

平成10年度

修士論文

視覚的注意と知覚体制化の関係に関する研究

A Study on the Relation between Visual Attention and Perceptual Organization

電気通信大学大学院 情報システム学研究科

情報ネットワーク学専攻

前田 和宏

学籍番号 9751028

指導教官

阪口 豊

出澤 正徳

神原 武志

平成11年2月3日提出

視覚的注意と知覚体制化の関係に関する研究

本研究の目的は、「知覚体制化が成立することにより視覚的注意が向けられるのではないか」という問題意識のもとに、知覚体制化の成立が視覚的注意に与える影響を明らかにすることにある。本研究では、「知覚体制化の成立は、不随意的に視覚的注意を誘引する」という仮説のもとに、次のような実験を行った。

知覚体制化の例として、Kanizsa の錯視図形ができるように配置した刺激を作成した。各試行では、はじめにこの刺激を一定時間提示した後、注視点から等距離の位置に4本の線分を提示した。線分のうち1本には手がかり刺激が付加されており、被験者は手がかり刺激で指示された線分の位置と、その方位を判別する。

仮説から、錯視図形の成立する位置に出現する刺激の判別は、他の位置に出現する刺激の判別に比べて、また、錯視図形が成立しない場合に比べて、成績が向上すると予想される。

結果は、正答率は報告すべき線分と錯視図形が同じ位置に出現する条件で最も高く、異なる条件で最も低くなった。

一つの解釈として、以下のことが考えられる。

実験中に被験者は、報告すべき線分を示す手がかり刺激が、どの位置に出現するか予測できないために、周辺視野全体に注意を向けることになる。この時に錯視正方形による知覚体制化が成立していると、錯視正方形の近辺に注意が引き付けられる。

また、錯視図形の提示時間を短縮した結果、位置条件による正答率の相違が見られなくなった。ただし、以上の実験では、どの時点で知覚体制化による注意の誘導が生起し始めるのかは判明していない。知覚体制化生起の時間的推移を計測するために、さらに実験を行なう必要がある。

また、Kanizsa の錯視図形は、知覚体制化の例としてはかなり特殊である。しかし、そのような例であっても、知覚体制化が注意を誘導するという仮説を支持する結果が得られた。他の要因による知覚体制化においても同様の現象が観察されるか調べるのが、今後の課題である。

視覚的注意と知覚体制化の関係に関する研究

A Study on the Relation between Visual Attention and Perceptual Organization

目次

1	はじめに	3
1.1	背景	4
1.2	概要	5
1.3	本論文の構成	5
2	知覚体制化と視覚的注意	6
2.1	知覚体制化	7
2.1.1	知覚体制化の要因	7
2.1.2	錯視正方形	11
2.2	視覚的注意	13
2.2.1	随意的注意と不随意的注意	13
2.2.2	前注意的处理	13
3	知覚体制化が線分方位判別に与える影響の観察	15
3.1	実験の内容	16
3.1.1	目的	16
3.1.2	仮説	16
3.1.3	実験装置	16
3.1.4	線分方位判別タスク	18
3.1.5	観側内容	26
3.2	実験1：知覚体制化が線分方位判別に与える影響	27
3.2.1	被験者	27
3.2.2	方法	27
3.2.3	結果	29
3.2.4	考察	32

3.3	実験2：知覚体制化成立に要する時間	33
3.3.1	被験者	33
3.3.2	方法	33
3.3.3	結果	35
3.3.4	考察	38
3.4	報告すべき線分の位置判別失敗時におけるデータの分析	39
3.4.1	方法	39
3.4.2	実験1の場合	41
3.4.3	考察	43
3.4.4	実験2の場合	44
3.4.5	考察	46
3.4.6	補足事項	47
3.5	全体的考察	48
4	おわりに	49
	謝辞	51
	参考文献	53
	本研究に関する発表	56

第1章

はじめに

1.1 背景

注意とは、同時に存在するいくつかの認知や思考の対象のうちの1つに意識の焦点を合わせることである[1]。しかし、同時に注意を向けることのできる対象の数には限りがある。たとえば、ドットをランダムに配置したものを100 msほど提示してから、被験者に何個の対象があったかを答えさせた場合、対象の数が約7、8個を超えると、正答率が50%を切ることが知られている。

ところが、このとき対象を2、3個ずつグループにまとめて知覚するようにさせると、この数は増大する傾向がある[1]。これは、個々のドットを群化 (perceptual grouping) あるいは、知覚体制化 (perceptual organization) することにより、各群をひとまとまりとして注意を向けることができるようになるためと考えられている。

すなわち、知覚体制化には注意をコントロールする効果があると考えられる。

さて近年、これに対し空間内に一定の距離のある2点に注意を向ける場合、その2点が1つの対象内に含まれているほうが、別々の対象内に含まれている場合よりも早く処理されるといった現象[2]が見出され、注目を浴びている。これはつまり、二つの点をひとつの対象として前注意的レベルにおいて体制化する処理が働いており、この処理が後に続く注意的処理の基礎となる現象で、object oriented attention と呼ばれる

この現象は、注意は「空間内のある位置や領域に対して向けられる」という従来の説と異なり、「一つの物体を単位にして向けることができる」ことを示唆しており、興味深い。しかし、空間的に分布した刺激を一つの物体として捉えるには、その前提として、刺激を一つのまとまりとして体制化する機能が働いているはずである。したがって object oriented attention は、体制化が注意に影響を及ぼす一つの例として考えられるのではないだろうか。

本研究では、「知覚体制化が生起することにより、視覚的注意が向けられるのではないか」という問題意識から、プローブ刺激の判別タスクにおける知覚体制化の成立する範囲内、範囲外での正答率を解析することにより、知覚体制化が視覚的注意に与える影響について、検討するものである。

1.2 概要

本研究では、知覚体制化が線分方位判別に与える影響を調べた。

生起する要因を特定しやすい知覚体制化の例として、Kanizsa の錯視図形ができるように配置した刺激を作成した。各試行では、はじめにこの刺激を提示し、一定の SOA の後、注視点から等距離の位置に 4 本の線分を提示した。線分のうち 1 本には手がかり刺激が付加されており、被験者は手がかり刺激の示す線分の位置と方位を報告する。

その結果、正答率は報告すべき線分と錯視正方形が同じ位置の条件で最も高く、異なる条件で最も低くなった。この結果は、錯視図形による知覚体制化には視覚的注意を引き付ける効果があることを示唆する。

1.3 本論文の構成

第 2 章では、知覚体制化及び視覚的注意、そして本研究で用いた知覚体制化の例について説明する。第 3 章では、知覚体制化の例として用いた Kanizsa の錯視図形が、線分方位判別課題のために向ける視覚的注意に及ぼす影響についての実験と、その結果に対する考察について述べる。

第2章

知覚体制化と視覚的注意

本章では、知覚体制化及び視覚的注意、そして本研究で知覚体制化の例として用いた Kanizsa の錯視図形について説明する。

2.1 知覚体制化

人間は図 2.1 のような図を見た場合、「多数の点の集合」としてではなく、「点線」というひとつのまとまった対象として知覚する傾向がある。これは、注視野の領域に点在する個々の要素が、相互に何らかの形でまとまり、群化し、体制化されて知覚されるという処理が起こるためと考えられている[3]。

ここでは、知覚体制化の要因について例を挙げ、実験で用いた知覚体制化の例を紹介する。

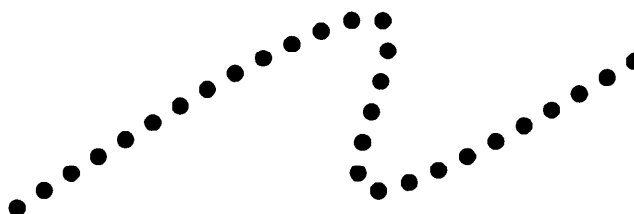


図 2.1 点線

2.1.1 知覚体制化の要因

群化の要因の多くは図形成の要因と共通している。これらは次のようにまとめることができる。[3]

(1) 近接 (図 2.2)

他の条件が一定ならば、空間的、時間的に近接している図がまとまる傾向がある。

図 2.2 では、黒丸が縦方向にまとまっているように見えやすい。

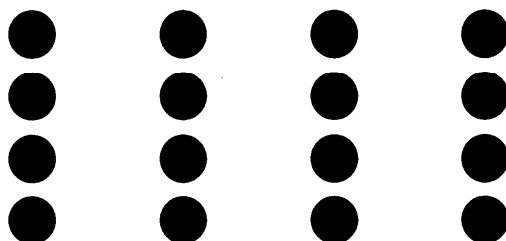


図 2.2 近接

(2) 類同 (図 2.3)

他の条件が一定ならば性質の類似しているものがまとまる傾向がある。

図 2.3 では、●は●で、○は○でまとまっているように見えやすい。

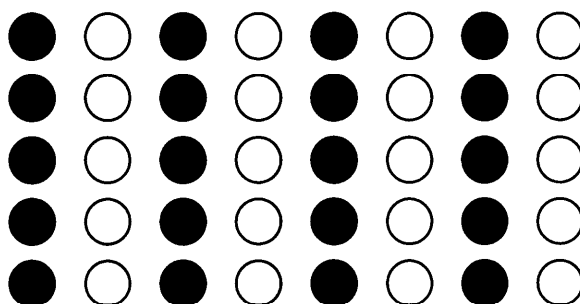


図 2.3 類同

(3) 共通運命

ともに動いたり、ともに変化するのが1つのまとまりをつくる。周囲が動いているときには、ともに止まるものもまとまる傾向がある。

(4) 閉合

たがいに閉じ合う（かこみあう）ものがまとまる傾向がある。

(5) 割り切れ (図 2.4)

中途半端なものがなく、残りが生じないようにまとまる傾向がある。図 2.4 では、近接の要因よりもこの要因によって、2本の広い帯が成立する。

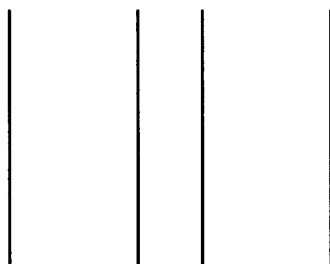


図 2.4 割り切れ

(6) よい連続 (図 2.5)

なめらかにつながるのがまとまる傾向がある。図 2.5 では、A と C, B と D が、それぞれにまとまった一本の線分として成立する。

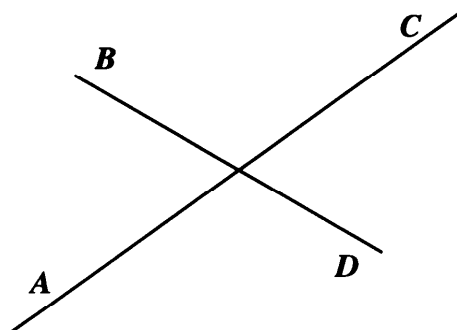


図 2.5 よい連続

(7) よい形

条件の許す限り、単純性、均等性、緊密性、対称性、完結性、閉合性などをもつ形が成立するようにまとまる。

(8) 客観的構え

単独では一義的なまとまりを示さないが、一定のまとまりを生じる継起的な系列のなかでは、そのまとまりを示す。

(9) 経験

あるまとまりをたびたび経験すると、それが後に他のものと一緒にあるときに、まとまって現れる傾向がある。

2.1.2 錯視正方形

本研究では知覚体制化を生起する図として、図 2.6 のような Kanizsa のパックマンによる錯視図形[4],[5]を用いた。

図 2.6 は、図の要素としては、それぞれ異なる方向を向いた4個のパックマンでしかないが、中央にぼんやりと正方形が見える傾向がある。本論文では、この正方形を錯視正方形と称している。

