

生物的並びに非生物的手がかりが注意の空間方向定位に与える影響

吉崎 一人 (yoshizak@asu.aasa.ac.jp)

吉田 佳介・杉本 助男・佐々木 洋

〔愛知淑徳大学〕

The effect of biological and nonbiological cues on visual reflexive orienting

Kazuhito Yoshizaki, Keisuke Yoshida, Sukeo Sugimoto, and Hiroshi Sasaki

Department of Psychology & Communication, Aichi Shukutoku University, Japan

Abstract

The aim of this study was to examine the effects of biological or nonbiological cues on reflexive orienting. Twelve university students participated in Experiment 1, in which a target which was presented in the left or the right visual field followed the gaze face or the arrow and they were required to detect the target. The results showed that the response to the target presented at the side where the eyes gazed toward and where the arrow indicated was faster than that presented at the reversed side in the SOA-100 ms and the SOA-550 ms conditions. Such a cueing effect obtained for the gaze-cue and the arrow-cue disappeared in the SOA-1000 ms condition. These findings suggested that the reflexive orienting from the arrow as well as the gaze would accrue. Thirty-six university students participated in Experiment 2. They were divided into the three groups, and each group was given the following three types of localization tasks. One was the gaze-cueing task which was the same as the Experiment 1. The second one was the arrow-cueing task which was also the same as the Experiment 1. The last one was Kanji-cueing task in which the target followed a Kanji character which means “left” or “right”. The results supported the findings in Experiment 1. That is, the gaze-cue and the arrow-cue accrued the reflexive orienting. On the contrary the Kanji-cue did not. The mechanism of reflexive orienting from eye, arrow, and word (Kanji) were discussed.

Key words

visual attention, reflexive orienting, gaze perception

1. 問題と目的

他者の視線から我々(観察者)が得る情報は膨大である。他者の左右へ視線方向の移動から、危険な物の接近や、相手の興味・関心を示す物の位置(方向)を察知できる。観察者とのアイコンタクトや見つめ合っている状態から突然視線をそらすような行動から、他者の観察者への関心や意図、他者の情動状態さえ、察知しているのである(Argyle, & Cook, 1976)。

日常生活から容易に推察されるこのような事態を観察者側の「注意の視覚的空間方向定位(Visual Orienting)」(以後、視覚的注意の移動と呼ぶ)の視点でとらえると、次のようなことが推察される。つまり、他者の視線方向が左右に移動することにより、観察者の視覚的注意が他者の視線方向に移動するわけである。

1990年代後半から、他者の視線による視覚的注意の移動に関する認知神経科学的な検討が多く見られる。それらの代表的なものに、Posnerの視覚手がかり法(Visual Cueing Method: 損失-利得法 cost-benefit method)を応用したものが多く報告されている(Posner, 1978, 1980; Posner, Nissen, & Ogden, 1978)。

典型的な方法は、手がかり刺激として視線を左右に向けた顔(写真や絵)が中央に呈示され、それに伴うターゲッ

トに対して同定や検出等を行うものである。多くの研究では、左あるいは右側に瞳を向けた手がかり刺激を用い、視線方向にターゲットが呈示される場合をCUE条件とし、逆側に呈示される場合をUNCUE条件とする。また、被験者はターゲットに先行して呈示される顔刺激は課題とは関係ないことを告げられ、実際のところ視線方向にターゲット呈示される確率は50%である。手がかりとターゲットが呈示されるまでの間隔(SOA)は複数条件設定されることが多く、自動的な注意の移動を検討する上で必要な比較的短いSOA条件(概ね50ms~300ms)と意識的な注意の移動を検討すると考えられる比較的長いSOA条件(500ms~1000ms)が用意される。

このようなパラダイムを健常成人に実施した場合、視線方向にターゲットが呈示されるCUE条件の方がUNCUE条件よりも速いこと(以後、CUE効果)が明らかとなっている(Downing, Dodds, & Bray, 2004; Driver, Davis, Ricciardelli, Kidd, Maxwell, & Baron-Cohen, 1999; Friesen & Kingstone, 1998; Hietanen, 1999; Hietanen and Leppänen, 2003; 小川, 2002; Yoshizaki, Yasuda, Kamei, Nakamura & Sugimoto, in preparation)。この視線によるCUE効果の特徴は、SOAが比較的短い時間から生起すること、SOAが比較的長い時間でも持続すること、視線と逆に呈示される可能性が高い事態でも見られること(Driver et al., 1999)、課題に関係なく生起すること(Friesen & Kingstone, 1998)、復帰抑制(IOR)効果はみられないことなど、が挙げられる。

これらの特徴で重要な点は、視線によるCUE効果は反射的な注意の移動を反映していることにある。最近 Kingstone, Smilek, Ristic, Friesen and Eastwood (2003) も指摘しているように、視線手がかりが中心に呈示されているにもかかわらず、反射的な視覚的注意の移動が生じることは、「視線」の特殊性を反映していると考えられてきた。

Jonides (1981) は実験1で矢印を周辺あるいは中心に呈示し、その後に呈示されるターゲット刺激の同定を求めた。ターゲット刺激が矢印で示された位置に呈示されたCUE条件は全体の70%で、矢印位置とは異なる位置にターゲットが呈示されるUNCUE条件は30%であった。さらに課題遂行中に記憶負荷をかけ、その負荷がCUE効果(CUE条件とUNCUE条件の差)へ与える影響に注目した。その結果2つのことが明らかとなった。1つは、周辺手がかり、中心手がかりに関係なくCUE効果は顕著に認められたことであった。さらにおもしろいことに、記憶負荷量が増すと中心矢印条件ではCUE効果は減少するのに対して、CUE効果は周辺矢印条件では記憶負荷量の影響を受けなかった。このことは、周辺手がかりが、処理容量が減少した事態においても注意を惹きつける反射的な性質を有することを示唆している。さらに彼は実験2で、手がかりを無視する教示を行い、CUE効果を検討したところ、無視するように教示された場合は、中心手がかり呈示によるCUE効果は消失したけれども、周辺手がかり呈示によるCUE効果は消失しなかったことを報告している。以上のことから、周辺手がかりは反射的な注意の移動を引き起こすのに対して、中心手がかりはそのような注意の移動をもたらさないことが示唆された。

このような知見を考慮すると、視線が中心に呈示されているにもかかわらず反射的な注意の移動がみられる現象は、「顔」や「視線」の特殊性を反映したものとして注目され、他の領域からも関心が寄せられている。

