

アノースコピック知覚における図形変容現象の条件分析 —「パークスのらくだ(Park's Camel)」はなぜ縮んで見えるのか—

藤 井 輝 男

運動図形を狭いスリット（図形の運動方向に対して垂直）を通して観察すると、その図形は現象的に歪んだ図形として知覚されるという現象が、Zöllner (1862) によって報告された。この「ツェルナーの歪像」と呼ばれる現象は、その刺激提示方法の特殊性からアノースコピック知覚 (Anorthoscopic perception) とも呼ばれている。その後、Parks, T.E. (1965) は、図形をアノースコピックに提示することにより図形全体が一度に知覚できるという同時的知覚を報告した。つまり、狭いスリットを通して観察できる図形は、各瞬間においてはその図形のごく一部分でしかないにもかかわらず、図形全体を一度に知覚できしかも見かけの形は運動方向に縮小して知覚されるのはなぜなのか、を問題とした。この Parks が報告した現象は、観察に用いた「らくだ (camel)」の図形 (Fig. 1) にちなんで「パークスのらくだ (Parks' Camel)」現象とも呼ばれている（本稿では、アノースコピック知覚という表現に統一して用いることにする¹⁾）。その説明には、以下のような説がある。

視覚情報保存後検索説 (Post-retinal visual storage) は、到達時間の差によって各部分が “Post-retinally” に貯蔵され、対応する図形の形に時間的再構成され则认为している (Parks ; 1965, 1970)。網膜描画説 (Retinal painting) は、スリットを通して提示される図形の各部分が、残像、神経持続などにより次々と網膜上に塗り広げられると考える (Anstis & Atkinson; 1967, Haber & Nathanson; 1968)。問題解決説 (Problem solving) は、変化する刺激に対して、心的な問題解決過程が機能し、ス

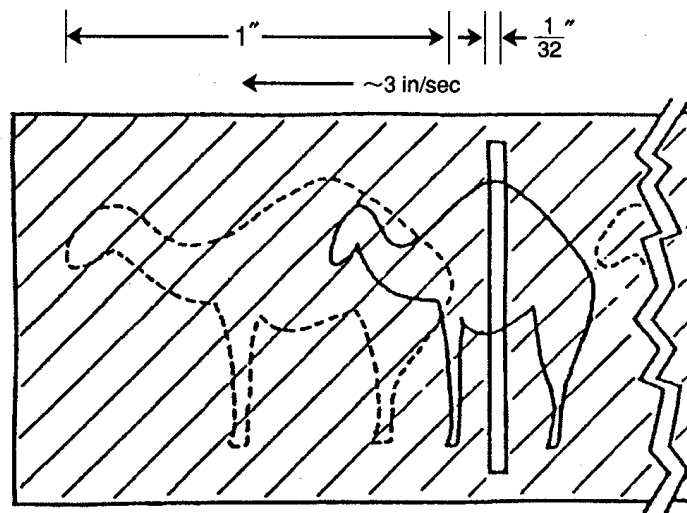


Figure 1 Parks' Camel Phenomenon. A simple outline figure (dashed line) is passed behind a slit in an opaque screen. If it passes in approximately 1/2 sec., it will be seen briefly in the region of the slit, to move slightly, and to be forshortened (solid line). (Parks; 1965)

リットを通してその背後にある拡がった図形が継時的に提示されていることを仮定した上で、知覚システムが図形の各部分の位置に関する情報を統合しているためと考える (Rock & Halper; 1969, Rock & Sigman; 1973, Rock; 1981)。

図形の現象的変容に関して、網膜描画説は眼球運動の関与を必要条件としており、問題解決説は図形の運動速度を過小視することによって運動図形の縮小現象が生じるとしている。従来の研究は質的な測定が主であり量的な測定が見られず、図形の運動速度、スリット幅等の各条件との関連から、アノースコピック知覚における図形の現象的変容についての検討があまりなされていない。スリット幅、図形の運動速度、図形形態等の条件を組織的に変化させ量的測定を行っているのは、田中 (1942)、盛永・中村 (1959)、盛永・野口・大石 (1964)、盛永・大石・野口 (1964) の研究に見られる程度である。しかし、これらの研究はアノースコピック知覚の文脈において同列には論じられない。たとえば、アノースコピック知

覚の実験事態におけるような細いスリットは用いておらず、図形の直径の半分以上の枠組みしか用いていない。また、刺激提示が垂直方向への運動であった等の違いがあげられる。

そこで本研究では、スリット幅、図形の運動速度、図形の形の各条件を組織的に変化させてその効果を量的に測定し、アノースコピック知覚における運動図形の現象的変容に関して条件分析を試み、あわせて網膜描画説と問題解決説の検討を試みる。実験Ⅰでは各条件における図形の現象的変容量を、実験Ⅱではスリットを通して観察する図形の主観的速さを測定し、その結果から運動図形の現象的変容と各条件との関係、図形変容と主観的速さとの関係や図形変容を規定する要因の検討を行う。

実験Ⅰ

目的

アノースコピック知覚における運動図形の現象的変容に関して、観察条件、スリット幅、図形の運動速度、図形形態などの各条件の効果を調整法により測定し、その規定要因に関して検討する。

方法

装置 刺激図形は、運動図形、調整図形ともそれぞれシンクロスコープ(IWATSU.ss-5116)画面上に提示された。運動図形提示用シンクロスコープは、被験者用顔面固定器の正面100cmの距離に置かれた。調整図形提示用シンクロスコープは、運動図形提示用シンクロスコープの(被験者から見て)右側に置かれた。調整図形は、被験者の正面から右側に視角で 11.5° ずれた位置に見えることになる。被験者の手元には、調整用つまみがあり、調整図形の水平方向の直径が自由に変えられるようになっている。運動図形提示面の前面には、スリットを持つ不透明スクリーンが置かれた。

刺激 運動図形および調整図形は、全て2台のファンクションジェネレ

ータ (NF FG.143) の正弦波合成により作成し、各々のシンクロスコープ画面上に提示された。運動図形には、3種類の円図形が用いられた。運動図形の垂直方向の直径(高さ)は、全て40mm(視角 2.3°)で一定、水平方向の直径(幅)は、各々32mm(1.8°)、40mm(2.3°)、48mm(2.8°)であった。各図形の水平方向と垂直方向の直径比は、各々0.8、1.0、1.2となる(以後、各図形を便宜上、縦長の楕円、正円、横長の楕円と呼ぶことにする)。

