

多連仮現運動刺激の観察 (その1)

大 屋 和 夫

1. 序

近年、運動知覚研究の領域において、有力な理論となっているものに2過程説がある。運動知覚研究には、ふたつの問題があると考えられる。ある対象が運動したと知覚される場合、ひとつのものが、時間の経過に伴ってその空間内に占める位置を変化させたことが知覚される。言い方を変えると、異なる時点において異なる空間位置にある刺激を同一の対象と知覚する。そこで、ひとつの問題として、対象が背景から分離し、ひとつのまとまりまして知覚されるための条件は何かという問題がある。これを分析の問題と呼ぶことが出来よう。この問題の検討には、静止対象の見えに関する知見が参考となることは言うまでもない。しかし、運動の存在によって初めて対象が知覚される刺激もあり、(たとえば、鷲見, 1983), 運動刺激事態に固有の条件も存在すると思われる。もうひとつの問題は次のようなものである。まず、刺激事態を、微視的に、明度分布として考えてみる。ある時点でのある点が、次の時点において運動したと見なされる点の候補は、明度の似た点であるが、これは一般に複数個ある。運動知覚のメカニズムが、その多くの点からひとつの点を選択し運動を知覚させるのは、どのような基準によるものであろうか。刺激事態をより全体的に考えた場合にも同様の対応づけの問題が存在する。なぜなら、一般に、ひとつの時点において複数個の対象が存在するのが通常の事態であるから。これは統合の問題と呼べるだろう (e. g., Ullman, 1979)。このように問題を分類して、ひとまず、別々に考えていくことは有効な方法であらう。もちろん、最終的には総合的理解にまとめられねばならないが。前述の2過程説も、このような問題の分析を進めていくために有効と思われる。

運動刺激の分類の方法のひとつとして、実際運動 (以下 RM と表わす) と仮現運動 (以下 AM) という分類がある。最も単純な AM 刺激は一对の刺激対象を、ある時間 (ISI) をおいて呈示するというものである。これを単純 AM 事態と呼ぶことにする。これに対して、一時に複数の AM が生じ得る事態を多重 AM 事態と呼ぶ。たとえば、RANDDM-DOT-KINEMATOGRAM である (Julesz, 1971)。これは、言わば、単純 AM 事態を空間的に重ね合わせたものである。これに対し、単純 AM 事態を時間的に連ねた刺激事態が考えられる。つまり、単一時点ではひとつの刺激対象を、適当な ISI で、複数個呈示するという事態である (e. g., Cermak

等, 1921)。これを多連 AM 事態と呼ぶ。最近の AM 研究においては、マイコン等の発展に伴い、より複雑な刺激場面が容易に設定し得るようになった。これにより従来ひき出せなかったような AM 知覚の諸側面に関する知見を得ることになる。2過程説も、それが有効であるためには、実験的知見に裏打ちされていなければならない。それがある程度可能になったのは、実験技術の進歩に支えられているものであろう。

2過程説においては、運動の知覚にふたつの過程が関与していると考えられる。一方の過程では、AM 刺激も RM 刺激も、同一のメカニズムによって処理される。これに対し、もう一方の過程では、AM 刺激と RM 刺激とは異なるメカニズムによって処理されるとする。これは、それ以前の、AM と RM のメカニズムは、等しいか否かという、単純な問題設定よりは、一歩進んだ考えと言うべきであって、より多くの実験データに対応し得るものである。しかしこのように運動知覚の説明に、複数の過程を考えていこうとする人々の間でも、その過程の性質や、その解発される条件については、必ずしも完全に一致している訳ではない。これはひとつには、彼等が主に使用している実験事態の違いにもよるであろう。たとえば、Braddick (1974) は、短距離 (short-range) 過程と長距離 (long-range) 過程を提唱するのに対し、Petersik 等 (1979) は、 ϵ 過程と τ 過程とを考えている。本論では、さしあたり、Braddick の呼び名を用いることにする。このように、各研究者で微妙な差異が存在しているが、ほぼ一致している点をまとめると次のようになる (Anstis, 1978)。短距離過程は、より刺激間距離の小さい場面で働き、その際重要な刺激パラメータは、生体内情報処理過程で、より早く処理されるものである。言わばより末梢的である。これに対し、長距離過程は、刺激間距離がより大きい場合に働く。重要な刺激パラメータは、情報処理のより後期に処理されるもので、より高次中枢的な要因が関与し得ると考えられる。別の言葉でいえば、短距離過程は局所的であり、長距離過程は全体的である。もちろん、多くの刺激場面においては、両過程とも働いている。心理学実験で得られる反応データは、末梢感覚入力によって直接的に規定されるのではなく、判断過程を通して出力されるのであるから、それを説明する理論には、それなりの複雑さが要求される筈である。そこで2過程の概念を組み合わせ、AM 知覚の分析と統合の問題に接近していく訳であるが、たとえば双安定性 AM の研究ではかなり成功していると思われる (Braddick等, 1978)。

