速度変化の知覚におけるグローバルマッチングと ローカルマッチング¹

信州大学 田 山 忠 行²

Global matching and local matching in perceiving velocity changes

Tadayuki Tayama (*Department of Educational Psychology, Faculty of Education,
Shinshu University, Nishinagano, Nagano 380*)

Two experiments were conducted to examine the processes of perceiving velocity changes of visual stimuli which were gradually accelerated. In Exp. I, using a rotating pattern of luminous spots as moving stimuli, the time required of the subject to perceive a velocity change was measured in slow, medium and fast positively accelerating conditions. Irrespective of the accelerating rates, subjects tended to respond at the time the velocity difference attained to a constant value. In Exp. II, with the same moving pattern but presented only for a predetermined duration, subjects were asked to judge if there was a velocity change or not. The results showed that the slower was the acceleration, the larger were the velocity differences required of the subject to notice the velocity change. Based upon these results, the velocity change perception was discussed in terms of global and local matching processes.

Key words: velocity change perception, luminous spot pattern, global matching, local matching, acceleration, velocity differences.

別々に呈示される2つの運動刺激に対する運動速度の識別については、これまでに数多くの研究がなされているが (Brown, 1931; Graham, 1951; Brown, 1961; Kolers, 1972; 相場, 1982), 1つの刺激対象の運動が漸次に加速または減速していく場合の速度の識別や速度変化の知覚については十分な検討がなされていない。

速度変化の知覚に関する過去の研究としては、まず、加速する視標の追跡 (tracking) 能力についての Gottsdanker (1952, 1956) の研究があげられる。彼は、被験者に加速視標を一定時間追跡させ、その後消失した視標の位置を予測的に追跡させる実験を行った。それによると、加速視標追跡後の被験者の追跡過程は、視標消失直前の速度よりも遅い。Gottsdanker, Frick, & Lockard (1961) は、加速運動と等速運動の識別判断の実験において、判断の正答率から速度変化の知覚閾を測定したが、その結果として、閾値が速度変化率というよりも、運動刺激の初速と終速のウェーバー比と対応すること、減速運動の方が加速運動よりも検知しやすいことを見出した。Schmerler (1976) は、Gottsdanker らの実験

を発展し、スクリーン上に黒玉の水平運動を呈示して、カテゴリー反応課題やグラフ描写による再生課題によって速度変化の知覚的過程を分析した。その結果、(1) 初速に対する終速の比率が小さくなるほど (大きくなるほど) 加速 (減速) と判断する頻度が小さくなる、(2) 減速の知覚は加速の知覚より容易である、(3) 変化刺激が等速運動してから加速した方が、すぐ加速するよりも加速の知覚が促進される、等を明らかにした。

速度変化の研究における重要な問題は、速度の漸次的変化を知覚する過程が一体どのようなものか、あるいはその過程がどのような様相 (mode) の下で把握されるのか、という点にある。換言すれば、たとえば Gottsdanker et al. (1961) は、前述したウェーバー比との対応から、加速は直接的に感覚されるというよりはむしろ初速と終速の比較によって検知されると述べた。また Schmerler (1976) は、運動の漸次的変化は単一事象の均質性の崩壊 (disruption of homogeneity) に基づいて知覚されるもので、Gottsdanker らの初速と終速の比較という二事象速度比較モデルで説明されるものではないと述べた。しかし、これらの見解の根拠となるいずれの実験においても、漸次に変化する刺激としてわずか数秒間 (0.9-3.6 秒) の内にその速度が2倍から5倍に達するものを用いていることは注意すべき点である。そのような速度の変化は、我々の日常の経験からすると、かなり急激な変化であるともいえる。では、それらより

¹ 本研究の実験は、北海道大学文学部においてなされた。

² 本研究の遂行にあたり、信州大学教育学部松田隆夫教授、守一雄講師、北海道大学文学部相場覚教授に懇切な御指導・御援助をいただきました。ここに記して謝意を表します。