調整図形は、静止円図形が用いられた。垂直方向の直径が40mm(2.3°)で一定、水平方向の直径は可変で、被験者手元の調整用つまみにより1mmから100mmまで連続的に変化させられる。

条件 運動図形の運動速度は、2cm/s(1.15deg/s)、4cm/s(2.3 deg/s)、8cm/s(4.6 deg/s)、16cm/s(9.2 deg/s)の4種類で、運動方向は被験者から見て右方向への一方向のみであった。刺激提示時間は、1条件について1分間提示された。図形出現間隔は図形の運動速度によって異なり、もっとも短い出現間隔は4秒(16cm/sの場合)で、もっとも長い出現間隔は8秒(2cm/sの場合)であった。

スリット幅は、1.25mm(視角 0.07°)、2.5mm(0.14°)、5mm(0.29°)、10mm(0.57°)の4種類であった。スリットの高さは、60mmで一定。観察条件として、スリット部分を凝視する凝視条件と運動図形を追いかけて見る追視条件の2条件を設けた。

繰り返しは4回。したがって、一人の被験者について3(図形形態) \times 4(速度) \times 4(スリット幅) \times 4(繰り返し) \times 2(観察条件)=384試行を行った。

手続き 実験は、被験者調整法で行われた。被験者は、スリットを通して運動図形を観察し、その運動図形の水平方向の直径と調整図形の直径が主観的に等しく見えるように、手元のつまみで調整する。凝視条件においては、スリットの中央部のエッジを凝視し、追視条件においては、運動図

形を追視するように教示が与えられた。

刺激提示は、1スリット条件につき、4種類の運動速度条件と3種類の図形形態条件の組み合わせ12種類をランダムに提示し、繰り返し4回行った後に次のスリット条件を行った。スリット条件の順序は、被験者間でカウンターバランスされた。

被験者 視力0.8以上（含矯正）の正常視力を有する大学生および大学院生4名。

結果と考察

各条件における測定値（主観的等価値：PSE）の平均値（ $n=4$ ）をTable 1に示した。さらに、刺激図形の直径（32mm、40mm、48mmの3種）との差（変容量）を求め、その変容量と刺激図形の直径との比率（変容量／刺激図形の直径）を算出し変容率とした（Table 2）。

Table 1 Apparent horizontal diameter (PSE) in each conditon. ($n=4$)

Width of slit (mm)	Velocity (cm/s)	Free			Fix		
		32mm	40mm	48mm	32mm	40mm	48mm
1.25	2	43.3	47.0	48.9	42.2	44.3	47.5
	4	40.1	41.9	43.4	36.3	40.5	40.8
	8	32.6	34.9	36.2	28.9	31.3	33.5
	16	26.3	28.9	29.3	22.7	25.5	24.5
2.50	2	38.2	45.1	49.2	41.0	45.0	48.8
	4	37.6	43.5	45.2	37.9	41.9	44.5
	8	35.3	37.9	39.8	34.2	35.8	37.8
	16	30.7	33.3	35.6	27.2	29.4	30.4
5.00	2	34.0	44.2	48.9	32.9	41.6	45.3
	4	34.7	42.4	46.5	31.9	37.1	44.3
	8	32.5	37.1	41.4	30.0	34.3	37.6
	16	31.4	34.9	37.6	28.7	31.0	32.6
10.00	2	30.4	38.8	46.0	29.8	36.8	44.6
	4	30.6	38.3	45.2	29.4	34.8	43.4
	8	29.9	37.8	41.8	29.0	33.9	38.4
	16	23.1	32.4	37.2	28.3	31.0	35.4

(mm)

Table 2 Percentage of distortion. (n=4)

Width of slit (mm)	Velocity (cm/s)	Free			Fix		
		32mm	40mm	48mm	32mm	40mm	48mm
1.25	2	35.3	17.5	1.9	31.9	10.6	-1.0
	4	25.3	4.8	-9.6	13.4	1.1	-15.0
	8	1.9	-12.9	-24.6	-9.6	-21.9	-30.2
	16	-17.8	-27.8	-39.0	-29.1	-36.3	-49.0
2.50	2	19.4	12.8	2.4	28.1	12.4	1.7
	4	17.5	8.8	-5.8	18.4	4.8	-7.3
	8	10.3	-5.3	-17.1	6.7	-10.5	-21.3
	16	-4.1	-16.8	-25.8	-14.9	-26.5	-36.7
5.00	2	6.3	10.5	1.9	2.8	4.0	-5.6
	4	8.6	6.0	-3.1	-0.3	-7.2	-7.7
	8	1.6	-7.3	-13.9	-6.3	-14.3	-21.7
	16	-1.9	-12.8	-21.7	-10.5	-22.6	-32.1
10.00	2	-5.0	-3.0	-4.2	-6.9	-8.0	-7.1
	4	-4.4	-4.3	-5.8	-8.1	-13.0	-9.6
	8	-6.6	-5.5	-12.9	-9.4	-15.3	-20.0
	16	-12.2	-19.0	-22.5	-11.6	-22.6	-26.3

(%)

Table 1 からわかるように、凝視、追視の両条件において、その結果は同じような値を示した。5 要因（観察条件×スリット幅×速度×図形形態×被験者）の分散分析の結果、速度の主効果 ($F_{(3 \cdot 9)} = 13.433$, $P < .01$)、図形形態の主効果 ($F_{(2 \cdot 6)} = 47.292$, $P < .01$)、スリット幅と図形形態の交互作用 ($F_{(6 \cdot 18)} = 9.633$, $P < .01$)、スリット幅・速度・図形形態の二次の交互作用 ($F_{(18 \cdot 54)} = 4.915$, $P < .01$) に 1 % 水準の有意差が認められた。他に有意差は認められなかった。

1. 観察条件（追視、凝視）

Anstis, et. al (1967) は、網膜描画説の立場から眼球運動の関与を主張している。それに対して Parks (1970) は、眼球運動の効果の有無を検討するために特殊な実験事態での観察を行い、眼球運動の関与は必要ないことを示し眼球運動説への反証を行った。

