

多連仮現運動刺激の観察 (その2)

大 屋 和 夫

1. 問題

古典的仮現運動 (APPARENT MOVEMENT; 以下 AM と記す) 事態においては, ある刺激が呈示された後, 一定の時間間隔において, 他の刺激が呈示される。この2刺激間に AM が知覚されるわけである。この呈示刺激数を増していくと, 適当な距離時間条件下では, 複数個の AM が継次的に観察される事態になる。このとき知覚される AM を古典的なものと区別して, 多連仮現運動 (MULTI-SERIAL APPARENT MOVEMENT; 以下 MSAM) と呼ぶ。ところで MSAM 刺激の出現する範囲を一定にしておいて, 呈示刺激数を増加させていくと, 必然的に, 刺激間の距離は小さくなる。これに伴って, 各刺激の呈示時間と, 刺激間の間隔時間を適当に調整していけば, 少なくとも形式的には, 実際運動 (REAL MOVEMENT; 以下 RM) の刺激事態に限りなく接近していくと考えられる。

ところで, AM と RM との関係についての有力な考え方に二過程説がある。この考え方によれば, 運動の知覚には二つの過程が関与している。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, 他の過程では 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。この様に運動知覚の説明に複数の過程を考えていこうとする方向は, それ以前の AM と RM のメカニズムは等しいか否かといった単純な問題設定の段階よりは前進したものと言えよう。しかしこの様な立場を取る研究者の間でも, その過程の性質や解発条件について完全な一致が得られているわけではない。例えば, Braddick (1974) は, 短距離 (short-range) 過程と長距離 (long-range) 過程を唱えるのに対し, Petersik 等 (1979) は, α 過程と β 過程とを考えている。この様に研究者間で微妙な差異が存在しているが, ほぼ一致している点は次の通りである (Anstis, 1978)。短距離過程は, より刺激間距離の小さい場面ではたつき, その際に重要な刺激パラメータは, 生体内情報処理過程でより初期に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, 情報処理過程のより後期に処理されるものであって, より高次中枢的な要因が関与し得ると考えられる。換言すれば, 短距離過程は局所的であり, 長距離過程は全体的である。

さて, このような考え方を念頭において, MSAM 事態を見てみよう。このとき, 運動視の機

構を考える上で、当面、著者にとって最も興味深く思われる問題は以下のようなものである。上で述べたように、MSAM 刺激の側では、AM 事態から RM 事態への連続的变化が存在すると考えられる。このような連続的变化に対応して、知覚の側においても AM から RM への連続的移行が見られるのであろうか。また不連続性が存在するとすれば、それはどの点でどのような形で存在するのだろうか。運動知覚といっても、実はそこには幾つかの側面（速度、軌道、形、色等）が存在する。こうした諸側面が絡み合って最終的産物である運動知覚を構成しているのであるから、こうした側面ではどのような形の移行がみられるか、またそれらは互いにどのような関係にあるのかについても検討していくべきであろう。勿論、この様な多元的研究はなかなか困難であって、部分的な問題から取り扱って行かざるを得ないが、最終的方向は常に念頭においておくべきであろう。

この問題を検討するには AM と RM を比較可能な形で呈示し得る実験設定が望まれる。これにはいくつかの方法が考えられるが、その内のいくつかのものについて述べてみよう。ひとつの方向としては、発光体に RM を行わせ、これを点滅させることが考えられよう。しかし、RM 刺激をその各種変数が統制できるようにして呈示すること自体、なかなか困難である。まして自由に点滅させることは、難しい。運動対象自体を点滅させる代わりに、全体場の照明を点滅させるという方法も考えられるが（e. g., 鷺見, 1987）、運動対象自体が点滅する場合と、その照明を点滅させる場合とでは、結果として生じる知覚とその法則が同一であるかどうかは検討する必要がある。このように実際の対象の RM を作り出すのではなく、RM の画像を作り出すことも考えられる。モニター画面を刺激呈示の場として用いる方法としては、専用のグラフィックコンピュータやオシロスコープを用いることが考えられるが、高価な機器が必要であったり、モニター画面の残光の問題が存在する。

