

## 線分方位差の検出の学習における 眼球および網膜位置の特異性

筑波大学大学院(博)心理学研究科 中澤 宏光

筑波大学心理学系 菊地 正

The ocular and retinotopic specificities of texture segregation learning

Hiromitsu Nakazawa and Tadashi Kikuchi (*Institute of Psychology, University of Tsukuba, Ibaraki 305, Japan*)

Thousands of trials were repeated in a simple texture segregation task in which a subject was asked to detect a target made of three line elements embedded in differently oriented line elements. In the learning phase, a dichoptic masking method was used to ensure that the learning of the texture segregation occurred in the earlier processing stage where information from each eye was not yet integrated. The perceptual learning was found to be ocular-specific, because the learning was not transferred under the reversed target-mask dichoptic masking condition. When the head was tilted 90 degrees to the right, it was found that the transfer was roughly confined in the retinotopic area. These results suggested that the processing of the line orientation occurred in the early visual pathway, perhaps at the primary visual cortex in the brain.

**Key words:** texture segregation, perceptual learning, dichoptic masking, primary visual cortex.

1950年代後半から始まるネコやサル of 生理学的研究により、網膜から外側膝状体(LGN)を通り後頭葉の大脳皮質に至る視覚情報が脳の中でどのように処理されているのかが明らかにされてきた(Hubel, 1982など)。これらの知見によれば左右の眼から入力された情報はLGNでは左右別々に扱われ、後頭葉の第一次視覚野(V1; 17野)で初めて統合されると言われている。V1においても左右どちらか一方の眼の情報により強く反応する眼優位性(ocular dominance)が存在している。さらに視野内のどの部分の情報がV1のどこで処理されるかについて明瞭な規則性(網膜部位再現, retinotopic representation)が存在することや、V1のニューロンの多くは提示された線分や輪郭の特定の傾き(方位)に選択的に反応すること(方位選択性, orientation sensitivity)が認められている(佐藤・津本, 1991)。V1で処理された情報はV2やMT野などの他の領域で、さらに

詳しく処理される。

一方、心理学的な知見によると、視覚情報処理には大きく分けて二つの過程があるとされている。視野内の情報を広い範囲にわたって素早く自動的に処理する前注意過程(preattentive process)と、限られた範囲に注意を向け詳細に分析する集中的注意過程(focal attentional process)である(Neisser, 1967; Julesz, 1991など)。視覚情報処理の初期段階である前注意的過程は視野全体を非常に高速に並列処理し、初期特徴と呼ばれる特徴の抽出を行っていると考えられている。この初期特徴のひとつに線分の方位がある。線分の方位の検出は非常に高速で自動的に行われることが知られており(Julesz, 1991)、線分の方位は前注意的過程において並列に処理されていると考えられている。この前注意的過程での線分の方位に対する並列処理は、前述した生理学的知見におけるV1での方位選択性および網膜部位再現と

対応すると推測される。つまり、人間は線分の方位をV1で並列に処理していると考えられるのである。

しかし、人間に対する視覚実験では網膜の入力から反応による出力までのすべての要因が複雑に絡んでいるため、このような対応づけには多少論理的飛躍があることも確かである。線分の方位を扱った課題がそのままV1の方位選択性を反映しているわけでもなく、非常に短い反応時間が必ずしも並列処理を示しているわけでもないであろう。では、どのような方法を用いれば、線分の方位の検出がV1での処理であるという証拠を見い出せるのであろうか？

この問題に知覚学習の転移という新しい方法論で取り組んだのが、Karni & Sagi (1991)である。Karni & Sagi (1991)は横線“—”で構成されたテクスチャの中に埋め込まれた斜め線“/”の並び(ターゲット)が水平か垂直か判断する課題を用いた。彼らはターゲット画面の後にマスク刺激を提示し、ターゲット提示からマスク提示までの時間(SOA)を調整することによって課題の難しさを操作した。SOAが短くなると課題は難しくなる。被験者はこの課題の試行を何度も繰り返し、正答率が80%以上になる最小のSOAを測定した。その結果、試行の回数が増加するにつれ、SOAが短い場合でも高い成績を上げることができるようになった。課題に用いられた刺激は線分によって作られ、課題はその線分の方位の違いを検出するという非常に簡単な、前注意的な課題であった。この課題で学習の効果が発見されたことによって、非常に自動的な過程でも学習の過程が存在することが示されたのである。

