

Title	2点及び3点によるステレオカイネティック現象
Sub Title	The stereokinetic phenomenon from 2 or 3 points
Author	小松, 英海(Komatsu, Hidemi)
Publisher	慶應義塾大学大学院社会学研究科
Publication year	1993
Jtitle	慶應義塾大学大学院社会学研究科紀要 : 社会学心理学教育学 (Studies in sociology, psychology and education). No.38 (1993.) ,p.35- 42
JaLC DOI	
Abstract	
Notes	論文
Genre	Departmental Bulletin Paper
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN0006957X-00000038-0035

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

2点及び3点によるステレオカイネティック現象

The stereokinetic phenomenon from 2 or 3 points

小 松 英 海*

Hidemi Komatsu

Stereokinetic phenomenon occur when certain 2-D patterns are rotated in the frontparallel plane. Zanforlin (1988a, 1988b) explained this phenomenon by the hypothesis of velocity differences minimization. Zanforlin and Vallortigara (1988) applied the hypothesis to a rotating straight line or two points of the ends of a straight line. They showed the apparent length of the line didn't depend on the absolute physical velocities of the end points but rather on the relative velocities, and the absolute physical velocities merely affected the apparent position of the line with respect to the plane of disk. Certainly, the apparent length depended on the relative velocities, but the present result with two points showed that the absolute velocities didn't affect the apparent position. The apparent position of the line with respect to the plane of the disk depended on whether or not the center of rotation was between the both end points. Added one more point, a triangle appeared slanted into 3-D space, The shape composed of three points was held constant, even when they rotated and slanted. The apparent triangle's height also depended on the relative velocities.

運動視研究

人類がずっと昔から、動くものに対して興味を持ってきたことは知られている(鷲見, 1991)。映画の発明に至るまで、運動を作り出し、見せるさまざまな工夫をしてきた。また少しあたりを見回せば、我々をとりまく世界は運動視の世界である(鷲見, 1991)。それにもかかわらず、これまでの知覚心理学の中で扱われてきた対象は静止対象がほとんどであった。それは技術的な問題によって、運動対象が扱いにくかったこともあるだろうし、我々をとりまく世界が運動視の世界だからといって、必ずしも運動対象を扱う必要はなかったからであろう。Michotteの言うように、形態に関する要因は運動視の中でも、強力な影響を示している(Michotte, 1954)。

しかし、静止条件では見られずに、運動だけに関わる要因があるのは確かなことであり、運動対象を扱う技術

が発達したのにもかかわらず、運動視を扱わないのは、片手落ちである。そしてまた、現状では、運動視に関して「満足すべき現象カタログもない(山田・増田, 1991)」のである。

もっともこれまでの知覚研究の歴史の中で、運動対象がまったく扱われてこなかった訳ではない。ゲシュタルト心理学は仮現運動の研究から始まり、Michotteは独自に開発した円盤法という運動パターン提示装置を用い、有名な因果関係の知覚などの多彩な現象を示してきた(Michotte, 1954)。

現在、計算論の隆盛の中で、運動情報から得られる三次元知覚についての研究が盛んである。この研究は回転する2枚の羽根の影の観察、リサーチ図形の観察からはじまり(Braunstein, 1962, 1976)、後のカイネティックデプス効果の研究につながっていると思われる。カイネティックデプス効果に先立つ最初のまとまった詳細な研究は、Benussi, Musattiによるステレオカイネティ

* 社会学研究科心理学専攻修士課程(運動知覚)

ック現象についてのものである。偏心点のある円を回転させると、三次元の円錐として知覚される。その円錐には、はっきりと特定できる高さがあり、その円錐の側面は固く、回転盤の他の面とは、全く異なる性格を持つ。

Musatti は、観察者が実際の立体の知覚の経験に回転する二次元パターンの知覚を同化させることによって、回転する平面パターンから三次元の円錐の知覚が得られると考え、各瞬間瞬間の網膜上での投影像の位置の違いを最小化することで得られるという仮説をたてた。これは現在の「運動からの構造復元」の考えと、基本的に違いはない (Musatti, 1962; Zanforlin, 1988)。

しかしこの仮説では、結局このステレオカイネティック現象の円錐が、はっきりと知覚可能な高さを持つということを説明できない。Musatti の仮説からすると、円錐の頂点となる偏心点とその点からもっとも遠い円周上の点と最も近い円周上の点の間の距離の違いは円錐の高さが高くなるほど、小さくなる。よって、円錐ははっきりとした高さを持つことができないことになる。この問題点は Ullman らの「運動からの構造復元」の理論にも当てはまる (Zanforlin, 1988 を参照のこと)。