本研究では、凝視、追視の観察条件間に有意差はみられなかった。これはアノーススコピック知覚における「運動図形の現象的変容」に関して、眼球運動の関与はないと考えることができる。アノーススコピック知覚における刺激提示方法は、通常の知覚実験とは異なり、刺激そのものを細いスリットを通してのみ観察できるという特殊な状況である。この細いスリットを通して観察すること自体が、操作的に凝視を強制している事態とも考えられる。通常の運動対象を観察する時の、凝視、追視条件とは異なった観察条件であるといえる。本実験の結果から、非常に狭いスリットを用いる実験事態では、凝視、追視条件は図形変容に関して効果を持たないといえる。一方、スリット幅が広くなると、凝視、追視条件の違いが効果を持つようになると考えられる。

2. スリット幅

Fig. 2 は、図形の変容率 (Table 2) を図形形態別にプロットしたものである。横軸に運動速度、縦軸に変容率、パラメーターにスリット幅がとってある (凝視、追試条件に差がみられなかったので、凝視条件のグラフのみを載せた)。

スリット幅が狭い場合、速度の影響を受けやすく、速度が遅い場合は過大視傾向、速くなると過小視傾向を示している。スリット幅が広くなるに従い速度の影響はあまり見られなくなり変容率の変化は少ない。

分散分析では、スリット幅の主効果に有意差はみられなかった ($F(3 \cdot 9) = 0.321$, $P > .05$) が、スリット幅と図形形態の交互作用に1%水準で有意差がみられた ($F(6 \cdot 18) = 7.482$, $P < .01$)。これは、スリット幅が狭い場合には図形形態によって変容率に大きな差がみられ速度による差も大きい、スリット幅が広くなるにしたがって、ほぼ同じ変容率になり速度条件による影響も少なくなっており、図形形態の違いが知覚されているということを示している。

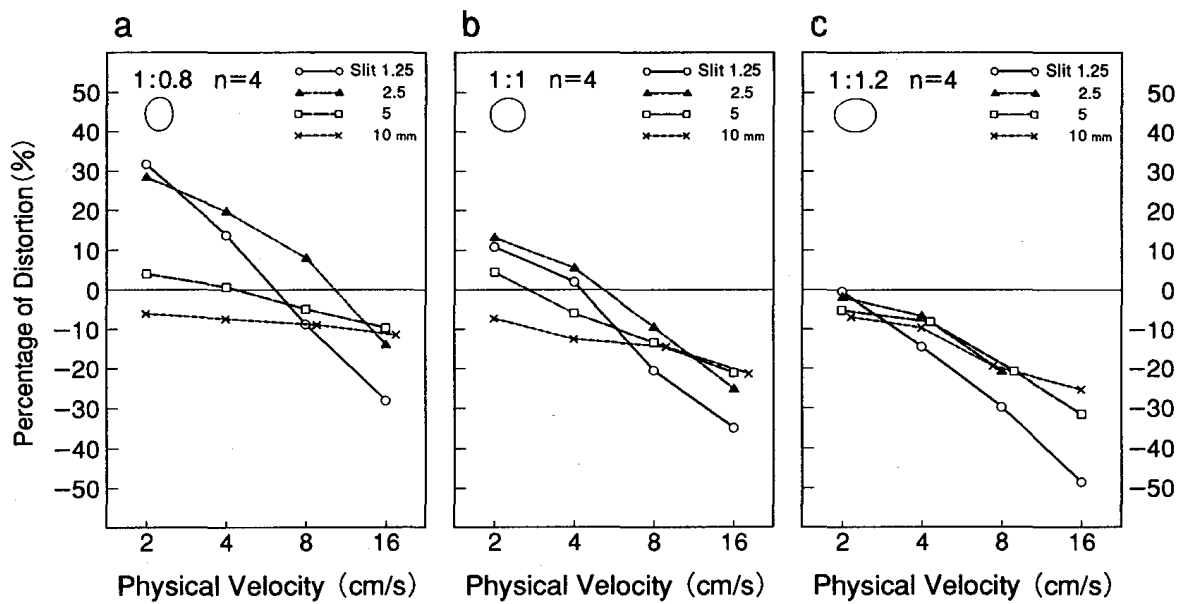


Figure 2 Percentage of distortion as a function of velocity.

3. 図形運動速度

すべての条件で、図形の運動速度が増大すると、図形は運動方向に縮小して知覚される傾向が強くなり、逆に速度が減少すると、縮小傾向は弱くなり図形形態条件によっては過大視傾向を示している。これは、従来の研究結果と同じ結果である。

スリット幅と運動速度の関係は、最も細いスリットの場合、速度が遅いと過大視を、速度が速くなると過小視をもたらしている。スリット幅が広くなるにつれて、速度の違いによる変化は少なくなっている。

4. 図形形態

縦長の楕円条件 (Fig. 2-a) は、過大視傾向があり、スリット幅が狭いほど、また速度が遅いほどそれは著しい。刺激図形が正円の場合 (Fig. 2-b)、スリット幅の効果はあまりみられず、各スリットにおいてほぼ同程度の変容率である。横長の楕円条件 (Fig. 2-c) は、過大視はみられず、すべての条件で過小視であった。図形形態に関しては、全体として正円への中心化傾向があると考えられる。

5. 図形変容（過大視と過小視）

各図形形態条件において、スリット幅が10mmと広い条件では、図形速度の効果はほとんどみられず、同程度の変容率の変化を示している。これは、スリット幅が10mmであれば曲率等が知覚され図形形態がほぼ正しく知覚されていることを示している。

このことは、図形形態に関する情報量に起因すると考えられる。スリット幅が非常に狭い場合、スリットを通して知覚されるものは、2点（a、b）の上下運動のみである（Fig. 3-A）。したがって、この状態では、図形の形態は把握しにくい。そのために、速度情報の手がかりに依存する傾向が強くなり、速度による影響を強く受けることになる。一方、スリット幅が広くなってくると、スリットを通して知覚されるものは点ではなくなり、曲率を持った線分になり、その図形の持つ特性をその線分から知覚できるようになる（Fig. 3-B）ために、図形速度の影響をそれほど受けなくなると考えられる。

スリット幅が狭い条件（1.25 mm）において、図形形態が把握しにくいとすると、何を手がかりに図形形態を判断しているのだろうか。速度条件

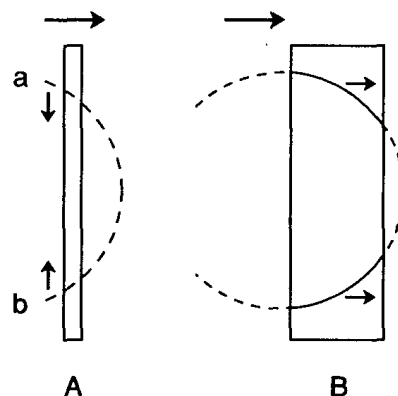


Figure 3 A: When a circle figure is passed behind a narrow slit, point a and b will be seen to move up and down.
B: Lines with curvature will be seen through a wide slit.

