

ゼブラフィッシュは生得的に「円」パターンを避け 「倒立三角形」パターンを視覚的に求める

三谷 恵一

IPU・環太平洋大学 次世代教育学部・学級経営学科

Summary

Experiment 1 revealed that male four zebrafishes, aged 110 days after birth without pre-perceptual learning of either black triangles nor black circles choose significantly more a inverted black triangle presented on the right side to a black circle presented to the left side without food reinforcement. The outerlengths of both figures are same.

Experiment 2 revealed that the same zebrafishes choose significantly more again the same inverted black triangle, presented on left side this time, to a black circle presented on right side.

ゼブラフィッシュを分与される

2009 (平成 21) 年 7 月 7 日、筆者は、同 4 月 17 日生まれのドイツが源であるものと、アメリカのオレゴンが源であるものの混合型(hybrid)小型熱帯魚であるゼブラフィッシュ(Danio rerio) : T A B 種の♂4 匹、♀4 匹を国立遺伝学研究所の初期発生研究部門の川上浩一教授より分与された。ゼブラフィッシュ(zebrafish)は、体外受精し胚が透明であるため、脊椎動物の形態形成・器官形成・行動など高次生命現象を遺伝学的に研究するためのモデル動物として優れている。

♀4 匹は、水温 25 度の 900×450×450mm の透明ガラス大水槽、♂4 匹は 600×300×360mm の中水槽に迎えられ、6 : 00 AM ~ 6 : 00 PM の間水面より高さ 150mm の蛍光灯 2 基により照明され、人工石による玩具、レンガ、砂で豊富環境 (EE : enriched environment; 三谷, 2003, 2010) に設定された。実験室内部が見える 1 大壁面を除き、3 壁面は白画用紙で覆われた。

ヒューベルとウイゼルノーベル賞を授与される

Hubel & Wiesel(1963, 1979)は、ネコやサルの後頭部 17 野に方向特定細胞(orientation specific cell)を発見し、パターンは様々な角度の線分によって処理・認知されるとした。しかし、線分の角度による機能の分化には言及していない。

フィシャーラットにおける生得的図形偏好

三谷 (1992, 2003) は、生後 24 日のフィシャーラット : F344/DuCrj が生得的に「正三角形」を好み「円」を好まないことを発見した。その差は有意である ($t=3.861$, $df=20$, $p<.001$)。更に、正立三角形よりも倒立三角形を好み(三谷 1996)、しかもその「右辺に当たる 45°右上がり斜線分」の誘目性(eye-attractiveness)は、「左辺に当たる 135°左上がり斜線分」や「90°の水平線分」よりも高いことを発見した(隈元・三谷 2005、三谷 2007、三谷 2010)。

Experiment 1

目的 被験体を哺乳類のラットから魚類のゼブラフィッシュに変え、生活ガラス水槽の大きな壁面半分の“左に黒い「円」を提示”し、“右に黒い「倒立三角形」を提示”した場合、ゼブラフィッシュも生得的に左の「円」を避け、右の「倒立三角形」を選ぶであろうか。

方法 生後 110 日になった♂4 匹が生活している中型の水槽背後の 600×300mm の大壁面の左半分の中央に、Figure 1. のように半径 47mm の黒い「円」●を 1 個ガラス越しに 10 分間視覚的に提示し、“右半分の中央に一辺 98mm の黒い「倒立正三角形」▼を 1 個 10 分間提示した。黒「円」の外周は 294mm、黒「倒立正三角形」の外周は 295.16 mm とおよそ等しい。

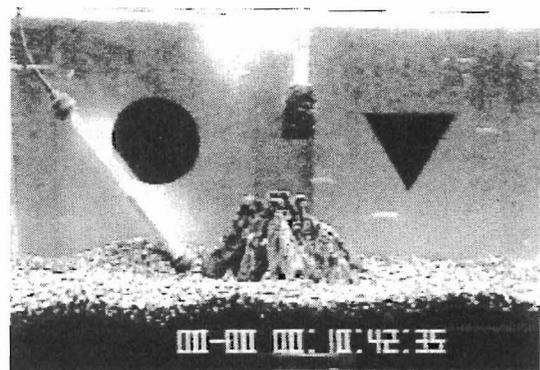


Figure 1. 生後 110 日のゼブラフィッシュ♂4 匹中 3 匹が、生まれて初めて見る黒い「円」ではなく、黒い「倒立三角形」を視覚的に偏って見ている実験開始後 10 分 42 秒 350 ミリ秒の瞬間 (Experiment 1)。「円」の側には 1 匹しかいない。