錯視正方形は、4個のパックマンを複数の要素として別々に知覚するのではなく、複数のパックマンによる知覚体制化の成立により、まとまったひとつのオブジェクトとして見ることによって生じるものであると推測される。

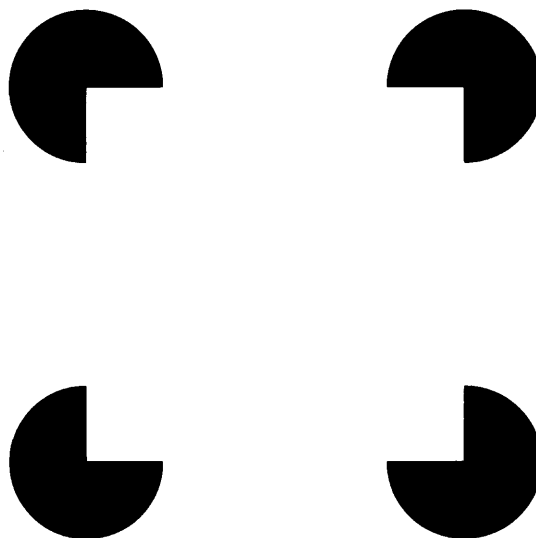


図 2.6 錯視正方形

本研究ではパックマンを並べて 6×6 の行列を作り、そのうちの 2×2 によって Kanizsa の錯視正方形ができるように配置している (3.1.3 参照)。

錯視正方形を用いた理由のひとつに、知覚体制化の要因が複数成立することによる実験条件の混乱を避けることが挙げられる。

たとえば図 2.7 のような場合、ドットが縦方向にまとまり、点線として知覚されるのであれば、近接の要因による知覚体制化が起こることになるが、さらに点線が左右 2 本ずつまとまり、広い幅の帯が成立した場合、割り切れの要因による知覚体制化も起こることになり、実験条件の混乱を招くことになる。

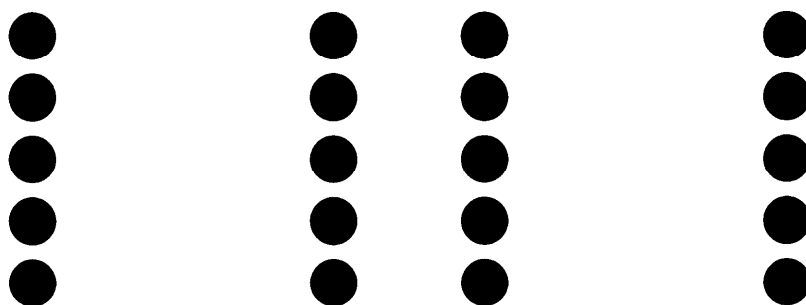


図 2.7 多重要因

2.2 視覚的注意

人間は対象を視覚によって知覚する際に、対象に注意を向ける。視覚的注意とは、対象を注視し、意識の焦点を合わせることである[1]。

本節では、本研究の実験における知覚体制化の成立に関する注意の状態の仮説について述べる。

2.2.1 随意的注意と不随意的注意

何もない空間に突然対象が出現することなどにより、焦点が受動的に誘導される場合の注意を不随意的注意 (involuntary attention) という。

また、その時の目的や動機により、自らの意志で特定の場所を選択的に向けられる場合の注意を随意的注意 (voluntary attention) という[1],[4]。

本研究では、知覚体制化が視覚的注意に与える影響を調査するにあたり、知覚体制化の成立する条件のもとでの二重課題実験を設定している。

この実験は、注意を向ける必要の無い位置にあっても、知覚体制化の成立による不随意的注意は生起するため、指定した刺激の探索及び方位の判別のために向けられている随意的注意は、何らかの影響を受ける、という仮説の是非を調べるために設定した。

2.2.2 前注意的处理

多くの視知覚理論において、注意が空間のどこかの位置に選択的に向く以前、つまり注意のない状態で行われる前注意的处理によって、多様な知覚的初期特性が抽出されていると仮定されている。[6]

何が前注意的な初期特性であるかの研究は、近年数多く行われており[7],[8],[9]、これらの見解によるところでの前注意的处理の重要な特性としては、前注意的处理が視野を体制化することが挙げられる[10],[11],[12]。このため、前注意的处理は、知覚体制化のゲシュタルト法則を生じさせるメカニズムを内包すると考えられてきており、中でも類

同による群化が、最も頻繁に検討されてきた[7],[13],[14]。また、近接、閉合、よい連続による群化も、前注意的に適用されると考えられている[15],[16],[17]。

これらの理論は、視覚的景色は最初に一部が、前注意的にゲシュタルト法則に従って構成要素に分析され、注意は分析処理の結果生じる対象に対して向けられることを示している[18]。

本研究の実験で用いた錯視正方形は、知覚体制化という処理の結果生じる対象であり、知覚の物体依存理論において、前注意的に適用される要因として考えられる。

第3章

知覚体制化が線分方位判別に与える影響

この章では、知覚体制化が視覚的注意に与える影響を調査するための、二重課題実験及びその結果について述べる。

3.1 実験の内容

3.1.1 目的

この実験の目的は、第一課題として、指定した刺激の探索と方位の判別を設定し、この課題に占有される視覚的注意が、知覚体制化の生起により、どのような影響を受けるかを調査することにある。

3.1.2 仮説

知覚体制化の成立により、課題を回答するために広範囲に向けられている注意が、錯視正方形の近辺に引き付けられる。

その結果、錯視正方形の成立する位置に出現する刺激の判別は、他の位置に出現する刺激の判別に比べて、また、正方形がまったく出現しない場合に比べて、成績が向上する。

3.1.3 実験装置

実験に用いた装置について以下に示す。装置は、すべて暗室内に設置した。

視覚刺激の生成および提示

ハードウェア：IBM PC/AT 互換パーソナルコンピュータを使用。

ソフトウェア：Super VGA の Library を使用し、C 言語で記述。

ディスプレイ：SONY 社製 17 インチカラーディスプレイ。

640 pixel×480 pixel のスクリーンを使用。

視覚刺激の色は、色彩による視覚的特性の相違を押さえるために、256 階調グレースケールから選択した。実験中におけるスクリーンの背景色は、輝度 7.3 cd/m^2 。

被験者の顔を顎台に固定した。目からディスプレイまでの距離は 65cm。

表示部以外に注意が逸れないように、ディスプレイの前に暗幕の衝立てを設置した。

入力装置として、IBM PC/AT 互換パーソナルコンピュータ付属のキーボードを使用。

実験装置の外観を図 3.1.1 に示す。

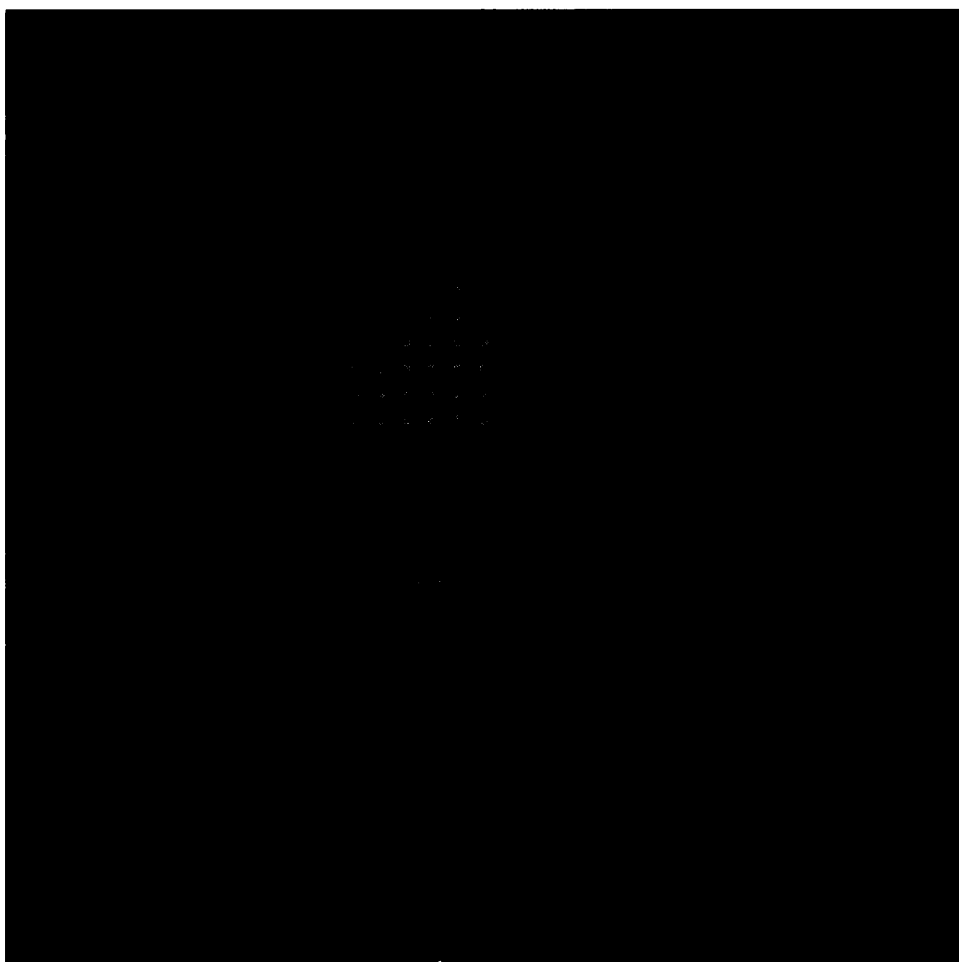


図 3.1.1 実験装置

3.1.4 線分方位判別タスク

ここでは、知覚体制化が線分方位判別に与える影響を調べる試行の内容について述べる。実験では、知覚体制化の例として、Kanizsa のパックマンによる錯視正方形を用いている (2.2.2 参照)。

実験の手順の詳細は以下の通りである。一連の試行の流れについては、次節以降の実験の方法において示す。

A) 注視点の提示

始めに注視点として、ディスプレイ中央に+を提示した。被験者には、試行中はこの+を注視し続けるように指示した。

+における線は、縦、横とも $1.0\text{ mm} \times 6.2\text{ mm}$ 、視角 $0.3^\circ \times 2.0^\circ$ 、輝度 0 cd/m^2 に設定した。

