

Title	ハトにおける単一刺激訓練後般化の両眼間転移
Sub Title	Interocular transfer of stimulus generalization after single stimulus training in pigeons
Author	渡辺, 茂(Watanabe, Shigeru)
Publisher	慶應義塾大学大学院社会学研究科
Publication year	1982
Jtitle	慶應義塾大学大学院社会学研究科紀要：社会学心理学教育学 (Studies in sociology, psychology and education). No.22 (1982. ), p.69- 75
JaLC DOI	
Abstract	
Notes	論文 表紙・目次のタイトル：デンシヨバトにおける単一刺激訓練後般化の両眼間転移
Genre	Departmental Bulletin Paper
URL	<a href="https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN0006957X-00000022-0069">https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN0006957X-00000022-0069</a>

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

# ハトにおける単一刺激訓練後般化勾配の両眼間転移<sup>1)</sup>

## Interocular Transfer of Stimulus Generalization after Single Stimulus Training in Pigeons

渡 辺 茂  
Shigeru Watanabe

Pigeons received a stimulus generalization test after monocular single stimulus training with a color or a tilted line stimulus. In the case of the color generalization, they showed a gradient with a peak at the original stimulus regardless of which eye was used in the test. The birds trained with the line stimulus showed a bimodal gradient with peaks at the original stimulus and its mirror image with each eye. There was no qualitative difference between the gradient with the trained eye and that with the untrained eye. However, the gradient with the untrained eye was quantitatively inferior to that with the trained eye. Pecking training to a blank key with the untrained eye did not improve this quantitative loss of transfer. Thus, the quantitative loss did not result from motor factors, but was a loss of stimulus control.

An interesting finding was that the pecking training to the blank key resulted in angularity generalization without a peak at the mirror image of the original stimulus with each eye. That is, the blank key training wiped out the bimodal mirror image effect.

一方の眼のみを用いて訓練した視覚学習が他方の眼のみを使用させた場合にも認められる所謂学習の両眼間転移は哺乳類、鳥類、魚類、タコ等にわたって広く研究されており、視交叉の切断を行った場合でも、交叉が完全な種でも転移は認められている(渡辺, 1973; 1978参照)。

これらの研究で用いられている訓練の多くは同時弁別であり、継時弁別や単一刺激訓練はほとんど用いられていない。又、離散試行型の訓練が多く使われている為、転移にともなう反応頻度の低下といった量的な面の分析はほとんど行なわれなかった。反応頻度を測度とする自由オペラント型の訓練はこの種の分析に有効な手法であり、著者は VI スケジュールを用いて転移の量的な面を検討し、半球の量的作用を示す結果を得ている(渡辺, 1976)。

刺激般化勾配を求める事は動物の弁別行動を探る有効な手段の一つであるが、両眼間転移において用いられた例は少い(Muntz, 1962; Mello, 1966; Ogawa, 1966;

Watanabe, 1975 等)。一般的には、非訓練眼使用時にも訓練眼使用時に質的に類似した般化勾配が得られているが、量的には非訓練眼使用時の勾配は訓練眼使用時の場合に劣る。この転移の量的な不完全さもそれ自体研究される事はなかった。本論文の第一の目的は、この量的な不完全さが、運動性の要因によるものなのか、刺激統制それ自体の転移の不完全さによるものなのかを明らかにしようとするものである。

第二の目的は両眼間転移における特異な現象である鏡像逆転効果に関するものである。これは単眼鏡像弁別後に非訓練眼で負刺激(即ち正刺激の鏡像)に対する偏好が見られるという現象である。著者はこの現象を追試確認するとともに傾きを持った線刺激を用いた単眼単一別刺激訓練後では、訓練眼、非訓練眼どちらを用いても原刺激とその鏡像に対して頂点を持つ双頂点性般化勾配が得られる事を示した(Watanabe & Ogawa, 1973; Watanabe, 1975)。本実験では、この双頂点性鏡像効果

が非訓練眼での運動性訓練を充分受ける事によって如何に変化するかを検討する。

### 実験 I<sup>2)</sup>

本実験では色光単一刺激訓練の両眼間転移を般化テストによって検討する。色光刺激を用いたハトの転移実験は Ogawa (1966) が報告しており、非訓練眼使用時にも訓練眼使用時と類似した般化勾配が得られるが、量的には反応数の減少が見られるという知見を得ている。