例えば、この視線による視覚的注意のメカニズムは、子どもの言語獲得(Bruner, 1983)やBaron-Cohen (1995)が提案する「心の理論」の発達を支える重要なものともいえる。また、ヒトにおける視線の重要性は、ヒトの目の形態の進化という点から見ても整合的に解釈できる(Kobayashi & Kohshima, 1997)。

さらに最近の神経生理学的な検討からも、顔の認識や視線認知に特殊な神経生理学的基盤の証拠が数多く出てきている(Calder, Lawrence, Keane, Scott, Owen, Christoffels, & Young, 2002; Hoffman & Haxby, 2000; Perrett, Hietanen, Oram, & Benson, 1992; Perrett, Smith, Potter, Mistlin, Head, Milner, & Jeeves, 1985; Puce, Allison, Bentin, Gore, & McCarthy, 1998)。これらの知見は視線による反射的な注意の移動が、生得的であることを示唆している。

しかしながら最近、中心に呈示された矢印においても反射的な視覚的注意の移動が生起することが報告されている。

Tipples (2002: 実験1) は、凝視点を挟んだ位置に呈示された2つの矢印(75 ms)の後に呈示されるアルファベッ

ト文字("X"か"O")の弁別を被験者に要求した。SOAは100 msと300 msの2条件であった。矢印の方向はターゲットの位置を予測しないにも関わらず、SOA条件に関係なくCUE効果が認められた。しかしここで使用された2つの矢印は、視角にして1.1度の間隔をあけており周辺に呈示されたともいえる。また中心に呈示された凝視点とそれを挟んだ左右1対の矢印を被験者が顔のように捉えたとも推察できる点にも問題が残った。そこで実験2では、凝視点の位置に1つの矢印を手がかりとし呈示し再検討した。手がかりが被験者の反応まで呈示されること以外は実験1と同じ手続きで行われた。その結果、実験1同様SOA条件に関係なくCUE効果は認められたのである。

さらにKingstoneたちのグループもTipples (2002) を支持する興味深い報告をしている。Ristic, Friesen, and Kingstone (2002) の実験1では、成人に対して、顔線画と矢印を手がかりとしてターゲット検出におけるCUE効果を検討した。その結果、手がかりのタイプに関係なくCUE効果はSOA195 ms条件で見られ、さらに長いSOA条件(600 ms / 1005 ms)でも同じ傾向が認められた。3歳~5歳児を対象に同じ手続きで行われた実験2でも、成人と同様の結果が得られた。これらの結果は、生物学的な手がかりである視線同様、非生物学的な手がかりともいえる矢印においても反射的な視覚的注意の移動が生じることを明らかにするとともに、このメカニズムが発達のかかなり早い段階で得られていることを示す。さらに視線が注意の移動を引き起こす特異なものであるとする知見に整合的でないという意味でも興味深い。しかし、矢印のような非生物学的な手がかりによる注意の移動メカニズムが視線のそれと同じであると考えるがたい。そこで彼らは矢印と視線手がかりの神経生理学的基盤の差異を検討するため、離断脳患者(J.W.)を対象に矢印を手がかりとした課題を実施した(実験3)。その結果、左右各半球で同様にCUE効果は認められた。これに対して同じ離断脳患者であるJ.W.を対象に視線手がかりによるCUE効果を検討した報告(Kingstone, Friesen, & Gazzaniga, 2000)では、右半球だけでCUE効果が認められた。J.W.を対象にした2つの実験を総合すると、視線による注意の移動と矢印による注意の移動は行動上類似した現象であるけれども、異なる神経生理学的基盤を有している可能性が示唆される。

Ristic et al. (2002) やTipples (2002) の知見の意味は、「視線特異性が、視線手がかりを中心に呈示しても注意の反射的な移動が生起させる」とする定説を支持しないものあり、非生物学的な矢印でさえ発達の初期に獲得している可能性を示唆している点にある。反射的な注意の移動を支えるメカニズムを考えた場合、神経生理学的基盤、長期間の学習経験によるエキスパートシステムの構築、発達初期段階からの顔への選好性といった観点からみて、視線が特異的であることは比較的整合的に解釈できる。しかしながら、「視線」に対応するような「矢印」のメカニズムが存在することは考えにくい。また視線による注意の移動の研究に比べ、矢印に代表される非生物学的な手がかりによ

る反射的な視覚的注意の移動についての検討は非常に少ない。

そこで本研究では、中央に呈示される生物学的な手がかり（視線）や非生物学的手がかり（矢印）による反射的注意の移動のメカニズムについて検討することを目的とする。実験1では、矢印並びに視線手がかりが反射的な視覚的注意の移動に与える影響について検討する。実験2では、矢印以外の非生物学的な手がかりについて検討する。

2. 実験1

本実験では視線によるCUE効果と矢印によるCUE効果について同一被験者内で比較する。これまで多くの研究で行われてきた手続きにおいて、今回は2つの変更を行う。1つは、中立条件の導入である。これまで視線によるCUE効果に関する検討では一致条件と不一致条件の差に注目してきた。矢印との差異に注目する際に、従来のCUE効果を中立条件からの促進と抑制に分けて細かく見ていくことも必要であると考えられる。2点目は、手がかり刺激の呈示時間である。視線によるCUE効果を検討している手続きにおいては、手がかり刺激が被験者の反応まで呈示されていたり、ターゲットが呈示される直前まで呈示されたりしている。したがって手がかり刺激の呈示時間はSOA条件毎に異なるだけでなく、試行毎に異なるわけである。このように手がかり刺激の呈示の延長が、CUE効果の持続性につながったとも考えられよう。矢印手がかりと視線手がかりのCUE効果への影響を検討していく上では、SOA条件に関係なくCUEの呈示時間は一定にしておくような統制が必要であると考えられる。

注目するのは、CUE効果の促進、抑制に対する手がかりのタイプの影響、さらにはそのタイムコースの影響、そしてその両者の相互作用である。

2.1 方法

要因計画 手がかりタイプ（矢印／視線）、SOA（100 ms条件／550 ms条件／1000 ms条件）、一致性（一致条件／中立条件／不一致条件）の3要因計画で行われた。何れの要因も被験者内要因であった。

被験者 12名の大学生（19歳～21歳）が実験に参加した。何れの被験者も健常な視力、あるいは矯正視力を有した。刺激 すべての刺激は白色の背景に黒色で描かれた。すべての楕円の大きさは視角にして縦4.34度、横4.18度であった。この楕円は3つの課題で使用された。

