

サイエンスカフェ in 静岡 第62話 2012/03/22

動物はなぜ動く？

春にはウグイスがさえずり、
夏にはセミが鳴き、
秋にはサケが川をさかのぼり、
冬にはクマが冬眠、
木曜日の夕方にはヒトが
サイエンスカフェに集い…。



竹内浩昭@
静岡大・理・生物

「動物はなぜ動く？」 の 考え方

動物行動学・神経行動学の基礎

動物行動学の先達

1973年ノーベル賞（医学・生理学）受賞

・カール・フォン・フリッシュ

オーストリア生まれ（1886-1982）
ミツバチの感覚生理と行動解析，言語



・コンラート・ローレンツ

オーストリア生まれ（1903-1989）
ガン・カモ・カモメ類の行動解析，刷り込み



・ニコラス・ティンバーゲン

オランダ生まれ（1907-1988）
トゲウオの行動解析，生得的解発機構(IRM)，
本能の研究(1951)

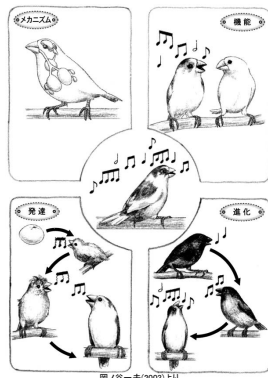


神経行動学（neuroethology）

動物行動学 (ethology) と神経生物学 (neurobiology)あるいは
神経科学(neuroscience)を融合させたような学問分野で，カイ
コガのダンス，魚の求愛，カエルの餌捕り，小鳥の囀り，コウ
モリのエコーロケーションなど動物の習性や行動のしくみを脳
や神経系のレベルで明らかにしようとする研究分野。

（東京化学同人「生物学辞典」 2010 より）

動物の行動を理解するために



1. 行動のメカニズム
2. 行動の機能
3. 行動の発達
4. 行動の進化

動物行動に関する
4つのなぜ (N. Tinbergen)

動物の行動を理解するために

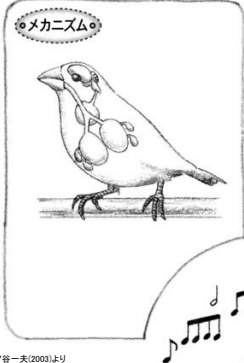


神経行動学が
特に注目する課題

1. 行動のメカニズム
2. 行動の機能
3. 行動の発達
4. 行動の進化

動物行動に関する
4つのなぜ (N. Tinbergen)