本実験の目的はその追試確認である。

### 方法

**被験体:** 実験歴のないデンシヨバト (*Columba livia*) 6 個体。各個体とも実験期間中は80パーセントの体重統制下におかれる。

**装置:** 単窓ハト用オペラント箱 (16×31×24 cm) が用いられた。直径 3 cm のペッキング・キィにモノクロメーター (ナルミ製作所) による単波長光が投射された。実験はリレー回路の統制装置によって半自動的に制御され、反応数及び強化数が電磁計数器によって計測された。

**手続き:** 各個体は接近法によりキィ・ペッキングを形成された後、両眼に眼筒を固定される。眼筒の形状等は Watanabe (1969) に記述されている。単眼訓練第1日目には 570 nm (17 ft-L) の色光が50秒づつ5回呈示され、呈示と呈示の間には10秒間の暗間隔が挿入された。第2日目から14日目までは50秒刺激呈示が1日10回繰り返された。1日目は連続強化、2, 3日は FI 10秒、4日目から日14日までの10日間は VI 50秒の強化スケジュールで訓練が行われた。被験体の内半数は左眼で、残りは右眼で訓練を受けた。

単眼訓練終了後、540 nm から 600 nm まで 10 nm 段階の7刺激による般化テストが行われた。1回のテストには7刺激が7×7 ラテン方格に従って呈示され、1回の呈示時間は50秒で呈示と呈示の間には10秒の暗間隔が挿入された。各刺激の輝度は Blough (1957) のハトに視感度によって調整され、又テスト中には強化は与えられなかった。半数の個体は訓練眼でテストを受け、その後1日通常の単眼訓練を行った後、非訓練眼でテストを受け、残りの半数は逆に非訓練眼で先にテストを受けた。

### 結果と考察

単一刺激訓練最終3日間の全個体の平均反応頻度は .500/秒 であり、日間の変動は少かった。

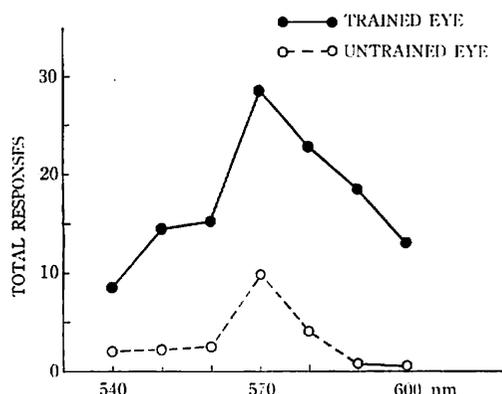


Fig. 1 Mean generalization gradients based on the number of responses.

Fig. 1 に反応数による平均般化勾配を示す。訓練眼、非訓練眼どちらの勾配でも原刺激である 570 nm に頂点があり、色光単一刺激訓練による刺激統制の両眼間転移が明瞭に見られる。

しかし、非訓練眼使用時の反応数は訓練眼使用時よりはるかに少く、転移が量的には不完全である事を示している。被験体の内半数は非訓練眼で先に般化テストを受けているので消去の経験がこの差を生じているとは考えられない。

従って、色光単一刺激訓練の両眼間転移は質的には認められるが、量的には不完全であった。この結果は Ogawa (1966) の結果と一致する。量的な不完全さの原因としては非訓練眼による運動性の訓練が充分なされていないと考えられる。

### 実験 II<sup>3)</sup>

実験 I で得られた転移の量的な不完全さは、それが非訓練眼での運動性の訓練不足に帰因するとすれば、運動性の訓練を補う事によって改善されると思われる。

本実験では、実験 I と同様に、一方の眼のみで単一刺激訓練を行う群と、一方の眼で単一刺激訓練を行い、同時に他方の眼で無地のペッキング・キィに対するペッキング訓練を行う群を設け、運動性の訓練の効果を検討する。