手がかり刺激としての視線は図1に示されている。顔の輪郭は楕円で目、鼻、眉、口が同じく黒色線で描かれた。顔刺激は3種類用意された。視線の方向が左側、右側、正面に向けられているように見せるため、黒色で塗りつぶされた瞳は横長の目の左側、右側、中心にそれぞれ描かれた。顔刺激の大きさは視角にして縦4.34度、横4.18度であった。目は縦横0.62度、横1.24度の楕円であった。瞳の大きさは直径0.54度の円で黒く塗りつぶされていた。左右の目は凝視点を通る垂直子午線に対して左右対称に配置された。ま

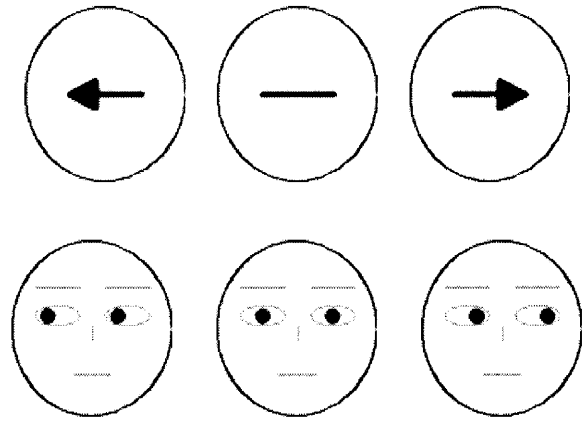


図1：実験1で使用された手がかり刺激

た各目の中心は、凝視点から水平（左右）方向に0.93度、上方向に0.46度に位置した。眉、口は図2に示すような水平線分で描かれ、長さは1.08度であった。鼻は垂直線分で描かれ、長さは0.46度であった。

矢印課題の手がかり刺激となる線画が図1に示されている。すべての矢印手がかり刺激は、長さは視角にして2.17度であった。右向きあるいは左向きの手がかり刺激における三角形の矢尻は0.93度であった。中立条件の刺激は2.17度の線分であった。

ターゲットは、「*」で、顔の輪郭となった楕円の中心に呈示された。大きさは視角にして0.31度×0.31度であった。装置 刺激はDell社製 OptiPlex GXiとそれに接続された17インチ XGA ディスプレイによって呈示された。反応の採取は、キーボードにより行われた。刺激呈示の制御、反応の記録にはCedrus社製 SuperLab Pro for Windows (Ver. 2.0) が使用された。頭部を固定し、画面と目との距離を一定に保つために顔面固定台が使用された。

手続き 各被験者は、手がかりのタイプ（矢印／視線）が異なる2つの課題を別の日に実施した。課題の実施順序は被験者間でカウンターバランスされた。課題実施の間隔は中1日～3日間であった。

実験は個別に行われた。被験者は、ディスプレイから37 cmの距離に顔面固定台によって頭部を固定され、ディスプレイの中央を凝視するように強く求められた。

図2に示すように、1試行は以下の4つのフレーズからなる。まず、チャイム音とともに3つの楕円が水平に500 ms間呈示された。中央の楕円の中心には「+」が呈示され、そのポイントを凝視するように被験者は求められた。この3つの円はターゲットに対する反応があるまで呈示された。中央の楕円の中心から左右の楕円の中心までの距離は視角にして6.04度であった。次に、手がかり刺激が中央の楕円にかかわって50 ms間呈示された。手がかり刺激が消えた後、3つの楕円が再び呈示された。呈示時間は、50 ms間、500 ms間、950 ms間の3条件であった。最後に、左右いずれかの楕円の中心にターゲット「*」が呈示された。被験者は、左右いずれかに楕円内に「*」が呈示されれば、出来るだけ速く、出来るだけ正確に右手あるいは、左手の人差し指

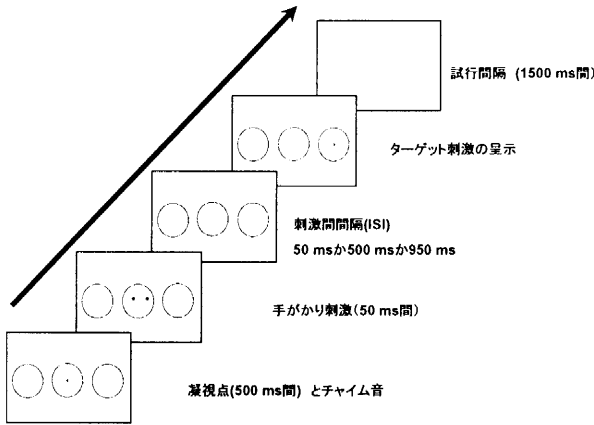


図2: 1試行のスケジュール

でキーを押すように求められた。ターゲットの前に呈示される手がかり刺激は、課題には無関係である旨が被験者に伝えられた。また、ターゲットが呈示されない場合もあることも被験者には告げられていた。被験者のキー押し反応か、ターゲット呈示から1500 ms間を越えた場合に、画面はすべて消去された。画面消去から、1500 ms後に次試行がスタートした。キー押し反応の有無、ターゲット呈示からボタン押しまでの時間が1 ms単位で計測された。反応する手は被験者間でカウンターバランスされた。各被験者の反応手は、ブロック間、課題間で同一とした。

99試行からなるブロックが4回本試行として実施された(計396試行)。1ブロック中、ターゲットが呈示される試行は、90試行(cue条件(3)×SOA条件(3)×ターゲットの位置(左右:2)×繰り返し5回)であった。ターゲットが呈示されない、いわゆる catch 試行は9試行(cue条件(3)×SOA条件(3))であった。18試行からなる練習試行終了後、本試行が4ブロック実施された。ブロックの間には数分の休憩を挟んだ。各課題の所要時間は約25分であった。矢印手がかり課題 CUE刺激は、左向き矢印、右向き矢印、あるいは矢印から矢尻を除いた線分の3種類で、その何れかが中央の楕円の中心に呈示された。

視線手がかり課題 CUE刺激は3種類あり、黒瞳が正面を向いている顔線画(中立条件)、黒瞳が左側、あるいは右側に位置した。

2.2 結果

個々の被験者について正答に要した反応時間の平均が算出された。ただし、反応時間が200 ms以下、あるいは1000 ms以上の試行は正答から除外された。このように除外された試行は、すべての課題で全有効試行中の0.6%未満であった。キャッチ試行に誤って反応した試行数は、すべての課題で平均0.33試行(1.85%)であった。

