

2016年度 明治大学MIMS現象数理学共同研究集会

比較動物学と現象数理学から考える 「海の霊長類」の知の表現法

2016年12月15日（木）・16日（金）
明治大学中野キャンパス6階研究セミナー室603

研究集会概要

本研究集会は、軟体動物という低次な分類群に属するものの、高次動物並みに発達した巨大脳やヒトと酷似するレンズ眼という知性基盤を備えることから「海の靈長類」と称される頭足類（イカ・タコ）を題材として、その知性行動を議論の対象とする。すなわち、高度な学習や記憶、神経支配された多彩で迅速な体色パターンによるコミュニケーション、複雑な個体間関係と順位制を有する群れ社会など、頭足類が見せる多様な高次脳機能に注目し、それらの行動形態を頭足類の“知の表現法”と捉える。そして、頭足類にみる知の表現法がどのように進化したと考えられるのかを、ヒト、靈長類、鳥類、昆虫、粘菌など異なる分類群の動物との比較から読み解く試みを行う。そして、頭足類にみる知の表現法を解読する新たなアプローチとして、現象数理学に注目し、適用可能な研究アプローチを検討する。

なお、本研究集会は、共同利用拠点・明治大学MIMS現象数理学拠点の共同研究集会の一つとして開催する。

組織委員

上山大信（明治大学／MIMS）

池田譲（琉球大学）

岩本真裕子（島根大学）

プログラム（敬称略）

12月15日（木）

9：30	受付開始
9：50	opening remarks 池田譲（琉球大） 「なぜ海の靈長類なのか：趣旨説明に代えて」
session 1	
10：00	和田年史（兵庫県立大） 「頭足類の繁殖行動に見られる知の表現」
10：55	休憩
11：00	江島亜樹（東京大） 「～可塑性を生み出す情報統合機構～背景依存的・経験依存的なシヨウジヨウバエ求愛行動制御機構」
11：55	昼食
session 2	
13：30	伊澤栄一（慶應義塾大） 「カラスの行動と身体空間」
14：25	休憩
14：30	西森拓（広島大） 「Intelligent Group behavior by not-necessarily intelligent Individuals: Autonomous Task Allocation Dynamics of Foraging Ants」
15：25	休憩
session 3	
15：40	杉本親要（琉球大/OIST） 「アオリイカ群れのソーシャルネットワーク」
16：35	休憩
16：40	末松J.信彦（明治大） 「アクティブマターに見られる時空間パターン」
18：00	懇親会

12月16日（金）

session 4	
10：00	安室春彦（琉球大） 「トラフコウイカの行動発達と環境エンリッチメント効果」
10：55	休憩
11：00	井上英治（東邦大） 「靈長類の分散パターンと血縁構造」
11：55	昼食
session 5	
13：30	中垣俊之（北海道大） 「単細胞生物のちょっと賢いはなし」
14：25	伊藤亜紗（東京工業大） 「視覚障害者における認知と運動の技法」
15：20	休憩
15：25	伊藤浩史（九州大） 「イカの提灯の制御」
16：20	closing

講演要旨集

頭足類の繁殖行動に見られる知の表現

和田 年史（兵庫県立大学 自然・環境科学研究所）

頭足類（イカ・タコ類）は脳重量指数が無脊椎動物の中で最大で、知的能力が高い。知の基盤に基づいた多様で複雑な行動様式も知られている。わずか1年の短い寿命の種類が多く、特に最初で最後とも言える繁殖期に顕著な知の表現が見られる。各個体が自分の子孫をより多く残すために最良の行動や戦術を採用し、多様な繁殖行動や複雑な交接戦術を進化させてきた。本発表では、雌をめぐる雄同士の争い（雄間競争）に焦点を当てて、イカ・タコ類の多様な繁殖行動にみられる知の表現について紹介したい。