ここに述べる実験では、多連 AM 事態を用い、その観察データから運動視のメカニズムについての知見を得ていこうとしているが、考え方の方向は2過程説的である。

2. 実験：目的と方法

目的：本実験において、関心のある点は以下の点である。ひとつには、多連 AM 事態において、刺激の数を増大させていくことを考える。これに対応して、ISI を適当に小さくしていく。

すると形式的に考えると、刺激事態は RM 事態に近づいていく。それでは知覚の側にはどのような変化が生じるのだろうか。呈示される刺激の数が多くなり、その距離が小さくなる程、全体的運動知覚は、より実際運動に近づくのであろうか。2過程説によれば、ある刺激距離 (Braddick 等〔1978〕によれば 15') を境にして、異なる過程が働くことになる。データの上で、これに対応するような変化を観察し得るであろうか。こうした点を問題とする。

もうひとつの問題は以下の通りである。N 個の多連刺激が呈示された場合、形式的に考えれば、その部分刺激集合である $M(1 \leq M \leq N)$ 個の刺激も呈示されている。全体的な運動知覚判断の生成過程を考える場合、そのある程度の部分は、この部分刺激集合の作用によって説明し得るのではないか。心理学的な言葉になおすと、たとえば、全体的運動印象を決定する際、一連の運動刺激の全てが、同じ重味を与えられないことはあり得る。その場合どの部分の重味が大きいかを調べることによって、全体的運動判断生成のメカニズムについて何らかの手掛りが得られるのではないだろうか。

以上の二点が主な関心であった。この点を調べるために多連刺激の数を増していくことが必要であるが、ここではその最少の場合である 3 多連刺激条件の観察について述べる。

方法：被験者は、暗箱中に呈示される赤色 LED を、106cm の距離から、左眼単眼視で観察する。LED はマイコンにより駆動される (4.1 V, 70 mA)。凝視用 LED の左側 1.6° の位置より 3.2' 間隔で 3 個の刺激用 LED が並置してある。暗箱は暗室中に置かれている。AM 観察中、刺激が呈示されていない時には、常時、凝視用 LED が点灯されている。被験者は、観察の準備が出来たら、手元のキーボードの所定のキーを押す。すると凝視点が消え、AM 刺激が呈示される。一回の刺激呈示観察後、被験者は、よい全体的運動の知覚が生じるような方向に ISI を変化させる。これは手元のキーの操作によってなされた。本実験では多連刺激の場合、2 つの ISI は同じ長さであった。そして次の観察を行なう。これを反復して、呈示刺激が一点の運動として知覚される、又は、それに最も近い ISI を求めることが課題となる。教示により、単に運動感があるだけでなく、滑らかな光点の運動が見えるような ISI を求めることが強調された。

用いられた AM 刺激の布置を述べるために、刺激用 LED を向かって左から S1, S2, S3 と呼ぶ。呈示刺激布置は、S1-S2, S2-S3, S1-S3, S2-S3, S2-S1, S3-S2, S3-S1, S3-S2-S1 の 8 種類。刺激呈示時間としては、0.8, 3.2, 6.4, 12.8, 25.6, 51.2, 102.4 (ms) 中の 4 条件が各セッションで用いられた。さらに最初の ISI の設定は、AM が見えないような値になっていたが、これが同時相である条件と、継時相である条件とがあった。以上の条件の組合せにより 1 セッションでは、64 回の試行が行なわれた。1 セッションに要する時間は、15~20 分の暗順応時間、最初に行なう数回の練習試行に要する時間を含めて、1 時間半~2 時間であった。

3. 実験：結果と考察

まず多連刺激を観察した場合、どのような知覚現象が生じるか手短かに述べる。呈示時間を一定にし、3刺激条件で、ISI を小さいところから大きくしていく場合について述べよう。最初は3点が同時に見える。やがて、運動印象は存在するが、光点の運動は見られない、たとえば、サーチライトが走っていくといった印象が生じる。さらに ISI を大きくすると2点のまとまりが生じ、これが運動する。その後、1点の運動する時相に入る。さらに ISI を大きくしていくと、運動軌道にひっきりが生じて来て、やがては、跳躍して行くような印象になる。そして、ついに継時相にいたるという過程が存在する。多連 AM 事象の観察の場合、全体的に1点の運動と見える ISI の設定は、ある被験者や条件ではかなり困難であった。この点、条件設定の再考が必要かもしれない。ここでは各条件でのデータが得られた2名の被験者の結果について考察する。

