

令和 4 年 6 月 13 日現在

機関番号：32103

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2021

課題番号：17K00208

研究課題名(和文)マイルカ科鯨類における音声コミュニケーションと社会的知性の進化

研究課題名(英文)The evolution of acoustic communication and social intelligence in delphinids

研究代表者

中原 史生 (NAKAHARA, Fumio)

常磐大学・人間科学部・教授

研究者番号：10326811

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は、マイルカ科鯨類を対象に、向社会行動および欺き行動時における音声コミュニケーションの種差を明らかにし、鯨類の社会的知性の進化的基盤を探ることを目的としている。研究は野生個体および飼育個体を対象とした自然観察法、実験的観察法、実験的分析法、飼育担当者を対象とした半構造化面接法を用いて行われた。その結果、シャチとハンドウイルカにおいては社会的な遊びの文脈で協力的行動が観察され、その際にホイッスルという鳴音を用いている可能性が示唆された。一方、研究期間内に鯨類間での欺き行動は観察されなかったが、飼育者に対して欺き行動を見せることがわかった。今後は新たな実験手法を検討して検証を進めたい。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ヒト以外の動物の社会的知性を調べることは、私たちのもつ社会的知性がどのように進化してきたのかを知ることにつながる。複雑な社会で生活するマイルカ科の鯨類においては、協力的行動、分配行動、援助行動といった様々な向社会行動が観察されており、協調的な社会的知性の進化がうかがわれた。一方、今回の研究ではイルカ同士での欺き行動(競争的な社会的知性)は観察されなかった。イルカの社会と音声コミュニケーションの関係は近年注目を集めている研究分野であるが、本研究において、協力的行動の際に鳴音が使われている可能性が示唆された。

研究成果の概要(英文)：The aim of this study is to investigate the evolutionary basis of social intelligence in delphinids by clarifying species differences in vocal communication during prosocial and deceptive behaviors. Studies were conducted using natural observation, experimental observation, and experimental analysis methods on wild and captive delphinids, and semi-structured interviews with aquarium staff. The results suggest that cooperative behavior was observed in killer whales and bottlenose dolphins in the context of social play, which may involve the use of whistle sounds. On the other hand, no deceptive behavior was observed among delphinids during the study period, but they were found to exhibit deceptive behavior toward their keepers. New experimental methods should be considered for further validation.

研究分野：動物行動学 比較認知科学

キーワード：鯨類 ハンドウイルカ シャチ 向社会行動 欺き行動 社会的知性 協力的行動 マイルカ科

1. 研究開始当初の背景

(1) 協力行動、分配行動、援助行動などが含まれる向社会行動は、他者や所属するコミュニティ全体に利益を与える行動である。群れ社会の有利性として、捕食者の回避、採食行動上の利益、相互刺激による適応度の増加があげられることから、群れ社会を形成する動物においては、これらの効果や機能を得るために向社会行動が進化したものと考えられる。動物の向社会行動に関する研究は、これまで主に霊長類を対象として行われており、多くのデータが集まりつつある。一方、相手を欺くことによって利益を得る欺き行動に関する研究は、霊長類においてエピソード的な報告がなされている (Byrne & Whiten 1990)。

鯨類、とりわけマイルカ科の鯨類は多様で複雑な社会を形成する動物である。マイルカ科においては、一部の種において野外観察から向社会行動についての断片的な報告があり、捕食、繁殖における協力行動、食物分配が観察されている (中原 2008)。しかしながら、集団捕食を行っている鯨類が協力的であるか否かを判断するのは非常に難しく、繁殖行動に関しても一部の地域のハンドウイルカにおいてオス同士が連合を組むことが知られているが、その他の種では全く観察例がない。近年、研究代表者らによる実験的分析法を用いた研究によって、ハンドウイルカが自発的に向社会行動を行う傾向があることが示唆されている (Nakahara et al. 2017)。鯨類における欺き行動の報告例はない。

霊長類では、チンパンジー同士の協力行動において、相手とタイミングを合わせるためにアイコンタクトを取る、身振りで合図を送るといった行動は観察されておらず、協力的場面におけるチンパンジー同士のコミュニケーションの成立が困難であることが示唆されている (Hirata & Fuwa 2007)。鯨類においては、研究代表者のこれまでの研究から、ハンドウイルカは鳴音を使って協力行動時にタイミングを合わせる可能性が示唆されている (Nakahara et al. 2011)。