さらにKarni & Sagi (1991)は、左眼で学習した効果は右眼に転移しないこと、視野内のターゲットの出現範囲が変わると成績が学習前の状態に戻ってしまうことなどを見出した。この眼球の特異性や視野位置の特異性は、生理学的な知見で言えばV1の特徴である眼優位性と網膜部位再現に一致し、それ以外の部位であるとは考えにくい。Karni & Sagi (1991)は、学習の転移という方法によって線分の方位の違いの検出がV1で行われたものであることを示すことに成功したのである。

しかし、Karni & Sagi (1991)の課題ではマスク刺激によって課題の難易度が操作され、しかもターゲットとマスクが同じ眼に提示されていたため、課題には線分の方位の違いの検出とマスクによる妨害効果の除去という二つの能力が求められていた。学習の効果はこの二つの能力のどちらが向上しても現れることになる。これでは線分の方位の違いの検出がV1で行われたものであるとは言えない。

本研究の目的は線分の方位の違いの検出がV1で行われたものであることを確認することである。本研究では異眼間マスクングを使い、左右の眼の情報が統合される以前にはマスクの妨害がない条件を作り出し、この条件下での学習とその転移を調べた。異眼間マスクングとは、例えば左眼にターゲット、右眼にマスクを提示する場合のように、ターゲットとマスクをそれぞれ異なる眼に提示する手法である(Fig. 1参照)。もし線分方位の学習がV1で起きているのであれば、このような学習においても学習の効果は眼球に対する特異性を示すはずである。さらに、学習時の姿勢とは異なる姿勢(顔を90°横にして刺激を見る)の条件を設定し、画面上の上下と被験者の身体を基準とした上下とが一致しない状態を作り出した。この場合、被験者の網膜は姿勢の変化とともに90°回転するはずである。この条件への学習の転移を調べることにより、V1の網膜部位再現が本当に網膜の位置に特異的であるか、それとも網膜位置以外の要因が関与しているかどうかを同時に検討した。

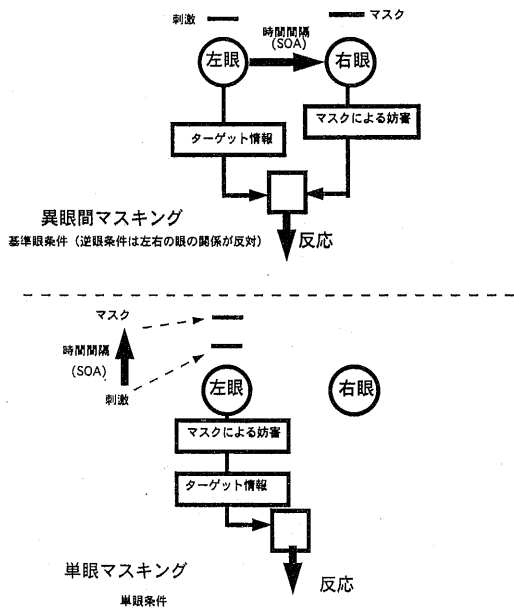


Fig. 1 異眼間マスクングと単眼マスクングの概念図

## 方法

**被験者** 大学生女性1名。矯正視力0.8以上であり、左右の視力に差はなかった。この種の知覚実験の経験はなかった。

**装置** 刺激の提示はAVタキストスコープ・基本ユニット(岩通アイセル製 IS-701A)および表示ユニット(岩通アイセル製 IS-720A)を用いて行われ,その制御にコンピュータ(NEC製 PC-9801VM)が使用された。被験者の反応はAVタキストスコープ・キーボード(岩通アイセル製 IS-740A)上のキー,およびマウス(NEC製 PC-9872R)を用いてなされた。マウスによる反応はコンピュータ(NEC製 PC-9801F)により記録された。異眼間マスキングを行うために,液晶シャッター(日本点眼薬研究所製)が使用された。