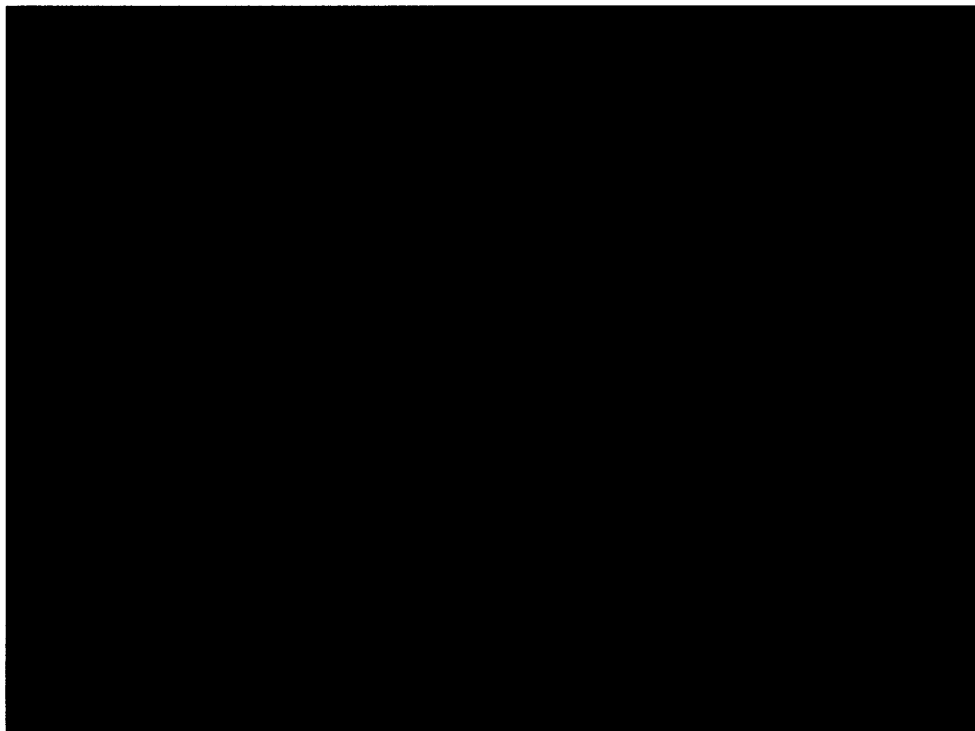


図 3.1.2 注視点の提示

B) 円形パッチの提示

次にパッチとして、マトリクス状に 6×6 の円形を提示した。円形の半径は、いずれも 6.7 mm ，視角 2.2° で，輝度 10.5 cd/m^2 に設定した。

このうち，中央 4×4 のパッチが，視野角 5° ($114 \text{ mm} \times 114 \text{ mm}$)の範囲に入るように設定した。このため，線分方位判別及び知覚体制化の成立に必要な領域は，周辺視で見ることが出来る (図 3.1.3)。



図 3.1.3 円形パッチの提示

C) パックマンの提示

次に 6×6 の円形パッチを、すべてパックマンにした。半径及び色は円形パッチと同じであり、90度の扇形に欠ける領域は、斜め4方向のうちランダムである。

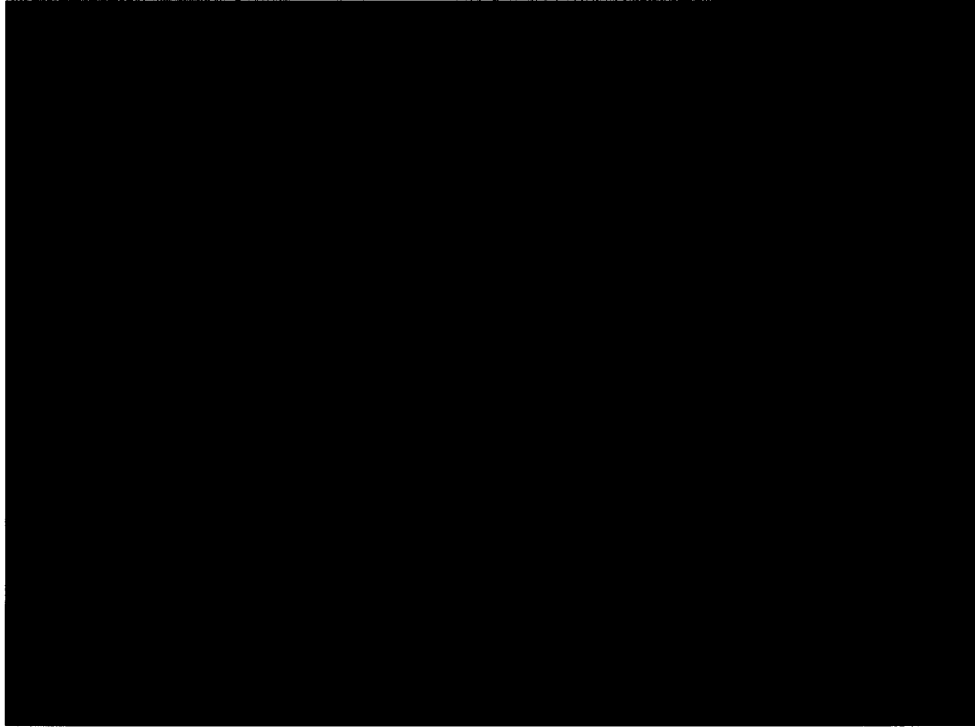


図 3.1.4 パックマンの提示

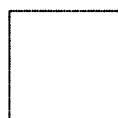
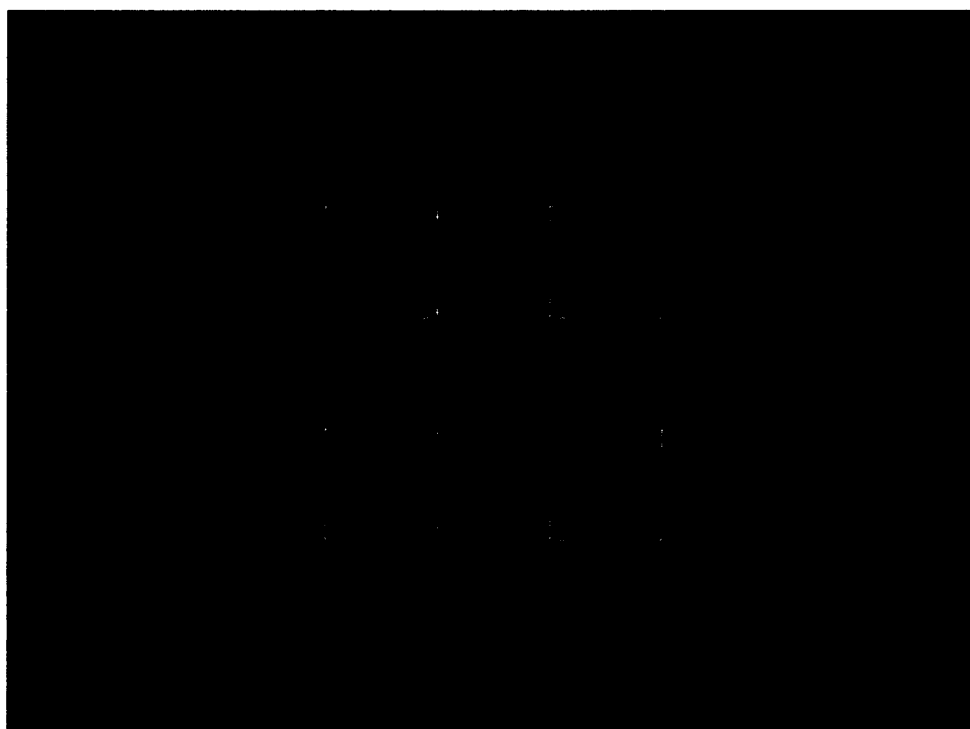
このとき、中央の 4×4 のパックマンにおいて、斜め4方向のうちのひとつに、 2×2 のパックマンによる錯視正方形が成立する場合（図 3.1.5）と、いずれにも錯視正方形が成立しないという五つのパターンのうち、ランダムに1パターンが出る。

パックマン間はすべて等距離であるため、近接及び割り切れの要因は無視できる。またパックマンは行、列ともに全て同方向を向いていることはないので、類同の要因も無視できる。

このように錯視正方形は、他の知覚体制化の要因が成立するための自由度が小さく、本研究での知覚体制化の例として適していると言える。

周辺視野を向けることができるのは、中央の 4×4 のパックマンの領域のみであるのにもかかわらず、パックマンを一回り増やし、 6×6 のマトリクス状に並べている。

これは中央の 4×4 のパックマンだけでは、被験者が錯視正方形の存在を強く意識してしまう可能性が高くなる。このため、パックマンの数を増やすことによって、錯視正方形の存在感を低くしている。



錯視正方形
出現位置

図 3.1.5 錯視正方形の成立する位置

錯視正方形を斜め4方向のうちのひとつに提示する理由としては、注視点に対して上下左右の方向における視野特性（一般に、左より右、上より下のほうが知覚されやすい）による条件の偏向を軽減することにある。

D) キューと線分の提示

次に、注視点から等距離の斜め4方向に縦または横の線分と、報告すべき線分を示すための手がかり刺激（キュー）として、ドットを線分の中心に提示した（図3.1.6）。

線分を斜め4方向すべてに提示するのは、刺激提示による注視の位置的な偏向を避け、4方向に均等に意識が向くようにするためである。

この4本の線分が全て同一方位を向いている場合、類同による知覚体制化が成立してしまうので、少なくともひとつは他の線分とは異なる方位をとるように設定している。

線分はいずれも $1.5\text{ mm} \times 9.3\text{ mm}$ 、視角 $0.5^\circ \times 3.1^\circ$ で提示した。キューは被験者ごとの特性により、半径 1.5 mm （視角 0.5° ）または 2.1 mm （視角 0.7° ）のいずれかで提示するように設定した（図3.1.6では 2.1 mm ）。色は線分、キューのいずれも輝度 8.5 cd/m^2 に設定した。

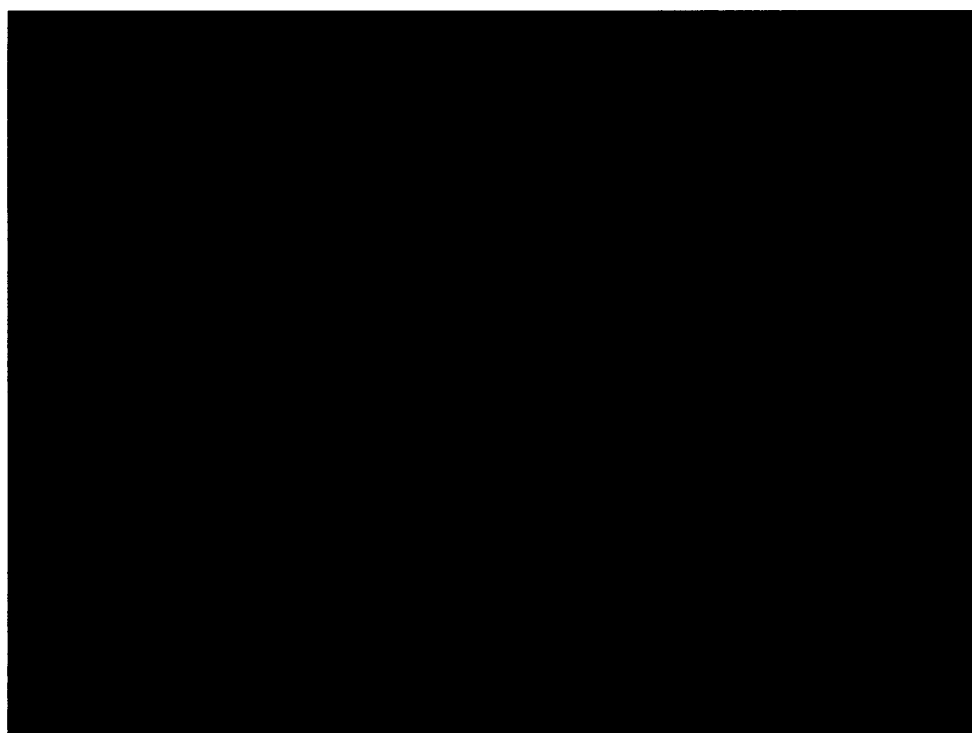


図3.1.6 キューと線分の提示

ここで被験者に、キューの提示された位置における線分の方位を判別させる。縦であると判別した場合にはテンキーの「4」、横であると判別した場合にはテンキーの「5」を押すように指示した。

