

集団で生活するメダカは、互いに向きを揃えて泳ぎ、一部の個体が危険を察知すると一斉に方向転換する。メスは初対面のオスよりも、見知ったオスを配偶相手に選ぶ傾向がある。

【Perspectiveより】

今号テーマ

わたしたちの中の「わたし」

私はただ一人で生きることにはできません。生きものとして、人間として、社会の一員として生きています。同じ生きもの同士集まる様子は全ての生きものでみられます。個と他の関わりが「生きている」の本質なのです。パースペクティブでは、新進気鋭の社会性神経科学者の奥山輝大先生が、他の誰かをその人として記憶し、相手の状況を理解して自らと重ねあわせるニューロンのはたらきから社会の起源に迫ります。スペシャルストーリーは肉食動物。アドベンチャーワールドの松井睦さんが、ネコ科動物の野生の姿と動物園の環境から頂点捕食者の現状を語ります。紙工作は新シリーズ、人間の些細な都合で絶えてしまった動物を見つめる「絶やすのはたやすい消えた動物」です。ステラーカイギュウは群れで暮らし、人の手から仲間を守ろうと抵抗し傷つき数を減らしました。わたしたちがあるから私がある。「わたしたち」という視点で、生きかたを考えるとときです。

もくじ

PERSPECTIVE

他者と自己のニューロサイエンス

奥山輝大 東京大学定量生命科学研究所

SPECIAL STORY

肉食動物の時間

松井睦 アドベンチャーワールド

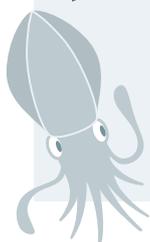
PAPER CRAFT

絶やすのはたやすい消えた動物 ステラーカイギュウ

JT生命誌研究館

BRH NEWS

新しい展示が登場しました



わたしたちの中の「わたし」 〈生きものに見る社会性〉

集団をつくる生きものは、バクテリアから霊長類までのさまざまな生物グループに見られます。同種の個体で協力すれば、効率よくエサをとったり身を守ることができるのです。それぞれの生物の社会の中で、群れを導くリーダーや巣を守る兵隊などの役割が進化しました。多細胞生物の体も、役割の異なる多様な細胞からなる社会といえます。

同質の個の集団から、関わりを通してさまざまな生き方を生むのが社会です。生物社会の中の「わたし」はどんな特徴をもっているのでしょうか。

個体を認識する生きもの

脊椎動物などの複雑な社会の基本は、個体の一つひとつを互いに認識し、記憶しておくことにあります。記憶を担うのは、情報処理に特化した脳の神経細胞(ニューロン)です。細胞レベルの研究から、動物が記憶を元に誰かを好きになったり、互いに共感を示すしくみが見えつつあります。他者の情報はどうやって脳に記憶されるのでしょうか？



他者と自己のニューロサイエンス

奥山輝大

東京大学定量生命科学研究所



CHAPTER	1. 社会性神経科学とは	2. マウスに「ジェニファー・アニストン細胞」はあるか
	3. 他者の記憶と「好き」・「嫌い」	4. 記憶の共通性と多様性
	5. 他者と自己を重ねる「共感」	6. 他者と自己の感情をとらえる細胞
	7. 社会の中のグラディエント	8. ニューロンから社会を知る

1. 社会性神経科学とは

ヒトを含めた多くの生物は、同種のお他個体と関わり合って社会をつくります。生物社会の基本は同種のお他個体を認識することにおあり、動物では脳が重要な役割を果たします。ここから、ヒトを含むさまざまな動物が社会をつくるのに必要な神経のはたらきを解き明かそうとする学問「社会性神経科学(Social Neuroscience)」が生まれました。

2者の関係があればそこに社会があると、社会性神経科学者は考えます。これは私の考えですが、動物の社会は一つの個体を認識することから始まり、それは配偶相手だったのではないでしようか。繁殖はどの動物も行うものであり、相手に関する認識をもつことは有利な面が多いからです。例えばメダカのおメスは、会ったことのあるオスを覚えており、求愛の場面では初対面のおオスよりも、より親密な見知ったオスを受け入れます。本来2者で完結する配偶行動も、このように相手を選ぶ・選ばれる行為が加われれば3者、4者と役者が増え、社会が広がります。それに伴い、相手を識別して覚える能力が進化していったと考えられるのです。



(図1) 個体の識別に基づいて行動する動物の例

メダカメスは初対面のオスより、会ったことのあるオスの求愛を受け入れる。マウスは初めて会う個体に興味を示し、積極的に近づいていく。ニワトリのオスは互いの序列を把握しており、朝は最上位の雄鶏から順に鳴き声を上げる。軟体動物のアオリイカも、群れの中で互いに特定の個体の近くにいる傾向があることから、個体を識別している可能性があると考えられる。他者に関する情報は、脳にどのように記憶されるのだろうか？

脊椎動物など複雑な社会をもつ生物では、多くの個体を識別して記憶し、それぞれに対して適切な行動をとることが社会の中核をなしています(図1)。単純計算で脳が大きいほど、覚えられる個体数も増えると予想されます。霊長類の場合、群れの大きさと脳の新皮質の大きさが比例することが知られており、この関係から想定されるヒトの妥当な群れの大きさは150人程度とされます。霊長類の一部の種は条件によって群れの大きさを使い分けることも知られており、互いをよく認識した上で柔軟な社会をつくっているのだといえます。

一方メダカの群れでは、餌場をよく知っている個体が一匹でもいれば、皆がその個体を覚えて追従するようになります。同じ群れでも、霊長類のように全員がお互いを識別している場合もあれば、メダカのように、特徴のある一部の個体を認識しているだけ、という場合もありそうです。また単独で生活していても、闘争や縄張り行動を通して多数の個体を認識している動物もいます。集団の大きさを問わず、動物の社会は他者を識別した上での関係で結ばれたものと捉えることができ、他者を覚えるための脳のしくみは、その成り立ちを探るヒントになるのです。

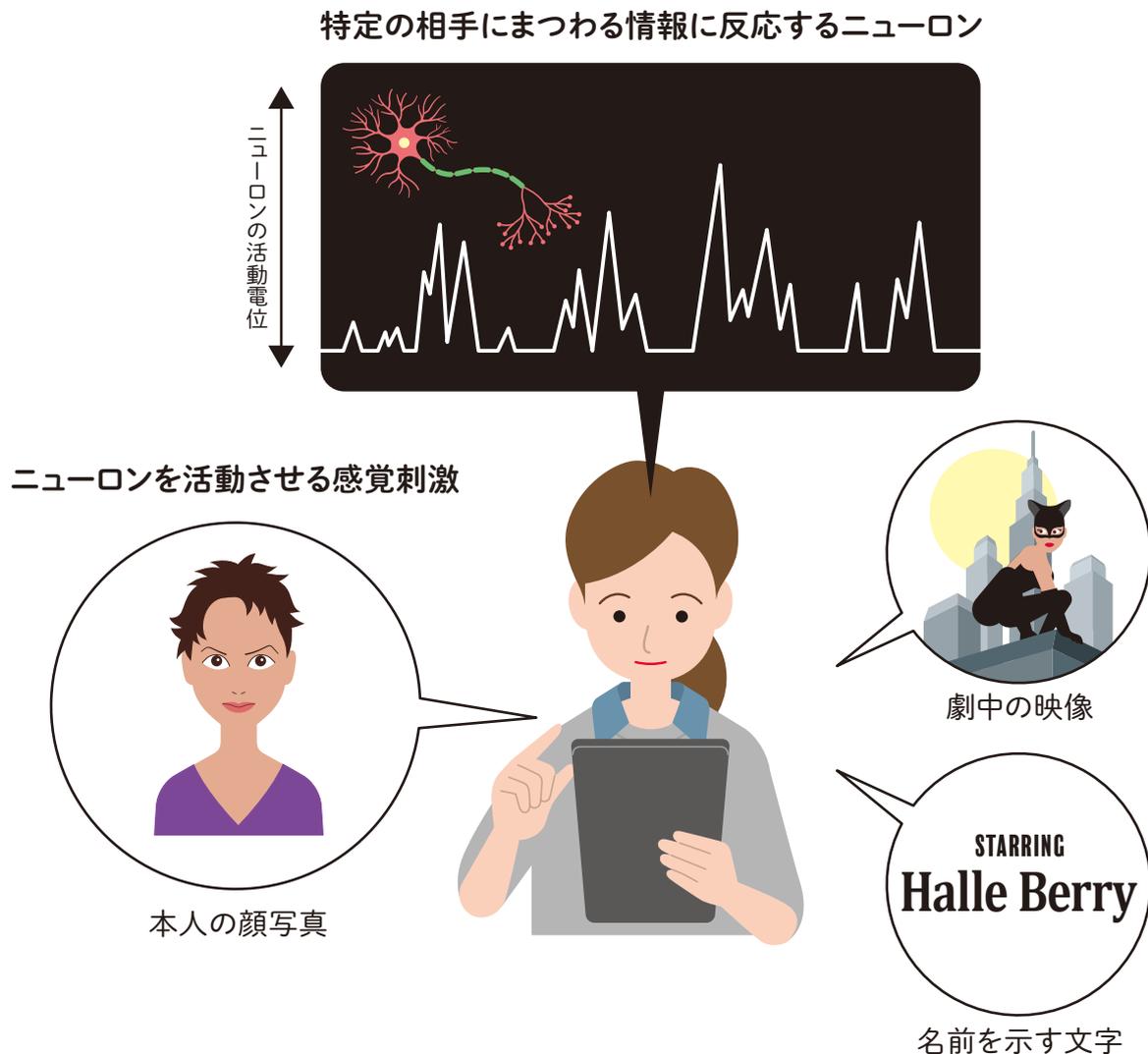
私たちは、動物がどのようにして他者を「表象」しているのかを知ろうとしています。表象とは、心に思い浮かべることです。脳の形や大きさは動物によって違いますが、それを構成する神経細胞(ニューロン)が電氣的に情報を伝達するしくみは多くの動物で共通していますから、ニューロンを基本にすれば、動物は脳の中でどのように他者を思い浮かべるのか、それは私たちの見方とどう違うのかを探ることができます。ここから、助けあったり喧嘩したりといった動物の行動の裏にある感情や、社会への認識を読み解こうとしているのです。