ここまで述べてきたような、言わば RM の軌道を切断して MSAM を作る方法とは逆方向から、AM の数を増していくことによって RM へ接近する方法も当然考えられる。著者も、コンピュータ制御により、CRT 画面や LED を用いて、MSAM の研究を行ってきた（大屋, 1984, 1985）。しかし CRT 画面の場合には、画面の残光や書換え速度の限界という問題が存在した。LED を用いれば、点滅の速度という問題は解決するが、刺激間距離をある値以下にしようとするとかかなりの困難を伴う。MSAM の RM への接近という観点からは、刺激間距離をかなりの程度まで縮小していくことは、必要条件ではないかと思われる。この刺激間距離の問題の解決の一つの可能性として、光ファイバー繊維の使用が考えられる。ファイバー繊維はその一端に入力された光エネルギーを低損失で他端から出力する。そこで、入力用の光発生に LED を用い、出力側でファイバー繊維を密着させて設置しておけば、時間の問題と距離の問題とを同時に解決できるのではないかと考えられた。今回報告するのは、このような可能性を検討するための予備的観察の結果である。

2. 実験：方法

被験者は、暗箱中に呈示される光点を左眼単眼視で、114cm の距離から観察する。光点刺激は次の方法で作成された。コンピューター FM-7 (富士通) にインターフェース回路を接続して、緑色 LED を点滅させられるようにした。出力用には、MC68B21を用いた。プログラマブル水晶発振器 6840B (諏訪精工舎) とカウンター IC MC68B40 を組み合わせることにより、1ms の水準の時間制御が可能であった。LED に近接して、直径 0.5mm の光ファイバー繊維 (三菱レイヨン製エスカ) の一端を設置し、ファイバーの他端を刺激呈示位置に設置した。

今回の報告の段階では、装置に未だ幾つかの問題点が存在した。ひとつには、刺激光点の明るさを均一にすることが出来なかった。また光点の明るさが不十分であったため、刺激呈示時間を十分短く (たとえば 1ms) 出来なかった。したがって未だ試行錯誤的段階にあるのであるが、ここではその1段階での著者自身の観察について報告する。

この場合、刺激に用いたファイバー端を密着させており刺激間距離は0であった。このように刺激間距離が短いと、「運動の滑らかさ」とか、「運動速度」等を評定することは、非常に困難になる。AMが生じたか否かの判断でさえなかなか難しい。本来、運動の諸側面についての測度を取っていきたいのではあるが、ここでは先ず AM の発生について見てみることにした。そこで Biederman-Thorson 等 (1971) の微小仮現運動 (FINE GRAIN MOVEMENT ILLUSION, 以下 FGMI) の手法を応用することにした。彼らは、同時呈示条件では弁別し得ないような近接した2点を継時呈示した。時間条件が適当であれば、第一刺激から第二刺激の方向への AM が生じ、この AM の軌道長は、物理的刺激間隔より拡大して知覚された。彼らはこれを FGMI と呼んだ。被験者にどちらの光点が先に呈示されたかを判断するという課題を与えると、運動方向を手がかりにして、順序判断の成績を向上させることが出来る。時間条件が不適当であれば、正答率は50%水準にとどまった。このことから彼らは、順序判断課題が FGMI の客観的測度になりうるとした (大屋, 1982)。そこでこの実験でも刺激の呈示順序の判断課題を用いた。

実際の実験は次のように行われた。被験者は先ず10分間の暗順応をする。暗箱中には、凝視点用に刺激光点と同じ大きさの光点が常時呈示されていた。被験者は観察の準備が整ったら手元のキーを押す。すると凝視点が消え、一定時間後、2光点または3光点が右から左へ (右条件) か左から右へ (左条件) 順次呈示されていく。どちらの方が先に出たかを被験者は判断する。眼球運動や注意の変動が生じた際には、反復観察することが許された。刺激パターンには次の4条件が存在した。光点は凝視点から鼻側に水平移動した位置にあるので、凝視点との間の視角で各点を指定する。

