

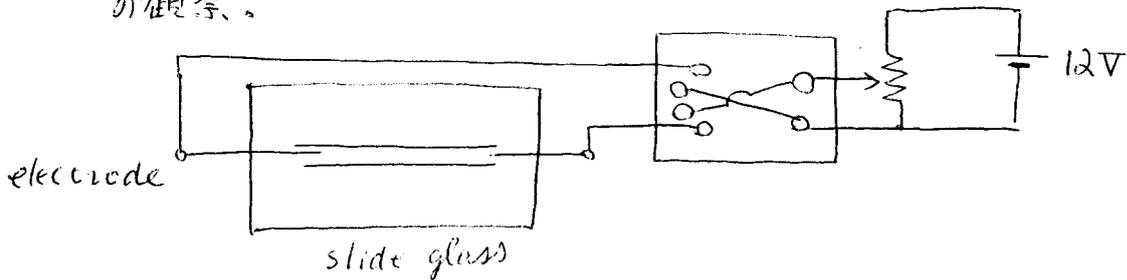
1992 Nov. 27-28

Galvanotaxis and ciliary activity in Paramecium

Purpose: To see the galvanotaxis behavior of paramecium and explain the mechanism of the taxis

Material: Paramecium caudatum

Procedure: 1. Parameciumの normal activity の観察。
(movement: locomotion)
2. 図のような装置により、電圧を変えた時の paramecium activity の観察。
(movement) / locomotion



3. paramecium を viscous medium (Methylcellulose 1% sol) に入れて cilia の動きを観察し、電圧変化による cilia の動きの変化を観察し、スケッチする。

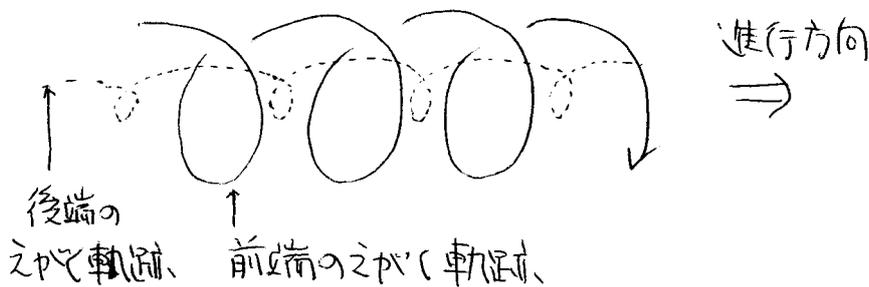
Result:

1. Normal locomotion of paramecium.

◇ 前進



- 後方から回ると、時計まわりにらせんを描きながら前進する。
- 前端の方が回転が大きい。前端の軌跡は大きならせんであり、後端の之は小さならせんである。



後退

parameciumは物体にぶつかった時、いったん後退するが、何にもぶつからなくても、ときどき自発的に後退する。

AVOIDING REACTION

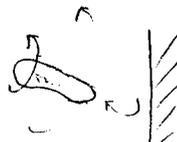
前端が物体にぶつかると、cilium strokeの方向は逆転して前方を向いて打つようになる。これを reversal という。reversal がはじまると体は、後退をはじめめる。

後退の時には、体の回転が反時計回りになる。

parameciumは、まもなく reversal をやめて後退を停止し、体軸の方向が変化するまで、新たな方向への前進をはじめめる。



① paramecium meets resistance



② backs by reversal



③ shifts its position
• reversal 停止。



④ finds a free path.

2. Behavior of paramecium changing the strength of current flow

parameciumの泳いでいる medium に電流を通すと parameciumは、一般に cathode 側に集まる。

◇電圧がごく低い時。

parameciumはあまり反応せず、randomに動き回る。

◇電圧 (1V ~ 2V) 程度の時、(ふたつの電極のあいだで測ったもの)

parameciumは cathode に向かって走る。(+)の電極にたどりつくとき、そのあたりをうろついたり、cathodeの方を向いたまま、後退するものなどがある。

