

令和 5 年 6 月 15 日現在

機関番号：12614

研究種目：若手研究

研究期間：2020～2022

課題番号：20K19976

研究課題名（和文）イルカのコンタクトコールを用いた受動的音響観測システムの確立

研究課題名（英文）Establishment of a passive acoustic monitoring system utilizing dolphin contact calls

研究代表者

三島 由夏（Mishima, Yuka）

東京海洋大学・学術研究院・助教

研究者番号：90854761

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,300,000円

研究成果の概要（和文）：カマイルカのコンタクトコールを用いた受動的音響観測を行うために、まずコンタクトコールの機能について調べた。母仔に着目して調べた結果、仔は母の音に似た音を発達させていくことが分かり、カマイルカは血縁個体間で同じタイプの音を使用している可能性を示唆した。また、受信範囲を推定できるように、コンタクトコールの指向性、送波音圧を測定した。そして、カマイルカが来遊する陸奥湾・噴火湾において長期録音を実施し、深層学習を用いたコンタクトコールの自動検出手法の開発を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究により、回遊するカマイルカが存在を音響的に把握することが可能になる。また、今後野生のデータにおいてもコンタクトコールのパターン分類まで行うことができれば、グループや血縁レベルでの特定ができるかもしれない。本研究の調査地である陸奥湾は、カマイルカが春から夏にかけて来遊する場所であるが、洋上風力発電の候補地として挙げられている。影響評価を行う上でも音響モニタリングは有用であり、本研究の意義は大きい。

研究成果の概要（英文）：Contact calls of mothers and calves in Pacific white-sided dolphins were investigated to understand their function. It was observed that calves develop contact calls similar to those of their mothers, suggesting the possibility that Pacific white-sided dolphins share a call type among related individuals. To estimate the receiving range of contact calls, directivity and source levels were measured. Additionally, long-term recordings were conducted in Mutsu Bay and Funka Bay, both known locations visited by Pacific white-sided dolphins. An automatic call extraction system using deep learning was developed for these recordings.

研究分野：生物音響

キーワード：イルカ コンタクトコール 音声発達 指向性 送波音圧 受動的音響観測 深層学習

1. 研究開始当初の背景

近年海洋資源探査や洋上風力発電開発が活発になってきており、それらによって生じる海中騒音の迅速な環境アセスメントが求められている。海洋生物への影響を評価するためにはまず、どの種が、いつ、どこに、どのくらいいるのかという生態情報が必要である。イルカ類では受動的音響観測を用いて生態情報を収集しており、環境アセスメントを考える上では、広範囲に渡る長期的な観測が必要とされている。

多くのイルカは低周波に主成分があるパルス音やホイッスル音をコミュニケーションに使用しており、これらは探知に用いるクリック音の倍以上遠くまで届く。特に「コンタクトコール」は、グループの結束を維持するために頻繁に鳴き交わされる種特異的な音である。コンタクトコールには個体の ID やグループの ID が入っていて、仲間が遠く離れていても、コンタクトコールを使って互いの存在確認や居場所の把握ができる。これまでのコンタクトコールの研究は、ハンドウイルカ、シャチ、マッコウクジラに焦点が当てられてきた。ハンドウイルカはコンタクトコールの「周波数変調」を個体の ID に使っており、シャチはグループの ID に使っている。これら 2 種については、個体/グループ特有の周波数変調を自動でカテゴリ化する手法が確立されるに至っている (Deecke & Janik, 2006)。一方で、他種のコンタクトコールについてはほとんど研究されてこなかったが、近年、著者らはシロイルカとカマイルカのコンタクトコールを採り出し特徴付けた (Mishima et al., 2015, 2018, 2019)。「広範囲に届き」、「種の ID と、個体/グループの ID が載っている」コンタクトコールを受動的音響観測に利用することで、より広範囲の生態情報を簡便に獲得できるのではないかと考える。

2. 研究の目的

本研究では、日本近海に生息するカマイルカを対象とし、コンタクトコールを利用した受動的音響観測システムの構築を行うことを目的とする。カマイルカはパルス音が決まった配列で繰り返される「パルスシーケンス」をコンタクトコールに用いる。まず、このパルスシーケンスには個体/グループ特有のパターンがあるのかどうかを調べる。次に受信範囲を推定するために、指向性や送波音圧を測定する。そして野生の長期録音データを用いてコンタクトコールの自動検出を行う。