**刺激** 刺激には注視点画面, ターゲット画面, マスク画面があった。

#### 1)注視点画面

注視点として,画面の中央に3mm×3mm(5ドット×5ドット,視角 $0.15^\circ \times 0.15^\circ$ )の“+”が提示された。

#### 2)ターゲット画面

ターゲット画面の例をFig. 2に示す。

ターゲット画面は,次の三種の要素から構成された。

要素1: “\”。

要素2: “|”または“—”のどちらか一つ。

要素3: “T”または“L”のどちらか一つ,もしくは“T”または“L”を90度右に回転したもののどちらか一つ。

ターゲット画面は,32×32の仮想のマトリクスに分割され,要素1と要素2はこのマトリクス上に配置された。要素1(“\”)は必ず,垂直もしくは水平方向に3個連続して並べられた。この要素1の並びがターゲットである。したがって,ターゲットには要素1(“\”)が垂直に並んだ“垂直ターゲット”と水平に並んだ“水平ターゲット”の2種類が存在し

た。提示されるターゲットは一画面にただ一つだけであった。マトリクスの他のセルはすべて,要素2(“|”または“—”)によって埋められた。ただし,要素3を提示するため,画面中央の要素4個は提示されなかった。要素3はこのターゲット画面中央に提示された。

要素1(“\”)と要素2(“|”または“—”)は長さ6mm(11ドット,視角 $0.3^\circ$ )の一本の直線であった。同じ行または列の要素は,群化を最小にするために約0.5~1.0mm(1~2ドット)づつ,ずらして提示された。要素3は長さの等しい(6mm,11ドット,視角 $0.3^\circ$ )縦線と横線の二本で構成された。

#### 3)マスク画面

マスク画面の例をFig. 3に示す。マスク画面は,ターゲット画面を構成する要素である“\”と“|”と“—”の3種を合成したものを1要素とし,32×32のマトリクス上に並べたものである。

**手続き** 画面の大きさは28cm×28cm(視角 $14^\circ \times 14^\circ$ )であり,表示ユニットと被験者との距離は115cmに設定された。試行開始前に5分間,暗順応がなされた。

試行は,被験者によるAVタキストスコープ・キーボード上のキーの押下によって開始された。開始と共に,左右の液晶シャッターが開かれ,注視点画面が800ms両眼に提示された。注視点画面の提示終了から400msの間,液晶シャッターは左右ともに開かれた状態で,ブランク(何も提示されない)画面が提示された。その後,液晶シャッターのどちらか一方が閉じられ,左右の眼のどちらか一方にターゲット画面が16ms提示された。ターゲット画面の提示終了と同時に液晶シャッターは左右ともに閉じられ,一定の時間,ブランク画面が提示された。その後,液晶シャッターのどちらか一方が開かれ,左

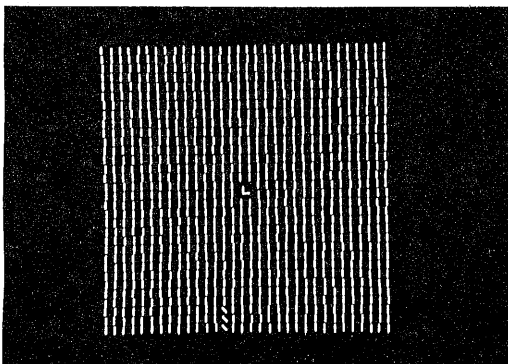


Fig. 2 ターゲット画面の例

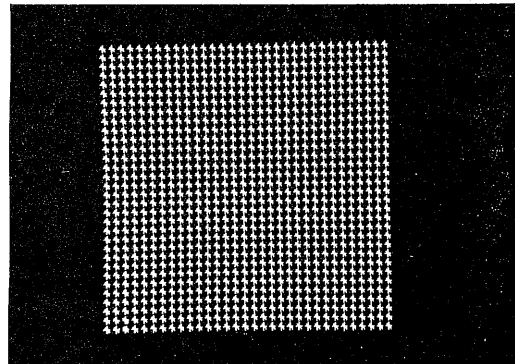


Fig. 3 マスク画面の例

右の眼のどちらか一方にマスク画面が96ms提示された。ターゲット画面の開始からマスク画面提示までの時間(SOA)は、条件によって変えられた。

**課題** 被験者の課題は課題1を回答した後、課題2を回答することであった。どちらの課題も二者強制選択であった。

**課題1**：ターゲット画面中央に表示される文字(要素3)が“T”であるのか，“L”であるのかの弁別課題。

**課題2**：ランダムな位置に提示されるターゲットが「たて」であるのか、「よこ」であるのかの弁別課題。通常、三つの“\” (要素1)が垂直に並んでいれば「たて」、水平に並んでいれば「よこ」と反応するように教示された。例外として、画面倒立(後述)では、垂直を「よこ」、水平を「たて」とした。