表1~表2には、各条件における反応時間の平均とSD並びに平均誤答率が課題ごとに示されている。表1と2からもわかるように、誤答率はすべての条件で1%未満であったので以下は、正答に要した反応時間を使って分析する。

表1: 矢印手がかり課題における各条件の平均反応時間とSD (ms) 並びに平均誤答率

	SOA 100 ms			SOA 550 ms			SOA 1000 ms		
	一致	中立	不一致	一致	中立	不一致	一致	中立	不一致
平均反応時間	357	385	375	305	320	321	311	325	317
標準偏差	52	50	49	38	40	41	40	45	48
平均誤答率	0.00%	0.00%	0.00%	0.42%	0.00%	0.42%	0.42%	0.00%	0.00%

表2: 視線手がかり課題における各条件の平均反応時間とSD (ms) 並びに平均誤答率

	SOA 100 ms			SOA 550 ms			SOA 1000 ms		
	一致	中立	不一致	一致	中立	不一致	一致	中立	不一致
平均反応時間	354	371	374	300	303	313	309	303	313
標準偏差	45	44	39	37	39	44	39	42	39
平均誤答率	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.83%	0.00%	0.00%	0.83%	0.00%

反応時間を使って課題のタイプ×SOA×一致性の3要因分散分析が行われた。

その結果、SOAの主効果 ($F(2, 22) = 15.126, P < .001$)、一致性の主効果 ($F(2, 22) = 67.827, P < .001$) がそれぞれ認められた。手がかりのタイプの主効果は見られなかった ($F(1, 11) = .664, n.s.$)。

手がかりのタイプと一致性の交互作用が見られたので ($F(2, 22) = 6.566, P < .01$)、課題のタイプ別に単純主効果の検定が行われた。図3にはこの交互作用を示すグラフが示されている。その結果、両手がかり課題ともに一致性の単純主効果が有意となったため(矢印手がかり $F(2, 44) = 16.644, P < .001$; 視線手がかり $F(2, 44) = 6.791, P < .01$)、TukeyのHSD法による多重比較が行われた。その結果次のような傾向が明らかとなった。矢印手がかり課題においては、一致条件は不一致条件並びに中立条件よりも反応時間が速く ($\alpha = .05$)、不一致条件と中立条件の間には差が認められなかった。これに対して視線手がかり条件では一致条件よりも不一致条件の方が速い傾向が認められるものの ($\alpha = .10$)、一致条件と中立条件、不一致条件と中立条件の

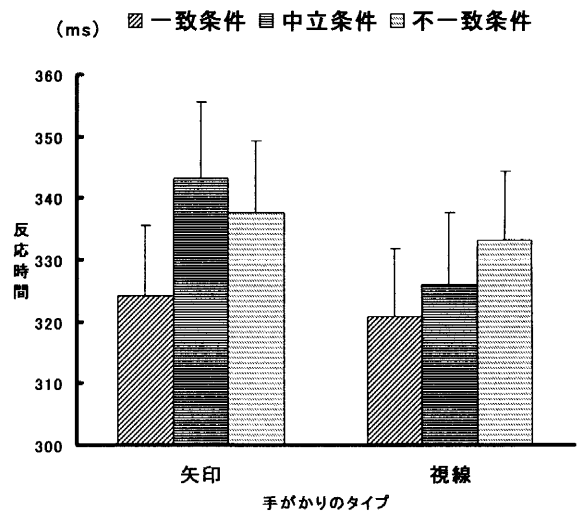


図3: 手がかりタイプ別の一致、中立、不一致条件の平均反応時間 (バーは標準誤差)

間には差が認められなかった。

さらに一致性と SOA の交互作用も有意となった ($F(4, 44) = 4.590, P < .001$)。そこで SOA 条件別に一致性の単純主効果の検定を行った。その結果、SOA100 ms 条件 ($F(2, 66) = 19.821, P < .001$) と SOA550 ms 条件 ($F(2, 66) = 7.533, P < .01$) では有意な単純主効果が見られたのに対して、SOA1000 ms 条件 ($F(2, 66) = .790, n.s.$) では単純主効果は見られなかった。さらに SOA100 ms 条件と SOA550 ms 条件において Tukey の HSD 法による多重比較が行われた。その結果、SOA100 ms 条件では、一致条件が中立条件や不一致条件よりも速く ($\alpha = .01$)、不一致条件と中立条件の間には差が見られなかった。SOA550 ms 条件では、一致条件が不一致条件よりも速かったが ($\alpha = .05$)、他の組み合わせの条件間に有意な差は見られなかった。SOA 条件と一致性条件の間の関係が図 4 に示されている。

その他の 1 次の交互作用、さらに 2 次の交互作用は見られなかった。

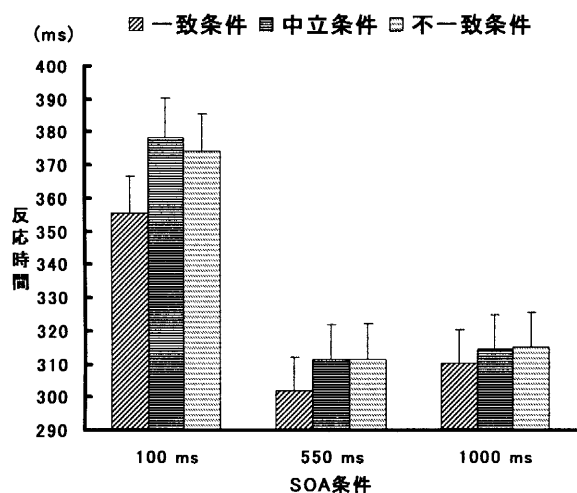


図 4 : 各 SOA 条件における一致、中立、不一致条件の平均反応時間 (バーは標準誤差)

2.3 考察

本実験の主な目的は、(1) 手がかりタイプの違いが、CUE 効果、特に中立条件からの促進抑制効果に異なる影響を及ぼすのか、(2) 手がかりタイプの違いが CUE 効果のタイムコースに違いをもたらすのか、さらには (3) 手がかりタイプと CUE 効果、そしてタイムコースに交互作用が見られるのか、の 3 点を明らかにすることであった。

この 3 点について論じる前に、これまで多くの研究で使用されてきた CUE 効果の視点、つまり「一致条件と不一致条件の差」から反射的な視覚空間的注意の移動についてみていく。

従来までの多くの研究 (Downing, Dodds, & Bray, 2004; Driver et al., 1999; Friesen & Kingstone, 1998; Hietanen, 1999; Hietanen and Leppänen, 2003; 小川, 2002; Yoshizaki et al., in preparation) が示すように視線による CUE 効果は見られた。