表1、図1に、各条件で測定された SOA 値の平均が示されている。各条件で10回以上の測定が行われた。それぞれの値は、ひとつの刺激とその次に呈示される刺激との間の SOA であり、多連 AM 条件の S1 と S3 との SOA は、この2倍になる。S1 と S2、S2 と S3 との SOA を別個に変化さ

表1. 各刺激条件での平均 SOA 値を示す。各条件で10回以上の測定が行われた。EXPEC は、期待 SOA を、DOUBL は、多連刺激条件での実測値の2倍を表す。数値の単位は ms である。

表1-1-1. 左向きの場合(被験者 I)

刺激条件	.21	21.	2.1	321	EXPEC	DOUEL	
呈示時間	0.8	161.4	139.1	166.3	116.4	300.5	232.8
	3.2	150.8	136.5	163.9	139.6	287.3	279.2
	6.4	112.4	108.6	169.1	119.7	221.0	239.4
	12.8	132.4	119.5	148.2	90.9	251.9	181.8
	25.6	116.5	110.0	146.9	141.9	226.5	283.7
	51.2	136.2	91.4	159.2	127.7	227.6	255.3
	102.4	179.7	328.4	161.0	166.2	508.1	332.3

表1-1-2. 左向きの場合(被験者 II)

刺激条件	.21	21.	2.1	321	EXPEC	DOUEL	
呈示時間	0.8	165.2	144.9	170.2	129.9	310.1	259.7
	3.2	159.9	147.6	153.8	122.9	307.5	245.8
	6.4	108.9	136.4	163.7	124.9	245.3	249.8
	12.8	125.2	121.9	141.0	127.9	247.1	255.8
	25.6	140.5	122.5	143.3	139.0	263.0	278.0
	51.2	121.2	115.4	157.3	148.1	236.6	266.3
	102.4	125.0	162.1	132.2	132.6	287.1	265.1

表1-2-1. 右向きの場合(被験者 I)

刺激条件	12.	.12	1.2	123	EXPEC	DOUBL	
呈示時間	0.8	151.5	166.5	190.2	121.4	321.5	242.8
	3.2	153.3	172.8	182.4	142.1	328.1	284.3
	6.4	131.8	144.8	188.4	135.0	276.6	270.0
	12.8	126.4	157.7	142.2	124.2	284.2	248.4
	25.6	122.9	107.8	142.4	107.9	230.7	215.8
	51.2	129.6	130.1	140.4	113.9	259.7	227.8
	102.4	146.9	154.2	171.4	174.4	301.1	348.8

表1-2-2. 右向きの場合(被験者 II)

刺激条件	12.	.12	1.2	123	EXPEC	DOUBL	
呈示時間	0.8	165.6	154.0	170.7	129.3	319.6	258.6
	3.2	173.8	170.4	190.6	146.5	344.2	292.9
	6.4	174.0	139.4	144.2	157.0	313.4	314.0
	12.8	135.6	130.4	153.3	123.7	265.9	247.4
	25.6	157.5	135.6	133.8	124.2	293.1	248.5
	51.2	120.9	129.7	134.6	113.3	250.6	226.6
	102.4	156.8	134.0	126.2	123.5	290.9	247.1

