

視線コミュニケーションにおける注視点判別の 効果的な条件設定に関する研究

A Demonstrational Study of Gaze Detection on the Communication Method of Using Eyes

江田 裕介

EDA Yusuke

(和歌山大学教育学部)

音声や身体の運動表現で意思を伝えることが困難な重度障害者が、視線を利用してコミュニケーションを行うとき、支援者が相手の注視点を効果的に判別できるように必要な条件を検証した。透明なシートを均等に分割して9種の記号を描き、このシートを相手の眼前に提示して、対面した支援者が注視点を読み取る実験を380人の健常な被験者に行った。注視点判別の効率にはシートを提示する距離が影響する。このとき距離の調整に関する情報を被験者に教示すると、具体的な距離は指示しなくても正答率が有意に向上し、教示前の正答率は70%台であったが、教示後は90%台へ高まった。本実験における適切な提示距離は30 cm前後と考えられるが、非教示の段階で支援者が提示する距離は過大であった。また、視線座標を言語化する方法は、単独の効果は認められなかったが、提示距離に関する情報が同時に与えられていれば、正答率をより高める効果があった。注視点判別の誤りは、横方向より縦方向で多くなる傾向が見られ、シートを提示する位置や角度との関連が示唆された。

キーワード：視線 コミュニケーションボード 注視点 重度障害

1. 問題

視線を利用したコミュニケーションは、音声の言語による表現や、指さし等の運動表現によって意思を伝達することが困難な重度身体障害者の支援に用いられている。ALS（筋萎縮性側索硬化症）やSAM（脊髄性筋萎縮症）などの障害は、全身の筋肉が変性、萎縮して、発声や運動の機能が著しく障害され、他者とのコミュニケーションが困難になる。しかし、眼球の運動は比較的長期間保たれる例があり、視線を利用して対話を行うことが試みられる。視線によるコミュニケーションの方法には、(1) 身近な道具を利用したローテク（low-tech）、(2) 道具を用いないノンテク（non-tech）、(3) 電子情報機器を用いたハイテク（high-tech）など様々なレベルのものがある。ローテクの一例として、記号の描かれた透明なシートを介して、対面した支援者が相手の視線を読み取る方法がある（Goossens' & Crain, 1987 ; Beukleman & Miranda, 1998 ; 中邑・原口・植田, 2002 ; 江田, 2005）。ノンテクの方法には、視線方向を合図として意思疎通を図るような試みがある（江田, 2004）。また、ハイテク利用の技術として、視線検出装置とコンピュータを組み

合わせた機器の開発などがある（伊藤・須藤, 1995 ; 江田・吉田・後藤, 1998 ; 江田, 2000）。しかし、技術レベルと関わりなく、視線コミュニケーションにおいては、いずれの方法でも対象者の意思を把握するためには注視された空間座標を正しく判別する必要がある。

注視点の判別には、提示するターゲット（視標）の大きさや、間隔、配置といった条件面からの影響がある。また、支援者がこれらの道具をどのように用いて対象者とコミュニケーションを図るかという利用上の工夫も成否に影響する。コミュニケーション・ボードのようなAAC オプションの準備については様々に工夫されているが、一方、支援者の技能面の問題は、経験的に調整される一種のコツのようなものと考えられがちである。しかし、注視点の判別という視線コミュニケーションの特徴から、その成否に影響する要因を分析することで、より効果的な支援の在り方を検討することができる。