が同じでも、変容量や変容率が異なることから、速度そのものを手がかりにしているのではない。おそらく、運動図形がスリットを通過し終わるまでの時間 (Travers time: 通過時間) を手がかりにしているのではないかと考えられる。

幅1.25 mmのスリットを速度2 cm/sで通過し終わるのに、縦長の楕円図形の場合1662.5 ms (ミリ秒) を要し、正円図形では2062.5 ms、横長の楕円図形では2462.5 msを要する。この通過時間の違いが変容量の違いをもたらしていると考えられる。Fig. 4 (a)～(d) は、各図形のスリット通過時間で変容量をプロットしたものである。スリット幅が1.25 mmの場合 (Fig. 4 (a))、図形形態には関係なく図形変容は図形のスリット通過時間によってほぼ一義的に変化するということがわかる。スリット幅が広がっていくと、図形の曲率に関する情報が得られるために、スリット通過時間との関係はスリット幅1.25 mmの場合とは異なり、図形形態の違いが変容量の違いとして現れてくると考えられる。

つまり、スリット幅が、図形の曲率を検出でき得る幅か否かが大きな要因となってくる。図形の曲率を検出できない狭いスリット幅だと、図形変容は、図形がスリットを通過する時間、つまり、スリット幅と図形の長さ、図形速度との関係で一義的に決まってくるといえる。

実験Ⅱ

目的

実験Ⅰでは、スリット幅が狭い場合には図形変容は図形のスリット通過時間によって規定されることがわかった。実験Ⅱでは、運動図形の速度知覚が条件によってどのように変化するかについて検討する。観察条件、スリット幅、図形の運動速度、図形形態の各条件を組織的に変化させ、運動図形のみかけの速度 (主観的速度) を量的に測定し、各条件の効果を検討する。

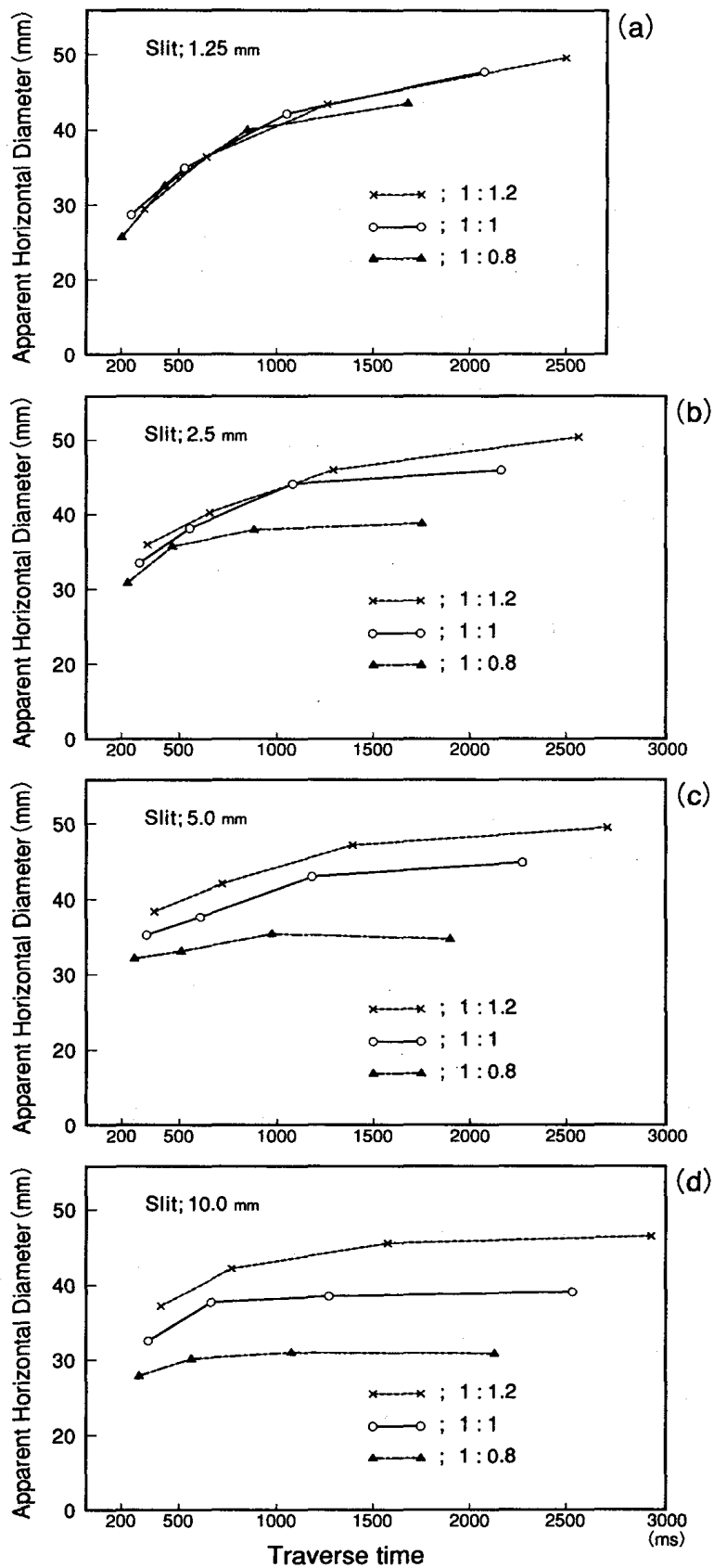


Figure 4 Apparent horizontal diameter as a function of travers time.