余計な思索による影響を避けるために、線分提示から回答までの反応時間が 1500 msec 以上かかった場合には、そのデータを破棄して、ランダムな試行数後に新たに同条件のデータを採るように設定した。

E) マスクの提示, パックマンの円形パッチ化

次に、4 方向の線分に、田の字型のマスクを掛けた。

マスクはいずれも 1.5 mm×9.3 mm, 視角 $0.5^{\circ} \times 3.1^{\circ}$ の線分の組み合わせで構成され、色はプローブやキューと同じく、輝度 8.5 cd/m^2 に設定した。

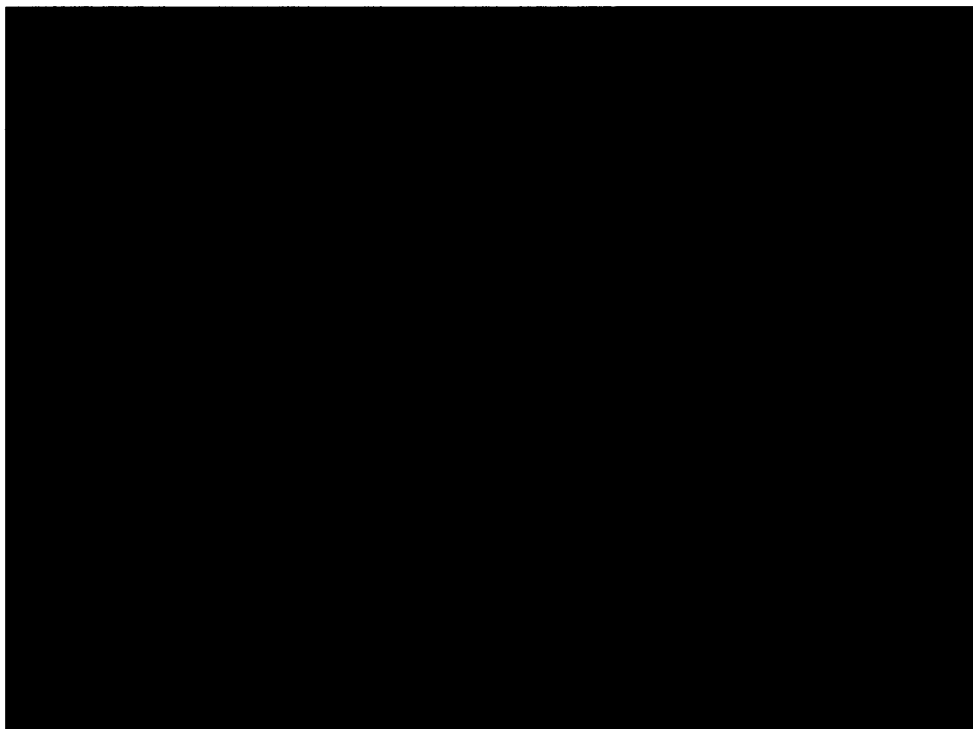


図 3.1.7 マスクの提示, パックマンの円形パッチ化

なお、パックマンをパッチに戻すタイミングは、実験によって異なる (3.2.1, 3.3.1 参照).

F) マスクの消去

次にマスクを消して、パッチと注視点の+だけを提示した.

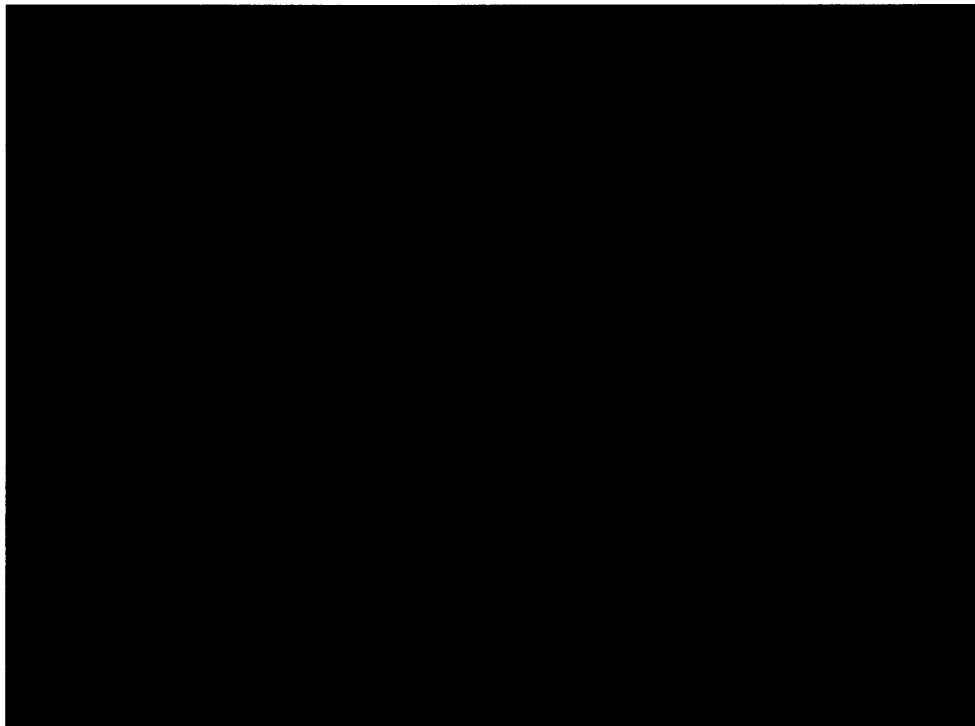


図 3.1.8 マスクの消去

この後、被験者が線分の方角判別のキーを押した後に、パッチと注視点の+を消し、背景のみを一定時間提示した.

G) キューの提示位置回答のメッセージ

背景のみを一定時間提示した後、図のようなメッセージを提示して、キューが斜め4方向のうち、いずれに提示されていたかを回答させた。

被験者に対し、テンキーの「1, 3, 7, 9」のうち、左下に出た場合には「1」、右下に出た場合には「3」、左上に出た場合には「7」、右上に出た場合には「9」を押すように指示した。

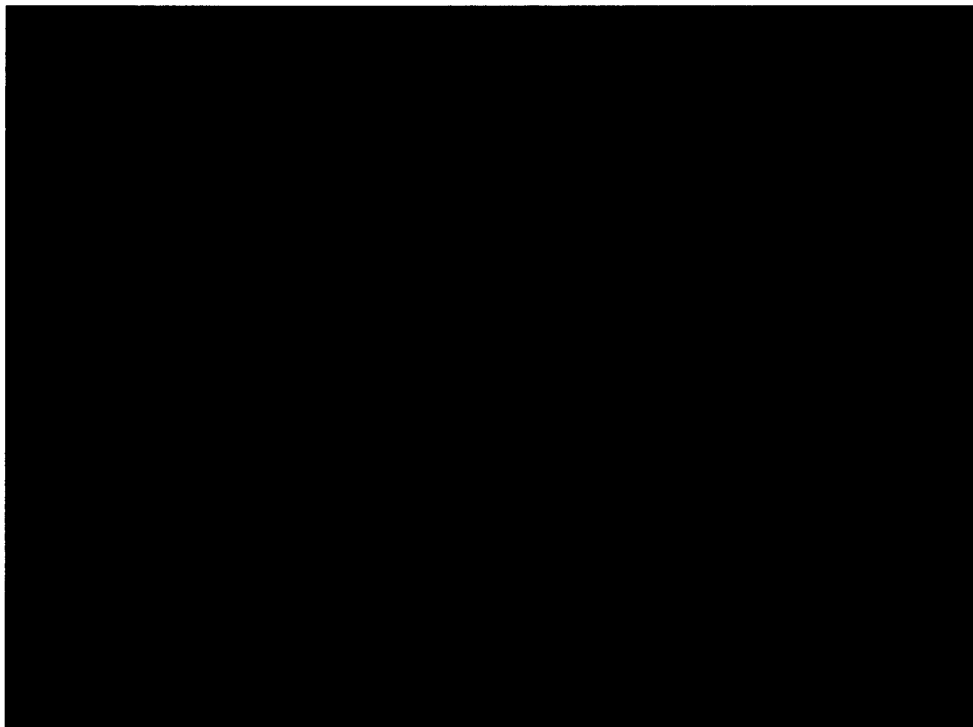


図 3.1.9 キューの提示位置回答のメッセージ

キューの提示位置を回答すると、次の試行が継続される。

3.1.5 観側内容

実験では、報告すべき線分の位置と、その位置での線分方位の判別における正答率を観測している。

本論文の中では、報告すべき線分と錯視正方形の成立する位置が同じ場合を”same”の条件、報告すべき線分と錯視正方形の成立する位置が異なる場合を”other”の条件、錯視正方形が成立しない場合を”none”の条件と表現する（図 3.1.10）。

”same” , ”none” , ”other”の各条件の試行数は、ブロック単位で一律であり、その出現順序はランダムである。また、錯視正方形と報告すべき線分の提示位置関係の順序は、全試行中にすべて等しい回数出現する。

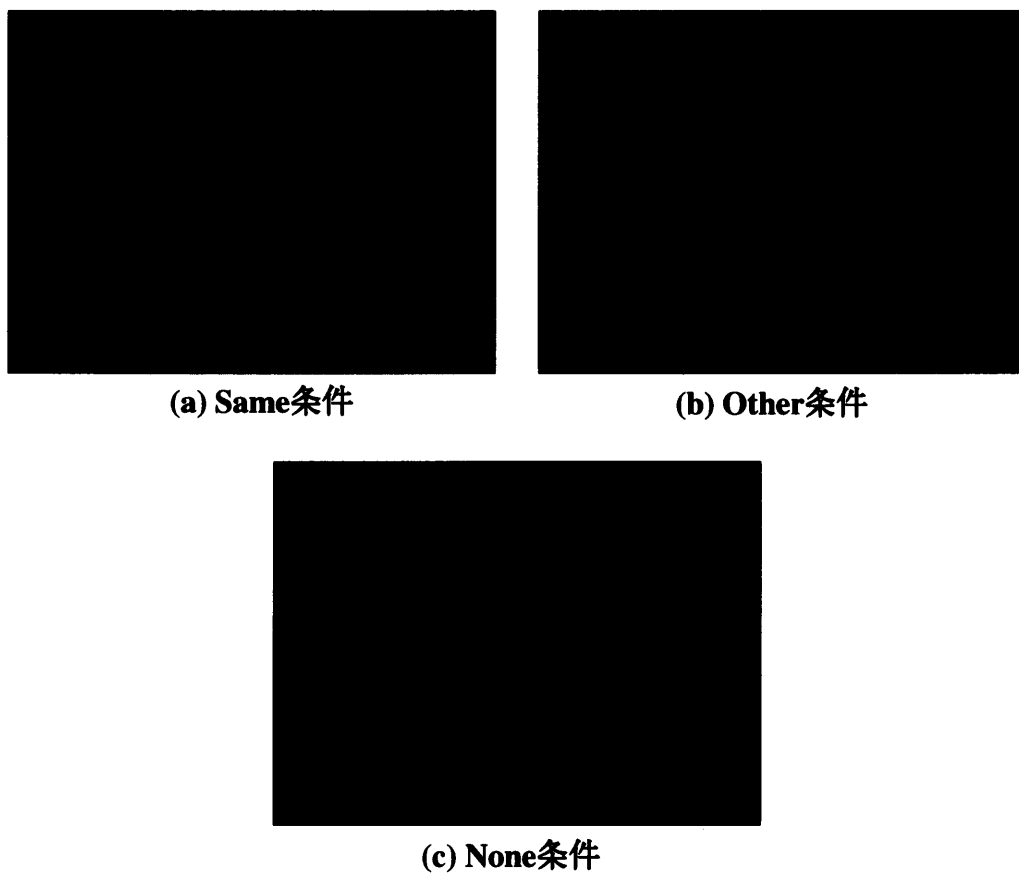


図 3.1.10 錯視正方形と報告すべき線分の位置条件

3.2 実験1：知覚体制化が線分方位判別に与える影響

この実験では、知覚体制化の例としての錯視正方形が、前節で説明した線分方位判別にどのような影響を与えるかを観察した。

3.2.1 被験者

電気通信大学の修士課程に所属する学生7名。

3.2.2 方法

この実験では、図 3.2.1 のような試行を行う（詳細は 3.1.4 に準拠）。誘導刺激の提示時間は 100, 200, 300, 400, 500msec のうちランダムに設定されたものに、線分及びキューの提示時間を加えたものである。