2. マウスに「ジェニファー・アニストン細胞」はあるか

複雑な社会生活を営むヒトの脳は、どのように他者を記憶しているのでしょうか。ヒトを含む哺乳類の脳の中には、「海馬」と呼ばれる記憶を司る領域があります。2005年にアメリカでてんかん症の患者さんの協力のもと、海馬のニューロンの活動を直接電極でとらえる実験が行われました。この時ある被験者の脳に、俳優のハル・ベリーやルーク・スカイウォーカー(スターウォーズの主人公)の写真を見た時にだけ反応する特定のニューロンがあることがわかったのです。

他にもさまざまな有名人の情報を提示したところ、その人の顔写真だけではなく、その人の名前を表す文字や、その人が演じるキャラクターにまで反応するニューロンが見つかりました(図2)。これ

らの発見により、さまざまな感覚情報から特定の人を思い出すときにはたらくニューロンを、有名な俳優の名前に因んで「ジェニファー・アニストン細胞」と総称するようになりました。海馬には他者一人ひとりの情報を記憶する、その人専用のニューロン群があり、個人に関するさまざまな情報を結びつけているようなのです。



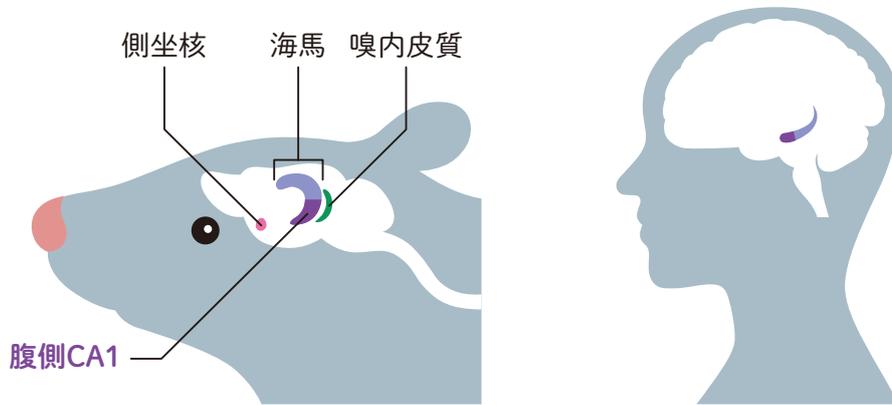
(図2) 特定の人に対応するニューロンが活動するときの感覚刺激

ある被験者に俳優のハル・ベリーにまつわる情報を示したところ、本人の顔写真またはその名前を示す文字を目にしたとき、海馬の同じニューロンが反応することがわかった。さらにその俳優が仮装した劇中映像を見たときも、被験者がその役をハル・ベリーが演じていると知っている場合には同じニューロンが反応した。

このようなニューロンは、他の動物の脳にも存在するのでしょうか。マウスは初対面の個体に出会うと、積極的に匂いを嗅ぐなどして、その個体の情報を集めようとします。つまり目の前の個体はそのマウスが知っている個体なのかどうかを、行動から判断できます。私たちはニューロンが活動したときにはたらく*c-Fos*という遺伝子に着目し、この遺伝子がはたらいているニューロンを、任意のタイミングで標識する技術を開発しました。こうしてマウスが初対面のマウスに会った時や、知っている個体を思い出しているときに海馬ではたらいているニューロンを発見したのです。

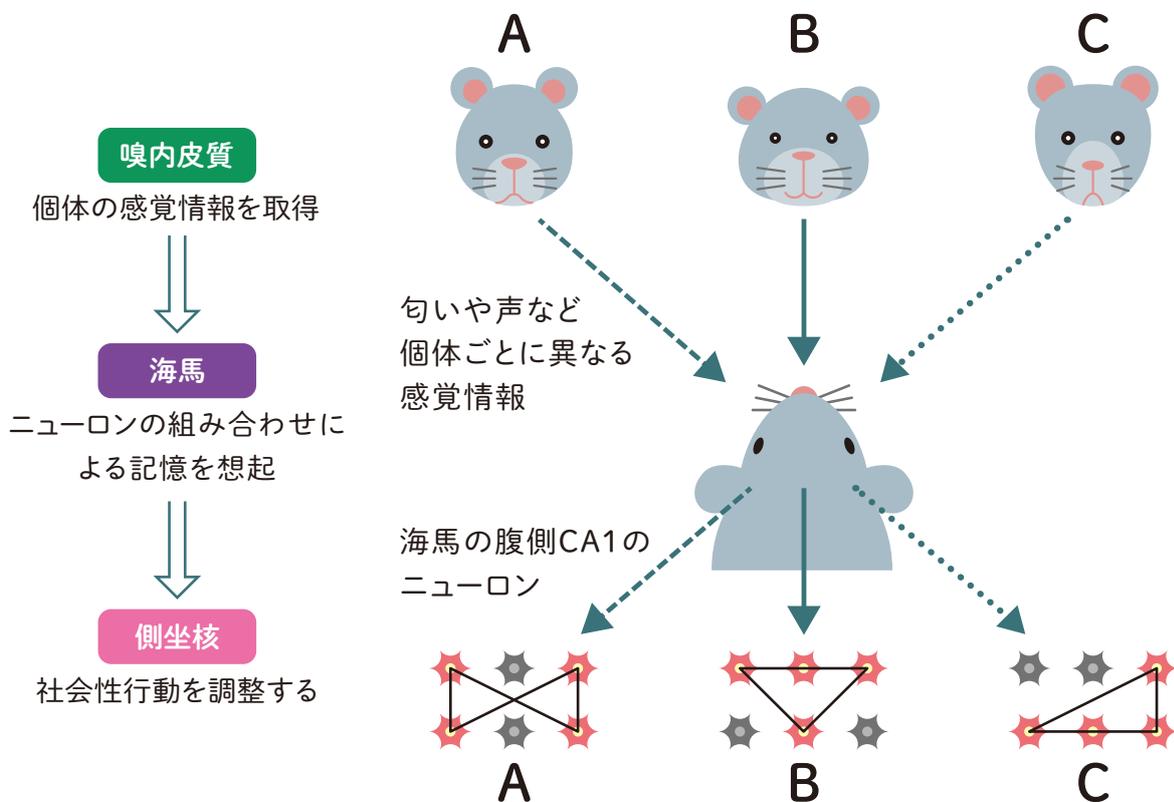
3. 他者の記憶と「好き」・「嫌い」

特定の個体に接したときだけにはたらくニューロンは、海馬の腹側CA1という領域にありました(図3)。ニューロンは1つでなく複数からなる集団であり、相手の個体によって集団に含まれるニューロンの組み合わせが異なることがわかりました(図4)。マウスにもジェニファー・アニストン細胞に相当する細胞があり、特定の相手を認識する細胞集団で、記憶を保持することができるのです。



(図3) マウスの個体の記憶に関わる脳の部位

マウスでは、海馬の腹側CA1領域が個体の記憶の形成に重要な役割を果たしていることがわかった(左)。海馬の腹側部分は、ヒトでジェニファー・アニストン細胞が見つかった海馬の前方部分と進化的に相同な部分である(図：右の濃い紫部分)。