### 方法

**被験体:** 実験 I と同様なデンシヨバト 16 個体。

**装置:** 実験 I と同様であるが、刺激は色光ではなく、幅 2 mm、長さ 30 mm の黒い線が C 光源変換フィルターを介した顕微鏡用投光器によって照明されたキィ上に呈示された。

手続き; 被験体は接近法によりキィ・ペッキングを形成され、眼筒を固定された後、2群に分けられる。II a群(13個体)は左に45°傾いた線刺激に対して単眼単一刺激訓練をうける。第1日目には、刺激呈示50秒暗間隔10秒が5回繰り返され、反応は連続強化される。第2日目からは刺激呈示は1日10回繰り返され、強化スケジュールは2日目はFI 10秒、3日目から9日目までの7日間はVI 50秒であった。

II b群(3個体)はII a群と同様な訓練を一方の眼で受けるが、同時に他方の眼で、C光源により照明されているが線刺激のない無地のキィに対するペッキング訓練をうける。無地のキィに対する訓練は線刺激に対するものと全く同様に行われる。従って、この群の被験体は1日2回異なる眼で訓練をうける事になる。2回の訓練は3時間以上の間隔をおいて行われ、1日の内にどちらの訓練を先にするかはランダムに決められた。

その後、各個体とも各眼で般化テストを受ける。テストには22.5°ステップの8刺激が8×8のラテン方格によって8回づつ呈示され、1回の呈示は50秒間で呈示と呈示の間には10秒間の暗間隔が挿入された。テスト中には強化は与えられず、又テストと次のテストの間には1日の通常の訓練が行われた。

### 結果と考察

II a群の訓練最終3日間の平均反応頻度は.742/秒、II b群の線刺激に対する反応頻度は.540/秒、無地キィに対するものは.620/秒であった。

II a群の般化テストの結果はFig. 2に示される。訓練眼、非訓練眼どちらの般化勾配においても原刺激とその鏡像の刺激に頂点が見られる。この双頂点型般化勾配

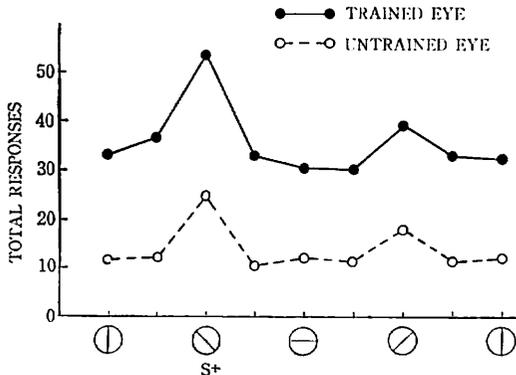


Fig. 2 Mean generalization gradients obtained from group II a.

は両眼単一刺激訓練の後でも(Thomas, et. al., 1966)、単眼次元内弁別訓練の後でも(Watanabe, 1975; 1978 b)認められるが、単眼次元内弁別訓練の後では認められずに、訓練眼では正刺激のみに、非刺激眼ではその鏡像刺激に対してのみ頂点を持つ般化勾配が得られ、所謂鏡像逆転効果を示す(Watanabe, 1975)。又、次元内弁別訓練後の般化勾配では、非訓練眼を使用した場合には鏡像刺激に対する頂点の方が原刺激に対する頂点より高く、次元内弁別訓練後の鏡像逆転型の般化勾配と単一刺激訓練後の双頂点型勾配の中間型を示す事が知られている(Watanabe, 1975; 1978 b)。

II a群の二つの般化の配の間には質的な相違は見られないが、量的には非訓練眼使用時の反応頻度は低く、実験Iの色光訓練の結果と一致する。

Fig. 3はII b群のテスト結果を示す。原刺激に対する頂点はどちらの般化勾配でも認められるが、鏡像刺激に対する頂点はいずれの勾配においても消失している。個体別に検討すると1個体のみが訓練眼テストで双頂点型の勾配を示していた。従って、一般的には、使用眼の相違による般化勾配の質的变化はなく、双頂点性の鏡像効果はどちらの場合にも失われたと考えられる。

一方、量的には無地キィに対する訓練を行ったにも関わらず、線刺激に対する訓練を受けなかった方の眼での反応頻度は低い。この事は単一刺激訓練の両眼間転移の量的な不完全さが非訓練眼使用時の運動性機能の問題ではない事を示している。