参考文献

- [1] Hanlon RT, Messenger JB. 1996. Cephalopod behaviour. Cambridge: Cambridge University Press.
- [2] Wada T, Takegaki T, Mori T, Natsukari Y. 2005. Alternative male mating behaviors dependent on relative body size in captive oval squid *Sepioteuthis lessoniana* (Cephalopoda, Loliginidae). Zoological Science 22: 645-651.
- [3] Wada T, Takegaki T, Mori T, Natsukari Y. 2010. Sperm removal, ejaculation and their behavioural interaction in male cuttlefish in response to female mating history. Animal Behaviour 79: 613–619.
- [4] Wada T. 2016. Size-assortative mating and arm loss in the wild shallow-water octopus *Abdopus* sp. (Cephalopoda: Octopodidae). Journal of Natural History (DOI: 10.1080/00222933.2016.1252069).

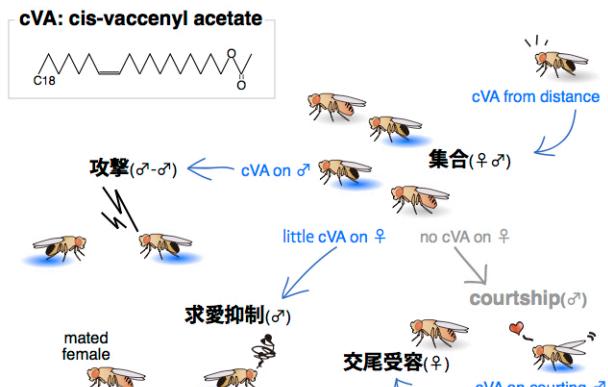
～可塑性を生み出す情報統合機構～

背景依存的・経験依存的なショウジョウバエ求愛行動制御機構

江島 亜樹（東京大学大学院農学生命科学研究科）

両性生殖を行う多くの動物は、正しい交配相手を見つけるために適切にアプローチするため、あらゆる感覚を利用している。ショウジョウバエにおいては、クチクラ体表成分が種・性・交尾受容性などの情報を伝える性フェロモンとして働いており[1]、その化学受容体である嗅覚および味覚受容体を欠く変異体オスでは求愛行動に異常を生じる。*cis-vaccenyl acetate* (cVA) はオス特異的な揮発性脂質で、集合、求愛抑制、交尾受容、攻撃といった複数の行動制御に関与している[2, 図]。

cVA を介した行動の誘発は、微量の cVA によってもたらされる。例えばオスの求愛行動抑制効果は、オス 1 個体の持つ 1/1000 というわずかな量の cVA で現れる。しかし、オスは、周囲のオスが発する cVA に影響されずにメスへの高い求愛意欲を維持する必要がある。本研究では、複数のオスが存在する競争的環境では、オスは、cVA への嗅覚馴化により低下した求愛意欲を回復するという新しい現象を見いだした[3]。さらに、リアルタイムイメージングと遺伝学的スクリーニングにより、この嗅覚応答の可塑的变化には抑制性神経伝達物質 GABA を介した局所的回路が関与する事を明らかにした。また、馴化変異体のオスはライバルの存在下での交尾成功率が有意に低下する事から、嗅覚馴化が適切な感覚感受性を維持するための適応的な機構であることが示唆された。



参考文献

- [1] 江島亜樹 (2009) ショウジョウバエのフェロモンの受容及び神経系における情報処理. 分子昆虫学ポストゲノムの昆虫研究 (共立出版) 238-245.
- [2] Ejima A. (2015) Pleiotropic actions of the male pheromone *cis*-vaccenyl acetate in *Drosophila melanogaster*. *J Comp Physiol A*. 201(9):927-32.
- [3] Tachibana S, Touhara K, Ejima A. (2015) Modification of Male Courtship Motivation by Olfactory Habituation via the GABA_A Receptor in *Drosophila melanogaster*. *PLoS One*. 10(8):e0135186.

