

人間の心臓はなぜ左側に偏っているのか？ ～生物の形の非対称性とその数理～

Why is the human heart biased to the left?

-The asymmetry of the living organism and its mathematics-

明大 MIMS¹, サレジオ高専², 阪大院生物³, ○(P) 秋山正和¹, (P) 須志田 隆道², (P) 稲木 美紀子³, (P) 松野 健治³

Meiji Univ.¹, Salesian Poly.², Osaka Univ.³, ○Masakazu AKIYAMA¹, Takamichi SUSHIDA², Mikiko INAKI³, Kenji Matsuno³

E-mail: masakazu.akiyam@gmail.com

生物のからだは、頭尾軸、背腹軸、左右軸といった特定の方向性を持つ。頭尾軸は個体の進行方向への適応として、背腹軸は個体の重力に対する適応の結果として進化的に獲得されたと考えられている [1]。一方、頭尾軸や背腹軸と比較して、からだの左右に物理的な優位性をつけることは困難であると考えられている [1]。それではどのようなメカニズムによって生物のからだは左右性を持つのであろうか。

この単純な問いは、発生生物学における最重要課題の一つであるものの、未だ全容は解明されていない。現在までに、左右性の研究は大まかに分けて脊椎動物と無脊椎動物において行われている。脊椎動物門のマウスの胚では、腹の特定の部位(ノード)において、細胞表面上の繊毛がおこす運動によって流体(胚体の外液)に非対称な流れ(ノード流)が生じることが知られており、この流れが左右性決定の大きな要因であることが示されている [2]。一方、無脊椎動物においてノード流は観察されていないことから、脊椎動物とは異なる左右性形成のメカニズムが存在するのではないかと考えられている。

ハエ(キイロショウジョウバエ)では、脊椎動物と同様に体内の多くの器官で左右性が確認されている。例えば、野生型の消化管(前腸・中腸・後腸)では左右の非対称性が形成されるが、この非対称性は遺伝的要因によって99%以上の頻度で厳密に決定されていることが示されている。この左右性決定の遺伝的因子を調べるために、すべての遺伝子を網羅的に壊すことで突然変異体を作り、観察実験が行われた。実験の結果、松野等はミオシン 31DF 突然変異ホモ接合体と野生型のハエを比較して、中腸と後腸が鏡像化することを発見した [3]。図1はその様子を表した実験画像である。矢印で示された野生型の後腸は「? (逆ハテナ)」の形状であるが、ミオシン 31DF 突然変異体では鏡像化している。本講演では、ハエの後腸に注目し、どのような細胞メカニズムで捻転現象および捻転方向の逆転が起きているかを考える。

謝辞 本研究は、平成27年度～平成31年度文部科学省科学研究費補助金新学術領域研究(研究領域提案型)「生物の3D形態を構築するロジック」(課題番号JP15H05863, JP15H05857)の助成を受けている。

参考文献

- [1] 松野 健治, サイエンスネット, 数研出版 第34号, 2008.
- [2] 濱田博司等, 細胞工学 Vol. 27:(6), 2008.
- [3] S. Hozumi and K. Matsuno, et al., Nature, 440(7085): 798-802, 2006.

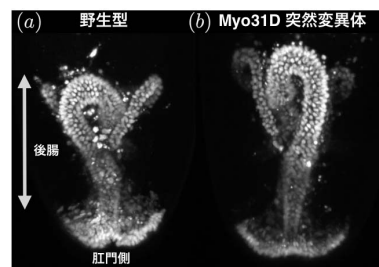


図1: (a) 野生型のハエ後腸. (b) ミオシン 31DF 突然変異体のハエ後腸. 2つは鏡像関係になる。