2. 目的

次の2つの要因が、視線の判別にどのような影響を有するかを明らかにする。

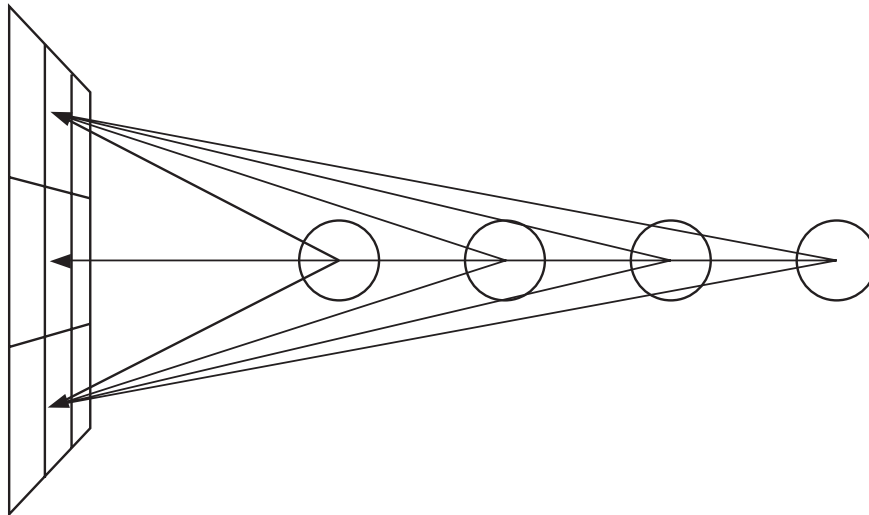


Fig. 1 視距離と視線の移動角度

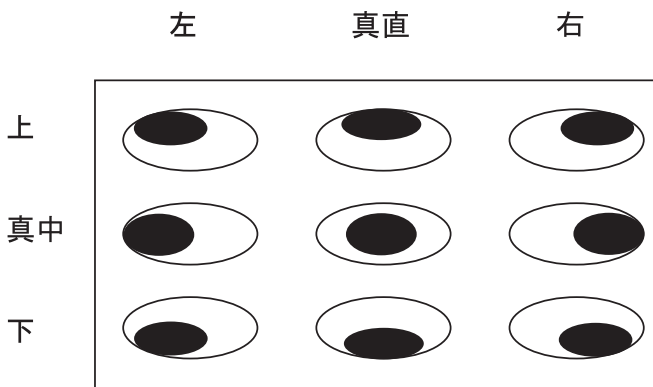


Fig. 2 視線座標の言語化

1	2	3
4	5	6
7	8	9

Fig. 3 実験用ボード (A4 18cm × 27cm)

2. 1. 提示距離の調整

透過式の視線コミュニケーション・ボードを用いて記号を伝達するとき、効率に影響する要因の一つとして、指標の提示距離が考えられる。Fig. 1 で示すように、ターゲットが対象者の面前から遠ざかると視線の移動角度が小さくなり、注視点の判別が難しくなる。この点を意識して支援者が指標の提示距離を適切に調整しないと相手の視線を正しく読み取ることができないと考えられる。

2. 2. 視線座標の言語化

視線の座標は、基本的に縦方向と横方向の組み合わせで表現することができる。例えば、縦「上・真中・下」と、横「右・真直・左」の $3 \times 3 = 9$ マスのコミュニケーション・ボードを作ると、各指標の位置は「右の上」「左の真中」「真直の下」というように単純な言葉で表すことができる (Fig. 2)。相手の視線を漠然と予測せず、言語化された方向を対象者と支援者の両者が意識して取り組むことで、判別の効率が高まると考えられる。

3. 方法

3. 1. 素材

透明なシートを縦 $3 \times$ 横 3 の 9 マスに分割し、各マス内に $1 \sim 9$ の数字を描き、実験用の視線コミュニケーション・ボードとする (Fig. 3)。シートは A4 サイズを用い、各マス目は縦 6 センチ \times 横 9 センチの大きさに設定する。

3. 2. 対象者

成人 370 名、平均年齢・ 24 歳 5 ヶ月 (標準偏差 7 歳 8 ヶ月)、裸眼での参加者 165 名、眼鏡使用者 69 名、コンタクトレンズ使用者 136 名。

尚、眼鏡等使用の条件による結果の有意差は見られなかった。

3. 3. 実験手続き

<共通> 2 名 1 組となり、 1 名 (A) がボード上の数字を視線により選択する役割を担当し、他の 1 名 (B) は読み取る役割となる。A には 9 つの数字が

