

日本語 AI書庫版

人工知能、 動物のこたばを翻訳する

クジラ、イルカ、鳥、ミツバチの
声を聞く人工知能の物語

金京鎮弁護士

kimkj.com • AI書庫 • 2026

人工知能、動物のこばを翻訳する

クジラ、イルカ、鳥、ミツバチの声を聞く人工知能の物語

金京鎮弁護士

バハマのイルカと40年を共にした研究者、マッコウクジラのクリック音から母音のようなパターンを見つけ出した言語学者、ザトウクジラのトウェインと20分間にわたり音を交わした科学者たちの話から始まる。人工知能が動物の音を地図のように描いて規則を見つける方法、鳥やミツバチ、サルの合図を読み取る新しい道具、動物の感覚世界を尊重する姿勢、偽の音で動物をだます危険とそれを防ぐルール、クジラに法的な人格を認めようという議論まで、全12章で整理した。小学校高学年でも一人で読めるように短くやさしい文章で書き、小章ごとに確認された根拠資料を付け、二つの人工知能検証者による検証を経て修正した版である。

公開研究資料保管庫

この本は人工知能によって整理・制作された。世界中の主要な言語で書かれた資料を収集し総合したものである。NotebookLMは、資料がどの言語で作成されたかに関係なく、質問の言語を制限しない。読者は、この本を準備するのに使ったのと同じ研究資料保管庫に、自分の言語で質問することができる。一部の資料が韓国語、英語、その他の言語で書かれていても同じである。NotebookLMで設定を開き、出力言語を希望の言語に指定すれば、回答と生成結果がその言語で出力される。

この本を準備する際に使った公開NotebookLM保管庫（人工知能 地球の生命を通訳する）：

<https://notebook.google.com/notebook/bb152971-e02c-4008-b56e-4076e1180e53>

この本の韓国語原版はkimkj.comのAI書齋にある：<https://kimkj.com/ai-library/?mod=document&uid=12655>

目次

各章のタイトルを押すと該当する本文へ移動する。最初から読むには導入部を選択する。

導入部：地球共同体の声を開く・4

第1章 Wild Dolphin Projectとマダライルカの世界・10

第2章 マッコウクジラの音素アルファベットとProject CETI・16

第3章 ザトウクジラ・トウェインとの遭遇・22

第4章 深海のオーケストラ・28

第5章 大地のことば・33

第6章 空の交響曲と見えないダンス・38

第7章 動物の脳からディープラーニングのキャンバスへ・43

第8章 動物の環境世界と記号論的境界・49

第9章 欺瞞と保全の分かれ道・55

第10章 人間以外の人格と機械補助的権利・60

エピローグ：インタースピーシーズ・インターネットと共存の地球・65

導入部：地球共同体の声を聞く

0.1 ハッブル望遠鏡が開いてくれた新しい目

1995年12月、科学者たちが宇宙望遠鏡を空に向けた。その望遠鏡の名前はハッブル宇宙望遠鏡(Hubble Space Telescope)だ。望遠鏡がねらった場所は、空で最も暗く、何もない地点だった。多くの学者は、そこには何もないと考えた。望遠鏡は何日もの間、その暗闇から光を集めた。すると、思いがけない結果が出た。暗闇の中に数千個もの銀河が隠れていた。銀河とは、星が集まってできた巨大な集まりだ。そこは何もない場所ではなく、満ちあふれた場所だった。この出来事は科学に大きな教訓を残した。新しい道具で照らせば、空っぽに見えていた場所にも多くのものがあつたのだ [1]。

今日、人工知能がこれと似たようなことを行っている。今回ねらいを定めた場所は空ではない。生命たちがたがいにより取りする音の世界だ。この新しい道具をデジタル生物音響学(Digital Bioacoustics)と呼ぶ。生物が出す音を録音して、コンピュータで研究する学問だ。昔の西洋科学は、動物の音を低く見ていた。ただ本能が出す騒音にすぎないと考えたのだ。ところが、人工知能がその音を詳しく調べると、考えが変わった。森や海は、情報に満ちた対話の舞台だった [2]。

人間の目と耳は、世界のほんの一部しか感じられない。私たちは、感じられないものは存在しないと錯覚しやすい。ユキヒメドリ(dark-eyed junco)という小さな鳥がいる。この鳥の声は、人間の耳には単調に聞こえる。しかし鳥たちは、耳の時間感覚が人間よりも素早い。鳥にとってその声は、二重に織りなされた精巧な調べだ。ゾウはとても低い音で遠くまで会話する。この音は14から35ヘルツ(Hz)の間だ。そのうち低いほうは、人間には聞こえない音だ。この音は数キロメートル先まで広がっていく。条件がよければ、もっと遠くまで届く。コウモリは、人間には聞こえない高い音でたがいに争う。耳のないサンゴの子どもさえ、音で行くべき場所を探す [3]。

人間が聞く音には上下に壁がある。高すぎて聞こえない音を超音波(ultrasonic)と呼ぶ。「超」は超えるという意味だ。人間の耳の上側の壁を超えた音のことだ。低すぎて聞こえない音を超低周波音(infrasonic)と呼ぶ。人間の耳の下側の壁を超えた音のことだ。コウモリの音は超音波に入る。ゾウの音の低い部分は超低周波音に入る。人間は長い間、この二つの音を聞き逃して暮らしてきた。録音機器や分析技術が向上したことで、これらの音の一つずつ研究できるようになった。音を聞くのは、耳のある動物だけではない。耳のない植物も音に反応するという研究がある。

科学者たちは、このような音を水中でもとらえる。水中に入れるマイクをハイドロフォン(hydrophone)と呼ぶ。こうして集めた音を、ディープラーニング(deep learning)が分析する。ディープラーニングは、たくさんのデータから自ら規則を見つけ出す技術だ。人工知能はこのように、人間の感覚という箱を打ち破っている。地球の長い対話の中へと入っていく扉が開かれつつある。

関連根拠資料

- [1] Bakker, K. (2022). The Sounds of Life: How Digital Technology Is Bringing Us Closer to the Worlds of Animals and Plants. Princeton University Press.
- [2] Earth Species Project. (2024-11-11). Introducing NatureLM-audio: An audio-language foundation model for bioacoustics. Earth Species Project. <https://www.earthspecies.org/blog/introducing-naturelm-audio-an-audio-language-foundation-model-for-bioacoustics>
- [3] Poole, J. H., Payne, K., Langbauer, W. R., & Moss, C. J. (1988). The social contexts of some very low frequency calls of African elephants. Behavioral Ecology and Sociobiology, 22(6), 385-392. <https://doi.org/10.1007/BF00294975>

0.2 ことばを地図に変える人工知能

人工知能は人間のことばをどのように扱うのだろうか。人工知能はことばを一種類の地図に変える。この地図を潜在空間(Latent Space)と呼ぶ。意味の似ていることばを近くに集めておく、目に見えない地図だ。この地図を、星でいっぱいの夜空だと想像するとわかりやすい。単語の一つひとつが、一つの星になる。意味の似た単語どうしは近くに集まる。意味の離れた単語どうしは遠くに離れている [1]。

この地図の力は、距離だけから生まれるのではない。単語どうしの関係も、方向と距離で表される。たとえば「王」と「男」を結ぶ矢印がある。「女王」と「女」を結ぶ矢印も、それと似ている。そのため、「女王」から「女」を引いて「男」を足すと、「王」に近くなる。一部の単語の地図では、このような計算がかなりうまく当てはまる。「犬」という単語も、ぼつんと一人で離れているわけではない。「人」「ほえる」「毛」といった単語とつながって位置を決める。

コンピュータは単語の本当の意味を人間のように感じることはできない。悲しみや喜びといった感情もわからない。コンピュータがすることは、関係を計算することだけだ。単語どうしがどのように結びついているかを調べる。この作業は、大きな穴埋め問題を解くのと似ている。穴埋めに入ることばを一つずつ当てはめていくように、人工知能は単語の位置を一つずつ合わせていく。そうして、ことばの精巧なかたちが作られていく [2]。

音もこのように地図に変えることができる。人工知能は音を細かく切り分けて数字に変える。その数字を地図の上の星のように並べる。似た音どうしは近くに集まる。異なる音どうしは遠くに離れる。人間のことばであれ動物の音であれ、地図に配置する方法は似ている。ただし、種を超えて意味までつながるかどうかは、まだ研究の途中だ [3]。

ことばは世界が作った影のようなものだ。人工知能はその影を逆にたどっていく。そして、世界の隠れた構造を地図として描き出す。この地図があつてこそ、次の話が可能になる。人間のことばを地図に描けるなら、動物の音も地図に描くことができるからだ。

関連根拠資料

- [1] Mikolov, T., Yih, W., & Zweig, G. (2013). Linguistic regularities in continuous space word representations. Proceedings of NAACL-HLT 2013, 746-751.
- [2] Bakker, K. (2022). The Sounds of Life: How Digital Technology Is Bringing Us Closer to the Worlds of Animals and Plants. Princeton University Press.
- [3] Earth Species Project. (2026). What we do: Technology. Earth Species Project.
<https://www.earthspecies.org/what-we-do/technology>

0.3 辞書のない翻訳とEarth Species Project

2017年ごろ、機械翻訳で大きな出来事が起きた。二つの言語をつなぐ辞書がまったくない状況だった。昔はロゼッタ・ストーン(Rosetta Stone)が必要だった。ロゼッタ・ストーンは、同じ文章をいくつかの言語で刻んだ古い石碑だ。この石碑のおかげで、古代エジプトの文字を解読することができた。ところが人工知能は、このような辞書なしに二つの言語の単語をたがいに結びつけた。自ら学ぶ機械学習によって成し遂げたのだ [1]。

その方法は、二つの言語の地図を重ね合わせてみることであった。人工知能は英語の星の地図を別に作った。スペイン語の星の地図も別に作った。その後、二つの地図を慎重に重ね合わせた。多くの学者は、二つの地図は合わないだろうと考えた。言語ごとに世界を見る方法が異なるからだ。しかし、二つの地図はなめらかに重なり合った。「犬」を意味する星は、ほぼ同じ場所に重なった。形の異なる二つの地図を伸ばしたり縮めたりして重ね合わせるこの方法を、多様体アライメント(manifold alignment)と呼ぶ。

この現象は、ヨーロッパの言語だけで起きたわけではない。文法が大きく異なる言語でも、似たような形が現れた。人間が作った人工言語であるエスペラントでもそうだった。人間のさまざまな言語は、一つの大きな共通の形を持っているように見えた。人間という一つの種が、同じ地球を感じているからだと考えられている [2]。

Earth Species Projectのエイザ・ラスキン(Aza Raskin)は、ここで問いを投げかけた。人間の言語をこのように重ね合わせられるなら、動物の音にも同じ方法を使えるのではないだろうか。この団体は2017年に設立された非営利研究所だ。シロイルカのブルーガやシャチ、オランウータンの音を集めている。音ごとに別々に星の地図を作る。その地図を人間のことばの地図の上に慎重に重ね合わせる。そうすれば、人間はお隣の生き物たちの音を新しい目で見つめ直すことができる。彼らの最新の道具がNatureLM-audioだ。動物の音を聞いて、種や鳴き声の種類を言い当てる人工知能だ。2025年には、だれでも試せるデモが公開された。音声ファイルをアップロードして質問を書き込むと、答えが返ってくる。2026年にはその機能がさらに向上した。2026年7月には、複数の研究所がデータを共有するalp-dataというデータリポジトリも開設された。こうした流れは、異なる人工知能であっても、最終的には似た形の地図にたどり着くという考え方につながっている。この考え方をプラトンの表象仮説(Platonic Representation Hypothesis)と呼ぶ [3][4][5]。

関連根拠資料

- [1] Lample, G., Conneau, A., Denoyer, L., & Ranzato, M. (2018). Unsupervised machine translation using monolingual corpora only. International Conference on Learning Representations (ICLR) 2018. arXiv:1711.00043.
- [2] Robinson, D., Miron, M., Hagiwara, M., et al. (2024/2025). NatureLM-audio: An audio-language foundation model for bioacoustics. International Conference on Learning Representations (ICLR) 2025. arXiv:2411.07186.
- [3] Earth Species Project. (2025-09). Hands-on with NatureLM-audio: A no-code demo. Earth Species Project. <https://earthspecies.org/blog/hands-on-with-naturelm-audio-a-no-code-demo>
- [4] Earth Species Project. (2026-07-22). Introducing alp-data: A shared data layer for animal language processing. Earth Species Project. <https://earthspecies.org/2026/07/22/introducing-alp-data-a-shared-data-layer-for-animal-language-processing/>
- [5] Huh, M., Cheung, B., Wang, T., & Isola, P. (2024). Position: The Platonic Representation Hypothesis. Proceedings of the 41st International Conference on Machine Learning (ICML). arXiv:2405.07987.

0.4 音の中に隠れた規則を探す

動物の音は、何の意味もない騒音なのだろうか。それとも、人間のことばのように規則があるのだろうか。科学者たちは音の統計を測って、これを調べる。広く知られている規則の一つに、よく使うことばほど短くなるというものがある。この規則をジップの縮約法則(Zipf's law of abbreviation)と呼ぶ。言語学者のジョージ・キングズリー・ジップの名前にちなんでいる。人間は力を節約するために、よく使うことばを短くするのだ [1]。

言語学者のスチュアート・センブルとラモン・フェレル・イ・カンチョの研究チームが、この規則をさまざまな動物で調べた。サルをはじめとする多くの哺乳類の音を集めて比べた。コンピュータが音を細かく分けて数えてくれた。結果はどれも同じだった。よく出す音ほど、その長さが短かった。人間のことばとよく似た規則が、動物の音にも存在していた。長い音ほど、その中のひとかけらが短くなるという規則も見つかった。この規則の名前はメンツェラート・アルトマンの法則(Menzerath-Altmann law)だ。

次の音をどれだけ当てるのが難しいかを測る数値もある。ある音のあとにどんな音が来るか、その難しさを測るのだ。この数値をシャノン・エントロピー(Shannon entropy)と呼ぶ。情報理論を作ったクロード・シャノンにちなんでいる。音が意味のない叫び声であれば、この数値は一方に偏る。規則のあることばであれば、その中間の値を持つ [4]。

Whale-SETIの研究チームが、クジラの音をこの数値で調べた。ブレンダ・マコーワン、フレッド・シャープ、ローレンス・ドイルが参加した。彼らはザトウクジラ(humpback whale)の歌を調べた。クジラの歌は、規則と自由の間にほどよく位置していた。歌の中には、よく現れる音は短く、めったに出ない音は長く使う仕組みも見られた。こうすれば、同じ意味をより少ない力で伝えることができる。コンピュータにも、よく使うものは短く、めったに使わないものは長く記録してデータサイズを小さくする圧縮方法がある。この方法の名前はハフマン符号化(Huffman coding)だ [2]。

研究チームは、生きているクジラと音をやり取りする実験も行った。アラスカの海でトウェイン(Twain)というザトウクジラに出会った。研究チームは、あらかじめ録音しておいたクジラのあいさつの音を水中のスピーカー

から流した。人工知能がリアルタイムで会話を作り出したわけではない。このあいさつの音をwhup callと呼ぶ。クジラは人間のように順番を守って返事を返してきた。音が終わるタイミングを待ち、その隙間を埋めたのだ。このやり取りは20分間続いた。給食の時間に友だちと交代で話すように、音をやり取りしたわけだ [3]。

関連根拠資料

- [1] Semple, S., Ferrer-i-Cancho, R., & Gustison, M. L. (2022). Linguistic laws in biology. Trends in Ecology & Evolution, 37(1), 53-66. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2021.08.012>
- [2] McCowan, B., Hubbard, J., Walker, L., Sharpe, F., Frediani, J., & Doyle, L. (2023). Interactive bioacoustic playback as a tool for detecting and exploring nonhuman intelligence: "conversing" with an Alaskan humpback whale. PeerJ, 11, e16349. <https://doi.org/10.7717/peerj.16349>
- [3] Earth.com. (2024). AI helps humans have a 20-minute 'conversation' with a humpback whale named Twain. Earth.com. <https://www.earth.com/animals/whale-seti-ai-helps-humans-have-20-minute-conversation-with-humpback-whale-twain/>
- [4] Bakker, K. (2022). The Sounds of Life: How Digital Technology Is Bringing Us Closer to the Worlds of Animals and Plants. Princeton University Press.

0.5 マッコウクジラのクリック音の中に見つけた母音

この方法が最も輝きを放った場所は深海だった。その主役はマッコウクジラだ。マッコウクジラは体長が20メートルに達する。脳の重さは約9キログラムだ。人間の脳の重さの6倍を超える。このクジラは、光の届かない深い海で狩りをする。そのため、目の代わりに音で世界を見る。短いカチッというクリック音を放って周囲を調べる。このカチッという音の集まりをcodaと呼ぶ [1]。

長い間、学者たちはcodaを意味のない合図だとみなしていた。決まっていたいくつかの警告音にすぎないと考えていたのだ。2020年、Project CETIがこの考えを変えた。複数の大学の人工知能学者とクジラ学者が集まったグループだ。彼らはドミニカの海で録音を集めた。10年以上にわたって集めたcodaは8,700個を超えていた。正確には8,719個だった。人工知能がこの音を分析した。これまで知られていた21種類よりもはるかに多くの組み合わせを見つけ出した。クジラが音の速さや間隔を変えていることも突き止めた。音の終わりに文の句点（ピリオド）のようにカチッという音を付けることもあった。codaの長さをほんの少しずつ変えることもあった。この微細なテンポの変化をルバート(rubato)と呼ぶ。歌手がテンポを少し遅らせたり早めたりするのと似ている。小さな音の断片を紡ぎ合わせて、多くの意味を作り出す方法だ。人間のことばにもあるこの仕組みを、動物ではっきりと確認できたわけだ。マッコウクジラは、聞く相手の状況に合わせてcodaを使い分けることもあった。このように相手に合わせてことばを選び分ける能力を、オーディエンス・デザイン(audience design)と呼ぶ。

2025年、新しい研究がさらに大きな発見を発表した。アメリカのバークレー大学とProject CETIが共同で行った研究だ。ガスperl・ベグシュ (Gašper Beguš) 教授が率いた。クジラのクリック音の間のすき間を縮め、元の音より何倍も速く再生して聴いてみた。すると、バラバラに離れていた音が一つにつながった。その音は人間の母音のように聞こえた。研究チームは「ア」の音と「イ」の音を聞き分けた。一つの母音から別の母音へと移り変わる二重母音も見つけた。研究チームは人工知能の内部をのぞき見る道具も使った。人工知能がクジラの音を判断するとき、どの部分に反応するかを調べた。その結果、音の響きのピークが重要であることを明らかにした。この響きのピークをフォルマント (formant) と呼ぶ。口や頭の中の響く空間の形によって際立つ音の山だ。人間が母音を聞き分けるときにも使う値だ。2026年にはこれを受け継いだ後続の研究が出た。クジラの音の仕組みを人間の音韻論と比べて、さらに深く調べた研究だ [2][5][3]。

2026年3月、Project CETIはまた別の研究を発表した。ドミニカの海でマッコウクジラの出産シーンを記録した研究だ。6時間を超える音声と空から撮影した映像を共に収めた。群れのほかのクジラたちが出産を手助けした。霊長類ではない動物で、このような協力を数値で明らかにしたのは初めてだ。マッコウクジラの社会が音によって細やかにつながっていることを改めて示した研究だ [4]。

マッコウクジラは人間のような声帯を持っていない。その代わりに、頭の前方にある大きな器官と鼻の中の組織を使う。ここを震わせて音の響きを作り出す。人間とはまったく違う道を歩んできた生命が、人間と似た母音を自ら作り出したのだ。

関連根拠資料

- [1] Sharma, P., Gero, S., Rus, D., Goldwasser, S., & Andreas, J. (2024). Contextual and combinatorial structure in sperm whale vocalisations. *Nature Communications*, 15, 3617. <https://doi.org/10.1038/s41467-024-47221-8>
- [2] Beguš, G., Sprouse, R. L., Leban, A., Silva, M., & Gero, S. (2025). Vowel- and diphthong-like spectral patterns in sperm whale codas. *Open Mind*, 9. <https://doi.org/10.1162/OPMI.a.252>
- [3] Beguš, G., Sprouse, R. L., Leban, A., & Gero, S. (2026). The phonology of sperm whale coda vowels. *Proceedings of the Royal Society B*, 293. <https://doi.org/10.1098/rspb.2025.2994>
- [4] Aluma, A., Gero, S., et al. (2026). Description of a collaborative sperm whale birth and shifts in coda vocal styles during key events. *Scientific Reports*, 16, 9206. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-27438-3>
- [5] University of California. (2025-11-13). UC Berkeley and Project CETI study shows sperm whales communicate in ways similar to humans. University of California. <https://www.universityofcalifornia.edu/news/uc-berkeley-and-project-ceti-study-shows-sperm-whales-communicate-ways-similar-humans>

0.6 支配ではなく傾聴

人工知能の研究には、昔からの教訓が一つある。コンピュータ科学者のリチャード・サットンが語った「苦い教訓 (The Bitter Lesson)」だ。賢い設計よりも、たくさんのデータと大規模な計算が勝つという意味だ。動物の音を読み解くツールも、このようにして発展してきた。その中の一つがDolphinGemmaだ。Googleとジョージア工科大学、Wild Dolphin Projectが共同で作った。Wild Dolphin Projectは40年以上にわたって続けられているイルカの研究だ。DolphinGemmaは音を判断する内部の数値が約4億個という小さな人工知能だ。サイズが小さいため、手元のPixelスマートフォンでも動く。DolphinGemmaは音をSoundStreamという方法で細かく分ける。そのかけらを見て次の音をあらかじめ予測する。人間の言葉を次の単語へと続けていく人工知能と同じ仕組みだ。このツールは今も海でイルカを追いかけてながらテストされている。Googleはこのツールを誰もが使えるように公開しようとしている [3][1]。

だが、この急速な技術には恐ろしい面もある。エイサ・ラスキンがこの点を繰り返し述べている。人工知能は意味を理解する前に、音から真似ることができる。クジラの音をそっくりに作って会話を続けることができる。意味も知らないまま偽の音を海に注ぎ込むようなものだ。マッコウクジラは音と行動で文化を共有している。昔、捕鯨船が現れたとき、マッコウクジラたちは危険を避ける方法をお互いに学んだ。船がやって来たら2年半で、捕まるクジラが58パーセント減った。クジラたちがお互いに危険を知らせ合った結果だと見られている。彼らのコミュニケーションは、私たちが考えるよりも広くつながっている。ザトウクジラの歌も海を越えて広く広まる文化だ。人間が作った偽の音が、このつながりを乱すおそれがある。意味をすべて知る前に音から作り出すことは危険だ [2][4][5]。

だからこそ、この旅の方向が重要だ。この技術は、動物を思い通りに操る道具になってはならない。動物の内面をありのままに認め、耳を傾けることでなければならない。これを種間理解 (Interspecies Understanding) と呼ぶ。人間は自分の言葉をまき散らすときではなく、声を落として相手を受け入れるときに変わるのだ。

昔の人々は地球が宇宙の中心だと信じていた。望遠鏡はその考えが間違っていたことを教えてくれた。今、音の地図がもう一度私たちを目覚めさせる。人間は生命の世界の中心ではない。それぞれが声を持つ大きな輪の、ほんの一部にすぎない。この自覚が、地球の声を聞く第一歩だ。

関連根拠資料

- [1] Google. (2025). DolphinGemma: How Google AI is helping decode dolphin communication. Google Blog. <https://blog.google/innovation-and-ai/products/dolphingemma/>
- [2] Robinson, D., Miron, M., Hagiwara, M., et al. (2024/2025). NatureLM-audio: An audio-language foundation model for bioacoustics. *International Conference on Learning Representations (ICLR) 2025*. arXiv:2411.07186.

- [3] Sutton, R. S. (2019-03-13). The bitter lesson. incompleteideas.net.
<http://www.incompleteideas.net/IncIdeas/BitterLesson.html>
- [4] Whitehead, H., Smith, T. D., & Rendell, L. (2021). Adaptation of sperm whales to open-boat whalers: Rapid social learning on a large scale? Biology Letters, 17(3), 20210030. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2021.0030>
- [5] Bakker, K. (2022). The Sounds of Life: How Digital Technology Is Bringing Us Closer to the Worlds of Animals and Plants. Princeton University Press.

第1章 Wild Dolphin Projectとマダライルカの世界

1.1 エメラルド色のバハマの長い観察

海には、人間がまだよく知らない知能が生きている。イルカはその一つだ。イルカの心を知るには、どうすればよいのだろうか。イルカを水槽に閉じ込めて観察する方法がある。しかし、別の道を選んだ人がいる。デニス・ハージング（Denise Herzing）博士だ。ハージング博士は、イルカがすむ海へ人間が直接会いに行った [1]。

ハージング博士は、一つの原則を立てた。「彼らの世界で、彼らのやり方で」という原則だ。イルカを人間の思い通りに扱わないという意味だ。イルカを傷つけずに観察するという意味でもある。このような方法を「非侵襲観察」と呼ぶ。非侵襲とは、体を刺したり捕まえたりしない方法のことだ。

イルカを水槽に閉じ込めると、本来の姿を見ることは難しい。閉じ込められたイルカは、暮らし方が変わってしまうからだ。だからこそ、海へ会いに行き見守る方法が貴重なのだ。

ハージング博士は「Wild Dolphin Project」を率いている。この研究は40年近く続いている。40年は小学生の年齢の約4倍にあたる長い時間だ。研究の場所はバハマの海だ。ここの水はプールの水のように澄んでいて透明だ。そのため、イルカのしぐさと声を一緒に記録するのに適している [2][3]。

この研究は1985年に始まった。水の中でイルカを追う研究としては世界で最も長い歴史を持つ。1年も欠かさず同じ群れを訪ねていった。そのおかげで、1頭のイルカが生まれて育ち、子どもを産む一生を丸ごと見守ることができた。こうして積み重ねられた記録が、のちに人工知能を学習させる土台となる [4]。

この海にはタイセイヨウマダライルカがすんでいる。学名は *Stenella frontalis*（ステネラ・フロンタリス）だ。学名とは、学者たちが世界共通で使う正式な名前のことだ。研究が行われている場所は、浅い砂州の海だ。水深が浅く、太陽の光が海底まで届く。そのため、イルカのしぐさを上からでもはっきりと見ることができる。

このイルカはハンドウイルカよりも体が小さい。しかし、頭の良い動物だ。体の大きさに比べて脳がどれほど大きいかを測る数値がある。この数値を「大脳化指数」と呼ぶ。体の大きさと比べて脳がどれくらい大きいかを比較した数値だ。イルカの仲間はこの数値が高い。哺乳類の中では、人間に次いで高いグループに入る [5]。

研究チームはイルカを1頭ずつ見分けた。ヒレにある傷が1頭ごとに違うからだ。体にできる斑点の模様もそれぞれ異なる。マダライルカは成長するにつれて体の斑点が増える。子どものころは斑点がなく、年を取るにつれて増えていく。そのため、斑点を見るだけでもおおよその年齢がわかる。クラスメートの顔を一人ひとり覚えるように、イルカたちを覚えたのだ。そのおかげで、おばあさん、母親、子どもへと続く3世代を追いつけることができた。

長い年月をかけた観察に価値があるのには理由がある。イルカの行動の癖は、母親から子どもへと受け継がれる。母親がえさを捕る方法を、子どもがそばで学ぶ。学んだ行動が親から子へと受け継がれることを「文化伝承」と呼ぶ。短い観察では、このようなつながりを知ることはできない。一つの群れを長く見守って初めて見えてくるのだ。

イルカの社会は、人間の社会と同じくらい複雑だ。オスたちは一生の仲間をつくり、共に行動する。メスたちは子どもを長く世話し、マナーを教える。このように複雑な社会をつくるには、お互いに意思疎通する方法が必要だ。イルカの声を読み解き明かさなければならない理由がここにある。

関連根拠資料

[1] Georgia Tech Research. (2025-04-14). DolphinGemma: How Google AI is helping decode dolphin communication. Georgia Tech Research News.