右端： 18' 21'

左端： 15' 18'

両端： 15' 21'

3点： 15' 18' 21'

セッション内では、各刺激の呈示時間は一定であり、用いた刺激間隔時間は

1, 10, 25, 50, 100, 200, 300, 400ms

の8種類であった。刺激パターンと間隔時間の組合せにつき、右条件と左条件が5回ずつ呈示された。したがって1セッションでの総試行数は、 $4 \times 8 \times 10 = 320$ 試行であった。刺激呈示時間は

100, 300ms

の2条件があり、各条件2セッションずつが行われた。条件呈示順序は、各セッションでランダムに変化させた。

3. 実験： 結果と考察

まず観察してみて感じられた点について述べておこう。装置上の制約から呈示時間が100ms, 300msと長くなってしまったため、いわゆる「よい運動」の見えることは非常に希であった。刺激の出現時や消失時にある方向への動きが感じられたり、各刺激が次々と点灯していき、その間に「ヒラリ」という運動感のみが感じられるということが多かった。距離感を伴う運動が知覚された時には、知覚された距離は、明らかに物理的距離よりも拡大していた。またどうしても観察中に視線や注意の移動が生じることが多かった。これを制限するような条件・方法を考える必要があると痛感された。3点の場合には前半と後半とで運動方向が矛盾する感じを受けることがあったが、この場合には上記の眼球運動や注意の動揺が関係していると思われる。

次に順序判断について見てみることにする。刺激順序判断を刺激パターン、SOA、方向別にまとめ、総数10回あたりの正答率を算出した。その結果を表1に示す。

表1-1. 各刺激の呈示時間100msの条件で、異なるSOAで各種の刺激パターンを呈示し、左右何れの方向の刺激が先に呈示されたかの順序判断を求めた。右方向の刺激が先に呈示された総数10回あたりの正答率を下の表に示す。

右端		左端		両端		3点	
SOA (ms)	正答率 (%)	SOA (ms)	正答率 (%)	SOA (ms)	正答率 (%)	SOA (ms)	正答率 (%)
101	40	101	30	101	40	101	70
110	70	110	50	110	50	110	60
125	70	125	30	125	70	125	50
150	80	150	40	150	80	150	30
200	80	200	40	200	80	200	80
300	80	300	60	300	80	300	70
400	80	400	70	400	80	400	80
500	80	500	50	500	60	500	90

表1-2. 各刺激の呈示時間100msの条件で, 異なる SOA で各種の刺激パターンを呈示し, 左右何れの方
向の刺激が先に呈示されたかの順序判断を求めた。左方向の刺激が先に呈示された総数10回あたりの正答率
を下の表に示す。

右端		左端		両端		3点	
SOA (ms)	正答率 (%)	SOA (ms)	正答率 (%)	SOA (ms)	正答率 (%)	SOA (ms)	正答率 (%)
101	90	101	90	101	100	101	60
110	70	110	80	110	90	110	80
125	80	125	80	125	80	125	70
150	60	150	40	150	60	150	90
200	50	200	80	200	80	200	30
300	10	300	50	300	40	300	20
400	30	400	40	400	30	400	10
500	30	500	0	500	20	500	20

表1-3. 各刺激の呈示時間300msの条件で, 異なるSOAで各種の刺激パターンを呈示し, 左右何れの方
向の刺激が先に呈示されたかの順序判断を求めた。右方向の刺激が先に呈示された総数10回あたりの正答率
を下の表に示す。

右端		左端		両端		3点	
SOA (ms)	正答率 (%)	SOA (ms)	正答率 (%)	SOA (ms)	正答率 (%)	SOA (ms)	正答率 (%)
301	40	301	50	301	70	301	80
310	50	310	30	310	70	310	30
325	50	325	40	325	50	325	70
350	60	350	60	350	80	350	40
400	70	400	60	400	90	400	50
500	60	500	50	500	70	500	50
600	50	600	30	600	90	600	60
700	80	700	40	700	90	700	70

