

シロイルカの心的回転

誌名	水産工学研究所技報. 漁業生産
ISSN	02895153
著者名	村山,司 鳥羽山,照夫
発行元	水産庁水産工学研究所
巻/号	6号
巻号補足	
掲載ページ	p. 9-12
発行年月	1995年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



シロイルカの心的回転

村山司*・鳥羽山照夫**

Mental Rotation in Beluga

Tsukasa MURAYAMA and Teruo TOBAYAMA

Abstract : Understanding the inner and/or psychological characteristics of aquatic animals leads to the development of technique for controlling the behavior of the animals. In the present study, we did experiments concerning the mental rotation in beluga (*Delphinapterus leucus*) in order to discuss how the outer stimuli taken in through the sensory systems are processed psychologically. Beluga chose which one of two visual forms was identical to or a mirror image of a sample form presented previously. The two comparison forms were presented in various orientation. With increasing rotational angles, the correct responses decreased, but there were no evidence which indicated that beluga did spontaneous mental rotation.

Key word : beluga, mental rotation

1. はじめに

水生動物の行動を的確に制御する手法を確立するためには、動物の持つ内的特性を理解することが重要である。すなわち、外界の刺激や環境状況の知覚・認知に際して、動物がどんな情報処理機構を持ち、それがどの程度の性能であるかを検証することによって、そのような認知機構（回路）に即した刺激の種類の検討が可能となる。さらに、動物が知的に達成でき得ることは何かについて理解することは、動物の行動の予測を容易にし、効率的に行動を制御するための方策を検討するうえでの一助となるものである。このような観点から、これまで動物の認知過程と行動に関して数多くの研究がなされている¹⁾。

一方、近年海産哺乳類の漁具への混獲が増加してお

り、混獲を回避するための手段を講じる必要性が唱えられている。そのため、混獲対象動物が、網などの漁具やそこに捕獲されている魚類等をいかに認識するかについての基礎的な研究が急務となっている。

そのような点に鑑み、本研究では、外界の刺激事象に対する動物の心理的な対応のしかたについて、刺激から反応に至るまでの一連の反応機序の中の初期の過程に着目し、感覚系によって知覚された外界の対象物がどのように内的（心理的）に構成・操作されていくのか（表象されるのか）について考察することとした。ヒトでは、あたかも外界の物体を動かしたり変形を加えたりするような頭の中のイメージの操作、すなわち心的回転を行っていることが知られている²⁾。そこで本研究では、大型の水棲哺乳類であるシロイルカを対象として心的回転について追跡し、対象物がイメージとして取り込まれて

1994年12月5日受理 水産工学研究所業績 A331号

* 漁業生産工学部魚群制御研究室科学技術特別研究員

** 鴨川シーワールド

いく過程に関して考察することとした。

2. 方法

実験は、鴨川シーワールド（千葉県鴨川市）で飼育されている雄のシロイルカ（*Delphinapterus leucus*）1 個体（体重 415 kg、体長 325 cm）を用いて、図 1 に示した飼育プールにおいて行なった。

2.1 実験 1

2.1.1 条件づけ

実験に先立ち以下のような条件づけを行なった。まず、ステージ側（図 1）で図 2(a)のサンプル図形（直径 30 cm の円形の白アクリル板の表面に黒字でアルファベットの F を書いたもの）を供試個体の前に呈示し、視認させた後、ガラス面側へ向かわせた。他方、ガラス面の外側の前でサンプル図形と同じ図形（正像）及びその鏡像になっている図形の 2 枚の刺激図形（図 2(b)）の描かれ