### 実験 III

実験IIでは、運動性の訓練が両眼間転移の量的な促進をせず、又、双頂点性の鏡像効果を消失せしめるという

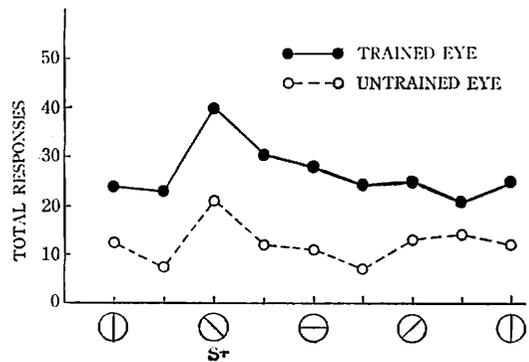


Fig. 3 Mean generalization gradients obtained from group II b.

結果が得られたが、II b 群は 3 個体にすぎず、十分な実験の事実とは言い難い。

本実験では、実験 II の結果を追試確認すると共に、刺激をキィの半径に相当するものとする事によって、特定刺激に対する縦軸に線対称の刺激、横軸に線対称の刺激、原点に点对称の刺激を夫々角度次元上に分離し、それらに対する反応の相違をも検討した。

## 方 法

**被験体:** 実験 I と同様なデンショバト 6 個体。

**装置:** 実験 II と同様であるが、線刺激の長さは 15mm でありキィの中心を原点として回転させる事ができる。

**手続き:** 各被験体はこれまでの実験と同様にキィ・ベッキングを形成され、眼筒を固定される。その後、6 個体ずつ 2 群に分けられて単一刺激訓練をうけるが、用いられる線刺激はキィの右下に位置する 45° に傾いた刺激である。III a 群は II a 群と同様な訓練を受け、III b 群は II b 群と同様に、線刺激に対する訓練を一方の眼でうけ、無地キィに対する訓練を他方の眼でうける。訓練のスケジュールは実験 II と同様で、連続強化 1 日、FI 10 秒 1 日、VI 50 秒 7 日間である。

その後、各個体とも 45° ステップでキィの中心を回転する刺激による般化テストを各眼でうける。テストの方法は実験 II と同様である。

## 結果と考察

III a 群の訓練最終 3 日間の平均反応頻度は .660/秒、

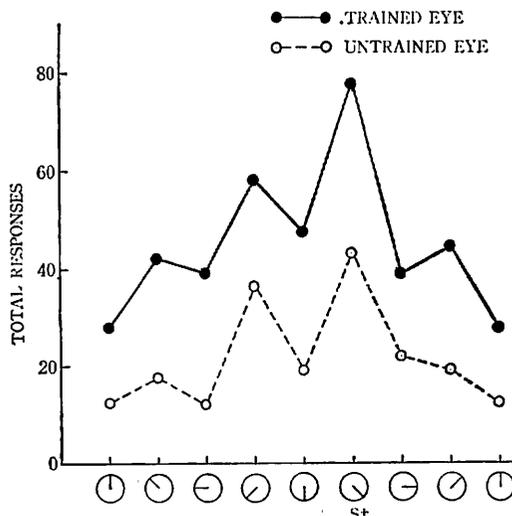


Fig. 4 Mean generalization gradients obtained from group III a.

III b 群の線刺激に対する反応は .700/秒、無地キィに対する反応は .640/秒であった。

Fig. 4 に III a 群のテスト結果を示す。原刺激及びその鏡像刺激に対する頂点は訓練眼、非訓練眼いずれの般化勾配でも認められる。更に、水平又は垂直の刺激よりも傾きを持った刺激に多く反応する傾向が見られた。個体別に検討すると、どちらの眼を使ったテストでも 6 個体中 5 個体が鏡像に対する頂点を示し、又、全個体が原刺激に対する頂点を示した。量的な面については、これまでの実験と同様に、非訓練眼使用時に反応の明らかな低減が認められている。

III b 群のテスト結果は Fig. 5 に示される。どちらの般化勾配でも原刺激に対する頂点は見られるが、鏡像刺激に対する頂点は全く認められない。個体別に検討すると、訓練眼テスト時と非訓練眼（無地キィに対する訓練をうけた方の眼）テスト時に夫々 1 個体が鏡像に対する小さな頂点を示していた。従って、実験 II の結果は確認されたと考えられる。

