

線運動錯視における注意の効果

立教大学 村越 琢磨・長田佳久

The effect of "attention" on the illusory line motion

Takuma Murakoshi and Yoshihisa Osada (Rikkyo University)

Hikosaka et al. (1993a) explained the phenomenon called illusory line motion owing to the facilitation of the motion detector caused by attention. This study examines an attentional effect on this phenomenon using a dual task which requires a subject to pay his attention to the non-cue location. During the trial the subject was asked to do shadowing one digit randomly presented on the monitor so that he didn't direct his attention to a cue stimulus. The results show that subjects perceive illusory line motion even under the dual task condition. This suggests that "attention" is not important for the illusory line motion. It is clear that the data does not agree with the facilitation theory of the motion detector.

Key words: attention, line motion, motion detector, apparent motion

図1に示すように被験者に中央を凝視させたまま線分の左右どちらかの端に小光点を短時間提示してから長い水平線分を見ると、光点が見えた一端から反対方向に向かって線分が延びるように見える。線分のみを提示した場合にはこの運動錯視は起こらず、線分は一瞬で現れたように知覚される。このように線分の提示前に手掛かり刺激となるものを線分的一端に重ねて提示すると、その手掛かり刺激の近傍から明瞭な伸長運動が知覚される。この知覚は線運動錯視(illusory line motion)と呼ばれている(Hikosaka et al., 1993a)。Hikosakaらはこの現象を“注意”による「動き」検出器の活性化という仮説によって説明した。Hikosakaらによると、手掛かり刺激が提示されるとその情報が脳内にある「動き」検出器に到達し、刺激の提示された位置に相当する場所が活性化される。その後で線分が提示されると、活性化された場所に相当する位置、すなわち手掛かり刺激の提示された空間的位置の処理速度が局所的に上昇し、そのため手掛かり刺激の提示された位置から線分が引かれたように知覚される。

しかし、この仮説が線運動錯視を十分に説明できるかどうかは議論の分かれるところである。例えばDowningらによると、線運動錯視は仮現運動によって説明できると論じている(Downing and Treisman, 1995, 1997)。仮現運動の第一刺激に小さな円を提示し、第2刺激に大きな円を提示すると、大きさがスムーズに変化する運動が知覚される。これは色や幾何学的に形の異なる2つの刺激提示でも生じ(missing perceptual transformation)、従来「補充」(impletion)といわれる充填(filling-in)の過程であり、視覚系があいまいな2つの刺激を「解釈する」結果として論じられてきた。

また、Tseらは仮現運動で生じる対象のかたちの変化(shape transformation)と形成される面の知覚から、線運動錯視を仮現運動現象として説明できるとしている(Tse and Cavanagh, 1995, 1996, 1998)。第1刺激のフレームで2光点を線分の両端点の位置に提示すると、Hikosakaらの「注意速度」仮説(attentional speeding hypothesis)では、両方の2点から内側に向かう2つの運動が知覚されるはずであるが、光点の色が異なる場合

にはそのような運動は知覚されず1方向の運動が知覚された。むしろ、第1と第2刺激の色や2刺激間の接触・非接触、輪郭のスムーズな連続といった非注意的な特性が線運動錯視の運動方向に影響を与えていた。第1刺激の位置にオーバーラップして第2刺激が提示されると、第1刺激が拡大するように見える形の変化を伴う仮現運動(transformational apparent motion)があり、運動の知覚に先立って2つの対象の図形的な照合(parsing and matching)がなされる。Tseらは線運動錯視もこのような過程によって成立する形の変化を伴う仮現運動の一種であると主張している。

しかし、Tseらが指摘するように線運動錯視を仮現運動の一種として位置づけるとしてもHikosakaらが出した「注意速度」仮説を覆すことにはならない。むしろ、線運動錯視が「注意」によってどのように変化するかを明らかにすることで、「注意速度」仮説を検討できることになる。本研究ではあらかじめ線運動錯視の生起条件を確定した後、被験者の「注意」を操作して注意が線運動錯視に与える影響を検討した。

方 法

被験者 立教大学文学部心理学科生3名である。うち1名はナイーブな被験者であった。全員、視力は正常範囲内であった。

装置 Power Macintosh 6100/60 AVに15インチモニター(Apple Multiscan 15 Monitor)を2台接続し、Shellライブラリーを用いたC言語によるプログラムによって刺激提示・反応時間の計測をした。被験者は暗室内でチンレストにより頭部を固定されてモニターから114 cm離れた位置から観察した。