3. 研究の方法

(1) パルスシーケンスが母子間で異なるのか/共有されるのかについて調べた。

新潟市水族館マリニピア日本海で、2019, 2020, 2021 年にカマイルカの出産があったため、これらの母子に着目し、仔が母と異なるシーケンス構造を発達させるのか、それとも母と同じシーケンス構造を獲得するのかを調べ、個体特有なのか母子で共有されているのかを明らかにした。

(2) パルスシーケンスの指向性・送波音圧を測定した。

伊豆・三津シーパラダイスで飼育されている 2 頭を対象に、ハイドロフォンアレイとビデオカメラを用いて指向性と送波音圧を測定した。

(3) パルスシーケンスを自動検出する手法を開発した。

陸奥湾で 2016 年から 2019 年に録音した断片的なデータを用いて、自動検出手法の提案を行った。その後、陸奥湾・噴火湾で 2022 年の春に長期録音器を設置し、3 か月程度連続録音を行い、自動検出手法について再検討を行った。

4. 研究成果

(1) 仔は母のパルスシーケンスに類似した音を発達させていくことを明らかにした。

まず、新潟市水族館マリニピア日本海の 3 頭の母個体のパルスシーケンスについて調べた結果、個体 1 はタイプ 1、個体 2 はタイプ 2、個体 3 はタイプ 1 をよく使用していた。個体 1 は個体 3 の母であるため、この時点で、母子間ではタイプを共有する可能性が示唆された。また、出産が近づくにつれ、母個体のパルスシーケンスの頻度は増加していった。産前 4 日間では、発声頻度に日周変動も見られた。一方で産後数時間からは、母個体のパルスシーケンスの頻度は下がり、翌日からはほとんど発せられることがなかった。そして数か月後から少しずつ頻度が上がってくるのが分かった。このことから、仔は胎児期の間か、産後数時間の間、もしくは産後数か月後から母の音を学習していると考えられた。

(これらの成果については学会誌に投稿しており、査読中である。)

仔は、生後数か月の間はさまざまなパルス音を不規則に出すことが多く、生後約半年から母のタイプに似た音も出すようになっていった。したがって、母子間では同じタイプを共有すると考えられた。これらの成果について、現在定量的な解析を行っている。

(2) パルスシーケンスは無指向性に近く、送波音圧は 160.8 ~ 176.4 dBであることを明らかにした。

伊豆・三津シーパラダイスの個体 1 と個体 2 は、異なるパルスシーケンスのタイプを頻繁に使うことが分かっていた。各個体を順番に録音プールへと収容し、ハイドロフォン 8 本と上空からのビデオカメラを用いて、対象個体がパルスシーケンスを出したときの各ハイドロフォンに対する位置、頭の向きを求め、指向性と送波音圧を測定した。その結果、パルスシーケンスはどちらのタイプもピーク周波数が 8.4 ~ 18.7kHz であり、無指向性に近いことが分かった。送波音圧は 160.8 ~ 176.4 dB であった。これらの特徴は、他種のコンタクトコールと類似していた。

(これらの成果については学会誌に投稿しており、査読中である。)

送波音圧については、飼育下と野生下で異なる可能性が示唆されるため、今後は野生個体の送波音圧も測定し、受信範囲の推定まで行う予定である。

(3) パルスシーケンスを自動検出する手法を開発した。

陸奥湾で収集した過去の断片的なデータを用いて自動検出手法を提案した。まず音データをスペクトログラム画像へと変換し、畳み込みニューラルネットワークを用いて、パルスシーケンスがありか、なしかの判別を行った結果、90%以上の精度で判別できた。

そこで、2022 年度は陸奥湾と噴火湾で長期連続録音を行い、現在は 2 海域の長期データを用いて汎用性のある分類器へと改良している。今後は検出だけでなく、タイプの自動分類まで行い、グループや血縁レベルでのモニタリングを目指す。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 Yuka Mishima, Ikuo Matsuo, Yuu Karasawa, and Marina Ishii
2. 発表標題 Challenge to directivity measurement of contact calls in unrestrained Pacific white-sided dolphins
3. 学会等名 The 8th Annual Meeting of the Society for Bioacoustics (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 三島 由夏
2. 発表標題 水族館におけるイルカの音響研究
3. 学会等名 第17回 日本バイオロギング研究会シンポジウム（招待講演）
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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
---------	---------