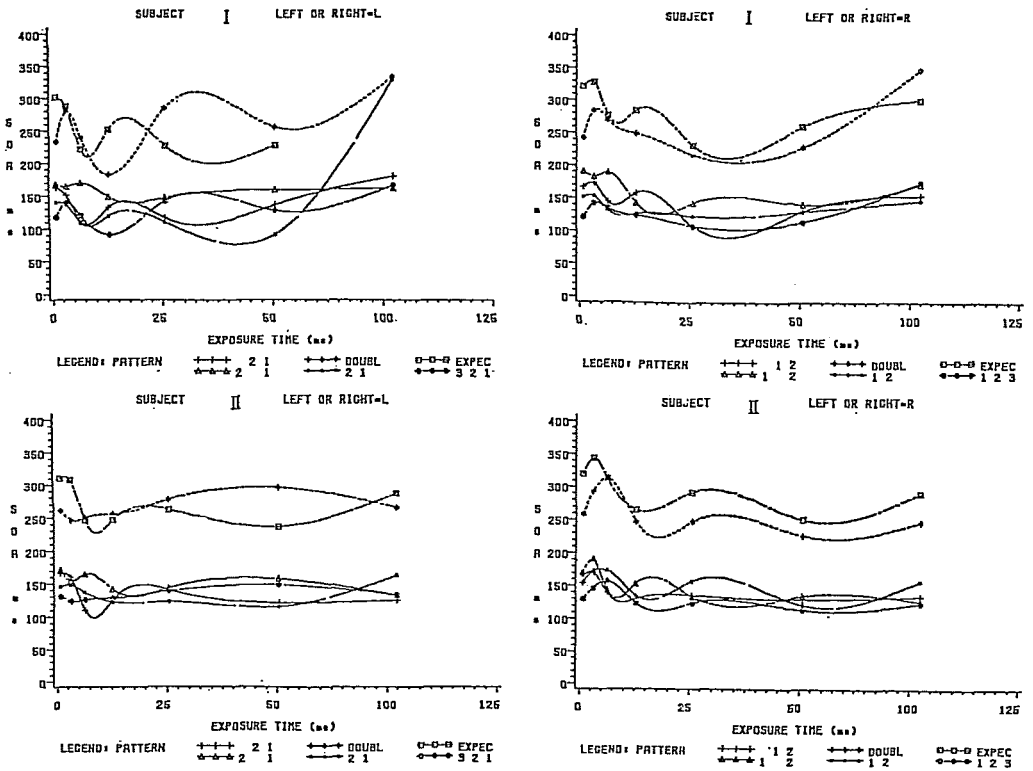


図1. 呈示時間の関数としての、SOA 値の変化をしめす。各曲線は、異なる刺激条件をあらわす。Lは、左向きの、Rは、右向きの刺激条件についての図である。被験者IのL図、EXPEC 曲線の 102.4ms の時の点は、値が大きいのので、図示してない。

せ得るような実験装置にした方が、より良い全体的運動を生ぜしめる設定が行なえる可能性は存在する。判断の困難な被験者が存在したのは、このことも一因となっているかもしれない。DOUBL で示されている値は、3 刺激呈示条件の S1 と S3 との SOA である。又、EXPEC と示されているのは、期待 SOA の略であって、S1 と S2, S2 と S3 の呈示条件での実測値を加算したものである。多連刺激事態において、刺激が加算的に働くという、極めて単純なモデルを想定すると、DOUBL と EXPEC との値には、密接な関連があるのではないかと考えられる。

まず2 刺激呈示条件の場合、刺激間距離の差によって SOA に差が生じているかを見ると明確な差は見られない。別の実験で、同じ被験者で、距離のみ大きくして、同様の測定を行なった場合、距離が大きくなると SOA は大になるという結果が得られているので、この結果は、2 過程の境界を示すものかもしれない。一方、呈示時間の変化に伴って SOA はどう変化するかを見ると、系統的に変化していない。単純刺激事態と多連事態とを一緒にして結果を見てみると、系統的な差はない。即ち、この実験の刺激条件の範囲では、刺激間距離、呈示時間、刺激数によっては、SOA は変化しない。少なくとも、系統的変化は見出せない。DOUBL と EXPEC とは、

同じように変化するという事はなかった。このような結果から考えると、上述の単純な加算モデルは成立しない。統合的運動知覚と、部分刺激集合の関連を見ようとしても、このままではよく分らない。そこで次のような手法をとる。即ち、多連刺激事態の ISI を従属変数、S1 と S2, S2 と S3, S1 と S3 の ISI を独立変数として線形回帰式を立てる。上述のように、単純な加算モデルは成立しないので、各独立変数の 2 乗、3 乗をも独立変数に加えた。この三次式を用い、変数選択を行なうことによって、出来るだけ少ない項数で、出来るだけ大きな独立変数分散部分を説明しようとした。変数選択法もステップワイズ法等いくつかの方法を用いて、そ

表 2.3 呈示条件での ISI に 2 呈示条件での ISI の多項式(三次以下)による線型回帰を試みた。いくつかの方法で変数選択を行ったところ以下の項が選択された。