メカニズム



行動のメカニズム

その行動は、どういうしくみで現れるのか？

行動を引き起こす刺激は？

運動器官？ 感覚器官？

脳神経系？ 内分泌系？

図ノ谷一夫(2003)より

機能



行動の機能

その行動は、どういう役割を持つのか？

行動で何をえられるのか？

個体レベル、遺伝子レベル？

図ノ谷一夫(2003)より

発達



行動の発達

その行動は、どのような時間経過で発達するのか？

いつ現れ、どう変わる？

雌雄差、年齢差？

図ノ谷一夫(2003)より

進化



行動の進化

その行動は、どのような過程で進化してきたか？

淘汰圧（選択圧）は何か？

捕食圧？ 性淘汰？

図ノ谷一夫(2003)より

**「動物はなぜ動く？」
の
考え方**

動物行動学・神経行動学の基礎

もう少し詳しく

メカニズム



行動のメカニズム

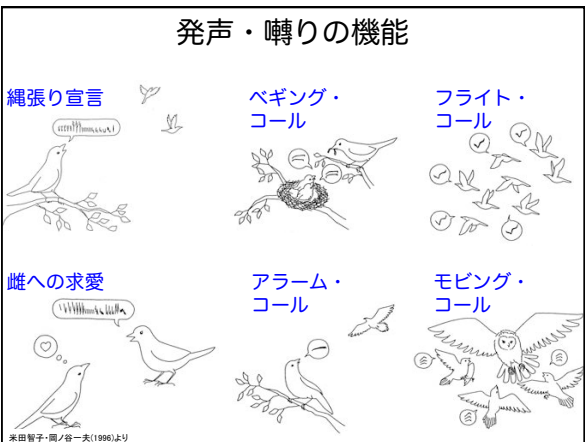
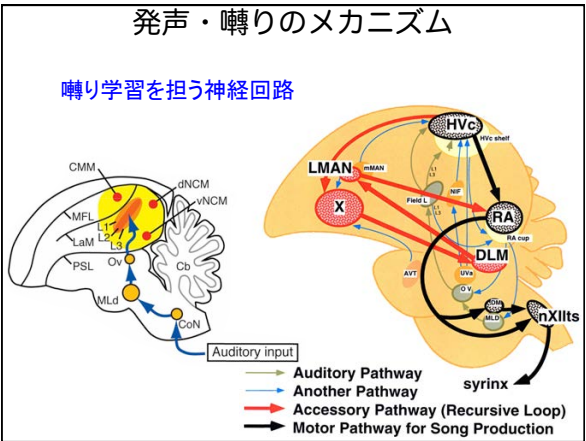
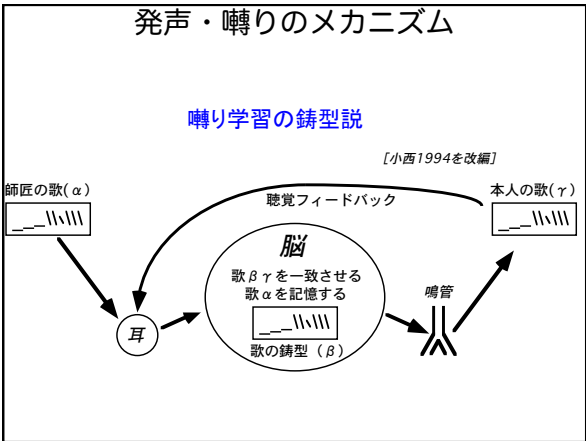
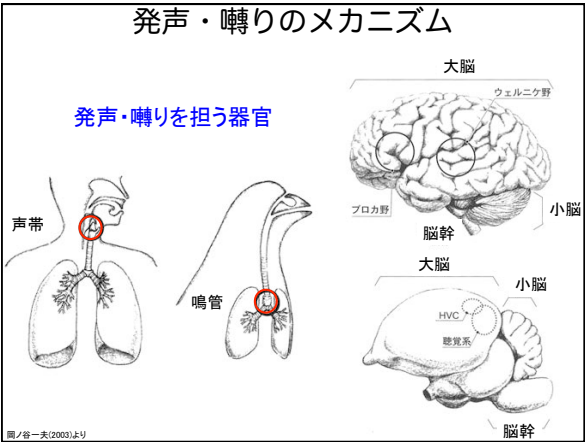
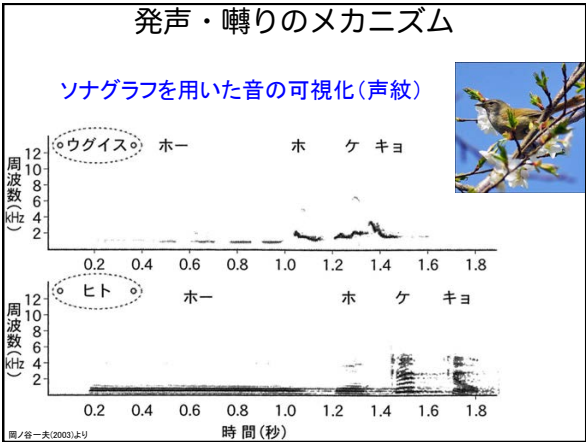
その行動は、どういうしくみで現れるのか？

行動を引き起こす刺激は？

運動器官？ 感覚器官？

脳神経系？ 内分泌系？

図ノ谷一夫(2003)より



発声・囀りの機能

種認識

つがい相手認識

同地域の個体認識

米田哲子・岡ノ谷一夫(1996)より

発声・囀りの機能

雄の複雑な歌は
雌の繁殖行動を刺激する！？

岡ノ谷一夫(2003)より

Male(left) and Female(right) Bengalese Finches

発声・囀りの機能

行動の発達

その行動は、どのような時間経過で発達するのか？

いつ現れ、どう変わる？

雌雄差，年齢差？

岡ノ谷一夫(2003)より

囀りの発達

雄ジュウシマツの囀り発達
(歌の結晶化)