これに対して、Zanforlin (1988) は、「速度の違いの最小化仮説」を提唱した。最小化の対象は位置の違いではなく、速度の違いである。つまり、回転運動の場合、回転盤上のすべての点の角速度は同じだが、回転の中心からの距離に従って、回転盤上の対象の線速度が変わる。つまり回転の中心から遠い対象ほど単位時間あたりに移動する距離が長く、近い対象ほど移動距離が短くなる。視覚系が、対象間の速度の違いを限りなく 0 に近づけることによって、ステレオカイネティックの円錐の場合で言えば、偏心点を平面から三次元空間上に転移する。円周上の点は円の中心を回転すると同時に、偏心点を中心とする回転もする。円周上の点は円の中心と偏心点を焦点とする楕円軌道を描く。しかしながら観察者が知覚する底面は前額平行面上の円である。したがって円周上の転が描く楕円が前額平行面に円を投影するときに傾きが生じ、平面パターンは三次元空間上に転移する。「速度の違いの最小化仮説」では、ステレオカイネティックの円錐の明確に知覚される高さを量的に予測できる。この仮説は網膜像を基礎におく必要がない。剛性仮定を含む計算理論から説明される知覚は veridical なものだけだが、この仮説は non-veridical な知覚に対しても適用できる。それがこの仮説の利点である。

この現象で大事なことは、三次元性だけではなく、それが立体として知覚されるときの見えの特性の変化であ

る。運動状態にある知覚対象は「もの」としての性質を帯び、静止時とは、全く異なる様相を呈する。このことは現在の研究の中では、余り重要視されていない。網膜像が平面であるのにもかかわらず、三次元として知覚されるという問題にだけ注目が集まっている。これは計算理論に限らず、Zanforlin の仮説にもあてはまる。今後は、その三次元性以外の特性にも目をむけていく必要がある。

直線によるステレオカイネティック現象

ステレオカイネティック現象がカイネティックデプス効果の一例であるという主張がある (Wallach *et al.*, 1956)。三次元の物体を回転させ、その影をスクリーンに投影する。スクリーンの反対側から、観察者は平面上にある直線で構成された影の運動を見ることになる。Wallach & O'Connell (1953) の実験では、静止状態では、その影は平面として知覚された。回転する三次元の物体の影の輪郭は、その方向と長さが同時に変化するとき、強い奥行き印象を生ずるものである。

ところがステレオカイネティック現象には、カイネティックデプス効果の必要条件である方向と長さの同時の変化は存在しない。平面図形の剛性の回転があるだけである。しかし例えば、黒い回転盤上に白い線で円を描きその円の内側にもう一つ白い線図形の円を描くとする。回転盤と 2 つの線図形の円のそれぞれの中心が重ならないように配置するとする。回転盤が時計まわりに回転すれば、その白い円も時計まわりに回転するのだが、円周上のある 1 点はその 1 点とその点に隣接する他の点とが同色であるために、観察者には見かけ上区別ができない。その結果、その 1 点は図形の中でいつも同じ位置にある様に知覚される。つまり、円の上にある点は回転中常に上部にあると知覚される。そして外側の円と内側の点を結ぶ線の方向と長さが同時に変化する。そのために三次元性の知覚が得られると説明している (Wallach *et al.*, 1956 参照)。

しかし回転中、隣接する点どうしが混同される特性を持たないステレオカイネティック現象が報告されている (Johansson & Jansson, 1968; Zanforlin & Vallortigara, 1988)。白い直線を黒い回転盤上でゆっくり回転させると、観察者は直線が三次元空間で傾いて、回転するように見える (Zanforlin & Vallortigara, 1988)。

Zanforlin ら (1988) は「速度の違いの最小化仮説」を回転する直線に当てはめた。回転する直線の三次元空間上での長さの知覚に対して影響するのは速度差であり、