更に緩慢な速度の変化は一体どのような過程のもとで知覚(あるいは認知)されるのであろうか。また、それはどのような立場から明らかにされるべきものであろうか。

伝統的知見からは、緩慢な事象の変化の認識は、先行する記憶情報と現前の知覚情報の比較照合による差に基づく、という説明モデル(これをイメージ照合モデルと呼ぶ)が考えられる。しかるに近年、Show & Pittenger (1978) は、その哲学的考察の中で、緩慢な事象の知覚も急速な事象の知覚も共通の様相のもとで知覚されるとし、極端にゆっくりした変化でさえ直接的に経験されるものであり、その経験は記憶や推論による認知的諸過程の産物ではないと主張した。Show & Pittenger によれば、イメージ照合モデルは、変化パターンの完全な特徴を貯蔵するという非現実的な仮定を要求し、また Höfding step (Neisser 大羽訳, 1967) とパターン認識問題の先行基準をめぐって矛盾が生ずるため、論理的に扱いづらい説明である。しかし、この批判は本研究で扱う速度変化知覚の問題にそのまま適合するものではない。なぜなら、被験者が検知すべき刺激表象(速度)をあらかじめ熟知している実験事態では、すべての刺激表象の貯蔵は要求されないから、前者の批判は適合しない。また、後者は、パターン認識の研究全体に関わる重要問題で、本研究で扱う実験的研究の水準を越えた議論である。筆者は、速度変化の知覚の実験的検討にとっては、やはりイメージ照合モデルの方が、論理的で整合な理解をもたらす可能性があると考ええる。加えて、速度変化がより長期的である場合には、その知覚的過程に対して、前述した実験的研究のような精神物理学のアプローチをとるよりも、速度イメージの照合という認知的アプローチをとることによって、その内部過程の理解に明確さが期待され、今後の議論への発展性にも富むと思われる。そこで、ここでは、イメージ照合の立場から、もっと緩慢な漸次的速度変化の知覚を取り上げ、その処理過程について試論する。

速度変化の知覚が速度イメージの比較照合に基づくとした場合、ここに2つのイメージ照合過程を想定することができる。いま、漸次に加速していく運動刺激があったとして、それを見る観察者の初速のイメージ(First Velocity Image, 以下、FVI と略記)が、現前に知覚される最終的速度の表象(ここでは Terminal Velocity Image と呼ぶ、以下、TVI と略記)と照合される過程をグローバルマッチング(Global Matching)と呼び、他方、現前に知覚される直前の速度イメージ(Immediate Velocity Image, 以下、IVI と略記)が TVI と照合される過程をローカルマッチング(Local Matching)と呼ぶことにする。そして、速度変化の知覚がローカルマッチングに基づいているのであれば、単位時間あたりの TVI と IVI のずれが大きいものほど変化が知覚されやす

いと想定される。このことは、速度変化の勾配が相対的に大きいものほど初速からの速度差が小さい時点で変化が知覚されるという予測を導く。他方、速度変化の知覚がグローバルマッチングに基づいているのであれば、速度変化勾配の大小に関わりなく一定の速度差に到達した時点で変化が知覚されると予測される。本研究は、初速は同じであるが、異なる速度変化勾配を有する運動刺激を用いて、漸次的な速度変化が、どちらのマッチングに基づいて知覚されるかを検討しようとしたものである。

なお、本研究では、速度変化といっても減速をその対象とはせず、加速的变化のみを取り扱う。Runeson (1974) の研究、及び速度順応に関する諸研究(例えば、Denton, 1977; Keck & Pentz, 1977) などから明らかのように、観察者は一定速度の運動に対してさえ速度の減少を知覚する傾向がある。更に、Gottsdanker et al. (1961) や Schmerler (1976) によれば、減速は加速より容易に知覚され、筆者も予備実験でそれを確認した。このように、減速の知覚的過程は加速とは異なる可能性があり、両者を扱うことで実験的知見に不測の複雑化をきたさないためにも、本研究ではこれを除外することにした。

実験では、漸次的に速度が変化する運動として、CRT ディスプレイ上の複数光点の回転加速運動を用いた。回転加速運動は、Gottsdanker et al. (1961) や Schmerler (1976) が用いた水平加速運動と異なり、視野範囲による時間・空間条件の制約がなく、比較的大きな初速をもっている。速度変化勾配の小さな運動を長期間呈示することが可能となる利点がある。

