

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 9 月 26 日現在

機関番号：32644

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25330177

研究課題名(和文)イルカに言葉を教える - イルカにおける命名と文の理解

研究課題名(英文)Preliminary study of teaching artificial language to beluga whale

研究代表者

村山 司 (Murayama, Tsukasa)

東海大学・海洋学部・教授

研究者番号：40328109

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,700,000円

研究成果の概要(和文)：シロイルカを対象として、物と記号、音の対応を理解させ、視覚と聴覚とで別々に学習したことが統合できるか検証した。その結果、異なる感覚系における自発的な対称性、推移性が成立することが明らかとなった。また、模倣は言語の理解においては重要な要素である。そこで任意の音(声)を被験体に模倣させたところ、優れた模倣能力が示された。被験体に動作と記号の対応を学習させることにより「取ってくる」という「動詞」の命名を試みた。その結果、いったん有意な正解率まで上昇したものの、中断期間後に再開したところ正解率、選択行動とも安定せず、「取ってくる」という試行が定着していないことが示唆された。

研究成果の概要(英文)：We first tested the spontaneous establishment of bidirectional relationships between visual and auditory symbols in a particular beluga whale (*Delphinapterus leucas*), nicknamed Nack, and found that cross-modal stimulus equivalence between vision and auditory sense was established. Imitation is one of essential factors for language comprehension. Accordingly, nine arbitrary vocal sounds produced by the experimenter were presented to Nack, who was required to imitate them. Nack could correctly imitate the novel sounds. We tried to examine the naming of verbs using auditory symbols. That is, Nack was trained to label an action (behavior), "take an object", using a visual symbol to examine whether the subject knows the relation between the action and the visual symbol. Correct responses in this experiment have been observed and the percentage of correct responses is gradually rising but is still unpredictable. This study is not yet completed.

研究分野：認知科学, 動物行動学, 鯨類学

キーワード：シロイルカ 命名 名詞 クロスモーダル 模倣 動詞

1. 研究開始当初の背景

これまでイルカ類の認知に関する研究は、主として欧米を中心に行われてきた。認知研究の要素のひとつに「言語理解」があり、認知過程を解明する一手段としてこれまでさまざまな動物で研究がなされてきたが、イルカ類においても、特に米国において1960年代から1980年代にかけてバンドウイルカを対象とした言語理解に関する研究が行われてきた歴史がある。しかし、現在ではそうした研究はほとんどなされていない状況である。一方、わが国をかえりみても、イルカ類おける研究はフィールド調査を主体とした生態調査研究や行動観察については知見が多く蓄積されつつあるものの、イルカ類の「認知」を解明する実験的な研究は過去から現在に至るまでほとんど行われていない。特に言語の理解に関する研究に至っては皆無と言ってよい状況である。

上述のように、言語研究は動物の認知を探る重要な要素のひとつである。とりわけイルカ類については、イルカとの共生や適正な飼育・管理が叫ばれる昨今において、イルカの本質を理解する方策として認知を研究する意義は大きく、言語研究はその顕著な要因のひとつと言える。そこで本研究では、そうした状況と研究意義に鑑み、イルカ類の認知研究のうちの「言語」の理解と応用に着目し、これまでほとんど研究の対象とされてこなかったシロイルカを対象として言語の理解が可能かどうかを検証することとした。

なお、海外におけるこれまでのイルカの言語研究がヒトから一方向的にイルカの言語理解の可否(有無)を問うものであったのに対し、本研究では、イルカからも何らかの情報が発信できる方策を考え、将来的にはヒトとイルカが双方向的に情報交換ができるようになることをめざすものである。

2. 研究の目的

これまでシロイルカが高い認知能力を有していることが種々の知見から明らかとなっている。また、すでに本研究の先行研究として、シロイルカが特定の音(聴覚刺激)が特定の物に対応することを理解し、「音」で「物」に命名できることが示されている。そこで次の段階として、それらの「物」について視覚刺激による命名を試み、さらに視覚と聴覚の統合による語の命名と理解が可能かを検証することとした。

また、模倣も言語を獲得するうえで重要な要因を占めている。そこで、将来的な必要性を考え、音によるイルカの模倣能力を検証することとした。特に本研究ではヒトの日常的な肉声を模倣させる対象とした。

さらに、言語の理解を知り、その応用を図る

には名詞のほかにも品詞が必要である。そこで、これまでに獲得された名詞に加え、さらに品詞を増やすことを目的として、人工言語を用いた方法によって動作の命名を試みることにした。

