

# 遠隔教育コミュニケーション支援システムにおける 視線の左右偏りの課題依存性

田邊 真 瀬島 吉裕 山本 正幸 長 篤志

山口大学大学院 〒755-8611 山口県宇部市常盤台2丁目16-1

E-mail: {s022vm, sejima, yama, osaa}@yamaguchi-u.ac.jp

あらまし 遠隔教育コミュニケーション支援システムの講演者キャラクターが、教室内の聴講者キャラクターに対して右側13%、中央60%、左側27%の割合で視線を送ることによって、システム利用者にとって講演者との一体感が向上するなどの効果があると、先行研究において報告されている。これは、現実空間における講演者の視線割合が左偏りであることが要因の一つであると考えられる。本研究では課題の種類によって視線の空間配分はどう影響するかについて実験を行った。その結果、課題ごとに視線割合の違いがあり、左右偏りが生じることが示された。また、上述の視線割合が聴講者にとっての一体感の向上に關与する理由について考察をおこなった。  
キーワード 注視時間、アイトラッカー、遠隔講義、分散分析、シンクロナイゼーション

## The task dependence in left and right deviation of gazing time and application for a remote education support system

Makoto Tanabe Yoshihiro Sejima Masayuki Yamamoto Atsushi Osa

Graduate School of Yamaguchi University, 2-16-1 Tokiwadai, Ube-shi, Yamaguchi,  
755-8611 Japan

E-mail : {s022vm1, sejima, yama, osaa}@yamaguchi-u.ac.jp

**Abstract** A previous study reported that the lecturer's avatar of a remote education communication support system with a group gaze model which, the avatar gazed the audience at a rate of 13% right, 60% center, 27% left in the virtual classroom, could provide effectiveness for group interaction and communication, especially sense of unity. We believe that a reason of the result is explained by an experimental result, lecturer in the real class room gazes longer duration to the left side than to the right side. In this study, we investigated relationship between duration time of gazing and experimental tasks assigned to the participants. Results show that gazing time depends on the experimental tasks, and two tasks brought left and right deviation. Furthermore, we discussed the reason that the group gaze model can improve the sense of unity in the virtual class room.

**Keyword** Gazing time, Eye-tracker, Remote lecture, ANOVA, Synchronization

### 1. はじめに

通信回線の高速化が着実に進む今日、それを活用した、e-learning システムなどの遠隔教育コミュニケーション支援システムが広く用いられるようになってきている<sup>(1)</sup>。それらは、「サービスを比較的安価で受けることができる」、「マルチメディアを活用して、個人の進度に応じて学習を進めることができる」などの長所が挙げられる。一方で、学習意欲の持続が難しく、教師とのコミュニケーションがとりにくいなど、必ずしも学習の定着効果が高くないことが明らかになっている<sup>(2)</sup>。

本来、人と人が対面で行うコミュニケーションでは、言葉だけでなくうなずきや身振り・手振りなどの身体動作、視線・表情、呼吸・心拍変動などの言語によらない非言語情報が相互に引き込みあうことで、円滑なコミュニケーションが実現されている<sup>(3)</sup>。とくに注視時間や視線交差・視線はずしなどの視線情報が重要な役

割を果たしている<sup>(4)</sup>。また、遠隔教育システムに視線情報を適用することで効果的なコミュニケーションが行えることが報告されている。例えば谷田貝らは教授者と学習者の一斉講義における遠隔教育は学習者と教授者の視線が一致するかが重要であると示している<sup>(5)</sup>。また、藤田らは対象を会話相手に限定し発話情報によって制御する擬似視線AWを提示する遠隔共有仮想空間内会話システムを開発し、擬似視線AWの提示は、多人数音声会話において、より自然な印象につながることを示した<sup>(6)</sup>。

