

視線と頭部方向手がかりによる 注意シフトの相違および時間特性の検討

小川 紗貴子・早川 友恵

帝京大学 大学院文学研究科

〒192-0395 東京都八王子市大塚 359

hayakawa@main.teikyo-u.ac.jp

(受付：2013年9月18日；受理：2014年9月1日)

Temporal Characteristics and Interaction of Attentional Shifts between Eye Gaze and Head Direction Cues

Sakiko OGAWA and Tomoe HAYAKAWA

Graduate School of Letters, Teikyo University

359 Otsuka, Hachioji, Tokyo 192-0395, Japan

(Received 18 September 2013; Accepted 1 September 2014)

To investigate temporal characteristics of attentional shifts triggered by eye gaze and head direction, reaction times for target detection were measured in three different cue conditions at various stimulus onset asynchronies (SOAs). Difference between cue conditions was found at short SOAs of 100, 200, and 400 ms. Attentional shifts in the eye gaze condition indicated perceptual facilitations, while those in the eye gaze-head incongruent condition became smaller than those in the eye gaze condition. However, although head orientation was compatible with eye gaze in the eye gaze-head congruent condition, perceptual inhibitions were revealed in this condition. At long SOAs of 700 and 1000 ms, differences between cue conditions disappeared. These results suggest that attentional shifts triggered by eye gaze become effective immediately, and this could be interfered with if accompanied by head orientation.

1. 緒 言

社会的な動物である人間にとって、他者とのコミュニケーションは不可欠であり¹⁾、情報交換のために言語および非言語的手段が用いられる。非言語コミュニケーションの中でも、他者の動作や表情・視線が示す方向に心的焦点を向けて情報を共有する共同注意は、社会的認知に重要であり、発達段階の初期に獲得されることが知られている²⁻⁴⁾。共同注意を促すための手がかりには指差しや視線があるが、中でも視線は社会的な相互作用、すなわち他者の注意対象を理解し、自身の注意対象を知らせるために重

要である⁵⁻⁷⁾。

視線による共同注意の研究には、視線手がかり法 (gaze-cueing paradigm) を用いるが、この方法の背景には、空間手がかり法 (spatial-cuing paradigm) の存在がある。空間手がかり法は、固視点を注視した状態で手がかり刺激を呈示して、特定の視野に視覚注意を誘導、すなわち注意シフトを起こさせ、続いて呈示されたターゲット刺激への反応時間 (Reaction Time: RT) を評価する方法である。この方法を用いることで、空間的注意の研究は注意シフトと視線移動とを分けて進めることが可能になった^{8,9)}。その結果、視覚注意は手がかり刺激 (矢印や数字)

が示す位置に自動的に捕捉され、手がかり刺激からターゲット刺激までの SOA (Stimulus Onset Asynchrony) が 400～500ms より短い場合には RT が短くなり、SOA がそれより長い場合には RT が延長 (復帰抑制) することが分かった^{8,9)}。

コミュニケーションにおける視線の重要性の観点から、注意シフトを誘導する方法として、視線手がかり法が用いられるようになってきた¹⁰⁻¹⁶⁾。正面、右方向、左方向のいずれかに視線を向けた顔の線画を用いた実験では、視線方向とターゲットの出現位置が一致する条件 (valid) では、一致しない条件 (invalid) や視線が正面を向いている統制条件に比べて、RT が短くなることが分かった^{10,13)}。また、顔写真を用いた研究でも同様に、valid で RT が短くなることが報告され、視線手がかりによる自動的な注意シフトの存在が明らかにされた^{11,12)}。さらに、視線手がかりと他の手がかり刺激 (矢印および指差し) による注意シフトを比較した実験では、手がかりが違っても RT に差がなく (視線・矢印・指差し手がかりの RT, valid 約 300ms: invalid 約 310ms), SOA100, 300, 1000ms のうち、SOA300ms で最大の注意シフトを示すことが分かった¹⁴⁾。こうした結果から、視線と他の手がかりによる注意シフトは共通の機序を持つと考えられている。