サブソング
↓
プラスチック・ソング
↓
クリスタライズド・ソング

岡ノ谷一夫(2003)より

発声・囀りの機能

行動の進化

その行動は、どのような過程で進化してきたか？

淘汰圧（選択圧）は何か？

捕食圧？ 性淘汰？

岡ノ谷一夫(2003)より

囀りの進化

コシジロキンバラの単純な囀り

家禽化により、
捕食圧が消え、
歌の複雑化が加速！？

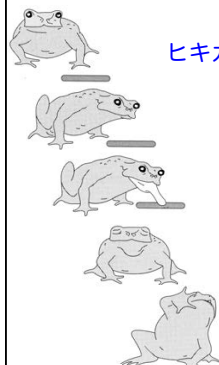
ジュウシマツの複雑な囀り

岡ノ谷一夫(2003/2010)より

「動物はなぜ動く？」 の 答え方

動物行動学・神経行動学の研究例

ヒキガエルの摂餌行動



ヒキガエルはどうやって餌を食べる？



青木清(1997)より

ヒキガエルの摂餌行動

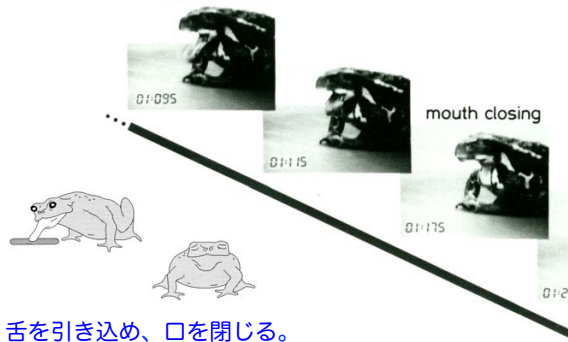