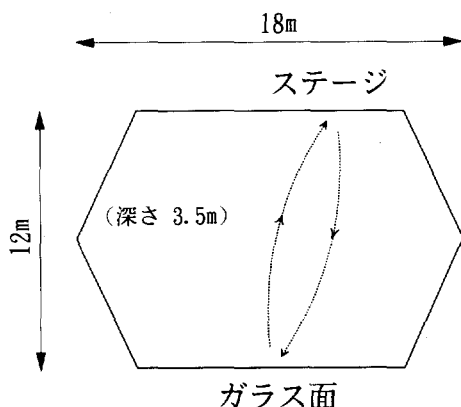


図1 実験を行なった水槽

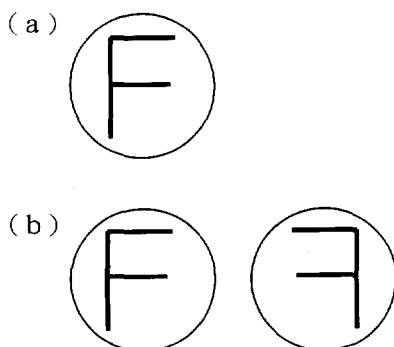


図2 実験1の条件づけに用いた図形

(a) サンプル図形

(b) 刺激図形

たターゲットを呈示し、供試個体に最初に見せたサンプル図形と同じほうの図形（ターゲット）に頭部でタッチするようにさせた（写真1）。このとき、サンプル図形及び刺激図形はいずれも回転させず 0° のままとした。約2週間後、80%以上の正解率（正しく正像のほうを選択する確率）が安定して続くようになった時点で、条件づけが完了したと判断した。

2.1.2 手続き

ステージ側でサンプル図形を見せ、ガラス面でサンプル図形の正像と鏡像の2枚の刺激図形を呈示した。ただし、サンプル図形の角度は 0° のままとし、刺激図形の角度は 0° 、 45° 、 90° 及び 135° の4種類とした（図3）。それぞれの角度における正解率を測定した。なお、刺激図形の角度や呈示位置（左、右）の順序はランダムとした。



写真1 シロイルカによるターゲットへのタッチ

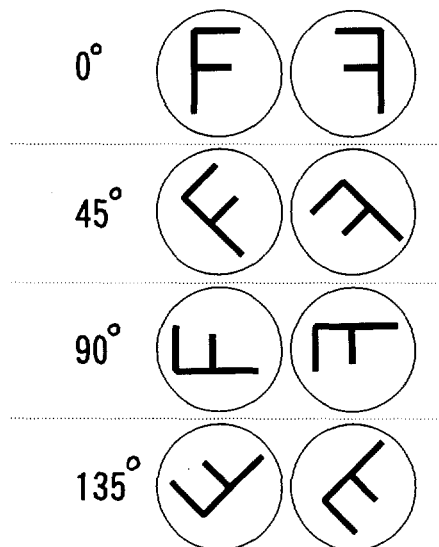


図3 実験1における刺激図形

各試行において、正しく正像を選択した場合はステージ側に報酬を与えたが、誤った場合には何も与えず、次の試行に移った。

2.2 実験2

2.2.1 条件づけ

まず、ガラス面において3枚の図形を同時に呈示した。中央はサンプル図形とし、その両側はそれぞれ正像及び鏡像の刺激図形とした(図4)。供試個体には、まず中央のターゲット(サンプル図形)に頭部でタッチさせた後、左右いずれかのうち中央の図形と同じ図形が描かれたほうのターゲットにタッチさせた。このとき、サンプル図形及び刺激図形の角度を 0° 、 45° 及び 90° に変えて(図4)訓練を行ない、それぞれの角度において80%以上の正解率が安定して継続されるようになった時点で条件づけが完了したと判断した。条件づけ完了まで約2ヵ月を要した。

2.2.2 手続き

ガラス面において3枚の図形を同時に呈示し、中央のターゲットに頭部でタッチした後、左右の刺激図形(正像、鏡像)のうち、中央のサンプル図形と同じものにタッチさせた。このとき、中央のサンプル図形は常に 0° のままとし、刺激図形のみを角度を 0° 、 45° 、 90° 、 135° 及び 180° と変え(図5)、それぞれの角度において、供試個体が正しく正像を選択した確率を求めた。なお、呈示した角度、正像、鏡像の呈示位置(左、右)の順序はランダムとした。各試行において、正しく正像を選択した場合は報酬を与えたが、誤った場合には何も与えず、次の試行に移った。