量的な面についても、実験 II の結果と同様に、運動性の訓練にも関らず、両眼間転移は促進されない。

## 補 足 実 験

今までの一連の実験で二つの事が指摘された。第一は両眼間転移が量的には不完全なものである事であり、第二は無地キィに対する訓練により双頂点性の鏡像効果が失われる事であった。本実験では第一の問題について追加的な検討を行う。

今までの実験では、特定の刺激に対する訓練は一方の眼のみで行われ、その刺激に対する反応傾向が訓練眼、

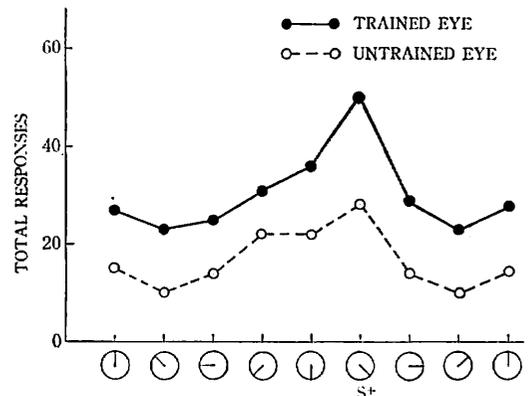


Fig. 5 Mean generalization gradients obtained from group III b.

非訓練眼で比較された。本実験では、左右各眼で夫々異なる刺激に対する反応を強化しておき、その後、一方の眼に両方の刺激を呈示し、各刺激に対する反応傾向を比較する。この比較では使用眼は同一であるから、使用眼の違いによる運動性機能の相違は全く考えられない。

## 方 法

**被験体:** 一方の眼で  $45^\circ$  と  $135^\circ$  に傾いた線刺激の弁別訓練、他方の眼で  $90^\circ$  と  $180^\circ$  の弁別訓練をうけたデンシヨバト 3 個体。

**装置:** 実験箱はいままでのもと同様であるが、刺激は IEE により幅 2 mm、長さ 30 mm の明るい線として暗いキィに呈示される。又実験はマイクロ・プロセッサ・システム (UP 8) によって制御された。

**手続き:** 各個体とも各眼で夫々の弁別刺激時に正刺激であった刺激に対する単一刺激訓練をうける。即ち、一方の眼では  $45^\circ$ 、他方の眼では  $90^\circ$  に対する訓練をうける。訓練は 25 秒刺激呈示 5 秒暗間隔を 1 日 10 回繰り返す、反応は VI 30 秒で強化される。使用眼は日毎に替えられ、各眼での反応数が安定するまで訓練が行われる。

その後、テストが  $45^\circ$  を正刺激とした眼でのみ行われる。テスト時には、はじめに  $45^\circ$  が 10 回呈示され、続いて  $90^\circ$  が 10 回呈示され、更に  $45^\circ$  が再び 10 回呈示される。この間反応は刺激に関らず VI 30 秒で強化される。

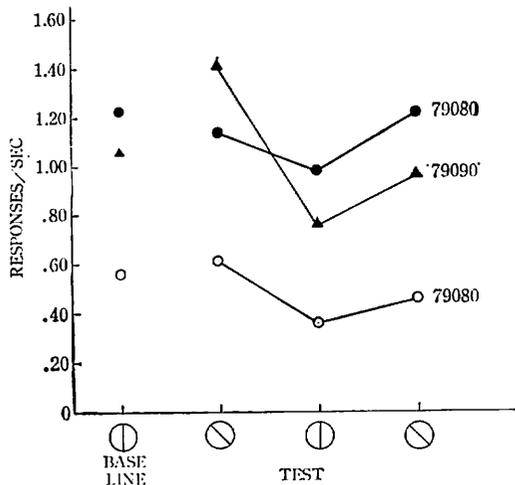


Fig. 6 Individual response rate in the  $45^\circ$ - $90^\circ$ - $45^\circ$  test.  $90^\circ$  was untrained stimulus for the testing eye. Base line rate means the mean rate for  $90^\circ$  in the last two sessions of the single stimulus training.