カラスの行動と身体空間

伊澤 栄一（慶應義塾大学文学部）

近年の動物行動学・動物心理学研究は、カラスの道具作成・使用や他者の心的状態の推論など、大型類人猿だけに進化したと従来考えられてきた高次認知機能をもつことを明らかにしている。鳥類の大脳には、哺乳類の大脳皮質の細胞構築的特徴である層構造がなく、外胚葉由来の細胞が核構造をつくる独自の大脳“皮質”(外套と呼ぶ)が進化している。鳥類の中でもカラスの外套はとりわけ大きく発達している。これらのことは、高次認知機能が、脳構造、身体形態の違いを超えて独立に生じるという収斂進化の好例と考えられている(1, 2, 3)。本講演では、ハシブトガラスを対象に、群れにおける個体間のコミュニケーション様式とその心理基盤について、我々のこれまで研究成果を報告する。その上で、特に個体間の近距離コミュニケーションにおいて無視することができない「身体」の問題について話題提供し、動物種間に類似のコミュニケーションに種固有の身体形態がもたらす制約とその解決機構を理解する意義を議論したい。これらを通じ、動物行動の進化を探る上で社会生態と脳・身体という三者間の関係を統合理解する視点を提供したい。

参考文献

- [1] Emery, N. J., & Clayton, N. S. (2004) The mentality of crows: Convergent evolution of intelligence in corvids and apes. *Science*, 306, 1903-1907.
- [2] 伊澤栄一 (2009) カラスから探る社会認知機能の進化－心に大脳“皮質”は必要か？－ *科学*, 79, 678-681.
- [3] Güntürkün, O., & Bugnyar, T. (2016) Cognition without cortex. *Trends in Cognitive Sciences*, 20m 291-303.

Intelligent Group behavior by not-necessarily intelligent Individuals:

Autonomous Task Allocation Dynamics of Foraging Ants

西森拓 山中治 粟津暁紀（広島大学大学院理学研究科）

Ants have evolved to the present forms from the same ancestor with bees, through which evolution process they have simplified their own structure and the behavior of each, whereas cooperative behavior as a mass of them has got more and more complex and sophisticated. Hence, they have obtained various kinds of “social functions” and are now enjoying the highest level of prosperity among various animals on the earth. We have focused on the foraging behavior of ants and have performed experiments and mathematical modeling mainly on their group behaviors: In experiments, we have shown that the navigation in foraging walk of ants (*Lasius Japonicus*) is strongly affected not only by chemical cues but also by visual cues, and that the priority between these cues is switched flexibly in accordance with their temporal situation[1]. Through mathematical modeling, we have shown that the group foraging of ants is optimized by the effective use of errors(noise) in following chemical cues in their foraging walk, where the type of optimally erroneous groups of ants are twofold; uniform (group of homogeneously erroneous ants) or non-uniform(binary-mixture of strongly erroneous and almost error-free ants) depending on temporal feeding environment[2]. In the present presentation, we report the above results, and, in addition, we briefly introduce our recent experiments on the statistical behavior of colonies of ants using both i)very-tiny RFID tags (smaller than $0.5\text{mm} \times 0.5\text{mm}$) attached to each body of all ants and ii)sensors attached to gates connecting a nest and foraging arenas. By analyzing the obtained “big-data of ant society” after more than three-months continuous measurement, we found various kinds of statistical structure of the ant society in which sophisticated task allocation among ants and its dynamical reorganization took place. In particular, our data indicates that the response threshold model which has widely been believed to explain the task allocation dynamics of ants should be reconsidered.

参考文献

- [1]Y.Ogihara, et. al, “Switching of Primarily Relied Information by Ants; A Combinatorial Study of Experiment and Modeling”, in Mathematical Approaches to Biological Systems: Networks, Oscillations and Collective Motions, (Springer, 2015)
- [2].H.Nishimori et.al., Proc.of AROB 20th (The Twentieth International Symposium on Artificial Life and Robotics), 879-882(2015)