他者が遠方にいて視線が参照できない場合などでは、頭部の動きも手がかりとして利用される可能性があり、頭部の回転が視線と同様に注意シフトに利用されるという結果が報告されている¹⁷⁾。次いで、視線と頭部が同時に回転する場合の注意シフトが、以下に示す4つの手がかり刺激で明らかにされた¹⁸⁾: ①頭部は回転せず正面顔のまま側方30°を注視、②側方30°を注視し、頭部も同方向に30°回転、③側方30°を注視し、頭部は反対方向に30°回転、④正面顔で正面視。この実験は比較的短い SOA (170ms, 220ms) で行われ、条件①で視線手がかりによる注意シフトが認められたが (平均 RT, valid 343ms: invalid 367ms), その他の頭部方向が加わった条件では注意シフトが起こら

なかった。その原因について、著者らは、正面顔の条件①では視線が手がかりになって注意シフトが起こるが、頭部方向を含む条件では視線と異なる注意メカニズムが働いた可能性があると考えた。すなわち、頭部が回転する条件では視線と頭部方向の情報統合が必要であり、さらに条件③では、視線が実験参加者を注視することになるためその注視が実験参加者の内部状態を変えた後に注意シフトが起こると説明した。視線と頭部の処理については、近年、処理時間に差のあることが報告されており^{19,20)}、視線と頭部方向の注意シフトの時間特性についても議論する必要があるが、短い SOA のみではこの点の考察が困難である。

視線および頭部方向手がかりにおける注意シフトと意識の問題についても検討されている²¹⁾。この研究では、手がかり刺激からターゲットが現れるまでの時間を固定し (SOA200ms), supraliminal 条件では手がかり刺激を 200ms 呈示した後、ただちにターゲットを呈示し、subliminal 条件では手がかり刺激を 10～11ms 呈示した後、マスクを挿入し、その後ターゲットを呈示している。注意シフトは2つの手がかり刺激 (①正面顔で側方視、②側方視しており、同じ方向に頭部も回転) で検討され、その結果、視線および頭部方向手がかりが、意識下でも注意シフトを起こさせることを明らかにした。この実験でも、頭部方向のない側方視が最大の注意シフトを示したが (supraliminal 条件の RT, valid 約 250ms: invalid 約 285ms), 視線と頭部手がかりが与える注意シフトの相互作用については不明である。

視線移動に頭部方向を伴う状況は日常的によくみられるが、両者が重畳した場合の注意シフト、特にその時間特性については明らかではない。そこで本研究では、視線と頭部方向の相互作用が注意シフトに与える影響を、その時間特性に着目して観察する。3タイプの視線手がかりを用意し (①視線条件: 視線は左右のどちらかを注視するが、頭部は回転せず正面顔、②視線-頭部同一条件: 視線は左右のどちらかを注

視し、それに同じ方向の頭部方向が加わる、③視線-頭部乖離条件：視線は左右のどちらかを注視し、それと逆方向の頭部方向が加わる）、ターゲット呈示に対するRTを測定する。視線方向へ優位に注意シフトが起こるのであれば、視線条件、視線-頭部同一条件で共に視線方向へのターゲットに対するRTが短くなり、その効果は、さらに視線-頭部乖離条件でも頑健な効果として現れると考える。一方、頭部方向へのターゲットに対するRTの短縮が見られる場合は、頭部方向手がかりにおける注意シフトの優位性を示唆するものとする。