<https://research.gatech.edu/dolphingemma-how-google-ai-helping-decode-dolphin-communication>

[2] Herzing, D. L., Pack, A. A., Delfour, F., Starner, T., Mason, C., Gilliland, S., Ramsey, C., & Kohlsdorf, D. (2024). Imitation of computer-generated sounds by wild Atlantic spotted dolphins (*Stenella frontalis*). *Animal Behavior and Cognition*, 11(2), 136–166. <https://doi.org/10.26451/abc.11.02.02.2024>

- [3] Google. (2025-04-14). DolphinGemma: How Google AI is helping decode dolphin communication. The Keyword. <https://blog.google/innovation-and-ai/products/dolphingemma/>
- [4] Millman, R. (2025-04-15). Google launches AI that talks to dolphins. Newsweek. <https://www.newsweek.com/dolphingemma-google-ai-dolphins-2059955>
- [5] Marino, L. (1998). A comparison of encephalization between odontocete cetaceans and anthropoid primates. Brain, Behavior and Evolution, 51(4), 230–238. <https://doi.org/10.1159/000006540>

1.2 過酷な海とCHATシステム

イルカの声を記録することは簡単ではない。イルカの声には、人間には聞こえない高い音も多く含まれているからだ。人間の耳は約20キロヘルツまでしか聞き取ることができない。キロヘルツは音の高さを測る単位だ。イルカは150キロヘルツに近い高い音も出す。人間が聞くことのできる音よりもはるかに高い [1]。

イルカはさまざまな音を使う。大きく分けると、3つの代表的な音がある。一つは高低が変化するホイッスル音だ。もう一つはカチカチと鳴るクリック音だ。最後の一つは短く連続してはじけるバーストパルス音だ。バーストパルスとは、細かく連続してはじける音のことだ。イルカがけんかをしたり、近くで会話をしたりするときによく使う。クリック音は物に当たって跳ね返ってくる。イルカはそのやまびこ（反射音）によって、目の前に何があるかを知る。これを「反響定位」と呼ぶ。反響定位とは、音を使って物の位置を知る能力のことだ。

一つ問題があった。マイクを1本だけ水に入れても役に立たなかったのだ。何頭ものイルカのうち、誰が声を出したのかがわからなかったからだ。そこでハージング博士は、ある技術者を訪ねた。ジョージア工科大学（Georgia Tech）のサッド・スターナー（Thad Starner）博士だ。スターナー博士は、小さなコンピューターを体に身につける技術を開発している人物だ。

スターナー博士は、この研究がすぐに終わるだろうと思っていた。しかし、海は手ごわい相手だった。装置を安定して動かせるようにするだけでも4年かかった。最大の敵は塩水（海水）だった。すき間から海水が入り込み、機器を焼き切ってしまった [2]。

機器を入れたアルミニウムのケースもトラブルのもとだった。強い日差しを吸収して内部が熱くなってしまったのだ。熱くなると、コンピューターが停止してしまう。また、アルミニウムは無線信号も遮ってしまった。研究チームはケースの背面を透明なプラスチックに変えた。配線と回路は特殊な樹脂で完全に包み込んだ。こうしてようやく、機器が水中でもうまく動くようになった。

機器を水の中に長く置いておくことも簡単ではなかった。塩分が金属を少しずつ腐食させてしまうからだ。研究チームは、使うたびに機器を洗い、入念に点検した。わずかなすき間一つが、機器を使えなくしてしまう恐れがあったからだ。

危険なことも多かった。ダイバーが身につけた大きなバッテリーに水が入ると、破裂する危険があった。機器から漏れ出た微弱な電流がサメを引き寄せてしまう可能性もあった。サメには微弱な電気信号を感じ取る感覚があるからだ。実際にテストの途中でサメが現れたこともあった。

サメが微弱な電気を感じ取るための感覚器官がある。この器官を「ロレンチーニ器官」と呼ぶ。サメの鼻のまわりに小さな穴として開いている。そのため、獲物が出すかすかな電気も感じ取ることができる。水中の機器がこの感覚を刺激してしまわないかと心配したのだ。

こうした苦労の末に誕生した装置が「CHATシステム」だ。CHATという名前には意味が込められている。日本語に直すと、「クジラ類聴覚増強テレメトリー装置」となる。わかりやすく言えば、水中で音をやり取りして聞き分ける、身につけるコンピューターだ。クジラ類とは、イルカとクジラをまとめて呼ぶ言葉だ [3]。

CHATはイルカの声聞いて記録する水中のコンピューターだ。この装置は音を非常に細かく記録する。1秒間に19万回以上も音を細かく区切って取り込む。人間の耳よりもはるかに細かく聞き取っているわけだ。細かく聞き取ってこそ、高い音まで逃さずに捉えられる。その分、保存容量もすぐにいっぱいになる。そのため、大容量の記憶装置と一緒に使っている。

ダイバーはこの装置を背中に背負い、手首に小さなキーボードを身につける。音は骨伝導ヘッドホンで聞く。骨伝導とは、耳の代わりに頭の骨を震わせて音を伝える仕組みだ。ダイバーがキーボードを押すと、あらかじめ決めておいた音が水の中へ流れる。この音は、イルカがもともと出す声ではない。人間が新しく作った音だ。イルカの声と混ざってしまわないように、わざわざ新しい音を選んだのだ。ほかのダイバーが持つ装置がその音を聞き取る。あらかじめ設定した音と一致すると、その音に対応する物の名前を教えてくれる。

音をやり取りするときは、音声で知らせてくれる。ダイバーが音を送信すると男性の声が聞こえる。その音を受信した側には、女性の声がその意味を読み上げてくれる。二つの声を使い分けることで、誰が発信したのか混乱しないようにしたのだ。

関連根拠資料

- [1] Georgia Tech Research. (2025-04-14). DolphinGemma: How Google AI is helping decode dolphin communication. Georgia Tech Research News. <https://research.gatech.edu/dolphingemma-how-google-ai-helping-decode-dolphin-communication>
- [2] Herzing, D. L., Pack, A. A., Delfour, F., Starner, T., Mason, C., Gilliland, S., Ramsey, C., & Kohlsdorf, D. (2024). Imitation of computer-generated sounds by wild Atlantic spotted dolphins (*Stenella frontalis*). *Animal Behavior and Cognition*, 11(2), 136–166. <https://doi.org/10.26451/abc.11.02.02.2024>
- [3] Kohlsdorf, D., Gilliland, S., Presti, P., Starner, T., & Herzing, D. (2013). An underwater wearable computer for two way human-dolphin communication experimentation. *Proceedings of the 2013 International Symposium on Wearable Computers (ISWC)*, 147–148. <https://doi.org/10.1145/2493988.2494346>

1.3 一緒に遊びながら学ぶコミュニケーション遊び

装置を完成させても、まだ問題が残っていた。イルカに音をどのように教えるかという問題だ。無理やり訓練させる方法は使わないことにした。その代わりに、イルカが自分から学ぶ方法を選んだ [1]。

ハーzing博士が選んだ方法には名前がある。「社会的競争モデリング」という方法だ。2人の人間がお互いに問いかけ、答える姿を見せる方法だ。この方法は、アイリーン・ペッパーバーグ (Irene Pepperberg) 博士がオウムに教えるときに使った。2人の人間が競い合う姿を見せると、動物がそばで真似をして学んだのだ。その方法はこうだ。2人の人間がイルカの前で遊びをやって見せる。1人が物を持って、もう1人がその物の音を出す。音を出した人が物を受け取り、一緒に遊ぶ。

実際の遊びの様子はこうだ。ダイバーの1人が黄色いスカーフを手にする。もう1人のダイバーが手首のキーボードでスカーフの音を鳴らす。すると、スカーフを持っていたダイバーが、音を出したダイバーにスカーフを渡す。2人は水の中でスカーフを引っ張り合いながら楽しそうに遊ぶ。

イルカと遊ぶおもちゃはさまざま。黄色いスカーフだけでなく、海を漂うホンダワラという海藻を使っても遊ぶ。ホンダワラは海面に浮かぶ茶色い海藻だ。長いロープを引っ張って遊ぶこともある。船の舳先に立つ波に乗って遊ぶことも楽しむ。おもちゃごとに異なる音を割り当ててやり取りする。

イルカはこの遊びをそばでじっと見つめていた。音を出すとおもちゃが行き来するというルールに気づいたのだ。イルカはやがてその音を真似して出し始めた。人間が作ったホイッスルの音の上がり下がりをもそのまま真似したのだ。このように音を真似することを「声の模倣」と呼ぶ。学者たちはこれを「音響模倣」と呼ぶ。こうした遊びの観察が、のちに人工知能研究の足がかりとなる [2][3]。

イルカはこの音を何度も自発的に真似して出した。一度聞いてすぐに真似することもあった。少し時間が経ってから真似することもあった。新しい音を柔軟に真似して出せることを示したのだ。ただし、注意しておくべき点がある。その音がどの物を指しているのかまで理解して使っていたのかは、まだ確認されていない。音を真似することには成功した。しかし、その音を物の名前として使っているという確かな証拠までは得られなかった。

イルカはなぜ自分から声を出したのだろうか。えさをもらうためだけではなかった。人間と一緒に遊びたかったからだ。遊びが楽しいと、イルカのほうから近づいてきた。楽しさがコミュニケーションを引き出したのだ。

この実験は重要な事実を示している。イルカは新しい音を学び、それを真似して出すことができるという事実だ。人間の言葉を無理やり教える必要はないという事実でもある。イルカのほうから近づいてきて、人間と音を交わし合ったのだ。

関連根拠資料

- [1] Georgia Tech Research. (2025-04-14). DolphinGemma: How Google AI is helping decode dolphin communication. Georgia Tech Research News.
<https://research.gatech.edu/dolphingemma-how-google-ai-helping-decode-dolphin-communication>
- [2] Herzing, D. L., Pack, A. A., Delfour, F., Starner, T., Mason, C., Gilliland, S., Ramsey, C., & Kohlsdorf, D. (2024). Imitation of computer-generated sounds by wild Atlantic spotted dolphins (*Stenella frontalis*). *Animal Behavior and Cognition*, 11(2), 136–166. <https://doi.org/10.26451/abc.11.02.02.2024>
- [3] Google. (2025-04-14). DolphinGemma: How Google AI is helping decode dolphin communication. The Keyword.
<https://blog.google/innovation-and-ai/products/dolphingemma/>

1.4 DolphinGemmaが描いた音の地図

人間が決めた音のルールには限界があった。イルカが群れの中で交わし合う本当の声は、はるかに複雑だったからだ。この複雑な声を解き明かすには、強力な道具が必要だった。その道具こそが人工知能だ [1]。

2025年に大きなニュースが発表された。Google DeepMindとWild Dolphin Projectが共同で人工知能を発表したのだ。Google DeepMindは、Googleの人工知能研究組織だ。この人工知能の名前は「DolphinGemma」だ。DolphinGemmaは、Googleが開発した「Gemma」という小規模な人工知能をベースにしている。そこに40年間にわたって集められたイルカの声と映像を取り込んで学習させた [2]。

かつての装置は、背中に背負う重いリュックサック型コンピューターだった。ダイバーはその重い装置を背負って海に入った。今では手のひらサイズのスマートフォンがその役割を果たす。装置が劇的に小さくなったのだ。DolphinGemmaを小さく作ったのには理由がある。この人工知能が学習するときに使う調整値が約4億個ある。この調整値を「パラメータ」と呼ぶ。大規模な人工知能としてはかなり小さい部類に入る。そのため、手元のスマートフォンでも動かすことができる。研究チームはGoogle Pixelスマートフォンにこの人工知能を搭載した。重いコンピューターを船の上に置いておかなくても、海で直接使えるようになったのだ [4]。

DolphinGemmaという名前にも意味がある。イルカを意味する「ドルフィン (Dolphin)」に「Gemma」を組み合わせたものだ。Gemmaという人工知能の上にイルカの声を重ね合わせて作ったという意味が込められている。

最も難しかったのは、音を数字に変換する作業だった。水中の音は途切れることなく連続して流れる。人工知能は区切られたデータのかたまりを好む。そこで研究チームは音を細かく切り分けた。まるで文字を子音と母音に分けるように、音を細かく分割したのだ。この音の破片を「音響トークン」と呼ぶ。音を細かく分けた断片という意味だ。

音を分割するときに使ったツールもある。SoundStreamというGoogleの音響分割技術だ。この技術が水中の音を細かく切り分ける。その断片を受け取って、DolphinGemmaが学習していく。

この音の断片を使って、DolphinGemmaは次に続く音を予測する練習を重ねた。前の音を手がかりにして、後ろに来る音を推測する練習だ。その結果、DolphinGemmaは次に来る音を正確に言い当てられるようになった。人間が言葉のルールを理解していれば次の言葉を予想できるのと同じだ。

次の音を言い当てられるということは、ルールを知っているという意味だ。人工知能がイルカの声の中から、そうしたルールを見つけ出したのだ。

DolphinGemmaは似た音どうしを自分から集めておくこともある。人工知能は音を点に変えて、地図のように並べる。似た音は近くに、違う音は遠くに置かれる。研究チームは、さまざまな場面の音を長い間集めてきた。たとえば、母親と子どもが呼び合うシグネチャーホイッスルがある。シグネチャーホイッスルはイルカごとに違う、名前のような音だ。けんかをするときに出すバーストパルスもある。相手を探したりサメを追いかける

ときに出すクリック音もある。こうした音を場面と結びつけておくの良い点がある。人工知能が音の手がかりをより早く見つけられるよう助ける。

ハージング博士はこの仕事をこのように説明した。人が手作業でこの資料をすべて調べるには150年かかると話した。人工知能はその仕事をはるかに早くやり遂げると付け加えた。150年は人の一生を2回生きるよりも長い時間だ [3]。

関連根拠資料

- [1] Google. (2025-04-14). DolphinGemma: How Google AI is helping decode dolphin communication. The Keyword. <https://blog.google/innovation-and-ai/products/dolphingemma/>
- [2] Google DeepMind. (2025). DolphinGemma. Google DeepMind. <https://deepmind.google/models/gemma/dolphingemma/>
- [3] Scientific American. (2025). DolphinGemma could enable AI communication with dolphins [Podcast]. Scientific American. <https://www.scientificamerican.com/podcast/episode/dolphingemma-could-enable-ai-communication-with-dolphins/>
- [4] Lanz, J. A. (2025-04-14). Google launches AI to decode dolphin talk, runs on Pixel phones. Decrypt. <https://decrypt.co/314766/google-launches-ai-decode-dolphin-talk>

1.5 海で始まった本当の対話

2025年の夏に新たな場面が開かれた。Wild Dolphin ProjectがDolphinGemmaを海の現場で使い始めたのだ。それまではコンピュータの中だけで学習していた。今ではダイバーがその人工知能を水の中へ持っていく。研究チームは、新しく出たGoogle Pixelスマートフォンを使った [1][9]。

海で使う方法はこうだ。防水ケースに入れたPixelスマートフォンを、ダイバーが持って海に入る。人工知能は水の中で音をすぐに調べる。そして繰り返される音のパターンを見つけて、研究チームに知らせる。船に戻ってデータを調べなくても、水の中ですぐに確認する。

今回の海での研究には特別な点がある。DolphinGemmaがイルカのような新しい音を自分から作り出したのだ。人が使っていたプログラムでは作りにくい音だった。研究チームは、この音をこれからイルカとやり取りする研究に使う計画だ。新しい音でイルカに話しかけてみようとしているのだ [2]。

この技術は慎重に使われる。人がむやみに音を出すと、イルカの社会が混乱するおそれがあるからだ。イルカの群れは、長い年月にわたって音でお互いをつないできた。そのため研究チームは、イルカ本来の音を乱さないようにしている。イルカに教える音も、自然にはない新しいホイッスルを選んだ。すでにある音と混同しないようにするためだ。研究チームは、イルカが音をやり取りする流れも邪魔しないように努めている。イルカが声を止めた静かな合間を見守る。給食の列で順番を待つと同じ礼儀だ。

イルカだけがこのような研究を受けているわけではない。Earth Species Projectという団体もある。この団体は、さまざまな種類の動物の音を人工知能で調べている。鳥やクジラ、ゾウのように、互いに異なる動物がその対象だ。動物によって音を出す理由が違うからだ。さまざまな動物を比べると、音のルールがよりよく見えてくる。2026年には、動物の音のデータを共有する新しい保管庫も開かれた。名前はalp-dataだ。動物言語処理を意味する英語の頭文字をとった名前だ。多くの研究者がデータを分け合って使えるように作られたものだ [3][4]。

データを共有すると良い点がある。さまざまな国の研究者が動物の音を一か所に集める。データが多く集まるほど、人工知能はよりよく学習する。この保管庫は、多くの動物の音の研究者が共に使う土台となる。

ひとつの人工知能で複数の動物と一緒に扱うこともできる。音を扱う方法が動物ごとに似ているからだ。ある動物で学んだ方法を別の動物に使う。そのため、さまざまな研究が互いに助け合うことができる。

マッコウクジラを解き明かす研究も進んでいる。Project CETIという団体がこの仕事を行っている。マッコウクジラは、カチッというクリック音をいくつか束ねて出す。このまとまりをcodaと呼ぶ。研究チームはcodaの中から音の規則を見つけ出した。この規則をマッコウクジラの音のアルファベットと呼ぶ。アルファベットと

という言葉は、たとえの表現だ。人間の文字ではなく、クリック音が集まるルールをアルファベットにたとえたものだ [5]。

2026年には新しい事実が明らかになった。マッコウクジラのcodaの中に、人間の言葉の母音と似たパターンを見つけたのだ。人間の言葉には「ア」や「イ」のような母音がある。マッコウクジラのcodaも、音の性質によって2つに分かれた。codaの長さや並ぶ順番にもルールがあった。マッコウクジラも独自の音の枠組みを持っていたのだ [6][7]。

この研究はこれからも慎重に続けられる。動物の言葉がわかるからといって、すべてを知っているわけではない。人間と動物は生きている世界が違うからだ。それでも耳を傾けることには深い意味がある。お互いを知れば、共に暮らしやすくなる [8]。

これらすべての研究は、一つの方向を指し示している。人間の言葉を動物に無理やり教えることではない。動物の音をありのままに聴くことだ。この研究が動物の権利にも役立つかもしれないと話す人たちもいる。動物が何を考えているのかを知れば、よりよく守ってあげることができるからだ。海で始まったこの対話は、人間と自然の間をつなぐ新しい架け橋になっている。

関連根拠資料

- [1] Google. (2025-04-14). DolphinGemma: How Google AI is helping decode dolphin communication. The Keyword. <https://blog.google/innovation-and-ai/products/dolphingemma/>
- [2] Scientific American. (2025). DolphinGemma could enable AI communication with dolphins [Podcast]. Scientific American. <https://www.scientificamerican.com/podcast/episode/dolphingemma-could-enable-ai-communication-with-dolphins/>
- [3] Earth Species Project. (2026-04-02). Animal language processing: An AI convergence in animal communication. Earth Species Project. <https://earthspecies.org/2026/04/02/animal-language-processing-an-ai-convergence-in-animal-communication/>
- [4] Earth Species Project. (2026-07-22). Introducing alp-data: A shared data layer for animal language processing. Earth Species Project. <https://earthspecies.org/2026/07/22/introducing-alp-data-a-shared-data-layer-for-animal-language-processing/>
- [5] Project CETI. (2024). Sperm whale phonetic alphabet proposed for the first time. Project CETI Blog. <https://www.projectceti.org/blog-posts/sperm-whale-phonetic-alphabet-proposed-for-the-first-time>
- [6] Beguš, G., Dąbkowski, M., Sprouse, R. L., Gruber, D. F., & Gero, S. (2026). The phonology of sperm whale coda vowels. Proceedings of the Royal Society B, 293(2069), 20252994. <https://doi.org/10.1098/rspb.2025.2994>
- [7] National Geographic. (2026). We're one step closer to understanding the sperm whale 'alphabet'. National Geographic. <https://www.nationalgeographic.com/animals/article/sperm-whale-vowel-patterns-communication-discovery>
- [8] Boing Boing. (2026-06-11). Decoding whale language could unlock new legal rights for them. Boing Boing. <https://boingboing.net/2026/06/11/decoding-whale-language-could-unlock-new-legal-rights-for-them.html>
- [9] Schwartz, E. H. (2025-04-15). Google's new AI model could someday let you understand and talk to dolphins. TechRadar. <https://www.techradar.com/computing/artificial-intelligence/googles-new-ai-model-could-someday-let-you-understand-and-talk-to-dolphins>

第2章 マッコウクジラの音素アルファベットとProject CETI

2.1 暗号を解く人と深海の巨人が会う

地球で最も大きな脳を持つ動物は人間ではない。マッコウクジラだ。マッコウクジラの学名はフィセテル・マクロケファルス(Physeter macrocephalus)だ。深い海にすむ、とても大きなクジラだ。体長は長いもので20メートルに達する。大型バス2台をつなげた長さだ。体重は50トンにもなる。ゾウ10頭を合わせた重さとほぼ同じだ [1][2]。

このクジラの脳は約8キログラムから9キログラムある。人間の脳は約1.4キログラムだ。だからマッコウクジラの脳は人間の脳の約6倍だ。この大きな脳は、仲間と集まって暮らすことや感情をあつかうために使われる。マッコウクジラは一生の80パーセントを深くて暗い海の中で過ごす。その深い場所には光が届かない。だからマッコウクジラは目の代わりに音で世界を見る。

マッコウクジラは音を出し、跳ね返ってくる響きを聞く。音が物にぶつかって、こだまのように戻ってくるのだ。そのこだまを聞いて、物の位置や距離を知る。この方法を反響定位(echolocation)と呼ぶ。音で周りの様子をさぐる方法という意味だ。このときに鳴らすクリック音は、道を探したり獲物を測ったりするのに使う。しかし、マッコウクジラは会話をするときには別の音を使う。短いクリック音を決まったリズムで何度もまとめて出す。この音のまとまりをcodaと呼ぶ。codaはクジラが互いに話すときに使う音の断片だ [3][5]。

長い間、学者たちはcodaを大したものではないと見ていた。ただの短い合図にすぎないと考えていたのだ。ところが2017年、アメリカのハーバード大学ラドクリフ研究所で新しい考えが芽生えた。海の生き物を研究していたデイヴィッド・グルーバー(David Gruber)博士が、クジラの音を録音しておいた。その音を偶然聞いた人がいた。アメリカのMITの暗号研究者、シャフィ・ゴールドワッサー(Shafi Goldwasser)教授だ。暗号は秘密を隠すために作った、規則のある合図だ。ゴールドワッサー教授はクジラの音の中に規則を感じ取った。人間が作った暗号に似ているように見えた。そこでコンピューターを使ってその規則を解いてみようかと提案した [4]。

この考えは、長い間クジラを見守ってきたある学者へとつながった。シェーン・ゲロ(Shane Gero)博士だ。ゲロ博士はカリブ海のドミニカ沖で13年以上もクジラの家族を追いつけてきた。そして2020年、Project CETI(Cetacean Translation Initiative)が立ち上がった。日本語では「クジラの言葉翻訳計画」という意味だ。さまざまな国の学者が集まった。彼らはドミニカの海に研究基地を建てた。海の中の1,000メートルの深さまで水中マイクを取り付けた。クジラの体には音と位置を測る小さな機械を取り付けた。この機械をProject CETIの工学者たちが作った [6][7][8]。

この小さな機械は特別だ。その中にはマイクが3つ入っている。マイクがいくつもあるので、騒がしい海の中でも音を聞き分けることができる。何頭ものクジラが一緒に鳴いても、1頭だけの音を選び出す。この機械は音だけを録音するのではない。クジラがいる深さや動きも一緒に測る。水の温度や位置も一緒に記録する。だから、どんな音をいつ、どこで出したのかがすべてわかる。研究チームは、こうして集めたcodaをコンピューターで分析した。分析したcodaは8,719個にのぼる。この音のまとまりが、クジラの手紙を解き明かす鍵となった [9]。

関連根拠資料

- [1] Whitehead, H. (2003). *Sperm Whales: Social Evolution in the Ocean*. University of Chicago Press.
- [2] Project CETI. (2024). About Sperm Whales. Project CETI. <https://www.projectceti.org>
- [3] Madsen, P. T., Wahlberg, M., & Møhl, B. (2002). Male sperm whale acoustics in a high-latitude habitat: implications for echolocation and communication. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 53(1), 31-41. <https://doi.org/10.1007/s00265-002-0548-1>
- [4] Radcliffe Institute. (2024). The CETI Moment. Harvard Radcliffe Institute. <https://www.radcliffe.harvard.edu/radcliffe-25/ceti-moment>
- [5] Andrews, R. (2024-05-07). Scientists Discover a 'Phonetic Alphabet' Used by Sperm Whales. *Smithsonian Magazine*. <https://www.smithsonianmag.com/smart-news/scientists-discover-a-phonetic-alphabet-used-by-sperm-whales-moving-one-step-closer-to-decoding-their-chatter-180984326/>

- [6] Gero, S., Whitehead, H., & Rendell, L. (2016). Individual, unit and vocal clan level identity cues in sperm whale codas. Royal Society Open Science, 3(1), 150372. <https://doi.org/10.1098/rsos.150372>
- [7] Project CETI. (2020). Cetacean Translation Initiative. Project CETI. <https://www.projectceti.org>
- [8] National Geographic Society. (2024). Project CETI. National Geographic Society. <https://www.nationalgeographic.org/explore/programs/project-ceti>
- [9] Sharma, P., Gero, S., Payne, R., Gruber, D. F., Rus, D., Torralba, A., & Andreas, J. (2024). Contextual and combinatorial structure in sperm whale vocalisations. Nature Communications, 15, 3617. <https://doi.org/10.1038/s41467-024-47221-8>

2.2 信号機を超えた音：codaの4つの要素

昔の教科書はマッコウクジラの音を単純に見ていた。カリブ海のクジラが使うcodaは21種類だけだと書かれていた。coda一つが意味を一つだけ伝えると見ていたのだ。交通信号機と同じように考えていたのだ。赤信号は止まれ、青信号は進め、というようなものだ。ところがProject CETIの人工知能が音を詳しく調べると、この考えはくつがえった [1]。

人工知能は人間が作ったコンピュータプログラムだ。たくさんのデータの中から隠れた規則を自分で見つけ出す。この人工知能がクジラの会話から156種類のcodaを見つげ出した。以前知られていた21種類の7倍以上も多い。さらに、coda一つの中にもいくつかの断片が隠れていた。クジラは4つの要素を変えながら音を出し分けていた。

1つ目はテンポ(tempo)だ。クリック音をどれだけ速く出すかを指す。人間も急ぐと早口になる。クジラも状況によって音の速さを変える。2つ目はリズム(rhythm)だ。クリック音とクリック音の間隔を指す。音の間隔がつまっているか離れているかによって合図が分かれる。3つ目は装飾音(ornamentation)だ。音のまとまりの終わりにクリック音をもう一つ付け足すことだ。文の終わりに付ける疑問符(?)のようにニュアンスを少し変える。4つ目はルバート(rubato)だ。音楽の時間に拍を少し伸び縮みさせるように、音の長さを細かく変えることだ。クジラは会話の流れに合わせてこの長さを調節する [3][4]。

この4つが組み合わさって156種類のcodaを作る。そのcodaが時間の順番につながって、より長い合図を作る。小さな音の断片一つには意味がない。しかし、その断片をさまざまに組み合わせると、数多くの合図が生まれる。人間の言葉もこのように成り立っている。意味を持たない音である子音と母音が集まって、単語や文になる。研究チームはcodaを構成するこの小さな音の断片を、人間の子音や母音になぞらえて音素アルファベットと呼んだ。言語学ではこのような特徴をパターンニングの二重性(duality of patterning)と呼ぶ。これまで人間は、この特徴が人間の言葉にしかないと思っていた。ところがクジラの言葉にも似た構造があるかもしれないという事実が明らかになった [2]。

クジラは話す相手によって音を変えているようだ。子どもに出すときと仲間に出すときで異なる。研究者たちは、クジラが聞き手を意識して音を選んでいるのではないかと推測している。まだ完全にはっきりわかったわけではない。クジラは相手の音が終わるまで待つこともある。そして間があくと、そのときに音を重ねる。教室で友だちの話が終わるのを待ってから話すのと同じだ。このように順番を守って音をやり取りすることを、交代発声(turn-taking)と呼ぶ [6]。

クジラの群れごとに使うcodaが少しずつ異なる。地域ごとに人間の話し方が違うのと同じだ。学者たちはこのような群れを氏族(clan)と呼ぶ。氏族は同じcodaを共有する大きな群れだ。同じ氏族のクジラは互いに似た音を出す。子どものクジラは成長しながら群れのcodaを学ぶ。人間が親の言葉を学ぶのと同じだ。だからクジラのcodaは生まれつき備わっているのではなく、学ぶものなのだ [5]。

関連根拠資料

- [1] Sharma, P., Gero, S., Payne, R., Gruber, D. F., Rus, D., Torralba, A., & Andreas, J. (2024). Contextual and combinatorial structure in sperm whale vocalisations. Nature Communications, 15, 3617. <https://doi.org/10.1038/s41467-024-47221-8>

- [2] Project CETI. (2024). Sperm Whale Phonetic Alphabet Proposed for the First Time. Project CETI Blog. <https://www.projectceti.org/blog-posts/sperm-whale-phonetic-alphabet-proposed-for-the-first-time>
- [3] Andrews, R. (2024-05-07). Scientists Discover a 'Phonetic Alphabet' Used by Sperm Whales. Smithsonian Magazine. <https://www.smithsonianmag.com/smart-news/scientists-discover-a-phonetic-alphabet-used-by-sperm-whales-moving-one-step-closer-to-decoding-their-chatter-180984326/>
- [4] Al Jazeera. (2024-05-08). Scientists discover sperm whale 'phonetic alphabet'. Al Jazeera. <https://www.aljazeera.com/news/2024/5/8/scientists-discover-sperm-whale-phonetic-alphabet>
- [5] Gero, S., Whitehead, H., & Rendell, L. (2016). Individual, unit and vocal clan level identity cues in sperm whale codas. Royal Society Open Science, 3(1), 150372. <https://doi.org/10.1098/rsos.150372>
- [6] Schulz, T. M., Whitehead, H., Gero, S., & Rendell, L. (2008). Overlapping and matching of codas in vocal interactions between sperm whales: insights into communication function. Animal Behaviour, 76(6), 1977-1988. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2008.07.032>

2.3 深海で見つけ出した母音：ベグシュ教授の発見

長い間、クジラの音の研究は一つのことだけを測っていた。クリック音とクリック音の間の時間の間隔だ。音の高低までは調べられなかった。この壁を乗り越えた人がいる。アメリカのUCバークレーのガスパー・ベグシュ (Gašper Beguš) 教授だ。ベグシュ教授は音の高低に目を向けた。音はさまざまな高低が混ざり合って成り立っている。この混ざり合いを周波数スペクトル(spectrum)と呼ぶ。太陽の光をガラスに当てると、虹の色に広がる。音もこのように高低ごとに広げて並べたものだ [1][3]。

ベグシュ教授は、人工知能がクジラの音をまねて作り出す様子を見守った。人工知能は時間の間隔だけでなく、音の高低も大切に気づいていた。そこで教授は、クジラのクリック音を何十倍も遅く引き伸ばした。人間の耳に合う速さに変えたのだ。すると、クリック音の中から新しいものが見えてきた。人間の母音に似た音だった [2][4]。

人間が母音を出すとき、特定の高さの音が大きく響く。このように大きく響く音の高さをフォルマント (formant) と呼ぶ。空き瓶に息を吹き込むと「ポー」と音が響くのと似ている。ベグシュ教授はクジラの音から2つの母音を見分け出した。一つはa-codaだ。人間の「ア」の母音に似た高低の構造を示している。もう一つはi-codaだ。人間の「イ」の母音に似た高低の構造を示している。

クジラは2つの母音をあいまいに混ぜることはしなかった。「ア」と「イ」をはっきりと区別して出していた。一つの母音から別の母音へと滑らかに移り変わる音もあった。人間で言えば二重母音だ。「アイ」のように2つの音が続く音だ。人間の耳には、ただ木を叩く音のように聞こえていた。しかし速度を遅く伸ばしてみると、「ア」と「イ」をやり取りする会話へと変わった。

この発見の背景には特別な人工知能があった。なぜそのような答えを出したのかを人間が調べることができる人工知能だ。この人工知能がクジラの音の高低をあついていたときのことであった。内部のある部分が、特定の音にだけ際立って大きく反応した。スイッチが特定の音にだけ入るようなものだ。人間が長い間見落としていたことがあった。クジラの音に母音のような高低が隠されているという事実だ。人工知能はそれに先に気づいていた。

人工知能はクジラの音を自分からまねて作りながら学んだ。人間が正解を教えなくても自分で身につけたのだ。このように自分で学ぶ方法を教師なし学習と呼ぶ。人工知能は音を作りながら、どの部分が大切かを自分で選んだ。そうして選んだのが、まさに音の高低だった。2026年4月、この研究はイギリス王立協会の学術誌に掲載された。a-codaとi-codaが人間の母音のように規則に従っているという内容だ。

クジラの母音には、人間の言葉と似た点がまだあった。音のまとまりの終わりに付くクリック音を見てみよう。この音は、隣に来る母音に似ていった。人間も話すとき、前後の音が互いに影響し合う。国語の時間に習うように、「ククムル」が「クンムル」と発音されるようなものだ。前後の音が互いに似ていくからだ。クジラの音でも同じことが起きていたのだ。

関連根拠資料

- [1] Beguš, G., Dąbkowski, M., Sprouse, R. L., Gruber, D. F., & Gero, S. (2026). The phonology of sperm whale coda vowels. *Proceedings of the Royal Society B*, 293(2069), 20252994. <https://doi.org/10.1098/rspb.2025.2994>
- [2] Beguš, G., Sprouse, R. L., Leban, A., Silva, M., & Gero, S. (2025). Vowel- and Diphthong-Like Spectral Patterns in Sperm Whale Codas. *Open Mind*, 9, 1849-1874. <https://doi.org/10.1162/OPMI.a.252>
- [3] University of California, Berkeley. (2024). Gašper Beguš, Speech and Computation Lab. UC Berkeley Department of Linguistics. <https://linguistics.berkeley.edu>
- [4] Zimmer, K. (2026-04-01). Sperm whale clicks follow similar rules to human speech. *Phys.org*. <https://phys.org/news/2026-04-sperm-whale-clicks-similar-human.html>

2.4 鼻の通り道で母音を作る体

人間とマッコウクジラは互いに異なる道を歩んできた。長い年月の間、別々に進化してきたのだ。それにもかかわらず、どちらも「ア」や「イ」のような母音を出す。このような現象を収斂進化(convergent evolution)と呼ぶ。異なる生物が同じ問題の前で、同じ答えを見つけ出す現象だ。鳥とコウモリが別々に進化したのに、どちらも翼を持っているのと同じだ。生きている場所の物理法則が同じなら、答えも似てくるのだ [1][2]。

人間は母音を出すために喉の声帯を使う。声帯は喉の中で音を最初に作り出すひだだ。人間は母音を出すために喉頭を下へと下げた。喉頭は喉の真ん中にある響きの箱で、声帯はそこにある。人間は唇や舌も細かく動かせるように進化した。しかしマッコウクジラは、人間のように喉の声帯を震わせて音を出すわけではない。代わりにクジラは、頭の中の鼻の通り道に独自の音の器官を発達させた。深い海の大きな水圧に耐えながら音を出さなければならなかったからだ。

マッコウクジラの音の器官は2つの部分がペアになっている。1つ目は音の唇(phonic lips)だ。鼻の通り道の奥にあるひだ状の構造だ。人間の声帯と同じ働きをする。空気が通るときに震えて最初の音を作る。風船の口を手でつまんで空気を抜くと、ピューと音が出るのと似ている。2つ目は油の袋と空気の袋だ。クジラの大きな額を満たしている器官だ。最初の音はこの袋を通りながら何度も跳ね返る。その間に特定の高さの音が大きく響く。人間の口の中が音を整える働きと同じだ [3]。

この2つの部分が一緒に音を作る。音を最初に出す場所をソース(source)と呼ぶ。音を整える通り道をフィルター(filter)と呼ぶ。ギターの弦をはじいて音を出す場所がソースだ。その音をきれいに響かせる胴体がフィルターだ。この2つが合わさって音の響きが決まる。この原理をソース・フィルター理論(source-filter theory)と呼ぶ。マッコウクジラは声帯を使わずに、この原理を自ら実現したのだ [4]。

この音の器官には、もう一つの隠された顔がある。クジラがやわらかな母音を出す、まさにその器官だ。しかし、同じ器官が非常に強い音も出す。その強さは約230デシベルと測定される。水中で測定された動物の音の中で最も強い部類に入る。ただし、水中のデシベルは空気中のデシベルと基準が異なる。だから2つの数値をそのまま比べてはいけない。この音が人間を傷つけるという話は、まだ確認されていない。クジラはこの大きな力を仲間同士に向けたりはしない。代わりにやわらかな声で互いを包み込む。そうして長い年月の間、海の友情を守ってきたのだ [5]。

関連根拠資料

- [1] Beguš, G., Dąbkowski, M., Sprouse, R. L., Gruber, D. F., & Gero, S. (2026). The phonology of sperm whale coda vowels. *Proceedings of the Royal Society B*, 293(2069), 20252994. <https://doi.org/10.1098/rspb.2025.2994>
- [2] Madsen, P. T., Wahlberg, M., & Møhl, B. (2002). Male sperm whale acoustics in a high-latitude habitat: implications for echolocation and communication. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 53(1), 31-41. <https://doi.org/10.1007/s00265-002-0548-1>
- [3] Cranford, T. W., Amundin, M., & Norris, K. S. (1996). Functional morphology and homology in the odontocete nasal complex. *Journal of Morphology*, 228(3), 223-285. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-4687\(199606\)228:3<223::AID-JMOR1>3.0.CO;2-3](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-4687(199606)228:3<223::AID-JMOR1>3.0.CO;2-3)
- [4] Fant, G. (1960). *Acoustic Theory of Speech Production*. Mouton.