結果 このように、「円」パターンと「倒立三角形」パターンを 10 分間提示し、＜最初の 40 秒間＞の 4 匹の行動を 30-30-40 ミリの単位で毎秒 30 枚ずつ画像分析した。

その結果、4 匹中の 1 秒単位の左●への滞在匹数と右▼への滞在匹数とを列挙すると次のようになる。5 秒ごとに累積匹数、10 秒ごとに累積匹数と左右への滞在比率も掲げた。最終の 3 行には、40 秒全体の「総滞在匹数」、「平均滞在時間」「滞在時間比率」をまとめている。

実験 1	左●	右▼	♂4 匹
秒	●	▼	合計
第 1 秒	1 匹	3 匹	4 匹
2	1	3	4
3	1	3	4
4	1	3	4
5	1	3	4
Σ	5 匹	15 匹	20 匹
6	1	3	4
7	1	3	4
8	2	2	4
9	2	2	4
10	2	2	4
Σ	8 匹	12 匹	20 匹
ΣΣ	13 匹	27 匹	40 匹
%	32.50%	67.50%	100%
11	2	2	4
12	1	3	4
13	1	3	4
14	1	3	4
15	1	3	4
Σ	6 匹	14 匹	20 匹
16	1	3	4
17	1	3	4
18	1	3	4
19	1	3	4
20	1	3	4
Σ	5 匹	15 匹	20 匹
ΣΣ	11 匹	29 匹	40 匹
%	27.50%	72.50%	100%
21	1	3	4
22	1	3	4
23	1	3	4
24	1	3	4
25	1	3	4
Σ	5 匹	15 匹	20 匹
26	2	2	4
27	2	2	4
28	2	2	4
29	2	2	4
30	2	2	4
Σ	10 匹	10 匹	20 匹
ΣΣ	15 匹	25 匹	40 匹
%	37.50%	62.50%	100%
31	2	2	4
32	2	2	4
33	2	2	4

34	2	2	4
35	1	3	4
Σ	9 匹	11 匹	20 匹
36	1	3	4
37	1	3	4
38	1	3	4
39	1	3	4
40	1	3	4
Σ	5 匹	15 匹	20 匹
ΣΣ	14 匹	26 匹	40 匹
%	35.00%	65.00%	100%

40 秒全体の結果	●	▼	
総滞在匹数	54 匹	106 匹	160 匹
平均滞在時間	13.5 秒	26.5 秒	40 秒
滞在時間比率	33.75%	66.25%	100%

実験 1 における 4 最初の 40 秒間全体の結果は、次のとおりである。40 秒中の平均滞在時間を Figure 2. に示す。

左●への総滞在匹数：54 匹 平均滞在時間：13.5 秒 総滞在時間比率：33.75%

右▼への総滞在匹数：106 匹 平均滞在時間：26.5 秒 総滞在時間比率：66.25%

合計： 160 匹 40 秒 100.00%

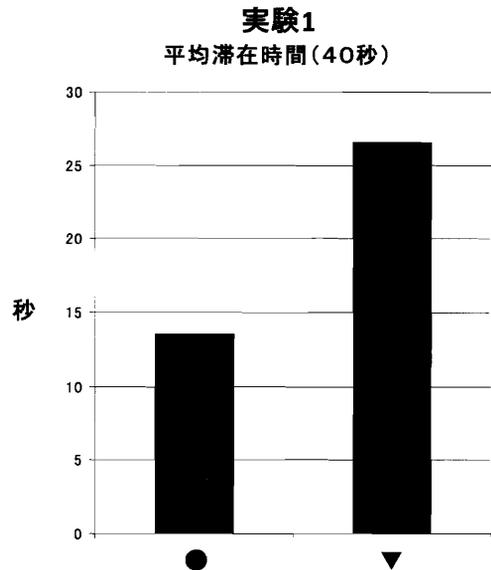


Figure 2. 生後 110 日のゼブラフィッシュ♂4 匹に対して、Figure 1 のように等外周の●を左に、▼を右に 10 分間提示した場合の最初 40 秒間の平均滞在時間。ゼブラフィッシュは、▼パターンの側に偏って有意に長く滞在する (Experiment 1)。