(図4) ニューロンの組み合わせで個体を記憶するマウス

マウスが知っている個体を認識する際の経路を示した。マウスは海馬の腹側CA1領域のニューロンの組み合わせによって、個体ごとの記憶をつくっていることがわかった。

マウスは一度出会った個体でも、数時間たつと忘れてしまったかのような行動を示します。そこで、ニューロンの活動を操作して人為的に思い出させることができるかを調べました。相手のマウスと初めて出会って、その個体を記憶した時にはたらいたニューロンに、チャンネルロドプシン(ChR2)という光に反応するタンパク質をつくる遺伝子がはたらくようしかけます。こうして脳に光をあてると出会ったときの記憶が蘇り、知っているマウスとしての行動を示したのです。つまり私たちが発見したニューロン群は、それだけで個体の情報を十分にもっている細胞であることがわかりました。

上の実験を応用して、特定の相手を「好き」または「嫌い」にさせることもできるのです。被験マウスにあるマウスAの記憶を思い出させ、その際に電気ショックを与えると、その個体はマウスAを避けるようになります。反対にマウスAのことを思い出させている際に快樂物質を与えると、その個体はマウスAに猛烈に近づくようになります。私たちが誰かにまつわるさまざまな記憶を関連づけるのと同じように、マウスも他者一つひとつについて連合した記憶をもち、相手に応じた社会的な行動をとることができるのです。

4. 記憶の共通性と多様性

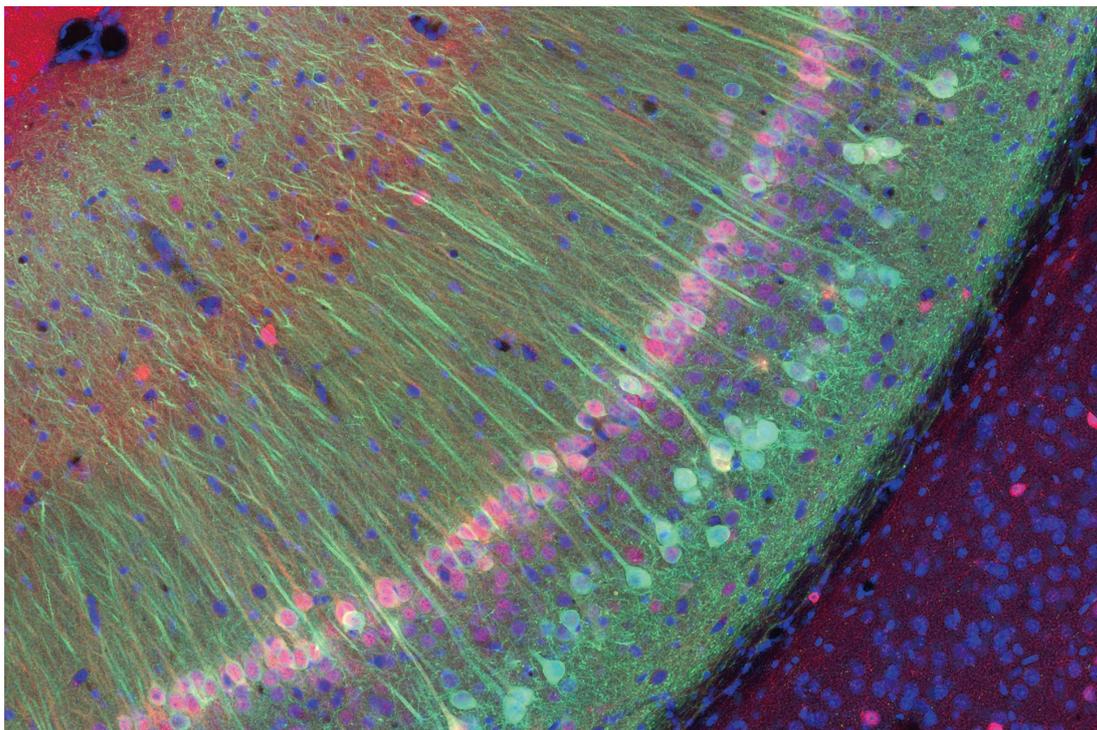
私たちの発見したニューロンが、具体的にどうやって他者の記憶を形づくっているのかはまだわかりません。マウスの個体識別は匂いに依るところが大きく、免疫タンパク質や、尿の匂いタンパク質の成分の組み合わせが個体によって異なります。私たちが知っている人の顔を思い浮かべるように、マウスは頭の中で、他者を匂いとして思い浮かべられるのかもしれませんが。しかし脳にさまざまな個体の感覚情報が共存する中で、Aさんは好きだけれどBさんは嫌い、というように、個体ごとの記憶と情動を混線することなく結びつけるしくみは謎だらけなのです。

細胞を組み合わせることで他者を記憶するしくみ自体は、ヒトとマウスで非常に似通っている部分が多くあります。私たちが記憶を想起するときに必要な情報処理とも共通点があると思われます。私たちが、一部の手がかりから一連の出来事や光景の全体を思い出すことを「パターン補完」と呼びます。例えばよく赤い服を着ている知人がいるとして、あなたが他の場所で赤い服を見た時にその人を思い出し、その人といた場所や話した内容などの関連する記憶が想起される、といったことです。さらに、同じ手がかりに複数の出来事や光景が関連している場合、それらを分離しながら思い出すことを「パターン分離」といいます。先ほどと同じ例で言うと、あなたが赤い服を見た時、その知人以外にも赤い服を着ている人を複数思い出すことがあるでしょう。その際、それぞれの人に関連する記憶を混同せずに想起することを指します。このような記憶のしくみが、ヒトにもマウスにも同じようにあると多くの研究者が考えています。膨大な外界の情報を、限られたニューロンに収める記憶のしくみについては未知のことが多いため、マウスの研究がヒトの記憶の謎にも光を当ててくれることを期待しています。

マウスが個体を記憶する細胞の見つかった領域は、ヒトでハル・ベリーを認識する細胞が見つ

かった領域と、進化的に同じ起源をもつとされる場所です(図3)。脳の海馬は複数の細胞種からなる精緻な機械であり、そこに集積したニューロンは、形もはたらいっている遺伝子も場所によって異なり、それぞれに役割が決まっています(図5)。

ヒトやマウスでは、個々の人物や他個体の情報を記憶する場所が、進化において同じようにこの場所につくられ、脳の発達段階で分化し、これらのニューロンに他者の情報が書き込まれ記憶痕跡が形作られるのです。ただし、脳に明確な記憶領域をもたないメダカなどの生きものも、他個体を覚えることができますから、ニューロンのレベルで見れば、他者を記憶する根源的なメカニズムは、ヒトとマウスだけでなく他の動物種でも共通だろうと想像しています。



(図5) マウスの脳の海馬の腹側CA1領域に集積するニューロン画像
緑色に染色されているのが、個体に関する記憶を保持する役割をもつニューロン。

5. 他者と自己を重ねる「共感」

突き詰めて考えれば、動物が同種他個体を、どこまで自分と同等の他者だと認識しているのか確かめるのは難しいところです。マウスがある個体に対する記憶をもっていることがわかったとしても、それを自分と同じ個体ではなく、ただの知っている物体と捉えている可能性は排除できないからです。生理機能や遺伝子発現のレベルで異質な個体が共存する真社会性動物(アリやハチ、ハダカデバネズミなど)では、この問いを確かめるのは尚更難しそうです。これは動物の神経科学分野全体の限界であるといえます。

動物が相手をどれだけ自分自身と重ねて捉えているかを探ることが、同種個体への認識を客観的に知る糸口になります。自身の記憶や感情の処理を行うニューロンと、他者の記憶や感情の処理を行うそれが、脳の中でどのように重なっているのかを解明することです。そこで注目したのが、他者の感情を自分の事のように感じる「共感」という現象です。

動物の共感にはいくつかの段階があり、私たちが日常的に「あなたに共感する」といった形で用いる共感は、「私がもしあなただったら」と相手の視点に立った上での認識を示すものです。これは「認知的共感」という重要な社会性の一つですが、ヒトを含む一部の霊長類にしかないと言われていています。より広い動物種にあると考えられているのが「情動伝染」というタイプの共感です。これは例えば、目の前の人悲鳴を上げた時に、その人の恐怖が自分の中にも流れ込んでくるような感覚のことで、最も起源の古い共感の形です。

マウスは電気ショックを与えられると、驚いて鳴き声を上げたり、恐怖ですくんだりといった反応を示しますが、他のマウスがこの様子を目の当たりにすると、自身は電気ショックを受けていないにも関わらず同じようにすくんでしまうのです。マウスからマウスに、恐怖という情動が伝染したのだと考えられます。私たちはこの時マウスの脳で何が起きているのかを明らかにしました。