課題1(“T”“L”の弁別)は被験者が注視点を凝視しているかどうかのチェックのために使われた。この課題は凝視している時とそうでない時に成績の差が顕著に現れるため(Sagi & Julesz, 1985), 課題1を間違えた場合、その試行のデータは分析から除去された。

被験者が課題を十分理解できるように、実験開始前に約30回の練習試行を行った。

**条件** 本実験の条件には、SOA 3条件、背景2条件、提示領域2条件、提示眼3条件、姿勢3条件が設定された。

#### 1) SOA

SOAは32ms, 112ms, 192msの3条件であった。

#### 2) 背景条件

背景とはターゲット画面における要素2からなるテクスチャー面を意味しており、縦(“|”)または横(“—”)の2種類が用いられた。この縦と横は重力を基準にしている。

#### 3) 提示領域条件

提示領域とは、ターゲットが提示されるターゲット画面上の領域を意味する。画面を2×2の仮想領域に分割し、画面に向かって“左上”と“右下”の領域を領域1、“右上”と“左下”の領域を領域2とした。

#### 4) 提示眼条件

提示眼条件は、ターゲット画面とマスク画面が提示される眼によって3条件設定された。ターゲット画面とマスク画面の提示される眼と各条件との関係は以下の通りである。

	ターゲット	マスク
基準眼条件	左眼	右眼
	右眼	異眼間マスクング

単眼条件	左眼	左眼	単眼マスクング
逆条件	右眼	左眼	異眼間マスクング

#### 5) 姿勢条件

姿勢には、通常の座った状態(座位条件)と、体側の右側を下にして横たわった条件(臥位条件)がある。すなわち臥位条件では、座位条件の被験者の姿勢を右に90度回転させることになる。さらに臥位条件は、被験者の主観的な「上下」の基準を重力方向にする画面正立条件と、被験者の体の向きにする画面倒立条件の二つに分けられた。画面正立条件では、被験者に重力を基準にして「上下」を捉えるように教示し、ターゲット画面における要素3として正立した“T”または“L”を用いた。この画面正立条件では、刺激提示は主観的に座位条件と同じ刺激であるが、網膜には左90度傾いた刺激が提示されることになる。画面倒立条件では、被験者の頭の方向を「上」(座位条件での「右方向」が「上」となる)、足の方向を「下」とするように教示し、ターゲット画面の要素3として右90度傾けた“T”または“L”にした。この画面倒立条件は主観的にも、網膜像でも「上下」が一致する。したがって、姿勢には、座位条件、画面正立、画面倒立の3種類存在する(Fig. 4)。

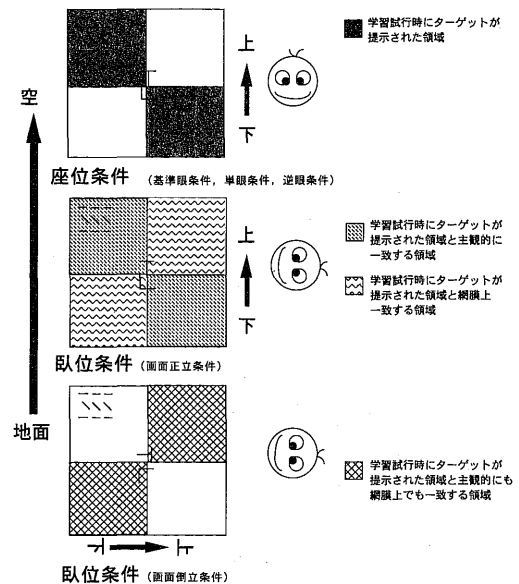


Fig. 4 座位条件と臥位条件

学習は座位(基準眼)条件で行われた。臥位条件では被験者が姿勢を90度傾けるため、網膜上で一致する領域が変化する。また背景の線の傾きも網膜上では90度傾き、横が縦になる。画面正立では主観的な上下が重力と一致するが、画面倒立では体の向きに一致するように教示された。