表1-4. 各刺激の呈示時間300msの条件で, 異なるSOAで各種の刺激パターンを呈示し, 左右何れの方
向の刺激が先に呈示されたかの順序判断を求めた。左方向の刺激が先に呈示された総数10回あたりの正答率
を下の表に示す。

右端		左端		両端		3点	
SOA (ms)	正答率 (%)	SOA (ms)	正答率 (%)	SOA (ms)	正答率 (%)	SOA (ms)	正答率 (%)
301	90	301	70	301	80	301	80
310	90	310	50	310	90	310	70
325	90	325	80	325	100	325	70
350	80	350	60	350	90	350	90
400	90	400	50	400	80	400	70
500	80	500	100	500	80	500	50
600	70	600	70	600	60	600	60
700	90	700	50	700	60	700	60

表1-1は各刺激呈示時間 100ms の、右条件の結果である。2 刺激呈示条件での正答率は、SOA の短い条件では低く、SOA が長くなるにつれて高くなるが、500ms では、再び低下する場合(左端、両端)と、高いままの場合(右端)とがある。3点では、SOA の両端で正答率が高くなり、中間の120ms と150ms で低くなっている。これに対し、表1-2の左条件の場合には、全体的にSOA の短い側で、正答率が高く、長い側では、成績が悪くなっている。

表1-3は各刺激呈示時間300ms の、右条件の結果である。右端では、400ms と700ms で成績が良い。左端では、正答率の高いところはなく、310ms と600ms ではむしろ低すぎる。両端では、320ms を除いて、全体的に正答率が高い。3点では、正答率に不規則な変動が見られる。表1-4は呈示時間300ms の左条件の結果である。右端は全体的に正答率が高い。左端では不規則な変動が見られる。両端ではSOA の短い側で正答率が高く、長い側では低い。同様の傾向が3点でも見られる。

これらの傾向を次のようにまとめられよう。(1)右条件と左条件では傾向に差が存在する。(2)300ms では、100ms よりも不規則な結果を示す。(1)の一つの説明としては、観察者とAM刺激との相対的な位置や方向関係の違いというAM知覚に固有の原因が挙げられよう。また外的な要因として「右」「左」の反応傾向の偏りも無視できない。ただこの結果を反応傾向の偏りで説明しようとする、偏りの程度が刺激条件によって影響されると考えなければならない。従って全く刺激変数と独立した傾向ではなく、その発生機構を探ることは、運動視機構を探ることと関連を持っていると思われる。この機構に関連を持つ要因の一つとして、次のような点が挙げられる。刺激の順序判断には、当然、運動知覚以外の要因も働いている(e.g., Westheimer 等, 1977)。特にここに報告する観察で用いられた実験装置では、刺激の明るさが均一ではなかったので、このことも順序判断の一つの手がかりとなったことが考えられよう。ところで、100ms の3点は、他の2刺激のみを呈示した条件とは傾向が異なっていた。この様な結果を生じた大きな要因として次のようなことが考えられる。SOA が同じ場合でも、3刺激を呈示する方が2刺激を呈示する場合の2倍返し時間を必要とする。従って、眼球運動や注意の変動といった要因が関与してデータの傾向性を乱すのではないか。このことが(2)に挙げられた300ms 呈示条件の不規則性の説明ともなるのではないのだろうか。

さて、このように結果には、無視し得ぬ方向差が見られる。そして順序判断にとって運動の方向が本質的な意味を持つものであるし、方向を持たぬ運動というものは存在しないのであるから、このような方向差の発生機構を研究していくことこそが重要であることは言うまでもない。しかしこの方向に進んで行くには、ここに報告した実験条件と方法では不十分な点が多い。そこで、あえて方向差を無視してみることによって、そのようなデータ分析からどの程度のことが見出せるかをここでは検討してみたい。これによって得られた知見を基礎にしてより高次の分析へと進んで行けないかと考えたわけである。そこで左条件と右条件をまとめた20試行あたりの正