観察側のマウスは、隣で電気ショックを受けているマウスの恐怖を、その鳴き声や匂い、動きなど五感を通したさまざまな要素で感じ取ります。感じ取られた他者の恐怖は脳内に伝達され、すくみ行動(フリーズすること)につながるのですが、この伝達経路は自分自身が恐怖を感じたときにすくみ行動をするものと、一部は共通であることがわかりました。もともと自分自身の恐怖をトリガーとして行っていた「すくむ」という行動が、他者の恐怖によっても引き起こされるよう進化したのだと考えられます。

共感は何故進化したのでしょうか。それを探るには感情そのものの意義に遡る必要があります。私たちが「恐怖」、「怒り」、「喜び」と一言で呼んでいる感情の本質は、その時に適切な行動を取れるよう、脳の状態を一気に移行させることにあります。例えば恐怖を感じれば、すぐ体をすくめられるようになったり、いつでも駆け出せるようになったり、外界のわずかな変化に機敏になったりといった変化が一度に起こるのです。こう考えれば、身近な同種他個体の感情は自身への警報になります。例えば仲間のマウスが、天敵である鳥の接近にいち早く気づいて恐怖を示した場合、自身もその個体の恐怖を感じ取って咄嗟にすくんでしまえばやり過ごせるわけです。動物の共感、自身の生存のための情報を他者から得ることに始まったのではないのでしょうか。

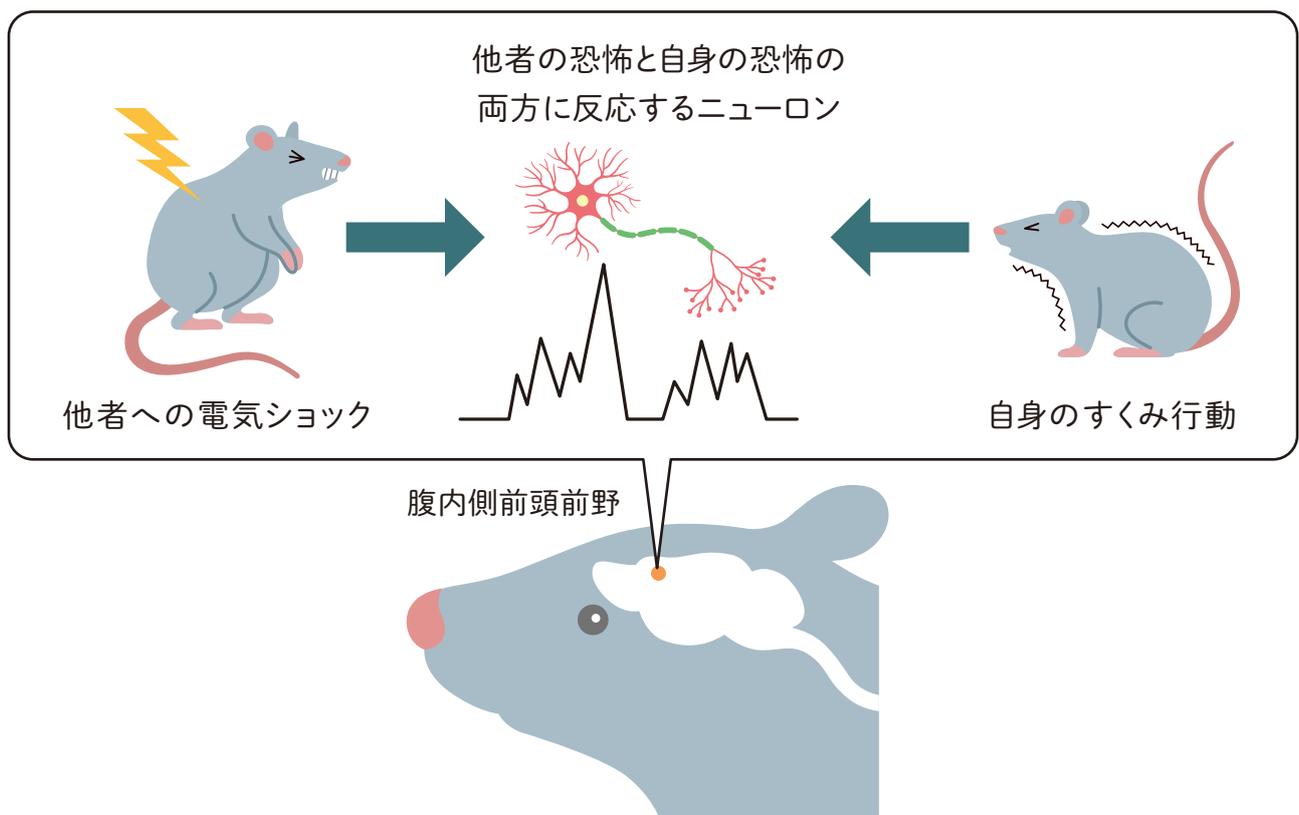
6. 他者と自己の感情をとらえる細胞

私たちが映画を観て悲しみや喜び、恐怖を感じる背景にも共感があると考えられます。フィクションだとわかっている他者の感情を自身のことのように感じるのは、不思議でもありますね。ほとんど自

動的に他者の感情を知覚する情動伝染は、私たちがもつ、より高次の認知的共感と切り離せるものではなく、むしろその核になっていると考えられています。

先ほどの実験で、隣の個体の電気ショックを見たマウスの動きをコンピュータで数理的に解析すると、すくむという行動だけではなく、隣の個体をじっと観察したり、その個体から離れようとする行動も頻繁にとっていることがわかりました。マウスは他者の恐怖に対して、自身が恐怖を感じた時と完全に同じ行動をとるわけではないということです。そこで、マウスがさまざまな行動を示す際にはたらくニューロンを探ることにしました。

その結果、マウスの脳に、自分が恐怖ですくみ行動をとる際に反応するニューロンを発見しました。そしてこのニューロンは他者の恐怖を観察するときにも反応していたのです。つまり脳には、他者の恐怖と自身の恐怖の両方を同時に処理できるニューロンがあり、どのような恐怖反応をどれくらい行うかを調節していることがわかりました(図6)。マウスの脳にはこのようなニューロン群が2種類あり、互いに相反する反応をします。2種類のニューロンの活動が混合した結果、すくむ、他者から離れる、他者を観察するといった、マウスのさまざまな行動が引き出されるのではないかと考えています。



(図6) 他者の恐怖と自身の恐怖に関する情報を同時に処理する

マウスは他者の恐怖を感じ取ると、自身も恐怖を感じてすくみ行動を起こす。脳の前頭前野の一部(腹内側前頭前野)には、他者の恐怖と自身の恐怖行動の両方に対して活動量を変化させるニューロンがあることがわかった。

上記のニューロン群はどちらも、脳の「前頭前野」という領域の内側にありました。興味深いことに前頭前野は、哺乳類の上下関係の認識や社会的な意思決定、霊長類の認知的共感など、複雑な社会性を生み出すのに欠かせない領域です。この場所に他者の感情と自身の感情を同時に処理するニューロンがあるという発見が、動物のさらに複雑な社会性の理解に繋がっていくことが楽しみです。

情動伝染の強さは、個体がもつ記憶とも関係していることがわかってきました。実験の前日に、観察側のマウスに電気ショックを与えておくと、他のマウスの電気ショックに対してもよく反応するようになるのです。また記憶領域である海馬のはたらきを阻害したマウスは、他のマウスの電気ショックに対する反応が弱くなります。マウスは他者の感情を本能的に感じ取るだけでなく、相手の状況を自身の記憶と照らし合わせることで、さらに深く受け止めているようです。この点は、ヒトもマウスも同じであると考えています。

証拠があるわけではありませんが、私はある程度高次の動物はどれも、自我があるのではないかと考えています。他の個体と関わり合う限り、他者の記憶と自身の記憶、または他者の感情と自身の感情を区別することが必要になってくるからです。他者を認識するためには自身の情報が必要であり、かつ他者を認識する中で自我の輪郭も明瞭になっていくのではないのでしょうか。動物が他者と自己の認識をどのように重ね合わせて理解しているのかに迫りたいと思っています。

7. 社会の中のグラディエント

自閉症の人は、先天的に友人の顔を覚えづらかったり、他者への共感性が低いことが知られています。その原因となる遺伝子は一つではなく多様であり、最もよく研究されている*Shank3*という原因遺伝子すらも、自閉症の人の1%以下でしか変異が見られません。なぜ多様な遺伝子の変異が同じ状態を引き起こすのかが、この症状の大きな謎なのです。*Shank3*をノックアウトしたマウスは、私たちが発見したニューロンの組み合わせによる個体記憶に異常をきたすことがわかりました。*Shank3*以外の原因遺伝子の変異も、ニューロンの組み合わせの異常という共通項につながっているかもしれないと考え、自閉症への理解を深めようとしています。

