

# 視覚探索に対する頭部方向の影響

中島 亮一  
塩入 諭

東北大学電気通信研究所  
東北大学電気通信研究所

We generally look at the object in interest by directing our heads to the object, although we can gaze at by directing only our eyes. Why, then, do we usually direct our heads to the object? In this study, we examined whether looking sideways interferes with visual processing. Three experiments using visual search tasks were conducted, manipulating head direction (straight, or sideways). Results showed that looking sideways interfered with the visual search involving attentional serial search (Exp1), and the interference could not be attributed to any effect of eye movement controls: maintaining sideways (Exp2) or moving around the display (Exp 3). We suggest that there is attention effect related to head direction.

Keywords: head direction, eye-head coordination, visual search, attention.

## 問題・目的

我々は、サッカーボール運動によって視線を移動して外界を観察する。その大きさは、最大100度程度にまで達するが、日常生活においては15度以内のことが多い(Bahill et al., 1975)。大きく視線を動かす場合には、頭部も動くことが多く、まず頭部を対象方向に向け、その後目を動かす傾向があることも知られている(Einhausser et al., 2009)。つまり我々は、視線を向けるときには、対象に対して眼球だけでなく頭部を向けることが非常に多い。これは、横目で対象を捉えることよりも頭部を対象の方へ向けて対象を捉えることが好まれることを意味する。

本研究では、頭部と眼球の協調的運動の基礎過程を理解するために、頭部方向が視覚処理に与える影響について検討した。視覚探索課題を用いて、刺激正面に視線を向けた状態で、頭部方向を正面、右、左(正面から30°ずれた向き)に向けた条件を設定し、その際の課題遂行成績を比較した。

## 実験1

### 方法

標的刺激は左右いずれかを向いたTであり、妨害刺激としてL(逐次探索条件)またはO(並列探索条件)を用いた(Xu, 2010)。刺激項目数(セットサイズ)は4, 16の2条件であった。4x4の格子状の配置に対して、セットサイズ4の場合は、その四隅、あるいは中央の4つのセルに刺激を配置した。セットサイズ16の場合は、すべてのセルに刺激を配置した。各刺激の大きさは視角.26°×.26°、刺激呈示範囲は最大で視角1.67°×1.67°であった。

1試行の流れは以下の通りであった。まず画面中央に注視点が表示され、参加者がキーを押すことで試行が始まった。キー押しから500msの注視点呈示後、視覚探索画面が参加者の反応まで呈示された。課題は、探索画面中から標的刺激を探し、その向きを早くかつ正確にキー押しで答えることであった。

実験は3ブロック行われた。各ブロックでは、視覚探索画面に対する参加者の頭部方向が異なっていた。各頭部方向ブロックの順序は参加者間でカウンタバランをとった。頭部方向(3)×課題(2)×セットサイズ(2)条件で、計768試行であった。

### 結果と考察

正答率は全条件で非常に高かった(98%以上)ため、反応時間を分析対象とする(Table 1)。分析の際、頭部方向が左右の条件において、反応時間に有意な違いが見られなかったため、頭部方向左右条件のデータをまとめ、正面条件・横条件として比較を行った。頭部方向の2条件に関してt検定を行なった結果、課題が難しく注意負荷の大きいと考えられるLTセットサイズ16条件においてのみ、正面条件で有意に反応時間が短いことが示された( $t(14) = 2.51, p < .03$ ; その他の条件:  $t_s < 1.2, p_s > .2$ )。

このことから、視覚的注意が必要で、かつより複雑な課題の場合に、頭部方向が横向きの場合、すなわち横目状態で対象を見ると、視覚探索課題への阻害効果あると考えられる。この原因として、(1)頭部方向に依存して注意状態が変化する、(2)横目観察を維持することが負荷となる、(3)横目観察では眼球運動の効率が低下するなどが考えられる。実験2, 3では、それぞれ(2), (3)の可能性について検討する。

## 実験2

横目観察を続けるためには、眼筋の制御が必要である。そのため、横目観察を長時間続けることが視覚処理に阻害効果を与える可能性がある。実験2では、注視時間を操作し、視覚探索に対する影響を検討した。

### 方法

実験状況は、セットサイズ4のみを行ったこと、注視点を試行開始から500msまたは1000ms呈示する条件を設定したこと以外は実験1と同じであった。注視点1000ms呈示条件では、各試行において、実験1におけるLTセットサイズ16条件と同程度の時間横目状態を維持しておかなければならない。