以下に述べる2つの実験は、共に2つのマッチング仮定の検証を目的としているが、反応測定が異なっている。実験Ⅰでは、異なる速度変化勾配の条件下で変化知覚に要する時間及び変化知覚時点での速度を測定し、実験Ⅱでは、実験Ⅰとほぼ同様の条件下で速度変化識別率を求めた。

実 験 Ⅰ

目 的

等速回転運動する光点パターンの運動速度をある時点から徐々に上昇させ、速度が変化したと知覚される時点(速度変化知覚時点)を単純なキイ押し課題によって求める。そして、速度変化勾配の違いにより速度変化知覚時点の判断が影響を受けるか否かを明らかにし、既述した2つの仮定の適合性を検討する。

方 法

被験者 北海道大学大学院及び学部在籍男子学生5名(年齢は24歳から30歳、平均26.6歳)で、そのうちの1名は過去にこの種の実験への参加経験を有する者であった。視力は矯正視力を含めていずれも健常

であった。

刺激 仮想される大小2つの同心円とその中心から放射状に延びる8本の線との交差位置に、16個の小光点(直径約1mm)を同心円上に8個ずつ配置したパターンを刺激として用いた(Fig. 1)。この光点パターンは、仮想円の中心を軸として時計回りに回転運動する。

装置 実験制御のためにミニコンピュータ(DEC社製, PDP 8/e)が用いられた。光点パターンは、このミニコンピュータと接続した非残光性のCRTディスプレイ(DEC社製, VR 14)上に呈示される。ディスプレイ前方1mの位置に顔面固定器がセットされており、被験者はこれに合うように椅子の高さを調整してすわる。この時、ディスプレイの大きさは視角にして縦約9.8°×横約13.1°である。被験者の右脇にはキーボード(CASIO社製, TYPUTER)が据えられ、ミニコンピュータに接続されている。これは被験者の変化知覚時点を測定するためのもので、ディスプレイ上に刺激が呈示された後、被験者がキーボードのキーを押すことにより、刺激は消失し、同時に、ミニコンピュータ内蔵のクロック(DEC社製, DK 8-EP)によって刺激呈示時間が計測される。実験は暗室で行われ、光点パターンは明確に見える一定輝度に保たれた。

刺激条件 パターン回転運動の初速は角速度で18.8 deg/sである。この条件で等速回転するパターンの回転速度をある時点から加速することになるが、その加速条件としては、正に加速するものから任意に3種類を設定した。それを速度変化勾配の小さいものから順にa1, a2, a3とし、これを加速後の経過時間(t)と角速度(v)の関係によって図示すると、Fig. 2 のようになる。また、この関係は概ね次のように式述される。

$$a1: v \approx 0.05 t^{1.54} + 18.8 \quad (1)$$

$$a2: v \approx 0.10 t^{1.63} + 18.8 \quad (2)$$

$$a3: v \approx 0.15 t^{1.73} + 18.8 \quad (3)$$

CRT DISPLAY

Fig. 1. Stimulus pattern composed of sixteen luminous spots which form two concentric circles.

更に、被験者が単純な反応の繰り返しによる構えに依存して、変化知覚を伴わない判断をくだすことのないように、加速前時間条件つまり初速を保った回転運動パターンの呈示開始から加速を始めるまでの時間条件として、2, 4, 6, 9, 12 及び 16 秒の6種類を設定した。従って、呈示される刺激の種類は合計 18 通りとなる。

手続き 被験者は、回転運動する光点パターンをその運動速度に注意しながら観察し、速度が加速的に変化したと判断した時点で手元のキーを押す。観察条件に関する特別な教示は与えられていない。18 通りの刺激に対する各1回ずつの計 18 試行を1セッションとし、各被験者には8セッションの試行が課せられた。刺激の呈示順序は、被験者及びセッションごとにランダムであった。各セッションにおいて、各被験者は、数分間の暗順応の後、5回の練習試行を連続して行い(暗順応を含めてその間約8分)、続いて実験試行に入った。1セッションの実験には約 35 分を要した。各被験者は同一日に休憩時間をはさんで2セッションずつ、全セッションで約1週間の実験に参加した。