絶対速度ではない。Zanforlin は速度差の変数を直線の物理的な長さとし、絶対速度の変数を回転盤上での直線の位置とした。直線の両端の点 A, B の間の線速度の違いは直線の midpoint O を中心に自転することにより最小化される、そして点 A, B それぞれと midpoint O の間にも同じように A と O の midpoint C, B と O の midpoint C' を中心とする回転が生じる、そうすると midpoint O は反対方向の運動を同時に持つことになるが、その運動は二次元平面上では不可能なので、三次元空間に転移する。両端の点それぞれと直線の midpoint の線速度の違いの最小化によって直線は三次元空間上に転移する。点 A の線速度は AO と AC の和に比例する (B も同様である)。従って、三次元空間に転移した直線の長さは平面上にあるときよりも 50% 長く知覚されると予測した。彼の実験結果はこの予測を支持した。しかし直線の一端または 2 点のうちの 1 点が回転の中心と一致する場合、回転速度そのものを増すと直線の両端の間または 2 点間の速度差は大きくなると考えられる。回転盤上での位置が知覚される直線の長さに影響すると考えられる。

また絶対速度が直線の見え方に影響すると Zanforlin ら (1988) は記述しているが、実際に操作された変数は直線の回転盤上での位置である。直線の midpoint と回転の中心が一致している場合に、直線は回転盤の面を貫いて回転して見える。直線の一端が回転の中心に一致する場合と中心が直線間でない条件では、一端が錨のように回転盤の面にあるように見える。見え方に対して影響をもつのは、絶対速度そのものではなく、対象の回転盤上での位置ではないのか。

直線をその両端に当たる 2 点に置き換えても、「速度の違いの最小化仮説」は当てはまる。2 点が三次元空間上に転移すると、2 点を結ぶ白い棒が見える。実験 1 では 2 点が三次元空間に転移して生ずる白い棒の長さとお見え方に対する 2 点の中心間の距離と点の回転盤上での位置と絶対速度の効果を検証する。

実 験 1

装置

提示パターンを回転させるために可変速モーター (オリエンタルモーター社製) を使用する。提示するパターン以外の物、特に回転盤の枠が被験者から見えないように、被験者と回転装置の間に開口部のある衝立を置く。衝立は照明が散光しないように 90 cm (高さ) × 90 cm (幅) × 69 cm (奥行き) の箱型となっている。衝立は被験者から 75 cm の所に置かれ、開口部の直径は 6.7 cm

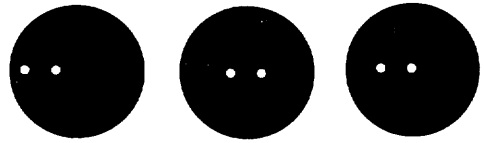


Fig. 1 実験 1 で提示したパターン。

- (a) 回転の中心側の点が中心から 2 cm 離れている
- (b) 回転の中心が 2 点の midpoint と一連する
- (c) 1 点が回転の中心と一致する

である。円盤全体を一樣に照らすために、スライドプロジェクター (キャビン工業製) を箱型衝立の中に置く。観察距離は 2 m である。白い点の輝度は 5 cd/m² である。

提示パターン

提示するパターンは直径 18 cm の黒い円である。その上に直径 5 mm の白い点を 2 個配置する。視角は 5.15° である。2 点の中心間の距離は 4.5・6 cm で、回転速度は 15・30・45 rpm である。位置条件は次の 3 種類である。

位置条件 1: 2 点間に回転の中心が含まれていなくて、回転の中心に近い 1 点が回転の中心から 2 cm 離れている。

位置条件 2: 回転の中心が 2 点の midpoint に一致する。

位置条件 3: 1 点が回転の中心に一致する。

各位置条件のパターンをそれぞれ Fig. 1 (a)・(b)・(c) に示す。

手続き

観察は暗室で、単眼で行われる。最初に立体が形成され易い刺激を例 (Fig. 2 参照) として提示する。刺激は時計回りに回転させる。被験者はそれについての観察報告をする。観察報告後に、この現象について簡単な説明を与える。

第 1 の課題: 2 点の位置関係と 2 点を結ぶ空間の見え方についての現象観察である。どの位置でも、どの長さでも観察可能かどうかを確かめることを目的として含む。回転速度は 30 rpm である。

第 2 の課題: 2 点間に奥行き関係が知覚されたら、知覚される棒の長さを計測する。奥行き関係が安定したら、被験者は推定した距離を反応記録用紙に表す。練習試行の後、本試行を 27 試行を行う。27 試行を 2 点の中心間の距離ごとにとまとめて、その中で無作為な順序で提示する。被験者間で距離の条件の順番を変える。測定のみ 2 回繰り返す。

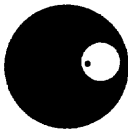


Fig. 2 ステレオカイネティックの円錐. 実験 1 で例として被験者に提示した。

被験者

被験者は心理学専攻の学生男子 4 名, 女子 3 名の計 7 名である。第 2 課題は反応の比較的安定した 3 名が 2 回繰り返す。それをこの実験の結果とした。