アメリカの疾病予防管理センターの2023年の報告では、子どもの36人に1人が自閉症スペクトラムだと推定されています。正式な診断を受けていないけれど該当する方もいると仮定すると、クラスに1人は自閉症の子がいると考えておかしくないでしょう。この症状は治療対象ではなく、一つの特性と受け止めたほうが自然だと言えます。

社会性が低い状態は、個のレベルで見ると得なことがないように見えますが、それでも自閉症の遺伝子はこの世界に残り続けています。逆説的に考えると、彼らは他者への共感から自由であるために自分の世界に入ることができ、それによって何らかの能力を高めているのかもしれない。実際、

自閉症の人の中には「サヴァン症候群」と呼ばれる驚異的な能力をもつ人がおり、13桁×13桁の暗算が一瞬でできたり、風景を見た瞬間に写真のように全て記憶できる能力をもっていたりします。さまざまな個性に私たちが助けられている場面もあるはずです。個人の間にはグラディエント(勾配)があることで、世界の柔軟な形にヒト社会全体で対応しているのではないのでしょうか。

8. ニューロンから社会を知る

ヒトは多くの他者の情報を蓄えられる脳と、同時に複数人とコミュニケーションをとれる対話能力をもちますが、それでも東京にいる何万もの人々を全て見知って記憶しているわけではありません。私たちは普段、知っている人とそうでない人、その人の役割とその人そのものを、そこまで意識して使い分けているわけではないようにも思います。ヒトという生物がつくる巨大な社会の中で、個人がお互いと自分自身をどのように認識しているのかをニューロンのレベルで理解するのは、まだまだ難しいところです。社会性神経科学から、ヒトや動物の社会の多様性の意味を理解することにつなげていきたいと思っています。



奥山輝大 (おくやま・てるひろ)

1983年東京都生まれ。2011年 東京大学大学院理学系研究科生物科学専攻修了。博士(理学)。同大学院博士研究員を経て、2013年よりマサチューセッツ工科大学(MIT)ピカワー学習記憶研究所博士研究員。2017年 東京大学定量生命科学研究所 准教授。

肉食動物の時間

松井 睦

アドベンチャーワールド



CHAPTER

1. はじめに

2. 肉食動物の特徴 歯・舌・目・爪・模様

3. 肉食動物の生活様式

4. アドベンチャーワールドの肉食動物(ネコ科)

5. 計画的な繁殖

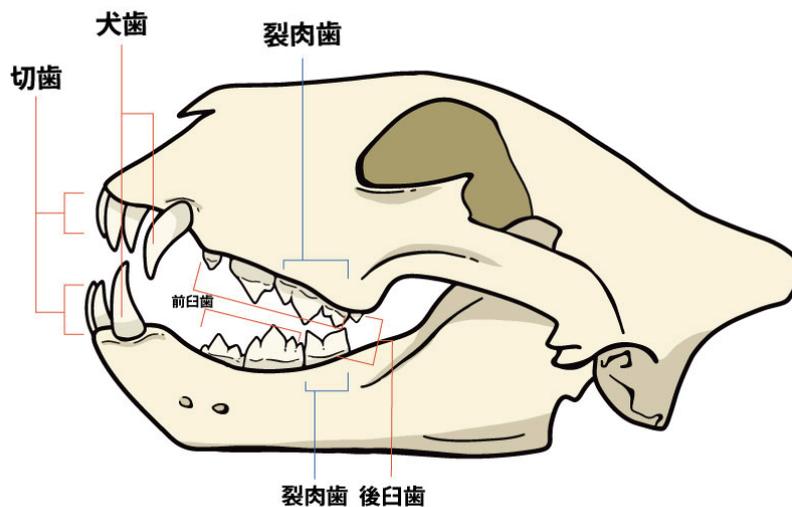


1. はじめに

「肉食動物」は動物を主な食料とする動物の総称です。食肉目に分類され、ネコ科、イヌ科、クマ科など、現在は16の科に分かれています。わたしたちに身近なイヌは、長い時間をかけて品種改良され雑食に近くなってきていますが、祖先は肉食のため、消化器系はその形態を引き継いでいます。日本にいるクマは雑食性ですが、生活環境により食べ物が限定されるホッキョクグマは肉食傾向が強くなっています。今回は肉食動物の中でも、ネコ科を中心にお話します。

2. 肉食動物の特徴 歯・舌・目・爪・模様

肉食動物は、獲物を捕らえて肉を食べることに特化した特徴を数多く持ちます。まず、大きな特徴は歯です。大きな牙は、獲物を捕まえて噛み殺す、動物の息の根を止めるために使われます。また、その肉を引き裂くのに適した歯を持っています。草食動物は草をすり潰すのに適した平らな奥歯を持っていますが、肉食動物は噛みついて肉を引きちぎると、ほぼ、そのまま飲み込むのです。奥歯(臼歯)は鋭く、肉を噛み切るのに適した構造を持ちます。上顎最後方の前臼歯と下顎の第一後臼歯は「裂肉歯」とも呼ばれています。ネコ科の動物は噛み切った肉を丸飲みするため、あごが短く丸顔です。



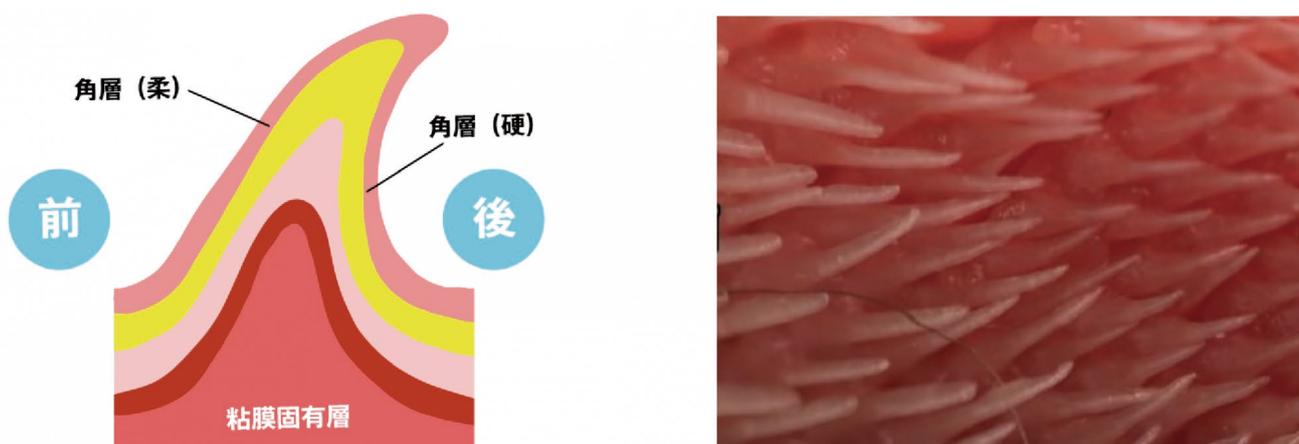
(図1) 肉食動物の頭骨(上左)と草食動物の頭骨 (上右) 肉食動物の歯(下)

肉食(ネコ科)動物は合計30本の歯を持っている(切歯: 上下あわせて12本 / 犬歯: 上下あわせて4本 / 前臼歯: 上下あわせて10本 / 後臼歯: 上下あわせて4本)。

肉食動物は噛みちぎった肉を咀嚼することなく、ほぼ丸飲みします。ヒトの胃酸のpHが1~2であるのに対し、肉食動物は0~1。非常に強い酸でタンパク質を溶かします。とらえた獲物を他の肉食動物に横取りされないように樹上に引き上げ、安全な場所で一度に食べきれなかった場合や、他の肉食動物が残した獲物を食べたりする場合など、時間が経ってから新鮮でない肉を食べる際に、この