結果と考察

光点パターンの回転運動が加速されてから被験者がキーを押すまでの時間を反応時間と呼ぶこととし、測定される反応時間の算術平均を被験者ごとに条件別に算出した。Table 1 はその結果を示したものである。この表で視察されるとおり、いずれの被験者も速度変化の勾配がa1, a2, a3 と大きくなる順に反応時間が短くなっている。また、全体的傾向として反応時間の個人差は大きい。顕著な例では、a1 の条件において、被験者 FM, NT の平均が25.3秒であるのに対し、YM では46.1秒となっている。一方、加速前時間条件による反応時間の差は顕著なものではない。試みに、反応時間データに基づいて、被験者と加速前時間を要因とする分散分析を加

Fig. 2. Accelerating conditions (a1, a2, a3). Dotted line represents the beginning point of acceleration. The left side of zero indicates the pre-accelerating period.

Table 1
Average response times (s) in each subject

Sub- jects	Accel- erating conditions	Pre-accelerating periods						Mean
		2 s	4 s	6 s	9 s	12 s	16 s	
FM	a 1	29.8 (9.1)	25.2 (9.0)	22.4(12.1)	25.3(11.2)	21.9(10.7)	26.9 (7.0)	25.3 (9.7)
	a 2	16.1 (4.2)	15.7 (1.5)	13.3 (3.5)	12.4 (4.7)	11.2 (5.3)	12.7 (6.5)	13.6 (4.7)
	a 3	11.7 (2.5)	11.3 (2.0)	10.5 (2.7)	9.6 (2.5)	7.5 (3.3)	9.6 (3.7)	10.0 (3.0)
NT	a 1	25.6(11.9)	27.1(12.3)	23.6(12.4)	26.1(11.4)	22.5(15.6)	26.8 (9.6)	25.3(11.8)
	a 2	14.6 (4.8)	15.0 (4.2)	16.0 (5.2)	12.5 (6.9)	11.8 (5.6)	11.9 (5.1)	13.6 (5.3)
	a 3	10.7 (2.5)	11.3 (3.2)	10.9 (3.7)	8.5 (4.0)	8.7 (4.4)	9.8 (4.0)	10.0 (3.7)
TT	a 1	40.5 (9.2)	35.2(10.1)	37.1(12.7)	36.8 (6.4)	31.1(11.6)	39.5(12.9)	36.7(10.5)
	a 2	21.2 (4.3)	21.1 (2.5)	20.9 (3.3)	21.0 (2.5)	20.7 (4.4)	20.3 (7.0)	20.9 (4.1)
	a 3	14.3 (2.5)	12.5 (2.0)	14.5 (2.5)	12.4 (2.2)	13.1 (2.1)	13.0 (1.9)	13.3 (2.2)
MM	a 1	42.1 (4.6)	40.9 (4.9)	42.8 (6.9)	42.0 (5.5)	39.2 (5.3)	43.6 (4.8)	41.8 (5.3)
	a 2	21.1 (2.9)	22.8 (2.1)	20.9 (3.4)	22.4 (4.1)	21.5 (3.0)	21.4 (2.7)	21.7 (3.0)
	a 3	14.9 (1.9)	14.7 (1.9)	16.0 (1.4)	14.6 (1.9)	13.8 (1.0)	14.7 (2.1)	14.8 (2.9)
YM	a 1	47.0 (6.4)	47.7 (7.5)	42.9 (8.7)	46.4 (8.9)	46.6 (7.4)	46.5 (8.5)	46.1 (7.7)
	a 2	21.9 (5.0)	21.7 (5.4)	23.4 (4.2)	22.9 (5.4)	22.5 (5.3)	23.3 (5.8)	22.6 (5.0)
	a 3	14.7 (2.9)	15.5 (2.7)	15.4 (2.7)	13.6 (2.2)	14.7 (2.8)	14.6 (4.3)	14.8 (2.9)

Note. Inside brackets are *SD*'s.

速条件ごとに行ったところ、いずれの加速条件においても、被験者要因は 1% 水準で有意であった (a1, a2, a3 の順に $F_{(4/210)}=46.5, 46.2, 35.9$, いずれも $p < .01$). 一方、加速前時間の要因はいずれの加速条件においても有意ではなかった ($p > .05$). 全体的傾向の概略を知るため、被験者要因をプールして、加速前時間条件間の差を検討したところ、a1 及び a2 の条件においては差が認められなかったが、a3 の条件において、加速

前時間が 2, 6 秒と 9, 12 秒の相互間に統計的に有意な差がみられた (両側検定, $t=2.13-2.80$, $df=78$, いずれの対間でも $p < .05$).