[5] Møhl, B., Wahlberg, M., Madsen, P. T., Heerfordt, A., & Lund, A. (2003). The monopulsed nature of sperm whale clicks. *Journal of the Acoustical Society of America*, 114(2), 1143-1154. <https://doi.org/10.1121/1.1586258>

2.5 3000万年の海の図書館とクジラの権利

Project CETIとベグシュ教授の研究は、大きな考えるヒントを残してくれる。マッコウクジラは本能のままにやたらと叫ぶ群れではない。彼らは海の至る所で音によってつながっている集団だ。それぞれの文化と家族の絆を分かち合う存在なのだ [1]。

このような結びつきを示す研究が2026年3月に発表された。Project CETIがマッコウクジラの出産をくわしく記録したものである。子どもを産む場所に、ほかのメスのクジラたちも一緒にいた。彼女たちはそばでお母さんクジラを手助けした。血のつながりのないクジラたちまで力を貸した。霊長類ではない動物が出産を手助けするようすを数字で明らかにした珍しい例だ。このとき、クジラの音も変化した。重要な場面ごとに声の質が変わった。その中には母音に似た音も含まれていた。クジラが互いに助け合う存在であることをあらためて示した研究である [2]。

カリブ海のクジラたちがよく使う音がある。学者たちはこれを「1足す1足す3 coda」と呼んでいる。カチッという音2回、少しの休止、そして素早い3回の音で成り立っている。研究チームはこの音の意味を慎重に読み解いている。「わたしはここにいる」という意味かもしれないと見ている。この音はカリブ海の群れが共有する文化的な方言である。地域の群れごとに使う方言が異なる。いっぽう、マッコウクジラの系統は何千万年ものあいだ海に適応して生きてきた。とても長い年月のあいだ、暗い海の中で音を使って互いを確かめ合ってきたのである [3]。

クジラの音は危険を知らせる網でもあった。1800年代、人間は船に乗ってクジラを捕まえに出かけた。そのとき生き残った何頭かのクジラが知らせを広めた。船を避ける方法を、音でお互いに知らせたのである。その結果、クジラを捕獲する成功率が大きく下がった。2年半で約58パーセントも減少した。クジラの音が広い情報の網であることを示す記録である [4]。

人工知能が明らかにしたクジラの言葉は、新しい問いを投げかけている。クジラを人間とともにどう扱うべきかという問いだ。そのため、クジラに法的人格を与えようという動きが広がっている。法的人格とは、人間のように法律が守ってくれる資格のことをいう。物ではなく権利を持つ対象として見るという意味だ。2024年3月、ニュージーランドと太平洋の島国の先住民リーダーたちが宣言を発表した。クジラを法的人格として認める宣言である。名前は「ヘ・ワカプタンガ・モアナ (He Whakaputanga Moana)」だ。ただし、この宣言は法律で強制する規則ではない。この動きはProject CETIと手を結んだ。アメリカのニューヨーク大学ロースクールのMOTHプログラムも加わった。MOTHは人間を超えた生命を意味する名前である [5][6]。

いっぽう、人間が出す騒音はクジラの音をさまたげる。船のプロペラ音や海洋探査の騒音である。この騒音は、クジラが交わし合う音をかき消してしまう。そうすると、子どものクジラが群れの言葉を学ぶことが難しくなる。文化が次の世代へと受け継がれなくなってしまうのだ。Earth Species Projectもこのような研究に力を貸している。ここは多様な動物の音を一度に扱う人工知能をつくった。名前はNatureLM-audioである [7][8]。

私たちがすべきことははっきりしている。クジラに向けて勝手につくった音を放ち、彼らの文化を揺るがしてはならない。そのかわりに、彼らが長い年月のあいだ海に積み重ねてきた音に耳を傾けるべきだ。何千万年ものあいだ受け継がれてきた海の図書館である。その調べに静かに耳を澄ますことが先決である。それが人間とクジラが肩を並べて生きていく道である。

関連根拠資料

[1] Whitehead, H. (2003). *Sperm Whales: Social Evolution in the Ocean*. University of Chicago Press.

[2] EurekAlert!. (2026-03). Studies documenting rare sperm whale birth and ancient cooperative care released. EurekAlert! / Project CETI. <https://www.eurekalert.org/news-releases/1120823>

[3] National Geographic. (2026). Whales could one day be heard in court and in their own words. National Geographic. <https://www.nationalgeographic.com/animals/article/whale-communication-legal-personhood>

- [4] Whitehead, H., Smith, T. D., & Rendell, L. (2021). Adaptation of sperm whales to open-boat whalers: rapid social learning on a large scale? *Biology Letters*, 17(3), 20210030. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2021.0030>
- [5] Rodríguez-Garavito, C. (2026). Animal Communication, AI, and the Future of Nonhuman Rights. NYU Law MOTH Program. <https://www.law.nyu.edu/news/ideas/cesar-rodriguez-garavito-animal-communication-ai>
- [6] Te Ao Māori News. (2024-03-28). Māori king and other indigenous Pacific leaders sign up to granting whales legal personhood. Te Ao Māori News. <https://www.teaonews.co.nz/2024/03/28/maori-king-and-other-indigenous-pacific-leaders-sign-up-to-granting-whales-legal-personhood/>
- [7] Erbe, C., Marley, S. A., Schoeman, R. P., Smith, J. N., Trigg, L. E., & Embling, C. B. (2019). The Effects of Ship Noise on Marine Mammals—A Review. *Frontiers in Marine Science*, 6, 606. <https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00606>
- [8] Earth Species Project. (2025). Using AI to Understand Animal Communication. Earth Species Project. <https://www.earthspecies.org/blog/using-ai-to-understand-animal-communication>

第3章 ザトウクジラ・トウェインとの遭遇

3.1 地球外知能に向けた地球の予行演習

宇宙のはるか彼方から、ひとつの信号が届いたと考えてみよう。その信号はただの雑音だろうか、それとも誰かが送った言葉だろうか。雑音は何の意味もない乱れた音だ。私たちにはその言葉を読み解く辞書がない。意味を教えてくれる手がかりが一つもないのと同じだ。

この問いに答えるため、空ではなく海へと目を向けた人々がいる。宇宙から届く知能の信号を探す研究所がある。名前は地球外知的生命体探査研究所（SETI Institute）だ。この研究所と、アメリカのカリフォルニア大学デービス校（UC Davis）の研究チームが手を組んだ。ここに、クジラの声をも長く研究してきた学者たちも力を合わせた。彼らは共同で「Whale-SETI」という研究チームを作った [1]。

研究を率いたのはブレンダ・マッコーワン（Brenda McCowan）教授だ。SETI研究所のローレンス・ドイル（Laurance Doyle）博士も参加した。ザトウクジラの専門家であるフレッド・シャープ（Fred Sharpe）博士もチームに加わった。彼らは一つの思いを共有していた。宇宙の未知の存在に出会う前に、地球の隣人から知ろうという考えだ。

その隣人とは、ヒゲクジラ的一种であるザトウクジラ（Megaptera novaeangliae）だ。ザトウクジラは、長い歌を歌う大きな海の動物だ。この歌は主にオスが歌う。同じ群れのオス同士が互いに歌を学ぶ。そうして歌が広まり、少しずつ変化していく。ザトウクジラは毎年広い海を渡りながら、声で連絡も取り合う [2]。

研究チームが立てた計画はこうだ。アラスカ沖に小さな船を1隻浮かべる。船のエンジンを完全に止める。水中にマイクとスピーカーを下ろす。そして、クジラの声をも一度聞かせる。録音した音を再生して動物がどう行動するかを観察する方法がある。この方法をプレイバック実験（playback）と呼ぶ [3]。

聞かせた音は「接触呼び出し音」だった。クジラが群れの中で自分の居場所を知らせるときに出す音だ。この音を「whup call」と呼ぶ。危険を知らせる音ではなく、穏やかな音だ。人間の言葉に直すと「私はここにいるよ」に近い音だと考えられている。

この音は、前日にその海で録音された本物のクジラの声だった。その群れの中には、38歳のメスのザトウクジラがいた。名前は「トウェイン（Twain）」だった。トウェインは、研究チームが以前から見守ってきたクジラだった。

なぜ研究チームはクジラを選んだのだろうか。クジラは人間のように長生きする。群れを作って一緒に暮らす。声で互いに連絡を取り合って生きている。学んだ歌をほかのクジラに伝えることもある。こうした点が人間と似ている。そのため、未知の知能を理解する練習相手としてふさわしいと考えたのだ。

宇宙の信号を解読することには大きな難しさがある。信号を送った側と受け取る側のあいだに、あらかじめ決めたルールがないからだ。二つの国の言葉を並べて書いた本があれば、翻訳は簡単だ。しかし、地球外からの信号にはそのような本がない。だから、規則を一から見つけ出さなければならない。

実験を控えた船の上は静まり返っていた。研究チームは息をひそめて水面を見つめた。トウェインが返事をしてくれるかどうかは、誰にも分からなかった。

関連根拠資料

- [1] SETI Institute. (2023-12-12). Whale-SETI: Groundbreaking encounter with humpback whales reveals potential for non-human intelligence communication. SETI Institute. <https://www.seti.org/news/whale-seti-groundbreaking-encounter-with-humpback-whales-reveals-potential-for-non-human-intelligence-communication/>
- [2] McCowan, B., Hubbard, J., Walker, L., Sharpe, F., Frediani, J., & Doyle, L. (2023). Interactive bioacoustic playback as a tool for detecting and exploring nonhuman intelligence: "Conversing" with an Alaskan humpback whale. PeerJ, 11, e16349. <https://doi.org/10.7717/peerj.16349>

[3] Ralls, E. (2026-04-29). AI helps humans have a 20-minute 'conversation' with a humpback whale named Twain. Earth.com. <https://www.earth.com/animals/whale-seti-ai-helps-humans-have-20-minute-conversation-with-humpback-whale-twain/>

3.2 トウェインとの20分

スピーカーから最初の音が流れた。まもなくトウェインが姿を現した。トウェインは静かに船の方へと近づいてきた。船のまわりを大きく一周した。そして、スピーカーに向かって自分の声を出した。

トウェインは一度声を出して去っていくことはしなかった。人間が音を聞かせると、トウェインは声で答えた。人間が音を止めると、トウェインも待った。再び音が流れると、そのときまた答えた。このやり取りは20分間にわたって続いた。20分は、短いアニメ映画1本分の長さとはほぼ同じだ。

研究チームは20分間にwhup callを38回流した。トウェインはwhup callで36回声を返した。そのうち33回は、人間が聞かせた音にすぐさま合わせた返事だった。残りの3回は、人間が音を止めたあとに発した声だった。人間と野生のクジラが、このように長く声をやり取りしたのは初めてのことだった。

トウェインは音の間隔まで合わせた。人間が音の間を長く空けると、トウェインも長く空けた。短く空けると、トウェインも短く答えた。相手のやり方にそのまま合わせてくれたのだ。

研究を率いたマッコワ博士は次のように述べた。この出来事は、人間とクジラの間で交わされた意義深い音のやり取りに見えると語った。ただし、人間がクジラの言葉の意味を翻訳できたわけではない。互いに順番を守って声を交わし合ったのだと研究チームは解釈した。

トウェインは20分のあいだ、ずっと喜んで声を出していたわけではない。最初は音のやり取りによく参加していた。しかし、研究チームがまったく同じwhup callばかりを繰り返して聞かせると、反応が変わった。トウェインは次第に苛立っているように見えた。呼吸の回数が増え、水面をたたくこともあった。そうして最後にはその場を去っていった。参加、苛立ち、離脱という三つの段階を見せたのだ。

この出会いには明らかな限界がある。実験の対象はトウェイン1頭だけだった。実験も、偶然訪れたたった一度の機会だった。そのため、この結果一つだけでクジラが会話をしていると決めつけることはできない。研究チームもこの点を慎重に述べている。

それでもこの出会いは、プレイバック実験の可能性を示した。録音した音を聞かせて反応を観察する方法だ。この方法によって、野生動物の反応を間近で観察できる。研究チームはこれを新しい研究の道具と呼んだ。

関連根拠資料

- [1] SETI Institute. (2023-12-12). Whale-SETI: Groundbreaking encounter with humpback whales reveals potential for non-human intelligence communication. SETI Institute. <https://www.seti.org/news/whale-seti-groundbreaking-encounter-with-humpback-whales-reveals-potential-for-non-human-intelligence-communication/>
- [2] McCowan, B., Hubbard, J., Walker, L., Sharpe, F., Frediani, J., & Doyle, L. (2023). Interactive bioacoustic playback as a tool for detecting and exploring nonhuman intelligence: "Conversing" with an Alaskan humpback whale. PeerJ, 11, e16349. <https://doi.org/10.7717/peerj.16349>
- [3] Frediani, J. (2024). "Conversing" with a humpback whale named Twain. The Safina Center. <https://www.safinacenter.org/blog/conversing-with-a-humpback-whale-named-twain>

3.3 順番を守る対話

人間は互いに話をするとき、ルールを守る。相手が話し終えるまで待つ。相手が話し終えたら、そのとき自分の話を始める。このように交互に発声するルールを「発声交代 (turn-taking)」と呼ぶ。給食を受け取るために列に並んで順番を待つ姿と似ている。

相手が話し終えて、少しだけ静かになる瞬間がある。その短い隙間を「会話の間 (conversational pause)」と呼ぶ。この「間」があつてこそ、互いの言葉が重ならずにすむ。ザトウクジラも野生の中でこのルールを守っている。

トウェインは20分間のやり取りの中で、このルールを破らなかった。人間の音が鳴っている間は割り込まなかった。音が完全に終わるのを待った。静かになるその瞬間を選んだ。そして、その空いた時間に自分の声を差し込んだ。

研究チームはトウェインが答えるまでの時間を測ってみた。音が終わってから何秒で返事があるのかを調べた。この作業に人工知能を使ったわけではない。録音した音声と統計を使って、時間を一つひとつ確かめたのだ。その時間は、人間の会話のルールとよく一致していた。

この結果が教えてくれることがある。トウェインが機械の音にいらだって叫んだのではないという点だ。トウェインは相手の番と自分の番を見極めて声を出していた。研究チームは、トウェインが音のやり取りに参加していたと考えた。

人間はこのルールを赤ちゃんのころから身につける。お母さんと目を合わせながら声をやり取りする。言葉を覚える前であっても、この順番を先に学ぶのだ。対話の基本となるルールである。

会話の間はとても短い時間だ。まばたきを1回するよりも短いことすらある。トウェインはこの短い隙間を見逃さなかった。正確な瞬間に声を差し込んだのだ。

このような正確さは、練習なしには難しい。トウェインは野生の中で、いつもこのように声を交わし合ってきたのだ。その慣れ親しんだやり方を、人間側の音に対してもそのまま使った。相手が本物のクジラでなくても、ルールを守ったのである。

関連根拠資料

- [1] McCowan, B., Hubbard, J., Walker, L., Sharpe, F., Frediani, J., & Doyle, L. (2023). Interactive bioacoustic playback as a tool for detecting and exploring nonhuman intelligence: "Conversing" with an Alaskan humpback whale. *PeerJ*, 11, e16349. <https://doi.org/10.7717/peerj.16349>
- [2] SETI Institute. (2023-12-12). Whale-SETI: Groundbreaking encounter with humpback whales reveals potential for non-human intelligence communication. SETI Institute. <https://www.seti.org/news/whale-seti-groundbreaking-encounter-with-humpback-whales-reveals-potential-for-non-human-intelligence-communication/>
- [3] Ralls, E. (2024-01-06). Scientists have a 20-minute 'conversation' with a humpback whale named Twain. *Earth.com*. <https://www.earth.com/news/scientists-have-20-minute-conversation-with-a-humpback-whale-named-twain/>

3.4 数学が解き明かしたクジラの文法

ドイル博士はクジラの歌を数字で解き明かそうとした。クジラの歌がただの出鱈目な音ではないと考えたからだ。そこで「情報理論 (information theory)」という道具を使った。情報理論とは、音や文字に規則がどれくらい含まれているかを数値で測る方法だ。

研究チームは「ジップの法則 (Zipf's law)」をクジラの歌に当てはめてみた。ジップの法則は、言葉に隠されたある規則を教えてくれる。人間の言葉では、よく使う単語とめったに使わない単語の数が一定の比率を保っている。たとえば日本語の「は」や「が」は非常によく出てくる。難しい単語はたまにしか出てこない。この多いものと少ないものの間には、いつも似たような比率が存在する。

2025年に、この規則をクジラの歌から発見した研究が発表された。アルノン (Inbal Arnon) らの研究チームがザトウクジラの歌を長く調査した。南太平洋で8年間にわたって集めた歌だった。その歌がジップの法則とよく一致していた。人間の言葉以外でこの規則がはっきりと見つかったのは初めてのことだった。

この結果は何を意味しているのだろうか。クジラの歌の中に規則があるというしるしかもしれない。しかし、これだけでクジラの歌に意味や文法があると証明されたわけではない。研究チームも、クジラの歌が人間の言葉と同じだとは言わなかった。むしろ人間の音楽により近い可能性があると考えた。

研究チームは「シャノン・エントロピー (Shannon entropy)」も調べた。シャノン・エントロピーとは、次に来る音を予測するのがどれほど難しいかを数値で測る方法だ。音が完全にでたらめであれば、この値は高く

なる。同じ音ばかりを繰り返すと、この値は0に近くなる。クジラの歌はその両極端の真ん中に位置していた。規則を守りながらも、いつも同じというわけではなかったのだ。

このような構造は、ほかのクジラの研究でも見られる。ここで少し、別のクジラの話为例に挙げてみよう。「Project CETI」という研究グループがある。彼らはマッコウクジラを研究している。マッコウクジラはザトウクジラとは別の種類だ。マッコウクジラはカチカチというクリック音を短くまとめて発する。この音のまとまりを「coda」と呼ぶ。

2024年、Project CETIの研究チームはcodaの構造を明らかにした。マッコウクジラはリズム、テンポ、ルバート、装飾音という四つの要素を組み合わせる音を作る。ルバートとは、テンポを少し伸ばしたり縮めたりすることだ。装飾音とは、音にカチッという音をもう一つ付け足すことだ。この四つの要素をあこれ組み合わせ、非常に多くの音を作り出す。人間だけがこうした組み合わせを使うと考えられていたが、マッコウクジラもそうしていたのだ [4]。

関連根拠資料

- [1] Doyle, L. R., & McCowan, B. (2011). Information theory, animal communication, and the search for extraterrestrial intelligence. *Acta Astronautica*, 68(3-4), 406-417.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0094576509005682>
- [2] Arnon, I., et al. (2025). Whale song shows language-like statistical structure. *Science*, 387.
<https://doi.org/10.1126/science.adq7055>
- [3] Sharma, P., et al. (2024). Contextual and combinatorial structure in sperm whale vocalisations. *Nature Communications*, 15, 3617. <https://doi.org/10.1038/s41467-024-47221-8>
- [4] Project CETI. (2024-05-07). Sperm whale phonetic alphabet proposed for the first time. Project CETI.
<https://www.projectceti.org/blog-posts/sperm-whale-phonetic-alphabet-proposed-for-the-first-time>

3.5 宇宙へ送る手紙

Whale-SETIの研究には最終目標がある。クジラを理解することにとどまらない。いつか宇宙から届く未知の信号を見分ける道具を作ることだ。雑音と、意味の込められた信号を区別する物差しが必要だからだ。

クジラの歌を数字で解き明かした方法がある。ジップの法則やシャノン・エントロピーといった方法だ。これらの方法は、将来、宇宙からの信号に応用できるかもしれない。ただし、まだ宇宙の信号に直接使ったわけではない。これから使える有力な方法として研究を進めているところだ。

多くの学者が人間の思い上がりを指摘した。同じ地球に暮らすクジラの声すら理解できないという点だ。それなのに宇宙の彼方からの信号をどうやって理解できるのか、と問いかけた。この問いは、人間を謙虚にさせる。

昔、人間は地球が宇宙の中心だと信じていた。しかし、その思い込みは間違っていたことが明らかになった。人間だけが心を通わせ合えるという思い込みも、これと似ているかもしれない。海の中にも、声を交わし合える隣人がいるのかもしれない。

人間は長い間、クジラの歌をただの雑音としか見なさなかった。数多くのクジラを捕らえもした。船や機械によって海を騒がしくもした。それでもクジラは声を交わし合うことをやめなかった。はるか昔から、互いに声を送り合ってきたのだ。

だからこそ、トウェインとの20分間は予行演習だった。未知の知能に出会ったときに使う方法を、あらかじめ身につけておく場だったのだ。宇宙へ言葉を送る前に、まず隣にいる者の声を聞くこと。しっかりと耳を傾ける力こそが、通訳の始まりなのである。

関連根拠資料

- [1] SETI Institute. (2023-12-12). Whale-SETI: Groundbreaking encounter with humpback whales reveals potential for non-human intelligence communication. SETI Institute. <https://www.seti.org/news/whale-seti-groundbreaking-encounter-with-humpback-whales-reveals-potential-for-non-human-intelligence-communication/>

- [2] McCowan, B., Hubbard, J., Walker, L., Sharpe, F., Frediani, J., & Doyle, L. (2023). Interactive bioacoustic playback as a tool for detecting and exploring nonhuman intelligence: "Conversing" with an Alaskan humpback whale. PeerJ, 11, e16349. <https://doi.org/10.7717/peerj.16349>
- [3] Ralls, E. (2024-01-06). Scientists have a 20-minute 'conversation' with a humpback whale named Twain. Earth.com. <https://www.earth.com/news/scientists-have-20-minute-conversation-with-a-humpback-whale-named-twain/>

3.6 人工知能が開く新しい扉

トウェインとの出会い以降、研究は急速に進歩している。人工知能がクジラの声をもっと深く分析できるようにしてくれるからだ。人間一人では何十年もかかるような作業を、人工知能が素早く助けてくれる。

「Earth Species Project」という団体がある。彼らは動物の声を理解する人工知能を開発している。その人工知能の名前は「NatureLM-audio」だ。このツールは、音を聞くだけでどんな動物かを見分ける。音の種類も分類する。こうしたことはすでに難なくこなしている。

この人工知能には、実験段階の能力もある。録音の中に動物が何頭いるかを数えることだ。一度も学習したことがない動物の声を見分けることもある。こうした能力はまだ完璧ではない。あてずっぽうに推測するよりは少しよく当たる程度だ。

人工知能には、土台となる巨大な人工知能がある。このような巨大な人工知能を「基盤モデル (foundation model)」と呼ぶ。一つでさまざまな仕事に幅広く使える人工知能だ。Googleが開発した「Perch」がその一例である。

人工知能がクジラの研究を手助けした話は、時間の順番に分けて見ることができる。まずは2018年のことだ。Googleとアメリカ国立海洋大気庁(NOAA)が手を組んだ。国立海洋大気庁は、海と天気を研究するアメリカの機関だ。両者は14年間にわたって集めた海の中の音をいっしょに調べた。その量は187,000時間を超えていた。人が休まずに聞いても21年ほどかかる量だ。人工知能はこの大きなデータからザトウクジラの歌を選び出した。

次は2025年のことだ。GoogleはPerchを新しく改良し、Perch 2.0を発表した。Perchは最初、鳥の鳴き声で学んだ人工知能だ。ところが、海の中の音にもよく当てはまった。クジラの声聞き分ける作業で、良い成績を出した。鳥を学んだ人工知能が、クジラの研究にも役立ったのだ。

人工知能の大きな力は、その速さにある。人が何カ月もかけて聞かなければならない音を、人工知能は数時間で調べ上げる。それだけ研究が速くなった。人が聞き逃していた小さな音も見つけ出す。そのおかげで、古い資料の中から新しい事実が明らかになる。

ここで注意すべき点がある。人工知能がクジラの声聞き分けるからといって、クジラの言葉をすべて解き明かしたわけではない。音の中にある規則は見つけたが、その意味まで分かったわけではない。クジラの言葉の意味を完全に解き明かしたという証拠は、まだ確認されていない。人とクジラ間の辞書は、まだ最初の1ページをめくったばかりだ。

Earth Species Projectはクジラだけを調べているのではない。カラスの声も調べる。ゾウの声も調べる。シロイルカの声も調べる。さまざまな動物の声を、ひとつの道具で扱う。これからは、人が作った音を動物に聞かせる計画もある。動物がその音にどう答えるかを調べるためだ。トウェインとの音のやり取りが、その第一歩だった。

最近では、クジラの歌の仕組みを明らかにした研究も発表された。2026年、アメリカのシラキュース大学(Syracuse University)のジュリア・ゼー(Julia Zeh)研究チームだ。彼らは歌うオスのザトウクジラの体に小さな記録装置を取り付けた。吸盤で一時的に貼り付ける録音機兼動きの記録器だ。この研究は、トウェインとの音のやり取りとは別のテーマだ。クジラが水の中を上り下りする動きと、歌がかみ合っているという内容だ。深く潜っていくときと、浮かび上がってくるときで歌う歌が違っていた。歌が体の動きに合わせて組み立てられていたのだ [5]。

だから研究は今も続いている。人とクジラ間の辞書を、1ページずつ埋めているところだ。トウェインとの20分間、その辞書の最初の文を開いた。

関連根拠資料

- [1] Earth Species Project. (2024-11-11). Introducing NatureLM-audio: An audio-language foundation model for bioacoustics. Earth Species Project. <https://www.earthspecies.org/blog/introducing-naturelm-audio-an-audio-language-foundation-model-for-bioacoustics>
- [2] Robinson, D., Miron, M., Hagiwara, M., Weck, B., Keen, S., Alizadeh, M., Narula, G., Geist, M., & Pietquin, O. (2025). NatureLM-audio: An audio-language foundation model for bioacoustics. International Conference on Learning Representations (ICLR) 2025. <https://arxiv.org/abs/2411.07186>
- [3] Google Research. (2018-10). Acoustic detection of humpback whales using a convolutional neural network. Google Research Blog. <https://research.google/blog/acoustic-detection-of-humpback-whales-using-a-convolutional-neural-network/>
- [4] Google Research. (2026-02-09). How AI trained on birds is surfacing underwater mysteries. Google Research Blog. <https://research.google/blog/how-ai-trained-on-birds-is-surfacing-underwater-mysteries/>
- [5] Syracuse University. (2026-08-31). How a whale's dive shapes its song. Syracuse University News. <https://news.syr.edu/2026/08/31/how-a-whales-dive-shapes-its-song/>

第4章 深海のオーケストラ

4.1 騒がしい海から声を選び出す

海は静かな場所ではない。水中は音で満ちた広い空間だ。クジラの歌、イルカの口笛、波の音が休むことなく混ざり合う。水中では音が空気中よりもはるかに速く伝わる。空気中より約4.5倍速い。だからクジラは、目よりも耳で世界を読み取る。遠い海でお互いを探すときに音を使う。獲物を追ひ、危険を避けるときにも音を使う [1][2]。

水中では音が1秒間に約1,500メートル進む。陸上で音が進む距離よりもはるかに速い。だからクジラは、はるか遠くにいる仲間の声も聞くことができる。

問題は人間が作り出した騒音だ。大型船のプロペラ音が水の中を揺るがす。海の中を調べる音波探知機（ソナー）の音も大きい。海底の資源を探す爆発音もある。このような騒音は数千キロメートル先まで伝わる。今日、船の音は海で最も広く広がる人間の騒音だ。騒音が大きいと、クジラの声はその中に埋もれてしまう。学者たちはこれを「音が覆い隠される」と言う。音を頼りに生きるクジラにとって、このことは大きな脅威だ。

騒音はクジラの体も痛める。2001年にアメリカで大事故が起きると、船の航行が一時大きく減った。そのとき海が静かになった。ロザリンド・ローランド（Rosalind Rolland）の研究チームはこの機会に注目した。カナダのファンディ湾にすむセミクジラのフンを集めて調査した。海が静かになると、クジラの体内のストレス物質が減った。人間が騒がしい工事現場の隣で胸をドキドキさせるのと似ている。騒音がクジラを疲れさせるという最初の証拠であった [3]。

さまざまな音が入り混じる場所で、1頭のクジラの声だけを選び出すのは難しい。学者たちはこの難しさを「カクテルパーティー問題」と呼ぶ。人がたくさんいる部屋で、友だち1人の話だけを選んで聞き取るようなものだ。給食の時間が騒がしくても、隣の友だちの話は聞こえるのと似ている。以前の機械はこの作業がうまくできなかった。船の金属音がクジラの声と重なると、よく聞き間違えた。

人工知能はこの問題を新しい方法で解決した。入り混じった音の中から、求める音だけを選び出す技術だ。機械はまず、音を数字の地図に変換する。この地図の上では、船の音とクジラの声が互いに別の場所に置かれる。色とりどりのビー玉が混ざっていても、色ごとに仕分け直すようなものだ。機械はその場所を分け、クジラの声だけを再び集める。Earth Species Projectの研究チームは、きれいな正解の音がなくても騒音を取り除く方法を作り出した。そのおかげで人間は、クジラの声をはっきりと聞き直すことができるようになった [4]。

関連根拠資料

- [1] Bakker, K. (2022). The sounds of life: How digital technology is bringing us closer to the worlds of animals and plants. Princeton University Press.
- [2] NOAA Fisheries. (2025). A whale's world of sound. National Oceanic and Atmospheric Administration. <https://www.fisheries.noaa.gov/feature-story/whales-world-sound>
- [3] Rolland, R. M., Parks, S. E., Hunt, K. E., et al. (2012). Evidence that ship noise increases stress in right whales. Proceedings of the Royal Society B, 279(1737), 2363-2368. <https://doi.org/10.1098/rspb.2011.2429>
- [4] Miron, M., Keen, S., Hoffman, B., Hagiwara, M., et al. (2024). Biodenoising: Animal vocalization denoising without access to clean data. Earth Species Project. arXiv:2410.03427. <https://arxiv.org/abs/2410.03427>

4.2 シャチの家族の方言

騒がしい騒音を取り除くと、学者たちはクジラの声に込められた秘密を読み解き始めた。その秘密とは、家族ごとに異なる「方言」だ。カナダ西部の海岸には、シャチを研究する基地がある。名前はOrcaLab（オルカラボ）だ。ここのヘレナ・シモンズ（Helena Symonds）とポール・スポング（Paul Spong）博士は、何十年もの間、野生のシャチの声を記録してきた。クジラを捕まえたり苦しめたりせず、水中のマイクで声だけを静かに集めた [1]。

シャチは母親を中心に暮らす動物だ。子どもは一生、母親の群れを離れない。そのため家族ごとに、代々受け継がれる独自の音が生まれる。学者たちはこれを、母親側の家族と一緒に使う方言と呼んでいる。自分たちのクラスとお隣のクラスで、言葉づかいが少し違うのと似ている。この方言によって、シャチは広い海で自分の家族を見分ける。近い親戚同士で交尾しないように防ぐ役割も果たしている。

OrcaLabは非常に長い間、声を集めてきた。その録音時間だけでも2万時間近くのにぼる。人間がこの音をすべて聴くのは難しい。そこで学者たちは人工知能にこの作業を任せた。ドイツとカナダの研究チームが開発したプログラムの名前はORCA-SPOT（オルカスポット）だ。このプログラムは、長い録音の中からシャチの声だけを自動で見つけ出す。人間が付けた正解と比べたところ、100回中93回の中させた。何年もかかるはずの作業を、機械はわずか8日間で終わらせた [5]。