刺激 注視数字、手掛かり刺激、線刺激は黒い背景上に提示された。線刺激と背景輝度はそれぞれ52 cd/m²、0.2 cd/m²であった。注視数字は視角1°で算用数字1から9をランダムに提示した。また、注視数字の提示時間、500、1000、1500 msecもランダムとした。注意を引き起こすための手掛かり刺激は視角3'×3'の白色の点で、注視数字よ

り垂直方向に視角3.4°上方、水平方向に4.45°離れた位置の二個所のうち、どちらか一方に提示された。線刺激は白色で太さ視角3'、長さ8.9°で、注視数字から垂直方向に3.4°上方に提示された。従って、手掛かり刺激は線刺激が提示されると見えなくなった。

手続き モニターには最初注視数字だけが提示され、実験中、被験者は次々に提示される注視数字を常に凝視し音読するよう教示された。次に手掛かり刺激が様々な持続時間で提示された後、線刺激が出現した。被験者はこの線刺激が左右どちらから引かれたように見えたかをキー押しによって報告するよう求められた。手掛かり刺激の持続時間は13段階(16.7, 33.3, 66.7, 83.3, 100, 116.7, 133.3, 166.7, 200, 400, 800, 1600, 4800 msec)であった。1セッションを26試行として、手掛かり刺激の13の持続時間と左右2個所の提示個所はランダムであった。各被験者は2セッションの練習後、10セッション、計260試行おこなった。

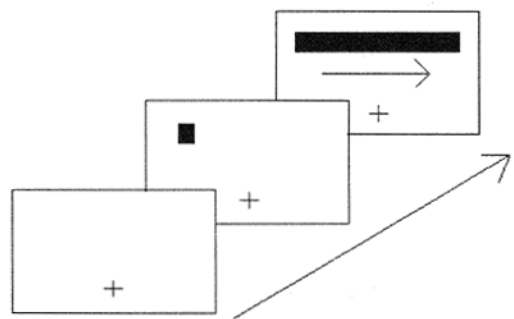


図1 最初、注視点(+)だけが呈示され、その後手掛かり刺激■に続いて線刺激が提示される。手掛かり刺激が提示された側から反対側へ線が引かれたように知覚される。

結 果

図2、3の縦軸は手掛かり刺激の提示された側から運動錯視が起こったと判断された頻度と反応時間である。横軸は手掛かり刺激の提示時間である。図2、3では手掛かり刺激の提示時間800、1600、4800 msecのデータは省略してある。

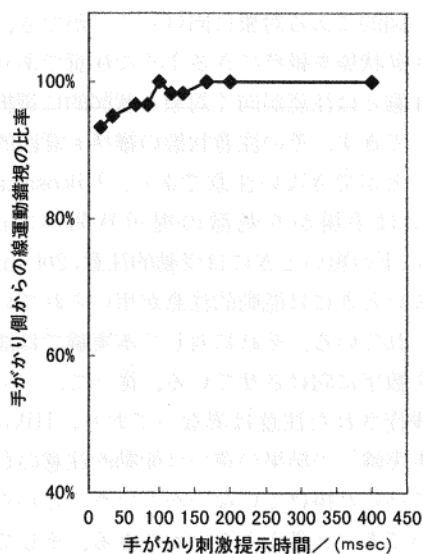


図2 手掛かり提示時間に対する手掛かり刺激側からの線運動錯視の割合。

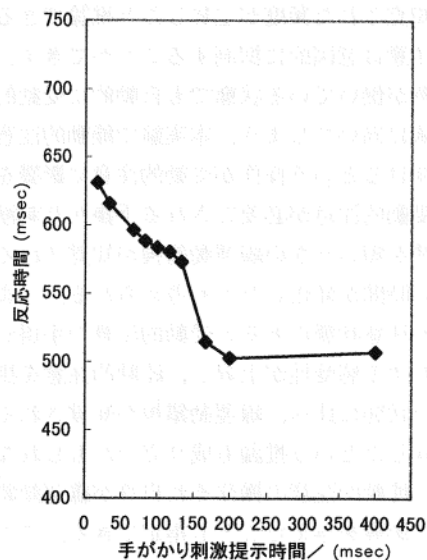


図3 手掛かり提示時間に対する反応時間。

Hikosakaらの仮説が正しいとすれば、予想される結果は手掛かり刺激の提示時間に関係なく線運動錯視が知覚される頻度が50%付近で前後し、反応時間もほぼ一定になるはずである。しかし、図2を見ると手掛かり刺激の提示時間が短いとき(16.7~100msec)は手掛かり刺激側からの線運

動錯視が知覚される頻度は90%前後から次第に上昇して、提示時間が166.7msecを超えるとほぼ100%となる。図3においても手掛かり刺激の提示時間が短い場合(16.7~100msec)には反応時間は600msec以上であるが提示時間が長くなるにつれて減少し、手掛かり刺激の提示時間が166.7msec以上になると反応時間は500msecでほぼ平坦になる。