また、パックマンはマスクの提示と共に円形パッチに戻る。

はじめに、予備実験として各被験者ごとの特性を調べた。図 3.2.1 の試行を 36 試行×10 ブロック行った。その中で 1 ブロックごとに平均の正答率を求め、チャンスレベル付近（50～60%）に落ち着くまで線分の提示時間を増減させる。

本試行では、上記の試行で得られたチャンスレベル付近（50～60%）の線分の提示時間のうち、最長の時間よりも 1 フレーム（17 msec）長い提示時間を各被験者ごとの特性値として用い、図 3.2.1 の試行を 36 試行×11 ブロック行った。なお、最初の 1 ブロックは練習試行としており、データは破棄している。

なお、報告すべき線分と錯視正方形との提示位置関係の各条件の試行数は、1 ブロックあたり 12 試行ずつであり、ランダムに出現する。

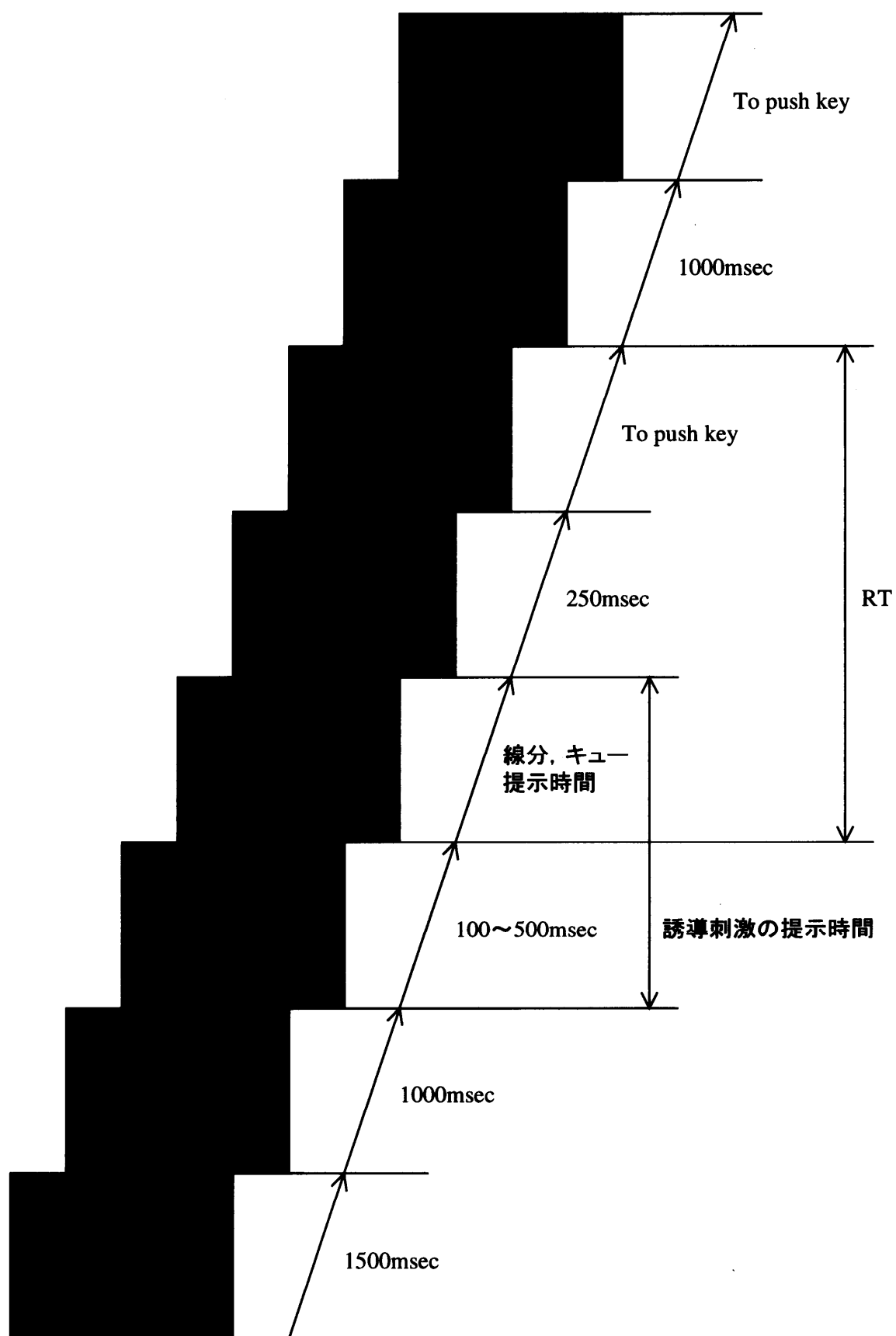


図 3.2.1 実験1の流れ

3.2.3 結果

表 3.2.1 は、被験者全員の各条件における結果の平均値である。

表3.2.1 全被験者の各条件における正答率と反応時間

name	none (%)	RT(msec)	same (%)	RT(msec)	other (%)	RT(msec)
KM	60	793	82.5	695	53.3	737
KS	72.5	875	85.8	864	60.8	883
KY	50.8	839	66.7	804	50.8	834
MS	69.2	748	70	722	70	755
SE	59.2	766	65.8	730	55	744
YA	66.7	763	77.5	795	53.3	799
YN	71.7	936	67.5	915	66.7	926
ALL	64.3	817	73.7	789	58.6	811

none : 錯視正方形が成立しない場合

same : 報告すべき線分が錯視正方形の位置に出現した場合

other : 報告すべき線分が錯視正方形の位置とは異なる位置に出現した場合

反応時間に関しては、余計な思索やまばたきなどによる不確定要素が多いにもかかわらず、有意に差が出ていないので、分析は行っていない。

図 3.2.2 に、全被験者の各条件における正答率の平均値を示す。

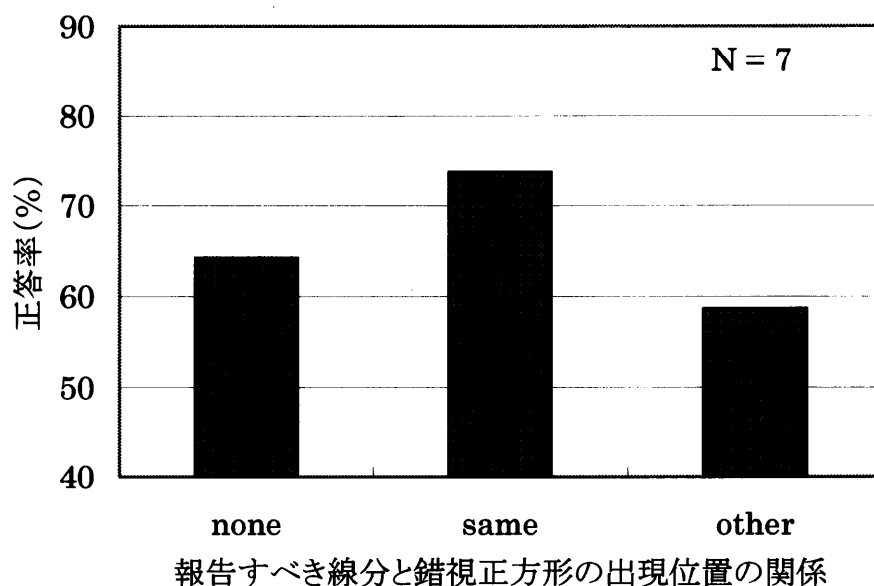


図3.2.2 全被験者の各条件における正答率の平均値

表 3.2.1 及び図 3.2.2 における全員の正答率の平均値を見ると, **same** 条件 (73.7%) > **none** 条件 (64.3%) > **other** 条件 (58.6%) となっており, **same** 条件, つまり錯視正方形の成立する位置の線分を判別する場合は, 最も正答率が高いことが分かる.

この結果を分散分析したところ, 3つの条件の正答率の間に有意な差が見られた.

$$F(2,12) = 9.88, p < 0.01$$

また, **same** 条件の正答率と **other** 条件の正答率との間に有意な差が見られた.

$$F(1,6) = 11.59, p < 0.05$$

same 条件の正答率と **none** 条件の正答率との間には有意な差があると思われるが, 計算機上の都合により F 値, P 値は計算できなかった.

また, **none** 条件の正答率と **other** 条件の正答率との間でも有意な差が見られた.

$$F(1,6) = 6.43, p < 0.05$$

表 3.2.2 及び図 3.2.3 は、誘導刺激の提示時間による正答率の変化を示している。

この結果を見ると、誘導刺激の提示時間にかかわらず、same 条件における正答率が other 条件よりも高いことがわかる。

それに対し、誘導刺激の提示時間ごとの正答率の間には、有意な差は見られなかった。

$$F(4,24) = 1.42 \quad \text{n.s.}$$

表3.2.2 誘導刺激の提示時間と正答率の関係（全被験者）

MT(msec)	none (%)	same (%)	other (%)
100	57.7	76.8	59.5
200	70.2	67.9	54.8
300	64.3	79.2	56
400	61.9	72	57.7
500	67.3	72.6	64.9