**構成** 本実験は、学習前テスト・学習試行・学習後テストから構成されている。

1) 学習前テスト

学習前テストは、学習後テストと同じ手続きであるので、学習後テストで説明する。

2) 学習試行

学習試行は学習前テストの後に行われた。学習試行では、SOA 3 条件のそれぞれについて連続64試行を行い、これを1ブロックとした。学習試行では最初にSOAが192msの条件で1ブロック、次に112msで1ブロック、最後に32msで1ブロックの連続3ブロックを1セッションとし、計25セッションを行った。

学習試行は、領域1、背景“横”、基準眼(左眼ターゲット-右眼マスク)、座位条件で行われ、これ以外では行われなかった。

3) 学習後テスト(および学習前テスト)

学習前テスト・学習後テストは試行の条件以外は両者とも同じ手続きで行われた。両テストは、学習試行での条件を含む様々な条件で行われ、学習の効果、ならびに基準眼条件とは異なる条件への学習効果の転移を調べるためになされた。両テストでは、256試行を1テスト・セッションとした。テスト・セッションでは、背景条件と提示領域条件の各条件がランダムな順に提示された。各条件の試行回数は等しくなるように統制された。

テストされた条件は以下の通りである。学習前テストではテストによる学習効果を考慮して、4条件のみにとどめた。

SOA=192ms

- 座位：基準眼
- 単眼 ★
- 逆眼 ★
- 隊位：基準眼 画面正立
- 基準眼 画面倒立

SOA=32ms

- 座位：基準眼
- 単眼 ★
- 逆眼 ★
- 隊位：基準眼 画面正立 ★
- 基準眼 画面倒立 ★

(★は学習後テストのみ)

学習前テストでは4条件、学習後テストでは10条件が行われた。以下、テストの記述では、SOA 毎の各条件を「基準眼条件」「単眼条件」「逆眼条件」「画面正立条件」「画面倒立条件」と呼ぶことにする。

**結果**

学習前と後のテストの結果を Fig. 5 に示す。領域・背景は学習した条件と同じ領域1・背景横である。課題1(“T”と“L”の弁別)で誤答された試行は分析から取り除かれた。課題1の正答試行に対する課題2(ターゲットの「たて」または「よこ」の弁別)の正答試行の割合を正答率とした。学習の効果は学習前と学習後のテストとの成績の差と定義した。学習前テストを行っていない条件では基準眼条件での学習前テストを参照することにした。

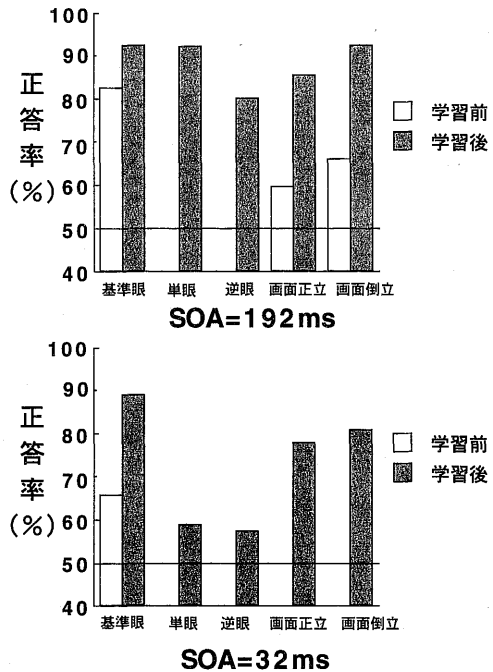


Fig. 5 学習前後のテストの成績(領域1・背景横)  
上：SOA=192ms, 下：SOA=32ms

**SOA=192msの場合**

SOA=192ms 基準眼条件では10%程度(82.5%→92.3%)の正答率の上昇が示され、学習による効果が認められた。学習効果が10%程度に留まったのは、学習前にすでに成績が80%以上に達していたために天井効果を示したと考えられる。SOA=192ms 単眼条件(学習後92.2%)でも学習の効果が認められたが、SOA=192ms 逆眼条件(学習後79.9%)では、基準条件での学習前の成績(82.5%)よりも低い成績であり、学習効果は認められなかった。SOA=192ms 隊位条件ではどの領域・背景でも、学習の効果が認められた(例えば、領域1・背景横については、画

面正立 59.5% → 85.5% ; 画面倒立 66.0% → 92.3%).