ランダムな順序で与えられ、Bには分からない。Aが見つめた数字をBが読み取り、口頭でその数字を伝える。Aは正誤を記録するが、Bに正誤をフィードバックせず、ただ「はい」と言って次の数字の選択へ進む。9つの数字の応答が終わったら役割を交代し、以下のように実験を繰り返す。

<実験1> 被験者には、最初は何も情報を与えず、共通の手続きによって第1試行を実施する。引き続き第2試行において、1つのグループは、そのまま同じ実験をもう一度繰り返す（非教示群、計85人）。他の1つのグループには、この時点で次の2つの情報を与え、その後第2試行を共通手続により行う（教示群、計161人）。

（教示1） 提示距離の調整に関する情報「視線の正しい読み取りには、ボードを提示する距離が大切であり、相手の顔から遠いと視線の動きが小さくなり、読み取りが難しい。適切な提示の距離を探しながら取り組むとよい」（適切な提示距離が何センチぐらいであるかという具体的な助言はしない）

（教示2） 座標の言語化に関する情報「ボードのマス目は9つあり、視線の方向は、縦の上・中・下と横の左・中・右の組み合わせである。ボードを見る人、読み取る人は、どちらも『右の上』『左の下』というように、この方向の組み合わせを意識して目を動かしたり、読み取ったりするとよい」

<実験2> 実験1の非教示群に対して、第2試行の終了後に教示群と同じ情報を与え、引き続き第3試行を実施する。

<実験3> 実験1・2とは別のグループの被験者（順次教示群、計44人）に対して、第1試行は非教示により、第2試行は座標の言語化に関する情報のみを与え、第3試行では提示距離の情報を追加して順次に実験を行う。

<実験4> さらに実験1～3と異なる新しいグループの被験者（単独情報教示群、80名）に対して、第1試行は非教示により、第2試行は提示距離に関する情報のみを与えて実験を行う。また、第1試行、第2試行それぞれでボードが相手の顔（眉間）から何センチの距離に提示されたかを測定し、情報の提供によって提示距離がどのように調整されたかを調べる。

4. 結果

4.1. 教示の効果（実験1）

非教示群、教示群が、第1試行と第2試行それぞれで9つの数字のうち正しく読み取れたものがいくつあったか、正答率の平均を示したものがTable 1である。分散分析により検定したところ、第1試行の結果は、非教示群75.8%、教示群（教示前）79.3%で、両群の正答率に有意な差は認められなかった。

第2試行においては、非教示群の正答率は76.2%と第1試行との間に差はなかったが、教示群は92.1%へと正答率が有意に向上した（ $F=62.90$ (1, 244), $p < 0.01$ ）。すなわち、教示が有効であり、単に試行を反復するだけでは被験者の正答率は目立って変化しなかったが、提示距離の調整に関する情報の提供が被験者の視線判別の能力を向上させる効果があったとすることができる。この結果を図示したものがFig. 4である。

4.2. 教示効果の確認（実験2）

そこで実験1の非教示群に対して教示群と同じ情報を与えた後、引き続き第3試行を実施したところ、Table 2で示すように正答率は92.9%（ $SD=9.8$ ）へと有意に向上した（ $F=52.04$ (2, 168), $p < 0.01$ ）。これにより、教示の効果を改めて確認することができた。この結果をFig. 5に示した。

4.3. 効果の区分（実験3）

第3のグループにおける視線判別の正答率は、非教示の第1試行において81.3%（ $SD=16.5$ ）、言語化の情報のみを与えた第2試行では81.8%（ $SD=16.6$ ）、提示距離の情報を追加した第3試行では89.1%（ $SD=15.8$ ）であった（Table 3）。分散分析の結果、第1試行と第2試行の正答率に差は見られなかったが、第2試行と第3試行の差が有意であった（ $F=4.05$ (2, 84), $p < 0.05$ ）。したがって、座標の言語化に関する情報を提供するだけでは視線の読み取りを改善する効果は認められなかった。また、この場合も提示距離に関する情報の追加により第3試行において正答率が向上した（Fig. 6）。