アオリイカ群れのソーシャルネットワーク

杉本 親要（琉球大学理学部／沖縄科学技術大学院大学）

アオリイカは10–20個体のグループを単位とし、それらが離合集散することで最大200個体規模の群れを形成する^[1]。アオリイカの群れは、魚類が示す塊状の群れ隊形のみならず、鳥類の渡りの群れのように横並びに連なった帯状隊形を示す。アオリイカは、これらの隊形を海底地形の様子や群れの動きに合わせて機能的に使い分けている。また、ある一個体の構成員が他の構成員とは逆方向に定位したり、群れからある程度の距離まで離れた後、再び戻るという動きを繰り返したりするなど、斥候や見張り役などの役割分担のような行動を示す。

アオリイカは、高解像度の眼、発達した脳、全身の無数の色素胞といった高度な情報処理基盤を有することから、上記のような特徴を示す群れ内には社会性の存在が想起される。飼育下でアオリイカの群れ行動をより詳細に調べたところ、孵化後の成長過程に伴い徐々に群れが形成される様子が明らかとなった^[2]。孵化直後は、互いに離れた位置で様々な方向を向いて遊泳しているが、孵化後30日齢から60日齢にかけて、他個体と近接した位置で平行遊泳を示すようになり、群れ行動が明確化する。

アオリイカの社会性について明らかにするため、飼育下の群れを構成する全ての個体を標識した後、順位判定やソーシャルネットワーク分析を用いて構成員間の関係性について詳しく調べた。群れに対し餌を1尾ずつ与えると、すぐに捕食する個体、接近するが捕食しない個体、接近もせず餌の方向を向くのみの個体とに分かれる。これらの傾向は個体ごとに決まっており、経時的にも再現性があることから、社会的な順位であると考えられる。この社会的順位は体サイズと正の相関を示す傾向が見受けられる。また、群れ内の各構成員を点で表し、個体間の関係性の有無を線で表現したソーシャルネットワークグラフを描くと、他個体と多くの関係性を有する複数のハブ個体が密につながりあった中央部分と、特定の一個体のみとの関係性を有する数多くの周辺個体が、中央部分を取り囲むようにつながっている辺縁部分とに分けられる^[3]。このような構造の特徴は、経時に安定しているとともに、10–70個体の様々な規模の何れの群れにおいても同様に見られる。これらハブ個体や周辺個体には様々な特徴の個体が含まれており、体サイズ、性別、順位などの特徴との関係は不明瞭である。また、特定のハブ個体を群れから外した場合、ネットワーク構造は変化し、攻撃や防衛時における群れの動態も変わる。一方、周辺個体を外した場合には、ネットワーク構造や群れ動態に変化は見られない。さらに、ミトコンドリアDNAやマイクロサテライトより群れ構成員の遺伝的類似度を調べたところ、類似度の高い個体同士がハブ個体もしくは周辺個体となっている傾向が認められる^[4]。これらのことから、アオリイカは、遺伝的な背景を反映した体系的なつながりを作ることで社会構造を維持し、群れとしての機能を発揮していると考えられる。

参考文献

- [1] Chikatoshi Sugimoto, Ryoko Yanagisawa, Ryuta Nakajima and Yuzuru Ikeda
Observations of schooling behaviour in the oval squid *Sepioteuthis lessoniana* in coastal waters of Okinawa Island. *Marine Biodiversity Records*, 6, e34, 2013.
- [2] Chikatoshi Sugimoto and Yuzuru Ikeda. Ontogeny of schooling behavior in the oval squid *Sepioteuthis lessoniana*. *Fisheries Science*, 78, 287–294, 2012.
- [3] Chikatoshi Sugimoto and Yuzuru Ikeda. in preparation.
- [4] 杉本親要, 池田譲, 井上-村山美穂. イカ類にみる社会行動の遺伝的背景解明へ向けた基盤作り. *DNA 多型*, 21, 108–111, 2013.