手がかりに矢印や数字を用いた注意シフトの研究では、短いSOA (400~500ms)で注意シフトが起こり、それより長い場合には、復帰抑制がみられることが報告されている¹⁴⁾。しかしながら、視線手がかりでは、長いSOAで復帰抑制が認められないと報告されている¹⁰⁻¹³⁾。その点で視線処理は独自の時間特性を持つと考えられ、視線手がかりの特徴を明らかにするには、長いSOAでの検討が不可欠である。一方、頭部方向を含んだ視線手がかりを用いた研究では、短いSOAでの効果に注目しており、(Hietanen; SOA170ms, 220ms¹⁸⁾, Satoら; SOA200ms²¹⁾), 回転した顔の判断が遅延することを考慮すると²²⁾、この場合も長いSOAでの検討が必要と考える。そこで、本研究では短いSOA (100, 200, 400ms)に長いSOA (700ms, 1000ms)を加え、視線手がかりによる注意シフトと他の手がかり刺激(頭部)による注意シフトの時間変化を比較検討することとした。

2. 方 法

2.1 実験参加者

実験参加者は、正常な裸眼視力あるいは矯正視力を持つ右手利きの大学生14名(男性7名, 女性7名)で、年齢は、21.2±0.9歳(平均±SD)である。本研究は、帝京大学文学部心理学 人間を対象とした心理学研究倫理委員会の承認を得て行われ、実験参加者に対して十分な説明を行った後に同意の上で実施した。

2.2 刺激装置および刺激

刺激呈示のコントロールには、Presentation software (Neurobehavioral Systems, Inc.) を使用し、21インチのCRTモニタ(リフレッシュレート100Hz, 解像度1024×768ピクセル)に刺激を呈示した。モニタから実験参加者までの距離は、対人場面を想定して70cmとし、顎台を使用して視距離を固定した。手がかり刺激には、前眼部が視認できる顔写真(白黒)を使用し、刺激サイズは、実験視距離で実際の顔の大きさに一致するよう調整した(視角12°×17°)。視線判断に重要な角膜径は視角1°に相当する。ターゲット刺激には、視角1°の白丸を用い、固視点から左または右6°の位置に呈示した。固視点(視角0.5°)を写真中央に置いた。

2.3 実験手続き

実験参加者には、固視点を注視したままで、ターゲットが出たら右手の人差し指で出来るだけ早く反応ボタンを押すよう教示した。まず、固視点を900ms呈示し、その後手がかり刺激を50ms呈示した。任意のSOAの後に、ターゲットを画面の左または右に500ms呈示した(図1)。SOAは、100ms, 200ms, 400ms, 700ms, 1000msとした。試行間隔は2000msである。手がかり刺激には、3種類の顔写真を準備した(図2)。①頭部方向が正面で視線が左または右30°を側方視した顔写真(視線条件)、②頭部方向が左または右30°シフトし、視線方向も同じ30°を側方視した顔写真(視線-頭部同一条件)、③頭部方向が左または右30°シフトし、加えて視線が頭部とは逆の30°を側方視しているため、視線と頭部の方向が乖離している顔写真(視線-頭部乖離条件)を用いた。本研究では、視線条件、視線-頭部同一条件、視線-頭部乖離条件すべてについて、視線手がかりの方向とターゲットが出現する方向が一致する場合をvalid、一致しない場合をinvalidとした。Validとinvalidの出現確率は50%である。また、実験参加者は、1ブロック60試行の課題を、10ブロック実施した(計600試行)。各ブロックで約1分の休憩を入れ、5ブロック終了後