実験1, 2とも、それぞれの角度条件における試行回数は16回以上とした。原則として5-10試行を1セッションとして行ない、各セッションの実験のはじめに条件づけと同じ訓練試行を2-3回施し、条件づけの維持を図った。また、各セッションのあいだには適当な時間間隔や実験とは無関係な訓練を入れ、供試個体の集中力を持続させるようにした。ターゲットへのタッチに際して、注意力を欠いたような行動や曖昧な動作がみられた場合あるいはタッチに著しい時間を要した場合などは、その試行結果は正否の判定対象から除外した。

3. 結果

3.1 実験1

それぞれの角度における正解率は図6のようになった。まず、条件づけと同じ内容である回転角 0° の実験については、選択に際して不安定な行動はほとんどみられず、93.8%というきわめて高い正解率を示した。回転角が 45° になると、選択時に正像と鏡像の両方を見比べるような行動が見られ、正解率は76.5%に低下した。 90° 、 135° の場合は、ターゲットの前で不安定な行動が目立つようになり、正解率はそれぞれ23.5%、43.5%と、低い値を示した。 90° においては、むしろ鏡像のほうを選択している確率のほうが高い結果であった。

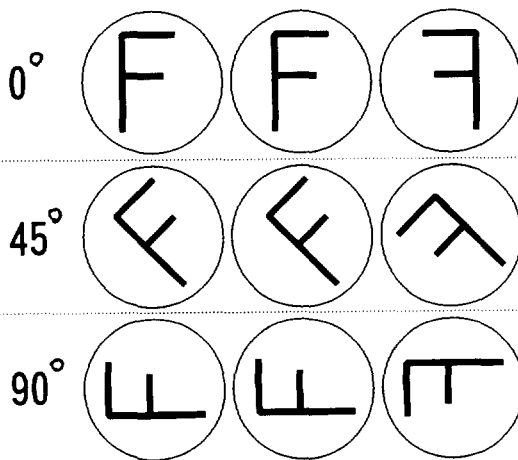


図4 実験2の条件づけに用いた図形
中央がサンプル図形で、その両側が刺激図形

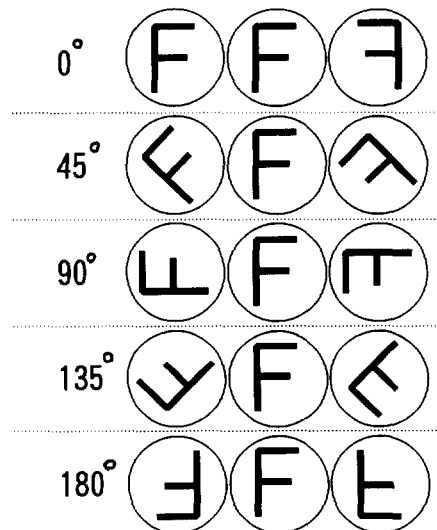


図5 実験2における刺激図形

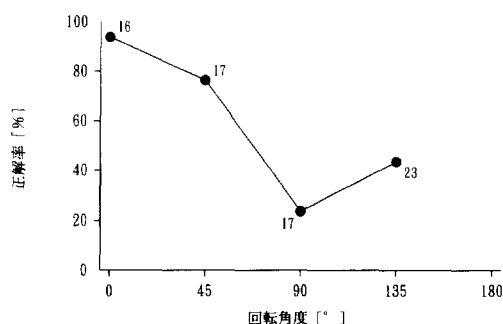


図6 実験1における回転角度による正解率の変化
図中の数字は試行回数を示す

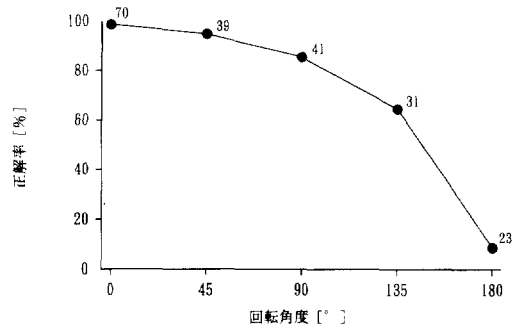


図7 実験2における回転角度による正解率の変化
図中の数字は試行回数を示す

3.2 実験2

刺激図形の回転角度別の正解率を図7に示す。回転角0°ではかなり高い正解率を示し、45°回転した場合においてもまだ90%を越える正解率であったが、90°になると84.5%と、やや低下する傾向がみられた。なお、0°、45°および90°では、いずれも特に行動に不安定なところは認められなかった。回転角が135°では正解率が64.5%と顕著に低下し、正像・鏡像の図形を見比べたり、混乱を示すような動作が頻出するようになった。180°の場合になると、正解率は10%以下と、むしろ誤答（鏡像のほうを選択する確率）が顕著に高い値となり、行動の不安定さは減少した。

4. 考察