アクティブマターにみられる時空間パターン

末松 J. 信彦

(明治大学総合数理学部、明治大学先端数理インスティテュート)

脊椎動物の行動に見られる主な『知』の泉源が脳であることに異論を唱えるものは少ないであろう。しかし、脳が唯一無二の『知』の泉源なのであろうか。脳の他にも『知』を発現するシステムはあるだろうか？『知』の定義によるが、これを知性と捉えるのであれば、答えは YES であろう。微生物の集団や粘菌といった、脳を持たない生物でも、知性を思わせる挙動が報告されている[1,2]。では、どこまで単純化できるのだろうか。生物から離れ、液滴や固体粒といった無生物系でも、生物に見られるような『知』が現れる可能性はあるだろうか。

一つの可能性として、アクティブマターが挙げられる。例えば樟脳という化学物質の固体粒を水面に浮かべると、自発的に水面を滑走する様子が観察できる。これは、水面に展開した樟脳分子が粒周辺の表面張力を低下させることによって、粒に働く力のバランスが崩れることに起因する。つまり、樟脳粒は周辺の力学的・界面化学的環境を変えながら動き回っている。このような動き回る樟脳粒を複数水面に浮かべると、樟脳濃度場・表面張力場を介して相互作用することが期待される。実際に円形の狭い水面に円形に成形した樟脳粒を複数浮かべると、その数密度に依存して「連続運動」、「振動運動」、「停止」といった異なる複数の挙動が確認される[3]。これに限らず、アクティブマターは無生物であるにもかかわらず、走化性や集団パターンの形成など、多様な現象が報告されている[3,4]。本講演では、これらのアクティブマターに見られる多様な挙動を通して、『知』への可能性を探ってみたい。

参考文献

- [1] 中垣俊之、「粘菌 その驚くべき知性」、PHP 研究所 (2010) .
- [2] N.J.Suematsu *et al.*, *J. Phys. Soc. Jpn.* **80**, 064003 (2011).
- [3] N.J.Suematsu *et al.*, *J. Phys. Soc. Jpn.* **84**, 034802 (2015).
- [4] Y. Hong *et al.*, *Phys. Rev. Lett.* **99**, 178103 (2007).

トラフコウイカの行動発達と環境エンリッチメント効果

安室 春彦（琉球大学大学院理工学研究科）

哺乳類などの高等動物では、生後の環境の豊かさが脳神経や行動の発達に「環境エンリッチメント」として促進的な効果をもたらすことが知られている。頭足類は、分類学的には下等動物の軟体動物に属するものの、巨大脳とレンズ眼をもち、これらを駆使した高次脳機能を示すことから、高等動物と同じく環境エンリッチメント効果が予見される。そこで演者は、トラフコウイカを対象に、頭足類の行動発達に対する環境エンリッチメント効果を体系的に検証した。

はじめに、サンゴや水草の模型、砂地から構成される「豊かな環境」と、これらを欠く「貧しい環境」でトラフコウイカ（以下、コウイカ）を集団飼育して、頭足類の特徴である、体色変化を用いて自身の姿を背景にとけ込ませる隠蔽能力の発現を調べたところ、隠蔽行動の発現には生育環境の非生物的要素（模型や砂地など）が促進的に作用していた。また、このような要素に加え、生育環境の生物的要素（同種個体）が、コウイカの学習・記憶、奥行きの知覚、種内コミュニケーションといった認知能力の発現に強く影響を与えていた。

次に、ヒトで生理心理学的效果を齎すことが知られている照明環境について、光が作り出す空間デザインがコウイカの行動表出や認知能力の発現にどのような影響を与えるか調べたところ、照明環境が醸し出す陰影が、コウイカの隠蔽行動の表出に強く影響していた。また、間接照明を施した水槽では、レム睡眠と考えられる行動が観察された。さらに、照明環境は、コウイカの認知能力の発現にも関与していた。

霊長類の分散パターンと血縁構造

井上 英治（東邦大学理学部生物学科）

多くの昼行性の霊長類は、群れで生活しており、単雄単雌、単雄複雌、複雄単雌、複雄複雌など多様な社会を形成している。さらに、群れの構成メンバーの違いだけでなく、オスが群れに残る父系社会やメスが群れに残る母系社会があることが知られている。ヒトにもっとも近縁なチンパンジーは、オスが群れに残る父系社会であり、現代の身近にある人間社会も父系的であるため、ヒトの社会の起源も父系的と考えられることが多かった。本発表では、DNA分析を用いた血縁構造の解析により明らかになったゴリラの分散パターンの研究を中心に紹介し、ヒトの社会の起源について考察する。