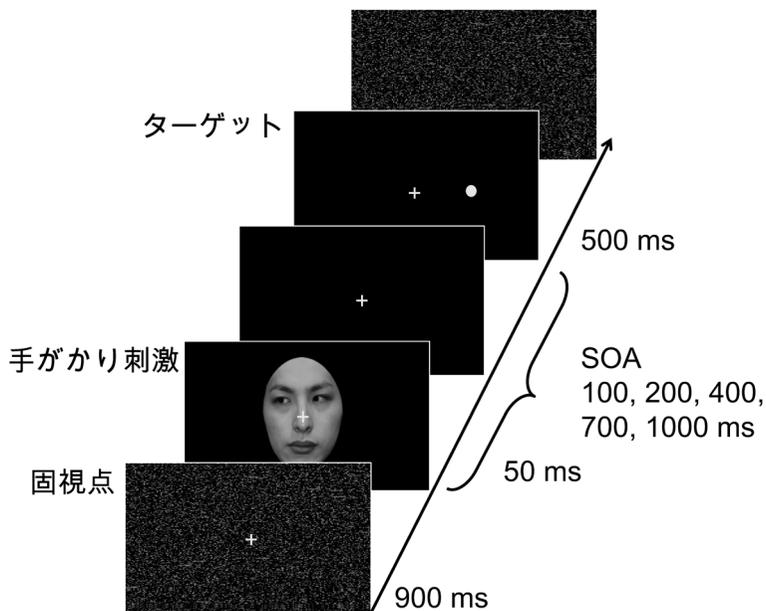


図1 実験手続き.

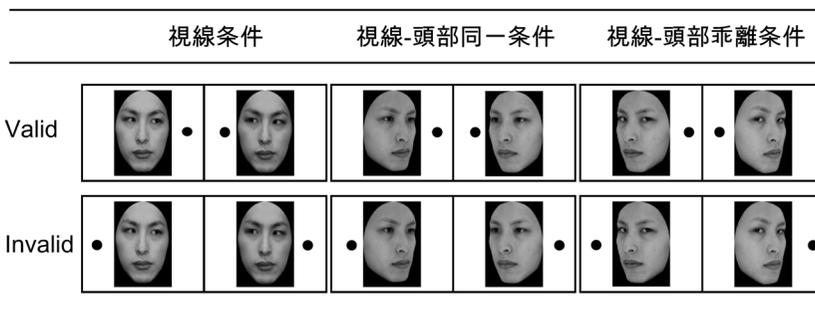


図2 手がかり刺激とターゲット出現位置.

に10分の休憩を入れた。手がかり刺激の3条件、validityの2条件およびSOAの5条件は、ブロック内でランダムに出現するよう設計した。

2.4 分析

RTは、平均値から $\pm 2SD$ を外れ値として処理し、実験参加者毎に各条件で平均値を求めた。なお、ボタンの二度押しを誤反応とし、分析対象から除外した。本研究は、プライミング効果の評価²³⁾にならない、valid条件とinvalid条件のRTの差分を注意シフトの効果量と定義した。手がかり刺激の効果について視線方向を基準として評価すると、正の効果量(valid RT < invalid RT)は視線手がかりによる促進効果を示し、負の効果量(valid RT > invalid RT)は視

線手がかり効果の減衰または頭部手がかりによる視線手がかり効果の抑制を示唆する。視線による注意シフトの時間特性を明らかにするために、手がかり刺激とSOAの2要因による分散分析を行った。下位検定における多重比較の補正にはRyan's methodを用いた。また、視線-頭部同一条件の注意シフトには視線と頭部方向の効果を含むが、いずれの影響が大きいか評価することが難しい。そこで、頭部方向の効果を観察するため、視線-頭部乖離条件を頭部方向基準で見直した場合について、分析を追加した。

3. 結果

視線条件、視線-頭部同一条件、視線-頭部

表1 各手がかり刺激におけるRTの平均および、SOA別の注意シフトの有無

視線条件					
SOA (ms)	100	200	400	700	1000
Valid	300.0 (7.3)	284.3 (8.1)	275.4 (6.6)	273.3 (7.0)	271.1 (7.2)
Invalid	310.3 (8.6)	295.8 (9.1)	289.4 (7.9)	278.1 (8.2)	273.8 (6.1)
差分	10.2 (3.3)**	11.5 (4.8)*	13.9 (4.1)**	4.9 (3.5)	2.8 (4.2)
視線-頭部同一条件					
SOA (ms)	100	200	400	700	1000
Valid	309.1 (10.3)	288.6 (10.5)	287.1 (7.4)	275.0 (5.4)	267.2 (8.5)
Invalid	304.5 (8.7)	283.6 (8.4)	282.3 (6.4)	278.9 (7.2)	275.5 (8.1)
差分	-4.6 (2.7)	-5.1 (4.4)	-4.8 (3.5)	3.9 (4.9)	8.2 (2.4)**
視線-頭部乖離条件					
SOA (ms)	100	200	400	700	1000
Valid	299.9 (10.4)	286.3 (9.5)	279.8 (6.5)	273.3 (5.7)	270.2 (7.0)
Invalid	304.9 (9.0)	291.7 (9.6)	281.8 (6.4)	274.0 (5.7)	273.8 (7.8)
差分	5.0 (3.4)	5.4 (6.1)	1.9 (4.2)	0.7 (3.2)	3.6 (3.2)