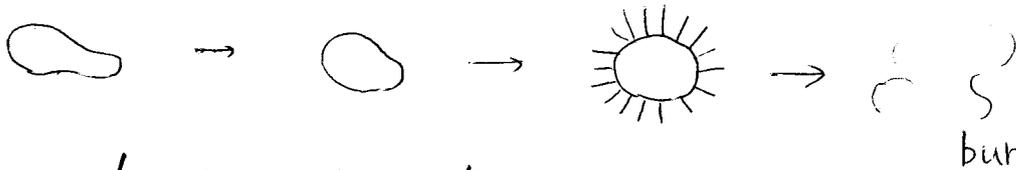
このままにしておくと、体は短くなり、ふくらみはじめ。

電圧が 3V~4V の時

同時に cathode へ走る。1~2V の時と比べてその速度のちがいは、電極間距離が短いので明瞭ではない。放置すると、やはりふくらんでくる。

電圧が 4V 以上の時

paramecium は cathode へいきましく、ふくらみはじめ、表面の全 cilia が逆立ち、やがてパンクしてしまう。
電圧が高いほどいちじくしい。



3. Ciliary beat under the various strength of current flow

電圧が低い時

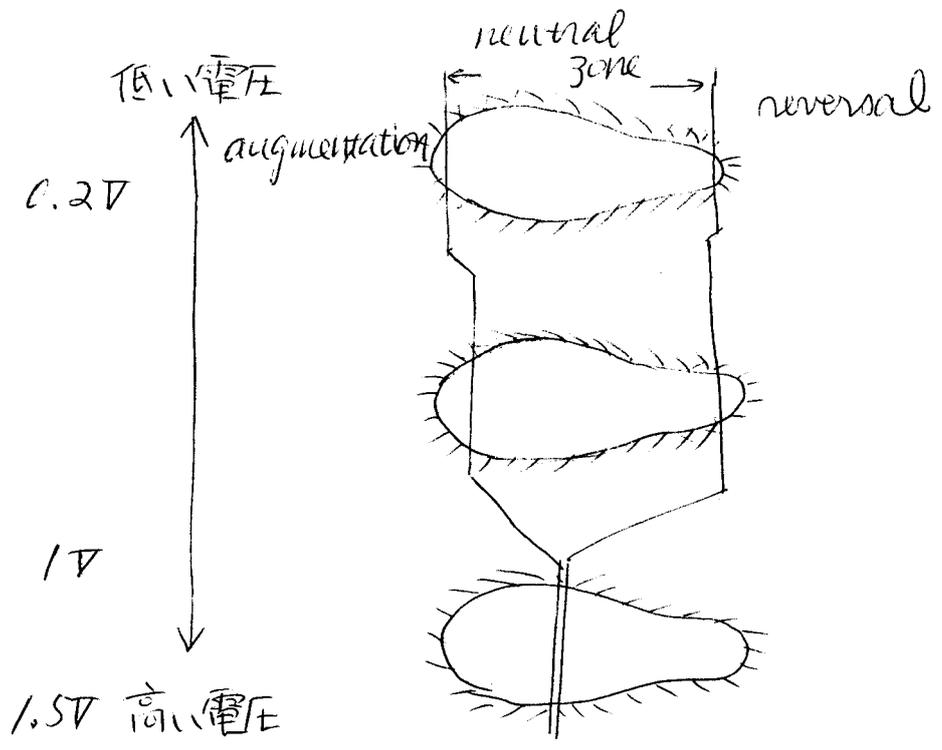
paramecium の前端の cilia が reversal を起こす。又、後端は今までと同方向に打つ。中間の強く打っている部分は、その動き (ciliary movement) は変わらない。このような中間部を neutral zone という。neutral zone は電圧がうんと小さければなくなる。
電圧をあげていくと、(たいてい) neutral zone は狭まるが、(とき) なかった。ただ電圧がある程度高い時に、neutral zone がたいていのが戻られた。

• on の時、先端が (-) の方に向いていたものでは、先端で reversal を起こし、cathode side に向うが、viscous medium のなかで、時に後退するものもある。

• on の時、体側を (-) に向けていたものは、まじやく、先端を (-) に向ける

• on の時、(+) に先端を向けていたものは、この瞬間 (+) へ進んだりするが、そのうち1回転した1つにおおづくに (-) 方向へ先端を向ける。

- offでは、瞬時的に逆方向を向いた1、10回転(たり)するだけあいか
ある。



考察

reversalの機構

parameciumの入っている溶液に電流を流すと parameciumが(-)のほうを向いている時には、電流は、後端から入り前端へ抜ける。先端の細胞膜について考えると 外向き電流が流れることになり、そこに脱分極が起きる。