著者らも、講演者の視線情報を解析し、集団注視モデルを提案した<sup>(7)</sup>。このモデルは、講演者が講演を行う際、聴講者である集団を注視する割合を中央60%、左側27%、右側13%としている。さらにこの集団注視モデルを遠隔教育システムに適用することによって、聴講しやすさや一体感を向上することを示した。一方、集

団注視モデルにおける左右の注視割合を反対にし、中央 60%、左側 13%、右側 27%の割合にした場合、聴講しやすさが低下し一体感が損なわれる結果となった。これは現実の講演者の視線情報に左偏移特性があることが要因であると考えられる<sup>(8)</sup>。

なぜ講演者は、右よりも左を長く注視して講演し、聴講者はその方が一体感を感じるのか。また、集団注視モデルは、講演者の視線の比率に関する実験結果を基に提案されている。しかし、この比率の偏りが、人間の認知心理特性や脳機能特性（右脳左脳）によるものなのか、身体的特性（右利きなど）によるのか、それともまったく別の要因によるものなのか、明らかになっていない。

そこで本研究では、講演時だけでなく、様々な課題を行って行く間における視線割合について明らかにすることを目的とする。そして、視線特性を遠隔教育システムに組み込む事で、学習意欲の持続や理解度増進につなげる可能性について議論する。

## 2. 課題実行中の視線割合計測実験

### 2.1 実験システム

実験に使用したシステムの概略を図 1 に示す。3 台の同一のディスプレイ (Iiyama, FLATRON L1942T-BF) を用意し、着席した実験参加者とディスプレイとの距離関係が各辺 1.6 m の正三角形になるよう設置した。PC (CLEVO, W86CU) から出力された画像をディスプレイ分配器 (ELEGCOM, VSP-A4) に入力する事で 3 台のディスプレイに同一かつ同期した映像を提示した。Web カメラ (Logicool, c920) で撮影した画像を PC (SUPER MICRO, Super Workstation7037 A-i) で取得し、その画像上における視線データの座標を非接触型の注視点計測装置 (Tobii, TX300 アイトラッカー) を用いて 60Hz でサンプリングし視線情報を取得した。音声データは、マイク付きヘッドフォン (HS-HP105V) を用いて 16bit 11kHz でサンプリングした。

### 2.2 実験方法

本実験では課題依存性に着目した、視線の空間分配比率や視線の左右偏移を調査する実験を行った (図 2)。実験協力者は 20-24 歳の右利きの男女 20 人 (男性 18 人、女性 2 人) であった。実験手順はまず実験協力

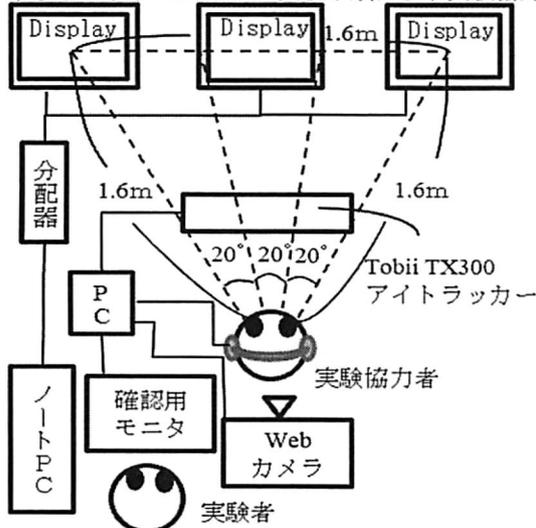


図 1 実験システム

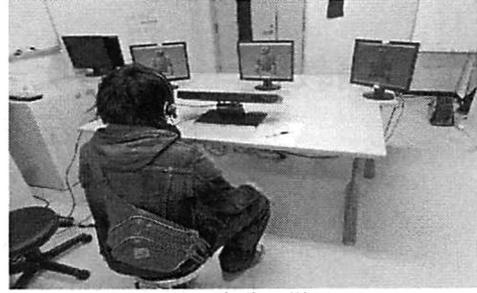


図 2 実験の様子

者をテーブルに配置された実験システムの前に着席させ、各課題実施前に眼球動作のキャリブレーションを行った。次に各課題をランダムに3分間行った。以下に各課題の概要を述べる。