Snapping



口を開き、舌を打ち出して、餌を捉える

ヒキガエルの摂餌行動

tongue retraction



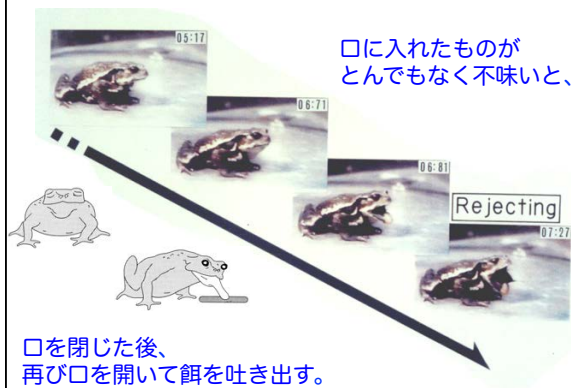
舌を引き込み、口を閉じる。

ヒキガエルの摂餌行動



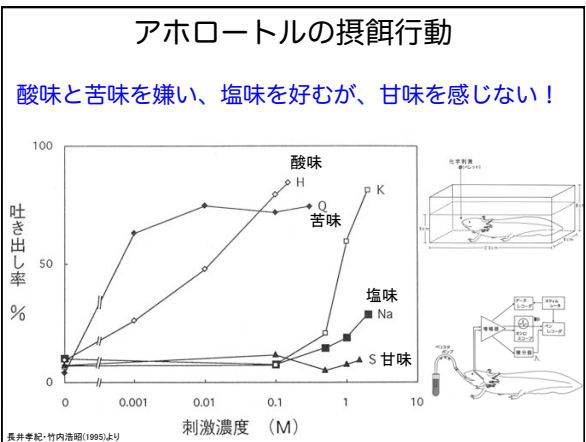
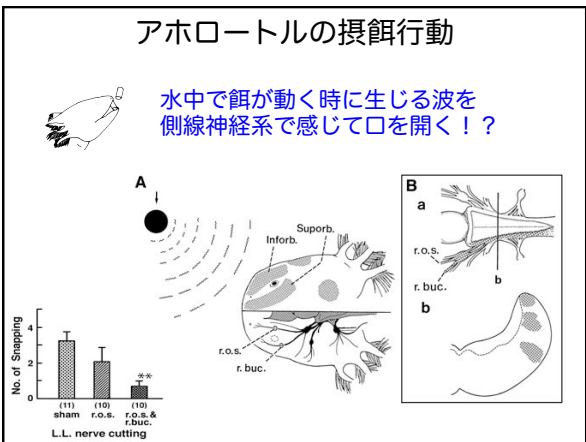
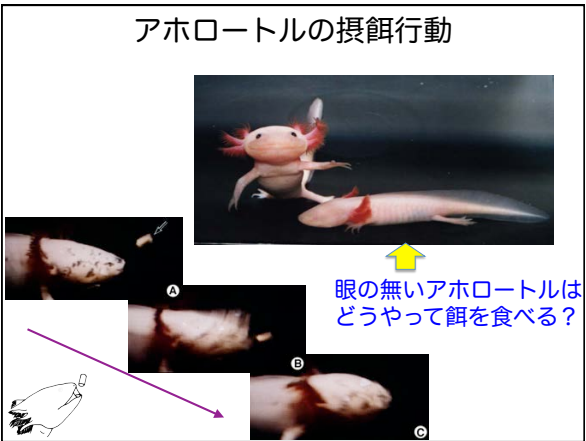
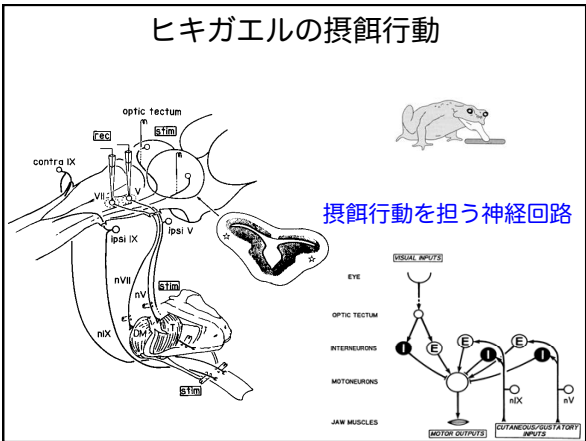
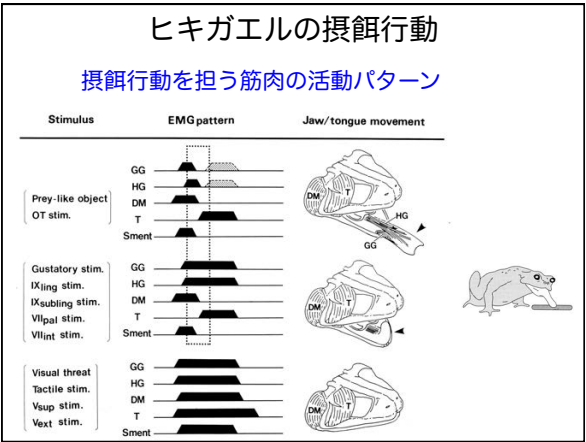
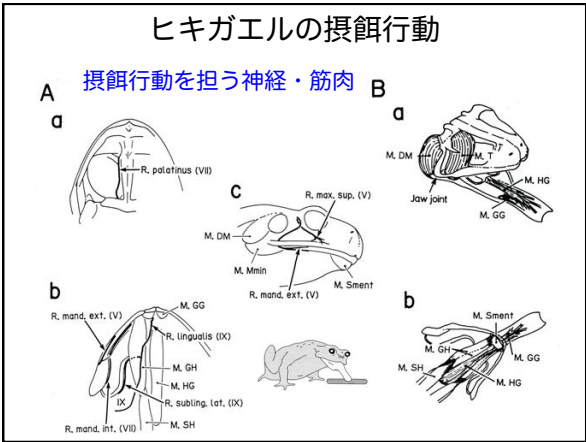
舌を打ち出し、
舌を引き込み、口を閉じる。