方法

装置 実験 I で用いた装置と同じものを用いた。

刺激 運動図形は、実験 I と同じ図形（3 種類）を用いた。調整用刺激は、高さ 40 mm（視角 2.3° ）の垂直線分で、運動図形と同方向（被験者から見て左から右）へ運動する。調整図形の運動速度は、被験者の手元のつまみにより速度 0.6 cm/s から 80 cm/s まで連続的に変化可能である。

条件 実験条件は実験 I と同じであった。

手続き 被験者は、スリットを通して観察する運動図形の速度と調整図形の速度が主観的に等しくなるように手元のつまみによって調整図形の速度を調整する。他の手続きは実験 I と同じであった。

被験者 実験 I と同じ、視力 0.8 以上（含矯正）の正常視力を有する大学生および大学院生 4 名。

結果と考察

各条件における知覚された図形速度（cm/s）の平均値（ $n=4$ ）を Table 3 に示す。

分散分析（観察条件 \times スリット幅 \times 図形運動速度 \times 図形形態 \times 被験者の 5 要因）の結果以下のような条件に有意差がみられた。

図形運動速度条件の主効果（5 % 水準、 $F(3 \cdot 9) = 6.42$ 、 $P < .05$ ）、図形形態条件の主効果（5 % 水準： $F(2 \cdot 6) = 5.14$ 、 $P < .05$ ）、スリット幅と図形形態の交互作用（5 % 水準： $F(6 \cdot 18) = 3.669$ 、 $P < .05$ ）、図形運動速度と図形形態の交互作用（1 % 水準： $F(6 \cdot 18) = 6.535$ 、 $P < .01$ ）に有意差がみられ、他の条件においては有意差はみられなかった。

Fig. 5 は、凝視条件の結果を、各スリット幅条件ごとにプロットしたものの（両対数グラフ）である。図中の斜めの実線（ $v=v'$ ）は、図形の物理的速度と主観的速度の対応点を示している。

Table 3 Perceived Velocity (PSE) in each conditon. (n=4)

Width of slit (mm)	Velocity (cm/s)	Free			Fix		
		32mm	40mm	48mm	32mm	40mm	48mm
1.25	2	4.83	4.09	3.51	5.47	4.84	4.45
	4	11.66	6.56	5.63	8.69	6.21	6.29
	8	20.00	13.78	11.86	20.69	18.30	14.41
	16	36.85	33.36	31.30	41.99	38.15	34.40
2.50	2	4.00	3.82	3.22	4.87	4.29	4.18
	4	7.68	6.54	6.13	8.59	7.18	6.40
	8	15.89	14.12	11.92	16.48	15.70	13.02
	16	36.40	30.78	29.53	37.17	32.84	29.60
5.00	2	3.32	3.13	3.26	3.80	3.05	3.04
	4	5.90	5.80	5.09	5.91	5.31	5.21
	8	13.80	14.03	12.60	13.71	11.61	13.41
	16	33.03	29.97	26.53	34.83	30.09	30.11
10.00	2	2.86	2.98	2.73	3.06	3.04	2.96
	4	4.76	4.58	4.46	5.23	4.80	4.87
	8	7.44	8.06	7.57	8.59	9.53	9.64
	16	19.26	17.96	17.89	23.71	21.33	21.84

(cm/s)

1. 観察条件（追視、凝視）

実験Ⅰと同様に、追視、凝視の条件間に有意差は認められなかった。通常、追視条件の場合には、凝視条件の場合より1.4～1.7倍ほど速く感じられる（Aubert-Fleischl Paradox）と言われているが、それとは矛盾する結果である。これは、実験Ⅰにおいて考察したように、スリット幅に関係があると思われる。本研究では、通常の運動速度知覚の実験事態とは異なり、非常に狭いスリットを用いている。運動刺激に関する情報はすべてこの狭いスリットからしか得ることができない。このような狭いスリットを通して観察すること自体が、操作的に凝視を強制している事態だと考えられる。眼球運動の有無にかかわらずスリットを通して観察することが、凝視と同じ効果を生じさせていると考えられる。