- ・課題 1 (講演) : 先行研究と同様に、講演会形式の集団コミュニケーションを想定して、実験協力者が 3 台のディスプレイに表示された聞き手役の 3 体 CG キャラクタに対して日常の出来事やサークル活動など、話しやすい内容で 3 分間語りかけた。実験参加者には、3 体の CG キャラクタに対して等しく語りかけるように指示した。

- ・課題 2 (長期記憶) : 脳機能における長期的な記憶の保持に有意な右脳の役割<sup>(9)</sup>を考慮して、3 分間日本の都道府県や世界の国名をディスプレイ上の CG キャラクタに語りかけた。実験参加者には、3 体の CG キャラクタに対して等しく語りかけるように指示した。

- ・課題 3 (暗算) : 脳機能における論理的思考に有意な左脳の役割<sup>(10)</sup>を考慮して実験参加者には暗算で解答させた (図 3 (a))。3 つのディスプレイに 2 秒間白い画面を提示したあと 8 秒間同一の計算式を提示した。これを 18 回繰り返して行い、計 3 分間実験を行った。計測開始のタイミングを同じ位置で計るために、白い画面中は中央のディスプレイを注視させた。また、解答中は 3 つのディスプレイを等しく見るように指示した。

- ・課題 4 (色付き色名漢字) : 脳機能における言語処理能力に有意な左脳の役割<sup>(11)</sup>を考慮し、提示した漢字の名称を答えた。3 つのディスプレイに 2 秒間白い画面を提示した後、色を表す漢字をその漢字の名称とは異なる色で 3 つのディスプレイに 4 秒間同時に提示し、協力者はこの提示した漢字の名称を答えた。これを 30 回繰り返して行い、計 3 分間実験を行った。課題 4、課題 5 も問題提示前の白い画面では中央注視であり、3 つのディスプレイを等しく見ながら回答するよう指示をした (図 4)。

- ・課題 5 (色名漢字の文字色) : 言語処理能力に有意な左脳と、イメージの認識に有意な右脳の両方を扱う為に、課題 4 と同様の刺激を提示し、協力者は表示されている色を答えた (図 3 (b))。3 つのディスプレイに 2 秒間白い画面を提示したあと 4 秒間刺激を提示した。これを 30 回繰り返して行い、計 3 分間実験を行った (図 4)。

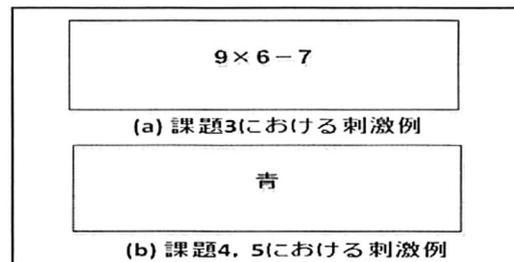


図 3 課題 3, 4, 5 における提示刺激例

	2秒 →	4秒 →	2秒 →	4秒 →
右側	白画面	青	白画面	赤
中央	白画面	青	白画面	赤
左側	白画面	青	白画面	赤

図4 課題4, 5における刺激提示略図（ここでの青は青以外の色, 赤は赤以外の色で描かれている）

## 2.4 注視視線情報の解析結果

図5に, 実験結果を示す. 左側, 右側, 中央ともモニター内部の領域を見ていない時間, 瞬きなどにより注視点が計測できない時間, 課題の間に提示した白い画面の時間を除いた時間を対象とし, 全ての課題において中央と左右の注視時間の割合を示している. 一元配置分散分析の結果, 各課題において中央は, 左右よりも長い時間注視していた.