表中、「前」とは、2AM の前半だけの、「後」とは、後半だけの、「全体」は、両端だけの呈示条件を示す。

1. 運動方向を無視した場合

被験者	R ²	選 択 さ れ た 項
I	.42	前の二次, 三次 後の一次, 三次 全体の二次
II	.50	前の一次, 二次 後の一次 全体の一次, 二次

2. 右向きの仮現運動が生じる場合

被験者	R ²	選 択 さ れ た 項
I	.45	前の二次, 三次 後の二次
II	.55	前の二次, 三次 後の一次, 二次

3. 左向きの仮現運動が生じる場合

被験者	R ²	選 択 さ れ た 項
I	.37	前の一次 全体の一次, 二次
II	.51	前の一次, 二次 全体の二次, 三次

の結果を比較した。選ばれたものが表 2 に示されている。この表で「前」とは、多連刺激の前半部、「後」とは、後半部、「全体」とは、両端だけの呈示条件を表わす。運動方向を無視してしまうと、よく傾向が分らないが、方向を分けるとひとつの傾向が見られる。向かって右向きの刺激の場合には、前と後の項が選択されるが、左向きの刺激では、前と全体の項が選択される。これは全体的運動知覚判断における初頭刺激の重要性を示唆する。実験条件により、右向き刺激は、凝視方向に向かって来る。このことが差を生じる一要因と考えられる。ただし、この回帰式で説明される部分は、全体の半分程にすぎない。残部はこれでは説明し得ない。

反復すると、SOA は、刺激条件によって、系統的な影響を生じなかった。これをほぼ一定であると考え、ここで用いられた刺激距離では、最適 AM の生じる SOA は、距離変化に独立であることになる。これは過程説の短距離過程の末梢性の反映であるとも考えられる。この点をさらに検討するためには、より長距離の条件でのデータと比較することが必要であろう。又、多連事態と、単純事態、特に S1 と S3 の呈示条件とで SOA にそれ程差がない。もしも両者の知覚が同じようなものであるとすれば、S1 と S3 の SOA は、DOUBL と等しくなってもよいように思われる。しかし、そうはならない。現象的にも多連事態と、単純事態とでは、見えに違いがあるように感じられる。何がこの違いであるかについては、さらに検討する必要があるだろう。多連刺激数をさらに大きくした場合にどうなるかも検討する必要がある。考えてみると、

単一物体の運動の知覚にも、対象の形、色、明るさ、物らしさ、速さ、滑らかさ、あきらかさ、軌道の形等、多くの側面をもつ。これらの側面を生成するのに複数のメカニズムが関与しているということは考えられる。そのあるものは、RM 事態では働き、AM 事態では働かないというメカニズムなのかもしれない。そうであれば、その側面こそ「実際運動らしさ」の側面なのではないか。そのような側面が存在するのではないか。暗室中の LED を眺めているとそのような感想を持つ。

又、回帰分析の結果、多連運動判断への単純刺激判断の影響の重味に系統的な差があることが見出された。しかし説明率が半分程しかないので、判断統合のモデル作成のためには、さらに実験が必要となるだろう。

4. ま と め

多連 AM 刺激事態において、全体的運動が知覚される SOA と、その部分刺激集合での同様な SOA を求めた。単純 AM 事態では、距離による SOA の差はなかった。多連 AM, 単純 AM 事態とも、呈示時間を変化させても、SOA に系統的な変化は生じなかった。多連事態の判断統合過程に関して、線形回帰分析が行なわれた。

註

注1) 本データは日本心理学会第48回大会で報告された(大屋, 1984)。

参考文献

- Anstis, S.M. (1978) Apparent movement. 655-673 in Held, R., Leibowitz, H.W., Teuber, H.L. (Eds), Handbook of sensory physiology, Vol. VIII: Perception. New York: Springer-Verlag.
- Braddick, O. (1974) A short-range process in apparent motion. *Vision Res.*, 14, 519-528.
- Braddick, O., Adlard, A. (1978) Apparent motion and the motion detector. 417-426, in Armington, J. C., Krauskopf, J., Wooten, B.R. (Eds) Visual psychophysics and physiology: A volume dedicated to Lorrin Riggs. New York: Academic Press.
- Cermak, P., Koffka, K. (1921) Untersuchung über Bewegung-und-Verschmelzungs phänomene. *Psychologische Forshung*, 1,66-129.
- Julesz, B. (1971) Foundation of cyclopean perception., Chicago: The University of Chicago Press.
- 大屋和夫 (1984) 多連刺激事態での仮現運動について., 日本心理学会第48回大会発表論文集, 185.
- Petersik, J. T., Pantle, A. (1979) Factors controlling the competing sensation produced by a bistable stroboscopic motion display., *Vision Res.*, 19, 143-154.
- 鷲見成正 (1983) 形の知覚に及ぼす運動の効果., 日本心理学会第47回大会発表論文集., 191.
- Ullman, S. (1979) The interpretation of visual motion., Cambridge: The MIT Press.