4.4. 提示距離に関する情報の単独効果と被験者による調整の実際

第4のグループには第2試行で提示距離の情報のみを与え、その単独効果を検証した。非教示の第1試行の正答率は75.8%（ $SD=22.0$ ）であったが、提示距離の情報を与えた第2試行では83.5%（ $SD=15.7$ ）へと有意に向上した（ $F=8.76$ (1, 79), $p < 0.01$ ）。これにより提示距離に関する情報は単独でも被験者の視線判別の能力を向上させることが明らかになった。

また、提示距離がどのように調整されたかを見るため、第1試行と第2試行それぞれで提示されたボードと相手の眉間までの距離を測定したところ、第1試行では平均提示距離は56 cm（ $SD=13.0$ ）であったが、第2試行では42.7 cm（ $SD=19.5$ ）となり、情報の提供後に距離が短く調整された。Fig 7は、両試行における提示距離の分布を図示したものである。第1試行では、人数のピークが提示距離50～59 cmにあるが、第2試行では30～39 cmにピークが移行していることが分かる。一方、第2試行では80 cm以上と極端に

Table 1 視線判別の平均正答率 (実験 1)

	非教示群 (N = 85)		教示群A (N = 161)	
	第 1 試行	第 2 試行	第 1 試行	第 2 試行
M (%)	75.8	76.2	79.3	92.1
SD	18.2	16.3	18.9	10.7

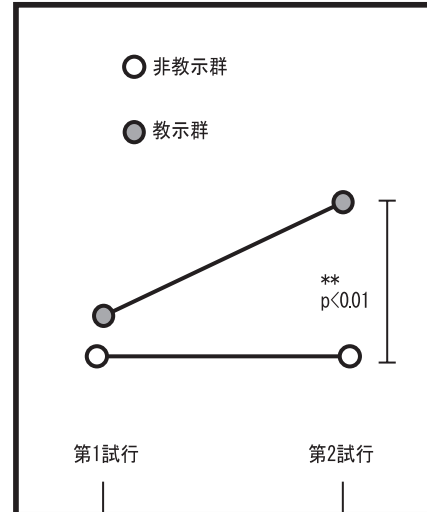


Fig. 4 教示効果の分析 (実験 1)

Table 2 視線判別の平均正答率 (実験 2)

	非教示群 (N = 85) 第 3 試行で教示		
	第 1 試行	第 2 試行	第 3 試行
M (%)	75.8	76.2	92.9
SD	18.2	16.3	9.8

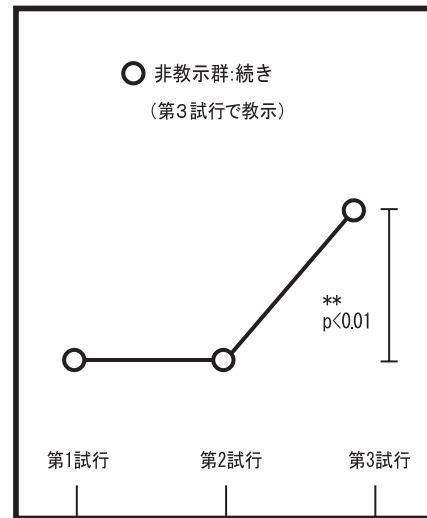


Fig. 5 教示効果の分析 (実験 2)

Table 3 視線判別の平均正答率 (実験 3)

	順次教示群 (N = 44)		
	第 1 試行	第 2 試行	第 3 試行
M (%)	81.3	81.1	89.1
SD	16.5	16.6	15.8

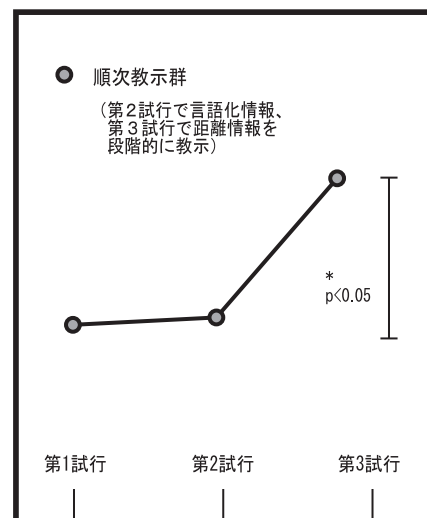


Fig. 6 教示効果の分析 (実験 3)