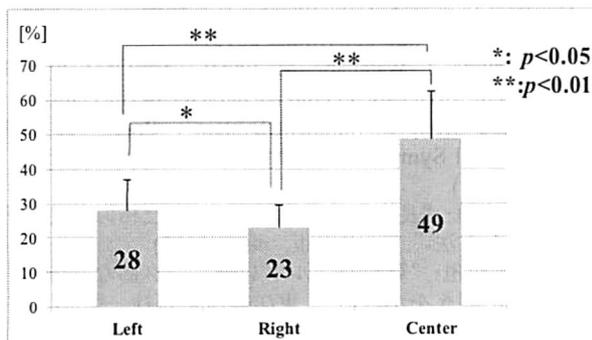
図には17人の平均注視割合と標準偏差, 及び一元配置分散分析を行った結果を示している. 本来20人の実験協力者であったが, 実験の主旨を間違えて実験に参加した1人とキャリブレーションの不適合のためデータ欠損が多い2人を除いた為, 計17人(男性15人, 女性2人)となっている.

課題1では, 分散分析の結果, 右側注視に比べ左側注視の比率が有意に大きかった. 先行研究の実験結果と比較すると比率差は減少したが, 先行研究では頭部角度情報を基に視線割合を算出していたため, 単純に比較はできない. 本実験において, 左右の聴講者領域に対する注視行動を正確に測定することによっても, 講演者の注視方向において左優位であることが改めて確認された.

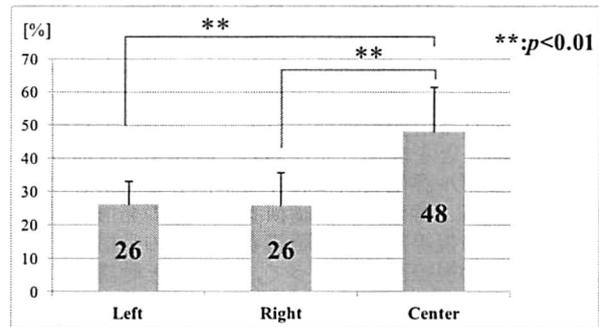
一方, 課題5では, 分散分析の結果, 注視割合が左よりも右の方が有意に大きいという結果が得られた. この時, 課題1と比較して, 左の割合は変化していないが, 中央の割合が減少し, 右の割合が増加している結果となった. このように, 課題によって注視時間の左右差は変化することが示された.

また, 課題2, 3のような記憶の再生や計算においては, 視線の偏りは生じない事が示された.

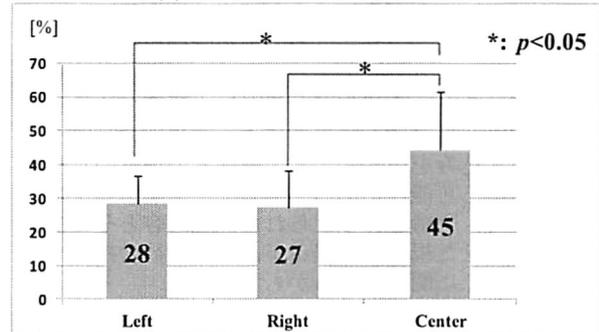
課題4では左右の視線割合に有意差は認められなかったが, 平均値は左側より右側が多くなっていた.