強酸が殺菌すると言われています。また、草食動物に比べて消化管が短く、吸収もしやすいようです。

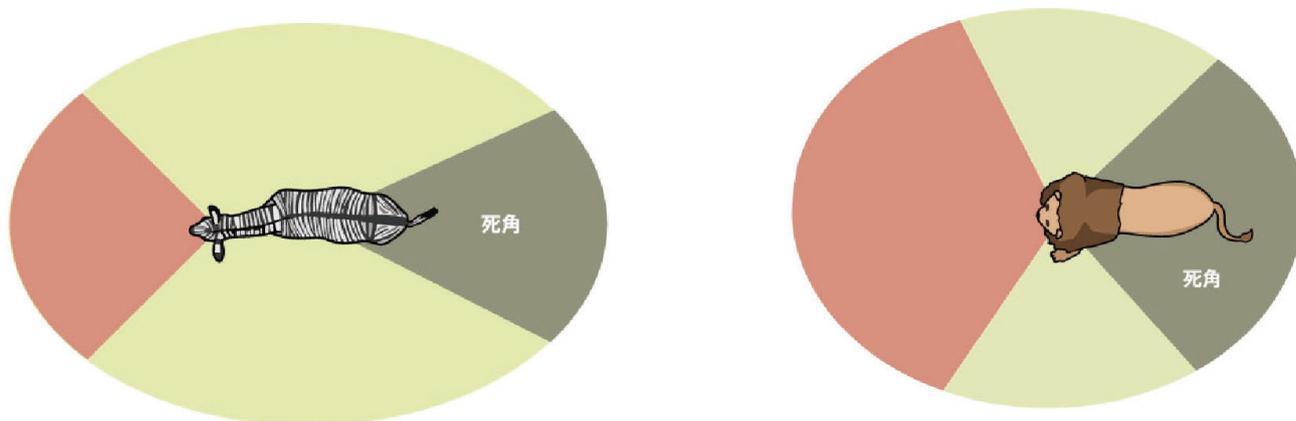
次に、舌です。猫を飼っている方は、猫に舐められたことがあるかと思いますが、ザラザラして痛かったのではないのでしょうか。舌には糸状乳頭が発達していて、前側の角層が柔らかく、後ろ側が固くなっています。これも肉を食べるための特徴です。肉をかじった後、骨にこびりついた小さな肉をそぎ落とすのに役立ちます。おもしろいのは、生まれたての幼獣の舌には糸状乳頭がありません。成長すると、特に離乳する頃に徐々に生えてきます。



(図2) 糸状乳頭の断面図(左)と拡大写真(右)

舌の表面の糸状乳頭は、骨から肉をそぎ落とすほか、毛づくろいにも使われる。

そして目です。肉食動物の目は、正面についています。立体視ができ、遠近感を把握します。草食動物では全体視野が330度(図3:緑の範囲)、両眼視野は90度(図3:赤の範囲)であるのに対し、肉食動物の全体視野は250度、両眼視野は120度です。両眼で立体視する部分が多いため獲物が捕まえやすいのです。また、動体視力に優れていて、秒間4ミリというわずかな動きも捉えることができるようです。

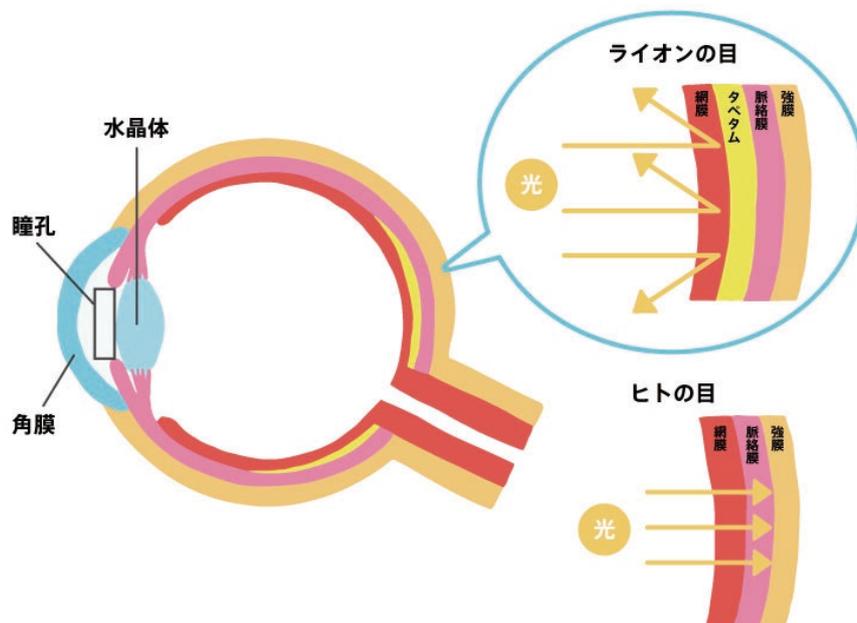


(図3) 草食動物と肉食動物の視野

草食動物(左)の全体視野は330度、両眼視野は90度。視野が広く、敵を見つけやすい。

肉食動物(右)の全体視野は250度、両眼視野は120度。立体的に見える範囲が広く、獲物との距離を把握しやすい。

ネコ科の動物は暗闇での視力が高く、目の中の構造をみると、網膜の後ろに「タペタム」と呼ばれるものがあります。反射板の役割をし、わずかな光でも増幅して見ることができます。夜中に目の前の猫が振り向いた時に、目がキラッと光るところを見たことはありませんか。それは、タペタムによるものです。網膜には、桿体細胞^{かんたい}と錐体細胞^{すいたい}の二種類があり、桿体は暗いところで、錐体は明るいところで物を見る際に働きます。桿体細胞と錐体細胞の割合によって、昼行性が夜行性を分けることができます。ネコ科は桿体細胞が多い夜行性です。視力は弱く、ぼやけて見えるようです。また、夜行性の動物の特徴でもあります、はっきりと色を見ることができません。一方、人間がほとんど真っ暗で何も見えない環境でも、ネコはうっすらと見ることができています。青色、灰色、黄色といった限られた色しか認識できませんが、白と黒の判別に関しては優れており、ちょっとした明暗の違いでも見分けることができます。

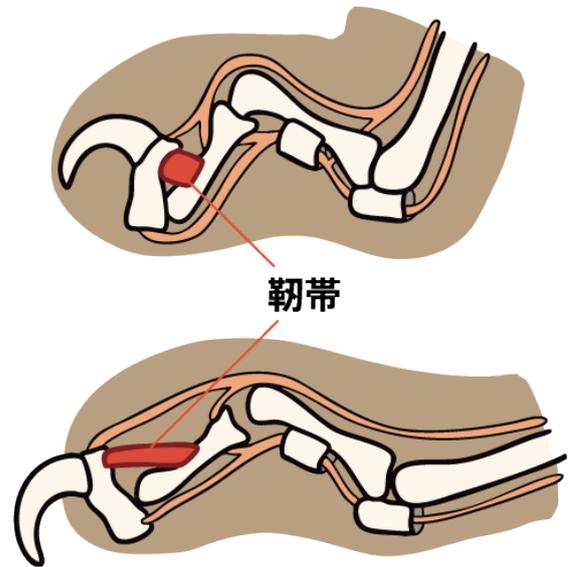


(図4) 目の中の構造



(図5) ヒトとネコの見え方(イメージ図) 明るい場所(左) 暗い場所(右)

脚はどうなっているのでしょうか。ネコ科のほとんどの動物は爪を出し入れすることができます。鞘状の構造になっていて、必要な時にだけ爪を出すことができます。爪は肉球と連動して動き、肉球を地面につけている時に爪は引っ込み、指先を伸ばすと爪が飛び出します。意識せずとも、手を伸ばすと爪が出てきて獲物を捕まえることができる仕組みです。ただし、ネコ科の中でもチーターは爪を出し入れすることができません。チーターは非常に速く走ります。その際、爪はスパイクの役割をするため、爪は出しっぱなしなのです。



(図6) ネコ科の動物が爪を出し入れする仕組み

体表の模様は、進化の過程でそれぞれの種が置かれた環境や生活様式に合わせて形成されたものです。模様があるようには見えないライオンですが、生まれたばかりの頃には斑点模様があり、大人になると薄くなります。ネコ科に多く見られる斑点模様は、光を分散させて影をぼかし、立体感をなくすことで周囲に溶け込みやすくする効果があります。このような擬態(カムフラージュ)のほか、個体間の識別や、警戒色として、また黒い部分は体温調節に役立っていると考えられます。チーターはライオンと時間が競合しない、日中に狩りをします。チーターの顔には涙状線と呼ばれる黒い線があり、日中の狩りの際の太陽のまぶしさを和らげています。これは野球選手が日中の試合で目の下を黒く塗るのと同じ効果です。



(図7) ライオンの幼獣の模様(左)・チーターの涙状線(右)

3. 肉食動物の生活様式

ネコ科動物は基本的には単独生活の種が多く、例外的に群れ(プライド)を形成するのはライオンです。狩りにおいてはトラやサーバルキャットは忍び寄り型、チーターは追跡型、ライオンはチーム協力型と言えます。群れを形成するメリットは、チームで狩りをする事で獲物を見つけやすく、確実にとらえる確率が高くなることです。デメリットとしては、一度の狩りで得られる獲物は一頭の事が多く、群れ全体で分けるため、それぞれが食べる量が少なくなる点です。

ライオンは一日14時間から20時間寝て過ごします。野生下では、必ずしもいつでも狩りに成功するとは限らないため、安定してご飯を食べることができません。そのため、お腹いっぱいになったら、動かず体力を温存します。ライオンのような大きな動物は他の動物に襲われることが少ないので、横になったり仰向けになったりして寝ることが多く、一方で小型の動物は、すぐ立ち上がって走れる体勢、頭を持ち上げたり、伏せの状態に寝るなど、常に警戒しています。ライオンは、寝ている時間以外には、グルーミングをしたり、テリトリーを巡回してマーキングをしたり、仲間同士でじゃれ合うといった行動をとります。幼獣の場合はじゃれ合いの時間が大事で、体力作りにもなり、相手との力関係、社会性を学ぶ時間になります。