3. 研究の方法

(1)実験1: 視覚と聴覚の統合

「言語」は視覚と聴覚の両者を介して理解されるものである。そこで、物と記号、物と音を対応させたとき、視覚と聴覚とで別々に学習したことが統合できるかについて検証した。

条件性弁別的手法により、異なる4つの物(フィン、マスク、バケツ、長グツ)について、それぞれが異なる4つの記号および音に対応することを学習させた(一部、すでに先行研究で修得した関係のものを含む)。

それぞれの対応関係について各セッションごとに実験をおこない、正解率を求め、有意な正解率が得られた段階で条件付けを終了とした。

すでに先行研究において物と鳴音の関係を習得しており、その成果と今回の条件づけの結果を応用して、異なる感覚系における自発的な対称性、推移性が成立するかを実験的に調べた。(たとえば、フィンをあらわす鳴音を呈示して対応する記号を選択させたり、マスクを表わす記号を呈示して、マスクを選択できるか...など)。

(2)実験2: 模倣

人工音の模倣

先行研究によって、実験開始時点で被験体はすでに呈示された自分の鳴音をまねすることができている。そこで本研究では、自然界には存在しない2種類の不自然な音(コンピューターで合成した人工音)を呈示し、それが模倣できるか検証した。

ヒトの声の模倣

実験者が被験体に向かって肉声で任意の10種の音を発し、模倣させた。その後、それまで呈示した音とは異なる、被験体にとっては初めて経験する肉声を呈示し、模倣できるか調べた。

上記、とも、呈示した音(人工音、実験者の肉声)と被験体がそれに対して模倣した音を録音した。そして、まずそれぞれの音を本実験には無関係な9名の被験者に聞かせて、両者の異同を判断してもらった(以下、主観的評価とする)。

次に、呈示音、模倣音のそれぞれの録音された音についてソナグラムを求め、スペクトルの波形を分析して両者の特徴(周波数等)を比較した。

(3)実験3 「動詞」の命名

上記の「実験1 視覚と聴覚の統合」により4つの物と記号(図形文字)をそれぞれ関

連づけることができたので、それらの物に対して動作を行わせ、その動作を記号で命名できるか検証した。すなわち、被験体に動作と記号の対応を学習させることにより「動詞」の命名を試みた。

本研究で採用した動詞は「取ってくる」である。まず、被験体にその動詞「取ってくる」を意図する図形文字を呈示し、次いで、上記の実験1で習得した、物を表わす図形文字を呈示した。そして異なる場所に呈示された物のうちから、その図形文字の表す物を持ってこさせることとした。

4. 研究成果

(1) 実験1: 視覚と聴覚の統合

まず視覚に関して、4つの物について、それぞれの呈示された物に対応する記号を選択することができた。すなわち、被験体は物を記号で表出することを学習することができた。そこで、その逆、つまり記号を呈示し、それに対応する物を選べるか調べたところ、正確に選択ができていた。被験体はこれまで4つの物のうち、2つ(フィンとマスク)については物と記号の対応関係を習得しており、このすでに得られている関係を応用して、新たな物(バケツと長グツ)に対しても自発的な対称性が成立することが明らかとなった。このことは少なくとも本研究で用いた4つの物については文字で命名できたことを示している。一般に、動物では自発的な対称性の成立は困難と考えられており、本研究でその成立が確かめられたことは画期的である。

本研究の被験体は、先行研究で音と物の対応関係を理解し、本研究で物と記号の関係を学習した。そこで聴覚刺激(録音された鳴音)を呈示し、記号を選択させたところ、正確に選択することができた。このことは習得した関係を用いて、異なる感覚系のあいだで推移性が成立したことを示している(「物音、音記号」ならば「物記号」を理解)。さらに、その逆、すなわち記号を呈示し、対応する物を選べるかを試したところ、高い正解率で成功した。すなわち、異なる感覚系に関して自発的な対称性も成立したことが明らかとなった。

以上の結果から、まず、被験体は物を表わす図形文字を習得することができた、つまりものを文字で命名できたことが示された。このことは、下記の「実験3 動詞の命名」でその成果を利用して実験を実施可能なことを意図する。