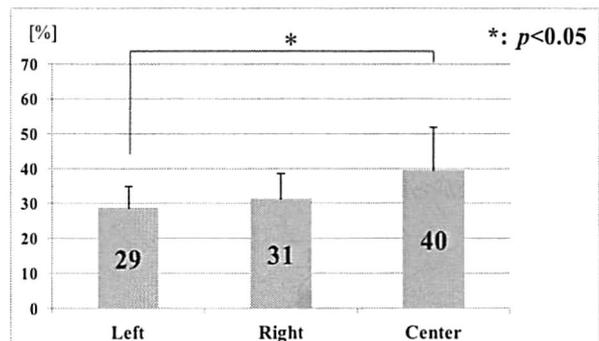
(a) 課題1における視線割合



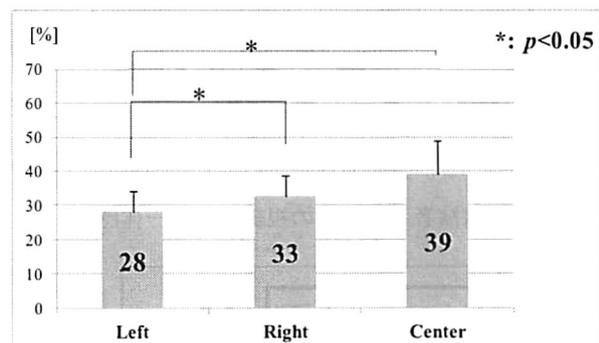
(b) 課題2における視線割合



(c) 課題3における視線割合



(d) 課題4における視線割合



(e) 課題5における視線割合

図5 各課題に対する視線割合

## 2.4 考察

課題1のような講演課題においては, 右側が減少し, 課題5のような対象を理解する課題においては, 右側が増加するということがわかった. この結果は, 先行研究による集団注視モデルの評価実験結果と見比べてみると大変興味深い. 先行研究の実験において集団注視モデルは「講演者からの視線を感じる」や「一体感」の項目において高い評価を得ているが, 左右の比率を

逆転すると、それらの評価が有意に低下することが示されている<sup>(7)</sup>。一方、課題1は実験協力者が講演者としてディスプレイ（聴講者）に左偏移で視線を送っていることを表し、課題5は実験協力者がディスプレイから発せられる情報を理解するときに右偏移で視線を送っていることを表す。すなわち、課題1と課題5が集団注視モデル評価実験における講演者と聴講者の立場に対応すると考えると、講演者（情報の発信者）による左偏移の視線割合と、聴講者（情報の受信者）による右偏移の視線割合によって、講演者と聴講者の間に注視方向の一致が頻繁に起こっていることが予想される（図6）。この注視方向の一致が、「講演者からの視線を感じる」とともに、「一体感の向上」への関連性が示唆されている。

近年、話者のジェスチャなどの視覚情報が、聞き手の脳波を引き込み、話者の音声のタイミングを予測可能にしているという報告がある<sup>(12)</sup>。本研究で注目している視線と、講演者と聴講者による注視点の一致が、脳波の引き込みを引き起こし、聴講者の理解のしやすさにつながる可能性がある。そして、遠隔講義システムにおいて、聴講者に与えられた課題内容とその視線特性にあわせた視覚情報提示が、学習意欲の持続や学習効果の向上に関与できるかもしれない。

例えば課題3の計算式のような論理的思考はPC上の真ん中に配置、課題5のような言語処理かつイメージ認識を要する課題はPC上の右側に配置、また、課題1のような講演者実験で得た視線情報を遠隔教育システム上のアバターやキャラクターに取り入れることで無意識的な認知誘導が行えると考えられる（図7）。

今回課題依存性だけでなく脳機能についても注目したが脳機能が視線情報にどのような影響を与えるか明らかになっていない。追実験として脳波の時間的な変化を測定しながら課題に取り組む必要があると考えられる。