(2) 研究代表者は水族館で飼育している鯨類を対象とした実験、観察を行っており、わずかな例ではあるが、特定の種において向社会行動を目にすることがあった。その際、向社会行動が見られる個体間で音声コミュニケーションがとられているケースが見受けられた。研究代表者が過去に水族館スタッフを対象に行ったアンケート調査では、種間で向社会行動の有無、頻度、鳴き交わし行動に差があることが明らかになっている (Nakahara & Takemura 1997)。霊長類では「知性は社会生活を営む上で発生する様々な問題に対処するために進化してきた」という「マキャベリの知性 (社会的知性) 仮説」が提唱され、多様な研究の進展が見られている。最近の研究からは、他個体との関係が競合的である要素の濃い種に比べて、平和的な種の方が他者との協力が成立しやすい可能性が示唆されている。鯨類の社会的知性の進化的基盤を探る上で、様々な種を対象として向社会行動と音声コミュニケーションの関係について研究を行っていく必要性を強く感じた。

2. 研究の目的

本研究の目的は、鯨類のもつ社会的知性の進化的基盤を探ることにある。他者とのやりとりや交渉のなかで発揮される社会的知性の進化とコミュニケーションの進化は密接に関わっていることが推測される。群れ社会を形成するマイルカ科鯨類では、種に特有な音声コミュニケーションシステムや協力的な社会的知性についての断片的な研究はあるものの、それらを結びつけた研究は行われてこなかった。また、競合的な社会的知性に関する研究は行われていない。本研究では、マイルカ科の鯨類を対象に、向社会行動および欺き行動時における音声コミュニケーションの種差を観察と実験から明らかにし、ヒトを含む霊長類とは異なる過程で進化してきた鯨類の社会的知性の進化的基盤について考察を行う。

3. 研究の方法

鯨類のもつ社会的知性の進化的基盤を探るため、比較認知科学的視点から、マイルカ科 4 種 (ハンドウイルカ、カマイルカ、オキゴンドウ、シャチ) における音声コミュニケーションと協力的な社会的知性、競合的な社会的知性の特徴を探り、種間で比較する観察的、実験的研究を行うこととした。また、水族館でイルカ類を飼育担当しているスタッフを対象として、反構造化面接法による調査も実施することとした。

(1) 自然的観察法による研究

野生下、飼育下の個体を対象に、向社会行動、欺き行動の起こる文脈、個体間関係、鳴音などの付随する特徴的な行動について詳細な観察を行い、種間で比較することによって種ごとの特徴を捉えることとした。

野生個体の観察は、根室海峡、常磐沖において行った。対象種は主にシャチ、カマイルカであったが、発見のあった鯨類は全て観察することとした。調査船上から目視観察、ビデオ撮影 (水中撮影を含む)、曳航式水中音ステレオモニター装置を用いた鳴音収録を行った。

飼育個体の観察は、主にアクアワールド茨城県大洗水族館、新潟市水族館マリニピア日本海、

名古屋港水族館、西海国立公園九十九島水族館において行った。対象種は、オキゴンドウ、カマイルカ、シャチ、ハンドウイルカで、ビデオ撮影、自動水中音録音システム、固定式ステレオ水中音モニター装置を用いた鳴音収録を行った。

(2) 実験的観察法による研究

飼育個体を対象に、社会行動が起きやすい場面を設定し、観察を行った。具体的には、飼育担当者が作成したおもちゃを導入し、社会的な遊びやおもちゃの取り合いが起こることを期待した。観察およびデータ収集の内容は(1)の飼育個体の観察と同様であった。

(3) 実験的分析法による研究

飼育個体を対象に、2個体が協力しなければ達成できないような実験課題、欺き行動が起こりやすい実験課題を実施し、種によって協力行動、欺き行動の成立に違いがみられるか、これらの行動時に合図を送るなどのコミュニケーション行動がみられるかを調べた。実験時のデータ収録に用いた機材は(1)の飼育個体の観察と同様であった。

(4) 飼育担当者を対象とした半構造化面接法による研究

飼育個体において向社会行動や欺き行動がみられるか、飼育担当者を対象とした反構造化面接法による研究を実施した。

4. 研究成果

(1) 自然観察法による研究

野生個体に関しては、研究期間中、シャチ、カマイルカの他に、スナメリ、イシイルカ、ツチクジラ、クロツチクジラ、マッコウクジラ、ミンククジラ、ナガスクジラの観察を行ったが、マイルカ科鯨類はシャチ、カマイルカのみで、カマイルカは観察機会が少なかった。羅臼沿岸海域におけるシャチの観察から、協力行動として協同捕食の可能性が示唆された。協同捕食の際に、コール、ホイッスル、クリックスといった様々な鳴音が収録されたが、水中での行動を観察することができないことから、協力行動との関係について明確にすることはできなかった。欺き行動と思われる行動は観察することができなかった。