また Ristic et al. (2002) や Tipples (2002) が示すように、矢印手がかり刺激によっても、CUE 効果は認められた。特に SOA100 ms 条件で矢印手がかりでは 18 ms、視線手がかりでは 20 ms の CUE 効果が認められている。手がかり刺激が呈示されてから少なくとも 100 ms 間で視線方向、矢印方向に視覚的注意の移動が生じていることが推察される。この SOA の時間から推察するとこの視覚的注意の移動は反射的なものであると考えられる。また、CUE 効果と SOA の関係においては、視線手がかりも矢印手がかりも SOA100 ms 条件と SOA550 ms 条件では CUE 効果が見られたものの、SOA1000 ms 条件では見られなかった。Ristic et al. (2002) は、視線手がかりによる CUE 効果と矢印手がかりによるそれとを直接比較している。彼らの結果は、手がかりのタイプに関係なく、SOA の延長とともに CUE 効果が減少することを明らかにしており、今回の結果と整合的であるといえよう。また SOA が延長しても比較的長く CUE 効果が持続する点や IOR が見られない点は、従前から言われている視線手がかりによる CUE 効果の特徴に合致している。

今回の実験では SOA 条件に関係なく手がかり刺激を 50 ms 間だけ呈示する手続きを採用した。従来多くの実験ではターゲット直前、あるいは反応まで手がかりが呈示されていたが、この点が CUE 効果の長期持続性や IOR 効果の欠如の原因とも考えられた。しかしながら、今回の知見はそのような可能性を否定するものであった。つまり、中央に呈示される視線や、矢印手がかりから得られる CUE 効果は時間的に長く持続する性質をもつものと推察される。

CUE 効果を促進、抑制の視点から見ていくと、視線手がかりと矢印手がかりで異なることが明らかとなった。矢印手がかりにおいては促進効果だけが見られ抑制効果がみられないのに対して、視線手がかりは、促進、抑制効果ともに見られず、CUE 効果だけが見られた。そしてこれらの傾向はタイムコースによって変動するようなことはなかった。つまり SOA との交互作用は見られなかったのである。

この促進、抑制効果に対する両手がかりタイプの差異が生じた理由には、中立条件刺激の設定が影響しているのかもしれない。矢印と視線を直接比較することは難しいけれども、矢印の場合は左右両端に矢尻がついたものを中立条件刺激として採用することも考えられる。この中立条件を採用すれば、視線手がかり同様に一致条件が最も反応時間が速く、不一致条件が最も反応時間が遅いパターンが得られたのかもしれない。この点については総合考察で再度言及する。

もう 1 つの理由は、矢印手がかりによる視覚的注意の移動メカニズムと視線のそれとは異なるということにある。矢印手がかりによって引き出される促進効果は、抑制効果に比べて大きく出現する性質を持っているとも考えられるのである。これを支持するような知見や神経生理学的基盤は発見されていないので今後さらなる検討が必要となる。

最後に CUE 効果の促進、抑制はタイムコースについて考察する。手がかりのタイプと一致性と SOA の交互作用は見られず、SOA と一致性の交互作用が見られたことから、手

がかりのタイプに関わらず、CUE効果における促進、抑制はタイムコースによって変化することが示唆された。早い時間帯 (SOA100 ms と 550 ms) では、促進効果だけが見られたのに対して、遅い時間帯では CUE 効果が見られなかった。これは手がかりによる視覚的注意の移動がある程度持続するものの、550 ms を超えると減少することを意味している。視線手がかりについては、CUE 効果が比較的長く持続するという特徴がこれまで得られているが、これと整合する結果となっている。

3. 実験 2

本実験では、再度生物学的な手がかり並びに、非生物手がかりが CUE 効果に与える影響について検討する。生物学的な手がかりとして視線、非生物学的な手がかりとして矢印と漢字 1 文字 (“左”、“右”) を使用する。実験 1 でも明らかとなったように、矢印手がかりにおいても反射的な視覚的注意の移動が確認された。我々が普段から使用している方向を意味する熟知性の高い漢字によって同様の現象が見られるか否かについて検討する。

本実験では実験 1 からいくつかの手続きの変更を行う。1 つ目は中立条件を設定しない点である。漢字手がかりにおいてもどのような漢字を中立刺激に用いるかに必然性が見つけにくいのがその理由の 1 つである。従って今回は、一致条件と不一致条件の差、つまり CUE 効果から視覚的注意の移動について検討する。

2 つ目は課題の変更である。今回は方向弁別課題を使用する。つまり、ターゲットが呈示された側と同側のボタンを同側の手で押す課題である。この課題は、中心に呈示された手がかりは課題とは関係ないという教示はするものの、課題要求と中心手がかりの変動性は一致している。課題進行中、中心刺激で変化しているのは視線であれば黒瞳の左右の位置、矢印であれば矢尻の左右の位置、そして漢字においては形態的には「口」と「工」、意味的には left、right となる。「左」「右」という漢字が使用頻度、並びに熟知性が非常に高いことを考えると、形態的な差異 (「口」「工」) を符号化していると考えた方がいだろう。これらを総合すると、被験者は課題遂行中に自動的に中心手がかりの変化を符号化しているとも考えられる。そしてそれが視覚空間的な注意の移動をもたらしているとも考えられる。その後呈示されるターゲットの左右位置を判断することが要求されているので、課題の左右位置の符号化と中心手がかりの左右位置の符号化はこの点から見て一致している。もしこのような推論が正しければ、矢印、視線、漢字、すべての手がかりで反射的な視覚空間的な注意の移動が認められるだろう。

3 つ目は、手がかり刺激の呈示時間を 100 ms 間とするとし、SOA 条件を 200 ms、550 ms、900 ms の 3 水準とした点である。漢字刺激を符号化するのは他の手がかり刺激に比べ難しいことを考慮し長くする。それにともない、SOA550 ms 条件の前後 350 ms 間あけた条件を設定する。

3.1 方法

要因計画 手がかりのタイプ (矢印、視線、漢字)、SOA (200ms、550ms、900ms)、一貫性 (一致、不一致) の 3 要因計画であった。手がかりのタイプの要因は被験者間要因であった。

被験者 大学生 36 名 (女性 20 名、男性 16 名) が実験に参加した。何れの被験者も視覚機能に異常は認められず、実験 1 には参加していなかった。36 名は 12 名ずつ 3 つの課題にランダムに割り振られた。