反応時間に基づいて、反応時点に対応するパターンの回転運動速度を、被験者及び各条件ごとに角速度で算出することができる。この値は、反応時間における個人差を反映して、被験者間では著しく異なるが、同一被験者に関しては、加速条件間、加速前時間条件間で殆ど差は認められなかった。Fig. 3 には、被験者及び加速条件の別に求められた平均回転角速度が図示されている。プロットされた値を平均して、速度変化を知覚したとする反応時点での回転角速度を加速条件別に算出すると、a1, a2, a3 の順に 28, 29, 29 deg/s であった。

以上の結果を総合すると、加速前時間条件による反応時間の差異は無視してよいほど僅少であるが、個人差は極めて大きいといえる。そして、反応時間が加速条件によって異なるのは当然のこととして、キイを押した時点でのパターンの回転速度は加速条件に依存せず、各被験者内で比較的安定していたといえる。このことは、かりに被験者のキイ押し反応時点が速度変化知覚時点を純粋に反映しているとすれば、本実験で用いた速度変化勾配の違いの範囲では、初速からほぼ一定の速度差に到達した時点で速度変化が知覚されたことを示すものである。すなわち、それは速度変化の知覚が FVI と TVI の照合によるグローバルマッチングによるものだということである。

Fig. 3. The position of small black circles represents the mean angular velocity corresponding to the mean response time for each subject in three accelerating conditions. The position of black triangles indicates the average.

ところで、実験終了後の被験者の報告によれば、キイを押す時点を決めるのはそれほど容易なことではなく、被験者が判断を下すまでには一定の潜伏期間があったと思われる。すなわち、はじめは変化が起っても殆ど知覚されないが、やがて変化有りの判断の確実性が次第に上昇する。それでもキイを押さなければ更に明瞭に変化が認められるようになる。判断の確実性が上昇していく潜伏期間内では、徐々に被験者のキイ押しの可能性が高まっていくと考えられる。実験Ⅰでは、被験者のキイ押し反応時点に基づいて分析が試みられたが、上述の潜伏期間全体にわたる速度変化の知覚過程の推移的側面は明らかではない。そこで、次に示す実験Ⅱは、その点が明確になる方法を用いて、既述の2つのマッチング仮定の適合性について検討を試みた。

実 験 Ⅱ

目 的

実験Ⅰと同様の加速条件に従った光点パターンの回転運動を種々の呈示時間で観察させ、その時間内に運動速度の変化が知覚されたかどうかを二者択一的に判断させる課題を用いて、速度変化知覚時点の速度を推定し、仮定の適合性を検討する。

方 法

被験者 北海道大学大学院及び学部の学生 10 名（うち女性 2 名。年齢は 20 歳から 26 歳、平均は 23.5 歳）で、このうちの 3 名は実験Ⅰに参加している。

刺激及び装置 実験Ⅰと同様である。

刺激条件 パターン回転運動の初速 (18.8 deg/s)、及び加速条件 (a1, a2, a3) は実験Ⅰと同様である。実験Ⅰの結果から、速度変化知覚時点は加速前時間条件に依存せずほぼ一定に定まることが示されたため、本実験では、加速前時間条件を除外し、刺激の呈示と同時に加速が始まる条件を用いた。

実験Ⅰの結果によれば、パターンの回転速度が平均約 29 deg/s に到達した時点で反応キイが押されていたことから、この値の前後 24.8—47.1 deg/s にわたる角速度範囲を、パターンの消失すなわち被験者によるパターンの観察終了時点における最終回転速度と定め、この範囲からほぼ均等な間隔において 10 種類の最終回転速度を各加速条件ごとに選択し、速度変化刺激とした。それを刺激呈示から消失までの時間に変換して示すと、a1 の条件においては 27, 31, 34, 37, 41, 43, 46, 49, 51, 53 秒、a2 条件では 15, 16, 18, 19, 21, 22, 24, 25, 26, 27 秒、a3 条件では 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19 秒の 30 種類である。これらの速度変化刺激のほかに、速度が変化せず常に初速と同速度で回転運動する速度無変化刺激を用いた。その呈示時間は 10, 13, 16, 19, 22, 25, 31, 37, 46, 53 秒の 10 種類である。