** $p < .005$, * $p < .03$

※括弧内は標準誤差を示す。

乖離条件のRTを表1に示した。すべての条件で、SOAが長くなるに従いRTが短くなる傾向がみられ、SOA100msでは300-310msであったが、SOA1000msでは267-275msであった。なお、全試行数のうち外れ値は0.4%、および誤反応は0.2%であり、いずれも手がかりによる差はなかった($p = .50, p = .94$)。

視線条件のSOA100, 200, 400msでは正の注意シフト量(促進効果)を示したが、長いSOAでその効果は減少した。視線-頭部乖離条件の注意シフト量は視線条件に比べ小さかった。一方、視線-頭部同一条件では視線条件と逆の効果を示した(図3)。

注意シフトが3種の手がかり刺激においてどのような時間特性をもって現れるか、SOAの変化による注意シフト量の変化を検討した。その結果、手がかり刺激の主効果を認めたが($F(2, 24) = 7.09, p < .004$)、SOAの主効果は認められなかった($F(4, 48) = .07, p = .99$)。しかしながら、手がかり刺激とSOAとの間に交互作用があることが分かった($F(8, 104) = 2.01, p < .05$)。そのため、単純主効果の検定を行ったところ、

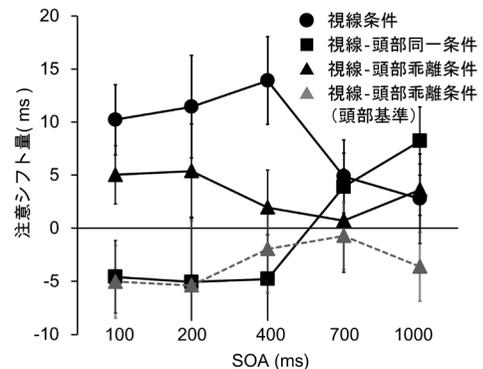


図3 各手がかり刺激の注意シフト量の時間特性(図内のエラーバーは各値の標準誤差を示す)。

短いSOAで手がかり刺激の単純主効果が認められた(SOA100ms: $F(2, 120) = 3.74, p < .03$, SOA200ms: $F(2, 120) = 4.64, p < .02$, SOA400ms: $F(2, 120) = 5.94, p < .004$)。この間について下位検定を行ったところ、SOA100msおよび200msでは、視線条件と視線-頭部乖離条件との間に有意差がないのに対し(SOA100ms: $p = .35$, SOA200ms: $p = .27$)、SOA400msでは、視線条件の効果量が最大値を示す一方、視線-頭部乖離条件の効果量は減少傾向を示し、両条件の間

に有意差が生じた ($p < .03$). 視線-頭部乖離条件と視線-頭部同一条件との間には有意差がなかった (SOA100ms: $p = .08$, SOA200ms: $p = .06$, SOA400ms: $p = .22$). 視線-頭部同一条件の視線方向と頭部方向は一致しており, 視線条件と視線-頭部同一条件の視線方向は同じである. しかしながら, 短いSOAの間, 両条件の注意シフトは常に有意差を示した (SOA100ms: $p < .008$, SOA200ms: $p < .003$, SOA400ms: $p < .001$). つまり, 視線条件の注意シフトはSOA100msから400msで大きく, 他の条件, 特に頭部情報が負荷された視線-頭部同一条件とは異なる効果を示した.