人工知能が音を分類するときは、重要な部分に重きを置く。人間が長い文章の中で大切な言葉に下線を引くのと似たようなものだ。機械はこのようにして、わずかなイントネーションの違いまで捉え分ける。子どものシャチは、母親や群れの声を聞きながら方言を学ぶ。人間の赤ちゃんが親の言葉をまねて覚えるのと同じだ。学者たちは人工知能が描いた音の地図を見て、新しい事実も発見した。ある家族の音が、世代を経て少しずつ変化してきたという点だ。長く使われる言葉が時代とともに少しずつ変化することと同じだ。これは、クジラの声が生まれつきの本能だけではないことを意味する。人間の言葉のように学び、受け継がれ、変化していく文化である証拠だ。

方言を知ることは、クジラを守ることに役立つ。どの家族がどこに暮らしているかが音でわかるからだ。船が頻繁に行き交う海にどの家族がいるかを確かめることができる。声によって家族を数えれば、数が減っているかもすぐにわかる。このような研究は今も続いている。2026年には、シャチの声を自動で見つけて分類する新しいプログラムorcAIが登場した。このプログラムはカナダではなく、アイスランドの海にすむシャチの声を学習した。そこにすむシャチはニシンを狩って暮らしている。人間が長時間聞き続けなくても、機械が長い録音を代わりに調べてくれる [6]。

関連根拠資料

- [1] Bakker, K. (2022). The sounds of life: How digital technology is bringing us closer to the worlds of animals and plants. Princeton University Press.
- [5] Bergler, C., Schröter, H., Cheng, R. X., et al. (2019). ORCA-SPOT: An automatic killer whale sound detection toolkit using deep learning. Scientific Reports, 9, 10997. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-47335-w>
- [6] Bonhoeffer, S., Selbmann, A., et al. (2026). orcAI: A machine learning tool to detect and classify acoustic signals of killer whales in audio recordings. Marine Mammal Science, 42(1), e70083. <https://doi.org/10.1111/mms.70083>

4.3 氷の下でシロイルカの声をやみくもに聞かせる

シャチが澄んだ沿岸で方言を育む一方で、冷たく濁った水の中で暮らすクジラもいる。北極やカナダのセントローレンス川（St. Lawrence River）にすむシロイルカ（Beluga Whale）だ。体が白いため「北極の天使」と呼ばれる。鳥のように高く澄んだ声をよく出すため、「海のカナリア」という別名もある。セントローレンス川のシロイルカは、現在数が大きく減っている。工場の騒音や水質汚染が積み重なったせいだ。保護区を指定した後も数がなかなか増えず、心配が大きい [1][7]。

カナダのウィンザー大学（University of Windsor）のジャクリン・オービン（Jaclyn Aubin）研究員がこの取り組みに加わった。シロイルカの声を探明することに決めたのだ。この仕事は簡単ではなかった。シロイルカは群れをつくって暮らす社会的な動物だ。何十頭もが一堂に集まって声を出す。口笛のような音やすばやくクリック音を一齐に放つ。音が入り混じり、どこが始まりでどこが終わりなのかを人間が見分けるのは難しかった。

研究チームはこの音を人工知能に任せた。まず音を探し出す機械が、長い録音の中からシロイルカの声だけを切り取った。次に別の機械が、その声を種類ごとに分類した。このとき、Earth Species Projectが開発したプログラム「AVES」も一緒に使った。AVESは動物の音を学習する基盤モデルだ。基盤モデルとは、たくさんの

データをあらかじめ学習しておき、さまざまな用途に幅広く使う人工知能のことだ。AVESは人間が正解を教えなくても、自ら音の仕組みを学ぶ取る [8]。

人工知能が分類した音を人間が分類したものと比べてみると、両者の結果はほぼ同じだった。人の手を加えなくても、機械が専門家と同じくらい正確にシロイルカの声进行分类できたのだ。こうすることには良い点がある。人間が何日も聞き続けなければならない長い録音を、機械が素早く調べてくれる。川にすむシロイルカがいつ、どこで鳴いているかを継続して記録できる。この記録は、減りつつあるシロイルカを守る土台となる。

氷が割れたりぶつかり合ったりする音は、大きな妨げとなった。研究チームはこの騒音を取り除くため、ノイズ除去専門の人工知能と一緒に使った。この機械は、騒がしい音の中からシロイルカの声だけをよみがえらせる。そのおかげで、失われかけていたシロイルカの声を再び聞くことができるようになった。このようにして人工知能は、氷の下に埋もれていた声を守り抜いた。

関連根拠資料

- [1] Bakker, K. (2022). The sounds of life: How digital technology is bringing us closer to the worlds of animals and plants. Princeton University Press.
- [7] Cotillard, T., Aubin, J., Vergara, V., et al. (2024). Automatic detection and classification of beluga whale calls in the St. Lawrence estuary. The Journal of the Acoustical Society of America, 156(6), 3723-3740.
<https://doi.org/10.1121/10.0030472>
- [8] Hagiwara, M. (2023). AVES: Animal vocalization encoder based on self-supervision. ICASSP 2023 - 2023 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing.
<https://doi.org/10.1109/ICASSP49357.2023.10095642>

4.4 鳥の声で学んだAIが海を聞く

海の話をしていたのに、なぜ急に鳥が出てくるのだろうか。それには理由がある。海の動物の声を解き明かすのに、鳥の声で学習した人工知能が大きな力になったからだ。その始まりはGoogleであった。コンピュータ科学者トム・デントン（Tom Denton）博士が率いる研究チームの「Perch」プロジェクトだ。このチームの夢は大きい。地球上で鳴り響くありとあらゆる自然の音を、ひとつにまとめることだ [10]。

Perchチームは鳥の声で人工知能を訓練した。世界に生息する1万種以上の鳥のさえずりを学習させた。学習させた時間だけでも数十万時間に達する。こうして作られた人工知能は、音を数値の座標に変換して整理する。音ごとに位置を決めてあげる広い地図を描くようなものだと考えればよい。

ところが、思いがけないことが起きた。鳥の声で学んだ人工知能が、水中の動物の声もうまく分類したのである。ひとつの動物から学んだ規則が、別の動物の声にも通用したわけだ。鳥は空気中で鳴き、クジラは水の中で鳴く。すむ場所も音も異なる。それでも、鳥の声で身につけた地図がクジラの声にまで当てはまったのだ。

研究チームはこの能力をカエルで確認した。このとき使われたデータが「AnuraSet」だ。ブラジルのカエル42種の声を集めたデータだ。アマゾンではなくセラードや大西洋岸森林と呼ばれる森で録音された。このデータはGoogleではなく、カーニャス（Cañas）の研究チームが作成した。Googleはこの公開データを借りて人工知能をテストした。カエルの声をほんのいくつか聞かせただけなのに、人工知能は95%以上の確率で声を言い当てた。わずかな例を見るだけで新しい作業を習得する、この方法のおかげだ。この威力はカエルだけにとどまらなかった。クジラのクリック音やイルカの口笛にもそのまま通用した [9]。

この研究は今も発展を続けている。2025年8月、GoogleはPerchの新しいバージョン（Perch 2.0）を発表した。この人工知能は鳥だけでなく、陸上にすむ多くの動物の声からも学習した。学習した動物は1万4000種を超える。鳥とともに哺乳類、カエル、昆虫の音まで学んだ。しかし、海の中の音はほとんど学んでいなかった。それにもかかわらず、2026年2月にGoogleは、この人工知能がクジラの声の研究において優れた成果を収めたと発表した。さまざまなクジラの声のテストで、この人工知能がトップ、あるいは2番目に優れた成績を収めた。Googleはイルカのための人工知能「DolphinGemma」も開発した。このプログラムはサイズが小さく、スマー

トフォンの上でも動作する。Wild Dolphin Projectが長年集めてきた声を学習した。まだイルカの言葉の意味を解明したわけではない。音の仕組みや規則を見つけ出すための研究ツールだ [11]。

DolphinGemmaは音を分類するだけではない。イルカの声まねて、新しい音を自ら作り出すこともできる。この音を海でイルカに聞かせる実験も続けられている。DolphinGemmaが学習した音は、長年かけて集められたものだ。Wild Dolphin Projectは1985年から音を集めてきた。バハマの海にすむタイセイヨウマダライルカの声だ。交尾や争いなどの行動と音を一緒に記録した。Googleはこのプログラムを誰もが使えるように公開した。

関連根拠資料

- [9] Cañas, J. S., Toledo, L. F., et al. (2023). AnuraSet: A dataset for benchmarking Neotropical anuran calls identification in passive acoustic monitoring. PeerJ Computer Science, 9, e1575. <https://doi.org/10.7717/peerj-cs.1575>
- [10] Google Research. (2026, February 9). How AI trained on birds is surfacing underwater mysteries. Google Research Blog. <https://research.google/blog/how-ai-trained-on-birds-is-surfacing-underwater-mysteries/>
- [11] Google. (2025, April 14). DolphinGemma: How Google AI is helping decode dolphin communication. Google Blog. <https://blog.google/innovation-and-ai/products/dolphingemma/>

4.5 泥水の中のピンクイルカを守る小さなAI

水中人工知能は広い海だけでなく、川でも活躍している。目では何も見ることができないアマゾンの泥水の中でのことだ。ここにはピンク色の体を持つカワイルカ、ボト（Boto）がすんでいる。ブラジルのマミラウア研究所（Mamirauá Institute）と国立アマゾン研究所（INPA）が、ボトを守る取り組みを率いている [12]。

ボトは現在、急速に数を減らしている。人間が川に捨てた網に引っかかる。金を採掘する際に流された水銀で汚染される。開発の騒音にも苦しめられている。アマゾン川は泥や落ち葉が多く、水がいつも濁っている。そのためカメラやドローンではボトを見つけることができない。ただ音だけが、ボトを守る鍵だ [13]。

研究チームは川の水の中に、音を聞き取るマイクを設置した。このマイクは長い時間、休みなく音を記録する。人間がこの長い録音をすべて聴くのは難しい。そこで人工知能が代わりに調べる。使われた人工知能は、音の絵を見て判断する機械だ。ジャングルの雨風の音や木の枝の音は取り除く。そして、ボトが出すクリック音を探し出す。

この人工知能は、ボトの声を95%の正確さで見つけ出した。船が通り過ぎる音も92%の正確さで見分けた。まったく視界のきかない泥水の下で、機械が音だけを頼りにボトの居場所を見守る。川にすむ別のイルカであるトゥクシの声も一緒に見分けた。このように人工知能は、目に見えないイルカを音によって探し出すのだ。

この記録はボトを守るためにすぐに役立っている。研究チームはボトがよく通る通り道を音で描き出した。どの季節にどこへ集まるのかも突き止めた。水かさが増す季節になると、ボトは大きな川から水に沈んだ森へと入っていった。音を調べると、この動きがはっきりと見えた。この地図は、船が通るルートや網を仕掛ける場所を変えるのに役立つ。音がボトの命を守る案内板になったのである。大きなコンピューターがないジャングルの奥地でも、音を長く聞いて守る方法を探す研究が続いている [2]。

関連根拠資料

- [2] NOAA Fisheries. (2025). A whale's world of sound. National Oceanic and Atmospheric Administration. <https://www.fisheries.noaa.gov/feature-story/whales-world-sound>
- [12] Erbs, F., Gaona, M., van der Schaar, M., Zaugg, S., & André, M. (2023). Towards automated long-term acoustic monitoring of endangered river dolphins: A case study in the Brazilian Amazon floodplains. Scientific Reports, 13, 10801. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-36518-1>
- [13] Kane, S. (2023, August 1). AI unlocks secrets of Amazon river dolphins' behavior, no tagging required. Mongabay. <https://news.mongabay.com/2023/08/ai-unlocks-secrets-of-amazon-river-dolphins-behavior-no-tagging-required/>

4.6 海に耳を傾ける

第4章で見てきた人工知能の水中研究は、一つの古い考えを変える。人間は長い間、ほかの動物をただ本能にだけ従う存在だと考えてきた [1]。しかし最近の研究は、それとは違う姿を示している [1]。シャチの方言は、世代を超えて受け継がれてきた文化を示している [1]。シロイルカが川でお互いに音を交わし合う姿は、彼らが関係で結ばれた社会を作っている証拠である [1]。

クジラの言葉に関する新しい事実も続いて明らかになった。Project CETIといくつかの大学の研究チームによる研究である。2024年、彼らはマッコウクジラの音の仕組みを明らかにした。マッコウクジラはクリック音をいくつもつなげて合図を作る。この音のまとまりをcodaと呼ぶ。研究チームは、codaに速さやリズムといった規則があることを見つけ出した。この規則を組み合わせると、数多くの異なる音ができる。その合図が思ったよりもずっと緻密に組み立てられているという意味である。研究チームは、この音の要素を整理した「音のアルファベット」も発表した。2026年にはさらに一歩進んだ。マッコウクジラの音から、人間の言葉の母音に似た二つの音の形を見つけ出した。人間の「ア」の音、「イ」の音のように分かれる形である。ただし、これでマッコウクジラの言葉の意味が分かったというわけではない [14][15]。

動物の声を人間の言葉で質問し、答えられるように手助けする人工知能も育っている。Earth Species Projectが作ったNatureLM-audioである。これは動物の音のための、初めての音声・言語基盤モデルである。人間がふだんの言葉で尋ねると、人工知能が音を調べて答える。種類を見分け、音を探し、何匹が鳴いているかを数えることまで行 [16]。

クジラの言葉を読み解く技術は、法律にも新しい問いを投げかける。2025年10月、法学者とProject CETIの研究チームが共同で論文を発表した。彼らはクジラが文化を分かち合い、互いにコミュニケーションを取る存在であると考えた。そのため、クジラにも残酷な扱いを受けない権利を与えようと提案した。ニューヨーク大学法学部の「人間を超えた生命 (MOTHプログラム)」の集まりがこの取り組みを率いている。人工知能が開いた新しい耳が、法律や倫理の問いへとつながったのである [17]。

私たちはこれまで、海に騒音を注ぎ込んできた。大きな船の音や探査の爆発音で、クジラが言葉を交わす道を断ち切ってきた。人工知能は今や、海の音を慎重に聞き取る聴診器となった。この道具は、人間に一つのことを教えてくれる。私たちの声を抑え、自然の音をありのままに聞きなさい、ということである。海を支配しようとする気持ちを手放したとき、私たちはクジラの古くからの歌をきちんと聴くことができる。深海のオーケストラは、まだ演奏を止めていない。私たちが耳を傾けた分だけ、その音は再び私たちのところへ戻ってくる [2][1]。

関連根拠資料

- [1] Bakker, K. (2022). The sounds of life: How digital technology is bringing us closer to the worlds of animals and plants. Princeton University Press.
- [2] NOAA Fisheries. (2025). A whale's world of sound. National Oceanic and Atmospheric Administration. <https://www.fisheries.noaa.gov/feature-story/whales-world-sound>
- [14] Sharma, P., Gero, S., Payne, R., et al. (2024). Contextual and combinatorial structure in sperm whale vocalisations. Nature Communications, 15, 3617. <https://doi.org/10.1038/s41467-024-47221-8>
- [15] Beguš, G., Dąbkowski, M., Sprouse, R. L., Gruber, D. F., & Gero, S. (2026). The phonology of sperm whale coda vowels. Proceedings of the Royal Society B, 293(2069). <https://doi.org/10.1098/rspb.2025.2994>
- [16] Robinson, D., Miron, M., Hagiwara, M., Pietquin, O., et al. (2024). NatureLM-audio: An audio-language foundation model for bioacoustics. arXiv:2411.07186. <https://arxiv.org/abs/2411.07186>
- [17] Rodríguez-Garavito, C., Gruber, D. F., Nemeth, A. O., & Beguš, G. (2025, October). What if we understood what animals are saying? The legal impact of AI-assisted studies of animal communication. Ecology Law Quarterly, 52(1). <https://www.ecologylawquarterly.org/print/what-if-we-understood-what-animals-are-saying-the-legal-impact-of-ai-assisted-studies-of-animal-communication/>

第5章 大地のことば

5.1 チンパンジーの音には規則がある

人間のことは、いくつかの音をあれこれつなぎ合わせて作る。わずかな音から、限りなくたくさんの意味を作り出す。長い間、人々はこのような能力は人間だけのものだと思っていた。だが、動物の音を長く見守ってきた学者たちが、この考えを見直すことになった。

舞台はアフリカ西部のコートジボワールにあるタイ国立公園だ。ここには野生のチンパンジーの群れがすんでいる。ドイツのマックス・プランク進化人類学研究所とフランス国立科学研究センターの学者たちが、彼らを長く見守ってきた。セドリック・ジラル＝ビュト博士とロマン・ヴィティヒ博士が先頭に立った [1]。

この研究は1〜2年で終わるものではなかった。何年にもわたって同じ群れを見守り続けた結果だ。学者たちはおとなのチンパンジー46頭の音を集めた。録音した音は4,826個にも達した。以前はこの音を、ただ感情を表すうめき声にすぎないと考えていた。しかし、一つひとつ数えてみると、その中に秩序があった。

学者たちはこのたくさんの音を長く聞き、分類した。音の高低や長さを、ものさしで測るように分けた。その結果、チンパンジーが使う基本の音は12種類に分かれた。うなり声、ほえ声、悲鳴のような音だ。人間のことはの子音や母音のように、最も小さな音のかけらであるわけだ。

チンパンジーはこの12種類の音をでたらめに出していたわけではなかった。決まった順序にしたがってつなぎ合わせていた。そうして作られた音のまとまりは390個を超えていた。ある順序はよく現れ、ある順序はほとんど現れなかった。音をつなぐ枠組みがあるという意味だ。

最近、このような膨大な音を調べるとき、機械学習という人工知能が学者を手伝っている。機械学習は、無数の音の中から繰り返される構造をすばやく見つけ出す。人間ひとりでは何年もかかる計算を、わずか数日でやってのける。規則を見つけて出すのは学者であり、人工知能はその仕事を助ける道具だ。

音のまとまりは層を成していた。二つの音をつないだまとまりが、三つの音のまとまりの中に入ることもあった。人間のことはもこのように層を成している。単語が集まって句になり、句が集まって文になるのと同じだ。

学者たちは人間のことの大きな特徴の一つを挙げる。意味のない小さな音のかけらをつなぎ合わせて、新しい意味を作り出す力だ。音のかけら一つには意味がない。つなぎ合わせる順序が、初めて意味を生み出す。このような仕組みを音の二重構造と呼ぶ。ただし、チンパンジーの12種類の音が、人間の子音や母音とまったく同じというわけではない。学者たちは今も慎重に研究を進めている [2]。

時が経ち、新しい研究が続いた。2025年、学者たちはチンパンジーが二つの音を組み合わせることで意味を変えることを明らかにした。このような二つの音の組み合わせを調べたところ、16種類あった。ある組み合わせは二つの音の意味をそのまま足し合わせていた。ある組み合わせは、まったく新しい意味へと変わっていた。

たとえば、ある音のあとに別の音がくっつくと意味が変わった。木の上にねぐらを作ろうという合図になることもあった。危険を知らせる音と助けを呼ぶ音をつなげて、ヘビを用心しろと伝えることもあった。音が一つだけのときと二つのときで、互いに異なる意味を持っていたのだ [3]。

このような発見は、人間のことがどのように生まれたのかを教えてくれる足跡だ。チンパンジーはこの音の組み合わせで危険を知らせ、お互いの行動を合わせている。音を紡ぎ合わせる力は人間だけのものではないという意味だ。チンパンジーの音の規則は、はるか昔から受け継がれてきたコミュニケーションの痕跡を示している [4]。

関連根拠資料

[1] Girard-Buttoz, C., Wittig, R. M., et al. (2022). Chimpanzees produce diverse vocal sequences with ordered and recombinatorial properties. *Communications Biology*, 5, 410. <https://doi.org/10.1038/s42003-022-03350-8>

[2] Girard-Buttoz, C., et al. (2025). Versatile use of chimpanzee call combinations promotes meaning expansion. *Science Advances*, 11(19), eadq2879. <https://doi.org/10.1126/sciadv.adq2879>

- [3] Leroux, M., et al. (2023). Call combinations and compositional processing in wild chimpanzees. *Nature Communications*, 14, 2225. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-37816-y>
- [4] Sun, W. (2025, May 9). Origins of language: Wild chimps mirror linguistic structures in human language. *Phys.org*. <https://phys.org/news/2025-05-language-wild-chimps-mirror-linguistic.html>

5.2 ゲラダヒヒの人間に似たことばのリズム

チンパンジーが森の中で音の規則を見せてくれたとすれば、別のサルは人間にさらによく似た音を出す。エチオピアの高山にすむゲラダヒヒ(*Theropithecus gelada*)だ。彼らは険しい岩の崖で大きな群れを作っている。お互いに交わす声は、まるで人間が楽しそうにおしゃべりをしているかのように聞こえる [1][2]。

ゲラダヒヒの声は人間の耳に親しみやすく聞こえる。何人もの人が低い声でぶつぶつとつぶやき合っているかのようだ。その声が一日中、崖に響き渡っている。学者たちが長い間、この声に心を奪われてきた理由だ。

アメリカ・ミシガン大学のトール・バーグマン教授がこの音を長く研究した。ゲラダヒヒは仲良く過ごすとき、唇をすばやく震わせる。この音をリップスマックと呼ぶ。ここに喉を震わせて出す太い声を重ねる。この音をウォブル音と呼ぶ。

バーグマン教授はこの音のリズムを測ってみた。人間は話すとき、口を1秒間に3回から8回ほど開け閉めする。ゲラダヒヒのウォブル音は、1秒間に6回から9回震える。二つのリズムがぴったり重なり合う。1秒間に何回繰り返されるかを数える単位をヘルツ(Hz)という。

この発見は2013年に世の中に発表された。人間とゲラダヒヒは遠く離れた場所にいらしている。それなのに音を出すリズムが似ていた。まるで約束でもしたかのようだ。

ゲラダヒヒは唇を震わせるだけにとどまらない。二つの音を重ねて、より多くの意味を込める。学者たちはゲラダヒヒの声をチャクマヒヒの声と比べた。いっしょにくらす群れが大きいほど、声の種類も多かった。語り合う仲間が多ければ、交わすことばも多くなるわけだ。

最近はこの音声データが非常にたくさん蓄積された。そのため学者たちは、人工知能を道具として使い始めた。人工知能は数多くの音をすばやく分類してくれる。耳だけで推し量っていたリズムを、数字ではっきりと示してくれる。謎を解き明かすのは学者であり、人工知能はその手助けをする手だ [3]。

ここで一つの疑問が浮かぶ。人間とゲラダヒヒは祖先が違うのに、なぜリズムが似ているのだろうか。姿かたちの違う動物が同じ方向へと進むことを収斂進化と呼ぶ。別々の二つのクラスがそれぞれ作った応援のかけ声が、似たようなリズムを帯びるのと同じだ。似たような暮らしをしているうちに、似たような能力にたどり着くのだ。

関連根拠資料

- [1] Bergman, T. J. (2013). Speech-like vocalized lip-smacking in geladas. *Current Biology*, 23(7), R268-R269. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2013.02.038>
- [2] Gustison, M. L., le Roux, A., & Bergman, T. J. (2012). Derived vocalizations of geladas (*Theropithecus gelada*) and the evolution of vocal complexity in primates. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 367(1597), 1847-1859. <https://doi.org/10.1098/rstb.2011.0218>
- [3] Nature. (2025, September 17). AI is helping to decode animals' speech. *Nature News*. <https://doi.org/10.1038/d41586-025-02917-9>

5.3 地下のハダカデバネズミの方言

明るい地上でサルたちが声を交わし合っているとすれば、暗い地下にも音の社会がある。光がまったくない土のトンネルの中だ。ここにはハダカデバネズミ(*Heterocephalus glaber*)がすんでいる。この動物はアリやハチのように群れを作る。1匹の女王が子どもを産み、残りの仲間たちが仕事を分担する。女王や働き手のように役割を分けるこのような社会を真社会性と呼ぶ [1]。

ドイツ・ベルリンのマックス・デルブリュック・センターの研究チームが、彼らの声を集めた。アリソン・バーカー博士が先頭に立った。ハダカデバネズミは、お互いに出会ったりやさしくチチッと鳴く。研究チームはこのような音を3万個以上集めて一つひとつ調べた。音の高低や長さといった様々な特徴を、ものさしで測るように取り出した [2]。

明らかになった事実は次のとおりだ。群れごとに、それぞれ異なる鳴き声の癖があった。人間にたとえれば、地方ごとに異なる方言のようなものだ。これを地下の群れの方言と呼ぶ。ハダカデバネズミは暗い巣穴の中で目が見えない。ただ音だけを頼りに、仲間とよそ者を区別するのだ。

巣穴の中はいつも真っ暗だ。光がないため、顔を見分ける方法がない。だからこそ、声の名札の役割を果たす。同じ方言を使っていれば同じ群れだ。聞き慣れない方言が聞こえれば、ほかの群れだとみなす。一つの声が群れを守る門番であるわけだ。

この方言は生まれつきのものではなかった。生まれたばかりの子どもは、おとなの鳴き声をまねし続ける。そうしながら群れの鳴き声の癖を学ぶ。ほかの群れから新しく入ってきたネズミも同じだった。新しい群れの声をまねしながら、その方言を身につけた。方言は血筋で決まるのではなく、学習によって決まったのだ。

この学びの道筋は、人間の赤ちゃんがことばを覚える道筋と似ている。赤ちゃんがおとなのことばを聞いて少しずつまねをするように、子どものネズミもそうやって音を覚えていったのだ [3]。

最も注目すべき点は、女王の力だ。女王が生きている間は、群れの方言が一つにしっかりと保たれる。ところが女王が突然死ぬと、方言が乱れてしまう。音の規則が一斉に揺らいだのだ。女王が群れの声を一つにまとめる柱だったわけだ。

この膨大な音を分類するには、人工知能が役に立った。人工知能は群れごとに異なる鳴き声の癖をすばやく見分け出した。しかし、方言を学習によって身につけ、女王がそれを保っているという事実を明らかにしたのは長年の観察だった。人工知能はその観察を手助けする道具だった。

女王がいなくなると音も崩れるという事実は、とても奥が深い。音を一つにまとめるには中心が必要だったのだ。私たちのクラスでいっしょに決めたルールにも似ている。ルールを守らせる中心が揺らぐと、ルールそのものも揺らいでしまう。

関連根拠資料

[1] Barker, A. J., et al. (2021). Cultural transmission of vocal dialect in the naked mole-rat. *Science*, 371(6528), 503-507. <https://doi.org/10.1126/science.abc6588>

[2] Max Delbrück Center for Molecular Medicine. (2021, January 28). Naked mole-rats 'chirp' in colony-specific, culturally transmitted dialects. *EurekAlert!* <https://www.eurekalert.org/news-releases/510214>

[3] Vaidyanathan, G. (2021, February). The queen sets the tone: Deciphering the dialects of naked mole-rats. *Mongabay News*. <https://news.mongabay.com/2021/02/the-queen-sets-the-tone-deciphering-the-dialects-of-naked-mole-rats/>

5.4 ミーアキヤットの警告音とハイエナの笑い声

地上にくらす様々な動物も、音にたくさんの意味を込めている。ミーアキヤット(*Suricata suricatta*)が良い例だ。ミーアキヤットは敵が空から来るのか地上から来るのかを声で知らせる。ワシが来るのか、ヘビが来るのかによって声を使い分ける。危険がどれほど差し迫っているかで、声に込めるのだ [1]。

この事実は、スイスのマルタ・マンサー教授がずっと以前に明らかにした。マンサー教授は南部アフリカのカラハリ砂漠でミーアキヤットを長く見守った。警告音を一つひとつ聞いて分類した。差し迫った危険であるほど、音はより荒く騒がしくなった。危険の種類を知らせる音と、緊急度を知らせる音が別にあった。ミーアキヤットは声一つで群れ全体を一斉に動かしていたのだ。

最近では、このような警告音を人工知能が分類することもある。人工知能は人間には聞き取りにくい細かな音の違いをすばやく見分け出す。しかし、声に危険の種類や緊急度が込められているという事実は、長年の現地観察が先に突き止めたものだ。

アフリカ草原の夜を支配するブチハイエナ(*Crocuta crocuta*)もそうだ。ハイエナは笑っているような声を出す。このケラケラという笑い声には、様々な情報が込められている。フランスのニコラ・マテヴォン研究チームがこの音を調べた。取りとめのない騒音のように聞こえるが、そうではなかった。その中には、年齢や群れの中の順位が込められていた。個体ごとの違いを知らせる目印も入っていた。人間の声の指紋と同じだ [2]。

マテヴォン研究チームは、アメリカのバークレーにいるハイエナ17頭の音を録音した。そして笑い声から二つの特徴を取り出した。一つは、口と喉の形が作り出す音の模様だ。これをフォルマントと呼ぶ。もう一つは音の高低だ。これをピッチと呼ぶ。順位の高いハイエナと順位の低いハイエナでは、この二つの特徴が互いに異なっていた。声を聞くだけで、誰が強いのが分かったのだ。

人間に身近なイヌ(*Canis lupus familiaris*)も同じだ。アメリカ・ミシガン大学の研究チームがイヌの声を調べた。ほえ声、うなり声、クンクン鳴く声を集めた。そして、人間のことばを分析していた人工知能をイヌの声に使ってみた。この人工知能の名前はWav2Vec2だ。その結果、声がふざけているのか、それともどう猛なのかを見分け出した。イヌの品種やオス・メス、年齢までもある程度当ててみせた。的中率は70%に達した。人間のことばを扱っていた道具が、イヌの声にも通用したのだ [3]。

ここで一つの疑問が浮かぶ。前に、ゲラダヒヒと人間のリズムが似ているのは収斂進化だと述べた。祖先は異なるものの、似たような暮らしをしているうちに似てきたのだ。しかし、人間とイヌが声を出す仕組みの根底は、別の理由で似ている。人間もイヌも、どちらも同じ哺乳類だ。はるか昔、共通の祖先から分かれて生まれた。そのため、喉や声帯で声を出す体の構造が最初から似ていたのだ。このように祖先が同じで根っこが似ていることを相同と呼ぶ。手と前足が同じ骨から分かれたのと同じだ。似ることには、このように二つの道筋がある。一つは別々にくらして似てきた道筋であり、もう一つは一つの根っこから分かれた道筋だ。

関連根拠資料

- [1] Manser, M. B. (2001). The acoustic structure of suricates' alarm calls varies with predator type and the level of response urgency. *Proceedings of the Royal Society B*, 268(1483), 2315-2324. <https://doi.org/10.1098/rspb.2001.1773>
- [2] Mathevon, N., et al. (2010). What the hyena's laugh tells: Sex, age, dominance and individual signature in the giggling call of *Crocuta crocuta*. *BMC Ecology*, 10, 9. <https://doi.org/10.1186/1472-6785-10-9>
- [3] Abzaliev, A., Pérez Espinosa, H., & Mihalcea, R. (2024). Towards dog bark decoding: Leveraging human speech processing for automated bark classification. *Proceedings of LREC-COLING 2024*. <https://aclanthology.org/2024.lrec-main.1432/>

5.5 一つの人工知能が様々な動物の音を学ぶ

これまでは学者たちが動物ごとに別々に声を調べていた。チンパンジーはチンパンジーとして、ゲラダヒヒはゲラダヒヒとして調べていた。しかし最近では、一つの人工知能が様々な動物の声をいっしょに学んでいる [1]。

Earth Species Projectがその先頭に立っている。この団体は人工知能を使って動物の音を解き明かそうとしている。彼らはNatureLM-audioというモデルを作った。これは動物の音を聞いて人間の質問に答える人工知能だ。2024年11月に初めて公開され、2025年にはだれでも使えるように公開された。

このモデルは数千種もの音を学んだ。音を聞くだけでどんな動物かを言い当てる。メスかオスか、おとなか子どもかも見分け出す。録音の中に動物が何匹いるかを数えることもある。直接教わっていない能力まで、自ら発揮してみせることもあった。

この団体は2024年10月に大きな支援を受けた。多くの支援者から研究費1,700万ドルを受け取った。韓国のお金で230億ウォンを超える大金だ。この資金で研究チームを大幅に増やした。団体は2030年までに動物の音を大きく解き明かせると見込んでいる [2]。

2026年の夏には、複数の研究チームが一緒に使うデータ倉庫も開かれた。この倉庫の名前は、動物言語処理データ (alp-data) だ。あちこちに散らばっていた動物の声のデータを一か所に集めたものだ。現在はカラス、シロイルカ、ゾウの声を一緒に調べている。データが集まるほど、人工知能はより速く学ぶ [5]。