ゴリラは、単雄複雌の群れを形成しており、一般的にオスもメスも生まれた群れを出る特徴を持つため、どちらの性が遠くへ分散するかは詳しく分かっていなかった。ゴリラのオスが群れを出た後、出身群近くの地域集団に留まっているならば、ゴリラも父系的な特徴を持つと考えられる。ガボン、ムカラバのニシゴリラを対象に糞を用いてDNA解析を行なったところ、地域集団内にいるオス間には血縁者がほとんどいないことが明らかになった[1]。これは、オスが生まれた群れから遠くへ分散していることを示唆している。DNA解析を用いたゴリラの分散の研究は他のゴリラ集団でも行なわれており、多くの研究でオスが遠くへ分散する傾向が示されている。さらに、単独生活をする大型類人猿のオランウータンでもオスが遠くへ分散する傾向が報告されているので、大型類人猿の共通祖先は、オスが遠くへ分散する様式であったのではないかと考えられる。このような結果は、ヒトの社会の祖形も父系的ではなかった可能性を示唆するものである[2]。

参考文献

- [1] Inoue E, Akomo-Okoue EF, Ando C, Iwata Y, Judai M, Fujita S, Hongo S, Nze-Nkogue C, Inoue-Murayama M, Yamagiwa J. Male genetic structure and paternity in western lowland gorillas (*Gorilla gorilla gorilla*). American Journal of Physical Anthropology 151:583-588, 2013.
- [2] 井上英治. DNA分析が明かす大型類人猿の分散パターン、現代思想 44(22): 150-158, 2016.

単細胞生物のちょっと賢い話

中垣 俊之（北海道大学電子科学研究所）

単細胞という言葉は、「知的能力のあまり高くない」というような意味で使われることがある。もっとも下等な部類の生物という共通の認識ゆえだろう。しかしながら、彼らが長い地質年代を生き延びてきたことを考えると（多勢に無勢とはいえ）、何かしらそれなりに上手い行動がとれていたと仮定してみるのも意味があろう。

生物の進化は、多様化の道筋を歩んできたが、一方で驚くべきほど保守的な面もある。セントラルドグマは共通だし、真核細胞の基本構成もひどくよく似ている。生物にとってある程度高度な情報処理能力が必須の性能であるとすれば、それは単細胞生物にも何らかの形で存在して然るべきである。基本構造が保守的なら、基本機能だって保守的であってもおかしくない。

研究の歴史を振り返れば、100年ほど前から、真核単細胞生物である纖毛虫やアメーバの巧みな行動が盛んに報告されてきた。例えば、ゾウリムシには条件付け学習の能力があると繰り返し報告されてきたが、一方でそうではないという報告も多く出され、活発な議論が展開してきた。どちらにしても、確実なことは、単細胞の行動といえども、同じ刺激にはいつも同じ反応を繰り返すだけの単純な機械のようなものでは決してなく、時間をかけて観察を続ければ、犬や猫に対して抱くような感情移入がおのずとできるような複雑性を有することである。

本発表では、単細胞生物の行動戦略を調べるために、アメーバと纖毛虫で実施した実験を報告する。彼らを何らかの意味で困らせるような状況を人工的に作り出し、そこでの行動を定量的に観察し、その生理的意義を検討した。そのような行動がもたらされる仕組みをすくい取るために、単純化した運動方程式を立てて、情報処理のアルゴリズムとして書き下した。二、三の具体事例を通じて、自然知能研究の可能性について参加の方々と議論したい。