答率を算出した。これによりある程度、上述の左右差が打ち消されることを期待した訳である。その結果を表2と図1に示す。

表2-1. 各刺激の呈示時間100msの条件で、異なるSOAで各種の刺激パターンを呈示し、左右何れの方向の刺激が先に呈示されたかの順序判断を求めた、刺激呈示方向条件の違いを無視した総数20回あたりの正答率を下の表に示す。

右端		左端		両端		3点	
SOA (ms)	正答率 (%)	SOA (ms)	正答率 (%)	SOA (ms)	正答率 (%)	SOA (ms)	正答率 (%)
101	65	101	60	101	70	101	65
110	70	110	65	110	70	110	70
125	75	125	55	125	75	125	60
150	70	150	40	150	70	150	60
200	65	200	60	200	80	200	55
300	45	300	55	300	60	300	45
400	55	400	55	400	55	400	45
500	55	500	25	500	40	500	55

表2-2. 各刺激の呈示時間300msの条件で、異なるSOAで各種の刺激パターンを呈示し、左右何れの方向の刺激が先に呈示されたかの順序判断を求めた。刺激呈示方向条件の違いを無視した総数20回あたりの正答率を下の表に示す。

右端		左端		両端		3点	
SOA (ms)	正答率 (%)	SOA (ms)	正答率 (%)	SOA (ms)	正答率 (%)	SOA (ms)	正答率 (%)
301	65	301	60	301	75	301	80
310	70	310	40	310	80	310	50
325	70	325	60	325	75	325	70
350	70	350	60	350	85	350	65
400	80	400	55	400	80	400	60
500	70	500	75	500	75	500	50
600	60	600	50	600	75	600	60
700	85	700	45	700	75	700	65

表2-1, 図1-1は各刺激呈示時間100msの結果である。右端では110msから150msで正答率が高くなる。左端では正答率が特に高くなることはなく、500msで非常に悪くなる。両端は200msまでは成績が良く、SOAが長い側で悪くなる。この結果は右端での結果に近い。3点は110msで最も正答率が高く、右端の結果に返り。表2-2, 図1-2は各刺激呈示時間300msの結果である。右端では全体的に正答率は高いとみなせよう。左端では、500msで一番高くなるが、他のSOAでは50%近辺でありあまり差がない。両端ではほぼ一様に高い正答率が得られた。3点では301msと325msで正答率が高い。

この結果から次のような点が結論されよう。本実験のように刺激間隔が小さな事態では、運動視の生じる時間的条件がかなり厳しいと思われる。今回用いたような長さのSOAでは、両端条

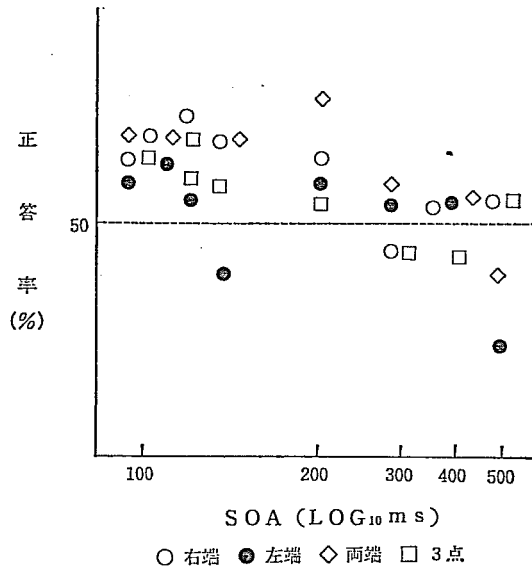


図1-1. 左眼単眼視で、鼻側15', 18', 21'の3点中の幾つかが、左右いずれかの方向に継時呈示されるのを観察させた。右端では18', 21', 左端では15', 18', 両端では15', 21', 3点では3点ともが呈示された。被験者はどちらの方向の点が先に呈示されたかの判断を行った。この図には、左右方向各々10回ずつ計20試行での正答率のSOA に対する変化を示す。刺激呈示時間は100msであった。