### SOA=32msの場合

SOA=32ms 基準眼条件では20%以上正答率が上昇し(65.6%→88.9%), 学習効果が認められた。SOA=32ms 単眼条件(学習後58.9%)と逆眼条件(学習後57.2%)では、基準眼条件での学習前の成績(65.6%)よりも低い値を示したことから学習の効果は認められないと言える。SOA=32ms 臥位条件では領域2・背景横以外では学習の効果が認められた(例えば、領域1・背景横の場合、画面正立学習後77.8%; 画面倒立学習後80.7%, 一方、領域2・背景横の場合、画面正立学習後56.3%; 画面倒立学習後64.9%)。ただし臥位条件では姿勢の変化と領域・背景との関係を考慮しなければならない。この点に関しては考察において詳述する。

## 考察

### 眼球間の学習の転移 一単眼条件, 逆眼条件一

SOA=192ms 単眼条件において学習は転移した(学習後92.2%)。一方, SOA=32ms の単眼条件の学習後テストでは学習の転移は見られなかった(学習後58.9%)。この単眼条件におけるSOAの効果はマスキング効果が変わったからであると考えられる。SOA=192ms の場合はターゲットからマスクまでの時間が長く、ターゲットとマスクの分離が容易である。一方SOA=32ms の場合はターゲットからマスクまでの時間が短く、ターゲットとマスクの分離が困難である。このためSOA=32ms ではマスキング効果が大きかったと考えられる。単眼条件ではターゲットとマスクがどちらも左眼に提示される。この条件では被験者は両眼の情報が統合される以前の段階でマスキング効果を除去しなくてはならない。しかし学習試行時は異眼間マスキング事態であり、左眼にマスクは提示されていなかった。そのため両眼の情報が統合される以前の段階でマスキング効果を除去する能力は学習されていないと推測される。もしそうであるならば強力なマスキングが、両眼の情報の統合される以前の段階に影響を及ぼすSOA=32ms 単眼条件では、成績がかなり低下するはずであり、一方、マスキング効果の弱いSOA=192ms の単眼条件では成績の低下はさほど見られないはずである。実験結果はこの予測と一致するものであった。したがって両眼の情報が統合される以前の段階でマスクの妨害を除去する能力は学習されていないことが明らかとなった。つまり異眼間マスキングによる学習は、マスクの妨害を防ぐなんらかの

能力(時間的なタイミングを取る能力やターゲット画面とマスク画面の合成された画面でのターゲット検出能力など)ではなく、線分の方位の違いを検出する能力の学習であることが示された。

一方、逆眼条件ではSOAに関係なく学習は転移しなかった(SOA=192ms: 学習後79.9%; SOA=32ms: 学習後57.2%)。逆眼条件に転移が認められなかったということは、学習が眼球に特異的であり視覚経路において初期の段階で起こったものであることを示している。

以上から、線分の方位の違いによってターゲットを検出する能力が学習によって改善され、さらにその学習は眼球に特異的で視覚情報処理の初期の段階で生起することが明らかにされた。

### 提示領域の特異性と姿勢

#### 一基準眼条件, 画面正立条件, 画面倒立条件一

基準眼条件および臥位条件(画面正立条件, 画面倒立条件)のSOA=192msにおける領域背景別の学習前後の成績をFig. 6に、同様にSOA=32msでの学習前後の成績をFig. 7に示す。学習した領域・背景は領域1・背景横であった。