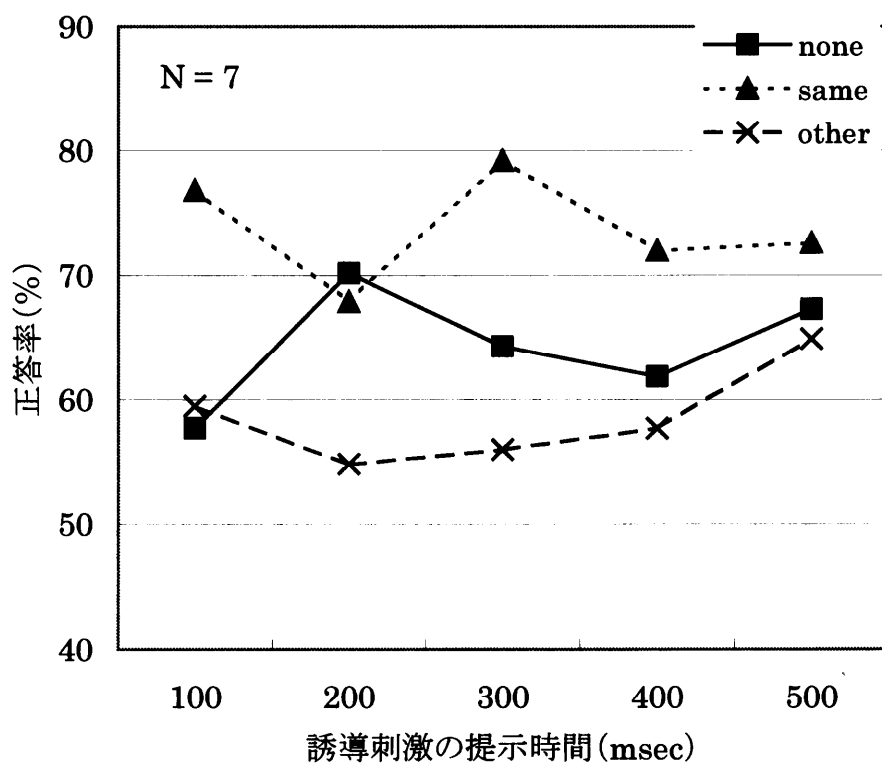


図3.2.3 誘導刺激の提示時間と正答率の関係（全被験者）

3.2.4 考察

実験1の結果から、錯視正方形の成立が、線分の探索及び方位判別課題に何らかの影響を与えていることが分かる。では、何がどのように影響しているのだろうか。

線分の探索及び方位判別課題において、線分が提示される以前に予めその近辺の位置に注意が向けられていれば、注意が周辺視野全域に分散している場合や、線分が提示される位置から離れた領域に向いている場合よりも、高い正答率を得ることができると推測される。

same 条件では、報告すべき線分が提示される以前に、その位置において錯視正方形が成立している。same 条件の正答率が、線分の提示以前に知覚体制化が成立しない none 条件よりも高いことから、周辺視野全域に分散していた注意が、錯視正方形の成立する位置の近辺に引き寄せられ、報告すべき線分の位置に予め向けられると考えられる。

other 条件の場合は、報告すべき線分の提示される以外の位置で錯視正方形が成立する。この場合、錯視正方形の成立する位置に注意が引き寄せられているため、別の位置に提示された報告すべき線分についての正答率は、same 条件や none 条件よりも低下すると考えられる。

同じ要素が点在する図の中で、ある要素が他と異なり目立つ場合には、それが背景から飛び出して来るように見え、ただちに検出できる[4]。これはポップアウトと呼ばれている。

被験者は、ほぼ錯視正方形のポップアウトを意識してはいない。このことから、ポップアウトしないような図であっても、注意の誘導因子になる場合があると考えられる。

報告すべき線分と錯視正方形との位置条件による正答率の差があるにもかかわらず、パックマンの提示時間の相違による変動が少ないことから、知覚体制化の成立による注意の誘導は、少なくとも 500 msec 程度は継続すると思われる。

3.3 実験2：知覚体制化成立に要する時間

実験1では、知覚体制化の例としての錯視正方形が線分方位判別にどのような影響を与えるかを観察した。その結果から、錯視正方形の成立により、線分方位判別に向けられるはずの注意が誘導されると考察した。

本節の実験では、実験1よりも錯視正方形の提示時間を短縮し、知覚体制化の成立に要する時間を調査することを目的としている。

3.3.1 被験者

電気通信大学の修士課程に所属する学生6名。

3.3.2 方法

この実験では、図3.3.1のような試行を行う（詳細は3.1.4に準拠）。誘導刺激の提示時間は50msec, 100msec, 150msecのうちランダムに設定される。

またパックマンは、線分及びキューの提示と共に円形パッチに戻る。

前節の実験と同様に、はじめに予備実験として各被験者ごとの特性を調べた。図3.3.1のような試行を36試行×10ブロック行った。1ブロックごとに正答率の平均値を求め、チャンスレベル付近（50～60%）に落ち着くまで線分の提示時間を増減させる。

本実験でも、実験1と同様に、上記の試行で得られたチャンスレベル付近（50～60%）の線分の提示時間のうち、最長の時間よりも1フレーム（17 msec）長い提示時間を各被験者ごとの特性値として用い、図3.3.1の試行を36試行×11ブロック行った。なお、最初の1ブロックを練習試行としており、データは破棄している。

なお、報告すべき線分と錯視正方形との提示位置関係の各条件の試行数は、1ブロックあたり12試行ずつであり、ランダムに出現する。

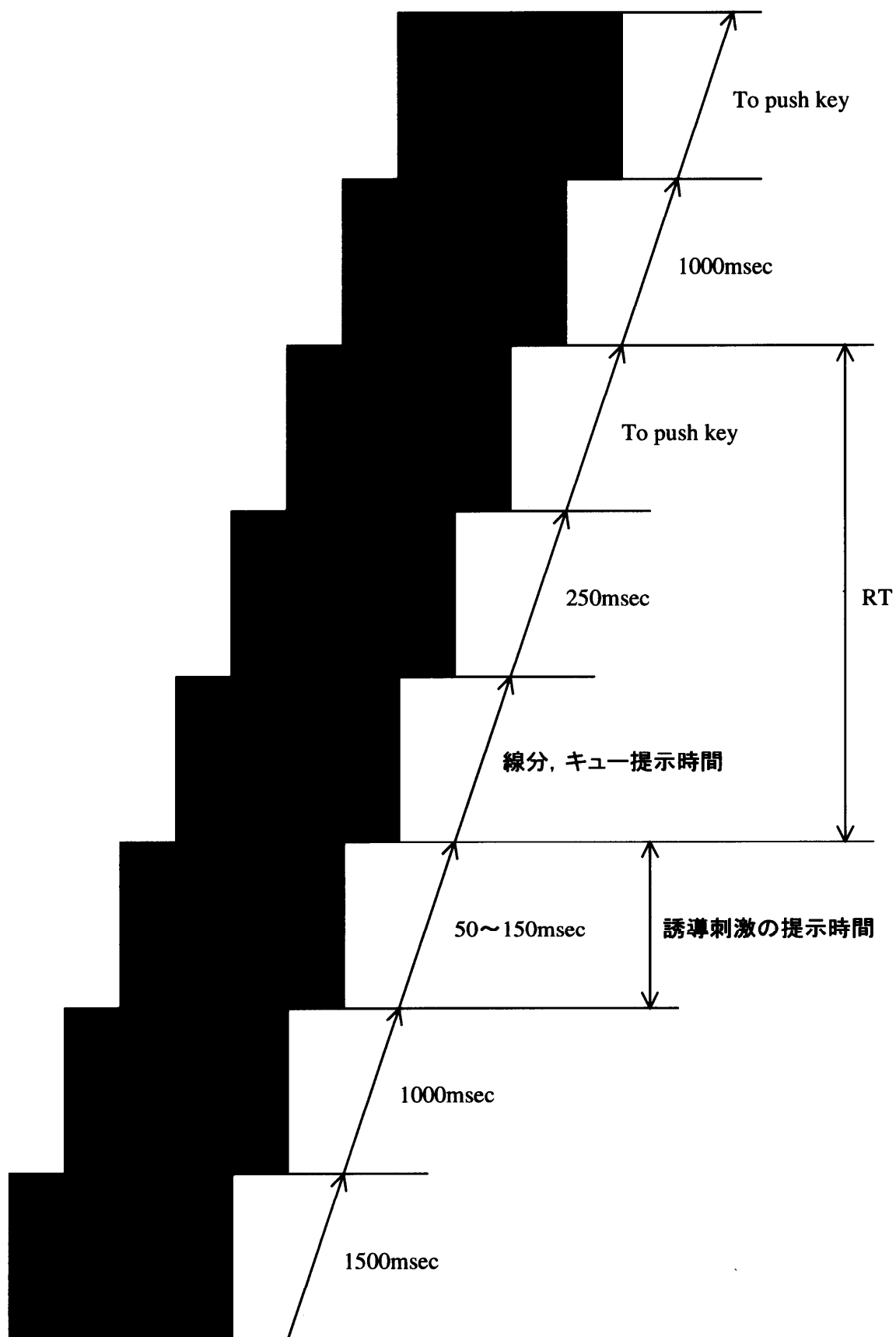


図 3.3.1 実験 2 の流れ

3.3.3 結果

表 3.3.1 は、被験者全員の各条件における結果の平均値である。図 3.2.2 では、全被験者の各条件における正答率の平均値を示している。

表3.3.1 全被験者の各条件における正答率と反応時間

name	none (%)	RT(msec)	same (%)	RT(msec)	other (%)	RT(msec)
KM	74.2	731	88.3	676	70.8	722
KY	74.2	720	71.7	688	70.8	717
MS	70	867	70	827	70.8	839
SE	69.2	631	67.5	608	68.3	617
YA	60.8	762	73.3	770	68.3	779
YN	82.5	595	73.3	598	73.3	605
ALL	71.8	718	74	695	70.4	713

none : 錯視正方形が成立しない場合

same : 報告すべき線分が錯視正方形の位置に出現した場合

other : 報告すべき線分が錯視正方形の位置とは異なる位置に出現した場合

なお実験1と同じく、反応時間に関しては、余計な思索やまばたきなどによる不確定要素が多いにもかかわらず、有意に差が出ていないので、分析は行っていない。

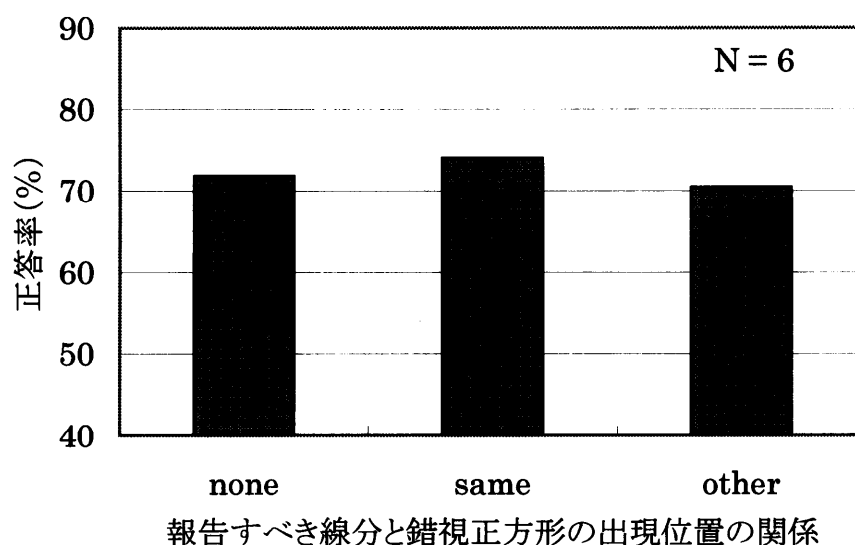


図3.3.2 全被験者の各条件における正答率の平均値

これを見ると, same 条件 (74%) $\div$ none 条件 (71.8%) $\div$ other 条件 (70.4%) となっており, どの条件でもほぼ正答率が一定になっている.

この結果を分散分析したところ, 3つの位置条件間の正答率に, 有意な差は見られなかった.

$F(2,10) = 0.87$, n.s.

same 条件の正答率と other 条件の正答率との間に有意な差は見られなかった.