脱分極がおこると膜の Ca^{2+} 透過性が增大し、 Ca^{2+} は細胞内に流入し、ますます脱分極する。

そして膜に脱分極がおこると cilia は reversal する。
機械的的刺激によっても Ca^{2+} 透過性は増大する。

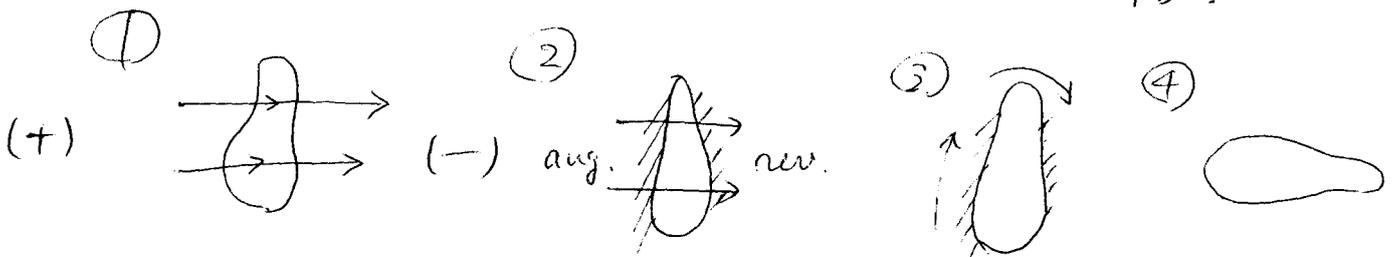
augmentationの機構

上と同様に考えると 後端の細胞膜には内向き電流が流れる。したがって、過分極がおこり、 K^+ の透過性が増大し、 K^+ は外向きに流れ、過分極性は増大する。過分極がおこると augmentation がおこる。

また、機械的的刺激によっても K^+ 透過性は増大する。

cnの時、横を向いていたものの行動について。

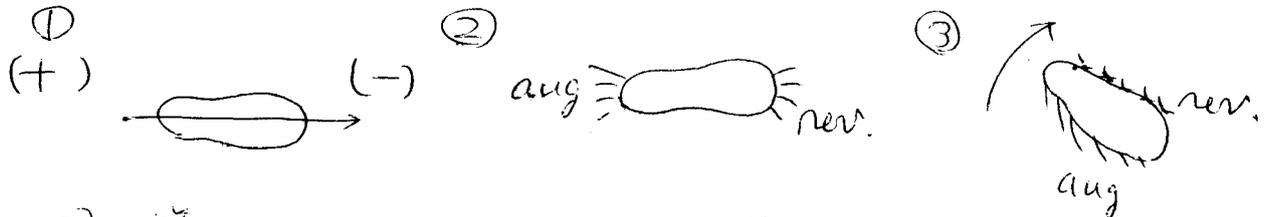
cnの時、横を向いていると下図の様に電流を受ける。



⊖側は reversal, ⊕側は augmentation をおこし、その結果、体は向きをかえはじめ、やがて先端を cathode 側へ向いた。

ONの時、後端を(-)に向けていたものの行動について。

下図①の様に電流をうつす。



②の様になり、parameciumは停まっているか、(+)に向かってすすむ。しかし、そのうちに体の向きがどちらかに変わるため、③の様になり、(+)の方に cathode が向きを向くようになる。

物体にぶつかった時の行動について。

先端が物体にぶつかる時、その機械的的刺激により、 Ca^{2+} の透過性が増し、脱分極がおこる。そこで reversal がおこり、parameciumは後退しはじめます。刺激の消失とともに Ca^{2+} 透過性ももとに戻り、脱分極はおこらなくなり、ciliaは reversal をやめて、normal な動きをするので、parameciumは再び前進する。

同様、後端に刺激が与えられた時は K^+ 透過性が増大して過分極がおこり、ciliaは augmentation をおこし parameciumは、前進速度を増す。

Neutral Zone について。