ヒキガエルの摂餌行動



口に入れたものが
とんでもなく不味いと、

口を閉じた後、
再び口を開いて餌を吐き出す。



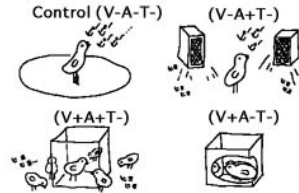
動物はなぜ……？

春にはウグイスがさえずり、
夏にはセミが鳴き、
秋にはサケが川をさかのぼり
冬にはクマが冬眠、
木曜日の夕方にはヒトが
サイエンスカフェに集い…



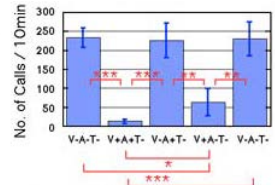
竹内浩昭@
静岡大・理・生物

雛鳥のディストレスコール



ヒヨコは
なぜ
ピーピー鳴くのか？

仲間が見えないから、
鳴くらしい
(視覚が重要！)



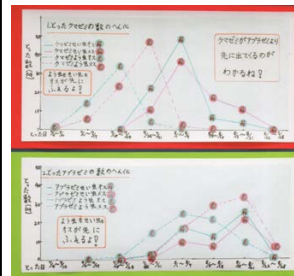
カラスのひみつ

作・絵 秋田まおり(静岡大学大学院理学研究科生物科学専攻)

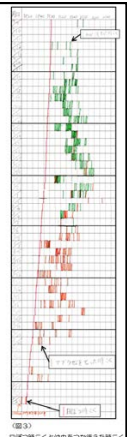


セミの行動

クマゼミは、なぜアブラゼミより早くでてくる？
幼虫は、なぜメスよりオスが先に出てくる？



竹内希海(2010)(2011)より



動物はなぜ……………？



参考文献

- ・ 長谷川眞理子, 「生き物をめぐる4つのなぜ」, 集英社, 2002.
- ・ 樋口広芳・黒沢令子, 「カラスの自然史 系統から遊び行動まで」, 北海道大学出版会, 2010.
- ・ コンラート・ローレンツ (日高敏俊 訳), 「ソロモンの指輪」, 早川書房, 1977.
- ・ 日本比較生理生化学会 (酒井正樹), 「動物の多様な生き方2: 動物の生き残り残片 (行動とそのくみ)」, 共立出版, 2009.
- ・ 日本比較生理生化学会 (尾崎浩一・吉村建二郎), 「動物の多様な生き方3: 動物の「動き」の秘密にせまる (運動系の比較生生物学)」, 共立出版, 2009.
- ・ 日本比較生理生化学会 (曾我部正博), 「動物の多様な生き方4: 動物は何を考えているのか? (学習と記憶の比較生生物学)」, 共立出版, 2009.
- ・ 小原真明, 「モンシロチョウ・キャベツ畑の動物行動学」, 中公新書, 2003.
- ・ 岡ノ谷一夫, 「小鳥の歌からヒトの言葉へ」, 岩波書店, 2003.
- ・ 岡ノ谷一夫, 「さえずり言語起源論」, 岩波書店, 2010.
- ・ 岡ノ谷一夫・石森愛彦, 「言葉はなぜ生まれたのか」, 文藝春秋, 2010.
- ・ 村田昭栄, 「カラス なぜ遊ぶ」, 集英社新書, 2004.