Experiment 2

目的 実験1の終了1週間後に、パターンの提示位置を実験1とは左右を逆にして実験2を行う。

すなわち、Figure 3のようにゼブラフィッシュ♂4匹の生活水槽の大きな壁面半分の今度は“左に黒い「倒立三角形」を提示”し、“右に黒い「円」を提示”した場合、今度は右の「円」を依然として避け、左の「倒立三角形」を依然として選ぶであろうか。

方法 生後117日になった♂4匹が生活している中型の水槽背後の600×300mmの大壁面の“左半分に「倒立正三角形」▼を1個10分間提示”し、“右半分に「円」●を提示した (Figure 3.参照)。

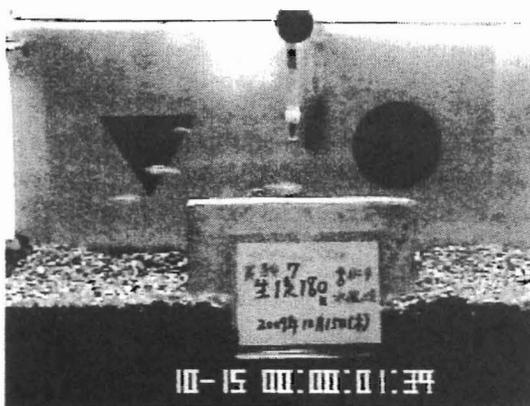


Figure 3. 実験1とは左右逆にしても、生後117日のゼブラフィッシュ♂4匹中3匹が依然として「円」ではなく黒い「倒立三角形」を視覚的に偏って見ている実験開始後1秒 340 ミリ/秒の瞬間 (Experiment 2.)。1匹は、中間地帯にいる。

結果 実験2の最初の40秒間の1秒単位の4匹中の左▼への滞在匹数と右●への滞在匹数とを列挙すると次のようになる。

5秒ごとに累積匹数、10秒ごとに累積匹数と左右への滞在比率も掲げた。最終の3行には、40秒全体の「総滞在匹数」、「平均滞在時間」「滞在時間比率」をまとめている。

実験2	左▼	右●	♂4匹
	40秒提示		
秒	▼	●	合計
第1秒	4匹	0匹	4匹
2	3	1	4
3	3	1	4
4	2	2	4
5	1	3	4
Σ	13匹	7匹	20匹

6	1	3	4	
7	2	2	4	
8	3	1	4	
9	3	1	4	
10	2	2	4	
	Σ	11匹	9匹	20匹
	ΣΣ	24匹	16匹	40匹
	%	60.00%	40.00%	100%
11	2	2	4	
12	1	3	4	
13	1	3	4	
14	1	3	4	
15	3	1	4	
Σ	8匹	12匹	20匹	
16	3	1	4	
17	3	1	4	
18	3	1	4	
19	3	1	4	
20	3	1	4	
	Σ	15匹	5匹	20匹
	ΣΣ	23匹	17匹	40匹
	%	57.50%	42.50%	100%
21	3	1	4	
22	3	1	4	
23	3	1	4	
24	3	1	4	
25	3	1	4	
Σ	15匹	5匹	20匹	
26	3	1	4	
27	3	1	4	
28	3	1	4	
29	2	2	4	
30	1	3	4	
	Σ	12匹	8匹	20匹
	ΣΣ	27匹	13匹	40匹
	%	67.50%	32.50%	100%
31	1	3	4	
32	2	2	4	
33	3	1	4	
34	3	1	4	
35	3	1	4	
Σ	12匹	8匹	20匹	
36	3	1	4	
37	4	0	4	
38	3	1	4	
39	3	1	4	
40	3	1	4	
	Σ	16匹	4匹	20匹
	ΣΣ	28匹	12匹	40匹
	%	70.00%	30.00%	100%