一方, 長いSOA700ms, 1000msでは手がかり刺激の単純主効果は認められず (SOA700ms: $F(2, 120) = .311$, $p = .73$, SOA1000ms: $F(2, 120) = .57$, $p = .57$), SOAが長くなると手がかり刺激による差異が消失することが分かった.

視線-頭部乖離条件の注意シフト量を頭部方向基準に再計算し, 他の条件と比較した結果 (図3), 手がかり刺激の主効果を認めた ($F(2, 12) = 10.0$, $p < .001$). SOAの主効果および交互作用は認められなかった (SOA: $F(4, 48) = .28$, $p = .89$, 交互作用: $F(8, 96) = 1.95$, $p = .06$). 手がかり刺激の主効果の下位検定は, 視線条件と視線-頭部同一条件との間 ($p < .005$) および視線-頭部乖離条件との間 ($p < .001$) に有意差を示したが, 視線-頭部乖離条件と視線-頭部同一条件との間には有意差を示さなかった ($p = .31$). つまり, 視線-頭部同一条件に見られる効果は, 視線-頭部乖離条件における頭部効果と差のないことが分かった.

4. 考 察

視線と頭部方向手がかりによる注意シフトの違いや時間特性を明らかにするため, 短いSOA (100, 200, 400ms) と長いSOA (700, 1000ms) を設け, 対人場面を想定した刺激サイズの手がかり (視線条件, 視線-頭部同一条件, 視線-頭部乖離条件) における注意シフト量を比較検討した. 本研究で得られたRTは260msから

310msの間にあり, 手がかり刺激およびSOAが異なる先行研究のRT^{18, 21})と同様の結果を示した.

注意シフトにおける手がかり刺激の差異は, 短いSOAで有意であった. この間, 視線条件の注意シフト量は最大の正の値 (促進効果) を示し, 線画や顔写真を手がかりとして用いた先行研究の結果¹⁰⁻¹⁶)をよく再現していた. 視線手がかりも, 基本的にはポズナーパラダイムの結果^{8, 9})に従うことが明らかになった. ただし, SOA700ms以降になっても, valid RTとinvalid RTの逆転すなわち復帰抑制を認めず, 先行研究と同様の結果¹⁰⁻¹³)を示した. この結果は, 矢印などの手がかりと異なり, 視線が比較的長い時間, 注意を捕捉することを示していると考えられる.

視線条件で正の効果 (促進効果) を示す間, 視線-頭部同一条件では負の値 (抑制効果) を示し, 頭部方向は視線方向と一致しているにもかかわらず, 視線条件との間に有意差を認め (SOA100, 200ms), 視線条件と視線-頭部同一条件は異なる特性を持つことが分かった. こうした結果は, Hietanen¹⁸)の結果と同様であったが, Satoら²¹), Nukuら²⁴)の結果では, 視線と頭部が同一方向の条件でも注意シフトが見られている. 本研究およびHietanenの実験¹⁸)は, 手がかり刺激の差異による注意シフトの変化を明らかにするため, 特定の手がかりに対する構えを排除する必要がある, すべての手がかり刺激を同一ブロックに配した. 一方, Satoらの実験目的は, 注意シフトが意識下で起こるか否かを明らかにすることであり²¹), 視線条件と視線-頭部同一条件が異なるブロックで実施された. また, Nukuら²⁴)の実験では, 開閉瞼の違いはあるものの頭部方向が常に手がかり刺激となっている. こうした実験手続きの違い, 特に視線-頭部同一条件のみブロック内で実施したことにより, 手がかりに対する構えの効果, あるいは連続する試行間でのプライミング効果が生じ, 本研究およびHietanen¹⁸)と異なる結果をもたらしたと考える.