実験1は0°のみ条件づけしたものであるが、回転する角度が増すにつれて、混乱を示すような行動が多くなり、正解率が低下する傾向がみられた。実験2では、自発的な心的回転を促進させる操作として90°までの条件づけをおこなったのであるが、135°以降における実験では正解率が低い値であった。これはらの結果は、条件づけられた学習行動をそれ以降の回転角に応用することができないことを意味しており、自発的な心的回転は生じなかったと考えられた。

実験1の90°及び実験2の180°の場合では、正解率や選択時における行動の様子から判断して、明らかに誤答（鏡像）のほうを選択していると思われた。このことより、シロイルカが回転図形の異同を判断するにあたっては、サンプル図形全体を回転させたのではなく、図形の一部分に着目し、そこを指標として判断していたと考えられる。

これまで動物における心的回転に関する実験はハト³⁾及びチンパンジー⁴⁾で行なわれている。これらの動物で

は正答を選択するまでの反応時間と回転角度の関係について調べられており、回転角度が大きくなっても反応時間には大きな変化はみられていない。一方、本研究は正解率と回転角度との関係を調べたものであるが、回転角度の増加に伴い正誤判断に何らかの困難さが生じていると考えられたものの、自発的な心的回転を示す顕著な現象は認められなかった点で、ハトやチンパンジーにおける結果と共通している。

本研究において得られたシロイルカの心的回転機序の普遍性については検討すべき点が多く残されている。特に、異同の判断が部分的な処理として行なわれたとされることに関して、対象とした図形の形や大きさが供試個体の視野から考えて適切であったかという点や図形自体の複雑さと心的回転機構との関連性の有無については、さらなる洞察を重ねる必要がある。

謝辞

本研究を遂行するにあたり、鴨川シーワールド祖一誠海獣展示課長、佐伯宏美係長、桐畑哲雄主任ならびに金子真也氏、法花正志氏をはじめとする係員の方々には、たいへんご協力を賜わった。厚くお礼申し上げる。

参考文献

- 1) Weiskrantz, L. : Animal intelligence, Clarendon press (Oxford), pp. 1-223, 1985
- 2) 市川伸一 : イメージの機能的性質, 認知心理学を知る, プレーン出版 (東京), pp. 27-36, 1987
- 3) Hollard, V. D. and J. D. Delius : Rotational invariance in visual pattern recognition by pigeons and humans, Science, **218**, 804-806, 1982
- 4) Bresard, B. : Primate cognition of space and shapes, in Thought without language (Weiskrantz, L., ed), Plenum press (London), pp. 396-415, 1988