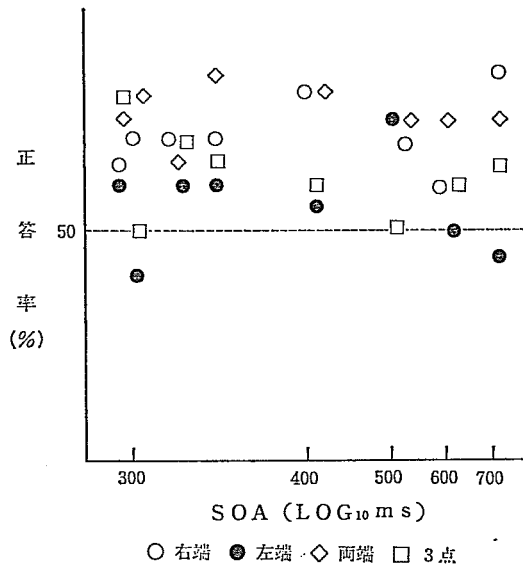


図1-2. 左眼単眼視で、鼻側15', 18', 21'の3点中の幾つかが、左右いずれかの方向に継時呈示されるのを観察させた。右端では18', 21', 左端では15', 18', 両端では15', 21', 3点では3点ともが呈示された。被験者はどちらの方向の点が先に呈示されたかの判断を行った。この図には、左右方向各々10回ずつ計20試行での正答率のSOA に対する変化を示す。刺激呈示時間は300msであった。

件くらいの距離は必要なのではないか。100msの他の条件で高正答率のSOAが限定されているのは、この厳しさをも反映していると思われる。やはり呈示時間をさらに短くしていくことが必要であろう。また運動視の諸側面をとらえていくためには、やはり順序判断だけでは不十分である。刺激の数を増加させて刺激の呈示される範囲を長くすれば、その見えの諸側面についての評価が可能になるのではないかと考えられる。今後はこのような点について、実験装置・方法を改善していきたい。

4. まとめ

多連仮現運動刺激として、光ファイバー繊維を使用して、刺激間距離を0にすることが試みられた。3点の刺激と、100ms, 300msの刺激呈示時間が用いられたが、運動知覚の諸側面におけるAMとRMの関係の研究という目的から考えて、より短い刺激呈示時間の使用と、刺激光点数の増加の必要性が示唆された。

参 考 文 献

- Anstis, S.M. (1973) Apparent movement. In Handbook of Sensory Physiology. Vol. VIII: Perception. Held, R., Reibowitz, H. W. & Teuber, H. L. (Eds). New York. Springer-Verlag. 655—673.
- Biederman-Thorson, M., Thorson, J. & Lange, G. D. (1971) Apparent movement due to closely spaced sequentially flashed dots in the human peripheral field of vision. Vision Research, 11, 889—903.
- Braddick, O. (1974) A short-range process in apparent motion. Vision Research, 14, 519—528.
- 大屋和夫 (1982) 微小仮現運動について. 名古屋大学文学部研究論集, 哲学28, 53—63.
- 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.
- 大屋和夫 (1985) 多連仮現運動刺激の観察(その1). 名古屋大学文学部研究論集, 哲学31, 93—99.
- Petersik, J. T. & Pantle, A. (1979) Factors controlling the competing sensation produced by a bistable stroboscopic motion display. Vision Research, 19, 143—154.
- 鷺見成正 (1987) 運動の連続性と空間的枠組み. 日本心理学会第51回大会発表論文集, 158.
- Westheimer, G. & Mackee, S. P. (1977) Perception of temporal order in adjacent visual stimuli. Vision Research, 20, 431—435.