## 結果と考察

Fig. 6 に個体毎のテスト結果を示す。反応頻度の個体差は一定に認められるが、各個体とも明らかに他眼で訓練された刺激に対する反応頻度が低い。又、テスト時の  $90^\circ$  に対する反応頻度は訓練時のものと比較しても低い。

従って、テスト眼を固定し、刺激を変える状況でも両眼間転移の量的不完全さが示されたと考えられる。

## 全体の考察

今までの実験で得られた知見の第一は単一刺激訓練後の般化勾配の転移が量的に不完全である事であり、第二は単一刺激訓練をうけない方の眼で無地のキィに対するベッキング訓練を行うと双頂点性の鏡像効果が消失する事であった。

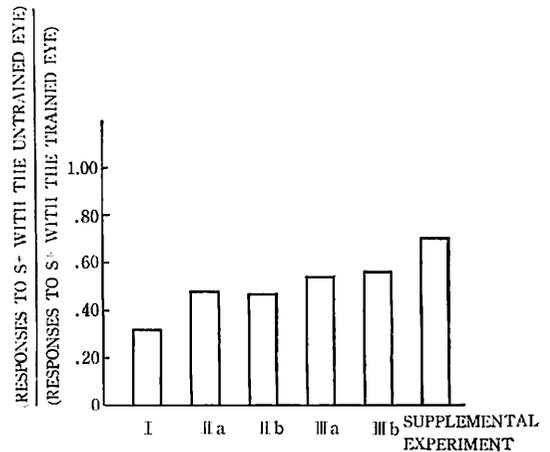


Fig. 7 Relative response to  $S^+$  with the untrained eye obtained by dividing the responses with the untrained eye by the responses with the trained eye.

第一の点をより明確にする為に、Fig. 7 に般化テスト時の訓練眼での原刺激に対する反応数を 1.00 とした時の非訓練眼での原刺激に対する反応率を示す。非訓練眼使用時に原刺激に対する反応が減少する事は明らかであり、且つ、無地のキィに対する訓練が、非訓練眼での線刺激に対する反応を促進しない事も a, b 間に差がない事から明らかである。補足実験の結果については、テスト時の使用眼の原刺激に対する反応を 1.00 とした時の他眼の原刺激に対する反応を示してあるが、やはり転移の量的不完全さは明瞭である。

従って、転移の量的な不完全さは運動性の要因による

ものではないと考えられる。著者は般化テストではなく二種類の刺激のみを用いたテストにおいても (Watanabe, 1974), 原刺激のみを用いた消去テストにおいても (渡辺, 1976), デンシヨバトにおける両眼間転移が量的に不完全なものである事を示しており, 本実験の結果はそれらの結果が刺激統制の不完全な転移である事を明らかにした。

左眼から入力する刺激と右眼から入力する刺激は物理的には同一であっても異なる刺激として機能し得る。著者はこの事を使用眼条件を手がかりとする条件性弁別によって実験的に示した (Watanabe, 1980 a, c)。従って, 両眼間転移は, 訓練眼での刺激入力を原刺激としたある種の刺激般化とも考えられ, 本実験の結果はこの考え方を支持する。なお, 同様の考え方は, Muntz (1962) がタコの実験からも示唆している。

無地キィに対する訓練が双頂点型鏡像効果を消失せしめる事は奇妙な現象にも思われるが, Claire-Smith (1966) の実験でも類似した結果が得られている。その実験では一方の眼で  $45^\circ$  の線刺激を正刺激, 垂直及び水平刺激を負刺激とする弁別訓練を行い, 他方の眼で無地キィを正刺激とする訓練を行ったもので,  $45^\circ$  のみに頂点がある般化勾配が得られている。

これらの現象に対する解釈の一つは以下の如きものである。即ち, 一方の眼で  $45^\circ$  に対する訓練が行われると, 対応半球に  $45^\circ$  に対する興奮が形成されるが, 同時に他半球に鏡像である  $135^\circ$  に対する興奮が形成される。一方の半球に形成された記憶を他半球が読み出せる事は知られているので (Watanabe, 1978 a; 1980 c), どちらか一方の眼を使った時には, 各半球の興奮が行動発現に参与し双頂点性の鏡像効果を生ぜしめる。しかし, 線刺激に対する訓練をうけていない方の眼で無地のキィに対する訓練を行うと, この対応半球は, 鏡像刺激と無地キィの非分化訓練をうけたかの様になり, これが鏡像に対する興奮傾向を消失せしめる。