手続き 被験者は、回転運動する光点パターンを観察してその速度に注目し、個々の刺激が消失した後に、速度が変化したかを判断する。具体的には、速度の加速的变化が認められたと判断した場合には、被験者は手前に置かれたキイボードの 1 のボタンを、認められなかったと判断した場合には、0 のボタンを押した。刺激は上述の 40 種類がランダムに並びかえられて順に呈示される。この 40 試行を 1 セッションとし、各被験者は刺激呈示順序の異なる 4 つのセッションの実験に参加した。他の手続きは実験Ⅰと殆ど同様である。

結果と考察

速度無変化刺激に対して変化があったとする反応は 1 つもなかった。速度変化刺激に対して変化を認めたとする識別反応回数から、各条件ごとに速度変化識別率を求めて、Fig. 4 にそれを示した。横軸は刺激消失時におけるパターンの最終回転速度であり、縦軸は識別率である。各条件の識別率に基づいて加速条件、及び最終回転速度を要因とする 2 要因分散分析を行ったところ、最終回転速度の効果は有意であったが ($F_{(9/18)}=68.2, p<.01$)、加速条件の効果は認められなかった ($F_{(2/18)}=3.1, p>.05$)。加速条件における識別率の相違をサイン・ラング検定によって分析した結果でも、同様に条件対間に有意差は認められなかった ($N=10, p>.05$)。しかし、Fig. 4 を視察する限り、たしかに最終回転速度が大きな範囲 (39.2—47.1 deg/s) では、識別率はいずれの加速条件においても認むべき差はないが、最終回転速度が小さな範囲 (24.8—36.2 deg/s) では、a1 条件の識別率が他に比べてわずかに小さい。この最終回転速度が小さい範囲が、まさに変化有りの判断の確実性が上昇する移行過程であり、とりわけ重要な範囲と考えられる。そこでこの範囲についてのみ加速条件の識別率の差を検討したところ、分散分析の結果では加速条件及び最終回転速度のいずれの主効果も有意であった (順に、 $F_{(2/12)}=$

Fig. 4. The percentage of correct response as a function of the terminal angular velocity. The parameter is the acceleration.

6.8, $p < .05$, $F_{(6/12)} = 60.1$, $p < .01$). また, サイン・ランク検定によれば, 識別率は $a1$ と $a2$, $a1$ と $a3$ の条件対間で有意差がみられた ($N=7$, $p < .05$). ちなみに, 速度変化を明確に知覚できるパターン回転速度の基準を, かりに識別率 75% に対応する速度に設定すると, その値は $a1$, $a2$, $a3$ の加速条件の順に, 約 34 deg/s, 約 30 deg/s, 約 29 deg/s となる. これらの値は Fig. 3 と同様の形式で Fig. 5 に示されている.

以上の結果は, 速度変化勾配の違いによって, わずかながらその知覚的判断が異なることを示すものである. すなわち, 同じ速度差に到達しても変化勾配の大きい方が識別率が高く, 変化が知覚されやすいという傾向が部分的に認められた. これは実験 I とは異なり, 相対的に速度変化勾配の大きいもののほど初速からの速度差の小さい時点で変化が知覚されるというローカルマッチングの仮定からの予測を支持する結果である.

総合的考察

実験 I では, 単純な反応時間を指標として速度変化知覚時点を求めたが, その結果は, 加速条件に依存せずに初速から一定の速度差に到達した時点で反応キイが押される傾向を示し, 速度変化知覚時点は変化勾配と独立であることが認められた. これは速度の変化が変化勾配の大小に関わりなく, 一定の速度差に到達した時点で知覚されると予想されるグローバルマッチングの場合である. 他方, 実験 II では速度変化刺激の呈示時間, 従って刺激消失時の運動パターンの最終回転速度, を実験者がコントロールして変化の有無を判断させたが, この結果では加速条件の違いによる速度変化識別率の相違が部分的に認められた. これは, 速度変化の知覚が速度変化勾配に依存するというローカルマッチングの場合である.