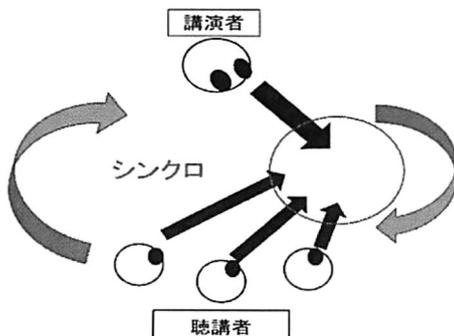


図6 講演者と聴講者の視線による一体感の創立イメージ

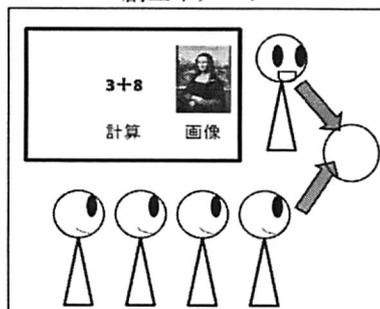


図7 教室レイアウト

### 3. おわりに

本研究では、5種類の課題を実行中における実験参

加者の視線方向を解析する事で、課題内容によって実験参加者の左、中央、右への視線割合がどのように異なるかを明らかにした。まず、講演時には、右側よりも左側を注視する時間が有意に長かった。これは、先行研究と同様の結果であった。一方で、色名漢字の文字色を答える課題では、左側よりも右側を注視する時間が有意に長かった。長期記憶を再生する課題、計算課題、色付き色名漢字の漢字名称を回答する課題に関しては、左右の比率に有意差はなかったが、課題実行中も時間的に視線比率が変動している可能性があった。さらには、これらの視線特性を遠隔教育システムに組み込む事で、学習意欲の持続や理解度増進につなげる可能性について議論した。

### 謝辞

集団注視モデルによる実験データ、実験で使用したソフトウェアをご提供くださいました岡山県立大学の渡辺富夫先生、富山大学の神代充先生に深くお礼申し上げます。

### 参考文献・引用文献

- (1)島田麗聖, 高橋 健一, 上田 祐彰: “e-learning システムにおける学習意欲の向上についての研究”, 電気情報通信学会技術研究報告. ET, 教育工学 109, 163, pp. 13-18, (Jul. 2009)
- (2)和田公久: “失敗から学ぶ e-ラーニング”, オーム社, 東京 (2004)
- (3)藤井美保子: “コミュニケーションにおける身振りの役割: 発話と身振りの発達の検討”, 教育心理学研究, 47, 1, pp. 87-96, (Mar. 1999)
- (4)磯友輝子, 木村昌紀, 桜木亜季子, 大坊郁夫: “発話中のうなずきが印象形成に及ぼす影響: 3者間会話場面における非言語行動の果たす役割”, 社団法人電子情報通信学会, 103, 140, pp31-36, (Oct. 2003)
- (5)谷田貝雅典, 坂井滋和: “視線一致型及び従来型テレビ会議システムを利用した遠隔授業と対面授業の教育効果測定”, 日本教育工学会論文誌, 30, 2, pp. 69-78, (Sep. 2006)
- (6)宮島俊光, 下地崇, 藤田欣也: “視線と存在の擬似アウェアネス機能を有する共有仮想空間コミュニケーションシステム”, 日本バーチャリティ学会論文誌, 10, 1, pp. 71-80, (Mar. 2005)
- (7)瀬島吉裕, 渡辺富夫, 神代充, 長篤志: “講演者キャラクターに眼球動作モデルを付与した音声駆動型複教身体引き込みシステムの開発”, 日本機械学会論文集, 799, 79, pp. 827-836 (Mar. 2013)
- (8)Y. Sejima, T. Watanabe, M. Jindai, A. Osa: “Eyeball Movement Model for Lecturer Character in Speech-driven Embodied Group Entrainment System”, Proc. of IEEE International Symposium on Multimedia, pp. 506-507, (Dec. 2013)
- (9)松葉育雄: “長期記憶過程の統計-自己相似な時系列の理論と方法-”, 井立出版, 東京(2007)
- (10)宮本哲也: “算数パズルトレーニングあなたの論理的思考に磨きをかける”, 東洋経済新報社, 東京(2005)
- (11)関口宏文, 阿部勲: “漢字認知処理における大脳半球機能差について”, 教育心理学研究 40, 3, pp. 315-322, (Sep. 1992)
- (12)水原啓暁, 井上卓, 笹岡貴史, 鹿内学: “ミラーニューロンシステムにより促進される音声知覚”, 日本認知心理学会大会発表論文集, 10, p. 12(Jun. 2012)