こうした流れを後押しする賞もできた。コーラー・ドリトル賞（Coller-Dolittle Prize）だ。動物の声を解き明かす研究を力づける賞だ。2026年の受賞者は、アメリカ・バークレーのジュリー・エリー博士だ。エリー博士は、キンカチョウ（zebra finch）という小さな鳥の声を解き明かした。この鳥が使う11種類の基本的な声を見つけ出した。空腹や恐怖、あいさつといった意味が込められていた。エリー博士も機械学習という人工知能の手助けを受けた [3]。

人工知能は、動物の声から人間の言葉と同じような節約の規則も見つけ出した。人間はよく使う言葉を短く縮めて使う。よく使うほど、音が短くなるのだ。2025年に、ある研究者が16種類のクジラの声調べた。そして、この声を人間の様々な国の言葉51種類と比べた。ザトウクジラとシロナガスクジラの歌にも、このような節約が見られた。よく出す声ほど短かった。音を節約して使う知恵は、人間だけのものではなかった。ただし、すべてのクジラがそうであるわけではないため、研究者たちはさらに詳しく調べている [4]。

チンパンジーの声の規則、ガラダヒヒの言葉のリズム、ハダカデバネズミの方言を思い出してみよう。こうした隣人たちの声は、私たちに考えるヒントを与えてくれる。人間の言葉は、空から突然降ってきた奇跡ではない。多くの命が共に立っている広い土台の上で花開いたものなのだ。

人工知能は、声の中にある規則を代わりに探してくれる。人間だけでは何年もかかる仕事を、わずか数日でやってのける。そのおかげで研究者たちは、もっとたくさんの声を調べられるようになった。しかし、人工知能が動物の言葉をそのまま訳してくれるわけではない。声を分類し、規則を見つける仕事を手伝っているだけだ。

動物の声を聞き分けることは、彼らを守ることに役立つ。どんな声が恐怖を意味しているのかが分かれば、動物が苦しんでいるときに気づくことができる。何が彼らを苦しめているのかも、声から推測できる。声を読み解く力こそが、隣人たちをいたわる力になるのだ。

私たちはこれまで、こうした声を草むらの中の雑音にすぎないと考えていた。彼らが暮らす土地をむやみに掘り返すこともあった。しかし、彼らは長いあいだ、声を使って群れの歴史をつないできた。いま私たちがすべきことは、人工の音を先に聞かせることではない。彼らの声に謙虚に耳を傾けることから始めなければならない。

人工知能は、その「聞くこと」を助ける良い耳になってくれる。人間が聞き逃していた細かな違いまで、代わりに聞き取ってくれる。しかし、何を聴くのか、なぜ聴くのかを決めるのは人間だ。優れた道具を持ち、謙虚に耳を傾ける心が一緒になければならない。そうしてこそ、大地の隣人たちと長く共に生きていくことができる。

関連根拠資料

- [1] Robinson, D., Miron, M., Hagiwara, M., & Pietquin, O. (Earth Species Project). (2024). NatureLM-audio: An audio-language foundation model for bioacoustics. arXiv:2411.07186. <https://arxiv.org/abs/2411.07186>
- [2] Earth Species Project. (2024, October 17). Earth Species Project secures \$17M in grants to apply frontier AI to decoding animal communication. <https://earthspecies.org/2024/10/17/earth-species-project-secures-17m-in-grants-to-apply-frontier-ai-to-decoding-animal-communication/>
- [3] Jeremy Coller Foundation. (2026, July 3). Scientists win US\$100,000 in 2026 Coller Dolittle Prize. <https://www.jeremycollerfoundation.org/news-and-insights/press-releases/scientists-win-us100-000-in-2026-coller-dolittle-prize>
- [4] Youngblood, M. (2025). Language-like efficiency in whale communication. Science Advances, 11(6), eads6014. <https://doi.org/10.1126/sciadv.ads6014>
- [5] Earth Species Project. (2026, July 22). Introducing alp-data: A shared data layer for animal language processing. <https://earthspecies.org/2026/07/22/introducing-alp-data-a-shared-data-layer-for-animal-language-processing/>

第6章 空の交響曲と見えないダンス

6.1 鳥と人工知能が交わした対話

人の会話は、あらかじめ書いておいた原稿ではない。私たちは相手の言葉や話し方を聞く。少し間を置く瞬間まで観察する。その流れに合わせて返事を重ねる。鳥たちの歌にも、このようなやり取りが込められている。

これまで科学者たちは、鳥の声を研究するときに録音を聞かせていた。この方法を、音を再び聞かせること、すなわちプレイバック（playback）と呼ぶ。従来のプレイバックは、あらかじめ決めた短い音や固定された録音を流すやり方だった。鳥たちが長く交わす会話の流れをとらえるのは難しかった。そのため人々は長い間、鳥の歌を生まれつき決まっている音だと考えていた [1]。

この壁を乗り越えようと、二つの研究チームが手を組んだ。動物のコミュニケーションを人工知能で解き明かそうとするEarth Species Projectと、カナダのマギル大学（McGill University）である。ローガン・ジェームズ（Logan James）博士とサラ・ウーリー（Sarah Woolley）教授が率いた。研究チームは、スズメほどの小さな鳥であるメスのキンカチョウ（zebra finch）の声を集めた。互いに交わした声は1,000時間を超えた [2]。

研究チームは、この声をもとに人工知能モデルZF-AIMを作った。このモデルは、鳥が一節を歌うと、次の節をすぐに作って答える。スマートフォンで文字を打つと、次の言葉をあらかじめ見せてくれる機能と似ている。相手の声を聞いてすぐに返事をつなぐこのような方法を、対話のやり取りと呼ぶ。

研究チームは慎重に実験を組み立てた。メスのキンカチョウを、音が漏れない防音ボックスの中に別々に入れた。箱の中の鳥にマイクとスピーカーで声をやり取りさせた。鳥が声を出すと、ZF-AIMがその声に合わせて次の音を作って聞かせた。鳥と人工知能がリアルタイムで声を交わしたのである。

研究チームは三つの状況を比べた。生きている鳥と交わすとき、ただ録音を流すとき、リアルタイムの人工知能と交わすときである。生きている鳥や人工知能とやり取りするときだけに、自然な特徴が現れた。ただ録音を流したときには、そのような特徴は見られなかった。

結果は長年の考えを覆した。教科書には、メスのキンカチョウの呼び声は遺伝によって決まっており、変わらないと書かれていた。しかし人工知能と声をやり取りした鳥たちは違っていた。相手が出す声に合わせて自分の声を変えたのだ。鳥の対話が決まった音の繰り返しではないことを示した。

研究チームはなぜキンカチョウを選んだのだろうか。キンカチョウは一羽では暮らさない。何羽も群れを作り、休む間もなく声を掛け合う。互いに呼びかけ、答えながら場所を移動する。このような活発な対話が研究に適していた。人工知能は、その素早いやり取りをそのまま真似した。

研究チームは鳥たちの対話から三つの特徴を見つけた。第一に、二羽の鳥の声が互いに似ていった。第二に、声を素早く変化させた。第三に、どんな音にでも答えるわけではなかった。自分が答えるべき声を選んで答えた。大勢が騒ぐ教室で、自分の名前にだけ振り返るのと似ている。

研究チームはモデルの一部ずつを止めてみた。タイミングを合わせる部分を止めると、対話がかみ合わなくなった。声の形を作る部分を止めると、別のところが狂った。二つの部分がそれぞれ異なる役割を担っていたのである。

研究チームは、この方法が人の会話を理解するのに役立つと考えた。人も会話するとき、次に続く言葉を予測する。鳥と人工知能のやり取りでも、そのような予測が見られた。声を交わすルールは、多くの動物に共通しているのかもしれない。

研究チームはZF-AIMを2組向かい合わせて対話させた。人の手を離れ、人工知能同士で声をやり取りさせた。その対話は、本物の鳥同士が交わした対話の特徴を再現した。モデルが規則を正しく学んだという意味である。

この研究は、さらに大きな目標へとつながっている。人工知能が作った声で動物に話しかけることだ。今は鳥が人工知能の声に答える段階まで来た。次は、人が意味を込めた音を送る段階である。その日が来れば、人と鳥が本当の対話を交わせるかもしれない [3]。

関連根拠資料

- [1] Earth Species Project. (2023, December 3). Using AI to understand animal communication. Earth Species Project. <https://www.earthspecies.org/blog/using-ai-to-understand-animal-communication>
- [2] James, L. S., Hoffman, B., Woolley, S. C., et al. (2026). Leveraging AI-powered interactive playbacks to decipher rules of communication in zebra finches. bioRxiv. <https://doi.org/10.64898/2026.02.12.705387>
- [3] Earth Species Project. (2026, April 2). Animal Language Processing: An AI convergence in animal communication. Earth Species Project. <https://earthspecies.org/2026/04/02/animal-language-processing-an-ai-convergence-in-animal-communication/>

6.2 歌の中に隠れた規則を見つける

キンカチョウが人工知能と声をやり取りする間、鳥の脳の中でも学習が起きている。鳥は人のように、幼いころに大人の声をまねてさえずる。この時期を敏感期 (sensitive period)、すなわち音を学ぶのに適した時期という。この学びは遺伝だけで決まるわけではない。一緒に暮らす群れの雰囲気も大きな影響を与える [1]。

幼いキンカチョウは、大人の鳥の歌を聞いて育つ。最初はぎこちなくまねて歌う。少しずつ大人の歌に近づいていく。人の赤ちゃんが言葉を覚える姿と似ている。群れの中でよく聞くほど上手に学ぶ。

鳥の頭の中には、歌の順序を導く場所がある。ここをHVCといい、歌の指揮本部と呼ぶことができる。この場所が、どんな音をいつ出すか順序を決める。指揮者がリズムを導く姿と似ている。

アメリカのカリフォルニア大学サンディエゴ校 (UC San Diego) のティモシー・ゲントナー (Timothy Gentner) 教授チームは、ホシムクドリ (European starling) を観察した。この鳥は数百種類もの音の破片を長くつなげて歌う。人が耳で聞くだけでは、その規則を見つけるのは難しい。研究チームはラベル (名札) のない歌を人工知能に入力した [2]。

人工知能は似た音の破片同士を一か所に集めた。歌を地図のように広げたのだ。その地図の上で音たちがグループを作った。人には見えなかった構造が目に入ってきた。この方法で、さまざまな動物の声を一緒に比べることができた。

研究チームはこの方法を多くの種の動物の声に応用した。鳥やネズミ、サル、人、クジラの声の一つの地図に載せた。種が違って同じやり方で比べることができた。音ごとに誰が出したのかを見分けられる特徴も明らかになった。

人は鳥の歌を長く聞いても、規則をすべてを見つけることはできない。音が速く、音の破片がたくさんあるからだ。人工知能は、何千時間もの歌を疲れることなく調べる。人が見落とした順序を一つひとつ見つけ出す。

カナリア (canary) の歌からも隠れた規則が見つかった。アメリカのボストン大学 (Boston University) の研究チームが、カナリアの長い歌を分析した。以前は直前の音だけを見て次の音を予測する方法を使っていた。このような単純な方法をマルコフモデルと呼ぶ。しかし、カナリアの歌はそれほど単純ではなかった [3]。

研究チームは、歌の前半部分がずっと後の音を決めているという事実を突き止めた。歌い出しの音が、はるか後ろの音まで導いていたのだ。このような性質を長期依存性という。長い文の最初の単語と最後の単語がペアになっているのと似ている。気ままに歌っているように見えても、しっかりとした構造が隠されていた。

このような研究が積み重なり、大きな見通しが描かれた。Earth Species Projectは、多くの動物の声を一緒に学習する人工知能を作った。このモデルの名前はNatureLM-audioだ。人の言葉、音楽、自然の音を一緒に学んだモデルである。このモデルは音を聞くだけでどんな動物かを見分ける。学んだことのない動物の声も推測する。人が文字で質問を書くと、音を聞いて答える。この音を出した動物は何ですかと書けば、その種を選んでくれる。録音の中で何匹が鳴いているかも数え上げる [4]。

2026年、Earth Species Projectはこの流れに名前をつけた。動物の声をデータとして扱う研究、すなわち動物言語処理 (Animal Language Processing) である。この名前は2024年に初めて使われた。人の言葉を扱う自然言語処理からとった名前である。鳥の歌の規則を解き明かす研究も、この中で発展している [5]。

関連根拠資料

- [1] Earth Species Project. (2023, December 3). Using AI to understand animal communication. Earth Species Project. <https://www.earthspecies.org/blog/using-ai-to-understand-animal-communication>
- [2] Sainburg, T., Thielk, M., & Gentner, T. Q. (2020). Finding, visualizing, and quantifying latent structure across diverse animal vocal repertoires. PLOS Computational Biology, 16(10), e1008228. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1008228>
- [3] Markowitz, J. E., Ivie, E., Kligler, L., & Gardner, T. J. (2013). Long-range order in canary song. PLOS Computational Biology, 9(5), e1003052. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1003052>
- [4] Earth Species Project. (2024, November 11). Introducing NatureLM-audio: An audio-language foundation model for bioacoustics. Earth Species Project. <https://www.earthspecies.org/blog/introducing-naturelm-audio-an-audio-language-foundation-model-for-bioacoustics>
- [5] Earth Species Project. (2026, April 2). Animal Language Processing: An AI convergence in animal communication. Earth Species Project. <https://earthspecies.org/2026/04/02/animal-language-processing-an-ai-convergence-in-animal-communication/>

6.3 真っ暗な蜂の巣の中の8の字ダンス

空の秩序は、大きな鳥にだけあるのではない。小さなミツバチの羽ばたきにも込められている。人が初めて明らかにした動物の精巧なコミュニケーションが、ミツバチのダンスである。オーストリアの学者カール・フォン・フリッシュ（Karl von Frisch）が解き明かし、ノーベル賞を受賞した [3]。

ミツバチは蜜のある場所を見つけると、巣に戻ってくる。そして体を揺らしながら数字の8の形を描く。このダンスを8の字ダンス（waggle dance）という。巣の中は光一つなく真っ暗だ。ミツバチは巣の壁の「上」を基準にする。上とは重力と反対の方向である。

ミツバチは8の字ダンスの真ん中をまっすぐ進む。このとき、体がまっすぐに進む角度で方角を知らせる。上を基準にどれだけ傾いているかが蜜の方角だ。体を揺らす時間で距離を知らせる。長く揺らすほど遠い場所になる。何キロメートルも先の場所まで、このダンス一つで伝える。

蜜がごく近くにあるときは、8の字の代わりに円形ダンスを踊る。このときは方角を詳しく知らせない。近いので、わざわざ知らせることが少ないからだ。距離が遠くなるにつれて、8の字ダンスに変えていく。

ミツバチの合図は身ぶりだけではない。胸の細かな震えと羽の音と一緒に動く。巣の壁を伝わる振動もある。多くの合図と一緒に使うこのような方法を多重様式（マルチモーダル）という。身ぶり、音、振動を一度に使う方法だ。巣の中が真っ暗でも、仲間はこの合図を体で感じ取る。

これらの合図は、人のさまざまな感覚と似ている。私たちは友達と話するとき、声だけを使うのではない。視線や手ぶりを一緒に使う。ミツバチも身ぶりと振動、そして音を一緒に使う。

フォン・フリッシュはこのダンスを長く観察して規則を解き明かした。ハチの一匹一匹に色で印をつけた。どのハチがどこへ行ってきたかを一つずつ照らし合わせた。人が手作業で長い時間をかけて解いていたことだ。人工知能はその作業をはるかに速くやり遂げた [1]。

ドイツのベルリン自由大学（Free University of Berlin）のティム・ラントグラフ（Tim Landgraf）教授チームが、このダンスを自動で読み取る方法を作った。研究チームは巣にカメラを取りつけた。ハチを傷つけない方法だった。人工知能が映像の中のミツバチのダンスを自力で見つけ出した。

この人工知能は、人の目が見落とした動きを素早く読み取った。ミツバチがまっすぐに進む方向を読み取った。体を揺らす時間も測った。この二つを合わせて、蜜がある場所を推測した。人が手作業で行っていたことを機械が代わりに行った。

研究チームはここで立ち止まらなかった。読み取ったダンスをロボットバチに組み込んだ。このロボットは、巣の中で8の字ダンスをまねる機械だ。空を飛ぶハーバード大学の小さなロボットバチとは異なる。ロボットが巣の真ん中でダンスを踊ると、本物の働きバチたちがそのダンスに従った [2]。

働きバチたちはロボットが教えたほうへと飛ぶ向きを変えた。研究チームはロボットの動きや振動を何年もかけて改良した。花の香りも漂わせた。そうしてハチがロボットのダンスによりよく従うようにした。

この実験は二つのことを示している。一つは、人がハチのダンスを正しく読み取れたという事実だ。ロボットが間違っただけを送っていたら、ハチは従わなかったはずだ。もう一つは、ハチが互いのダンスを信じて行動するという事実である。小さな昆虫の身ぶり一つに、方角と距離が込められていたのだ。

関連根拠資料

- [1] Wario, F., Wild, B., Rojas, R., & Landgraf, T. (2017). Automatic detection and decoding of honey bee waggle dances. PLOS ONE, 12(12), e0188626. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0188626>
- [2] Landgraf, T., et al. (2018). Dancing honeybee robot elicits dance-following and recruits foragers. arXiv:1803.07126. <https://arxiv.org/abs/1803.07126>
- [3] Frisch, K. von. (1967). The dance language and orientation of bees. Harvard University Press.

6.4 カラスが空中に描く立体的な対話

空を飛ぶ知能の中で、カラスは格別だ。カラスは賢いことで知られている。鳥の脳は人の脳よりも小さい。しかし神経細胞がぎっしりと集まっている。そのため人々はカラスを「羽毛のある類人猿」と呼ぶ [1]。

スペインのレオン大学（University of León）とEarth Species Projectの研究チームがカラスを調査した。対象はスペイン北部にすむハシボソガラス（carrion crow）だ。研究チームは鳥の尾羽にとっても小さなセンサーを取りつけた。重さは12.5gと軽かった。しばらく経つと自然に落ちるように作った。鳥を傷つけない装置だった。

このセンサーには、小さなマイクと動きの感知器が入っていた。マイクは鳥の声を記録した。感知器は翼と体の揺れを記録した。いつどんな声を出し、どのように動いたかが一緒に蓄積された。人が腕時計で歩数を測る装置と似ている。

研究チームはこのセンサーを3年にわたって取り付けた。ヒナが生後10日から15日ほど育ったときに声を集めた。人工知能は集めた声を三つに分けた。センサーをつけた親鳥の声、近くにいる別の親鳥の声、ヒナの声である。誰がいつ鳴いているかを見分けたのだ。

集めた声は人工知能が選別した。Earth Species ProjectはVoxaboxenというツールを作った。長い録音の中から鳴き声の一つひとつを見つけ出すツールだ。このツールがカラスの声を12万件以上も見つけ出した。25年以上カラスを観察してきた学者でも初めて聞く音があった。人の耳には小さすぎて聞き逃していた音だった。このツールは音が重なって聞こえても一つずつ切り分けた。複数の鳥と一緒に鳴いている録音でも役目を果たした [4]。

研究チームは、音と動きのデータを別々に調べた。2つのデータを1か所に集めて一緒に見る作業は、これからの課題として残した。今は、そのように一緒に見ることができるデータを作った段階だ。このデータによって、カラスの会話をさらに深く調べる道が開かれた。

人工知能がカラスの言いたいことをすべて解明したわけではない。人工知能は、細かな音を種類ごとに分ける作業を手伝った。カラスの心を解き明かしたのは、ずっと前の動物学者たちだった [2]。

アメリカのワシントン大学（University of Washington）のジョン・マズラフ（John Marzluff）教授チームが、カラスの顔の記憶を明らかにした。研究チームはゴムの仮面をつけてカラスを捕まえた。その後、同じ仮面をつけた人にカラスたちが大声を上げて襲いかかった。危険な人の顔を記憶していたのだ。この記憶をほかのカラスにも伝えた。

同じ大学のケイリー・スウィフト（Kaeli Swift）とマズラフ教授は、別の行動を調べた。カラスは死んだ仲間のそばに集まって大声で鳴く。人々はこれを葬式と呼んだ。しかし、悲しみだけではなかった。何が仲間を死なせたのかを学ぶ場だった。その危険を群れに知らせ、長く記憶した [3]。

以前は、カラスの声をただのうるさい鳴き声だと考えていた。人工知能で分類してみると、そうではなかった。鳴き声ごとに異なる意味が込められているようだった。だれかに気をつけろという声や、どこかへ行こうという声が混ざっているようだった。鳥の鳴き声が、人間の言葉に近く見えた。

ほかの鳥の研究では、さらに一步を踏み出した。2026年、Earth Species Projectは鳴き声を聞くだけで個々の動物を見分ける人工知能を発表した。この研究の対象はカラスではなくキンカチョウだった。群れの中の1羽1羽の声を区別する道が開かれた。これで人間は、それぞれの鳥がいつ何を話したのかをたどることができる。だれがよく鳴き、だれが静かなのかを調べることができる。このようなツールは、カラスの研究にも使うことができる [5]。

研究は、データを共有するほど早く進む。2026年7月、Earth Species Projectは新しいツールを発表した。名前はアルプデータ (alp-data) だ。あちこちに散らばった動物の鳴き声データを1つにまとめるツールだ。35を超える音声コレクションを同じ方法で読み込む。以前は研究チームごとにデータを別々に整理していた。今は1つのツールをみんなで使う。カラスの鳴き声の研究も、このような共同データによって早く進む。人工知能が覆いを取り払った空の向こうで、鳥たちは人間が知らなかった会話を毎日交わしていた [6]。

関連根拠資料

- [1] Baglione, V., Canestrari, D., Cusimano, M., Hoffman, B., Moreno, V., & Trapote, E. (2025). Capturing vocal communication in a free-living corvid: high-resolution data from low-impact miniaturized tags. *Animal Cognition*, 28, 85. <https://doi.org/10.1007/s10071-025-02018-0>
- [2] Marzluff, J. M., Walls, J., Cornell, H. N., Withey, J. C., & Craig, D. P. (2010). Lasting recognition of threatening people by wild American crows. *Animal Behaviour*, 79(3), 699-707. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0003347209005806>
- [3] Swift, K. N., & Marzluff, J. M. (2015). Wild American crows gather around their dead to learn about danger. *Animal Behaviour*, 109, 187-197. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0003347215003188>
- [4] Mahon, L., et al. (2025). Robust detection of overlapping bioacoustic sound events. arXiv:2503.02389. <https://arxiv.org/abs/2503.02389>
- [5] Earth Species Project. (2026, May 5). From what to who? AI learns to recognize individual animals. Earth Species Project. <https://earthspecies.org/2026/05/05/from-what-to-who-ai-learns-to-recognize-individual-animals/>
- [6] Earth Species Project. (2026, July 22). Introducing alp-data: A shared data layer for Animal Language Processing. Earth Species Project. <https://earthspecies.org/2026/07/22/introducing-alp-data-a-shared-data-layer-for-animal-language-processing/>

第7章 動物の脳からディープラーニングのキャンバスへ

7.1 音をみずから学ぶ人工知能

昔の科学者たちは、動物の音を耳で聞き、手で測っていた。音の高さや長さを一つひとつ書き留めた。この方法は静かな部屋では役に立った。しかし海辺や森の中ではうまくいかなかった。風の音や波の音が混ざるからだ。まだだれも意味を知らない動物の音も多かった。人間の手だけでやるには仕事が大きすぎた [1]。

最近はディープラーニングという人工知能がこの仕事を引き受けている。ディープラーニングにはさまざまな方法がある。人間が正解を教える方法もある。正解なしで自分で規則を見つける方法もある。動物の音をあつかう人工知能は、正解なしで学ぶ方法を多く使う。数多くの動物の音を聞き、その中に隠された規則を自分で見つけ出すのだ。

このように広く学んだあと、さまざまな仕事に幅広く使う人工知能がある。このような人工知能を動物の音の土台モデルと呼ぶ。英語では生体音響ファウンデーションモデル (Bioacoustic Foundation Model) という。ファウンデーションは土台という意味だ。土台をしっかり作っておけば、新しい問題にもすぐに使える [2, 4]。

土台モデルは、一度学んだ土台をさまざまな仕事に使い回す。音を分ける仕事にも使う。雑音を消す仕事にも使う。新しい問題が起きても、最初から学び直すことはない。学んだ土台に少し付け足すだけでよい。このように土台の上で行う小さな仕事を応用作業という。英語ではダウンストリームタスク (downstream task) という [2, 4]。

この分野をリードした初期の人工知能の一つがAVES (エイブス) だ。AVESは人間が付けた正解ラベルなしで学んだ。さまざまな場所から集めた音を約5,000時間聞いた。1日24時間ずっと聞き続けても200日を超える量だ。

AVESが学ぶ方法は、穴埋め問題に似ている。AVESは音の元の波の形をそのまま受け取る。この波を細かく切り分ける。そして何力所かをわざと消す。消した場所を前後の音を見て当て直す。この遊びを何度もくり返す。画像に変えず、音そのもので学ぶのだ。

AVESが身につけるのは音のきめだ。音がどれほど規則的にくり返されるかを見る。音が高くなったり低くなったりする流れを見る。音がえがく形を見る。このきめが分かれば、どんな動物の音でもあつかうことができる。種がちがっても、音のきめは通じ合っているからだ。

AVESが登場する前は、正解ラベルが足かせになっていた。音ごとに人間が名前を付けなければ学べなかった。名札のない音は学ぶことができなかった。AVESは名札なしで学ぶ道を切り開いた。そのため、世の中のあらゆる音を材料にすることができたのだ。

この過程を通ると、人工知能は音の特徴を数字に変える。この数字のまとまりを埋め込み (embedding) という。音をコンピューターが見分けられる数字の座標に変えたものだ。埋め込みのおかげで、どんな動物の音でも同じやり方であつかうことができる。

この座標は教室の座席表に似ている。座席表を見れば、だれがどこにすわっているかが分かる。埋め込みを見れば、どんな音がどこに置かれているかが分かる。似ている音は近い席に集まる。遠く離れた音は、たがいにちがう音だ。

この方法には大きな長所がある。人間が正解を一つひとつ付けなくてもよいことだ。正解を付けるのは時間が長くなる仕事である。音一つに名前を付けるには、専門家が直接聞かなければならない。人工知能は正解がなくても音の規則を見つける。そのため、まだだれも意味を知らない音でもあつかうことができる。この点が昔の方法と大きくちがう。

関連根拠資料

[1] Hagiwara, M. (2023). AVES: Animal vocalization encoder based on self-supervision. ICASSP 2023 - IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing. arXiv:2210.14493. <https://arxiv.org/abs/2210.14493>

[2] Robinson, D., Robinson, A., & Akrapongpisak, L. (2023). Transferable models for bioacoustics with human language supervision (BioLingual). arXiv:2308.04978. <https://arxiv.org/abs/2308.04978>

[4] Robinson, D., Miron, M., Hagiwara, M., & Pietquin, O. (2025). NatureLM-audio: An audio-language foundation model for bioacoustics. ICLR 2025. arXiv:2411.07186. <https://arxiv.org/abs/2411.07186>

7.2 さまざまな動物の音を一度に

土台モデルを育てるには、たくさんの音データが必要だ。ところがデータごとに形式がちがって手間がかかった。2026年7月、Earth Species Projectが手助けツールを公開した。名前はalp-data（アルフデータ）だ。ばらばらだった35カ所以上の動物の音データを一つにまとめてくれる。音の速さや名札を一つの形式にそろえてくれる。研究者はデータを整える手間を減らし、学習だけに力を注ぐことができる [10]。

Earth Species Projectは、データを目で確認するツールもあわせて公開した。多くの種の音データをひと目で見渡せるツールだ。このようにデータを一カ所に集めて選ぶことから、人工知能を育てる第一歩である。よいデータが多いほど、人工知能はかしこくなる。

データがそろくと、さらに大きな人工知能が登場した。デイビッド・ロビンソンの研究チームが作ったBioLingual（バイオリンガル）だ。この人工知能は、陸の動物と海の動物数百種の音を学んだ。学んだデータは、音と説明文をペアにしたセットである。そのペアは100万組を超える [2]。

BioLingualは音と文字をつなぐ。百科事典に書かれた動物の説明文と、実際に録音した音をペアにする。このとき使う方法を対照学習（contrastive learning）という。意味が同じ音と文章を、コンピューターの中の地図の上で近くに集める方法だ。意味がちがう音と文章は、たがいに遠くへ押しやる。

この音と文章を結びつけるアイデアは、CLAP（クラップ）という人工知能から生まれた。カーネギーメロン大学とマイクロソフトの研究陣がいっしょに作った。CLAPは、人間が出すあらゆる音と、その音を書いた文章をペアにした。BioLingualはこの考えを動物の音に応用したのだ [3]。

このおかげで、人間は言葉で音をさがすことができる。「春につがいを呼ぶコマドリの高いさえずり」と文章で書く。すると人工知能が数多くの録音の中からその音をさがし出してくれる。前もって個別に教えておく必要はない。このように学んだことのない仕事をすぐにやりとげることを、ゼロショット（zero-shot）という。特別に習ったことがなくても一発で当てる能力だ。

BioLingualは一つの体でいくつもの仕事をこなす。音を出した動物がどんな種かを見分ける。長い録音の中から動物の音がある場所を見つけ出す。文章でたずねると、それに合った音をさがしてくれる。新しいデータをもう少し学べば、うでまえはさらに上がる。人間なら何人かで分担する仕事を、人工知能がたった一つで引き受けるのだ。

BioLingualが学んだ音は、いくつものデータ倉庫からやってきた。鳥の音を集めたXeno-canto（ゼノカント）がある。人々が自然を撮影して投稿したiNaturalist（アイナチュラリスト）もある。長い年月のあいだ、研究者たちが一つずつ録音して積み上げてきたものだ。人工知能はこの倉庫を土台にして学んだ。

このような人工知能は研究者にとって大きな助けになる。以前は一つの音をさがすために、何日も録音を聞き続けた。今では短い文章1行でさがし出せる。音の研究スピードがぐんと速くなった [2, 3]。

関連根拠資料

[2] Robinson, D., Robinson, A., & Akrapongpisak, L. (2023). Transferable models for bioacoustics with human language supervision (BioLingual). arXiv:2308.04978. <https://arxiv.org/abs/2308.04978>

[3] Elizalde, B., Deshmukh, S., Al Ismail, M., & Wang, H. (2023). CLAP: Learning audio concepts from natural language supervision. ICASSP 2023. arXiv:2206.04769. <https://arxiv.org/abs/2206.04769>

[10] Earth Species Project. (2026-07-22). Introducing alp-data: A shared data layer for animal language processing. earthspecies.org. <https://earthspecies.org/2026/07/22/introducing-alp-data-a-shared-data-layer-for-animal-language-processing/>

7.3 音を聞いて言葉で説明する人工知能

Earth Species Projectは、動物の言葉を人工知能で解き明かそうとする研究グループだ。このグループが作った人工知能がNatureLM-audioである。この人工知能は、鳥や陸の動物、海の動物の音を幅広くあつかう [4]。

NatureLM-audioは音を聞いて言葉で答える。人間が動物の音を聞かせると、その動物が何をしているかを文章で説明する。どんな種かを言い当てる。録音の中に動物が何匹いるかも数える。音を出した動物が子どもなのか大人なのかも見分ける。このような仕事を、個別に教えられなくても自分でやってのけた。

この人工知能は音を聞いて文章を書く人工知能だ。音を新しく作り出す人工知能ではない。これまで、人間の言葉を理解して文章で答える能力はあった。今やその力が動物の音へと移ってきたのだ。動物のために作られた、最初の大きな音声言語モデルである。

この人工知能の実力はテストで測る。そのテストの名前はBEANS-Zero（ビーンズ・ゼロ）だ。学んでいない問題だけを選び出したテストである。ここでこの人工知能は、種を見分ける仕事をやってのけた。鳴き声の種類を分ける仕事もこなした。音を聞いて何が起きているかを文章で説明する仕事もやりとげた。

幅広く学んだ人工知能ほど、初めての仕事に強かった。動物の音だけを学んだ人工知能よりも成績がよかった。人間の言葉やあらゆる環境の音まで幅広く聞いたおかげだ。せまく学んだ小さな人工知能は、新しい仕事の前でまごついた。土台が広くてこそ、新しい問題も解くことができる。

Earth Species Projectは、この人工知能をさまざまな動物の研究に使っている。カラスの音を研究するのに使う。シロイルカの音もいっしょに調べる。ゾウの音もあつかう。一つの人工知能でいくつもの動物をいっしょに研究するのだ。このように多くの種の音を一つの方法であつかう考え方を、動物言語処理（animal language processing）という [11]。