Q & A サイエンスカフェ in 静岡 第62話 2012/03/22



- A1. 動物の行動はほとんど全て「脳のプログラム」があらかじめ、ある程度いかな個性化しているのでしょうか？ 私(人間)の行動はあまり意識的なものが多いのですが……
- A2. 無意味に見える行動と学習を区別することは、それを見ている人によるその行動に意味を見いだす能力によります。例えば、私も、本当に無意味に行動すること、詳しく調べないで結論が出せる場合、また、プログラムのバグでも、その人の理由がわからず、流石の経験で排除されずに残っている可能性も高いです。また、特定の条件下で、ある世代の個体だけや行動の変容が高頻度または、あまのりか次の世代では主要なメンバーによってうまれよう。
- A3. 動物の行動のカテゴリズムについて、よく解明されているところから、予測できるのでしょうか？
- A4. 動物行動学のみならず、生態・発達・進化の分野もある。動物が次に何をやるかを予測できるようにになります。それは、例えば、音・光・温度・湿度などの環境に利用することで、また、意思決定センサーや高精度な運動制御システムの開発にも応用される可能性があります。
- A5. 鳥のメスはきれいな卵を産みださなければならぬ。人間とは違って極めてよいアイデアを出して……
- A6. 鳥のメスはいかにその声の出し方というだけでなく、ジュークボックスやインターネットによる、単純なものより重要かつ複雑なものへの声の出し方があつてよいでしょう。また、その事例だけでなく、ダンスのようにメスに好まれる重要な要素の上であつて、つまり、うまく歌って踊れることが重要なことである。
- A7. 以上の動物の外には、多くの場合、一方の性別で、その方が派手な色や装束を持ち、視覚・聴覚・嗅覚信号を駆使してオスがメスに求愛し、メスの好みによりオスが選ばれて子孫を残すことができます。ある意味で、ヒトの男性性、トリのオスは婚活に苦手の多いのでした。
- A8. 地域によってささいですが違ふなら、ある地域では魅力的な男が、別の地域では魅力的でないで済んでしまうことがあるのか、疑問に思いました。
- A9. ある地域では魅力的だが、別の地域では魅力的でない女性(あるいは男性)とすることがあるという事実は実際にあるようです。たとえば、足音で地域ごとに異なる音の波の使い方があり、その地域の慣習に好まれるような振る舞いなど。これは研究されておらず、社会学や心理学の分野で広く知られていない。社会学や心理学の分野で広く知られていないという報告もあり、社会学の世界でも情報漏洩があるのかもしれません。(参照：http://wildmousebehavior.blogspot.jp/2012/03/blog-post_11.html)

Q5. セミは、メスよりオスが先にでてくるお話もおもしろかったです。どうやって微妙に時期をずらしているのか気になります。

A5. 一般には、セミの羽化のタイミングは土に潜ってから時間が重要なファクターと考えられており、多くの種では6～7年(13年や17年という周期のセミもありますが)で羽化のために地上に出てくるそうです。また、年よりも短い月や週、日の単位では、室温や湿度、日の長さ(日長)が羽化のタイミングを決めていると考えられています。ただし、メスよりオスが先にでてくるという観察やその理由については、これまでほとんど報告がありません。

もしかすると、セミのメスは先に出土したオスが地上で鳴き始めた音に刺激されて地上に出るのかもしれませんが、オスは土に潜ってから時間や気温・湿度・明るさなどの条件さえ整えば音の刺激がなくても地上に出る行動を始めるが、メスは音の刺激がないと地上に出る行動を始めないという性質があれば、メスはオスより遅れて地上に出ることになります。

Q6. コシジロキンバラの卵をジュウシマツに孵化させると、そもそも(可能?)ジュウシマツの鳴き声を真似できますか?

A6. 岡ノ谷一夫さん達のコシジロキンバラ・ジュウシマツ里子実験によると、コシジロキンバラの卵をジュウシマツに孵化させると、生まれたコシジロキンバラのヒナ(里子コシジロキンバラ)は成長の過程で里親ジュウシマツの囀りを平均値で75%覚えて発声でき、その逆に里子ジュウシマツは里親コシジロキンバラの囀りを約90%覚えて発声できたそうです。つまり、ジュウシマツもコシジロキンバラも里子に出されると里親の囀りがある程度は覚えて発声できるが、コシジロキンバラは自種のさえずりに嗜好性が高く、他種の囀りはやや覚えにくいという、種による違いがあるようです。

Q7. 動物の行動が変化して行く自然現象等の要因は考えられませんか。鳥の囀りは誕生後、単独で飼育するかどうかによるのか。

A7. 春にウグイスが鳴き始めたり、秋にサケが遡上するのは、日長と気温の変化で体内のホルモン環境が変化することが重要な要因と考えられています。また、夜行性や昼行性の動物が行動始めるのは、体内時計と周囲の明るさに依存するようです。