結果

いずれの条件でも三次元空間で回転する白い棒が知覚される。透明な黒い棒の報告もある。Zanforlin らは絶対速度が影響すると記述しているが、その影響はなかった。棒の見え方に影響するのは回転盤上での位置である
位置条件 1: 中心側の点が近くに見えることが多かった。円盤全体が円錐を形成し、その側面に白い棒が見えることもある。

位置条件 2: 白い棒が知覚されるまでに時間がかかった。平面上で回転する場合の透明な棒の報告もある。回転盤をはさんで一方の点が手前で、他方が回転盤の向こうにあって、ねじれるように棒が回転する。また平面上で 2 点を結ぶ白い円が知覚された。

位置条件 3: 2 点間の奥行き上の位置関係は反転する。透明な黒い棒の報告が他の条件よりも多い。報告は位置条件 1 のものと似ていた。

位置条件 1 と 3 では、一方の点を中心に他方の点が「ハンマー投げ」のように回転する。Zanforlin らによると、中心から離れた点が近くに見え、奥行き関係が反転することは難しいのだが、この結果では中心から離れている点はむしろ遠くに見え、位置条件 3 では、容易に奥行き関係が反転する。

三次元空間で傾いて回転する知覚された棒の長さの平均値を Fig. 3 に表す。三要因分散分析の結果、いずれの条件についても有意差はなかった。

最初に 7 人全員の被験者で実験したときには、2 点間の物理的な距離が長いほど知覚された棒の長さも長くなり、位置条件 1 と 3 の間に有意差がみられた。また Zanforlin らの結果と同じように、知覚された棒の長さに対する回転速度そのものの影響はなかった。本実験の結果では全ての要因に有意な効果はみられなかったが、Fig. 3 から物理的な距離が長くなるほど知覚された棒

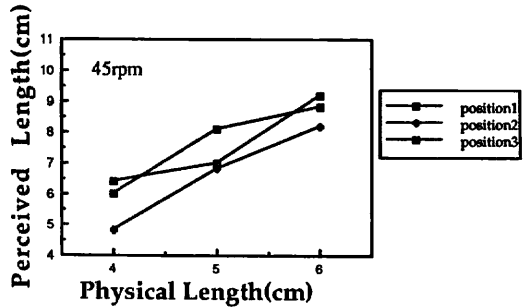
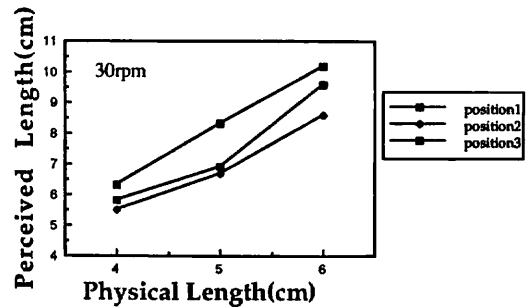
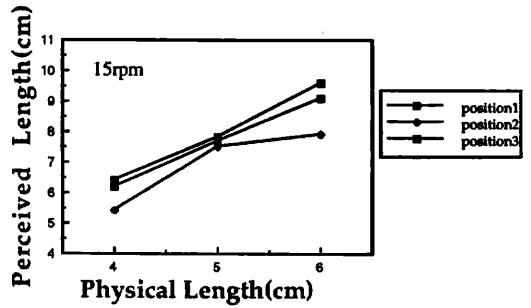


Fig. 3 実験 1 の結果. 位置条件ごとの物理的長さと知覚された棒の長さの関係. position 1: 回転の中心が 2 点間になく、回転の中心側の点が中心から 2 cm 離れている. position 2: 2 点の中心が回転の中心に一致する. position 3: 1 点が回転の中心に一致する。(観察距離: 2 m)

- (a) 15 rpm
- (b) 30 rpm
- (c) 45 rpm

の長さも長くなる傾向がある。絶対値そのものは Zanforlin ら (1988) と異なるが、傾向は似ていた。

実験 2

3点によるステレオカイネティック現象

Zanforlin の仮説から考えると、ステレオカイネティックの円錐は3点で形成できると考えられる。3点を三角形の頂点の位置に配置すると、三次元空間で回転する三角形として知覚されるのではない。