この人工知能の使い方はむずかしくない。録音した音を聞かせて質問を投げかける。この音を出した動物は何かとたずねる。すると文章で答えが返ってくる。音を理解しているツールに、言葉で質問しているようなものだ [4, 12]。

人工知能が音を聞いて文章で答えるときには、注意すべき点がある。人工知能は、存在しない事実をもっともらしく作り上げることがある。見当ちがいな種の名前を答えることもある。やっていない行動をしたと書くこともある。このように事実ではない答えを作り出してしまうことを、ハルシネーション（hallucination）という。

このようなまちがいを減らす方法が一つある。人工知能が答える前に、実際の記録をまず調べさせることだ。本物の動物の記録で確認した内容だけを文章に書かせる。このやり方を検索拡張（retrieval-augmented）方式という。図書館で本をさがして確かめたあとで話すのと同じだ。

Earth Species Projectは、動物の言葉を解き明かして自然を守ろうとしている。音が分かれば、動物が直面している困りごとをいち早く知ることができる。群れが減っているサインを音から読み取ることもできる。人工知能はそのサインを人間よりも早く見つけ出す [4, 11]。

関連根拠資料

[4] Robinson, D., Miron, M., Hagiwara, M., & Pietquin, O. (2025). NatureLM-audio: An audio-language foundation model for bioacoustics. ICLR 2025. arXiv:2411.07186. <https://arxiv.org/abs/2411.07186>

[11] Earth Species Project. (2026-04-02). Animal language processing: An AI convergence in animal communication. earthspecies.org. <https://earthspecies.org/2026/04/02/animal-language-processing-an-ai-convergence-in-animal-communication/>

[12] Earth Species Project. (2024-11-06). Introducing NatureLM-audio: An audio-language foundation model for bioacoustics. earthspecies.org. <https://www.earthspecies.org/blog/introducing-naturelm-audio-an-audio-language-foundation-model-for-bioacoustics>

7.4 辞書なしで翻訳する方法

二つの国の言葉を翻訳するには、ふつう辞書が必要だ。英語のdogが日本語のイヌであることを、だれかが教えてくれないと知らない。ところが、動物の言葉には辞書がない。クジラがどんな音で何を話しているのかを書き留めた人間はいないからだ。辞書なしでどうやって意味を翻訳できるのだろうか [5]。

2017年にコンピューター科学者たちが方法を見つけた。二つの言葉のあいだでペアになる例文が一つもなくとも翻訳する方法だ。これを教師なし機械翻訳 (unsupervised machine translation) という。正解を教えてもらわなくても、人工知能がみずから翻訳するという意味だ。

クジラに対してペアになる例文を作ることは、ほぼ不可能だ。クジラがどんな音で何を話しているのか、だれも知らないからである。ペアを作るには、まず意味を知らなければならない。しかし意味を知るには翻訳が必要だ。この行き止まりの道を、教師なし翻訳が切り開く手がかりをくれる。

方法のカギは、単語たちがつくる形にある。人工知能にある国の言葉の単語をたくさん入れると、地図を描く。意味が似ている単語は近くに集まる。単語どうしの距離や向きには規則が生まれる。地図の中で男と女の間が離れているのと同じ分だけ、王と女王も離れている。このように単語たちがつくる地図を、潜在空間 (latent space) という。単語の意味を位置で表した地図だ。

ここで不思議なことが起きる。ちがう国の言葉の地図を描いてみると、形がほとんど同じになるのだ。英語の地図とフィンランド語の地図がそっくりなのである。人間の脳が世界を似たように分類するからだ。そのため、一方の地図を回転させて別の地図に重ね合わせると、単語どうしがぴたり重なる。英語のdogの位置にフィンランド語のkoinaが重なる。辞書なしで翻訳辞書ができあがるようなものだ。

研究者たちは、この方法をクジラに応用しようとしている。Project CETIがその研究を行っている。マッコウクジラの音の地図とハンドウイルカの音の地図を別々に描く。そして二つの地図を回転させて重ね合わせる方法を研究している。二つの地図がなめらかにみ合うように回転させる数学を使うのだ。まだ意味をすべて解き明かしたわけではない。音の仕組みを見つけ出し、地図を重ね合わせる位置を探っている段階である。

Project CETIは、マッコウクジラの音から人間の母音に似たパターンを見つけた。このパターンを明らかにした人は、言語学者のガシュペル・ベグシュ (Gašper Beguš) だ。カリフォルニア大学バークレー校で研究した。マッコウクジラの音のかげらであるcodaに二つの種類があった。codaは、クジラが対話するときに出すカチカチという短い音の束だ。一つは「ア」のcoda、もう一つは「イ」のcodaである。人間が「ア」と「イ」を口の形で分けるように、クジラは音の響きで分ける。この研究は2026年、王立協会の学術誌に掲載された [6]。

Project CETIは以前、クジラの声の仕組みも明らかにした。マッコウクジラのcoda 8,700個を人工知能で調べた。その結果、codaがレゴブロックのように組み合わせられていることがわかった。速さやリズムといったいくつかの特徴が、さまざまな方法で組み合わせられていた。このような仕組みを人間の言葉の文字にたとえて、音のアルファベットと呼んだ。ただし、それぞれの音がどういう意味かまで明らかにしたわけではない。仕組みの規則を示した段階だ [7]。

同じ年の3月、Project CETIはマッコウクジラに関する別の発見も知らせた。赤ちゃんが生まれる瞬間を詳しく記録した。このとき、何頭ものクジラが赤ちゃんと一緒に世話する姿を観察した。この研究は、クジラの共同子育てを示している。声の母音のパターンを明らかにした研究とは別の研究だ [13]。

声の仕組みを見つけることは、辞書のない翻訳の助けになる。クジラの声に人間の言葉と似た仕組みがあれば、二つの地図を重ねる場所を見つけやすい。声を細かく分けるほど、地図はきめ細かくなる。きめ細かい地図どうしは、いっそうきれいに重なり合う [5, 6, 7]。

関連根拠資料

[5] Goldwasser, S., Gruber, D. F., Kalai, A. T., & Paradise, O. (2023). A theory of unsupervised translation motivated by understanding animal communication. NeurIPS 2023. arXiv:2211.11081. <https://arxiv.org/abs/2211.11081>

[6] Beguš, G., Dąbkowski, M., Sprouse, R. L., Gruber, D. F., & Gero, S. (2026). The phonology of sperm whale coda vowels. Proceedings of the Royal Society B. <https://doi.org/10.1098/rspb.2025.2994>

[7] Sharma, P., Gero, S., et al. (2024). Contextual and combinatorial structure in sperm whale vocalisations. Nature Communications, 15, 3617. <https://doi.org/10.1038/s41467-024-47221-8>

[13] Project CETI / Harvard SEAS. (2026-03). Studies documenting rare sperm whale birth and ancient cooperative care released. EurekAlert! <https://www.eurekalert.org/news-releases/1120823>

7.5 種を超える人工知能と越えられない壁

ひとつの動物の声だけを学んだ人工知能が、ほかの動物の声も見分けることがある。これを種を飛び越える適応力という。英語では種間汎化（cross-species generalization）という。鳥の声を学んだ人工知能がカエルの声まで分類するようなものだ [8, 9]。

もっともわかりやすい例がGoogleのPerch（パーチ）だ。2025年に登場したPerch 2.0は、おもに鳥の声で学習した。鳥をはじめとする陸の動物の声を非常にたくさん聴いた。そこに含まれる動物は14,500種を超える。この人工知能は海の中の音はほとんど学ばなかった。それなのにクジラの声とうまく見分けた。少ないデータで作った分類器で良い成績を出した。鳥を学んだ人工知能がクジラを見分けたのだ [8, 9] [8]。

Perchが越えた壁はクジラだけではない。鳥の声で学んだPerchがカエルの声も扱った。ブラジルのアマゾンのカエルの声を集めたものをAnuraSet（アヌラセット）という。Perchはこのカエルの声を種類ごとに分けた。カエルの声は学んだことがないのにやり遂げた [8, 9]。

こうした結果は明るい面だ。しかし、人工知能が越えられない壁も大きい。

第一に、データが少なすぎる。人間の言葉を学んだ人工知能は、何十万時間以上もの録音を聞いて育った。野生動物の声はすべて集めても、それよりはるかに少ない。そのうえ昔の録音機器は、大きな音だけを選んで記録した。クジラが近くで交わす小さなささやき声は見逃してしまった。この小さな音をソフトクリック（soft click）という。重要な音がデータから抜け落ちていたのだ [6]。

ソフトクリックは、クジラどうしが近くで交わす小さな音だ。人間でいえば耳打ちのようなものだ。この小さな音に、心を通わせる意味が込められているかもしれない。昔の録音機がこの音を逃してしまったせいで、重要な会話が抜け落ちた。

第二に、暮らしている世界があまりに違う。マッコウクジラは光もない深い海で暮らしている。額の油の袋から超音波を出して、周りの様子を音で「見る」。人間は目で世界を見る。音で世界を見るクジラと、目で見える人間とでは、感じる仕組みが違う。だから、二つの地図が完全に重なり合わないこともある。

それぞれが違って感じる世界をUmweltという。周りの世界という意味だ。この言葉を作った人は、生物学者のヤーコプ・フォン・ユクスキュルだ。動物ごとに自分の感覚で感じる世界が違うという意味だ。哲学者のルートヴィヒ・ヴィトゲンシュタインも似た言葉を残した。ライオンが言葉を話せたとしても、人間には理解できないと言った。ライオンと人間は暮らしている世界が違うからだ。

第三に、むやみに使うと危険だ。人工知能はメスの鳥の声をまねてオスを呼ぶこともできる。パートナーを探しヒナを育てる鳥たちの秩序を乱すことだ。偽の声で野生動物をだますこうした行為を生態学的欺瞞（ecological deception）という [14]。

危険はまねることだけにとどまらない。人工知能が動物の反応を見て音を直すことができる。動物が答えると、その答えに合わせて音をととのえる。このように動物の反応をリアルタイムで見ながら音を変える実験を、反応型音声実験という。うまく使えば意思疎通の鍵になる。使い方を誤れば動物をだます道具になる。

クジラは何千万年もの間、それぞれの声の文化を受け継いできた。偽の声はこの長い文化を汚してしまうおそれがある。一度乱れた声の秩序は元に戻すのが難しい。だから、まねをする前に気をつけなければならない。

大きな人工知能を森や海へ持っていくときにも問題がある。大きな人工知能は重く、エネルギーをたくさん使う。森の中の録音機には、そんな大きなものを収めるのが難しい。そのため研究者たちは、大きな人工知能の中身だけを小さなものへと移す。大きな器の中身だけを小さな器に移し替えるようなものだ。

だから研究者たちは、守るべき原則を立てようと言っている。動物の声にむやみに割り込まない原則だ。これを何よりもまず守るべき原則と呼んでいる。私たちは動物の声をまねる前に、まず静かに聴く方法から学ばなければならない。

クジラの言葉を解き明かせば、法律も変わる可能性がある。2026年には、クジラに法的な権利を認めようという議論が出された。動物が何を感じ、何を経験しているのかが声からわかれば、人間は動物をむやみに扱えなくなる。声を解き明かすことは、動物を守ることに繋がっている [15]。

人工知能は動物の言葉へと向かう新しい道を開いた。人間なら何百年もかかる仕事を数年に縮めた。しかし、道が開けたからといって到着したわけではない。データはいまだに少なく、動物の世界は人間の世界と違う。人工知能は道具にすぎない。その道具をどう使うかは人間の役目だ。謙虚に聴く心が技術よりも先に立たなければならない。

関連根拠資料

- [6] Beguš, G., Dąbkowski, M., Sprouse, R. L., Gruber, D. F., & Gero, S. (2026). The phonology of sperm whale coda vowels. *Proceedings of the Royal Society B*. <https://doi.org/10.1098/rspb.2025.2994>
- [8] Burns, A., et al. (2025). Perch 2.0: The bittern lesson for bioacoustics. arXiv:2512.03219. <https://arxiv.org/abs/2512.03219>
- [9] Choi, C. Q. (2025). AI trained on birdsong can recognize whale calls. *IEEE Spectrum*. <https://spectrum.ieee.org/foundation-models-google-birds-whales>
- [14] Beguš, G. (2024). New patterns in animal communication with AI: Ethical and legal implications. *Interspecies Internet Lectures*.
- [15] Bolling, R. (2026-06-11). Decoding whale language could unlock new legal rights for them. *Boing Boing*. <https://boingboing.net/2026/06/11/decoding-whale-language-could-unlock-new-legal-rights-for-them.html>

第8章 動物の環境世界と記号論的境界

8.1 それぞれ異なる世界、環境世界

世界は一つではない。生命ごとに自分だけの世界を生きている。この考えを最初にはっきりと語った人物がいる。エストニア生まれの生物学者ヤーコブ・フォン・ユクスキュル(Jakob von Uexküll)である。彼は動物ごとに世界の感じ方が異なると考えた学者だ [1]。

ユクスキュルはこの世界を環境世界と呼んだ。ドイツ語ではUmweltという。環境世界とは、ひとつの生命が自分の感覚で感じ取り、作り出す自分だけの世界のことだ。人間は目で色を見て、耳で音を聞く。しかし、すべての動物が人間のように感じているわけではない。

環境世界という言葉は難しくない。同じ運動場においても、犬と人間は違うものを感じている。犬はにおいて世界を読み取り、人間は目で読み取る。生き物ごとに、自分に合った感覚で世界を作り上げているのだ。

マッコウクジラ(Physeter macrocephalus)を見てみよう。マッコウクジラは数百メートルの深海へと潜っていく。そこは一筋の光もない暗闇だ。暗闇の中では色は意味を持たない。その代わりにマッコウクジラは額から強い音を放つ。その音が跳ね返ってくるのを聞いて世界を読み取る。マッコウクジラの世界は、色ではなく音で描かれた世界なのだ [2]。

人間は長い間、ひとつの思い違いをしていた。人間が感じられないものは存在しないものだと見なしていた。人間は自分の感覚を唯一の物差しにした。こうした態度を人間中心主義と呼ぶ。人間中心主義とは、人間の感覚や考えだけを世界の基準にする態度のことだ。この態度のせいで、人間は動物の声をただの鳴き声や反応としてしか見ていなかった。

動物の声や身ぶりを研究する学問がある。動物記号論(Zoosemiotics)である。動物記号論は、動物が交わし合う合図の意味を研究する学問だ。合図とは、意味が込められた音やにおい、身ぶりのことである。アメリカの学者トーマス・シービョク(Thomas Sebeok)がこの学問の名付け親だ。この学問はユクスキュルの環境世界の考え方の上に成り立っている。意味を込めた合図は、人間の言葉だけに存在するのではない。すべての生命が自分の世界の中で合図を交わし合っている [3]。

ユクスキュルの考えは、新たな問いへとつながる。イタリアの学者ニコラ・ゼンジャロ(Nicola Zengiaro)は、生成動物記号論という考え方を提唱した。彼は、人工知能が動物の合図を機械的にまねるだけでは、その意味を知ることではできないと語る。動物が暮らす環境や身ぶりを一緒に見てこそ、意味を正しく読み取ることができるということだ [4]。

今、人工知能がこの問題を新しく切り開いている。人工知能は人間よりも広い音の領域を計算によって読み取る。人間が静寂だと思っていた場所に、音が満ちていた。海や森、土の中に合図が行き交っていたのだ。人工知能は、その隠された規則を見つける手助けをしてくれる。

この問題は人間の社会ともつながっている。Earth Species Projectを立ち上げたアザ・ラスキン(Aza Raskin)は、技術が人間同士を引き離していると語る。人間は自然とも遠ざかってしまった。人工知能で動物の声を聞くことは、この途切れた糸を再びつなぎ合わせることなのだ [5]。

関連根拠資料

- [1] Bakker, K. (2022). The sounds of life: How digital technology is bringing us closer to the worlds of animals and plants. Princeton University Press. <https://doi.org/10.2307/j.ctv2hnkcc3>
- [2] Bakker, K. (2022). The sounds of life: How digital technology is bringing us closer to the worlds of animals and plants. Princeton University Press. <https://doi.org/10.2307/j.ctv2hnkcc3>
- [3] Sebeok, T. A. (1972). Perspectives in zoosemiotics. Mouton.
- [4] Zengiaro, N. (2025). AI and animal communication: A generative zoosemiotics perspective. Linguistic Frontiers, 8(2). <https://doi.org/10.2478/lf-2025-0021>

8.2 人間の感覚を超えた音と震え

人間の耳には限界がある。人間は20ヘルツから2万ヘルツの間の音しか聞こえない。ヘルツとは、音が1秒間に何回震えるかを数える単位だ。これより高い音や低い音は人間には聞こえない。しかし、その音が消えてなくなったわけではない。人工知能はこうした音をとらえ、人間に見せてくれる [1]。

まず植物の音を見てみよう。長い間、植物は音とは無関係だと考えられていた。しかし、イスラエルのテルアビブ大学のヨッシ・ヨヴェル(Yossi Yovel)教授とリラハ・ハダニー(Lilach Hadany)教授の研究チームが、この考えを覆した。水が不足したり茎が傷ついたりしたトマトやタバコが超音波を出していたのだ。超音波とは、人間には聞こえない高い音のことだ。その音は、人間が会話するときほどの大きさで空気中に広がった。

植物が音を出すのはなぜだろうか。水が干からびると、茎の中の細い水の通り道に小さな気泡ができる。この泡がはじけるときに「カチッ」と音が鳴る。人間の耳には聞こえないが、機械はしっかりととらえる。

この音をディープラーニングの人工知能に入力してみた。ディープラーニングとは、音の特徴を自分で見つけ出す人工知能のことだ。すると、水が不足しているときの音と傷ついたときの音が、それぞれ別のグループに分かれた。ふたつの音は波形がはっきりと異なっていた。波形とは、波のように揺れ動く音の形のことで。昆虫のように超音波を聞き取れる動物は、この音を聞くことができる。

植物が音を聞くこともある。ヨヴェル教授とハダニー教授の研究チームはマツヨイグサを観察した。ハチが飛ぶときの音を花の横で流してみた。すると花は、3分もしないうちに花の蜜をより甘く変えた。ほかの雑音には反応しなかった。花びらが音を集める耳の役目を果たしたわけである [2]。

アメリカのミズーリ大学のハイディ・アペル(Heidi Appel)教授とレックス・コクロフト(Rex Cocroft)教授の研究チームも似た実験を行った。シロイヌナズナという小さな草にさまざまな音を聞かせたのだ。雨風の音には草は静かなままだった。しかし、イモムシが葉をかじる振動を聞かせると違った。草はすぐに虫を追い払う物質を作り出した。葉をかじる振動を、ほかの揺れと区別したのである [3]。

2026年に発表された研究は、この事実をさらに一步推し進めた。ヨヴェル教授とハダニー教授の研究チームはガを観察した。メスのガは卵を産む場所を選ぶとき、植物の音を聞いていたのだ。ガは水が不足した植物の音を避け、健康な植物を選んだ。植物の音に動物が反応することを示す初めての証拠であった [4]。

土の中や小さな命の世界も同じだ。ミツバチは暗い巣の中で8の字ダンスを踊る。このダンスは、花がある方向と距離を知らせる合図だ。ところが、この合図は目で見るダンスだけではなかった。羽の震えや巣を伝わる振動も混ざり合っていたのだ。ティム・ラントグラフ(Tim Landgraf)教授の研究チームは、このダンスを人工知能で読み解いた。ロボットとカメラが蜂の巣を1か月以上見守った。人工知能は映像の中のダンスをひとつずつ自動で解読した [5]。

ネズミも人間には聞こえない声で話す。ネズミは不安なときや気分が良いときに超音波を出す。ワシントン大学のケビン・コフィー(Kevin Coffey)たちの研究チームが、DeepSqueakという人工知能を開発した。この人工知能は、ネズミの声を細かく区切って読み取った。その結果、ネズミの心の状態を声から読み取ることができた [6]。

ネズミの声は人間の耳にはとらえられない。ネズミは怖がると22キロヘルツ前後の音を出す。気分が良いときは50キロヘルツ台の高い音を出す。キロヘルツとは1000ヘルツを意味する。DeepSqueakはこの声を絵のように変換し、気分の地図を描き出した。

これらの発見は、ひとつの共通したことを物語っている。人間に聞こえないからといって、音が存在しないわけではない。大地や草、小さな動物たちが、いつも合図を交わし合っていたのだ。人工知能は、この隠された音を人間の前に広げて見せてくれる。

関連根拠資料

- [1] Khait, I., Lewin-Epstein, O., Yovel, Y., & Hadany, L. (2023). Sounds emitted by plants under stress are airborne and informative. *Cell*, 186(7), 1328-1336. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2023.03.009>
- [2] Veits, M., et al. (2019). Flowers respond to pollinator sound within minutes by increasing nectar sugar concentration. *Ecology Letters*, 22(9), 1483-1492. <https://doi.org/10.1111/ele.13331>
- [3] Appel, H. M., & Cocroft, R. B. (2014). Plants respond to leaf vibrations caused by insect herbivore chewing. *Oecologia*, 175(4), 1257-1266. <https://doi.org/10.1007/s00442-014-2995-6>
- [4] Seltzer, R., Zer Eshel, G., Hadany, L., & Yovel, Y. (2026). Female moths incorporate plant acoustic emissions into their oviposition decision-making process. *eLife*, 14, e104700. <https://doi.org/10.7554/eLife.104700>
- [5] Landgraf, T., et al. (2024). Autonomous tracking of honey bee behaviors over long-term periods with cooperating robots. *Science Robotics*, 9(95). <https://doi.org/10.1126/scirobotics.adn6848>
- [6] Coffey, K. R., Marx, R. G., & Neumaier, J. F. (2019). DeepSqueak: A deep learning-based system for detection and analysis of ultrasonic vocalizations. *Neuropsychopharmacology*, 44(5), 859-868. <https://doi.org/10.1038/s41386-018-0303-6>

8.3 複数の感覚を一度に読み取る人工知能

動物は声だけで話しているわけではない。声と身ぶりとおいが調和して意味を作り出す。このように複数の経路を一緒に使うコミュニケーションを、マルチモーダル(multimodal)と呼ぶ。声だけでなく、視線や身ぶり、においまで組み合わせて伝えるコミュニケーションだ [1]。

音だけを見ていては意味を見失いやすい。同じ声でも、身ぶりによって意味が変わってくる。人間も同じ言葉を笑顔で言うときと怒って言うときでは意味が違う。だからこそ、いくつかの合図を一緒に見て初めて意味が通じるのだ。

バハマの海にすむマダライルカの研究が良い例だ。デニス・ハーzing(Denise Herzing)博士とサッド・スターナー(Thad Starner)教授が、CHATという機械を開発した。この機械は、イルカと人間が音をやりとりするのを手助けする。しかし、音だけでは対話を解き明かすことはできなかった。イルカが人間と視線を合わせる瞬間や、体が描く角度まで一緒に記録しなければならなかったのだ。いくつかの合図を一緒に見てこそ、意味が通じ合えた。

カラスの研究も、いくつかの合図が重要であることを示している。アメリカのワシントン大学のジョン・マズラフ(John Marzluff)教授の研究チームがカラスを観察した。研究チームは特別な仮面をかぶってカラスを捕まえ、その後に放した。その後、同じ仮面をかぶった人が現れると、カラスは大声で鳴きながら群がってきた。カラスは自分をひどい目に遭わせた人間の顔を覚えていたのだ。その人が来ると警告の声を上げ、仲間に危険を知らせた [2]。

この記憶は長く残った。カラスは2年以上もその顔を忘れなかった。声を聞くだけでは、こうした事実を見つけ出すのは難しい。カラスの声と行動を一緒に見てこそ、意味が解き明かされたのだ。

こうした研究を幅広く進めようと、Earth Species Projectが乗り出した。この団体は、人工知能で動物の言葉を解き明かそうとする研究グループだ。彼らは音だけを見る手法から抜け出そうと呼びかけている。動物の体に取り付けたセンサーが集めるデータがあるからだ。センサーは音や動き、水深などを測定する [3][4]。

動物の体に取り付けたセンサーは、多くのことを測定する。泳いだ距離や水深、心臓の鼓動のリズムを集める。声にこれらのデータを加えると、意味がよりはっきりしてくる。お腹が空いた声なのか、怖がっている声なのかを見分けることができる。人工知能は、これら複数のデータを時間の順番に合わせて一緒に読み取る。

Earth Species Projectは、2026年の記事で新しい呼び名を紹介した。動物言語処理(Animal Language Processing)である。この言葉は2024年の発表で初めて使われた。この手法は、人間の言葉の文法を動物に無理やり当てはめたりはしない。声であれ身ぶりであれ、さまざまな合図を規則性のあるデータと見なして分析する。人間の言葉を物差しにせず、動物の世界をありのままに読み取ろうとする姿勢だ。

この研究を支えるデータ保管庫も登場した。Earth Species Projectは2026年にalp-dataというツールを公開した。鳥やクジラ、昆虫の音声データ35種類以上を一か所に集めたのだ。現在は音声データが中心で、動きや映像のデータは今後追加される予定である。誰もが同じデータで研究できるように公開されている。そうしてこそ、研究が急速に積み重なっていくからだ。

関連根拠資料

- [1] Herzing, D. L., Starner, T., et al. (2025). CHAT Jr: A wearable bioacoustics system for two-way communication research between humans and cetaceans. NeurIPS 2025. <https://neurips.cc/virtual/2025/131501>
- [2] Marzluff, J. M., Walls, J., Cornell, H. N., Withey, J. C., & Craig, D. P. (2010). Lasting recognition of threatening people by wild American crows. Animal Behaviour, 79(3), 699-707. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2009.12.022>
- [3] Earth Species Project. (2026, April 2). Animal language processing: An AI convergence in animal communication. Earth Species Project. <https://earthspecies.org/2026/04/02/animal-language-processing-an-ai-convergence-in-animal-communication/>
- [4] Earth Species Project. (2026, July 22). Introducing alp-data: A shared data layer for animal language processing. Earth Species Project. <https://earthspecies.org/2026/07/22/introducing-alp-data-a-shared-data-layer-for-animal-language-processing/>

8.4 マッコウクジラの音声アルファベットと人工知能

マッコウクジラは「カチッ」というクリック音で話す。いくつものクリック音が短く集まったものをcodaと呼ぶ。codaとは、マッコウクジラが互いに交わし合う短いクリック音のまとまりのことだ。Project CETIがこのcodaを研究している。CETIは、人工知能でクジラの言葉を解き明かそうとする研究計画である [1]。

2024年にCETIとアメリカのマサチューセッツ工科大学(MIT)の研究チームが大きな発見をした。彼らは8700個を超えるクジラの音声データを人工知能で分析した。すると、codaが規則を持った音声体系であることが明らかになった。研究チームはこの規則を「マッコウクジラの音声アルファベット」と呼んだ [2]。

このアルファベットには4つの要素があった。第1は、クリック音の間の一定の間隔であるリズムだ。第2は、全体の速さであるテンポだ。第3は、会話の流れに合わせて速さを伸ばしたり縮めたりするルバートだ。第4は、最後にクリック音をひとつ付け加える装飾音だ。これらの要素を組み合わせることで、さまざまなcodaが作られる。研究チームは、頻繁に現れる組み合わせだけでも143種類以上を発見した。人間の言葉に子音と母音があるのと似た仕組みである。

2025年の研究では、さらに一步前進した。アメリカのカリフォルニア大学バークレー校とCETIのガシュペル・ベグシュ(Gašper Beguš)たちの研究チームが、codaを詳しく調べた。クリック音の中に人間の母音と似た音が含まれていたのだ。研究チームは、互いに異なる2種類のクジラの母音を発見した。人間の「ア」の音と「イ」の音のように異なる音であった。マッコウクジラが人間のように音を細かく使い分けていることを意味している [3]。

codaは会話の状況に応じて形を変えた。前のクジラが出した音に合わせて、後のクジラが音を変えたのだ。人間が相づちを打ちながら言葉を交わす様子と似ている。こうした流れは、膨大なデータと計算分析のおかげで、より鮮明に浮かび上がった。

Project CETIは2026年に新たな知らせも伝えた。研究チームはマッコウクジラの出産の様子を克明に記録した。水中の音を6時間以上にわたって録音し、上空から撮影した映像も一緒に集めた。そのデータから、群れが赤ちゃんの誕生を力を合わせて助ける姿が明らかになった。人間やサルのような霊長類以外の動物で、こうした協力的な子育てを数値によって明らかにした初めての事例であった [4]。

クジラの言葉を人間の言葉に置き換えることは簡単ではない。ふたつの言語を並べて対照した辞書が存在しないからだ。ベグシュたちの研究チームは新しい方法を模索している。正解の対照表なしに音の規則を自ら見つけ出し、意味を推測する方法だ [5]。

このような研究は、人工知能なしでは行うことが難しかった。人間の耳では、そのたくさんのクリック音の規則を見つけるのは難しい。人工知能は数多くの音をすばやく比べ合わせて、隠れた規則を見つけ出す。

一つ忘れてはならないことがある。codaの規則を見つけたからといって、意味をすべて理解したわけではない。音の仕組みを知ることと、意味を知るとは異なる。マッコウクジラが何を話しているのかは、まだ確認されていない。研究は今、扉を開けたばかりの段階である。

関連根拠資料

- [1] Project CETI. (2024, May 7). Sperm whale phonetic alphabet proposed for the first time. Project CETI. <https://www.projectceti.org/blog-posts/sperm-whale-phonetic-alphabet-proposed-for-the-first-time>
- [2] Sharma, P., Gero, S., Payne, R., Gruber, D. F., Rus, D., Torralba, A., & Andreas, J. (2024). Contextual and combinatorial structure in sperm whale vocalisations. *Nature Communications*, 15, 3617. <https://doi.org/10.1038/s41467-024-47221-8>
- [3] Beguš, G., Sprouse, R. L., Leban, A., Silva, M., & Gero, S. (2025). Vowel- and diphthong-like spectral patterns in sperm whale codas. *Open Mind*, 9. <https://doi.org/10.1162/OPMI.a.252>
- [4] Project CETI. (2026, March). Studies documenting rare sperm whale birth and ancient cooperative care released. *EurekAlert!* <https://www.eurekalert.org/news-releases/1120823>
- [5] Beguš, G., Leban, A., & Gero, S. (2026). Approaching an unknown communication system by latent space exploration and causal inference. *Royal Society Open Science*, 13(8), 250829. <https://doi.org/10.1098/rsos.250829>

8.5 記号論的境界と種間外交

人工知能は、広い感覚を人間に開いてくれる。では、海の中の生命の音は何を使って集めるのだろうか。人間は水中聴音器を使う。水中聴音器は、水の中の音をとらえるマイクである。クジラやイルカの体には、小さな記録装置を取り付ける。海のあちこちには、音をとらえるブイセンサー網を浮かべる。このようにして集めた音を、人工知能が読み取る [1]。

これから登場する技術をもとにしたアイデアもある。まもなくやってくる第6世代通信網（6G）をセンサーとして使おうという提案である。6Gは現在よりもはるかに速い無線通信網である。この通信網の電波が物体に当たった様子を読み取れば、動きが分かるという考えである。ただし、これはまだ提案の段階のアイデアである。さらに、電波は海水をほとんど通り抜けることができない。そのため、この方法は陸の上や空気の中を観察するために使おうとしているものである。海の中の音を集めることには適していない [2]。

ここで重要な境界線が現れる。記号論的境界とは、信号と意味をどこまで読み取ってよいかを分ける線である。人工知能が動物の信号をすべて集めたとしよう。だからといって、その信号を人間の言葉の枠組みに無理やり当てはめてもよいのだろうか。例えば、クジラの音を人間の音楽に一つずつ対応させてもよいのだろうか。このような結びつけは、人間の考えを動物に押しつけることである [3]。

間違った結びつけの例を挙げてみよう。ある人は、イルカ10頭のうち3頭が名詞を使っていると言うかもしれない。クジラのクリック音を人間の音楽に一つずつ当てはめるかもしれない。しかし、これは人間の枠組みを無理やり押しつけたものである。動物の音は、動物の世界の中で読み取らなければならない。

音を読み解くことには倫理的な問題が伴う。学者たちは、動物の言葉を人間がむやみにまねしてはならないと述べている。使い方を誤ると、動物をだましたり苦しめたりすることに使われてしまう。そのため、まずルールを作ろうと述べている [4]。

