3:  $p=0.0224$ )。

また、実験終了後のアンケートの各質問項目についての解答の平均値を図 10 に示す (Q4: ave=2.3, Q5: ave=2.5)。

### 5. 考察

図 8(a)より ThirdEye によって有意に誘導反応時間が短縮されていることが分かった。また、動画内で実験者が視線を動かしてから対象の説明を行う前に、参加者が対象のカードを見た割合についても、ThirdEye が有意に高かった。このことから、ThirdEye によって参加者の視線が誘導されていたことが分かる。

誘導反応時間において、図 8(b)より、1 番目と 4 番目の説明の間に有意な差が生じた。これは、最後の 4 番目の説明において、説明するカードが残りの 1 枚であったのに対し、1 番目の説明では 4 枚のカードの内どのカードかを特定するのにカードの説明を聞く必要があったからだと考えられる。

次に、本実験における視線提示について、図 9 の Q2 (相手が何を見ているかがわかりやすかった) で有意な差が見られたことから、ThirdEye を用いることによって、対話者の視線を明確に伝えることができていたことが分かった。実験後のインタビューにおいて、4 人の参加者が「実験での Skype 画像からは実験者の視線が分からない」とコメントし、6 人の参加者が「Skype 画面から左右などの大まかな視線方向は分かる」とコメントした。これらより、Skype 画面上の相手の視線だけでは、どのカードについて説明しているのかの特定が難しかったと考えられる。しかし、対象特定時間において有意差が見られなかった。これは、Skype 画面からは実験者の視線方向を特定できず、FLT 条件における 77.5% がカードの説明後にカードを見ており、カードの特定に Skype 画面ではなく、カードの説明に頼っていた

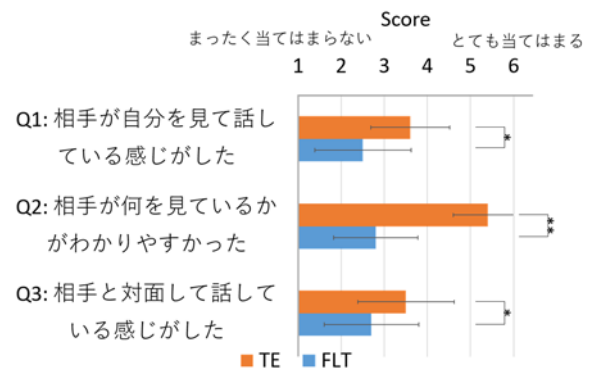


図 9 各試行後のアンケートの回答結果 (\*:  $p<0.05$ , \*\*:  $p<0.01$ )

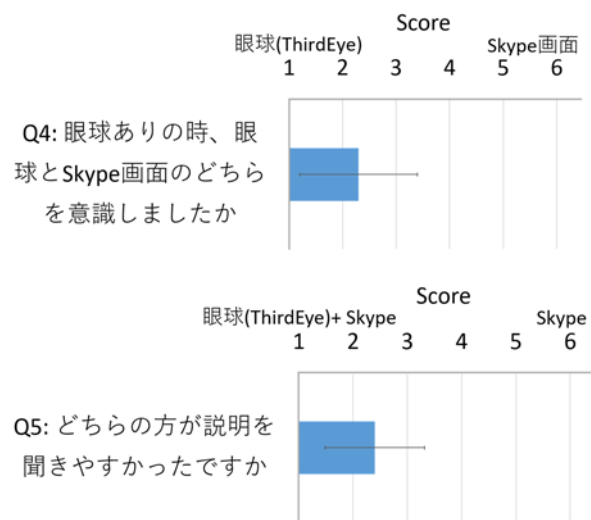


図 10 実験終了後のアンケートの回答結果

ためだと考えられる。

図 9 より Q1 (相手が自分を見て話している感じがした) と Q3 (相手と対面して話している感じがした) の結果を見ると両方の質問項目において、ThirdEye を用いることで、有意にスコアが向上している。このことから、ThirdEye が、ビデオ対話の質の向上に有効であったことが分かる。一方で、Q1 と Q3 のスコアの平均が FLT 条件、TE 条件ともに低かった (Q1: FLT: Mean=2.6, TE: Mean=3.6, Q3: FLT: Mean=2.7, TE: Mean=3.5)。これは、今回の実験が説明を聞くという一方的なタスクであったためだと考えられる。

ThirdEye 自体について、図 10 の Q4 (眼球 (ThirdEye) ありの時、眼球 (ThirdEye) と Skype 画面のどちらを意識しましたか) より、ThirdEye がある場合は ThirdEye の方をより意識していたという結果が得られた。このことに対して、参加者からは「Skype 画面だと相手の目が小さく視線方向が分かりにくい、眼球 (ThirdEye) は大きくて相手の視線がはっきりしている」「大きさや物珍しさから眼球 (ThirdEye) に注意が向いた」というコメントが得られた。ただし、今後 Skype 画面の顔サイズを大きくした場合は、対話者の目が大きく表示され、ThirdEye が相対的に小さく

なるため、ThirdEye に意識を向ける傾向が減少する可能性がある。

## 6. おわりに

ビデオ会議において対話者の視線が正確に伝わらない問題に対して、本研究では眼球型立体ディスプレイ ThirdEye という視線提示のためのインジケータを提案する。ThirdEye は、モータなどの機構が必要なく、取り付けが容易で、応答速度に優れているという特徴を持っている。本研究では、眼球型ディスプレイ ThirdEye が対話者の視線誘導に及ぼす効果を評価するために、実際のビデオ会話を模した環境において ThirdEye の有無で比較実験を行った。その結果、ThirdEye を提示された時の方が、対話者の視線がより誘導されたことを示した。ただし、Skype 画面の顔画像のサイズと ThirdEye のサイズ比が、ThirdEye への注意が変化するので調査を行う必要がある。