参考文献

- [1] 中垣俊之、粘菌～偉大なる単細胞が人類を救う～、文春新書
- [2] 中垣俊之、粘菌～その驚くべき知性～、PHP サイエンスワールド新書

視覚障害者における認知と運動の技法

伊藤 亜紗（東京工業大学リベラルアーツ研究教育院）

視覚に障害がある人は、晴眼者とは異なる仕方で世界を認知し、運動する。視覚障害者は決して、晴眼者から視覚を差し引いた存在ではない。彼らは視覚なしで成立する身体を生きる人たちであり、そこには晴眼者とは異なる知の技法がある。たとえば、ある部屋に入ったとき、彼らは壁からの反響音や、頬にあたる空気の流れ、靴底から伝わってくる触覚などを頼りにその内部を認知する。本発表では、当事者へのインタビューや行動観察を通じて見てきた、視覚を使わない知の技法を紹介する。

視覚を使わない空間認知のもっとも大きな特徴は、一瞬ごとに「視野」が変化することである。目で見ている限り、視野の範囲は壁などの物理的な条件によって限界づけられており、比較的安定している。ところが視覚障害者の場合には、壁の向こうから電車の音が聞こえたら、それに注意を払っている限りは線路までをも含んだ範囲が「視野」になるのである。

視覚を使わない物体認知の特徴は、存在がいわば確率論的に措定されることである。目で見ていれば、ある物体がそこに存在しているかどうかは明確に判断することが可能である。ところが視覚障害者の場合には、対象に触っていればそれが存在していることがわかるが、手を離したとたんに、「存在している」が「存在しているだろう」に変わる。さらに時間が経つにつれて、存在している確率は減少していく。逆に言えば、視覚障害者は「あるはずのものがない」という経験に慣れており、予期が外れることを前提にした予期の形成を行っているといえる。

視覚を使わない運動に関しては、パラリンピック代表選手を含む日本トップレベルのアスリートへのインタビューを紹介する。スポーツにおいては、運動の効率をいかにあげるかが求められる。その結果、「認知と運動の分離」という現象が起こる。つまり、たとえば幅跳びの選手が、踏切の位置や踏み切るタイミングをガイド役の晴眼者に任せ、自らは純粋に運動に集中するということが起こるのである。こうした「認知なしの運動」は晴眼者には不可能なものであり、ある意味では究極の運動であると言える。

参考文献

- [1] 伊藤亜紗『目の見えない人は世界をどう見ているのか』(光文社、2015)
- [2] 伊藤亜紗『目の見えないアスリートの身体論』(潮出版、2016)

イカの提灯の制御

伊藤 浩史（九州大学芸術工学研究院）

イカ表皮に存在する色素胞は細胞内に色素含み、この細胞を取り囲む筋繊維の収縮によって、イカの体色の変化をひきおこす。この色素細胞は中枢からの制御を受け取らない時に自律的なリズムを生み出すことがあり[1]、「イカの提灯」などと呼ばれることもある。講演者は最近このリズムを生物が示すリズム現象のおもちゃモデルとみなし、様々な刺激への応答を観察している。本講演では、温度・光・電気の3つの刺激への応答を報告する。

生物のリズム現象の温度への応答は、古くから概日リズムに対して調べられており、周期の環境温度に不依存であることは「温度補償性」と呼ばれてよく研究の対象となっている。そこでケンサキイカ外套の切片を様々な温度にさらし周期を観察したところ、明瞭な温度補償性は観察されなかった。講演では概日リズムと色素胞のリズムを比較し、力学系の分岐理論の観点から周期の温度依存性を議論する。

また色素胞は光を直接感受し、応答することが魚類を中心に知られている[1]。光に対する応答もまた概日リズムにおいてよく知られている。私たちの体内時計が光を浴びて太陽の24時間周期の動きに同調するようにイカ色素胞も同調を促すことが可能であるのだろうか、だとしたらその取り組みを紹介したい。

さらに色素胞の運動は電気刺激に応答することも知られている[2, 3]。これを利用したバイオアート「いか電話」について紹介する。

参考文献

- [1] Suzuki et al. PLoS ONE 6, e18244, 2011
- [2] Florey E. Comparative Biochemistry and Physiology 18, 305–324, 1966
- [3]Youtube: G-OVrI9x8Zs

memo