図1. 羅臼沿岸海域のシャチ

飼育個体に関しては、新潟市水族館のカマイルカ、九十九島水族館のハンドウイルカにおいて協同育児を観察することができた。これらの鯨類は出産後の授乳期間が1~2年程度あり、その間、母親以外の雌個体が子イルカの面倒をみるのが頻りに観察された(図1)。しかしながら、協同育児と相関のある鳴音をみつけることはできなかった。母親の要求に応じて他の個体が育児を替わるわけではなく、他の個体が自発的に育児を行っている様子が観察された。また、観察期間中、欺き行動を観察することはできなかった。



図2. ハンドウイルカの協同育児

(2) 実験的観察法による研究

九十九島水族館において、おもちゃの導入による「ものを伴う社会的な遊び」が確認された。相手の要求に応じて個体間でおもちゃを移動させる状況が確認されるとともに、劣位個体から優位個体への受け渡しだけではなく、優位個体も劣位個体へおもちゃを受け渡すことが確認された。要求は鳴音を通して行われていたのではなく、おもちゃを銜えている口先にタッチするなど、接触行動での要求が主であった(図2)。今後、協力をして狩りを行うイルカ類の食物分配との関連を調べていく予定である。欺き行動については、おもちゃが競合するような場面においても観察することはできなかった。

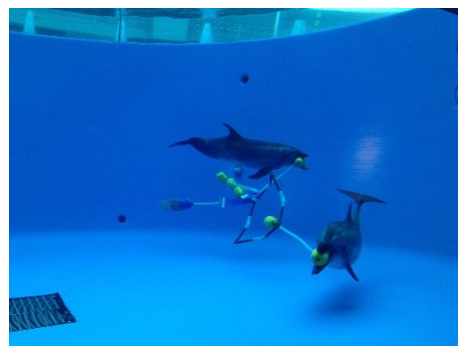


図3. ハンドウイルカの社会的遊び

(3) 実験的分析法による研究

九十九島水族館で飼育中のハンドウイルカを対象として、食べ物を介さない状況での向社会行動についての実験を行った。その結果、被験個体はパートナーからの要求がなくても自発的に協力行動や援助行動を行うことが確認された。しかしながら、自発的であることから、要求と思われる鳴音が観察されることもなかった。

また、九十九島水族館では、ジャンピングキャッチボールと呼ばれる2個体の協力が必要な

課題が展示プログラムの一環として行われていた。研究代表者が本研究課題開始前に収録したデータでは、2 個体が空中でキャッチボールを行う際に、タイミングを合わせるためにホイッスルという鳴音を使っていることが示唆されていたが、プログラムに馴れが生じたことによって、鳴音の発生頻度が下がっていた。しかしながら、2 個体が飼育スタッフのもとを離れるタイミングをずらしたところ発生頻度が上がったことから、協力行動の際にホイッスルを発してタイミングを合わせている可能性があらためて示唆された。

欺き行動に係る実験を予定していたが、新型コロナウイルスの影響で実験のトレーニングが思うように進まず、期間内に実験を行うことができなかった。

(4) 飼育担当者を対象とした半構造化面接法による研究

(1)の自然観察法による研究を実施した水族館において聴き取り調査を実施したところ、調査対象としたオキゴンドウ、カマイルカ、シャチ、ハンドウイルカにおいて協力行動が観察されていた。一方、イルカ同士の間での欺き行動に関する報告を得ることはできなかった。しかしながら、ハンドウイルカでは飼育担当者を欺いていると思われる行動が報告された。

研究期間中、新型コロナウイルスの影響で、予定通り実験的分析法による研究を実施することができなかった。シャチを対象とした向社会行動の実験、ハンドウイルカとシャチを対象とした欺き行動の実験など、予定をしていながら実施できなかった実験があった。特に、欺き行動に関する実験では、ハンドウイルカがヒトを欺く行動がみられることが聞き取り調査において判明していたことから、観察ではみることができなかったイルカ同士の欺き行動が、実験の設定次第ではみられた可能性は否定できない。今後も引き続き複数の種で実験を行い、社会システムと向社会行動、欺き行動との関係を比較検討していくことが望まれる。また、様々な文脈において行動と鳴音を結びつけることができれば、これらの行動と音声コミュニケーションの進化の関係についても考察することができるものと期待される。

< 引用文献 >

Byrne RW, Whiten A. 1990. Tactical deception in primate: the 1990 database. *Primate Report* 27, 1-101.

Hirata S, Fuwa K. 2007. Chimpanzees (*Pan troglodytes*) learn to act with other individuals in a cooperative task. *Primates* 48, 13-21.

中原史生 . 2008 . 社会 . 「東海大学自然科学叢書 3 鯨類学」(村山司編著) . 東海大学出版会, 東京, 238-290.