Fig. 5. The average terminal angular velocity corresponding to the point of seventy-five percent in correct response in each acceleration condition.

実験 I では, 反応時間に大きな個人差があるものの, 加速前時間条件の多様性にもかかわらず, 変化知覚の判断は被験者内で比較的安定していた. 他方, 実験 II では, そのような被験者内の判断の安定性は認められなかった. すなわち, ある速度範囲では Fig. 4 のように識別率の漸増があり, そこでは同一被験者内でも速度変化有無の判断が入り交じっていたということである. 実験 I と II のこの相違は, 各実験で用いられた方法上の違いに基づくと考えられる. 実験 I では, 終端判断への過度の依存 (Guilford 秋重訳, 1954) が考えられる. 被験者はいずれも 1 度キイを押したらもはや判断を変更できないことから, 決断にいたるまでが極めて慎重である. その期間は潜伏期間としてすでに指摘したものに对应する. 反応時間に表われた被験者間変動と被験者内の安定性は, その期間において, 各被験者の判断の内的基準が安定する時点が被験者間で異なることによるものであろう. ただし, 実験 I で観測された結果は被験者の終端判断の反映に過ぎず, 従ってその判断に至るまでの内的過程は, 実験 I の方法では直接的に顕現化できない. 実験 II では, その点を考慮し, 速度変化有りの判断の可能性が低い刺激から高い刺激へと均等に選択されたものに対して判断が求められており, その内的過程を縦断的に検討している. しかし, 実験 II では, 呈示時間が 10 秒から 57 秒という長時間の, しかも多数回の刺激に対して, 単純な選択反応が何度も反復されたため, 注意は散漫となり, 当て推量の判断がなされたかもしれない. 実験 II の被験者の判断の不安定性はこのことによると思われる.

しかし, 実験 I, II のいずれにおいても, 被験者は, 刺激速度が初速から 2 倍の速度に到達する以前に, その速度変化を明確に認めている. これまでの速度変化識別率の測定 (Gottsdanker et al., 1961; Schmerler, 1976) では, 加速的速度変化が知覚される (識別率が 50—75% に相当する) には, 3 秒以内に刺激速度が 2.5—3.0 倍に到達する刺激を用いなければならなかった. この相違は, 用いられた刺激の運動形態の違い (水平運動か回転運動か) や初速の違い, またより基本的には, 速度変化勾配の違いに基づくものと思われる.

本実験の結果をイメージ照合として見た場合, 実験 I ではグローバルマッチング, 実験 II ではローカルマッチングの結果となった. しかしいずれの実験も, 運動刺激の初速は常に一定で, 試行回数の増加とともに FVI は固定化されていき, グローバルマッチングが知覚的判断の手掛りとなりやすい状況であったと考えられる. 実験 I では, 更に加速前時間条件として初速のままの等速運動が挿入され, 実験 II でも等速 (無変化) 刺激が導入され, 共に FVI が形成されやすい実験事態であった.にもかかわらず, 実験 II では, 速度変化勾配に依存した判

断, すなわちローカルマッチングの可能性が示された。従って, 今回の実験の結果からは, 速度変化の知覚がどのようなマッチングに基づくのか, について一般的結論を導くことはできないことになる。現段階では, 残念ながらグローバルとローカルなマッチングがそれぞれ相補的に用いられるとしかいえない。

本研究における両 マッチングの 基本的仮定 については, なお幾つかの問題点が残されている。例えば, 変化の知覚がグローバルマッチングに基づいているとしても, 速度変化勾配が相対的に小さい場合には, 同じ速度差に達するまでの時間がかかるため, FVI が不鮮明になり, それを判断の手掛りとしにくくなるという可能性がある。また, ローカルマッチングに関していえば, 基本的単位としての IVI や TVI のイメージ形成には一定の時間が必要であり, その時間内で変化が進行しても変化は知覚されないかもしれない。従って, それらの可能性を熟慮した上で, グローバルマッチングとローカルマッチングの手掛りの違いを手続き上明確に分離しなければ, 実験結果の解釈が困難となり, 変化知覚過程の機制内容も明確に理解されるには至らないであろう。