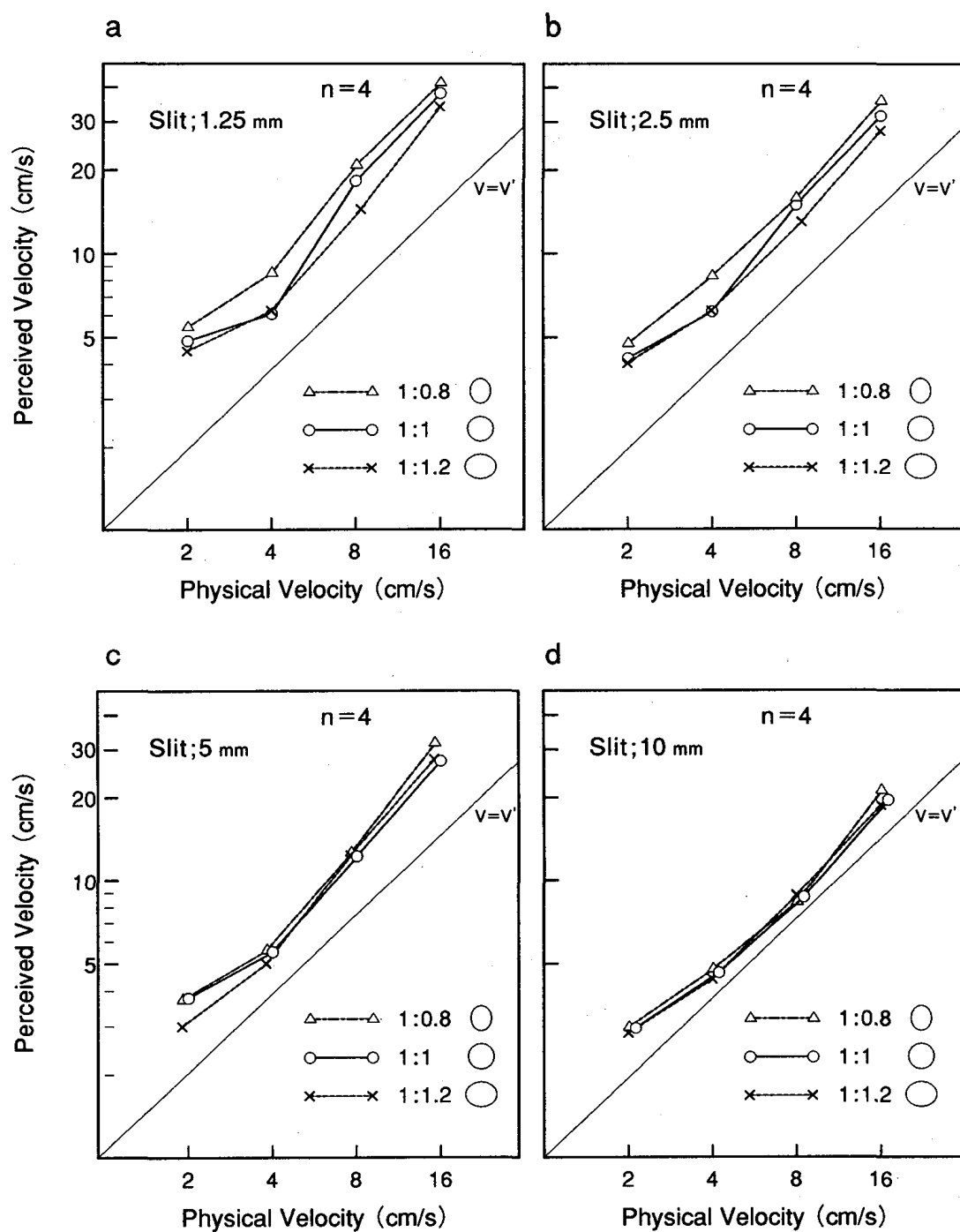


Figure 5 Perceived velocity as a function of physical velocity.

2. スリット幅

スリット幅の主効果に有意差はみられなかった。スリット幅10mm条件 (Fig.5-d) を除いて、他の3条件では一貫して速度の過大評価がなされている。スリット幅10mm条件の場合のみ、過大評価の割合が減少し主観的

速度が物理的速度に近づいている。スリット幅がさらに広くなれば、主観的速度と物理的速度はほぼ一致すると思われる。

3. 図形運動速度

刺激図形の運動速度が増大すると、主観的速度も増大している。また、刺激図形の運動速度は過大評価されており、各スリット条件において、その過大評価の割合はほぼ一定である。速度の過小評価はどの条件においてもみられなかった。

4. 図形形態と速度知覚

スリット幅10mm 条件は、他の条件よりも主観的速度が物理的速度に近い値をとっている (Fig.5)。これは、スリット幅が広くなると図形形態がより知覚されやすくなり、図形に関する情報が入手しやすくなるために速度に関する情報も入手しやすくなるためであると考えられる。速度判断において、スリット幅と図形形態の交互作用に5%水準の有意差 ($F(6, 18) = 3.669, P < .05$) がみられている。

スリット幅と図形形態との関係から、速度判断について考えると、スリット幅が狭くなってゆくと図形形態の効果はなくなり、むしろ図形のスリット通過時間によって影響されるといえる。Fig. 6 (a)～(d) は、速度判断値を、運動図形のスリット通過時間でプロットしたものである。

速度判断が、運動図形のスリット通過時間に影響されるのは当然と考えられるが、スリット幅10mmの場合 (Fig.6 (d))、スリット通過時間が異なってもベリディカル²⁾ (veridical) な知覚に近く、スリット通過時間の影響をあまり受けないといえる。スリット通過時間が2900msの横長の楕円図形でも、2500msの正円図形でも、2100msの縦長の楕円図形でも、その判断値は各々2.73cm/s、2.98cm/s、2.86cm/sとほぼ同じ値をとっており、図形の物理的速度 (2cm/s) に近い判断がなされている。