ステレオカイネティックの円錐の「速度の違いの最小化仮説」がほぼそのまま当てはまる。まず任意の2点がその平均速度の点を中心に回転する。2点が半径上にないために、平均速度の点は2点の midpoint ではない。そして残りの1点を中心に2点が回転する。そこで、三角形は三次元空間上に立ち上がる。最初の2点の平均速度の点と残りの1点との関係から三角形の見えの 高さ が決まる。その1点が頂点となり、他の2点が底辺となり、三次元空間で斜めに傾いた平面の三角形が回転するように見える。

しかし3点が形成する三角形が三次元空間で回転する場合には、ステレオカイネティックの円錐の底面となる円は、回転中に隣接する点どうしが混同され、回転中、円の上側の点は常に上側にあるように知覚されるという特徴を有していた。そのためにステレオカイネティックの円錐の底面の自転は知覚されない。3点が三角形を三次元空間で形成する場合、頂点となる1点と底辺となる2点は同方向に回転する。従って、知覚される三角形の高さは頂点と底辺の midpoint との関係で決まるのではなく、パターン上の三角形の形態、高さがそのまま反映されるよってステレオカイネティックの円錐とは違って、点の偏心率は知覚される三角形の高さに影響しないことが予測される。

予備観察において、3点に囲まれる領域の内側に回転の中心がある場合と回転の中心がその領域の外側にあり、かつ回転の中心側の2点が同じ速度の場合は三角形が形成されるが、1点が回転の中心に一致する場合のように相対的な速度差が大きくなりすぎると三角形ではなく、その回転に一致する点から2本の棒が伸びているように知覚されることがわかった。

実験2では、三角形が知覚される際に、その現象的特性を明らかにすると同時に、3点がなす平面上の三角形の高さと、頂点となる1点の偏心率と位置条件が知覚される三角形の高さに対する影響を調べる。

提示パターン

パターンは実験1と同様に直径 18 cm の黒い円を使用するが、その上の白い点 (直径 5 mm) が3個となる。

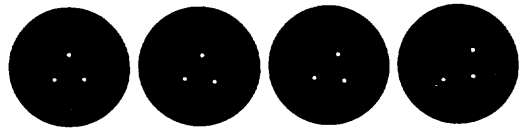


Fig. 4 実験2の位置条件1で提示したパターン²。

- (a) 偏心率 0
- (b) 偏心率 1/3
- (c) 偏心率 2/3
- (d) 偏心率 1

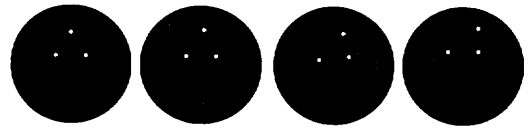


Fig. 5 実験2の位置条件2で提示したパターン²。

- (a) 偏心率 0
- (b) 偏心率 1/3
- (c) 偏心率 2/3
- (d) 偏心率 1

3点は三角形の形に配置する。3点がなす三角形の高さは 4.5・6 cm とする。2点が形成する底辺の半分の長さを1とすると、頂点となる1点を底辺の垂直二等分線上から $0 \cdot 1/3 \cdot 2/3 \cdot 1$ とずらしていく。偏心率が0の三角形は正三角形とする。位置条件は、3点の重心が回転に一致する位置条件1と、3点の内側に回転の中心を含まない位置条件2の2条件とする。位置条件1・2のパターンをそれぞれ Fig. 4・5 に示す。

装置と手続き

回転速度は 30 rpm で一定とする。その他の条件及び装置は実験1と同じである。

課題として、(1) 3点の間の位置関係、3点のまわり方についての言語報告と、(2) 安定した三角形が知覚された際の頂点から底辺までの垂線の長さを推定することを被験者に求めた。頂点として偏心させる対象の点を実験者が回転前にその都度被験者に指定する。記録方法は実験1と同じである。位置条件ごとに実験を行い、またその中で同じ高さの条件をひとまとまりとしてその中で無作為な順番で提示する。被験者によって位置条件・高さの条件の順番を変える。高さの測定は各条件2回行われる。各回で高さ、偏心率の条件の提示順は異なる。