また、視覚と聴覚という異なる感覚系において成立した一部の関係から、それ以外の関係の認識が可能なことが明らかとなったことから、視覚と聴覚とのあいだで刺激等価性が成立することが示された。これまで、同一感覚系内の刺激等価性の成立はあったが、異なる感覚系間については初めての成立と言える。このことから、視覚と聴覚とで別々に

学習したことが統合できることが示唆された。

(2) 実験2 模倣

まず、コンピューターで合成された音を2種類呈示したが、被験体はいずれの音に対しても呈示音と類似した音を発した。そこで、実験とは無関係な9名の被験者に録音された呈示音、模倣音を聞かせ、異同を答えてもらったところ(主観的評価)、いずれの音についても「似ている」という回答が高い割合で得られた。また、録音された呈示音と模倣音について波形を分析した。その結果、両者の音の特徴(周波数、音節数、継続時間)がほぼ同じであった。

次に、実験者が肉声で10種の音を発し、被験体に模倣させた。それについても9名の被験者によって主観的評価を行ったところ、一つの音を除いて、他の9種の音については「似ている」という割合が高かった。また、呈示音、模倣音波形を分析した結果、両者の音の特徴(周波数、音節数、継続時間)がほぼ同じであった。

以上より、聞きなれた音でも不自然な音でも、被験体は聞こえてきた音の特徴を把握し、瞬時にそれらを再現しようとする、つまり、模倣することが可能なことが明らかとなった。

そこで、さらにこれまで呈示した音とは異なる任意の声を実験者が呈示した。すると被験体は1度目はまったく異なる音で鳴き返したが、2度目は呈示された肉声と類似の鳴音を発し、模倣しようとする傾向が見られた。このとき、最初に模倣に失敗した際には、被験体は自分の発した鳴音を調整・修復して、呈示された音に近づけた音を発しようとしている様子が見られた。

(3) 実験3 動詞の命名

まず「持ってくる」を表わす記号を呈示後、フィンを表わす図形文字を呈示し、異なる場所に呈示されたフィンとマスクからフィンを持ってこさせるようにした。同様に、「持ってくる」の記号に続いてマスクを表わす図形文字を呈示、遠方のマスクを持ってこさせた。これらの試行について、各セッションごとに正解率を求めて、その変遷を追跡した。

実験は、フィンまたはマスクの試行をセッションを分けて、それぞれ個別に行ったところ、いずれの物についても徐々に正解率の上昇が認められた。そこで、これら二つの試行を一つのセッション内でランダムに混合して行ったところ、開始当初は正解率が低く、誤選択が頻出した。しかし試行回数を重ねるにつれて正解率が上昇していった。また、選択時間を測定したところ、開始当初は選択時間も長かったが、正解率の上昇とともに選択時間も短縮された。

こうして、マスク、フィンを「持ってくる」ことについていったん有意な正解率まで上

昇した。しかし、本研究期間の後半に飼育施設の関係で数か月間という長期にわたって実験が中断される事態が生じた。そのため、再開時に、再度、上記の実験をおこなったところ、正解率、選択行動とも安定せず、「持ってくる」という試行が定着していないことが示唆された。これは、記号と「持ってくる」と対応関係が十分に定着しない状況で長期の空白期間があったことが遠因の一つと考えられる。

(3)連携研究者
なし

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計1件)

T.Murayama, S.Iijima, H.Katsumata, and K.Arai, Vocal imitation of human speech, synthetic sounds and beluga sounds, by a beluga (*Delphinapterus leucas*), *International Journal of Comparative Psychology*, 査読有, 27巻, 2014, 369-384.

〔学会発表〕(計0件)

〔図書〕(計4件)

村山司, 恒星社厚生閣, 飼育下の海獣類における認知研究 - 「賢さ」を調べる, 水族館と海の生き物たち(杉田治夫編), 2014, 114-124.

村山司, 講談社, ナックの声が聞きたくて! - “スーパー・ベルーガ”にことばを教えるイルカ博士 (世の中への扉), 2014, 178.

村山司, 誠文堂新光社, イルカの不思議, 2015, 143

村山司, 東海大学出版部, まねするイルカ - シロイルカの模倣, 続イルカ・クジラ学 (村山司, 鈴木美和, 吉岡基編著), 2015,

〔産業財産権〕

○出願状況(計0件)

○取得状況(計0件)

〔その他〕

6. 研究組織

(1)研究代表者

村山 司 (MURAYAMA TSUKASA)
東海大学・海洋学部・教授
研究者番号: 40328109

(2)研究分担者

なし