あらかじめ行ったHikosakaらと同様の追試実験の結果を図4、5に示す。この追試実験では本実験において提示した注視数字の位置に十字形の注視点を設定した。それ以外はすべて同一条件であった。すなわち、追試実験では注視点を凝視させ、本実験ではそのかわりに同じ位置に注視数字を提示して音読させた。

図2と図4を比較すると、手掛かり刺激の提示時間が短いとき(16.7~100msec)に手掛かり刺激提示側からの線運動錯視が知覚される頻度は、図2

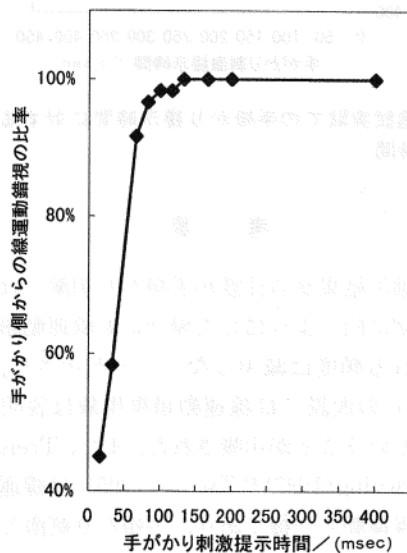


図4 追試実験での手掛かり提示時間に対する手掛かり刺激側から線運動錯視の割合。

に示すように大幅に増加している。図3と図5を比較すると、手掛かり刺激の提示時間が短い場合(16.7~116.7msec)には反応時間は450msec以上であるが提示時間が長くなるにつれて減少し、提示時間が116.7msec以上になると反応時間は

450 msecでほぼ平坦になる。この反応時間が短くなる傾向は本実験と同様であるが、追試実験での反応時間の範囲は400~750 msecであるのに対し、本実験の場合にはその値は500~650 msecという比較的狭い範囲にある。

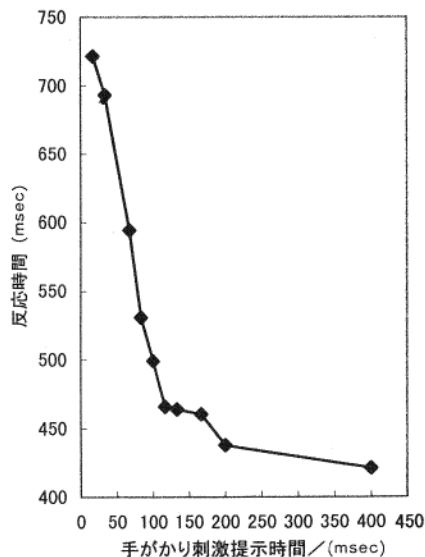


図5 追試実験での手掛かり提示時間に対する反応時間。

考 察

本実験の結果から注意が手掛かり刺激ではなく注視数字に向くようにした場合にも線運動錯視の知覚される頻度は減少しないことが示され、Hikosakaらの仮説では線運動錯視現象は説明しきれないということが示唆された。また、Treisman and Downing (1997) や Tseら (1995) は線運動錯視が仮現運動の一種であり、手掛かり刺激と線刺激の関係を解釈する心的過程の結果としてこの現象が生じると主張している。Treismanらの仮説からは本実験と追試実験で得られる結果に差異は生じないはずであったが、上述したように、その結果は大きく異なっていた。

Posner (1987) は注意には能動的注意(voluntary attention)と受動的注意(passive attention)の二種類の注意があり、それぞれの注意に応じた脳内

活動部位があることを指摘している。能動的注意とは意図的にある対象に向けることができ、かつその注意状態を維持できるような注意であり、受動的注意とは注意が向く対象を意図的に選択することができず、その注意状態の維持も意図的には保つことができない注意である。Hikosakaらの実験では手掛かり刺激の提示時間がほぼ150 msec以下の短いときには受動的注意、200 msec以上の長いときには能動的注意が用いられていると考えられている。それに対して本実験では能動的注意を数字に向けさせている。従って、二つの実験で操作された注意は異なっており、Hikosakaらと本実験との結果の違いは能動的注意の負荷を掛けているか掛けていないかということから生じた違いであるとも考えることもできる。そしてその結果、本実験において注意が手掛かり刺激に向かないようにしたのにも関わらず、手掛かり刺激の提示時間が短いときに、追試実験よりも線運動錯視が知覚された頻度が上昇したと推論できる。受動的注意は意図的に抑制することができず、能動的注意が働いている状態でも自動的に受動的注意が対象に向いてしまう。本実験で能動的注意に負荷を掛けるという操作が受動的注意に影響を及ぼし、受動的注意が必要とされる手掛かり刺激の提示時間が短いときの線運動錯視が知覚される頻度や反応時間が変化したとも考えられる。つまり、能動的注意状態にあると受動的注意の手掛かり刺激に対する感受性が上昇し、能動的注意を掛けていない状態に比べ、線運動錯視が知覚される頻度が上昇したという推論も成り立つかもしれない。また、能動的注意の操作それ自身が線運動錯視の知覚に影響を与えたことも指定できる。この点についてはさらに検討する必要がある。