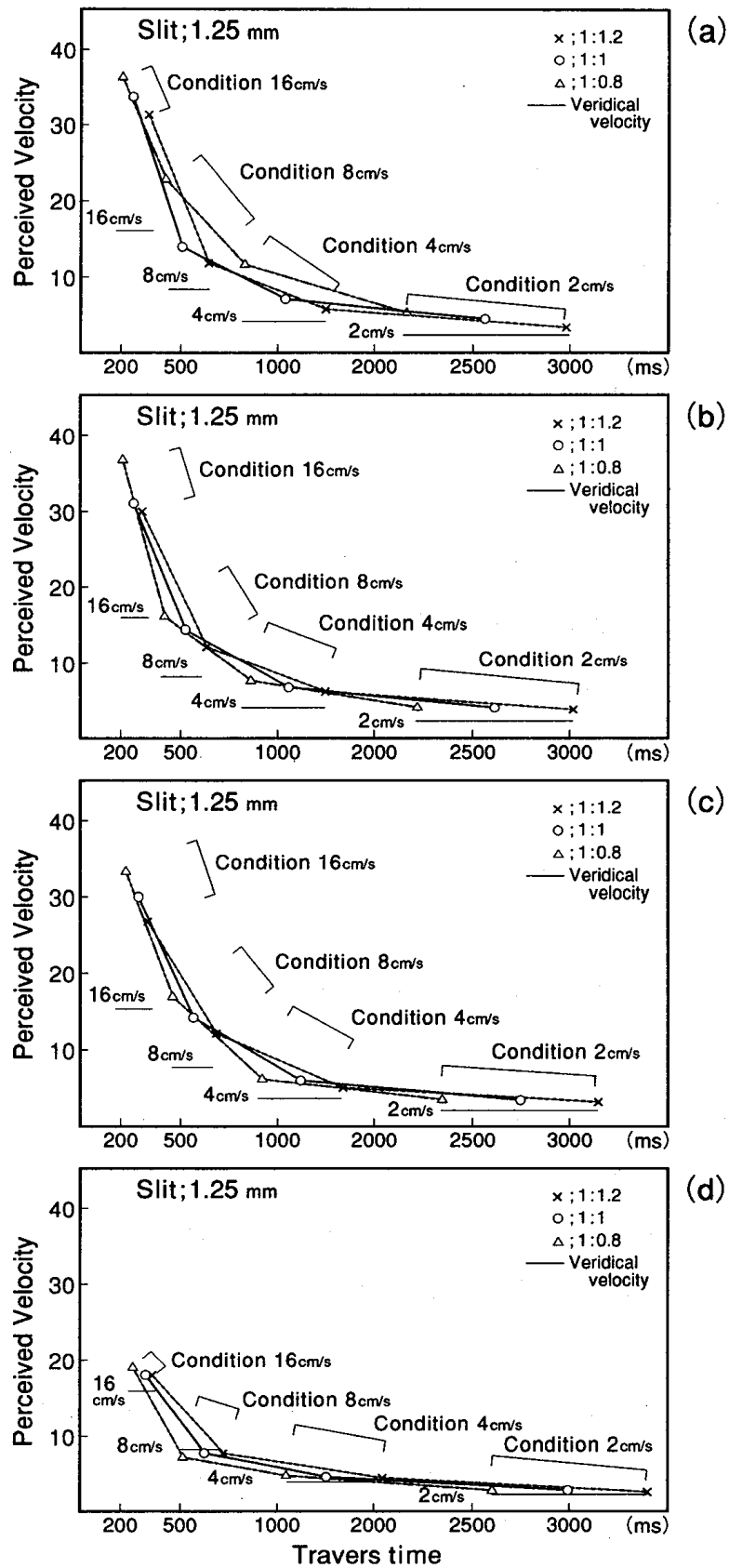


Figure 6 Perceived velocity as a function of travers time.

スリット幅が 1.25 mm の場合 (Fig. 6 (a)) は、そのようなベリディカルな知覚はみられず、速度判断はスリット通過時間に強く規定されている。

全体的考察

Anstis & Atkinson (1967) は、アノースコピック知覚においてみられる図形変容は、眼球運動が刺激の運動と完全に同期していないために生じると考えた。一方、Parks (1970) は、眼球運動の関与を否定する観察を報告している。本研究の実験 I では、図形変容に関して追視、凝視条件間に有意差はみられなかった。これは、細いスリットを使用するという実験事態によって追視も凝視も同程度の効果しか持たないということが考えられる。しかも、実験 II の運動速度判断においても、追視、凝視条件間に有意差がみられなかったことから支持される。本研究の結果からは、Parks (1970) の主張と同じように、図形変容に関して眼球運動要因は関係がないといえる。

Rock & Halper (1969)、Rock & Sigman (1973)、Rock (1981) らは、図形変容に関して、みかけの長さは、そのみかけの速度に全面的に依存すると考えた。したがって、図形の収縮がみられるのは図形の運動速度が過小評価されているからであると説明している。本研究において、スリット幅が狭い場合には、図形変容に関しても (実験 I) みかけの速度に関しても (実験 II)、図形のスリット通過時間に依存しているという結果が得られた。しかも運動図形の速度判断においては、Rock らの言う過小評価はまったくみられず、逆に、過大評価がみられている。したがって、図形変容は図形のみかけの速度に依存しているのではなく、図形のスリット通過時間に依存していると考えられる。ただし、このスリット通過時間と図形変容の関係は、スリット幅が狭い場合だけに限られる。

実験 I では、図形変容量を測定し、実験 II では、同一の条件でみかけの速度を測定した。この二つの測定値の関係をみると、図形変容量とみかけ

の速度との単純相関係数が $r = -0.657$ と高い値を示している (Table 4-1)。しかし、図形変容とみかけの速度は両者とも他の実験条件 (図形形態、スリット幅、運動速度) の影響を受けており、両者の単純相関には他の要因の効果も入り込んでいる。他の要因の効果を排除するために、他の条件を固定した偏相関をとってみると、図形変容 (F') とみかけの速度 (V') の偏相関係数は、 $r(F'V' \cdot SFV) = -0.0641$ という非常に低い値を示した (Table 4-2)。この点からも、図形変容がみかけの速度に依存しているとは考えられない。

Table 4-1 Correlation coefficient for the data of experiment conditions, apparent horizontal diameter and perceived velocity.

	Form	Slit	Velocity	F'
F'	-0.126	0.573	-0.666	-
V'	-0.249	-0.109	0.929	-0.657

F' : Apparent horizontal diameter

V' : Perceived velocity

Table 4-2 Partial correlation coefficient for the data of experiment conditions, apparent horizontal diameter and perceived velocity.

	Form	Slit	Velocity	F'
F'	0.9941	-0.2328	-0.302	-
V'	0.9791	-0.6985	0.8839	-0.0641

F' : Apparent horizontal diameter

V' : Perceived velocity

図形形態、スリット幅、図形の運動速度などの条件が、互いに作用しながら図形変容に効果を持つことは実験結果から明らかである。では、なぜ図形変容 (縮小して見える) が生じるのだろうか。

Wallach (1935) によれば、運動方向知覚に関する明確な情報が無い場合、スリットを通してみられる線分の運動方向知覚は、多義的であり、そこで用いられるスリットの形によって影響され、スリットの長辺に平行な

運動が優位に知覚される傾向がある。また、藤井（1982）は、スリットの辺の縦横比を組織的に変化させ、スリットに対して斜めの直線の運動方向はスリットの長辺方向に知覚される傾向が強く、長辺が短辺に対して長くなればなるほど、長辺方向への運動が知覚される割合が高くなることを示した。

このことは、本研究における図形とスリットの関係にもあてはめることができる。Fig.7にあるように、図形がスリットに出現した状態（a）では、曲線は実際の運動方向と同じ方向に知覚される。次に、図形の先端がスリットを通過した状態（b）になると、曲線は Wallach 効果に従い、外向きの運動が知覚される。図の中心部分が通過すると（c）、逆に内側への運動が知覚され、図形の後端が出現すると（d）、今までの上下運動は消失し、実際の運動方向と同じになる。この際、図形の数値情報は主として（a）、（d）の状態で作られ、（b）、（c）の状態においては、図形の高さ情報（スリット幅が広ければ曲率情報も含まれる）のみが得られるだけである。（b）、（c）の情報が、適確に処理されずに図形の間部分の長さが過小評価されていると考えると、図形の縮小現象が説明できる。また、スリット幅が広がると、（a）～（d）のすべてが曲線の曲率を判断できる情報を含んでいるために、図形判断がより原図形に近いものとなってゆくと考えられる。

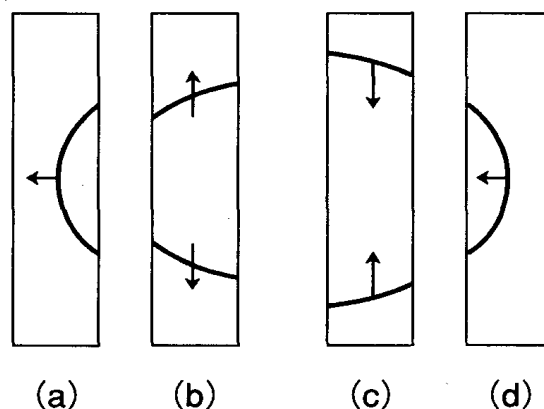


Figure 7 Each phase of the stimulus figure moving behind a slit.