我々は、ThirdEye は遠隔地の対話者とオブジェクトを参照した遠隔協調作業 (例[16][17][18]) で有効と考えている。従って、今後は図3に示したようなシステムを構築し、遠隔協調作業での有効性を調査する予定である。

**謝辞** 本研究を進めるにあたり、熱心なご指導を賜った筑波大学システム情報系の葛岡英明教授とグローバル大学院の大槻麻衣助教授と沖電気工業株式会社の鈴木雄介氏に深く感謝いたします。また、研究を通じて多くの知識や示唆を頂いたグループウェア研究室の皆様へ感謝します。そして、実験に参加協力してくださった方々に心から感謝申し上げます。

## 参考文献

- [1] Goodwin, C.. Professional vision. *American anthropologist*. 1994, vol. 96, no. 3, p. 606-633.
- [2] Imai, T. et al.. Measuring gaze direction perception capability of humans to design human centered communication systems. *Presence*. 2006, vol. 15, no.2, p. 123-138.
- [3] Kendon, A.. Some functions of gaze-direction in social interaction. *Acta Psychologica*. 1967, vol. 26, p. 22-63.
- [4] Ishii, H., Kobayashi, M., and Grudin, J.. Integration of interpersonal space and shared workspace: ClearBoard design and experiments. *ACM Trans. Inf. Syst.* 1993, vol. 11, no. 4, p. 349-375.
- [5] Edlund, J., Moubayed, S. A., and Beskow, J.. The Mona Lisa gaze effect as an objective metric for perceived cospatiality. In *Proceedings of the 10th international conference on Intelligent virtual agents (IVA'11)*. Vilhjálmsson, H. H. et al.(Eds.). Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, 2011, p.439-440.
- [6] Heath, C. and Luff, P.. Disembodied conduct: communication through video in a multi-media office environment. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '91)*. Robertson, S. P., Olson, G. M., and Olson, J. S. (Eds.). ACM, New York, NY, USA, 1991, p. 99-103.
- [7] Adalgerisson, S. O., and Breazeal, C.. MeBot: a robotic platform for socially embodied presence. In *Proceedings of the 5th ACM/IEEE international conference on Human-robot interaction (HRI '10)*. IEEE Press, Piscataway, NJ, USA, 2010, p. 15-22.
- [8] Kawanobe, H. et al.. iRIS: a remote surrogate for mutual reference. In *Proceedings of the 8th ACM/IEEE international conference on Human-robot interaction (HRI '13)*. IEEE Press, Piscataway, NJ, USA, 2013, p. 403-404.
- [9] Kawaguchi, I., Kuzuoka, H., and Suzuki, Y.. Study on Gaze Direction Perception of Face Image Displayed on Rotatable Flat Display. In *Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '15)*. ACM, New York, NY, USA, 2015, p. 1729-1737.
- [10] Delaunay, F., de Greeff, J., and Belpaeme, T.. A study of a retro-projected robotic face and its effectiveness for gaze reading by humans. In *Proceedings of the 5th ACM/IEEE international conference on Human-robot interaction (HRI '10)*. IEEE Press, Piscataway, NJ, USA, 2010, p. 39-44.
- [11] Misawa, K., Ishiguro, Y., and Rekimoto, Jun.. LiveMask: a telepresence surrogate system with a faceshaped screen for supporting nonverbal communication. In *Proceedings of the International Working Conference on Advanced Visual Interfaces (AVI '12)*. Tortara, G., Levialdi, S., and Tucci, M.(Eds.). ACM, New York, NY, USA, 2012, p. 394-397.
- [12] Osawa, H., Ohmura, R., and Imai, M.. Using attachable humanoid parts for realizing imaginary intention and body image. *International Journal of Social Robotics*. 2009, vol. 1, no. 1, p. 109-123.
- [13] Otsuki, M. et al.. Representing gaze direction in video communication using eye-shaped display. In *Proceedings of the 29th Annual Symposium on User Interface Software and Technology (UIST '16 Adjunct)*. ACM, New York, NY, USA, 2016, p. 65-67.
- [14] Otsuki, M. et al.. ThirdEye: Simple Add-on Display to Represent Remote Participant's Gaze Direction in Video Communication. In *Proceedings of the 2017 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '17)*. Denver, CO, USA, 2017.
- [15] Forrester, J. V. et al.. *The eye: Basic sciences in practice*. 4th ed, Saunders Ltd, 2015.
- [16] Fussell, S. R., Setlock, L. D., and Parker, E. M.. Where do helpers look?: gaze targets during collaborative physical tasks. In *CHI '03 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems (CHI EA '03)*. ACM, New York, NY, USA, 2003, p. 768-769. DOI:<http://dx.doi.org/10.1145/765891.765980>
- [17] Gauglitz, S. et al.. World-stabilized annotations and virtual scene navigation for remote collaboration. In *Proceedings of the 27th annual ACM symposium on User interface software and technology (UIST '14)*. ACM, New York, NY, USA, 2014, p. 449-459.
- [18] Nardi, B. A. et al.. Turning away from talking heads: the use of video-as-data in neurosurgery. In *Proceedings of the INTERACT '93 and CHI '93 Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '93)*. ACM, New York, NY, USA, 1993, p. 327-334.