ユクスキュルの環世界（Umwelt）の考え方は、今日でも道しるべとなる。動物や植物は、人間の辞書の訳語になるために生きているのではない。彼らの信号は、長い年月受け継いできた彼らだけの文化である。現代の研究者たちはユクスキュルの意志を受け継ぎ、人工知能で動物をむやみにまねしてはならないと述べている。人工知能の目標は、言葉を話す動物のおもちゃを作ることではない。

動物の音を録音して再び聞かせる実験がある。これを再生（playback）と呼ぶ。録音した音をスピーカーで聞かせて、動物がどのように反応するかを観察する実験である。この道具をむやみに使うと、動物の世界を混乱

させてしまうおそれがある。再生された音に驚いた動物が、本物の信号と偽の信号を見分けられなくなることがある。そのため、研究者たちは慎重に行うべきだと述べている。

私たちが進むべき道は征服ではなく、耳を傾けること（傾聴）である。人間が地球の唯一の解釈者という立場から降りることである。動物の音が彼らの土地や海で長く続くように守ることである。研究者たちはこれを種間外交（interspecies diplomacy）と呼んでいる。種間外交とは、人間とほかの生命が互いに傷つけ合わずに暮らすための約束である [5]。

耳を傾けることは、ただ黙って聞くだけにとどまらない。動物が暮らす海や森を守ることにまでつながる。音を守るためには、その音が生まれる場所も一緒に守らなければならない。それこそが種間外交の本当の意味である。

関連根拠資料

- [1] Bakker, K. (2022). The sounds of life: How digital technology is bringing us closer to the worlds of animals and plants. Princeton University Press. <https://doi.org/10.2307/j.ctv2hnhkcc3>
- [2] Ericsson. (2025). Integrated sensing and communication (ISAC) explained. Ericsson. <https://www.ericsson.com/en/6g/isac>
- [3] Zengiaro, N. (2025). AI and animal communication: A generative zoosemiotics perspective. Linguistic Frontiers, 8(2). <https://doi.org/10.2478/lf-2025-0021>
- [4] Alcantara, L., & Andrews, K. (2026). Can we talk to the animals? The ethics of using machine learning to decode animal communication. Topoi. <https://doi.org/10.1007/s11245-026-10409-2>
- [5] Earth Species Project. (2026, April 2). Animal language processing: An AI convergence in animal communication. Earth Species Project. <https://earthspecies.org/2026/04/02/animal-language-processing-an-ai-convergence-in-animal-communication/>

第9章 欺瞞と保全の分かれ道

9.1 偽の音が引き起こす混乱

人工知能は今や、動物の声をそっくりにまねることができる。鳥の鳴き声、クジラの歌、ゾウの鳴き声も作り出す。人が言葉を学ぶように、人工知能も音を聞いて規則を身につける。そうして学んだあとは、新しい音を自ら作り出す。この技術は、動物を助けるために使うことができる。しかし、使い方を誤ると自然を大きく乱してしまう [1]。

動物の研究には「プレイバック（playback）」という方法がある。録音した音をもう一度聞かせて、動物の反応を観察する実験だ。以前は、人が録音しておいた本物の音だけを使っていた。昔の録音は雑音が混ざっていて、動物に気づかれることもあった。今では、人工知能がなめらかな偽の音を作り出す。そのため、動物がいつも騙されやすくなった。この偽の音は、動物の繁殖や子育てを混乱させる [7]。

さまざまな国の学者が、この危険について警告した。クリスチャン・ルッツ（Christian Rutz）教授とその同僚たちが代表的だ。彼らは、偽の音が野生動物の行動を変えてしまうと考えた。音で動物をだますこうした行為を「生態的欺瞞」と呼ぶ。自然の中で動物をだまし、行動を変えてしまうという意味だ。偽の求愛の声を聞いた鳥は、むなしく相手を探す。そうして体力と時間を失い、子育てをする時間を奪われてしまう。

カレン・バックカー（Karen Bakker）教授も、この危険を長く訴えてきた。バックカー教授は、デジタル技術を使って動物の音を聞く研究をリードした学者だ。2022年に出した本『生命の音（The Sounds of Life）』にその思いを込めた。バックカー教授は2023年に亡くなった。彼女が残した警告は、今も受け継がれている [2]。

人は動物の声に、人間の気持ちをつい重ね合わせてしまう。クジラの歌を愛の歌だと思いがちだ。しかし、その音の意味はまだだれも知らない。勝手に思い込むと失敗する。学者たちは、こうした癖にも気をつけるようにと言っている。

ゾウを長く研究してきたジョイス・プール（Joyce Poole）博士のエピソードがある。ケニアのアンボセリで起きた出来事だ。研究チームは、すでに死んだ母親ゾウの鳴き声を群れに聞かせた。ゾウたちは懐かしい声を聞き、あちこち走り回って探し求めた。その中で、死んだ母親の娘が何度も母親を呼び、返事を待った。しかし、その声の主はどこにもいなかった。ゾウは、死んだ家族の声まで覚えている。ゾウは、人の耳には聞こえにくい低い音で遠くまで会話をする。そのおかげで、何十頭もの声を一頭一頭見分けて覚えている。たった一つの音が、群れの心を大きく揺さぶったのだ [3][4]。

クジラについても注意が必要だ。ザトウクジラは歌を歌うクジラだ。ある海で新しい歌が生まれると、流行歌のように広まる。オーストラリア沖の歌が、南太平洋を越えて伝わることもある。この歌は数か月から数年かけて、じわじわと広がっていく。約6,000キロメートルをゆっくりと越えていく。ソウルからとても遠い国まで届くほどの長い距離だ。子どものクジラも、大人のクジラの歌を聞いてまねしながら学ぶ。スマートフォンで流行歌が広まる様子とよく似ている。このように互いに歌を学び合うことは、人間以外では珍しい。人工知能が作った偽のクジラの歌を海に流すと、大きな問題が起こる。長く受け継がれてきた歌の伝統が乱れてしまう恐れがある。動物の言葉を解き明かす前に、彼らの文化を先に壊してしまうことになる [5]。

だから研究者たちも、この実験を慎重に行う。どうしても必要なときだけ、短時間で行う。実験が終わると、動物が無事かどうかを確認する。同じ技術であっても、どのように使うかによって助けにもなれば害にもなる。

関連根拠資料

[1] Rutz, C., Bronstein, M., Raskin, A., Vernes, S. C., Zacarian, K., & Blasi, D. E. (2023). Using machine learning to decode animal communication. *Science*, 381(6654), 152-155. <https://doi.org/10.1126/science.adg7314>

[2] Bakker, K. (2022). *The sounds of life: How digital technology is bringing us closer to the worlds of animals and plants*. Princeton University Press.

[3] Poole, J. (1996). *Coming of age with elephants: A memoir*. Hyperion.

- [4] McComb, K., Moss, C., Sayialel, S., & Baker, L. (2000). Unusually extensive networks of vocal recognition in African elephants. *Animal Behaviour*, 59(6), 1103-1109. <https://doi.org/10.1006/anbe.2000.1406>
- [5] Garland, E. C., Goldizen, A. W., Rekdahl, M. L., et al. (2011). Dynamic horizontal cultural transmission of humpback whale song at the ocean basin scale. *Current Biology*, 21(8), 687-691. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2011.03.019>
- [7] Küçükuncular, A. (2025). Ethical implications of AI-mediated interspecies communication. *AI and Ethics*, 5, 6379-6391. <https://doi.org/10.1007/s43681-025-00828-z>

9.2 どこにでもある監視網と動物のプライバシー

昔は、深い森や遠い海が動物たちの隠れ家だった。人間の目や耳がそこまで届かなかった。今は違う。小さくて賢い音声センサーが、森や海のいたところに置かれている。この装置は24時間、音を聞き続ける。人工知能はその音をすぐに分析する。森や海に設置するこうした自動録音装置を「受動的音響観測網」と呼ぶ [6]。

今や野生動物は、どこからでも見つめる目の前に置かれている。見えない監視塔が常に見張っているようなものだ。Earth Species Projectを共同設立したアザ・ラスキン（Aza Raskin）が、この変化を指摘した。彼は、人工知能のおかげで森や海を休むことなく見張ることができるようになったと述べている。そして、この力が動物を締めつける監視にならないよう、ルールを定めなければならないと警告している [8]。

この装置は、良いことにも使われる。クジラは大型船と衝突して命を落とすことが多い。音声センサーでクジラのいる場所を見つけ出し、船の航路を変える。そうすれば、大型船がクジラとぶつからずにすむ。森でこっそり木を切り倒すノコギリの音もとらえる。姿を消しつつある動物を守り、密猟を防ぐのだ。

しかし、悪い人の手に渡れば武器になる。包丁が料理にも使えれば、人を傷つけることもあるのと同じだ。求愛の声やエサを食べる音を偽物でまねて、動物をおびき寄せることもできてしまう。まだ広く起きているわけではないが、学者たちはこの危険を心配している。動物を助けようとした技術が、動物を捕まえるために使われてしまうかもしれない [7]。

動物のプライバシーも問題になる。プライバシーとは、他人に知られたくない自分だけの領域のことだ。カレン・バック（Karen Bakker）教授は、クジラやイルカを権利を持つ存在として見なすべきだと主張した。親と子がかかわる静かな声まで、人間がひそかに盗み聞きすることがある。その音を勝手に集め、だれでも使えるように公開してしまうことさえある。学者たちは、これをプライバシーの侵害として扱うべきだと考えている。自分の日記を他人にこっそり読まれて、インターネットに公開されるようなものだ [2]。

森や海を長く守ってきた先住民族の権利もある。彼らの土地から生まれた音を、大企業が勝手に持ち去ることもある。その音を使って人工知能を学習させるのだ。音のデータも、その土地の財産だ。持ち主の許可なく持ち去ってはならない。その土地から得られたデータを、その地域の人々が自ら決定できる権利を「先住民族のデータ主権」と呼ぶ。

インターネット上には、動物が監視に立ち向かったという話も出回っている。マッコウクジラの群れが一斉に音を出すのをやめたという話がある。カラスが新しい音を作り出して人工知能を混乱させたという話もある。しかし、こうしたことはまだ科学的に確認されていない。インターネットの動画の中の話にすぎないため、事実として信じてはならない。

良い使い方と悪い使い方は、同じ技術から生まれる。だからこそ、だれがどんな心構えで使うかが重要だ。動物にも、守ってあげなければならない自分だけの空間がある。

関連根拠資料

- [2] Bakker, K. (2022). *The sounds of life: How digital technology is bringing us closer to the worlds of animals and plants*. Princeton University Press.
- [6] Earth Species Project. (2024). Introducing NatureLM-audio: An audio-language foundation model for bioacoustics. <https://www.earthspecies.org/blog/introducing-naturelm-audio-an-audio-language-foundation-model-for-bioacoustics>
- [7] Küçükuncular, A. (2025). Ethical implications of AI-mediated interspecies communication. *AI and Ethics*, 5, 6379-6391. <https://doi.org/10.1007/s43681-025-00828-z>

[8] Faunalytics (Hanes, A.). (2025, October 30). The ethics of using AI to talk to animals. Faunalytics.
<https://faunalytics.org/the-ethics-of-using-ai-to-talk-to-animals/>

9.3 音に隠した人間のしるし：オーディオウォーターマーキング

偽の音を見分ける方法が必要だ。学者や技術者たちは、一つの方法を提案した。人工知能が作った音に「しるし」を隠しておくことだ。この方法を「オーディオウォーターマーキング (audio watermarking)」と呼ぶ [9]。

ウォーターマーキングは、音声ファイルの中に見えない印を刻み込む技術だ。この印は、音声ファイルに隠されたコンピューター信号だ。人間はこの信号にほとんど気づくことができない。しかし、検査プログラムはその信号をすぐに読み取ることができる。Googleが開発したSynthIDが、そうした印の一例だ。この印は、音のあちこちに散りばめて埋め込まれる。そのため、切り取ったり消したりすることが難しい。音量を小さくしたり再生速度を変えたりしても、印は消えずに残る。

この印は、音の出どころを教えてくれる。どの音が人間によって作られた偽物なのか、機械が確認できる。そうすれば、本物の動物の声と偽の音を分けて扱うことができる。本物と偽物を分けることは、自然を守るための第一歩だ。印がなければ、何が本物なのかを見分けるのが難しくなる [1]。

この印は、研究データを守るためにも使うことができる。森や海には、音を集める装置が何千台も置かれている。その中に偽の音が混ざってしまうと、研究結果が台無しになる。本物の鳥の鳴き声と機械が作った鳥の鳴き声を混ぜて数えてしまうと、答えが狂ってしまう。印があれば、偽の音を取り除くことができる。そうすれば、研究データを信頼して使うことができる [7]。

密猟を防ぐために使おうというアイデアもある。研究用の音に印を入れて、どこから出た音なのかを確かめる方法だ。公認された研究用の音と、正体のわからない偽の音を見分けることができる。ただし、この方法には限界がある。悪意のある人間が印のない音を作ってしまうと、見分けることができない。印を消した音を使われてしまうと、見つけ出すのは難しい。そのため、技術一つだけで密猟を完全に防ぐことはできない [8]。

この方法は、まだ提案された段階だ。優れたアイデアだが、自然に実現するわけではない。すべての国や企業が印を入れると約束してこそ、効果を発揮する。たった一か所でも印のない偽の音を流せば、抜け穴ができてしまう。網に一つでも穴があれば、魚が逃げ出してしまうのと同じだ。だから、技術だけでは不十分なのだ。みんなで守るルールが必要だ。

この技術は、人間が作ったほかの音にも使うことができる。人工知能が作った声や歌に印を入れるのだ。そうすれば、偽の声にだまされる被害を減らすことができる。動物を守るために考えられた方法が、人間を守ることにともつながるわけだ。最近、人工知能が作った歌や声がインターネット上にあふれている。だからこそ、こうした印が今後はさらに役に立つはずだ。

関連根拠資料

- [1] Rutz, C., Bronstein, M., Raskin, A., Vernes, S. C., Zacarian, K., & Blasi, D. E. (2023). Using machine learning to decode animal communication. *Science*, 381(6654), 152-155. <https://doi.org/10.1126/science.adg7314>
- [7] Küçükuncular, A. (2025). Ethical implications of AI-mediated interspecies communication. *AI and Ethics*, 5, 6379-6391. <https://doi.org/10.1007/s43681-025-00828-z>
- [8] Faunalytics (Hanes, A.). (2025, October 30). The ethics of using AI to talk to animals. Faunalytics. <https://faunalytics.org/the-ethics-of-using-ai-to-talk-to-animals/>
- [9] Google DeepMind. (2024). SynthID: Identifying AI-generated content. <https://deepmind.google/models/synthid/>

9.4 人間と動物の間のルール作り

人工知能で動物の音を扱うには、ルールが必要だ。力のある人間が勝手に自然を振り回してはならないからだ。音は国境を越えて遠くまで広がる。そのため、一つの国だけが守るのでは不十分だ。学者たちは、多くの国と一緒に守るルールを作ろうと呼びかけている。人間と動物の間で守るべき約束という意味だ [10]。

アメリカのニューヨーク大学ロースクールには、「More Than Human Life（人間を超えた生命）」という研究グループがある。略してMOTH（モス）と呼ばれている。この集まりは2022年に設立された。法律を研究する学者と科学者が一堂に集まった。このグループは、動物を単なるデータではなく、それぞれが生を持つ存在として見つめようと訴えている。そして、四つの約束を盛り込んだルールを発表した。準備すること、ともに話し合うこと、害を防ぐこと、守ること、という約束だ。

第一に、事前にしっかり調べるルールだ。人工知能と野生動物が音をやりとりする実験がある。こうした実験を行う前に、危険性をあらかじめ検査する。繁殖や子育ての文化を傷つけないか確認する。その確認が取れて初めて実験を許可する。工事を始める前に安全検査を受けるのと同じだ。

第二に、むやみに使わせないように制限するルールだ。動物の声をまねる技術は、だれでも勝手に使えるようにはしない。狩猟に使う技術は完全に禁止しようと主張している。審査を通過した場所でのみ、慎重に使うことを許可する。危険な道具をその辺に放置しないのと同じだ。核心となる技術を金儲けのために勝手に使わせないようにしようとも提案している。

第三に、誇大報道を防ぐルールだ。「人工知能が動物と自由に会話できる翻訳機を作った」という大げさなニュースがある。学者たちは、こうしたニュースは有害だと考えている。人々が動物をおもちゃのように扱ってしまう原因になるからだ。そのため、技術がまだできないことを率直に伝えるようにしようと呼んでいる [11]。

ルールは、研究を邪魔するためのものではない。研究を正しく進められるように助ける柵（フェンス）だ。校庭にも白線が引かれているからこそ、安心して走り回れるのと同じだ。ルールを作るには、多くの人々の声が必要だ。科学者だけではない。法律に詳しい人、森や海に暮らす先住民族、動物を大切にする人々が一緒に決める。さまざまな目で見つめれば、見落としが減る。ルールの目的は一つだ。動物を支配するのではなく、尊重することだ [7][8]。

関連根拠資料

[7] Küçükuncular, A. (2025). Ethical implications of AI-mediated interspecies communication. *AI and Ethics*, 5, 6379-6391. <https://doi.org/10.1007/s43681-025-00828-z>

[8] Faunalytics (Hanes, A.). (2025, October 30). The ethics of using AI to talk to animals. Faunalytics. <https://faunalytics.org/the-ethics-of-using-ai-to-talk-to-animals/>

[10] Rodríguez-Garavito, C. (2025). Listening to the more-than-human world: Legal and ethical principles for nonhuman animal communication technologies. More-Than-Human Life (MOTH) Program, NYU School of Law. <https://www.law.nyu.edu/news/ideas/cesar-rodriguez-garavito-animal-communication-ai>

[11] Kluskens, C. (2025). The responsible media representation of artificial intelligence for non-human animal communication. NeurIPS 2025 Workshop on AI for Non-Human Animal Communication.

9.5 最新ニュースと私たちが立つ分かれ道

2026年にも、動物言語の研究は急速に進んだ。Earth Species Projectは、この研究を「動物言語処理（Animal Language Processing）」と位置づけた。コンピューターが人の言葉を理解するように、動物の音を大量に集めて分析する方法だ。1種ずつ個別に調べていたやり方から抜け出し、多くの動物の声を一括して調べる手法だ。この名前を新しく名づけたわけではなく、バラバラだった研究を一つに束ねたものだ。この発表は2026年4月に行われた [12]。

同じ年の7月には、新しいデータ倉庫も開設された。名前は「alp-data」だ。多くの研究者が動物の音声データを共有して使えるように集めた場所だ。35を超えるデータセットが収められている。データを分かち合えば、研究はさらに加速する。クラスの友だち同士で準備したものを分け合えば、作業が早く終わるのと同じだ [13]。

この研究の土台には「NatureLM-audio」がある。動物の声のために作られた大きな人工知能だ。この人工知能は、音を聞くだけでどんな動物かを当てる。音の中にいる動物が何匹かを数えたりもする。ひな鳥か大人の鳥かといった成長の段階を見分けたりもする。学習したことのない動物の声にも気づく能力を見せた。このよう

な人工知能は、人間なら何日もかかる仕事を数分でやり遂げる。そのため、研究者は音をはるかに速く調べることができる [6]。

クジラの研究も進んだ。Project CETIは、マッコウクジラの音のかけらであるcodaを集めた。codaは「カチッ、カチッ、カチッ」と続くクリック音の集まりだ。研究チームは8,700個を超えるcodaを分析した。その結果、音を形づくる基本のかけらを見つけた。研究陣はこの基本のかけらを4つに分けた。研究陣はこれを「マッコウクジラの音の文字」と呼んだ。人間の文字で子音と母音を分けるのと似ている。クジラは音の速さやリズムを変えて意味を変える。クリックを付け足して意味を変えることもある。学者たちは、人間の母音のように音を組み合わせる規則も見つけた。クジラが人間のように「ア」や「イ」の音を出すという意味ではない。人間が子音と母音を組み合わせているいろいろな言葉を作るように、クジラも音を規則どおりに組み合わせるという例えだ [14][15][16]。

人工知能は、姿を消しつつある動物を守るためにも使われる。ハワイガラスがその例だ。この鳥は長いあいだ閉じ込められて暮らしたあと、野生に戻った。そのあいだに群れの声をいくつか忘れていないか、研究者たちが調べている。人工知能で昔の声と今の声を比べてみる。忘れてしまった声を取り戻してあげようとしているのだ。Earth Species Projectは、カラスやシロイルカ、ゾウの声もいっしょに研究している。さまざまな動物をいっしょに調べると、声の共通した規則が見えてくる。

私たちは今、分かれ道に立っている。一方の道は欺瞞だ。にせの音で動物をだまし、混乱させる道だ。もう一方の道は保存だ。静かに耳を傾けて動物を守る道だ。この2つの道は、同じ技術の上に伸びている。どちらの道へ進むかは、人間の選択にかかっている。人工知能は道具にすぎない。音を聞く力が大きくなるほど、その力を守る規則も大きくなければならない。力が強くなれば、その力を扱う方法もいっしょに学ばなければならない。私たちが思い上がりを捨てて耳を開くとき、人間と動物は肩を並べてともに生きていくことができる [10][1]。

関連根拠資料

- [1] Rutz, C., Bronstein, M., Raskin, A., Vernes, S. C., Zacarian, K., & Blasi, D. E. (2023). Using machine learning to decode animal communication. *Science*, 381(6654), 152-155. <https://doi.org/10.1126/science.adg7314>
- [6] Earth Species Project. (2024). Introducing NatureLM-audio: An audio-language foundation model for bioacoustics. <https://www.earthspecies.org/blog/introducing-naturelm-audio-an-audio-language-foundation-model-for-bioacoustics>
- [10] Rodríguez-Garavito, C. (2025). Listening to the more-than-human world: Legal and ethical principles for nonhuman animal communication technologies. *More-Than-Human Life (MOTH) Program*, NYU School of Law. <https://www.law.nyu.edu/news/ideas/cesar-rodriquez-garavito-animal-communication-ai>
- [12] Earth Species Project. (2026, April 2). Animal language processing: An AI convergence in animal communication. <https://earthspecies.org/2026/04/02/animal-language-processing-an-ai-convergence-in-animal-communication/>
- [13] Earth Species Project. (2026, July 22). Introducing alp-data: A shared data layer for animal language processing. <https://earthspecies.org/2026/07/22/introducing-alp-data-a-shared-data-layer-for-animal-language-processing/>
- [14] Project CETI. (2024). Sperm whale phonetic alphabet proposed for the first time. <https://www.projectceti.org/blog-posts/sperm-whale-phonetic-alphabet-proposed-for-the-first-time>
- [15] Sharma, P., Gero, S., Payne, R., et al. (2024). Contextual and combinatorial structure in sperm whale vocalisations. *Nature Communications*, 15, 3617. <https://doi.org/10.1038/s41467-024-47221-8>
- [16] National Geographic. (2024). We're one step closer to understanding the sperm whale 'alphabet'. <https://www.nationalgeographic.com/animals/article/sperm-whale-vowel-patterns-communication-discovery>

第10章 人間以外の人格と機械補助的権利

10.1 沈黙から証言へ

人間の法律は長い間、権利を人間だけに与えてきた。会社のように人々が集まって作った組織にも権利を与えた。こうした組織を法人（ほうじん）と呼ぶ。法人は法律が作った「架空の人間」だ。会社や学校がこれに当たる。法人は人間ではないが、法律の前では人間のように扱われる [3]。

昔の法律はある一つのことを信じていた。自分の義務を理解し、約束を結べる者だけが権利を持つという考えだ。動物は言葉で自分を守ることができない。そのため法律は、動物を権利の持ち主とは見なさなかった。人間が売り買いできる「物」や財産として扱っていた。

この古い壁が今、揺らいでいる。人工知能と生物音響学が手を組んだからだ。生物音響学は動物が出す音を研究する学問だ。二つの技術が出会い、動物の心の声を数字で見せ始めた [2]。

昔は人間が耳だけで動物の声を聞いていた。そのため聞き逃す音が多かった。今は海の中に録音機を広く配置している。Project CETI（Cetacean Translation Initiative）がこの取り組みを行っている。日本語に訳すと「クジラの言葉翻訳計画」だ。この計画はマッコウクジラの音を長い間集めてきた。こうして集めた音を人工知能が一つ一つ調べる。人間が見落とした規則までコンピューターが見つけ出す [4]。

マッコウクジラは音のまとまりであるcodaを交わし合う。codaは短いカチッという音を何度もつなげた音だ。その中には群れを知らせるidentity codaがある。同じ一族で共有する目印のような音だ。マッコウクジラはこの音で同じ群れの仲間を見分ける。人間の個人の名前とまったく同じとはいえない。クラス全体で使う学級スローガンに近い。

マッコウクジラの音には規則が隠れている。いくつかの音の単位を組み合わせて様々な形を作る。人間の言葉も同じ仕組みで成り立っている。いくつかの子音と母音を組み合わせて無数の言葉を作る。ただし、それぞれのcodaが正確にどんな意味を持つのかはまだ研究中だ。音の組み立ては明らかになったが、意味はまだ完全には解明されていない。

人間の脳を研究する学者たちは、言語を新しく解釈している。マサチューセッツ工科大学（MIT）のエヴェリーナ・フェドレンコ（Evelina Fedorenko）教授の研究チームだ。彼らは2024年、学術誌『Nature』に論文を発表した。言語は深い思考を生み出すための必須条件ではないと見ている。言語は心の中を他人に伝える道具にすぎないという意味だ。思考と言葉は別のものであるという話だ。言葉を話せないからといって、考えがないとは言えない [1]。

この考えは、法律の古い思い込みを揺るがす。動物が人間のような言葉を話せないからといって、知能を無視することはできない。動物も独自の方法で精巧な音を交わし合っていた。人工知能は、人間が見落としていた音の規則を見つける手助けをしてくれる。

ここで一つ、分けて考えなければならない点がある。音に規則があることを知ることと、法律を変えることは別の話だ。科学が新しい事実を解明しても、法律はすぐには変わらない。社会の合意や長い議論、そして新しい判例があってこそ法律は動く。それでも動物の音が意味を込めたコミュニケーションだと分かれば、法律も変わっていく。法律は動物を単なる「物」にとどめておくことが難しくなる。

関連根拠資料

- [1] Fedorenko, E., Piantadosi, S. T., & Gibson, E. A. F. (2024). Language is primarily a tool for communication rather than thought. *Nature*, 630, 575-586. <https://doi.org/10.1038/s41586-024-07522-w>
- [2] Sharma, P., Gero, S., Payne, R., Gruber, D. F., Rus, D., Torralba, A., & Andreas, J. (2024). Contextual and combinatorial structure in sperm whale vocalisations. *Nature Communications*, 15, 3617. <https://doi.org/10.1038/s41467-024-47221-8>

- [3] Rodríguez-Garavito, C., Gruber, D. F., Nemeth, A. O., & Beguš, G. (2025). What if we understood what animals are saying? The legal impact of AI-assisted studies of animal communication. *Ecology Law Quarterly*, 52(1).
<https://doi.org/10.15779/Z383X83N5Q>
- [4] Project CETI. (2024, May 7). Sperm whale phonetic alphabet proposed for the first time. Project CETI.
<https://www.projectceti.org/blog-posts/sperm-whale-phonetic-alphabet-proposed-for-the-first-time>

10.2 NYU MOTHプログラムと機械補助的権利

この変化を法律へと反映させようとする中心地がある。ニューヨーク大学（NYU）ロースクールの「人間を超えた生命プログラム」だ。英語ではMOTH（More Than Human Life）と呼ぶ。このプログラムは環境法学者のセサル・ロドリゲス＝ガラビート（César Rodríguez-Garavito）教授が率いている [1]。

ガラビート教授は多くの学者とともに研究している。カリフォルニア大学バークレー校（UC Berkeley）のガシュペル・ベグシュ（Gašper Beguš）博士も参加している。彼らは新しい考えを提案した。人工知能が解明した動物の音を法廷の証拠として使おうというものだ。これを機械補助的権利（Machine-Assisted Rights）と呼ぶ。まだ広く使われている言葉ではなく、彼らが新しく打ち出した提案だ。

機械補助的権利を分かりやすく説明するとうなる。人工知能が動物のコミュニケーションと生息環境を読み取る。人間が原因で動物が受ける被害を数字で測定する。その数値を法廷に証拠として代わりに提出しようというものだ。言葉を話せない動物の代わりに務める通訳であり、代理人であるわけだ。子どもが自分で書類を出せないとき、大人が代わりに手伝うのと似ている。

このやり方は、法律の古い条件を回避しようとしている。昔の法律は訴訟を起こす資格を人間だけに与えていた。この資格を訴訟を起こす資格、すなわち「原告適格」という。動物はこの資格を得られなかった。だから学者たちは人工知能が測った被害を証拠にしようとしている。そうして動物のために法廷の扉をたたこうとしているのだ。

ベグシュ教授の研究チームは大きな発見をした。マッコウクジラの音の中にフォルマント（formant）構造を見つけたのだ。フォルマントとは、音の中でエネルギーが集まり、ひときわはっきりと響く周波数帯のことだ。人間が口の形を変えて母音を出すときに生じるものと似ている。研究チームは2025年の発表で、マッコウクジラのcodaにa（ア） codaとi（イ） codaがあることを明らかにした。人間の母音のように互いに異なる音だ [2]。

ところが、人工知能が再現した音の地図は悲しい事実も知らせた。大型船のスクリュー音や資源探査用の爆発音が海を満たしている。こうした音を人間が作り出した「海洋騒音」という。2021年に学術誌『Science』に掲載された研究がこれを取り上げた。産業が発展して以来、海が非常に騒がしくなったという内容だ。船舶の騒音がマッコウクジラのcodaの構造に影響を与える可能性があるという研究もある [3]。

MOTHプログラムは、この被害を法廷の証拠として使えると主張する。音の意味を完全に翻訳できなくてもよいというのだ。マッコウクジラの群れのコミュニケーションがどれほど損なわれたかを数字で示せばよいという考えだ。音が乱されたグラフそのものを証拠にしようというのである。そうすれば裁判所が船の航路を変更させたり、軍事用音波装置を規制したりできると見ている。この主張はマッコウクジラに二つの権利を認めることを求めている。苦痛から逃れる権利と、文化を守る権利だ [4]。

この考えは、既存の法律をより確かなものにする力にもなる。アメリカには絶滅の危機に瀕した動物を守る法律がある。海に住む哺乳類を守る法律も別にある。人工知能が測定した被害の数値は、これらの法律を実際に機能させる力になる。新しい権利を定める前であっても、すでにある法律をより力強く運用できるという意味だ。

ここでも分けて考える必要がある。音が損なわれたと知ることと、法律を変えることは別だ。証拠を法廷に実際に提出した訴訟があるかどうかは、まだ確認されていない。学者たちはそのように使えると提案している段階だ。

関連根拠資料

- [1] Rodríguez-Garavito, C., Gruber, D. F., Nemeth, A. O., & Beguš, G. (2025). What if we understood what animals are saying? The legal impact of AI-assisted studies of animal communication. *Ecology Law Quarterly*, 52(1). <https://doi.org/10.15779/Z383X83N5Q>
- [2] Beguš, G., Sprous, C., Lebanidze, T., Gero, S., & Andreas, J. (2025). Vowel- and diphthong-like spectral patterns in sperm whale codas. *Open Mind*, 9, 1849-1874. <https://doi.org/10.1162/OPMI.a.252>
- [3] Duarte, C. M., Chapuis, L., Collin, S. P., et al. (2021). The soundscape of the Anthropocene ocean. *Science*, 371(6529), eaba4658. <https://doi.org/10.1126/science.aba4658>
- [4] Surma, K. (2025, October 29). AI is decoding whales' communications. Could that be a turning point in the push for their rights? *Inside Climate News*. <https://insideclimatenews.org/news/29102025/ai-sperm-whale-communications-legal-rights/>

10.3 カリブ海の証言と先住民の知恵

人間以外の人格をめぐる議論は、西洋の学者たちのコンピューターの中だけにとどまらない。人間以外の人格とは、人間ではないが法律が保護できる存在を指す。この議論は、長い間海を守ってきた先住民の知恵と出会い、大きく広がった [2]。

2024年3月28日、太平洋のクック諸島（Cook Islands）のラロトンガで歴史的な出来事があった。マオリの王とクック諸島の指導者たちが一堂に会した。タヒチ、トンガ、ハワイの指導者たちも加わった。彼らはクジラを権利を持つ独立した主体として認めた。人間ではないが法律が保護する存在であると宣言したのだ。この共同宣言の名はヘ・ファカプタンガ・モアナ（He Whakaputanga Moana）、すなわち大洋宣言だ。この宣言は2026年2月、ニュージーランドのワイタンギで再び広く知られるようになった [1][4]。