$F(1,5) = 1.87$, n.s.

same 条件の正答率と none 条件の正答率との間にも有意な差は見られなかった.

$F(1,5) = 0.46$, n.s.

none 条件の正答率と other 条件の正答率の間でも有意な差は見られなかった.

$F(1,5) = 0.38$, n.s.

表 3.3.2 及び図 3.3.3 は、誘導刺激の提示時間による正答率の変化を示している。

表3.3.2 誘導刺激の提示時間と正答率の関係（全被験者）

MT(msec)	none (%)	same (%)	other (%)
50	72.1	74.6	67.5
100	73.3	69.6	73.8
150	70	77.9	70

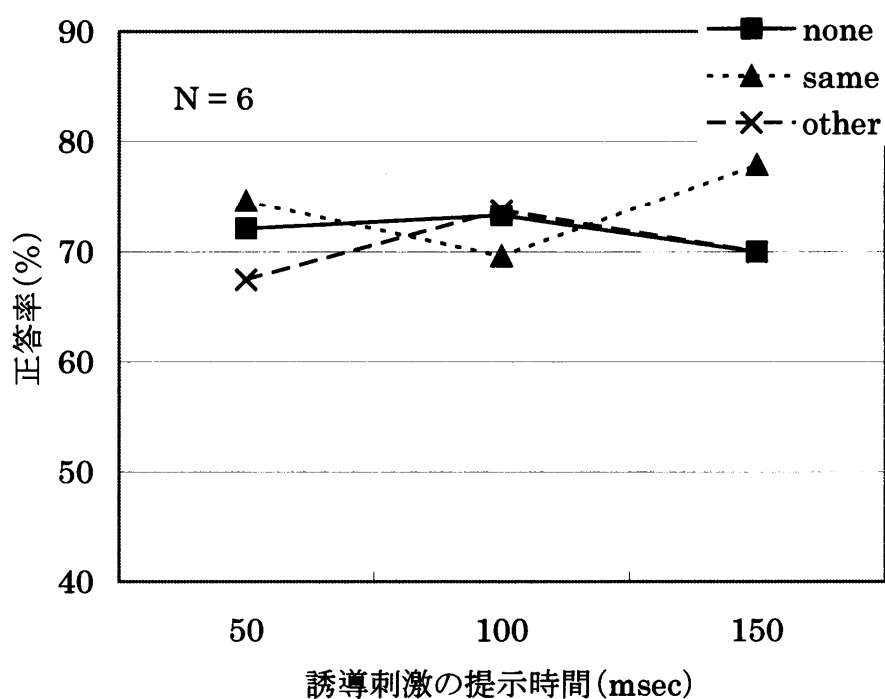


図3.3.3 誘導刺激の提示時間と正答率の関係（全被験者）

この結果を見ると、誘導刺激の提示時間にかかわらず、どの条件における正答率もほぼ一定である。

また、誘導刺激の提示時間ごとの正答率の間にも、有意な差は見られなかった。

$F(2,10) = 0.62$ n.s.

3.3.4 考察

結果から、各条件ごとの正答率の相違は少なく、誘導刺激の提示時間による影響は小さいと言える。

誘導刺激の提示時間を短縮すると、錯視正方形として知覚体制化が成立する前、もしくは知覚体制化が注意を引きつける前に誘導刺激の提示が終了することになり、このために、各条件間の正答率の相違は見られなくなると考察される。

結果から、知覚体制化による注意の引き付けは、誘導刺激の提示から 150 msec 以降に生起し始められると思われる。

この実験では、いずれの誘導刺激の提示時間においても、各位置関係の条件の正答率に差が見られないため、どのような処理過程で知覚体制化の生起及び注意の引き付けが行われているかを調べることはできなかった。

なお、被験者によっては、誘導刺激の提示時間が 150 msec 以下であっても、知覚体制化による注意の引き付けが行われている場合もあった。

実験1では 100 msec でも差が出ているが、これは誘導刺激が 100 msec 提示された後も、マスクがかかるまで提示され続けたためである。線分、手がかり刺激の提示時間は、被験者によって異なるが、だいたい 100~250 msec である。つまり一番早い場合で、誘導刺激提示から 200 msec 後には、錯視正方形により注意が誘引されていることになる。

3.4 報告すべき線分の位置判別失敗時におけるデータの分析

この節では、前節までの2つの実験で得られたデータから、報告すべき線分の位置判別を失敗した場合に、錯視正方形がどのような影響を与えているかを分析した結果について述べる。

3.4.1 方法

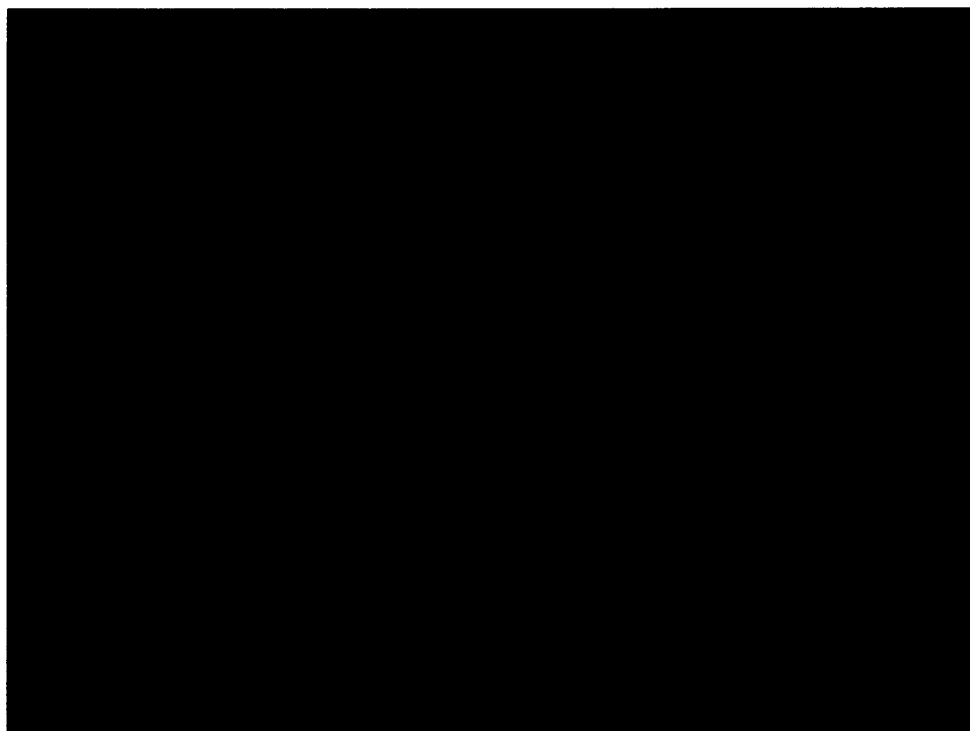
前節までの実験の結果の詳細から、other の条件、つまり、錯視正方形の成立する位置と報告すべき線分の提示される位置とが異なる場合において、錯視正方形の成立する位置の線分を回答した試行数と、報告すべき線分及び錯視正方形が提示された以外の位置の線分を回答した試行数を比較した。

また、錯視正方形の成立する位置と報告すべき線分の提示される位置とにおいて、提示される線分の方位の異同による影響があるかを調べた。

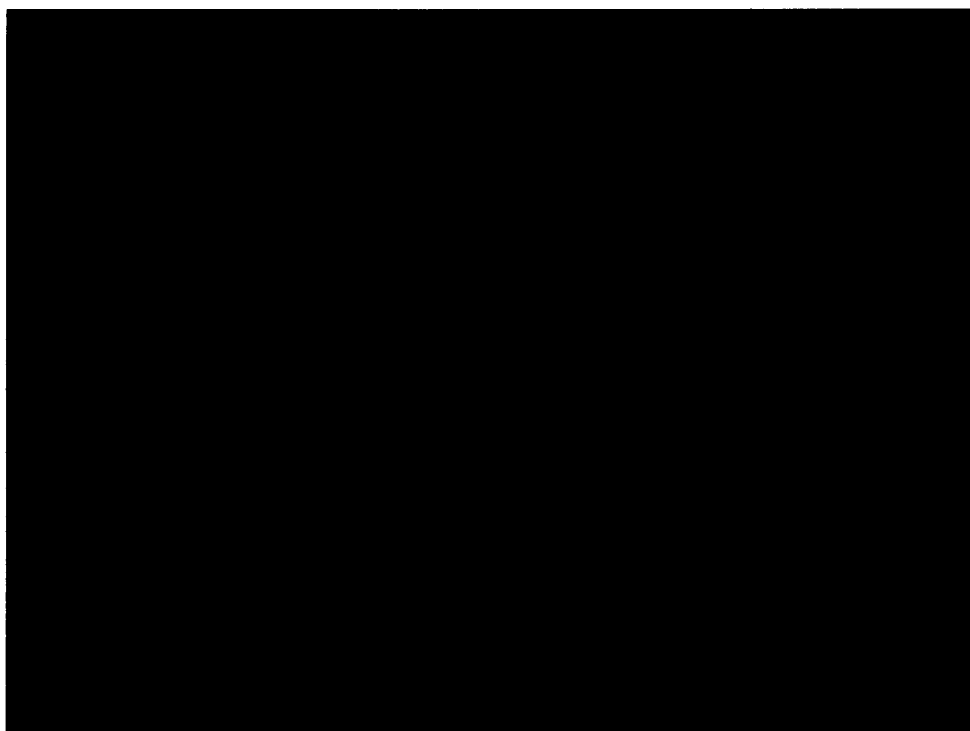
図 3.4.1 に、線分の方位の異同例を挙げる。図 3.4.1 では、中心 4×4 のパックマンのうち、左下 2×2 に錯視正方形が成立し、右下 2×2 の領域内に報告すべき線分が提示されている。

(a) の場合は、錯視正方形の領域内の線分も、報告すべき線分も同方向に提示されている。本論文では、この二つの線分の状態を“equal”の状態と称する。

(b) の場合は、錯視正方形の領域内の線分は横方向、報告すべき線分は縦方向に提示されている。本論文では、この二つの線分の状態を“anti”の状態と称する。



(a) equal



(b) anti

図 3.4.1 other 条件における錯視正方形の成立位置に提示される線分と
報告すべき線分の方位の異同例

3.4.2 実験1の場合

実験1の結果の詳細を表3.4.1に示す。

表 3.4.1 報告すべき線分と錯視正方形の位置関係条件ごとの回答別総数
(実験1：被験者7名全員の合計)

	line	trial	CueCor	CueFal	OthCor	OthFal	PacCor	PacFal
none		840	540	45	225	30		
same		840	619	39	165	17		
other	equal	414	238	12	74	7	75	8
	anti	426	254	27	77	11	49	8
	all	840	492	39	151	18	124	16
all		2520	1651	123	541	65	124	16

- CueCor：報告すべき線分が提示された位置を回答し，線分方位を正答した試行
- CueFal：報告すべき線分が提示された位置を回答し，線分方位を誤答した試行
- OthCor：報告すべき線分及び錯視正方形が提示された以外の位置を回答し，その位置に提示された線分の方位を正答した試行
- OthFal：報告すべき線分及び錯視正方形が提示された以外の位置を回答し，その位置に提示された線分の方位を誤答した試行
- PacCor：錯視正方形が提示された位置を回答し，その位置に提示された線分の方位を正答した試行
- PacFal：錯視正方形が提示された位置を回答し，その位置に提示された線分の方位を誤答した試行