## 結果と考察

正答率は全条件で非常に高かった(98%以上)。反応時間について(Table 1), 頭部方向に関してt検定を行なったところ, どの課題においても条件間に有意差は見られなかった[ $t_s < 1.4, p_s > .2$ ]。これは, 単純に横目状態を長く維持しておくことが, 視覚探索成績の低下の主要因である可能性を否定する。

## 実験3

実験3では, 横目観察時において眼球運動の制御効率が低下し, その結果視覚探索能力が低下した可能性について検討した。ここでは, 視覚探索画面を瞬間呈示することで, 眼球運動の影響を取り除き, 頭部方向の視覚探索への影響を調べた。

## 方法

実験状況は, 実験1で頭部方向による成績の違いが見られていたLTセットサイズ16条件のみを行ったこと, 視覚探索画面を100ms呈示しすぐにブランク画面を呈示したこと, 頭部正面条件, 横条件を128試行ずつ行ったこと以外は, 実験1,2と同じであった。

## 結果と考察

正答率は, 実験1,2と比較すると低下したものの, 頭部方向による差は見られなかった(正面: 88.6%, 横: 87.7%;  $t(6) = .67, p > .5$ )。しかしながら, 反応時間について比較を行ったところ(Table 1), 頭部が正面を向いている時の方が統計的に有意ではないが, 短い傾向が示された[ $t(6) = 2.34, p = .057$ ]。また, この実験における頭部方向条件間の反応時間の差分は, 実験1と同程度であった。視覚探索画面を瞬間呈示し, 目を動かして探索ができない状況においても, 頭部が横向き(つまり横目状態)だと, 視覚探索に対して妨害効果が見られることが示唆された。これは, 頭部が横向きで対象を捉える場合において, 視覚入力情報の処理に時間を要するためかもしれない。

## 総合考察

本研究では, 視覚探索課題に対して頭部方向が与える影響を検討した。視覚探索において, 視線が同一対象に向けられていても, 横目で捉える状況では頭部が対象に向けた条件に比べて反応時間が短いことを示した。視覚的注意がほとんど必要ないと考えられる視覚探索課題(OT探索)では横目状態における反応時間の増大が見られなかったことから, この頭部方向の視覚探索への影響は, 注意状態との関与が考えられる。また, 実験2の結果から, 横目状態を長時間維持することが反応時間の増大に影響するとは考えられない。さらに, 実験3の結果から, 反応時間の増大を眼球運動の違いのみに帰すこともできない。横目観察が視力に影響す

る可能性を確認するために, 頭部方向の視力への影響を調査する予備実験を行った。その結果, 頭部方向が横向きの場合に顕著な視力低下は見られなかったことから, 本実験の結果を低次の視機能で説明することは難しい。以上のことから, 横目観察において視覚的注意が阻害され可能性が示唆される。つまり, 頭部正面で対象を捉えることが, 視覚認識に対して有益であると考えられる。頭部方向に依存した視覚的注意状態について今後詳細な検討が必要である。

Table 1.

視覚探索画面呈示から反応までの時間( $M \pm SE$ ; 単位は ms)

### 実験1 (N = 15)

	正面	横
LT4	544 ± 9	555 ± 15
LT16	823 ± 21	879 ± 39
OT4	462 ± 9	467 ± 9
OT16	482 ± 9	487 ± 11

### 実験2 (N = 9)

	正面	横
LT 500ms	538 ± 9	536 ± 12
LT 1000ms	534 ± 12	539 ± 11
OT 500ms	471 ± 9	467 ± 8
LT 1000ms	467 ± 9	470 ± 9

### 実験3 (N = 7)

	正面	横
LT16	778 ± 62	855 ± 92

## 謝辞

実験1の実施には, 東北大学大学院情報科学研究科の大森暢喬氏, 高橋光政氏の協力をいただいた。

## 引用文献

- Bahill, T. A., Adler, D., & Stark, L. (1975). Most naturally occurring human saccades have magnitudes of 15 degrees or less. *Investigative Ophthalmology & Visual Science, 14*, 468-469.
- Einhauser, W., Schumann, F., Vockeroth, J., Bartl, K., Cerf, M., Harel, J., Schneider, E., & Konig, P. (2009). Distinct roles for eye and head movements in selecting salient image parts during natural exploration. *Basic and Clinical Aspect of Vertigo and Dizziness, 1164*, 188-193.
- Xu, Y. (2010). The impact of item clustering on visual search: It all depends on the nature of the visual search. *Journal of Vision, 10(14):24*, 1-9.