Table 4 提示距離と正答率

全体 N=185 ()内は標準偏差			
0-9cm	10-19cm	20-29cm	30-39cm
100% (-)	91.0% (8.3)	94.1% (8.0)	85.6% (16.3)
40-49cm	50-59cm	60-69cm	70-79cm
81.3% (15.9)	78.8% (23.4)	73.0% (19.9)	69.0% (17.9)
80-89cm	90-99cm	100- cm	
78.0% (13.2)	66.7% (-)	63.0% (19.6)	

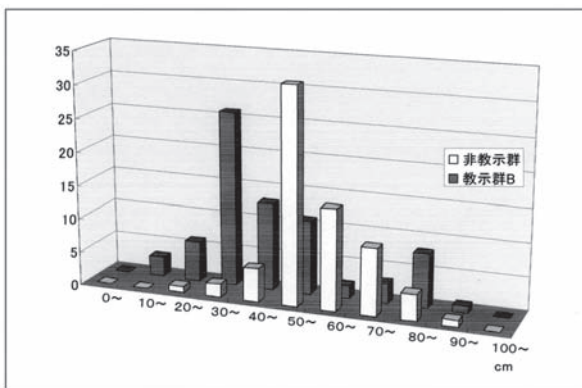


Fig. 7 提示距離の分布の変化

1 (38)	2 (58)	3 (32)
4 (101)	5 (103)	6 (113)
7 (146)	8 (135)	9 (112)

Fig. 8 各座標の視線判別の誤り度数

遠くへ提示した者が数名増えているが、これは具体的な距離を指示していなため、距離調整の情報を誤って理解し、逆に自分の顔へボードを近づけた者がいたことによる。

提示距離を 10 cm ごとに区切り、被験者の正答率を比較したところ Table 4 のような結果となった。最も正答率の高かった距離は 20 ~ 29 cm で 94.1% (SD=8.0) であった。次いで 30 ~ 39 cm の 85.6% (16.3%)、40 ~ 49 cm の 81.3% (SD=15.9)、50 ~ 59 cm の 78.8% (SD=23.4) と距離が遠ざかるに従って正答率も順次低下し、70 cm 以上になると 60% 台に落ち込んでいる。

4.5. 視線の判別を誤りやすい座標

実験 1 ~ 3 までの被験者 290 人の全試行を通じて、どの座標にある数字に注がれた視線の読み取りを誤ったか、誤読の度数の集計を図示したものが Fig. 8 である。上段の 3 マス (カッコ内は誤読数) は、1 (38)、2 (58)、3 (32)、中段は、4 (101)、5 (103)、6 (113)、下段は、7 (146)、8 (135)、9 (112) という結果であった。上段に比して下段へ注がれる視線に対して判別の誤りが多く生じる傾向が見られた。

5. 考 察

透過式の視線コミュニケーション・ボードを利用するとき、提示距離の調整が効率を高める重要な要因であり、支援者にその情報を提供することで判別の正答率を高めることができると明らかになった。本実験では適切な視距離を具体的に指示していないが、支援者が提示距離の調整に関する情報を意識するだけで効果のあることが示された。本実験は数回に区切って実施されたが、正答率や分散は安定しており、実験結果の再現性が高かった。

非教示の状態では、被験者の提示距離は過大になる傾向が見られた。支援者が自然に提示するボードの位置は、適切な位置より遠く、その理由は支援者が相手のパーソナルスペースを無意識に配慮し、顔から離れた位置 (50 cm 以上) へボードを差し出すためと考えられる。適切な提示距離は、これより 20cm 以上相手の顔に近く、正答率から判断すれば 20 ~ 29 cm (94.1%) 程度である。ただし実験後の被験者の感想からは、20 ~ 29 cm というボードの提示距離は、相手に圧迫感与える距離であると予測された。そこで実用上適切な提示距離は (本実験で用いた視標の大きさや配置においては)、相手の眉間から 30 cm 程度と判断