4. アドベンチャーワールドの肉食動物(ネコ科)

現在アドベンチャーワールドで飼育しているネコ科は、ライオン、チーター、サーバルキャット、トラ(アムールトラ・ホワイトタイガー)の4種です。全世界では、40種以上のネコ科の動物が生息しています。



ライオン

チーター

サーバルキャット

アムールトラ

ホワイトタイガー

(図8) アドベンチャーワールドで飼育しているネコ科の動物(2025年1月時点)

アドベンチャーワールドにおける飼育下での1回当たりの餌重量は、ライオンは9キロ、トラは7キロ、チーターは2キロ、サーバルキャットは0.45キロ。日によっていろいろと肉の種類を変えて与えています。また、大きな動物ほど絶食日を多く設けていて、ライオンは週に3日が給餌の日で、残り4日は絶食日です。餌となる肉は基本は冷凍肉を解凍し、動物の状態、体調に合わせて与えます。例えばチーターは脂肪が多いと下痢を起こすため、脂身を取り除きますし、老齢個体などの嚥下能力が弱い個体には、喉をつまらせないように細切れにしたり切り込みを入れたりします。肉ば

かり与えると全肉症候群というカルシウム不足の状態になってしまうため、飼育下ではビタミンやミネラルを人工的に添加しています。

5. 計画的な繁殖

動物園の役割の一つに、「種の保存」があります。ただ単純に数を増やせば良いというわけではなく、永続的に種が存続していくことのできる数を維持すること、将来の生存が可能なように遺伝的多様性を残すことが重要です。

チーターやトラといった希少種は、日本動物園水族館協会で血統登録書を作成し、国内の飼育機関同士で情報を交換しています。1つの施設内での繁殖では同じ血統ばかりになります。ブリーディングローン制度(繁殖のための動物の貸し借り)を利用し他の施設と協力することで、遺伝的多様性を保持した繁殖が可能になります。国内だけでなく、国際血統登録もあります。遺伝的多様性維持のためには、海外からの新規血統個体導入が不可欠なのです。現在繁殖に取り組んでいるアムールトラは、ドイツ・韓国から導入した個体です。このように、国外の施設とも協力しながら、種の保存に取り組んでいます。



ライオン



チーター



サーバルキヤット



アムールトラ

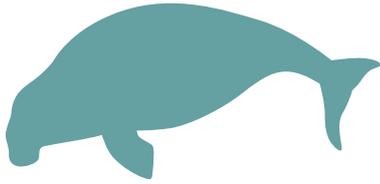
(図9) アドベンチャーワールドで生まれたネコ科の動物の赤ちゃん

講演の記録映像はこちら



松井 睦 (まつい・むつみ)

愛知県豊田市出身。1992年株式会社アドベンチャーワールド(現 株式会社アワーズ)入社。飼育現場で数々の動物を担当し、肉食動物を管理するサファリ課のマネージャーを経て、現在は飼育業務・環境を改善し、安全管理推進部門のプロジェクトマネージャーとして勤務。



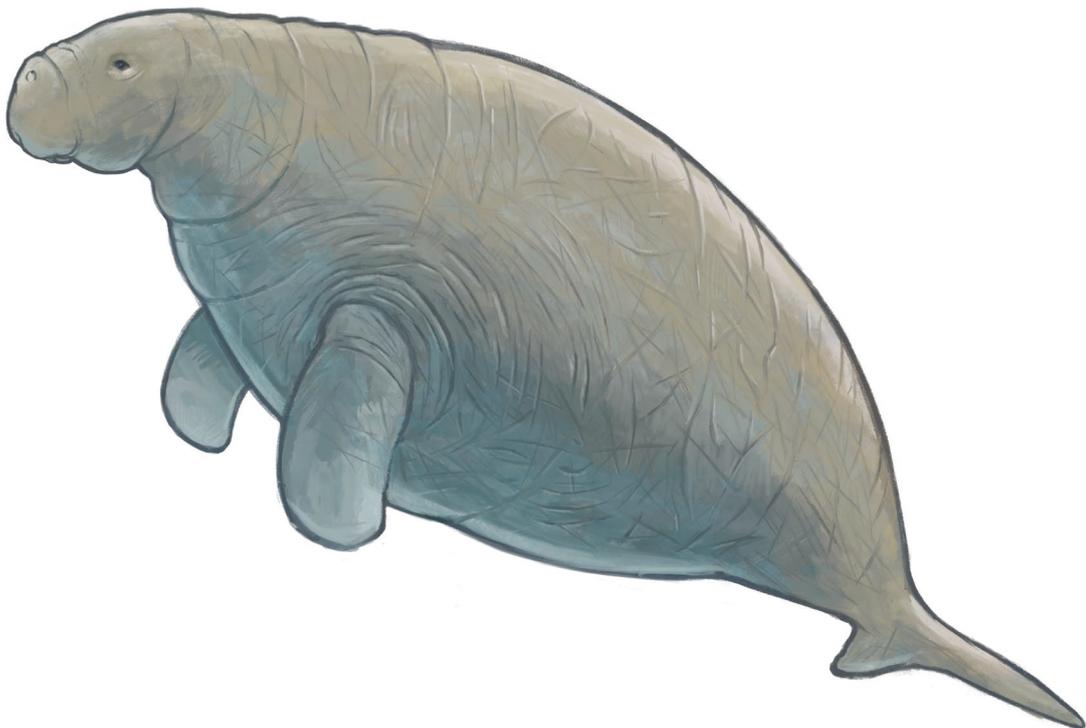
絶やすのはたやすい 消えた動物



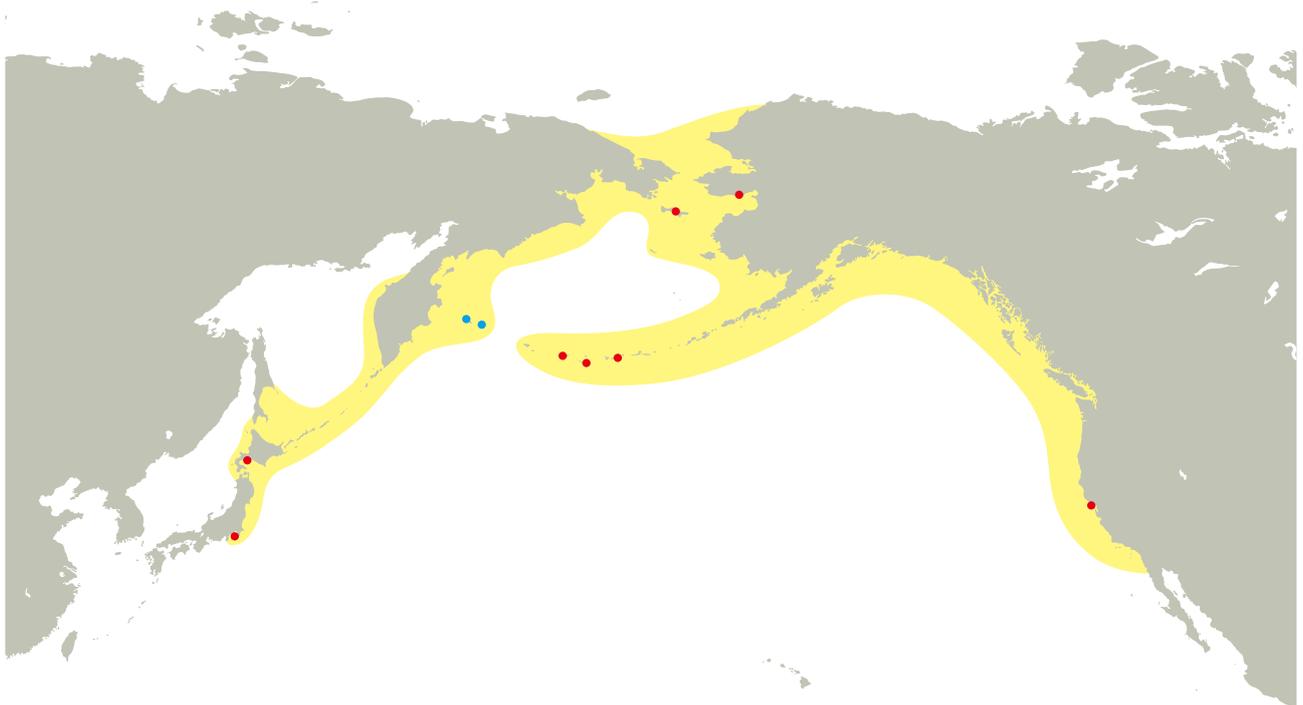
生命誕生からおよそ40億年、この地球にいるすべての生きものも同じだけの時間を経てここにいます。人間もまたその生きものの一つです。ところが人間の活動は、多くの生きものの暮らしに影響を与え、中には種を絶やすほどの行いもありました。絶滅というと「恐竜の絶滅」のようにはるか過去の事件のように聞こえますが、実は今まさに絶滅しつつある生きものがいます。私たちが気づかない間に消えてしまった生きものも数多くいるはずで、紙工作「絶やすのはたやすい消えた動物」では、人間の些細な都合で絶滅してしまった生きものをつくりまします。いなくなってしまった生きものは取りもどせません。今、私たち人間も生きものとして自然のなかに生きるとはどういうことか、改めて考える時です。