被験者

被験者は心理学専攻の学生男子2名と女子2名である。全員予備観察が実験1で、距離の推定を行ったことがある。

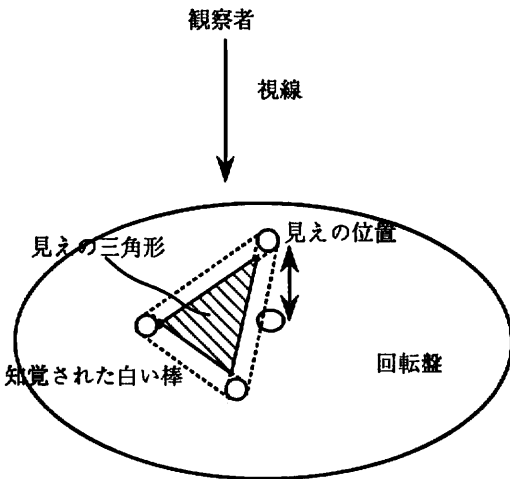


Fig. 6 知覚された三角形。2点 は回転盤上にあり、1点 が回転盤から離れ、三次元空間に転移する。図では観察者の側に向かってくる場合を表わしている。3点間には薄い白い色をした棒が知覚される。その白い線に囲まれた三角形が斜に立ち上がって、回転するように知覚される。

結果

すべての三角形で、3点いずれの点が頂点となっても、三角形が形成される。いずれの偏心率でも平面上の三角形に似た形態として知覚された。3つの白い線で囲まれた三角形が、三次元空間である傾きを持って立ち上がり回転するように知覚される。1点が頂点として観察者の方に向かってきて、他の2点が底辺として遠くにあるように見える。またその逆も見られる。

正三角形の場合、平面上にある3点を結ぶ白い円が知覚された。またその重心が回転の中心に一致する場合、平面上にある3点と回転の中心を結ぶ線が知覚された。

3点に囲まれた内側の領域とその外側の領域の違いをはっきり指摘することはできなかったが、両者に違いがあり、内側に何かあるという印象であった。「切りとった紙」という印象である。3点を結ぶ線は、やはり白っぽい。知覚された三角形のイメージを Fig. 6 に示す。

偏心率が0の正三角形の場合は傾きが小さいが、それ以外のすべての条件で三角形の傾きは急だという報告がなされている。

どの三角形も平面で描かれたパターンそのままの形で三次元空間に立ち上がるように見えることが多い。(ただし偏心率が1/3の場合、二等辺三角形、2/3の場合、直角三角形という形態にまとまるという報告もあった)ま

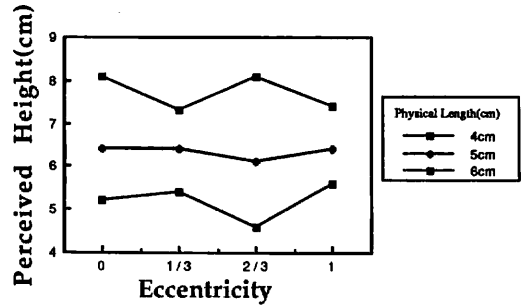
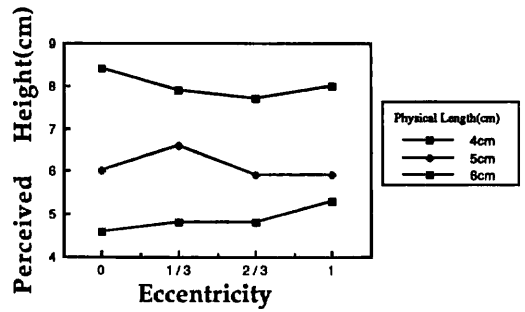


Fig. 7 実験2の結果。偏心率と知覚された三角形の高さの関係。position 1: 回転の中心が3点の重心に一致する。position 2: 3点に囲まれた領域内に回転の中心がない。(観察距離: 2 m)
(a) position 1
(b) position 2

た偏心率を変えるために変数としてその位置を変えた点よりも、それ以外の点を頂点としてまとまりやすい。その際も、もとのパターンそのものに近い形態か、二等辺三角形として見え易い。

知覚された三角形の高さの平均値を Fig. 7 に示す。三要因分散分析表の結果、知覚される三角形の高さに対する偏心率、回転盤上での位置の影響はない [それぞれ $F(3, 72)=0.03, p>0.05, F(1, 72)=0.02, p>0.05$]。物理的高さの効果は有意であった [$F(2, 72)=7.09, p<0.01$]。交互作用はいずれも有意ではなかった。

物理的な高さが高くなるほど、知覚される三角形の高さは高くなった。頂点として知覚される点の偏心率は知覚される高さにまったく影響しなかった。偏心率が高さ

に影響しないということから、知覚された三角形の形態もパターン上の3点がなす三角形の形態がそのまま知覚されると考えられる。

位置条件の影響もなかった。ただし、位置条件に関しては影響がありすぎて、三角形として見えない場合を除いてあるので、三角形として見える場合に限って影響がないとしか言えない。同じことが知覚される三角形の見え方に対する位置条件の影響に関してもいえる。速度差が大きくなりすぎると、三角形としてのまとまりが崩れる。三角形として見える範囲内では、位置条件は三角形としてのまとまりに影響を与えないが、1点が回転の中心に一致している場合は三角形としてのまとまりを崩すという意味では影響がある。