刺激 実験 1 と同一の楕円内に実験 1 と同一の矢印と視線が描かれたものをそれぞれ矢印手がかり刺激、視線手がかり刺激とした。漢字手がかりも同様に楕円中心に MS 明朝体で描かれた「左」「右」を漢字手がかり刺激とした。漢字の視角は縦横 2.8 度であった。ターゲット刺激も実験 1 と同様で「*」であった。

装置 刺激は Compaq 社製 Deskpro EXS P800/MT とそれに接続された 17 インチ XGA ディスプレイ (SONY 社製 CPD-E230) によって呈示された。反応の採取は、Cedrus 社製の RB-610 ボタンによって行われた。刺激呈示の制御、反応の記録には Cedrus 社製 SuperLab Pro for Windows (Ver. 2.04) が使用された。頭部を固定し、画面と目との距離を一定に保つために顔面固定台が使用された。

手続き 何れの課題も個別に行われた。1 試行のタイムスケジュールは実験 1 と以下の 4 点を除いて同じであった。変更点は、(1) 手がかり刺激の呈示時間が 100 ms 間であったこと、(2) SOA が 200 ms、550 ms、900 ms であった点、(3) ターゲット呈示から 1000 ms 間でターゲットは画面から自動的に消去されること、(4) 試行間隔は 1200 ms 間であったこと、であった。

被験者の課題は、できるだけスクリーンの中心をみながら、ターゲットが呈示された側と同側の反応手の人差し指で同側の反応キーをできるだけ速く、できるだけ正確に押すことであった。反応キーは体の正中線におかれるように配慮された。また中央に呈示される刺激は課題には関係ないことを被験者は告げられた。

何れの課題も 24 試行の練習の後、36 試行からなるブロックを 4 回実施された。36 試行は、手がかりの左右 × ターゲットの左右位置 × SOA 条件 (3) × 3 度の繰り返しからなった。

3.2 結果

実験 1 同様に個々の被験者について正答に要した反応時間の平均が算出された。ただし、反応時間が 200 ms 以下、あるいは 1000 ms 以上の試行は正答から除外された。このように除外された試行は、すべての課題で全試行中の 1% 未満であった。

表 3 には、各条件における反応時間の平均と SD 並びに平均誤答率が課題ごとに示されている。表 3 からわかるように、誤答率はすべての条件で 3.5% 未満であったので以下は、正答に要した反応時間を使って分析する。

反応時間を使って手がかりのタイプ、一貫性、SOA の 3

表3：手がかりタイプ別の各条件の平均反応時間 (ms) と SD、並びに誤答率

手がかりタイプ	SOA200 ms		SOA550 ms		SOA900 ms	
	一致	不一致	一致	不一致	一致	不一致
平均	309	326	280	280	275	273
SD	21	34	17	27	19	27
誤答率	0.3%	0.7%	0.3%	1.4%	2.4%	2.4%
平均	300	318	286	286	277	278
SD	35	34	31	44	32	36
誤答率	0.0%	0.3%	1.0%	1.4%	1.7%	3.1%
平均	308	310	280	285	279	283
SD	37	33	26	26	23	29
誤答率	0.3%	0.3%	1.7%	1.0%	0.3%	1.4%

要因分散分析を実施した。その結果、手がかりのタイプの主効果は見られなかったが ($F(2, 33) < 1, n.s.$)、一致性 ($F(1, 33) = 4.472, P < .05$)、SOA ($F(2, 33) = 104.010, P < .001$) の主効果は認められた。このことは、手がかりのタイプが反応速度に影響を与えない点、CUE効果が認められる点、SOAが延長すると反応時間が速くなる点 (予告効果) を示唆している。

2次の交互作用が有意傾向を示したので ($F(2, 33) = 2.375, P = .06$)、手がかりタイプ別に単純交互作用の検定を行った。矢印手がかり、視線手がかりでは一致性とSOAの単純交互作用が見られたが (矢印 $F(2, 66) = 5.817, P < .01$; 視線 $F(2, 66) = 5.297, P < .01$)、漢字手がかりでは見られなかった ($F(2, 66) = .112, n.s.$)。そこでこの単純交互作用について詳細な検討をするために、SOA条件毎に単純・単純主効果の検討を行った結果、矢印手がかり、視線手がかりではともに、SOA200 ms条件でだけCUE効果が1%水準で認められ、他のSOA条件では見られなかった (矢印200 ms、550 ms、900 ms条件、それぞれ $F(1, 99) = 11.324; F = .012; F = .011$; 視線200 ms、550 ms、900 ms条件、 $F(1, 99) = 9.209; F = .023; F = .068$)。図5はCUE効果のサイズを手がかり、SOA条件別に示している。

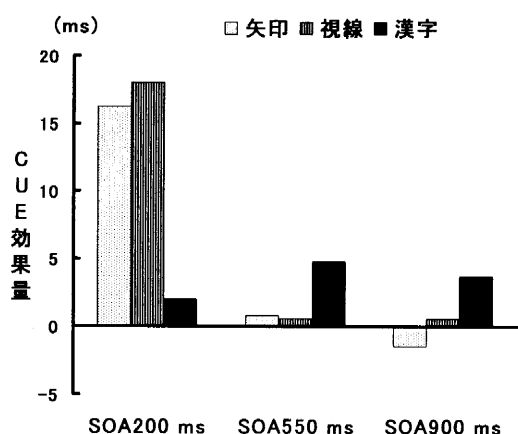


図5：手がかり、SOA条件毎のCUE効果量

以上の結果をまとめると、漢字手がかりではCUE効果は見られないのに対して、矢印や視線手がかりではSOA200 ms条件でだけCUE効果が見られた。

3.3 考察

本実験は、中心に呈示される手がかりの種類がターゲット処理の視覚的注意の移動に与える影響について検討することを目的とした。CUE効果量を示した図5からもわかるように、視線と矢印手がかりにおいてはSOA200 ms条件でCUE効果が認められるものの、漢字手がかりではすべてのSOA条件でCUE効果は認められなかった。

この結果は、漢字が中心に呈示されても反射的な視覚的注意の移動は生じないことを示唆している。一方、視線並びに矢印手がかりにおいては、おおむね実験1の結果を支持するもので、反射的な視覚的注意の移動が認められた。