次に、表 3.4.1 のうち、other 条件において報告すべき線分の提示位置を誤答した場合の試行数とその比率を、表 3.4.2 に示す。

表 3.4.2 other 条件において報告すべき線分の提示位置を誤答した場合の
試行数と比率 (実験 1 : 被験者 7 名全員)

	line	trial (%)	OthAll		PacAll	
			trial	%	trial	%
other	equal	53.1	81	49.4	83	50.6
	anti	46.9	88	60.7	57	39.3
	all		169	54.7	140	45.3

- OthAll : 報告すべき線分及び錯視正方形が提示された以外の位置を回答した場合
- PacAll : 錯視正方形が提示された位置を回答した場合

3.4.3 考察

● OthAll と PacAll の比較

OthAll とは、4ヶ所に提示された線分のうち、報告すべき線分及び錯視正方形が提示された以外の2ヶ所の、どちらか一方を回答した場合ということである。

知覚体制化による影響がないと仮定するならば、other 条件における OthAll の試行数は、4ヶ所のうち1ヶ所のみにはしか提示されない PacAll の試行数に比べて約2倍、比率で言えば、

$$\text{OthAll の試行数} : \text{PacAll の試行数} \approx 2 : 1$$

となるはずである。しかし、表 3.4.2 においてその比率は、

$$\text{OthAll の試行数} : \text{PacAll の試行数} \approx 1 : 1$$

となっている。

これは、報告すべき線分の位置判別を失敗した場合には、錯視正方形の成立による視覚的注意の誘導により、錯視正方形の提示位置を回答する確率が、注意の誘導の無い他の二つの線分提示位置を回答する確率よりも高くなるためであると推測される。

この結果は、本研究の仮説及び実験1の考察の正当性を示唆するものである。

● equal と anti の比較

表 3.4.1 及び表 3.4.2 から、other 条件において、報告すべき線分の方位と、錯視正方形内に提示される線分の方位の異同は、正答率に影響を与えていないと考えられる。

このことから、報告すべき線分と、錯視正方形内に提示される線分の間には、知覚体制化が生起してはいないと推測される。

3.4.4 実験2の場合

実験2の結果の詳細を示す。

表 3.4.3 報告すべき線分と錯視正方形の位置関係条件ごとの回答別総数
(実験2：被験者6名全員の合計)

	line	trial	CueCor	CueFal	OthCor	OthFal	PacCor	PacFal
none		720	517	40	148	15		
same		720	533	50	124	13		
other	equal	360	259	25	47	4	23	2
	anti	360	248	30	39	1	39	3
	all	720	507	55	86	5	62	5
all		2160	1557	145	358	33	62	5

- CueCor：報告すべき線分が提示された位置を回答し，線分方位を正答した試行
- CueFal：報告すべき線分が提示された位置を回答し，線分方位を誤答した試行
- OthCor：報告すべき線分及び錯視正方形が提示された以外の位置を回答し，その位置に提示された線分方位を正答した試行
- OthFal：報告すべき線分及び錯視正方形が提示された以外の位置を回答し，その位置に提示された線分方位を誤答した試行
- PacCor：錯視正方形が提示された位置を回答し，その位置に提示された線分の方位を正答した試行
- PacFal：錯視正方形が提示された位置を回答し，その位置に提示された線分の方位を誤答した試行

次に、表 3.4.3 のうち、other 条件において報告すべき線分の提示位置を誤答した場合の試行数とその比率を、表 3.4.4 に示す。

表 3.4.4 other 条件において報告すべき線分の提示位置を誤答した場合の
試行数と比率（実験 2：被験者 6 名全員）

	line	trial (%)	OthAll		PacAll	
			trial	%	trial	%
other	equal	48.1	51	67.1	25	32.9
	anti	51.9	40	48.8	42	51.2
	all		91	57.6	67	42.4

- OthAll：報告すべき線分，錯視正方形が提示された以外の位置を回答した場合
- PacAll：錯視正方形が提示された位置を回答した場合

3.4.5 考察

● OthAll と PacAll の比較

前項と同様に、知覚体制化による影響がないと仮定するならば、other 条件における OthAll の試行数は、PacAll の試行数に比べて約2倍、比率で言えば、

$$\text{OthAll の試行数} : \text{PacAll の試行数} \doteq 2 : 1$$

となるはずである。しかし、表 3.4.4 においてその比率は、

$$\text{OthAll の試行数} : \text{PacAll の試行数} \doteq 3 : 2$$

となっている。

これも前項と同様の推測がなされる。ただ前項に比べ、PacAll の試行数の比率は減少している。これは、誘導刺激の提示時間が実験1に比べて短く、知覚体制化による誘導が生起する前に提示が終了しているためと推測される。それでも、知覚体制化による影響がないと仮定した場合の比率よりは高いことから、実験2で設定した誘導刺激の提示時間の近辺において、知覚体制化が生起し始めていると思われる

この結果は、実験2の考察の正当性を示唆する。

● equal と anti の比較

表 3.4.3 及び表 3.4.4 から、other 条件において、報告すべき線分の方位と、錯視正方形内に提示される線分の方位の異同は、正答率に影響を与えていないと考えられる。

このことから、報告すべき線分と、錯視正方形内に提示される線分の間には、知覚体制化が生起してはいないと推測される。

3.4.6 補足事項

報告すべき線分の位置判別を失敗した試行数は、全試行に対して標本としては少数であり、また各被験者の個人差もあることから、分散分析を行うことに有意性を見出せなかった。このため、この節に示す結果及び考察は、実験1及び実験2の考察の正当性をサポートする参考程度のものである。

3.5 全体的考察

本研究の実験では、錯視正方形、つまり主観的輪郭を知覚体制化の例として用いている。確かに 6×6 のパックマンのうち、主観的輪郭としては、錯視正方形の出現する位置に最も注意は向きやすい。しかし、主観的輪郭による線は、パックマンが少なくとも2個あれば成立する。

実験では、パックマンは 6×6 と、多数提示され、しかも錯視正方形を生起する4個を除けば、90度の扇形に欠ける領域はランダム(3.1.4 参照)であり、主観的輪郭線は全く目立たなかった。しかし、純粋に錯視正方形について調査するのであれば、この主観的輪郭線についても考慮に入れるべきであった。

また、錯視正方形の提示位置に注意が引く張られる理由として、錯視正方形が誘導刺激の間隙の中で、最も広い面積を持つためであるという推測もできる。しかしこれも、知覚体制化が先に生起するからこそ、最も広い間隙であると思わせるためと考えられる。

知覚体制化の例としては特殊な錯視正方形を用いても、知覚体制化が視覚的注意に影響を及ぼすという仮説を示唆する結果が得られた。今後は、この仮説及び本実験を支持するような補足実験を行なう必要があると思われる。

例えば、パックマンではなく、図 3.1.3 のようなパッチのうち、グループ別に輝度や色彩を変え、類同による知覚体制化の例として、本研究と同様の実験を行なっても、同じ結果となるかを調べることなどが挙げられる。

第4章

おわりに

本研究の実験で用いた錯視正方形は、主観的輪郭であり知覚体制化の例としてはかなり特殊な例である。しかし実験 1 から、そのような例であっても知覚体制化が注意を引き付けるという仮説を支持する結果が得られた。

これは、視覚的注意が向けられる以前に知覚体制化が生起することを示唆するものであり、知覚体制化及び視覚的注意のメカニズム解明のための一つの結果が得られたと言える。

他の要因による知覚体制化においても、同様の現象が観察されるか調べることが今後の課題である。

実験 2 の結果では、どの時点で知覚体制化による注意の引き付けが生起し始めるのかは判明していない。

知覚体制化生起の時間的推移を計測するためには、各被験者の個人的な特性による影響を考慮に入れた上で、さらに実験を行なう必要がある。

謝辭

本研究を行う上で、大変熱心にご指導下さった阪口豊助教授、そして数々の助言をして頂いた出澤正徳教授、関根道昭助手に深く感謝致します。

また、激励して下さいました研究室の諸氏にも感謝したいと思います。

参考文献

- [1] 東, 末永, 大山編 (1995): “心理学事典”, 平凡社.
- [2] Boucart, M., Humphreys, G. W., and Lorenceau, J. (1995). Automatic access to object identity. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **21**, 584-601.
- [3] 和田, 大山, 今井編 (1969): “感覚・知覚心理学ハンドブック”, 誠信書房.
- [4] 安西, 苧阪, 前田, 彦坂著 (1996): “岩波講座 認知科学9 注意と認識”, 岩波書店.
- [5] Michael, W. L, & Jeremy M. Shefner. (1990): “Fundamentals of sensation and perception - 2nd edition”, Brooks/Cole Publishing Company, California.
- [6] Moore, C. M., & Egeth, H. (1997). Perception without attention: Evidence of grouping under conditions of inattention. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, **23**, 339-352.
- [7] Duncan, J., & Humphreys, G. W. (1989). Visual search and stimulus similarity. *Psychological Review*, **96**, 433-458.
- [8] Julesz, B. (1981). Textons: The elements of texture perception and their interactions. *Nature*, **290**, 91-97.
- [9] Wolfe, J. M. (1994). Guided search 2.0: A revised model of visual search. *Psychonomic Bulletin & Review*, **1**, 202-238.
- [10] Brabo, M., & Blake, R. (1990). Preattentive vision and perceptual groups. *Perception*, **19**, 515-522.

- [11] Brown, J. M., Weisstein, N., & May, J. G. (1992). Visual search for simple volumetric shapes. *Perception & Psychophysics*, 51, 40-48.
- [12] Ramachandran, V. S. (1988). Perception of shape from shading. *Nature*, 331, 163-165.
- [13] Humphreys, G. W., Quinlan, P. T., & Riddoch, M. J. (1989). Grouping processes in visual search: Effects with single- and combined-feature targets. *Journal of Experimental Psychology: General*, 118, 258-279.
- [14] Treisman, A. (1982). Perceptual grouping and attention in visual search for features and objects. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 8, 194-214.
- [15] Grossberg, S., Mingolla, E., & Ross, W. D. (1994). A neural theory of attentive visual search: Interactions of boundary, surface, spatial, and object representations. *Psychological Review*, 101, 470-489.
- [16] Pomerantz, J. R. (1981). Perceptual organization in information processing. In M. Kubovy & J. Pomerantz (Eds.), *Perceptual organization* (pp. 141-180). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- [17] Pomerantz, J. R., & Pristach, E. A. (1989). Emergent features, attention, and perceptual glue in visual form perception. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 15, 635-649.
- [18] Kanwisher, N., & Driver, J. (1992). Objects, attributes and visual attention: Which, what and where. *Current Directions in Psychological Science*, 1, 1-5.

本研究に関する発表

1. 前田 和宏, 阪口 豊, 関根 道昭: “視覚的注意と知覚体制化の関係について”, 第5回 I S シンポジウム [Sensing and Perception], pp17-20.
2. 前田 和宏, 関根 道昭, 阪口 豊: “視覚的注意と知覚体制化の関係に関する研究”, 日本視覚学会 1999 年冬季大会, p55[26p10] (1999.1.25-1.27)
3. 前田 和宏, 関根 道昭, 阪口 豊: “視覚的注意と知覚体制化の関係に関する研究”, 第6回 I S シンポジウム [Sensing and Perception] (発表予定)