Fig. 8-Aのように配置された2つの円図形を横に動かしてスリットを通して観察すると、2つの円図形は離れているにもかかわらずほぼ近接した楕円図形として知覚される (Fig. 8-B)。これは、刺激の中間情報は、有効な情報でなければ処理されないことを示している。つまり、アノースコピック知覚においては、刺激の中間情報の処理が適確になされていないために図形変容が生じると考えられる。さらに、アノースコピック知覚の成立（スリットを通して図形が一度に知覚される）に関しては、刺激の中間情報よりも、出現時の情報と消失時の情報が重要な役割を果たしているといえよう。

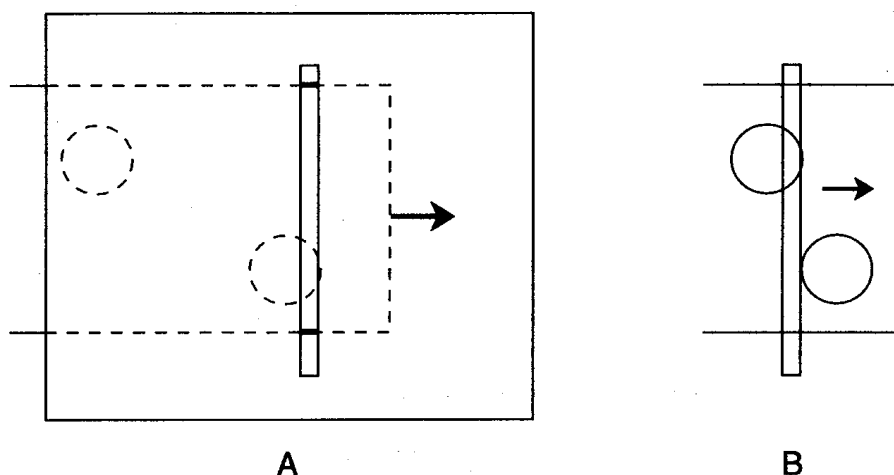


Figure 8 When two circle figures are passed behind a narrow slit (A), they will be seen simultaneously and close to each other (B).

要約

本研究では、運動図形の現象的変容に関して、観察条件（追視、凝視）、図形形態（縦長の楕円、正円、横長の楕円）、スリット幅（1.25 mm、2.5 mm、5.0 mm、10.0 mm）、図形の運動速度（2 cm/s、4 cm/s、8 cm/s、16 cm/s）の各条件を組織的に変化させ、実験Ⅰでは図形変容量の測定、実験Ⅱでは運動図形の主観的速度を測定した。

主たる実験結果と考察は、以下の通りである。

- (1) 図形変容においても、速度判断においても、追視、凝視の条件差はみられなかった。
- (2) スリット幅が狭い場合、図形変容は図形のスリット通過時間に影響される。
- (3) スリット幅が広くなると、図形形態、図形の運動速度、スリット幅の各条件が互いに作用し合い図形変容に効果を及ぼす。
- (4) 図形変容量とみかけの運動速度には、直接的な関係はみられない(偏相関係数 $r(F'V' \cdot SFV) = -0.064$)。
- (5) 図形変容に関して、図形の運動速度が速いと過小視がみられ、速度が遅いと過大視がみられた。速度判断に関しては、過小評価はみられず過大評価のみであった。

注

- 1) Parks の場合は、最適速度で移動する図形をスリットを通して観察することで全体像が知覚されるということが一番の関心事であり、知覚された図形が歪んで見えることは二次的な効果でしかなかった。その意味で、「ツェルナーの歪像」と「パークスのらくだ現象」は、同一に扱うべきではない。アノースコピック知覚という表現は、操作的表現であり両者の意味を含む中立的な表現であろう。
- 2) veridical perception: 「適合的知覚」実在の対象からもたらされる様々な刺激特性から、現実と一致した知覚をすること。

引用文献

- Anstis, S. M. & Atkinson, J. 1967 Distortion in moving figures viewed through a stationary slit. *The American Journal of Psychology*, 80, 572-585.
- Haber, R. L., & Nathanson, L. S. 1968 Post-retinal storage? Some further observations on Parks' camel as seen through the eye of a needle. *Perception and Psychophysics*, 3, 349-355.
- 藤井輝男 1982 運動方向の知覚 —Wallach 効果の検討— 千葉大学教養部研究報告B-15 p.73-78
- 盛永四郎・中村章人 1959 運動図形の現象的変容について—Zöllner 事象の現象的長さについての実験的研究— 千葉大学文理学部紀要、3、27-33.

- 盛永四郎・野口薫・大石明子 1964 運動と形態知覚（Ⅰ）－運動図形の現象的縮小－ 千葉大学文理学部紀要、4、19-23.
- 盛永四郎・大石明子・野口薫 1964 運動と形態知覚（Ⅱ）－運動図形の現象的縮小と図形構造－ 千葉大学文理学部紀要、4、25-27.
- Parks, T. E., 1965 Post-retinal visual storage. *American Journal of Psychology*, 78, 145-147
- Parks, T. E., 1970 A control for ocular tracking in the demonstration of post-retinal visual storage. *American Journal of Psychology*, 83, 442-444
- Rock, I., & Halper, F., 1969 Form perception without a retinal image. *American Journal of Psychology*, 82, 425-440.
- Rock, I., & Sigman, E., 1973 Intelligence factors in the perception of form through a moving slit. *Perception*, 2, 357-369.
- Rock, I., 1981 Anorthoscopic perception. *Scientific American*, 244 (3), 103-111.
[大山正（訳）1981 スリットを横切る図形の知覚 サイエンス 5月号 106-117.]
- 田中良久 1942 運動する図形の知覚1 心理学研究、17, 333-352
- Wallach, H. 1935 Über visuell wahrgenommene Bewegungsrichtung. *Psychologisch Forschung*, 20, 4 Heft, 325-380
- Zöllner, F. 1862 Über eine neue Art anorthoscopischer Zerrbilder. *Annalen der Physik*, 117, 477-184.