考 察

Zanforlin と Ullman らの間の論争は、新しいようで、古くからある問題である。すでに、Metzger (1953) は「我々がここで問題にしているのは運動なのだ」、そして「我々は決してさまざまな形象の群れを見るのではなく、つねにただ一つの形象がその状態を変えているのを見るのである。」と述べている。つまり運動は静止状態の継起ではない。そういった意味から言えば、Zanforlin の仮説は、この立場からの具体的な仮説として意味がある。速度の違いが重要な変数であることに疑いはないがそこで測定される値については、測定法により、被験者により、変動が大きく、Zanforlin が強調するほどの意味はないように思われる。この実験で、動いている対象の長さ及び高さを推定することは、被験者にとって、難しい作業であった。そのようにして得られた値の僅少差についてとやかく言っても余り意味がないように思われる。長さ、高さに関しては、仮説の予測する傾向が見られたことで十分である。点と点の間を結ぶ空間に点の色が広がることはこの仮説にあっている。

Zanforlin は量的な予測をできることを重視しているが、より質的な側面に関する検討が必要であろう。その後 Zanforlin 自身も対象の形、色を変化させる実験を行い、この仮説からの質的な側面に関する研究を進めている (Zanforlin, 1990)。

3点が形成する面に関しては、それが「切り取った紙」のように存在していることが明かになった。3点の場合、このような奥行き関係が生じることを他の仮説からも説明できる。なぜなら半径上にない点があるので、位置の違いの最小化によっても説明可能だからである。したがって「速度の違いの最小化仮説」を支持する直接的な証

拠というわけではない。ここでは、ステレオカイネティックの円錐の面を形成するための最小条件が示された。

ステレオカイネティックの円錐の底面は自転しないまま回転盤上を回転するように知覚されるが、3点が形成する三角形の底辺は頂点となる1点と同方向に回転する。そのために、頂点となる対象の偏心率が三角形の見えの高さに影響しないと考えられる。

Zanforlin の「速度の違いの最小化仮説」は回転運動だけにしか適用されていないが、他の運動にも適用されるのだろうか。回転運動の場合、速度の違いがあるにもかかわらず、運動対象間の間隔が変わらないという特徴がある。例えば、水平方向への平行移動の場合、速度の違いがあれば、それらの対象間の間隔が開いていき、全体としてのまとまりを形成できない。では、平行往復運動で、速度に差があるならば、三次元としてまとまることは可能なはずである。そのときの見えの特性は、回転運動の場合と同じなのであろうか。回転運動には、もう一つ、対象自体の回転という特徴がある。平行往復運動の場合、それが無い。平行往復運動の場合、対象が擦れ違う、追い抜く、または重なるということがある。その場合、速度の違いだけによって、決まらない可能性もあるのではないか。

ここでの実験2において、いずれの点も頂点となりえたが、実験の変数として指定した点以外の点も、頂点となりやすいという報告がある。速度が遅いもの、距離が近い2点が形成する棒が軸、基準となりやすいという印象が得られたが、そのとき基準は体制化においてどのような機能を果たしているのだろうか。以上のような問題に関して考察を進めていく必要がある。

結 論

Zanforlin ら (1988) は回転する直線のステレオカイネティック現象における直線の見えの長さに関与する直線の位置は影響しないとしていたが、直線の一端が回転盤の中心と一致する場合、回転速度を速くすれば、直線の両端の間の速度差が増すので、Zanforlin らの仮説からすると、このような配置の場合、回転速度が速い方が直線の見えの長さが長くなると予測される。しかし直線の両端にあたる2点で実験した結果、Zanforlin らの結果のように回転盤上での位置の違いは2点間の見えの距離に影響しなかった。また2点間の見えの距離の絶対値はZanforlin らと異なるが、同じような傾向が得られた。

Zanforlin らは回転する直線の見え方に影響するの

は、絶対速度であるとしているが、回転盤上での位置と絶対速度を独立に操作したところ、絶対速度は見え方に影響しなかった。2点形成する棒の見え方に影響するのは、回転盤上での位置である。