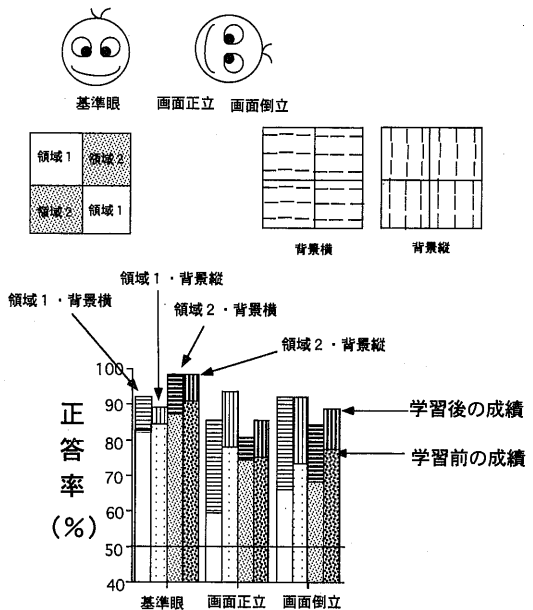


Fig. 6 SOA=192msにおける領域・背景別学習前後の成績

学習した条件は基準眼での領域1・背景横であった。臥位条件では姿勢が90度回転するため、基準眼条件での領域・背景と網膜上対応する領域・背景が変化する。

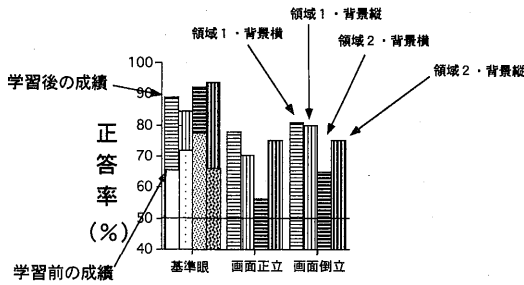


Fig. 7 SOA = 32msにおける領域・背景別学習前後の成績

学習した条件は基準眼での領域1・背景横であった。臥位条件(画面成立, 画面倒立)では学習後のみテストを行った。

### 基準眼条件

SOA = 192ms 基準眼条件では学習後, 成績が領域・背景にかかわらず上昇(4.8%~10.9%の上昇)した。上昇率に若干差はあったものの, 学習後の成績にほとんど差がなく, しかも好成绩であることから, この差は天井効果によるものであると推測される。つまりすべての領域背景で学習による効果があったと考えられる。

SOA = 32ms 基準眼条件でも学習後の成績はどの領域・背景でもほとんど等しい成績となった(84.4%~93.8%)。SOA = 32msの基準眼条件の中で, 特に大きく成績が上昇した領域・背景は, 学習した領域・背景である領域1・背景横(65.6%→88.9%)とその全く逆である領域2・背景縦(66.0%→93.8%)であった。なぜ学習した条件とまったく関係のない領域2・背景縦で成績が顕著に伸びたのか, 理由は明らかではない。考えられる理由の一つは, SOA = 192msの場合と同様, 学習後の成績がほとんど同じでしかも好成绩であることから, すべての領域・背景で学習の効果が生じたが, 学習効果が天井に達したため, 学習前の成績が低い条件ほど成績の上昇が大きかったからであると推測される。

### 臥位条件(画面正立条件, 画面倒立条件)

しかし, SOA = 32msの臥位条件(画面正立条件, 画面倒立条件)の結果は天井効果では説明できない。SOA = 32msでの臥位条件は学習前テストを行っていないため, 領域・背景ごとの伸び率を知ることはできないが, 学習後テストの成績から明らかに領域2・背景横の場合の成績は上昇していないことがわかる(画面正立: 56.3%, 画面倒立: 64.9%)。

この領域2・背景横の成績はSOA = 192msでの臥位条件でも学習後の成績が若干悪く, 学習前後の成績の差も比較的小さい(画面正立: 74.4%→

80.9%, 画面倒立: 68.3%→84.5%)。これにより臥位条件での領域2・背景横の場合のみ学習の効果が少なかったと言えるだろう。しかし学習時にすべての領域・背景で学習の効果があつたとして, この領域2・背景横のみ学習の効果が少なかった理由は明らかではない。

臥位条件(画面正立, 画面倒立)では被験者は90°顔を横に回転させるため, 網膜上の領域・背景は座位条件と異なるものとなる。Karni & Sagi (1991)によれば学習は領域と背景に特異的であるので, もし学習が網膜位置に依存していれば, その特異的な学習効果は被験者が横たわることによって領域1から領域2へ, 背景横から背景縦へ変化する。学習は座った姿勢において領域1・背景横で学習したので, 臥位条件では網膜上等しい刺激となるのは領域2・背景縦である。