1. ステラーカイギュウ

18世紀に絶滅したステラーカイギュウは、現存のジュゴンやマナティと同じ海牛目(ジュゴン目)の哺乳類です。「海牛」と言いますが、牛に近縁の鯨やイルカの種類ではなく、アフリカに起源をもつゾウの祖先から海の暮らしに適応した仲間です。



ステラーカイギュウを最初に記載したのはゲオルク・ヴィルヘルム・ステラーで、その名に因んでステラーカイギュウと呼ばれます。ステラーは、1741年にベーリング海峡の由来ともなるヴィトス・ベーリングによるロシアの北方探検隊に生物学者として同行しました。シベリアとアラスカが陸続きか否かを証明するため氷の海を進む過酷な旅で、難破した先のコマンドル諸島の無人島で指揮者ベーリングを失い、帰国の機会を待ちながら島の生きものを調査しました。翌年には修理した船でロシアに帰りつきましたが、功を妬む何者かの策で投獄されるなどの悲運のうちに、帰国翌年1743年に病気で亡くなっています。航海中、島の動物について「De Bestiis Marinis(海の獣類)」に詳細な記録を残しました。ステラーカイギュウについての唯一の学術的な報告であり、解剖を通して生理学的考察を行い、行動を観察したものです。しかし、生前にはロシアの科学アカデミーに受理されず、出版までには没後10年近くを要しました。ステラーはステラーカイギュウを「マナティ」と呼んでいましたが、ジュゴンやマナティとは別種であることを理解していました。分類学の父リンネが動物の命名法を提唱したのは1758年であり、まだ分類の基礎が築かれていなかった時代です。一方で、コマンドル諸島に多数の海棲哺乳類が生息することはステラーの帰還直後に知れ渡り、ロシアの狩猟者が毛皮目当てに押し寄せました。結果として発見からわずか27年後の1768年に「マナティ」が滅びてしまったことをステラーが知ることはありませんでした。



(図1) ステラーカイギュウが生息した地域
青がコマンドル諸島(最後の生息地)、赤は化石の発見地

2. ステラーの観察

マナティやジュゴンが温暖な海に棲むのに対して、コマンドル島の「マナティ」は寒冷地に適応しており、厚い皮膚をもち大量の脂肪を蓄えていました。観察された個体から体長は最大9メートル、胴回りは7メートル、重さは推定3トンと巨大であり、海の浅瀬や河口で背中を水面に出して浮かんでいたそうです。厚い皮膚はオークの幹のようで丈夫でしたが、時に引き潮で陸に取り残されると身動きできず全く無力で、陸上では生きられないことを指摘しています。餌はもっぱら昆布などの海藻であり、歯がない口で食いちぎりすりつぶして食べました。大型で葉の長い特定の種類を好み、海藻が少ない冬には骨が透けて見えるほど痩せ細っていたそうです。ステラーはここから、魚を選ばずに食べるアシカやアザラシなどの肉食獣とは異なり、生息域が限られると考えました。また、食べる肉は臭みがなく美味であり、長期保存に耐えることも草食のためと考察しており、草食という性質がこの種の寿命を早めることを予見していたようです。

一夫一婦性で子供は1匹ずつ産み、子供を囲むように群れをつくって暮らしていた様子が観察されています。草食獣らしくいつも食べ続けており、満腹になると浮いている大人しい性質でしたが、人間が鉤縄で捕まえようとすると、鉤を引きちぎったり、傷ついた仲間を助けるために縄に体当たりをしたり、自らの危険を顧みず激しく抵抗して助けようとしていました。仕留められたメスが岸に寄せられ食料のために肉が切り取られていようとも、オスがそばを離れず、その様子を見てステラーは夫婦愛と表現しています。仲間を思い助けるために人に近づく性質も、容赦無く傷められ狩られ絶滅へと向かった一因と言えるでしょう。

3. 絶滅の原因

絶滅の直接の原因には、毛皮目当てにラッコやアザラシを捕獲する目的でやってきた狩猟者が食糧として乱獲したことが挙げられます。容易に手に入る大量のご馳走として狩り尽くされたということです。それだけでなく人間たちが無駄に傷つけることで死に至らせたことも指摘されています。一方で、狩猟によるラッコの減少が原因という説もあります。ラッコの餌は主にウニで、ウニの餌が海藻であることから、ラッコがいなくなるとウニが増えて海藻を食べ尽くすためです。ステラーの報告から、ステラーカイギュウたちは冬には痩せ細るほどそもそも海藻は不足しており、さらに減ることで飢餓のために絶滅したということです。食物連鎖の破壊による生態系への影響が共絶滅につながる例として警鐘を鳴らしています。いずれか証明は難しいかもしれませんが、直接手を下したにせよ間接的に死に導いたにせよ、知られてからわずか27年で消えてしまったのは、人間の仕業であることに疑いはないのです。

5. 絶やすのはたやすい

発見からは短命であったステラーカイギュウですが、たかだか20万年前に出現したホモ・サピエンスよりはるか昔から生きていたのです。動物学者のスタインガーによる推定では、発見時にはコマンドル諸島の限られた環境にわずか1500頭が残されていたとされ、いずれ絶滅する運命だったとも考えられます。とはいえ人の手によってたやすく途絶えさせてしまったことを忘れるわけにはいかないのです。

参考文献

- Steller GW. *De Bestiis Marinis* (1751)
- Miller W. Miller JE. Royster P. *The Beasts of the Sea* (1899)
- Turvey ST. Risley CL. Modelling the extinction of Steller's sea *Biol Lett.* 2005 2(1):94-97
- Estes JA. Burdin A. Doak DF. Sea otters, kelp forests, and the extinction of Steller's sea cow *Proc Natl Acad Sci U S A.* 2015 113(4):880-885
- Signore AV. Morrison PR. ... Campbell KL. Evolution of an extreme hemoglobin phenotype contributed to the sub-Arctic specialization of extinct Steller's sea cows *Elife* 2023 12:e85414
- Duc DL. ... Shapiro B. Schöneberg T. Genomic basis for skin phenotype and cold adaptation in the extinct Steller's sea cow *Science Advances* 2022 8(5):6496
- 甲能直樹 多摩川で大海牛の全身骨格化石を掘るー世界最古のステラーダイカイギュウの発掘調査ー



ステラーカイギュウ
ダウンロードはこちら
PAPER CRAFT DOWNLOAD





新しい展示が登場しました

17～18世紀に、昆虫を描いた作品を残したマリア・ズイビラ・メーリアン。
生きものの見たままの姿と生き様を知ろうとした「蟲愛づる」心が生命誌と重なります。
メーリアンが研究館へ誘う新展示をご覧ください。

常設展示

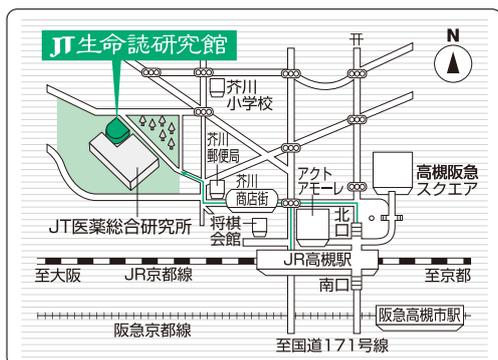
生命誌オペラ「蟲愛づる」

メーリアンが案内役となり、JT生命誌研究館の活動を、映像や人形たちが紹介します。



企画展示

マリア・ズイビラ・メーリアン
スリナム産昆虫変態図譜展
2025年1月7日〔火〕－5月11日〔日〕
メーリアンの代表作である「スリナム産昆虫変態図譜」に収録された図版の中から17点を厳選して紹介します。



JT生命誌研究館

〒569-1125 大阪府高槻市紫町1-1

Tel:072-681-9750(代表) Fax:072-681-9743

開館時間 10:00-16:30 入館無料

休館日 毎週月曜日/年末年始(12月29日-翌年の1月4日)

最新の開館情報はサイト(www.brh.co.jp)でご確認ください。

交通 JR京都線高槻駅より徒歩10分

阪急京都線高槻市駅より徒歩18分

JRのご利用が便利です。