本実験と追試実験の結果の差異については知覚学習(perceptual learning)の可能性も考慮しなければならない。知覚実験において試行を繰り返している被験者の反応率が上昇したり、反応時間が減少することが知られている(Ball and Sekuler, 1987; Steinman 1987; Sagi and Tanne 1994)。今回の実験では全ての被験者において追試

実験を先に行ったため、被験者は本実験の前に練習試行を含めて最低でも300試行以上の試行を行っている。今回の実験の結果をセッション毎に分析した結果から、手掛かり刺激提示側から線運動錯視が知覚される頻度の上昇や反応時間の減少はセッションを重ねるにつれてわずかに見られた。しかし、手掛かり刺激の提示時間に対する反応頻度や反応時間の全体的傾向は一貫しており、知覚学習の結果により本実験での手掛かり刺激の提示時間が166.7 msec以下の場合に手掛かり刺激提示側からの線運動錯視の知覚される頻度が上昇した可能性はないと言える。

今後は注視数字の提示時間を変えるなど能動的注意の負荷を量的に操作し、線運動錯視の知覚の変化を検討する必要がある。さらに、能動的注意と受動的注意の相互作用を明らかにすることも今後の課題である。

引用文献

- Ball, K., & Sekuler, R., 1987 Direction-specific improvement in motion discrimination, *Vision Research*, **27**, 953-965.
- Downing, P. E., & Treisman, A. 1995 The shooting line illusion: Attention or apparent motion?, *Investigative Ophthalmology and Visual Science, Suppl.*, **36**, S856.
- Downing, P. E., & Treisman, A. 1997 M., The line-motion illusion: Attention or impletion?, *Journal of Experimental Psychology*, **23**, 768-779.
- Hikosak, O., Miyauchi, S., & Shimojo, S., 1993a Focal visual attention produces illusory temporal order and motion sensation, *Vision Research*, **33**, 1219-1240.
- Hikosak, O., Miyauchi, S., & Shimojo, S., 1993b Voluntary and stimulus-induced attention detected as motion sensation, *Perception*, **22**, 517-526.
- Kawahara, J., Yokosawa, K., Nishida, S., & Sato, T., 1996 Illusory line motion in visual search: attention facilitation or apparent motion?, *Perception*, **25**, 901-920.
- Nothdurft, H. C., 1999 Rapid communication: Focal attention in visual search, *Vision Research*, **39**, 2305-2310.
- Posner, M. I., Inhoff, A. W., Friedrich, F. J., & Cohen, A., 1987 Isolating attentional systems: A cognitive-anatomical analysis, *Psychobiology*, **15**, 107-121.
- Sagi, D., & Tanne, D., 1994 Perceptual learning: learning to see, *Current opinion in neurobiology*, **4**, 195-199.
- Shimojo, S., & Miyauchi, S., 1997 Visual motion sensation yielded by non-visually driven attention, *Vision Research*, **37**, 1575-1580.
- Steinman, B. A., Steinman, S. B., & Lehmkuhle, S., 1997 Research note: Transient visual attention is dominated by the magnocellular stream, *Vision Research*, **37**, 17-23.
- Steinman, S. B., 1987 Serial and parallel search in pattern vision?, *Perception*, **16**, 389-398.
- Tse, P., & Cavanagh, P., 1995 Line motion occurs after surface parsing, *Investigative Ophthalmology and Visual Science, Suppl.*, **36**, S417.
- Tse, P., Cavanagh, P., & Nakayama, K., 1996 The role of attention shape change apparent motion, *Investigative Ophthalmology and Visual Science, Suppl.*, **37**, S213.
- Tse, P., Cavanagh, P., & Nakayama, K., 1998 The role of parsing in high-level motion processing, In Takeo Watanabe(Ed), *High-Level Motion Processing* : MIT Press.
- Watanabe, K., & Shimojo, S., 1998 Attentional modulation in perception of visual motion events, *Perception*, **27**, 1041-1054.