同様に臥位条件で学習後の成績の悪かった領域2・背景横に対応する基準眼条件の領域・背景は領域1・背景縦である。この領域1・背景縦はSOAに関係なく学習後の基準眼条件での成績が若干悪く, 学習前後の上昇率も低い(SOA = 192ms: 84.5%→89.3% (4.8%の上昇); SOA = 32ms: 学習後84.4%)。つまり学習効果の少ない部分を見ると学習の転移は網膜位置に依存的であったと推測できる。しかし, なぜ基準眼条件で領域1・背景縦, 臥位条件で領域2・背景横に学習の転移が少なかったのかは, この結果からでは考察できない。

また, すべての領域・背景で学習の効果が見られたことから, 背景・領域に対する特異性は眼球の特異性ほど強力なものではないことが本研究によって示された。しかし, この原因も明らかではない。原因の一つとして, 領域の特異性と背景の特異性の二つの要因が相互作用すると同時に, 注意のような高次の要因が関与していた可能性が考えられる。実際, Ahissar & Hochstein (1993)は, 初期視覚段階での学習に注意が影響を与えていることを示唆している。これらの要因の分離が今後の課題となるであろう。

被験者の主観的な上下が異なる画面正立条件と画面倒立条件については顕著な差は認められなかった(Fig. 6, 7参照)。つまり主観的な上下の知識は知覚学習に影響を強く示すことはなかった。

### まとめ

本研究では異眼間マスキングを使い, 左右の眼の情報が統合される以前にはマスクの妨害がない条件を作り出した。この条件下において横線で構成され

るテクスチャー刺激に埋め込まれた斜め線で構成されるターゲットを検出する課題を被験者に繰り返し行わせ、その課題の学習の効果と転移を調べた。もし学習の効果が眼球に特異的であるならば、この学習は脳の第一次視覚野付近で起きたことになる。さらに、学習時の姿勢とは異なる姿勢(顔を90°横にして刺激を見る)の条件を設定し、画面上の上下と被験者の身体を基準とした上下とが一致しない条件を作り出した。この条件への学習の転移を調べることにより、第一次視覚野の網膜部位再現が本当に網膜の位置に特異的であるか、それとも網膜位置以外の要因が関与しているかどうかを同時に検討した。

その結果、線分の方位の違いを見つけた学習は眼球に特異的であり、視覚の初期の段階—両眼の情報が統合される以前—で起こることが示された。さらにこの学習はターゲットが提示される網膜位置と背景の要素の傾きに特異的である傾向が示唆され、この特異性は刺激の上下に対する知識とは無関係であることが示された。これらの結果からこの知覚学習が生理学的には脳の第一次視覚野に相当する部位で起きたものであることが示唆された。しかし、領域・背景が異なっても学習の効果が認められ、眼球に対する特異性より網膜部位の特異性の程度が少ないことが示された。第一次視覚野における網膜部位再現には、網膜入力以外の要因が作用していること

が示唆された。

## 引用文献

- Ahissar, M & Hochstein, S. 1993 Attentional control of early perceptual learning. *Proceedings of the National Academy of Sciences of United States of America*, **90**, 5718-5722.
- Hubel, D.H. 1982 Exploration of the primary visual cortex, 1955-1978. *Nature*, **299**, 515-524.
- Julesz, B. 1991 Early vision and focal attention. *Review of Modern Physics*, **63**, 735-772.
- Karni, A. & Sagi, D. 1991 Where practice makes perfect in texture discrimination: Evidence for primary visual cortex plasticity. *Proceedings of the National Academy of Sciences of United States of America*, **88**, 4966-4970.
- Neisser, U. 1967 *Cognitive Psychology*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- (Neisser, U. 大羽泰(訳) 1981 認知心理学 誠心書房)
- 佐藤宏道・津本忠治 1991 一次視覚野の機能的構造 *神経進歩*, **35**, 353-354.
- Sagi, D. & Julesz, B. 1985 Fast noninertial shifts of attention. *Spatial Vision*, **1**, 141-149.