単眼鏡像弁別訓練後に非訓練眼使用時に弁別行動が逆転する所謂鏡像逆転効果については, 著者はむしろ有機体の弁別方略に帰因するものとしてきた (Watanabe, 1974; 1975; 1979)。そして, 単一刺激訓練後の双頂点鏡像効果については, それが「鏡像間の弁別」訓練をうけない時に自然に生ずる現象として来た。即ち, 双頂点鏡像効果は, むしろ構造上の問題であり, 鏡像逆転効果は, これに弁別訓練による特殊化が加わったものと考えられる。

無地キィに対する訓練の効果は, 双頂点性鏡像効果が

非訓練半球に原刺激の鏡像に対する興奮傾向が形成されるとする考え方を支持するが, 半球間で逆転した興奮傾向が形成されるという解剖学的証拠は今の所はないので (Voneida & Mello, 1975), この点については今後の研究が必要である。

#### 注

- 1) 本論文作製にあたり, St. Claire-Smith の実験を知らせて下さり, 且つ, 有意義な議論を提供して下さいました Dalhousie 大学の W.K. Honig 教授に謝意を表します。
- 2) 本実験は著者の卒業論文 (1970, 慶応義塾大学) の一部である。
- 3) 本実験の一部は著者の修士論文 (1972, 慶応義塾大学) の一部である。

#### 引用文献

- Blough, D.S. 1957 Spectral sensitivity in the pigeon. *Journal of the Optical Society of America*, 47, 827-833.
- Claire-Smith, R. S. 1966 Interocular transfer in the pigeon: the effect of monocular training on a behavior established monocularly with the opposite eye. *Unpublished master thesis (Dalhousie Univ.)*
- Mello, N. 1966 Interocular generalization: A Study of mirror image reversal following monocular discrimination training in the pigeon. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 9, 11-16.
- Muntz, W. R. A. 1962 Stimulus generalization following monocular training in octopus. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 55, 535-540.
- Ogawa, T. 1966 Interocular generalization on color stimuli in pigeons. *The Annual of Animal Psychology*, 16, 87-102.
- Thomas, D. R., Klipeck, W., & Lyons, J. 1966 Investigation of mirror image transfer effect in pigeons. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 9, 567-570.
- Voneida, T. J., Mello, N. 1975 Interhemispheric projection of the optic tectum in pigeons. *Brain, Behavior and Evolution*, 11, 91-108.
- 渡辺 茂, 1973 両眼間転移に於ける刺激条件の吟味・心理学研究 43, 325-335
- Watanabe, S. 1974 Interocular transfer of stimulus control in pigeons. *The Annual of Animal Psychology*, 24, 1-14.
- Watanabe, S. 1975 Interocular transfer of generalization along line-tilt dimension in pigeons *Japa-*

- nese Psychological Research*, 17, 133-140.
- 渡辺 茂, 1976 両球間転移における刺激統制説と半球量作用説の実験的検討・慶大社研紀要 16, 29-34.
- 渡辺 茂, 1978 両球間交連と学習の両球間転移・慶大社研紀要 19, 51-60.
- Watanabe, S. 1978 a Effects of unilateral spreading depression upon monocularly trained operant behavior in pigeons. *Philosophy* (Keio Univ.) 69, 133-143.
- Watanabe, S. 1978 b The mirror image reversal effect in interocular transfer of excitatory and inhibitory dimensional control in pigeons. *The Annual of Animal Psychology*, 28, 15-25.
- Watanabe, S. 1979 Mirror image discrimination with each eye in pigeons. *Physiology and Behavior*, 22, 331-337.
- Watanabe, S. 1980 a Conditional discrimination training and interocular transfer in pigeons. *Behavioural Brain Research*, 1, 125-137.
- Watanabe, S. 1980 b Interhemispheric transfer of learning in birds. in Tanabe, Y. et al (Eds) *Biological Rhythms in birds* Springer-Verlag.
- Watanabe, S. 1980 c Visual discrimination studies in pigeons. in Tsukada, Y., & Agranoff, B. W. (Eds) *Neurobiological basis of learning and memory* John Wiley.
- Watanabe, S., & Ogawa, T. 1973 An experimental analysis of mirror image reversal effect in pigeons. *The Annual of Animal Psychology*, 23, 1-23.