することができる。提示距離の調整が大切であるという情報を与えた後では、具体的な距離は指示しなくても、被験者の多くは、ほぼこの距離にボードを差し出すようになり、正答率は90%前後にまで向上した。

Table 5は、教示1（提示距離の調整に関する情報）と、教示2（座標の言語化に関する情報）の2種類を、同時に与えた場合や、単独で与えた場合の効果を、正答率から総合的に比較したものである。教示1と教示2を同時に与えたとき効果が最大となり、非教示のとき、教示1のみのとき、あるいは教示2のみを与えたとき、いずれの条件と比較しても正答率は有意に高かった。また教示1は単独で効果を発揮し、非教示のときや、教示2のみを与えたときよりも正答率が高かった。しかし、教示2は単独で与えても正答率が目立って変化せず、教示1が同時に与えられたときに限って、より正答率を高める効果があった。

視線判別の誤りは下段の3マスで多く、縦方向の視線の区別が難しいことが示された。横方向の座標の判別は比較的偏りが少なかった。その原因として、今回実験に用いた指標が3対2の比率で横長であったことの影響が考えられる。また、相手の顔の正面にボードを提示するとき、左右の中心は判断しやすいが、上下の中心を定めることは難しく、適切な位置からやや下方に提示されていると予測される。今回は判別の誤りの半数近くが下段で生じており、原因を特定することで利用効率を一層改善できると考えられる。

重度障害者のコミュニケーションに視線を利用するとき、1枚の透過式シートに平仮名をすべて表示して選ばせるような試みが見られる。しかし、本実験の結果から分かるように、わずか9つの指標を視線で選ぶときにも一定の読み誤りが生じる。さらに細かく分割されたシートの記号を正確に選ぶことは困難で、実用性に乏しい。本実験で用いた縦3マス×横3マス以上に細かく画面を分割せず、多数の記号の選択が必要なときは2段階で選ばせるなどの工夫が必要である。

Table 5 教示効果の比較

教示1+2	>	非教示	**p<0.01
教示1+2	>	教示1	*p<0.05
教示1+2	>	教示2	*p<0.05

教示1	>	非教示	**p<0.01
教示1	>	教示2	**p<0.01

教示2	=	非教示	ns

・教示1=提示距離情報 ・教示2=座標言語化情報

文 献

- Beukleman, D. & Mirenda, P. (1998) *Augmentative and Alternative Communication*. Baltimore, Paul H. Brookes Publishing Co, Baltimore, Maryland.
- 江田裕介・吉田正明・後藤裕典 (1998) オキュラー・コントロール・デバイスの開発と重度身体障害者の福祉機器への応用—コミュニケーション支援と生活環境コントローラー—. 和歌山大学教育実践研究指導センター紀要, 105-112.
- 江田裕介 (2000) 視線検出装置で操作する重度肢体不自由児のコミュニケーション・エイド—急性脳脊髄炎後遺症による全身性運動機能障害児の事例—. 特殊教育学研究, 37 (5), 1-8.
- 江田裕介 (2004) 重度障害児のためのコミュニケーション支援技術. 育療, 30, 31-41.
- 江田裕介 (2005) 視線コミュニケーションにおける注視点の判別に関する実証研究. ATAC2005, 発表論文集.
- Goossens', C., & Crain, S. (1987) Overview of nonelectronic eye-gaze communication devices, *Augmentative and Alternative Communication*, 3, 77-89.
- 伊藤和幸・数藤康雄 (1995) 瞳孔中心点と角膜反射点追跡による視線検出法について. 国立身体障害者リハビリテーションセンター研究紀要, 16, 89-94.
- 中邑賢龍・原口由美・植田妙子 (2002) 視線でコミュニケーション—コミュニケーションボードの使い方—. ころろリソースブック出版会.