視線-頭部乖離条件の注意シフト量は一貫し

て小さいが、視線条件と視線-頭部乖離条件との間に差はなかった(SOA100, 200 ms)。視線-頭部乖離条件の注意シフト量を頭部方向基準で計算すると負の効果に転じるという結果を考えると、視線-頭部乖離条件では、視線方向と頭部方向が乖離していても、視線方向の効果がやや優位であることを反映しているかもしれない。

視線による注意シフトは強固と思われたが、視線と頭部方向が一致している視線-頭部同一条件では負の効果を生じ、視線条件との間に有意差が認められた。このことは、頭部の処理と視線の処理が早い段階で干渉し、視線手がかりの効果を弱めることを示唆していると考えられる。視線および顔処理に関する脳波/脳磁界成分として、紡錘状回およびその近傍に活動源をもつN170/M170があり^{25, 26)}、その振幅は視線(前眼部)のある顔刺激で有意に増大することが報告されている²⁷⁾。さらに視線および顔刺激のM170活動源が、初期相は共に紡錘状回にあり、後期相になると顔刺激の活動源が内前側に推定される結果も示されている²⁸⁾。こうした結果は、視線と顔処理が特に初期では同時刻に近接部位で実行されることを示しており、本実験の短いSOAにおける視線と頭部方向の干渉の背景になっていると考えられる。

一方、長いSOAでは手がかり刺激による注意シフト量に条件差を認めなかった。この時刻では、視線条件の注意シフトは消滅し、視線-頭部同一条件の注意シフトは促進側に傾いている。後者の効果は、頭部と視線の干渉が終息し、頭部方向の手がかりの効果が遅れて顕わになることを反映しているのかもしれない。正面顔と斜め顔および横顔に対する判断の相違を報告した先行研究では、顔の判断の遅れが報告されている^{22, 29)}。また、回転する2つの物体の相対的なずれを検出する課題では、回転ゼロの時は検出が容易であるが、両方とも回転している時は検出が難しく、正確に判断できないことが報告されている^{30, 31)}。本研究において視線-頭部同一条件でみられた長いSOAでの注意シフトは、回転する頭部の判断の難しさそのものが、頭部

方向による注意シフトの出現を遅延させた可能性も無視できない。この点については新たな検証実験が必要と考える。

文 献

- 1) E. Herrmann, J. Call, M. Lloreda, B. Hare and M. Tomasello: Humans have evolved specialized skills of social cognition: The cultural intelligence hypothesis. *Science*, **317**, 1360-1366, 2007.
- 2) N. J. Emery: The eyes have it: The neuroethology, function and evolution of social gaze. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, **24**, 581-604, 2000.
- 3) J. Bruner: From communication to language: A psychological perspective. *Cognition*, **3**, 255-287, 1975.
- 4) K. Loveland and S. Landry: Joint attention and language in autism and developmental language delay. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, **16**, 335-349, 1986.
- 5) A. Kendon: Some functions of gaze-direction in social interaction. *Acta Psychologica*, **26**, 22-63, 1967.
- 6) M. Argyle, R. Ingham, F. Alkema and M. McCallin: The Different Functions of Gaze. *Semiotica*, 1973.
- 7) M. L. Patterson: A sequential functional model of nonverbal exchange. *Psychological Review*, **89**, 231-249, 1982.
- 8) M. I. Posner: *Chronometric explorations of mind*, Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1978.
- 9) M. I. Posner: Orienting of attention. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, **32**, 3-25, 1980.
- 10) C. K. Friesen and A. Kingstone: The eyes have it! Reflexive orienting is triggered by nonpredictive gaze. *Psychonomic Bulletin & Review*, **5**, 490-495, 1998.
- 11) J. Driver, G. Davis, P. Ricciardelli, P. Kidd, E. Maxwell and S. Baron-Cohen: Gaze perception triggers reflexive visuospatial orienting. *Visual Cognition*, **6**, 509-540, 1999.