Nakahara F, Takemura A. 1997. A survey on the behavior of captive odontocetes in Japan. *Aquatic Mammals* 23, 135-143.

Nakahara, F., Komaba, M., Sato, R., Ikeda, H., Komaba, K. & Kawakubo, A. 2017. Spontaneous prosocial choice by captive bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*. *Behavioural Processes*, 135, 8-11.

Nakahara, F., Komaba, M., Komaba, K., Nakano, H., Ikeda, H., Deki, M. & Kawakubo, A. 2011. Whistle usage during cooperative behavior in captive common bottlenose dolphins. Abstracts: 19th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals, Tampa, Florida 2011, 215.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 1件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Ikeda Hisako, Komaba Masayuki, Komaba Kumiko, Matsuya Ayaka, Kawakubo Akihiro, Nakahara Fumio	4. 巻 13
2. 論文標題 Social object play between captive bottlenose and Risso's dolphins	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 PLOS ONE	6. 最初と最後の頁 1-7
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1371/journal.pone.0196658	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 三谷曜子・宮本春奈・大泉 宏・吉岡 基・中原史生・山本友紀子・幅 祥太・斎野重夫	4. 巻 27
2. 論文標題 知床海域におけるシャチの生息地利用の解明と持続的観光資源としての保全に関する研究	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 自然保護助成基金成果報告書	6. 最初と最後の頁 179-188
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 中原史生	4. 巻 66
2. 論文標題 イルカ音響タッチパネルの開発と音響および認知研究への活用	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 勇魚	6. 最初と最後の頁 25-29
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計10件（うち招待講演 0件/うち国際学会 3件）

1. 発表者名 大槻優喜・大泉宏・北夕紀・斎野重夫・中原史生・吉岡基・三谷曜子
2. 発表標題 深層学習を用いた北海道東部海域に來遊するシャチのコール分類手法開発の試み
3. 学会等名 令和3年度日本水産学会春季大会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Nakahara F, Komaba M, Komaba K, Sato R, Kaku M, Kawakubo A
2. 発表標題 Above-surface vocalizations of captive bottlenose dolphins to attract attention from humans
3. 学会等名 The 14th International Conference on Environmental Enrichment (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中原史生
2. 発表標題 マイルカ科鯨類はどのような文脈で鳴音を発するのか？
3. 学会等名 日本心理学会 第83回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 中原史生・山本友紀子・大泉宏・三谷曜子・北夕紀・幅祥太・斎野重夫・吉岡基
2. 発表標題 根室海峡に来遊するシャチの鳴き交わしにみられる規則性と変異
3. 学会等名 日本動物行動学会 第38回大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Nakahara F, Komaba M, Komaba K, Sato R, Kaku M, Kawakubo A
2. 発表標題 Investigation of the Social Preferences of Bottlenose Dolphins Using a Dolphin Acoustic Touch Pane
3. 学会等名 World Marine Mammal Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 園部のぞみ・中原史生・大泉宏・斎野重夫・吉岡基・三谷曜子
2. 発表標題 行動観察と鳴音記録による根室海峡におけるシャチの採餌場所の推定
3. 学会等名 日本水産学会 令和2年度春季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 中原史生・駒場昌幸・駒場久美子・佐藤瞭一・川久保晶博
2. 発表標題 飼育下のハンドウイルカはなぜ空中で鳴音を発するのか？
3. 学会等名 日本動物行動学会第37回大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 園部のぞみ・中原史生・大澤克揮・大泉宏・斎野重夫・吉岡基・三谷曜子
2. 発表標題 根室海峡に来遊するシャチの採餌行動に関する研究
3. 学会等名 2018年度勇魚会シンポジウム
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Nakahara, F
2. 発表標題 Call repertoire and acoustic behavior of killer whales off Hokkaido, Japan
3. 学会等名 22nd Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals, Workshop "Killer whales in western North Pacific and the Okhotsk Sea" (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 中原史生・山本友紀子・佐々木史織・水越楓・大泉宏・三谷曜子・幅祥太・斎野重夫・吉岡基
2. 発表標題 北海道東部海域に來遊するシャチの音響行動
3. 学会等名 第1回犬山鯨類鰭脚類行動シンポジウム
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 水口 博也	4. 発行年 2019年
2. 出版社 誠文堂新光社	5. 総ページ数 160
3. 書名 世界で一番美しい シャチ図鑑	

1. 著者名 生物音響学会	4. 発行年 2019年
2. 出版社 朝倉書店	5. 総ページ数 464
3. 書名 生き物と音の事典	

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>常磐大学中原研究室 http://www.tokiwa.ac.jp/~fnakahar/ 北海道シャチ研究大学連合 https://sites.google.com/view/uni-horp/home</p>
--

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------