ミヤマシトドやウタスズメというトリで、幼鳥期に親や他の成鳥から隔離して育てるか、耳を聞こえなくする(親の囀りや自分の声も聞こえない状態にする)と、成鳥時に発声はできてもその種特有の囀りが発声できないことが確かめられています。また、ヒナと親鳥を交換する里子実験で、里子が里親の囀りがある程度まねることができることも確かめられています。つまり、手本がなくて感覚学習や運動学習が成立しなければ、囀りを完成させることはできないが、手本があっても感覚学習と運動学習が成立すれば、ある程度は他種の囀りでもまねて囀りを完成させることができるということでしょう。

Q8. カラスのお話も聞きたかった。

A8. 時間配分がまずくてカラスに言及できず申し訳ありませんでした。カラスについては、道具の使用や遊び行動など興味深い観察や研究例が多いので、参考文献に挙げた杉田昭栄(2004)「カラスなぜ遊ぶ」や樋口広芳・黒沢令子(2010)「カラスの自然史 系統から遊び行動まで」などをご覧ください。

Q9. 動物の存在目的は、子孫繁栄のためのみですか? 行動を見ていると、そのように感じます。本能のみで行動ですか?

A9. 「動物の存在目的は何か?」は、難しい問題です。行動の機能には、多くの場合、子孫繁栄(種の存続)が挙げられますが、それ以外に個体の維持もあります。一方、「本能」の意味を「学習を必要としない生得的なもの」と定義づけると、本能のみの行動とは言えないものが、小鳥の囀り行動も含め、多くあることもわかります。

同じトリでも、カラスやオウム類では、子孫繁栄(種の存続)や個体の維持だけが目的とは考えにくい行動「遊び」も多く報告されています。たとえば、ビルの屋上近くで風に東るハシトガラスや新雪の斜面を滑るワタリガラス、公園の滑り台を滑るハシボソガラス、電線で大車輪のように回転するハシトガラス、シカの耳に翼を詰めるハシボソガラスなど。また、セグロカモメの「貝落とし・つかみ」行動のように、葉食や海賊行為の回避などという他の目的の可能性を詳細に検討して遊び以外の可能性はないと結論づけた研究例もあります。

【解説「生物学辞典」第4版(1998)】
一般に、動物が生存も繁殖も必要とせずに、繁殖や個体維持の目的に適応した行動ないし、その原動力となるべきものをいう語。人によって用い方がいろいろ(ワロイ)滅心心理学では衝動を本能とよぶ)。定義はきわめて困難である。強いていえば、生得的解離機構によって解発される生得的な行動パターンを指すといえる。現在では、本能は記述のための概念としてのみ用い、説明概念としては用いられない。本能説(Instinctive)の語は、生得的とはほぼ同様に意味に使われている。

【解説「広辞林」第5版(1998)】
生れつき持っていると考えられる行動の様式や能力。動物が外因の変化に対して行う、生得的でその種に特有な反応形式。

【東京化学同人「生物学辞典」(2011)】
心理学や動物行動学のふんやしばしば異なる意味で使われてきたが、おおむねつぎの二つをさした。動物を突き動かして行動へと囀り立てるものと、経験を必要とせずに生まれながらに備わったものである。前者に関しては、動物づけの語をもって置き換えられ、後者については、種族本能点が指摘された。つまり、本能と学習とは必ずしも対立的なものではないことがわかってきた。たとえばセグロカモメのひなは、同種のひい鳥の模倣と、親種のウグイスモの真似の模倣を提示したところ、ふ化第1日目にはどちらにも同じように反応したが、日を経るにつれて同種の模倣への反応は失い、親種の模倣のみをのこっているため、種をくぐる対象を学習したためと思われる。つまり、生後の学習が関与しないと思われた親のくちばしをつつくという本能的な行動が、経験により変容された。こうした経験から、動物行動学の分野では本能という言葉はほとんど使われなくなっている。