- 12) S. R. H. Langton and V. Bruce: Reflexive visual orienting in response to the social attention to others. *Visual Cognition*, **6**, 541–567, 1999.
- 13) 千住 淳, 長谷川壽一: 視線は注意について何を語るか: 視線による受動的な定位反応. 基礎心理学研究, **20**, 33–34, 2001.
- 14) W. Sato, T. Kochiyama, S. Uono and S. Yoshikawa: Automatic attentional shifts by gaze, gestures, and symbols. *Psychologia*, **53**, 27–35, 2010.
- 15) T. Okada, W. Sato, Y. Kubota, K. Usui, Y. Inoue, T. Murai, T. Hayashi and M. Toichi: Involvement of medial temporal structures in reflexive attentional shift by gaze. *Social Cognitive and Affective Neuroscience*, **183**, 87–94, 2008.
- 16) D. Brignani, D. Guzzon, C. A. Marzi and C. Miniussi: Attentional orienting induced by arrows and eye-gaze compared with an endogenous cue. *Neuropsychologia*, **47**, 370–381, 2009.
- 17) D. I. Perrett, J. K. Hietanen, M. W. Oram and P. J. Benson: Organization and functions of cells responsive to faces in the temporal cortex. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, **335**, 23–30, 1992.
- 18) J. K. Hietanen: Does your gaze direction and head orientation shift my visual attention? *NeuroReport*, **10**, 3443–3447, 1999.
- 19) W. Sato, T. Kochiyama, S. Uono, K. Matsuda, K. Usui, Y. Inoue and M. Toichi: Rapid amygdala gamma oscillations in response to eye gaze. *PLoS ONE*, **6**, 1–6, 2011.
- 20) W. Sato, T. Kochiyama, S. Uono, K. Matsuda, K. Usui, Y. Inoue and M. Toichi: Temporal profile of amygdala gamma oscillations in response to faces. *Journal of Cognitive Neuroscience*, **24**, 1420–1433, 2012.
- 21) W. Sato, T. Okada and M. Toichi: Attentional shift by gaze is triggered without awareness. *Experimental Brain Research*, **183**, 87–94, 2007.
- 22) 仲渡江美, 永田陽子: 視点の変化に伴う既知人物の頭部の認識. 心理学研究, **73**, 314–323, 2002.
- 23) J. H. Neely: Semantic priming and retrieval from lexical memory: Roles of inhibitionless spreading activation and limited-capacity. *Journal of Experimental Psychology*, **106**, 648–654, 1977.
- 24) P. Nuku and H. Bekkering: Joint attention: Inferring what others perceive (and don't perceive). *Consciousness and Cognition*, **17**, 339–349, 2008.
- 25) K. Bötzel, S. Schulze and S. R. Stodieck: Scalp topography and analysis of intracranial sources of face-evoked potentials. *Experimental Brain Research*, **104**, 135–143, 1995.
- 26) E. Halgren, T. Raji, K. Marinkovic, V. Jousmäki and R. Hari: Cognitive response profile of the human fusiform face area as determined by MEG. *Cerebral Cortex*, **10**, 69–81, 2000.
- 27) R. J. Itier, C. Alain, K. Sedore and A. R. McIntosh: Early face processing specificity: It's in the eyes! *Journal of Cognitive Neuroscience*, **19**, 1815–1826, 2007.
- 28) T. Shibata, H. Nishijo, R. Tamura, K. Miyamoto, S. Eifuku, S. Endo and T. Ono: Generators of visual evoked potentials for faces and eyes in the human brain as determined by dipole localization. *Brain Topography*, **15**, 51–63, 2002.
- 29) G. K. Humphrey and P. Jolicoeur: An examination of the effects of axis foreshortening, monocular depth cues, and visual field on object identification. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, **46**, 137–159, 1993.
- 30) R. Niimi and K. Yokosawa: Determining the orientation of depth-rotated familiar objects. *Psychonomic Bulletin & Review*, **15**, 208–214, 2008.
- 31) R. Niimi and K. Yokosawa: Viewpoint dependence in the recognition of non-elongated familiar objects: Testing the effects of symmetry, front-back axis, and familiarity. *Perception*, **38**, 533–551, 2009.