4. 総合考察

4.1 視線によるCUE効果 (一致条件と不一致条件の差) について

最初にこれまで多くの研究 (Downing et al., 2004; Driver et al., 1999; Friesen & Kingstone, 1998) で議論されてきた視線手がかりによる視覚的注意の移動について、一致条件と不一致条件の差から得られたCUE効果に基づいて考察する。本研究の結果はこれまでの知見をおおむね支持するものであった。つまり、SOAの早い時間帯 (100 msや200 ms) で視線による視覚的注意が移動していると推察され、視線による反射的な注意の移動は生じると考えられた。

さらに今回の結果は、視線手がかりによるCUE効果の出現が比較的長く持続するとする知見をおおむね支持した。方向同定課題である実験2ではSOA200 ms条件でしかCUE効果が認められなかったけれども、検出課題である実験1ではSOA100 ms条件とSOA550 ms条件でCUE効果が認められた。SOA550 ms条件での両実験結果の差異は、実験1に比べ実験2の反応時間の方が速く、床効果によるものなのかもしれない。

これまでの多くの知見から、CUE効果の長期持続性が手がかり刺激の呈示時間による可能性も考えられた。つまり、これまでの研究は、手がかりの呈示がターゲット呈示の直前までであったり (例えば Downing et al., 2004)、反応するまで (例えば Friesen & Kingstone, 1998) であったりしていた。しかし実験1ではすべての試行でCUEの呈示は50 ms間で、SOA550 ms条件までCUE効果が持続しているという結果を踏まえると、その可能性は少ないともいえよう。さらにIOR効果についてもこれまでの知見を支持するものであった。今回の2つの実験においてSOAが長くなるとSOAは消失したけれども、IOR効果は得られなかった。最近 Hietanen and Leppänen (2003) は手がかりの呈示時間を固定して表情の違いがCUE効果へ与える影響を検討している。課題は本研究の実験1と同じ検出課題であった。その結果CUEの呈示時間を100 ms間に固定されたSOA150 msと600 ms条件で、CUE効果は何れも認められている。この結果は本研究の知見と整合的である。

以上のことから、視線手がかりによる注意の移動のタイムコースについては、周辺手がかりのそれとは異なり、比

較的持続的でIOR効果が認められないという特徴を持っていると考えられる。この特徴は、手がかり刺激の呈示時間の延長というような実験手続き上の問題ではないと考えられる。

4.2 矢印手がかりと視線手がかりが視覚的注意の移動に与える影響

本研究の第1の目的は、矢印が先行して中央に呈示される事態でも反射的な視覚的注意の移動が生じるか否かについて検討することであった。このことについて検討した研究は我々がレビューする限り2つしかない (Ristic et al., 2002; Tipples, 2002)。今回の2つの実験結果はこの2論文の知見を支持するもので、SOA100 ms、や200 ms条件のような非常に早い時間帯で視覚的注意の移動が生じていることが示唆された。検出課題においては、CUE効果のタイムコースについても視線と矢印でほぼ同じであった。方向同定課題においてもCUE効果のタイムコースに手がかりの種類は影響しないことが明らかとなった。

しかし、検出課題におけるCUE効果を促進と抑制で分けて検討してみると視線と矢印手がかりでは異なることが明らかとなった。視線手がかりにおいては、促進効果が抑制効果の何れかが顕著に現れるということではなかった。これに対して、矢印手がかりにおいては、促進効果だけが認められた。この違いから視線による注意の移動と矢印による注意移動のメカニズムの差異を議論するのは早急かもしれない。なぜなら、両者の手がかりの中立条件には、意味に大きな差異があったと考えられるためである。

視線においては、中立条件とされた正面向きの視線は日常生活から見ても頻度の高い事態である。つまり、他者の視線は観察者側に向いているのか、反らしている状態なのかがわれわれにとって意味のあることなのである。これに対して矢印の中立条件は、「矢印」の機能上意味のないものだと考えられる。矢印は本来上下左右等の空間の方向性を示すもので、矢尻が左右にないものは線分にすぎず、矢印ではないのである。したがって、水平線分に対する処理過程は他の2種類の矢印に対するそれとは異なったのかもしれない。

以上のようなことを考慮すると、CUE効果を一致、不一致条件の差として捉え、視線と矢印の差異を考えていくべきであろう。このような視点、つまりCUE効果を一致条件と不一致条件の差として見ていくと、本研究結果からは行動上において両者に差異は見られないことになる。

それでは、視線による注意の移動の機序と矢印のそれは同じものなのだろうか。神経生理学的基盤を考えた場合、視線や顔の処理を支える脳内機構は明らかになりつつある (Calder et al., 2002; Hoffman & Haxby, 2000; Perrett et al., 1992; Perrett et al., 1985; Puce et al., 1998)。視線による視覚的注意の移動は、その機構をもとに過剰学習されたエキスパートシステムが働いたと考えても整合的に解釈できる。しかしながら、矢印に特化したモジュールや神経生理学的基盤の存在を示す証拠は現時点では見あたらない。

先にも述べたように、離断脳患者を使って視線と矢印による視覚的注意の移動に検討したKingstone et al. (2000)は視線による視覚的注意の移動は右半球だけで見られたのに対して、矢印のそれは左右両半球で生じることを報告している。また最近fMRIを使った報告でも、矢印と視線での視覚的注意の移動の脳内機序の差異を報告している (Kingstone, Tipper, Ristic, & Ngan, 2004)。これらの報告は、矢印による注意の移動と視線によるそれとは、脳内機序においては異なることを示唆している。

実験2の結果から漢字手がかりは、矢印や視線とは大きく異なり、視覚的注意の移動は生じないことが明らかとなっている。この点からも非生物手がかりとしての矢印は特殊な情報価値を持っているのかもしれない。矢印が反射的な注意の移動を示した理由にはいくつかの可能性が考えられる。

1つは、日常生活において頻繁に見られるサインとしての矢印は、方向性を示すものとしてユニバーサルに使用されている点にある。これによって過剰学習されたものが処理システムとして構築されたとも考えられる。しかしRistic et al. (2002)でも明らかにされたように、3歳~5歳児においても矢印によるCUEの効果が見られたという事実から、幼児にはこの作業仮説はあてはまるとは考えがたい。

もう1つの可能性をもたらしヒントとして、盛永・池田 (1965)の錯視に関する検討がある。彼らはミュラーリヤー錯視の矢羽根部分を使って錯視現象を検討している。この結果から、矢羽根部分は空間の歪みをもたらしことが明らかになっている。通常の矢印に含まれる矢羽根部分の形態的特徴は頂点の方向への運動を予期させるものなのかもしれない。