その意味で, 本研究はまだ探索的研究である。今後の課題として, 本実験と異なる初速を設定したり初速を試行ごとに変えることによってグローバルマッチングの手掛りを困難にするとか, あるいは速度変化勾配が異なる場合(減速も含めて)について検討する必要がある。

要 約

本研究は, 変化の知覚についての伝統的なイメージ照合モデルに基づいて, 速度変化の知覚に関して立てられた2つの照合過程, グローバルマッチングとローカルマッチングの適合性を, 2つの実験によって検討した。2つの実験では, いずれも正に加速する回転運動パターンを運動刺激として用いたが, 反応測度が異なる。

実験Ⅰでは, 速度変化勾配の異なる(加速)条件を3種類, 及び加速開始前の等速運動時間(加速前時間)条件を6種類設定し, 単純キイ押し課題によって, 速度変化知覚時点, 及びその時点でのパターン回転速度を測定した。それによると, 被験者の判断は両条件には依存せず, 初速からの速度差に依存する傾向が示された。これは, 初速から一定の速度差に達した時点で変化が知覚されることを予想するグローバルマッチングを支持する結果であった。

実験Ⅱでは, 実験Ⅰと同様の加速条件に従ってパターンの回転速度を種々の速度にいたるまで変化させ, 変化の有無を二者択一式に判断させる課題を用い, 速度変化の知覚的過程を縦断的に検討した。その結果, 速度変化識別率は, 加速条件に依存し, 変化勾配がより大きい条件は初速からの速度差がより小さい時点で変化が知覚さ

れる傾向が部分的に認められた。この結果はローカルマッチングを支持するものであった。

両実験の結果は, 各方法の違いに基づいて相互に比較されると共に, 従来の速度変化の知覚の研究成果とも比較検討された。また, イメージ照合の立場からは, 本実験の結果のみから速度変化の知覚過程に関する一般的結論を導くことはできなかったが, 本研究を起点とした両マッチングの仮定に基づく今後の研究の展望が論じられた。

引用文献

- 相場 覚 1982 運動の知覚 鳥居修晃(編) 現代基礎心理学3 知覚Ⅱ 認知過程 東京大学出版会 Pp. 129-150.
- Brown, J. F. 1931 The thresholds for visual movement. *Psychologische Forschung*, 14, 249-268.
- Brown, R. H. 1961 Visual sensitivity to differences in velocity. *Psychological Bulletin*, 58, 89-103.
- Denton, G. G. 1977 Visual motion aftereffect induced by simulated rectilinear motion. *Perception*, 6, 711-718.
- Gottsdanker, R. M. 1952 The accuracy of prediction motion. *Journal of Experimental Psychology*, 43, 26-36.
- Gottsdanker, R. M. 1956 The ability of human operators to detect acceleration of target motion. *Psychological Bulletin*, 53, 477-487.
- Gottsdanker, R. M., Frick, J. W., & Lockard, R. B. 1961 Identifying the acceleration of visual targets. *British Journal of Psychology*, 52, 31-42.
- Graham, G. H. 1951 Visual perception. In S. S. Stevens (Ed.), *Handbook of experimental psychology*. New York: Wiley. Pp. 868-920.
- ギルフォード J. P. 秋重義治(監訳) 1976 精神測定法 第13版 培風館(Guilford J. P. 1954 *Psychometric methods*. 2nd ed. New York: McGraw-Hill.)
- Keck, M. J., & Pentz, B. 1977 Recovery from adaptation to moving gratings. *Perception*, 6, 719-725.
- Kolers, P. A. 1972 *Aspects of motion perception*. New York: Pergamon Press.
- ナイサー U. 大羽 稔(訳) 1981 認知心理学 誠信書房 (Neisser, U. 1967 *Cognitive psychology*. New York: Appleton-Century-Crofts.)
- Runeson, S. 1974 Constant velocity—not perceived as such. *Psychological Research*, 37, 3-23.
- Schmerler, J. 1976 The visual perception of accelerated motion. *Perception*, 5, 167-185.
- Show, R., & Pittenger, J. 1978 Perceiving change. In H. L. Pick & E. Saltzman (Eds.), *Modes of perceiving and processing information*. Hillsdale, New Jersey: LEA. Pp. 187-204.

—1983. 7. 13. 受稿, 1984. 7. 14. 受理—