40秒全体の結果	▼	●	
総滞在匹数	102匹	58匹	160匹
平均滞在時間	25.5秒	14.5秒	40秒
滞在時間比率	63.75%	36.25%	100%

実験2における40秒間全体の結果は、次のとおりである。40秒中の平均滞在時間をFigure 4.に示す。

右●への総滞在匹数：58 匹 総滞在時間：14.5 秒
 総滞在時間比率：36.25%
 左▼への総滞在匹数：102 匹 総滞在時間：25.5 秒
 総滞在時間比率：63.75%

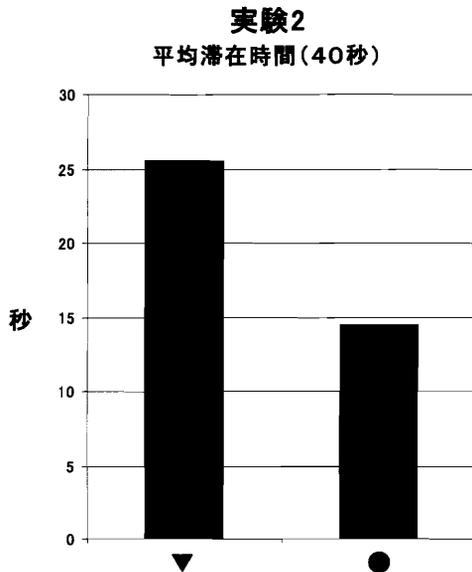


Figure 4. 実験 1 とは左右逆にしても、「円」を避け「倒立三角形」を視覚的に偏って見ているゼブラフィッシュ♂4 匹の平均滞在時間。依然として▼パターンの側に偏って有意に長く滞在する (Experiment 2)。

結論

実験 1 より、ゼブラフィッシュ♂4 匹は、右の「倒立三角形」▼を左の「円」●よりも有意に選ぶことが示された。

左右逆にパターン提示した実験 2 の結果も、今度は左の「倒立三角形」▼を右の「円」●よりも有意に選ぶことが示された。

実験 1 と実験 2 とを総合してゼブラフィッシュ♂は、提示位置には無関連に、生得的に「倒立三角形」▼に視覚的に憧れて選び近づき、等外周の「円」●を避けることが明晰判明になった (柴田ら 2009)。

文献

- Hubel, D.H. & Wiesel, T.N. 1963 Receptive fields of cells in striate cortex of very young, visually inexperienced Kittens. *Journal of Neurophysiology*, 26, 994-1002.
- Hubel, D.H. & Wiesel, T.N. 1979 Brain mechanisms of vision. *Scientific American*, 241, 150-162.

隈元美貴子・三谷恵一 2005 倒立三角形を構成する2斜線の誘目性の比較(2) 岡山心理学会第53回大会発表論文集

三谷恵一 1992 円と三角形の視覚情報処理の詳細—視覚的パターンへの経験と視覚パターンの持つ生得性との交互作用(1) 岡山大学文学部紀要 18,39-48.

三谷恵一 1992 円と三角形の視覚情報処理の詳細—視覚的パターンへの経験と視覚パターンの持つ生得性との交互作用(1) 岡山大学文学部紀要 18,39-48.

三谷恵一 1995 初めて見る円の視覚情報処理の詳細—三角形知覚学習群の場合 岡山大学文学部紀要 23,19-106.

三谷恵一 1996 倒立三角形は正立三角形よりも誘目性が高い—空白群および三角形知覚学習群の場合 岡山大学文学部紀要 25,19-65.

三谷恵一 2003 脳と知覚学習—環境心理学の再出発 プレイン出版

三谷恵一 2007 右上がり45°斜線は左上がり135°斜線より誘目性が高い 日本心理学会第71大会発表論文集 p.534

三谷恵一 2010 認知・リラクセーション：脳—神経—筋肉—骨ネットワークの健康科学おうふう

柴田智也・三谷恵一・森本大樹・阿部 力 2009 ゼブラフィッシュは、生得的に「倒立三角形」を視覚的に求める 岡山心理学会第57回大会発表論文集