3つ目の可能性は、実験課題中に獲得する方略によるものである。今回の課題においても1試行中に生じる変動はターゲット出現位置 (左右) と手がかりである。視線の場合は黒瞳の位置が左右にずれるだけであり、矢印の場合は矢尻の左右位置が異なるだけである。このような試行を繰り返していく間に被験者は手がかりの左右位置を自動的に符号化している可能性がある。ターゲットの位置も左右の何れかに呈示され、さらに課題要求も左右位置の判断であることを考えれば、手がかりの符号化は合目的的であるといえる。このことがCUE効果の生み出した可能性がある。漢字手がかりの場合は意味的処理が必要となり、符号化には時間が必要となったため、視覚的注意の移動は生じなかったのかもしれない。

以上の可能性のどれか1つが矢印による反射的な視覚的注意を引き出したというよりも、本研究が健常成人を対象に実施したことを考慮すると、加算的な形でもたらしたとも考えられるだろう。

本研究をまとめると、矢印手がかりは視線手がかりと同様に反射的な注意の移動を引き越すことが明らかになった。一方非生物学的な手がかりとして漢字 (左右) は、このような視覚的注意の移動を引き起こさないことが明らか

となった。

今後、視線矢印と矢印手がかりによる反射的な注意の基盤となる機序の差異について検討が望まれる。そして視覚手がかり法で従来から言われている周辺手がかり（閃光）による注意の反射の機序との比較も行っていくべきだと考えられる。

引用文献

- Argyle, M., & Cook, M. (1976). *Gaze and mutual gaze*. Oxford, England: Cambridge University Press.
- Baron-Cohen, S. (1995). *Mindblindness: An essay on autism and theory of mind*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Bruner, J. (1983). *Child's talk: Learning to use language*. Oxford: Oxford University Press.
- Calder, A. J., Lawrence, A. D., Keane, J., Scott, S. K., Owen, A. M., Christoffels, I., & Young, A. W. (2002). Reading the mind from eye gaze. *Neuropsychologia*, 40, 1129-1138.
- Downing, P. E., Dodds, C. M., & Bray, D. (2004). Why does the gaze of others direct visual attention? *Visual Cognition*, 11, 71-79.
- Driver, J., Davis, G., Ricciardelli, P., Kidd, P., Maxwell, E., & Baron-Cohen, S. (1999). Gaze perception triggers reflexive visuospatial orienting. *Visual Cognition*, 6, 509-540.
- Friesen, K. C., & Kingstone, A. (1998). The eyes have it!: Reflexive orienting is triggered by nonpredictive gaze. *Psychonomic Bulletin & Review*, 5, 490-495.
- Hietanen, J. K. (1999). Does your gaze direction and head orientation shift my visual attention? *Neuroreport*, 10, 3443-3447.
- Hietanen, J. K., & Leppänen, J. M. (2003). Does facial expression affect attention orienting by gaze direction cues? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception & Performance*, 29, 1228-1243.
- Hoffman, E. A., & Haxby, J. V. (2000). Distinct representations of eye gaze and identity in the distributed human neural system for face perception. *Nature Neuroscience*, 3, 80-84.
- Jonides, J. (1981). Voluntary versus automatic control over the mind's eye: Eye movements. In J. Long, & A. Baddley (Eds.), *Attention and performance IX*. Hillsdale, New Jersey: LEA. (pp. 187-203).
- Kingstone, A., Friesen, C. K., & Gazzaniga, M. S. (2000). Reflexive joint attention depends on lateralized cortical connections. *Psychological Science*, 11, 159-166.
- Kingstone, A., Smilek, D., Ristic, J., Friesen, C. K., & Eastwood, J. D. (2003). Attention, researchers! It is time to take a look at the real world. *Psychological Science*, 12, 176-184.
- Kingstone, A., Tipper, C., Ristic, J., & Ngan, E. (2004). The eyes have it!: An fMRI investigation. *Brain & Cognition*, 55, 269-271.
- Kobayashi, H., & Kohshima, S. (1997). Unique morphology of the human eye. *Nature*, 387, 767-768.
- 盛永四郎・池田洋美 1965 錯視における偏位とディメンジョンの問題 心理学研究、36、231-238
- 小川時洋 2002 他者の視線方向による注意シフトの特性について 基礎心理学研究、21、31-35
- Perrett, D. I., & Emery, N. J. (1994). Understanding the intentions of others from visual signals: Neurophysiological evidence. *Current Psychology of Cognition*, 13, 683-694.
- Perrett, D. I., Hietanen, J. K., Oram, M. W., & Benson, P. J. (1992). Organization and functions of cells responsive to faces in the temporal cortex. *Proceedings of Philosophical Transactions of the Royal Society of London: Series B*, 335, 23-30.
- Perrett, D. I., Smith, P. A. J., Potter, D. D., Mistlin, A. J., Head, A. S., Milner, A. D., & Jeeves, M. A. (1985). Visual cells in the temporal cortex sensitive face view and gaze direction. *Proceedings of Philosophical Transactions of the Royal Society of London: Series B*, 223, 293-317.
- Posner, M. I. (1978). *Chronometric explorations of mind*. Hillsdale, New Jersey: LEA.
- Posner, M. I. (1980). Orienting of attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 32, 3-25.
- Posner, M. I., Nissen, M. J., & Ogden, W. C. (1978). Attended and unattended processing modes: The role of set for spatial location. In H. L. Pick & E. Saltzman (Eds.), *Modes of perceiving and processing information*. Hillsdale, New Jersey: LEA. (pp. 137-157).
- Puce, A., Allison, T., Bentin, S., Gore, J. C., & McCarthy, G. (1998). Temporal cortex activation in human viewing eye and mouth movements. *The Journal of Neuroscience*, 18, 2188-2199.
- Ristic, J., Friesen, C. K., & Kingstone, A. (2002). Are eyes special? It depends on how you look at it. *Psychonomic Bulletin & Review*, 9, 507-513.
- Tipples, J. (2002). Eye gaze not unique: Automatic orienting in response to uninformative arrows. *Psychonomic Bulletin & Review*, 9, 314-318.
- Yoshizaki, K., Yasuda, Y., Kamei, S., Nakamura, J., & Sugimoto, S. (in preparation). The Irises Have It! What Mechanisms in Gaze Perception Trigger Reflexive Orienting.

追記

杉本助男氏は2004年5月1日に逝去されました。ここに
ご冥福をお祈り申し上げます。

本研究は吉崎一人、杉本助男に対して助成された愛知淑
徳大学研究助成の援助を受けた。

(受稿：2004年10月23日 受理：2004年11月24日)