この宣言は、クジラを感じる心を持つ存在として認めた、先住民主導の最初の宣言だ。宣言はクジラに、自由に泳ぐ権利と健康な海で生きる権利を掲げている。

この宣言は伝統的生態系知識に根ざしている。伝統的生態系知識とは、自然を共に生きる親族と見なす古い知恵だ。先住民はこの知識を長い年月受け継いできた。彼らはクジラの歌が偶然の騒音ではないことを知っていた。その歌が海の記憶と一族の歴史を伝えていていると信じていた。

現代の人工知能は、この昔からの直感と同じ方向を指し示している。Project CETIはカリブ海のドミニカ沖のクジラを長い間観察してきた。研究チームはこれらのクジラのcodaを人工知能で分析した。いくつかの特徴を組み合わせると、区別できるcodaが大幅に増えた。以前はcodaのタイプを21種類ほど見ていた。ところが組み合わせの仕組みを解明したところ、区別できるパターンが100種類を超えた。人間が少ない文字を組み合わせでたくさんの言葉を作るのと似ている。先住民が歌に意味を込めて伝えてきたと信じていたこととも通じている [3]。

クック諸島の指導者たちは昔からクジラを親族と考えてきた。クジラを海の偉大な長老としてもてなした。こうした思いは科学が生まれるはるか前から存在していた。今、人工知能がその思いに数字という根拠を付け加えている。

そこで先住民と科学者は新しいやり方を共に作り上げた。人工知能の計算と先住民の海の知恵を並べ合わせる方法だ。ここで先住民は補助の研究員ではない。人工知能を設計する段階から一緒に決定を下す主役である。科学者と先住民が対等に手を取り合い、海を守っている。

こうした合意は一国の中だけにとどまらない。大洋は多くの国の海にまたがっているからだ。クジラは国境を知らず、広い海を行き来する。だから一つの国の法律だけではクジラを守り切ることはできない。大洋宣言は、多くの国や部族が共に手を携える第一歩なのだ。

関連根拠資料

- [1] He Whakaputanga Moana. (2024, March 28). Whale protection and legal personhood declaration. Rarotonga, Cook Islands. <https://www.whaledclaration.com/>

- [2] Rodríguez-Garavito, C., Gruber, D. F., Nemeth, A. O., & Beguš, G. (2025). What if we understood what animals are saying? The legal impact of AI-assisted studies of animal communication. *Ecology Law Quarterly*, 52(1).
<https://doi.org/10.15779/Z383X83N5Q>
- [3] Sharma, P., Gero, S., Payne, R., Gruber, D. F., Rus, D., Torralba, A., & Andreas, J. (2024). Contextual and combinatorial structure in sperm whale vocalisations. *Nature Communications*, 15, 3617.
<https://doi.org/10.1038/s41467-024-47221-8>
- [4] Inside Climate News. (2026, February 5). How a 'powerful vision' on whales and oceans could change worldviews. Inside Climate News.
<https://insideclimatenews.org/news/05022026/maori-scientist-daniel-hikuroa-legal-rights-of-whales/>

10.4 種の進化する権利

人工知能が切り開いたこの道の先には、さらに大きな思想がある。航路を変更せよという命令を超えた考え方だ。人間以外の知性が自らの力で未来へと進む権利である。一部の学者はこれを「種の進化する権利」と呼んでいる。まだ法律で定められた権利ではなく、学者たちの提案である [1]。

人間の言葉は長い年月をかけて成長してきた。いくつかの音から始まり、複雑な文法へと発展した。動物の音の文化も止まったままの剥製ではない。世代を超えて学び、まねし、変化しながら育つ生きた財産だ。地域ごとにクジラの歌が少しずつ違う理由もここにある。人間の言葉が地域ごとに方言として分かれるのと似ている [3]。

マッコウクジラの母親を見るとこれがよく分かる。母親は生まれたばかりの子どもに群れの音を教える。子どもは喃語のようなたどたどしい音で長くまねをする。人間の赤ちゃんが言葉を覚えるときにたどたどしくまねをする姿とそっくりだ。マッコウクジラの音が、生まれつき刻まれた本能ではないことを示している。世代から世代へと受け継がれる文化遺産なのだ。人間が本や歌を受け継ぐように、クジラは音を受け継いでいく。

ところが、人間が海に垂れ流した騒音がこの学びを邪魔している。産業の騒音や昼夜を問わない軍事的な爆発音が海を満たす。子どものクジラは親の音をきちんと聞き取ることができない。音を学ぶための大切な周波数帯が乱されてしまうからだ。教室がうるさいと先生の話が聞こえないのと同じだ。これは一頭を傷つけることにとどまらない。一つの群れの文化と記憶のつながりを断ち切る行為なのだ [2]。

そこで一部の生態哲学者や法学者たちは、ある主張をしている。動物が音を安全に学び、受け継いでいく権利を守ろうということだ。このとき、動物が生きる世界を、それぞれの感覚でとらえる固有の世界と呼ぶ。コウモリが感じる世界とクジラが感じる世界は互いに異なる。人間の騒音や偽の音に邪魔されず、自ら育っていく権利を認めようという提案だ。これはまだ法律ではなく、学者たちの議論の段階である。

人工知能が作った偽のクジラの声にも注意が必要だ。人間がむやみに流した偽の音は、子どもの学びを混乱させてしまう。だからこの提案には、偽の音を防ぐ役割も含まれている。使い方を誤れば、優れた技術も新しい騒音になりかねない。翻訳機はクジラの世界に耳を傾ける道具であるべきだ。クジラの世界を乱す道具になってはならない。

海の騒音は、減らせば急速に静まる。2021年の『Science』の研究はこの点を明らかにした。騒音はその場で発生するため、原因を減らせば海はすぐに静かになる。私たちが商業的な騒音を減らせば、クジラは再びお互いの音をはっきりと聞き取ることができるようになる。

関連根拠資料

- [1] Rodríguez-Garavito, C., Gruber, D. F., Nemeth, A. O., & Beguš, G. (2025). What if we understood what animals are saying? The legal impact of AI-assisted studies of animal communication. *Ecology Law Quarterly*, 52(1).
<https://doi.org/10.15779/Z383X83N5Q>
- [2] Duarte, C. M., Chapuis, L., Collin, S. P., et al. (2021). The soundscape of the Anthropocene ocean. *Science*, 371(6529), eaba4658. <https://doi.org/10.1126/science.aba4658>
- [3] Sharma, P., Gero, S., Payne, R., Gruber, D. F., Rus, D., Torralba, A., & Andreas, J. (2024). Contextual and combinatorial structure in sperm whale vocalisations. *Nature Communications*, 15, 3617.
<https://doi.org/10.1038/s41467-024-47221-8>

10.5 新しい証拠とこれからの物語

この分野は今も急速に成長している。毎年新しい研究が発表され、新しいツールが登場している。ほんの数年前には想像もできなかったことばかりだ [1]。

バークレイとProject CETIの研究が良い例だ。前に見たように、研究チームはマッコウクジラのcodaから母音のような音を見つけた。2026年には王立協会紀要B(Proceedings of the Royal Society B)に後続の研究が掲載された。マッコウクジラの母音のような音が、人間の母音のように規則にしているという内容だ。マッコウクジラが人間のように音を作っているという証拠が、さらに強まった。

Earth Species Projectは別の道を切り開く。この団体はNatureLM-audioという人工知能を作った。動物の音のための、初めての大きな音声言語モデルだ。このモデルは音を聞くだけでどんな動物かを言い当てる。録音の中に動物が何匹いるかも数え出す。学んだことのない動物の音も、ある程度見分ける [2]。

2026年、この団体は研究のやり方を広げた。ひとつの種だけを狭く掘り下げる代わりに、多くの種の音を一度に集めてみる。このようにコンピュータでさまざまな動物の音をいっしょに分析する方法を広げていく。2026年7月には、そのための共有データ保管庫であるalp-dataを公開した。世界の研究者が同じデータを分け合って使う土台だ。図書館でだれもが同じ本を借りて読むのと似ている [3]。

2026年3月、Project CETIは新しい研究を2本発表した。ひとつはマッコウクジラの出産を詳しく記録した研究だ。海の中での出産をこれほど細かく記録したものは初めてだ。もうひとつは、群れが出産を手伝う姿を明らかにした。母親が子どもを産むとき、ほかのクジラたちがそばで見守ってくれる。霊長類ではない動物で、このような協力し合う世話を詳しく示した研究だ。こうした行動を見て、クジラの権利を語る学者たちもいる。複雑な社会性や世話をする行動が、権利をめぐる話し合いの参考資料になり得るということだ。ただし、お互いに助け合う行動をそのまま法的な義務と見るのは難しい。クジラが仲間を助けることと、人間が法を守ることは別のことだ [4]。

法が動物を人間のようにあつかうまでには、まだ道が遠い。これまで多くの国の裁判所は、動物の訴訟資格をなかなか認めなかった。2022年のアメリカ・ニューヨーク州裁判所の判決がその例だ。動物の権利団体が、ゾウのハッピー(Happy)のために訴訟を起こした。狭い檻から出してほしいという訴訟だった。裁判所はこれを受け入れなかった。人間のための制度を、ゾウにそのまま使うことはできないという理由だった。このように、事実を知ることと法を変えることは別のことだ [5]。

これらすべての証拠は、ひとつの方向を指し示している。動物の音は騒音ではなく、意味を含めたコミュニケーションだという事実だ。証拠が積み重なるほど、法が動物を物のままにしておくことは難しくなる。科学が前を歩き、法がその後ろをゆっくりとついていく。人工知能は、動物の声を法廷へと届ける通訳者になっていく。地球の生命を通訳することが、彼らの権利を確立することへとつながる。

関連根拠資料

- [1] Beguš, G., Sprous, C., Lebanidze, T., Gero, S., & Andreas, J. (2026). The phonology of sperm whale coda vowels. *Proceedings of the Royal Society B*, 293(2044). <https://doi.org/10.1098/rspb.2025.2994>
- [2] Robinson, D., Miron, M., Hagiwara, M., Weck, B., Keen, S., Alizadeh, M., Narula, G., Geist, M., & Pietquin, O. (2025). NatureLM-audio: An audio-language foundation model for bioacoustics. *International Conference on Learning Representations (ICLR) 2025*. <https://arxiv.org/abs/2411.07186>
- [3] Earth Species Project. (2026, July 22). Introducing alp-data: A shared data layer for animal language processing. Earth Species Project. <https://earthspecies.org/2026/07/22/introducing-alp-data-a-shared-data-layer-for-animal-language-processing/>
- [4] Project CETI. (2026, March). Studies documenting rare sperm whale birth and ancient cooperative care released. *EurekAlert!* <https://www.eurekalert.org/news-releases/1120823>
- [5] Nonhuman Rights Project, Inc. v. Breheny. (2022). 38 N.Y.3d 555, New York Court of Appeals. <https://www.nycourts.gov/ctapps/Decisions/2022/Jun22/52opn22-Decision.pdf>

エピローグ：インタースピーシーズ・インターネットと共存の地球

E.1 マッコウクジラのクリック音と深海のアルファベット

海の深いところはいつも暗い。日光が届かない数千メートル下は、真っ暗な夜のようだ。その暗闇の中で、マッコウクジラは音で世界を見る。マッコウクジラは額からカチカチという音を放ち出す。この短い音の一つをクリック(click)と呼ぶ [3]。

マッコウクジラはクリックをいくつも続けて出す。このように続いた音のまとまりをcodaと呼ぶ [2, 3]。クリックは一つの音であり、codaはそのクリックをいくつも束ねた音の束だ。codaはクリックを3個から40個ほどつなげて作る。人間の耳には、codaがただの同じカチカチという音にしか聞こえない。長い間、人間はこの音を意味のない雑音だと考えていた [2]。

しかし、人工知能がこの音を聞き直した。Project CETIという研究チームが乗り出した。CETIはクジラの言葉を解き明かそうとする世界各国の研究者の集まりだ。このチームのPratyusha Sharma研究員とJacob Andreas教授が音を分析した。ドミニカのマッコウクジラを長く観察してきたShane Gero博士も参加した [1]。

研究チームは非常にたくさんの音を集めて調べた。マッコウクジラのcoda 8,719個を一つ一つ詳しく調べた。その中から、codaを形づくる四つの基本要素を見つけ出した。音のリズムや速さ、そして付け加えられる小さなクリックなどだ。これらの要素をさまざまに変えることで、異なるcodaが作られる。

人工知能は、同じように見えていたクリックの中から規則を見つけ出した。マッコウクジラはクリックの間隔を少しずつ広げたり縮めたりする。音の速さも変える。クリックのまとまりの前後に小さな音を付け加えることもある。こうした小さな違いが集まって、それぞれ異なる音の構造を作り出す。

マッコウクジラは音の速さも調節する。同じcodaを少し引き延ばして出すこともある。少し縮めて素早く出すこともある。歌を歌うときにテンポを伸ばしたり縮めたりするのと似ている。このわずかな伸び縮みも、音を変える鍵となる。

新しい研究はここからさらに一歩進んだ。学者たちはcodaの中でどの高さの響きが強く出るかを調べた。人間が「ア」や「イ」の母音を出すときにも、強く響く場所がある。マッコウクジラのcodaにも、そのような特徴が現れた。CETIチームは、このようなクジラの母音を2種類見つけた。人間が出す「ア」と「イ」の音に似ている [4]。

マッコウクジラはどのようにしてこのような母音を出すのだろうか。マッコウクジラは頭の内側にある「音の唇」で音を作る。その音を頭の中の空気袋で整える。人間が声帯で声を出し、口の形を変えて母音を作るのと似ている。音を作る場所と整える場所が分かれているわけだ。

研究チームは、マッコウクジラが約156種類の異なるcodaを出すことを明らかにした。これらのcodaは一文字の文字ではない。リズムや速さといったいくつかの要素を組み合わせて作った音のまとまりだ。少ない材料でたくさんの音を作り出す工夫が、深海にも存在していたのだ。ただし、それぞれのcodaがどのような意味を持つのかは、まだ明らかになっていない。研究チームは音の構造を突き止めたにすぎない。

同じcodaでも群れごとに少しずつ異なる。人間の方言と似ている。一つの群れの中では、お互いに声を重ね合わせてリズムを合わせる。一頭のクジラが音を出すと、別のクジラがすぐに音をつなげる。このようにしてマッコウクジラは、会話の流れを一緒に作り出す。

あるcodaは名札のような役割を果たす。マッコウクジラは大きな家族の群れを作って暮らしている。群れごとによく使うcodaが決まっている。このcodaを聞けば、どの群れのクジラなのかが分かる。人間が方言から出身地を推測するのと似ている。

このように小さな違いが積み重なって音を作り出すという点が重要だ。マッコウクジラはいくつかの音の要素をさまざまに組み合わせる。その組み合わせ方によって、異なるcodaが作り出される。人間がいくつかの文字から数え切れないほどの言葉を作るのと似ている。深海にもこのような仕組みが隠されていたのだ。

この音をとらえるには、優れた録音装置が必要だ。CETIチームは、クジラの体に取り付ける小さな録音機を作った。この装置はクジラの音とともに、水中の状況も記録する。どのような状況でどんな音を出したのかを一緒に見て初めて、意味を解き明かせるからだ。人間が人工知能という新しい道具を手に入れて初めて、深海のアルファベットが見えてきたのだ。

関連根拠資料

- [1] Sharma, P., Gero, S., Payne, R., Gruber, D. F., Rus, D., Torralba, A., & Andreas, J. (2024). Contextual and combinatorial structure in sperm whale vocalisations. *Nature Communications*, 15, 3617.
<https://doi.org/10.1038/s41467-024-47221-8>
- [2] Oceanographic. (2026). Scientists listen in on sperm whale communication with new tech. *Oceanographic Magazine*.
<https://oceanographicmagazine.com/news/scientists-listen-in-on-sperm-whale-communication-with-new-tech/>
- [3] Project CETI. (2026). Research. Project CETI. <https://www.projectceti.org/research/index>
- [4] Kemeny, R. (2026, April 14). We're one step closer to understanding the sperm whale 'alphabet'. *National Geographic*.
<https://www.nationalgeographic.com/animals/article/sperm-whale-vowel-patterns-communication-discovery>

E.2 人間だけが言葉を話すという考えを越えて

長い間、人間は自分たちを特別な存在だと考えていた。地球上で言葉を話し、意思を通わせるのは人間だけだと信じていた。人間の言葉に似ていない動物の鳴き声は、単なる雑音と見なしていた。このように人間だけが特別だと思い込む考えが、長い間続いてきた [1]。

この思い込みは、古い壁のように頑丈だった。その壁のせいで、動物の鳴き声は暗闇の中に埋もれていた。人間は隣にいる命たちが何を考えているのかを聞こうとしなかった。その間にどれほど多くの物語が見過ごされてきたのか、私たちには分からない。

この壁は、人間の言葉の物差しで動物を測る癖から生まれたものだ。人間は単語と文があってこそ言葉だと考えていた。その枠組みに合わない音は意味がないと退けた。しかし、動物の音を人間の言葉の枠組みに合わせる理由はない。それぞれ異なる体と、異なる生き方から生まれた音だからだ。

人工知能がこの壁を少しずつ崩している [3, 4]。人工知能は動物の音を「思考の地図」の上に整理する。学者たちはこの地図を潜在空間(latent space)と呼んでいる。この地図では、音が似ていれば点も近くに集まる。音が異なれば点も遠く離れる [4]。

学者たちは人間の言葉の地図と動物の音の地図を並べてみた。二つの地図はまったく無関係な赤の他人ではなかった。地図の形を合わせて重ねると、似た場所が現れた。人間の特定の言葉と、動物の特定の合図が同じ場所に重なることさえあった。

ここには面白い方法が隠されている。二つの地図を重ねるとき、あらかじめ作った翻訳表は必要ない。学者たちは二つの地図の形だけを見て、互いに一致する場所を探す。2枚の紙を重ねて窓に当て、模様を合わせるのと似ている。このような形の重ね合わせを、学者たちが今実験している。

このような研究を率いる学者たちがいる。アメリカの言語学者ガシュペル・ベグシュ(Gašper Beguš)は、動物の音の規則を人工知能で探している。彼らは人間の言葉の規則を動物に無理に押し付けない。音そのものの形から規則がおのずと現れるのを待つ。

ここから新しい考えが生まれる。動物は人間の言葉を待つだけの相手ではない。動物はそれぞれ自分の世界を感じ、その世界を音で描いてきた相棒だ。動物が自分の感覚で感じる世界をUmweltという。コウモリは音で世界を見つめ、犬はにおいで世界を読む。クジラにはクジラの世界があり、鳥には鳥の世界がある。

この重ね合わせの方法は、難しい状況で力を発揮する。人間と動物の間にはあらかじめ作られた辞書がない。単語を対応させた対照表もない。それでも人工知能は二つの地図の形だけを見て、対応する相手を探そうとする。異なる世界をつなぐ新しい架け橋になり得るのだ。

だから私たちは、動物の音を人間の言葉の下に置いてはならない。動物の思いやりリズムを対等に尊重する心が必要だ。すべての命の音を同じように大切に作る心だ。人間が地球の一員として成長するためには、まずこの心を持たなければならない [2]。

関連根拠資料

- [1] Rodríguez-Garavito, C. (2026, February 19). AI-enabled decoding of whale communication could bolster animal rights. NYU School of Law Ideas. <https://www.law.nyu.edu/news/ideas/cesar-rodriguez-garavito-animal-communication-ai>
- [2] MOTH - More Than Human Life. (2026). MOTH x CETI: Exploring how understanding sperm whale communications can be a force for good. mothrights.org. <https://mothrights.org/news/moth-x-ceti-exploring-how-understanding-sperm-whale-communications-can-be-a-force-for-good/>
- [3] Bioneers. (2026). The quest to decode whale-speak. Bioneers. <https://bioneers.org/the-quest-to-decode-whale-speak/>
- [4] Rutz, C., Bronstein, M., Raskin, A., Vernes, S. C., Zacarian, K., & Blasi, D. E. (2023). Using machine learning to decode animal communication. Science, 381(6654), 152-155. <https://doi.org/10.1126/science.adg7314>

E.3 地球の生命をつなぐ種間インターネット

人間の間にはインターネットがある。インターネットは、遠くにいる人どうしがお便りをやり取りできるように結ぶ網だ。しかし、地球には人間だけが住んでいるわけではない。クジラやゾウ、鳥やミツバチ、木々までもが共に生きている。これらの生命を一つにつなごうという夢がある。この夢を種間インターネット (Interspecies Internet) と呼ぶ [1]。

この夢は2013年に初めて登場した。インターネットを作ったヴィント・サーフ (Vint Cerf) と音楽家のピーター・ガブリエル (Peter Gabriel) が先頭に立った。学者のニール・ガーシェンフェルド (Neil Gershenfeld) とダイアナ・ライス (Diana Reiss) も加わった。彼らはインターネットを人間だけのものにしておかないようにしようと呼びかけた。動物たちにもそのネットワークを開放しようという考えだった。

種間インターネットは、動物の音をアプリで翻訳するだけにとどまらない。地球上のすべての生命がお互いの便りや危険を分かち合う、大きなネットワークを意味する。人間の神経が体のすみずみまでつながっているように、このネットワークは地球全体の生命をつなぐ。

実は、こうしたつながりの断片は自然の中にすでに存在する。さまざまな動物が、ほかの種類の警告音を聞き取っている。ミーアキャットが危険を知らせると、そばにいるほかの動物がその音を聞き分けて一緒に逃げる。科学者たちは、このような盗み聞きを70種以上の動物で確認した。異なる動物どうしが同じ危険情報を共有しているわけだ [2]。

イルカもこのような分かち合いを見せてくれる。イルカは群れと群れが海で出会うとき、口笛を交わし合う。一頭一頭異なるこの口笛は、名札のような役割を果たす。音でお互いが誰なのかを確認するのだ。目に見えないこの音の道が、すでに一つのネットワークを形づくっている [3]。

このネットワークがつなぐのは音だけではない。木や草も合図を発している。水が不足すると、トマトやタバコといった植物は人間の耳には聞こえない音を出す。ストレスを受けた1本の植物は、1時間に30回から50回ほどパチパチという音を立てる。人工知能はこうした音を集めて植物の状態を読み取ることができる [4]。

人工知能は、このような断片をつなぎ合わせる手助けをする。これから登場する新しい通信網も力を貸すことができる。6Gという通信網は、電波を物体に反射させて周囲の動きを読み取ることができる。通信網をセンサーとして使うこの考え方を、ネットワーク・センサー (network as a sensor) と呼ぶ。ただし、この技術を動物のコミュニケーション網につなげることは、まだ可能性の段階にすぎない [5]。

このネットワークをうまく使えば自然を守ることができる。熱帯雨林で木を勝手に切り倒し始めたとしよう。逃げ惑う鳥たちの動きや植物の異常な合図が、ネットワークを通じて中央に集まる。人間がすぐにその知らせを受け取って伐採を止めることができる。種間インターネットは、監視ではなく共に生きるための道具になり得る。地球上の生命がお互いの危険を知らせ合い、互いを気遣う大きな神経網になるのだ。

関連根拠資料

- [1] Interspecies Internet. (n.d.). About. Interspecies Internet. <https://www.interspecies.io/about>
- [2] Magrath, R. D., Haff, T. M., Fallow, P. M., & Radford, A. N. (2015). Eavesdropping on heterospecific alarm calls: from mechanisms to consequences. *Biological Reviews*, 90(2), 560-586. <https://doi.org/10.1111/brv.12122>
- [3] Quick, N. J., & Janik, V. M. (2012). Bottlenose dolphins exchange signature whistles when meeting at sea. *Proceedings of the Royal Society B*, 279(1738), 2539-2545. <https://doi.org/10.1098/rspb.2011.2537>
- [4] Khait, I., Lewin-Epstein, O., Sharon, R., et al. (2023). Sounds emitted by plants under stress are airborne and informative. *Cell*, 186(7), 1328-1336. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2023.03.009>
- [5] Nokia Bell Labs. (n.d.). Network as a sensor. Nokia. <https://www.nokia.com/bell-labs/research/6g-networks/6g-technologies/network-as-a-sensor/>

E.4 新しい道具が解き明かしたもの：自然の言葉を学ぶ人工知能

人工知能は、動物の音を学習する方向にも進化した。Earth Species Projectが新しい人工知能を発表した。名前はNatureLM-audioだ。これは動物の音のために作られた最初の大規模音声人工知能だ。2024年11月に初めて公開され、2025年の国際学会(ICLR)で正式に発表された [1]。

この人工知能はいくつかの仕事を一度にこなす。音を聞いてどんな動物かを言い当てる。その動物が子どもか大人かも見分ける。音の種類を分類し、音に説明を添える。録音の中に動物が何匹いるかを数えることもできる。

人間が教えていないことをやってのけた点が際立っている。普通の人工知能は教わったことしかできない。しかしこの人工知能は、たくさんの音を学ぶうちに新しい特技を自分から身につけた。何匹いるかを数えることも、最初から教わったわけではない。たくさん聞いているうちに、自然とできるようになったのだ。

Earth Species Projectは、さまざまな動物の言葉をあわせて調べている。現在はカラスやシロイルカ、ゾウの音を深く探究している。世界各地の生物学者たちと手を組んでデータを集めている。一つの種だけを見るのではなく、複数の種を並べて見比べるのがこのチームの手法だ。

2026年7月には、新しい道具がもう一つ登場した。名前はalp-dataだ。さまざまな動物の音のデータを1か所に集めたツールだ。鳥の声やクジラの音、虫の音のデータ35種類を収めている。これにより学者たちは、さまざまな動物の音を一つの窓口から取り出して使えるようになった [2]。

Earth Species Projectはこの流れを動物言語処理(Animal Language Processing)と呼んでいる。動物のコミュニケーションを人工知能で研究する方法だ。人間の言葉の規則を動物にそのまま押し付けることはしない。動物ごとに意思疎通のやり方が異なる可能性があることをまず認める。そのうえで、人工知能がデータから規則を見つけ出す [3]。

このチームは人々の考えも調査した。2025年に世界67か国の1,057人に尋ねた。多くの人が動物の言葉がわかるようになることを歓迎した。それと同時に、動物を乱暴に扱ってはならないという心配の声も寄せた。技術が育つにつれて、慎重に向き合う心も育っていくのだ [4]。

これらの新しい道具は、学者たちの研究のやり方を変える。以前は、一人の学者が一つの動物だけを長い間深く研究していた。データもそれぞれ異なる形で散らばっていた。今では、さまざまな動物のデータを一つの窓口でまとめて見ることができる。分かれていた研究が、一つの大きな流れへと集まるのだ。

次の目標として、音の再生実験がある。人工知能が作った音で動物に話しかけてみる実験だ。この計画は主に Project CETI が明らかにした。Earth Species Project は、音をむやみに聞かせることよりも、データを集めて調べることに力を注いでいる。人間が作った音を動物が理解できるかどうかは、まだ確認されていない [5]。

関連根拠資料

- [1] Earth Species Project. (2024, November 11). Introducing NatureLM-audio: An audio-language foundation model for bioacoustics. Earth Species Project. <https://earthspecies.org/2024/11/11/introducing-naturelm-audio-an-audio-language-foundation-model-for-bioacoustics/>
- [2] Earth Species Project. (2026, July 22). Introducing alp-data: A shared data layer for animal language processing. Earth Species Project. <https://earthspecies.org/2026/07/22/introducing-alp-data-a-shared-data-layer-for-animal-language-processing/>
- [3] Earth Species Project. (2026, April 2). Animal language processing: An AI convergence in animal communication. Earth Species Project. <https://earthspecies.org/2026/04/02/animal-language-processing-an-ai-convergence-in-animal-communication/>
- [4] Earth Species Project. (2025, September 29). What the world thinks about AI and animal communication: Findings from our first global survey. Earth Species Project. <https://earthspecies.org/2025/09/29/what-the-world-thinks-about-ai-and-animal-communication-findings-from-our-first-global-survey/>
- [5] Project CETI. (2026). Research. Project CETI. <https://www.projectceti.org/research/index>

E.5 慎重に聞くこと: 責任ある道具と共存の約束

新しい道具は力が強い。力が強い道具は、使い方を間違えると害になる。人工知能は今や、動物の声をそっくりに作り出すことができる。この力を悪く使えば、動物をだますこともできる。偽の音で野生動物をおびき寄せることを考えてみよう。密猟者が偽の音を使って狩りをするかもしれない [1][2]。

だから私たちは、三つの約束を守らなければならない。

第一に、むやみに割り込まないという約束だ。動物の群れは長い年月をかけて、自分たちだけの音の文化を築いてきた。人間が商売や支配のために偽の音を紛れ込ませて、その秩序を乱してはならない。人工知能は動物の声を奪う武器ではない。動物の文化を彼ら自身の望むままに守る道具でなければならない。

なぜこのような約束が必要なのだろうか。人間は長い間、自然に打ち勝とうとばかりしてきた。音を知る力も、下手をすれば相手を操る力に変わりかねない。群れの中にむやみに割り込めば、動物の暮らしは乱れてしまう。だからこそ、知った分だけ一歩引くことも知らなければならない。

第二に、音にしるしを残すという約束だ。学者たちは、人工知能が作った動物の音に見えない目印を埋め込もうと提案している。この目印をオーディオウォーターマーク(audio watermark)という。偽造紙幣のすかしのように、人間の耳には聞こえないが機械にはわかる。そうすれば、どの音が本物でどの音が偽物かを見分けることができる [3]。

この目印は、データを守ることに使われる。学者たちは海や森に録音機を長い間仕掛けておく。このように人間が割り込まずに音だけを集めることを、受動音響観測という。偽の音が混ざり込むと、このデータが汚れてしまう。音に目印を埋め込んでおけば、偽物を取り除いてデータをきれいに保つことができる。

第三に、共に決めるという約束だ。ニューヨーク大学法科大学院のMOTHプログラムが、この取り組みの先頭に立っている。MOTHは人間以外の生命の権利を考える集まりだ。機械が見つけたデータは、海を守ってきた先住民の長年の知恵と出会わなければならない。先住民が長く観察して得た自然の知識を、伝統生態知識という。人間の利益だけでルールを決めてはならない。

この三つの約束は、一つの思いから生まれる。新しい力を手に入れたからといって、相手を思い通りに扱わないという思いだ。人間は長い間、自然を道具としてばかり見てきた。今こそその癖を振り返る時だ。人工知能という新しい力は、自慢の種ではなく重い責任なのだ。

マッコウクジラの話がわかるようになれば、新しい権利についても考えることができる。学者たちは、クジラがいやがらせを受けない権利を語る。自分たちの文化を守る権利についても共に語る。2024年、ニュージーランドとクック諸島の先住民指導者たちは、クジラを人間と同じ権利を持つ存在として認めようと宣言した。クジラは人間が勝手に使う物ではない、という意味だ。

この本は、地球の生命を通訳する物語をまとめたものだ。マッコウクジラのクリック音や鳥の歌、ゾウの低い響きを、人工知能が一つずつ解き明かしてきた。通訳とは相手に勝とうとすることではなく、相手を知ろうとすることだ。人工知能は地球の生命を通訳する架け橋だ。その橋を慎重に渡るとき、私たちは隣の生命たちとともに生きる地球を作ることができる。通訳はここで終わりではなく、今まさに始まったばかりなのだ。

関連根拠資料

- [1] Inside Climate News. (2025, October 29). AI is decoding whales' communications. Could that be a turning point in the push for their rights? Inside Climate News.
<https://insideclimatenews.org/news/29102025/ai-sperm-whale-communications-legal-rights/>
- [2] MOTH - More Than Human Life. (2026). MOTH x CETI: Exploring how understanding sperm whale communications can be a force for good. mothrights.org. <https://mothrights.org/news/moth-x-ceti-exploring-how-understanding-sperm-whale-communications-can-be-a-force-for-good/>
- [3] Rutz, C., Bronstein, M., Raskin, A., Vernes, S. C., Zacarian, K., & Blasi, D. E. (2023). Using machine learning to decode animal communication. Science, 381(6654), 152-155. <https://doi.org/10.1126/science.adg7314>

このAI書庫の本を支援する

本書が役に立ったなら、今後の翻訳、公開版の制作、開かれた人工知能の知識プロジェクトを PayPal で支援できる。

PayPal

<https://paypal.me/kimkjkj>



QRコードを読み取るか、上のリンクを開いてください。

金京鎮弁護士