3点を三角形の頂点上に配置した場合、3点を結ぶ白い線に囲まれた三角形が三次元空間に立ち上がり、斜に傾いたまま回転するように知覚される。円錐の場合と異なり三角形の頂点となる点の偏心率は三角形の見えの高さに影響しない。

参考・引用文献

- Braunstein, M. 1962 The perception of depth through motion. *Psychological Bulletin*, 59, 422-433.
- Braunstein, M. 1976 *Depth perception through motion*.
- Braunstein, M. & Anderson, G. 1984 A counter example to the rigidity assumption in the visual perception of structure from motion. *Perception*, 13, 213-217.
- Johansson, G. 1958 Rigidity, stability, and motion in perceptual space: A discussion of some mathematical principles operative in the perception of relative motion and of their possible function as determinants of a static perceptual space. *Acta Psychologica*, 13, 359-370.
- Johansson, G. 1964 Perception of motion and changing form: A study of visual perception from continuous transformations of a solid angle of light at the eye. *Scandinavian Journal of Psychology*, 5, 181-208.
- Johansson, G. & Jansson, G. 1968 Perceived rotary motion from changes in a straight line. *Perception & Psychophysics*, 4, 165-170.
- Mefferd, R. B. & Wieland, B. A. 1967a Perception of depth in rotating objects: 1. Stereokinesis and the vertical-horizontal illusion. *Perceptual and Motor Skills*, 25, 621-628.
- Mefferd, R. B. & Wieland, B. A. 1967b Perception of depth in rotating objects: 2. Perspective as a determinant of stereokinesis. *Perceptual and Motor Skills*, 25, 621-628.
- Michotte, A. 1954 *Michotte's experimental phenomenology perception*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Metzger, W. 1953 *Gesetze des Sehens*. Frankfurt-am-Main: Kramer. 盛永四郎 (訳) 1968 視覚の法則 岩波書店.
- Musatti, C. L. 1962 *Stereokinetic phenomena*. Commentary by H. Flock, Mimeo edited by J. J. Gibson. Department of Psychology, Cornell University.
- Musatti, C. L. 1975 Stereokinetic Phenomena and their Interpretation. In: *Studies in Perception, Festschrift for Fabio Metelli*, Giovanni. B. D'Arcais (Ed) Milano: Matello-Giunti, 166-189.
- 佐久間 鼎 1933 運動の知覚: ゲシュタルト心理学の問題と学説 第2輯. 内田老鶴圃.
- 鷺見成正 1970 運動知覚と関係系. 大山 正 (編) 講座心理学4 知覚. 213-240.
- 鷺見成正 1991 新たな段階を迎えた運動視研究 心理学評論, 34, 1-4.
- Ullman, S. 1984a Maximizing rigidity: the incremental recovery of 3-D structure from rigid and nonrigid motion. *Perception*, 13, 255-274.
- Ullman, S. 1984b Rigidity and misperceived motion. *Perception*, 13, 219-220.
- Ullman, S. 1986 Competence, performance, and the rigidity assumption. *Perception*, 15, 644-646.
- Wallach, H. & O'Connell, D. N. 1953 The kinetic depth effect. *Journal of Experimental Psychology*, 45, 205-217.
- Wallach, H., Weiss, A., & Adams, P. A. 1956 Circles and derived figures in rotation. *American Journal of Psychology*, 69, 48-59.
- 山田 亘・増田直衛 1991 運動視における現象的方法 試論 心理学評論, 34, 475-496.
- Zanforlin, M. 1988a Stereokinetic Phenomena as Good Gestalts: The minimum principle applied to circles and ellipses in rotation: a quantitative analysis and a theoretical discussion. *Gestalt Theory*, 10, 187-214.
- Zanforlin, M. 1988b The height of a stereokinetic cone: A quantitative determination of a 3-D effect from 2-D moving patterns without a "rigidity assumption". *Psychological Research*, 50, 162-172.
- Zanforlin, M. & Vallortigara, G. 1988 Depth effect from a rotating line of constant length. *Perception & Psychophysics*, 44, 493-499.
- Zanforlin, M. & Vallortigara, G. 1990 The magic wand: a new stereokinetic anomalous surface. *Perception*, 19, 447-457.

注

- 1) 「速度の違いの最小化仮説」と「運動からの構造復元」のステレオカイネティック現象に対する適用については、Zanforlin (1988a, b) および Zanforlin & Vallortigara (1988) に詳しい。
- 2) Fig. 1・2・4・5 中の白い点は円盤全体との比率としては、実際に使用したものよりも大きくなっている。