

目的別テーマ：繊維系材料によるバイオミメティクス機能開発

16年度研究テーマ

15-3-8：繊毛、鞭毛を規範としたアクチュエータの開発

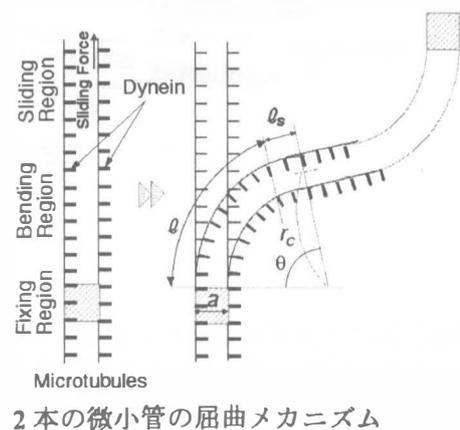
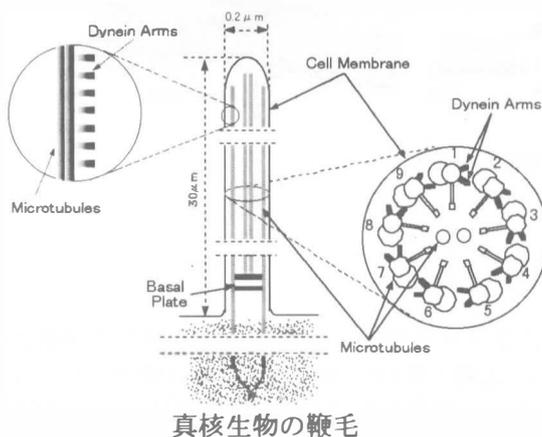
ABSTRACT

Cilia and Eukaryotic flagella possess two singlet microtubules and nine outer doublet microtubules. Protuberances of protein named as dyneins, are placed along doublet microtubules. Dyneins produce the active sliding force of doublet microtubules. Ciliary beating and flagellar movement are generated by the active sliding of doublet microtubules. We aimed to develop the artificial actuator imitating the active sliding of doublet microtubules in cilia and flagella. We have made an enlarged artificial actuator by using two flexible beams corresponding to two microtubules. To ensure active sliding in high viscous fluid for low Reynolds number, the pulleys with geared stepping motors corresponding to the dyneins were placed between two toothed timing belts as the flexible beams. Continuous bending wave was generated.

Furthermore, we developed an enlarged propulsion mechanism modeled on ciliary movement. To realize the effective stroke and recovery stroke of ciliary movement, the mechanism was equipped with a motor on its base and a variable-bending-stiffness fin made of Ionic Conducting Polymer gel Film (ICPF). We have made a paramecium type robot which consists of six variable-bending-stiffness fins.

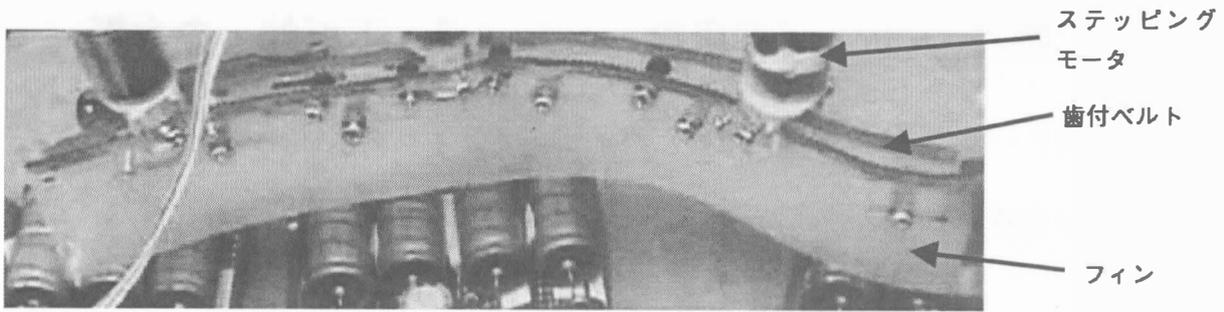
研究目的

真核生物の繊毛・鞭毛は、共通の内部構造を持っており、周囲に9本、中心に2本の細長い微小管がある。周囲の微小管にはダイニンという運動蛋白質が附随しており、ダイニンが隣の微小管を滑らせることによって屈曲運動が発生する。本研究ではこのメカニズムを模倣した新しい人工アクチュエータのシステムを考案・開発することを目的とする。



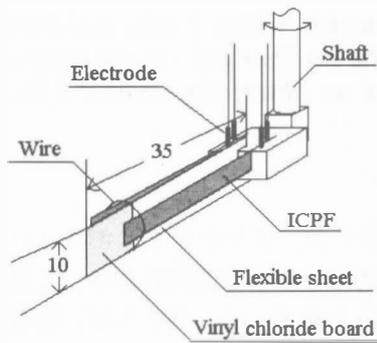
一年間の研究内容と成果

この人工アクチュエータは、生物の繊毛や鞭毛の運動環境である、流体の粘性力が運動の慣性力よりも大きな、「低レイノルズ数領域」における推進機構として有効であると考えている。そのため、特に高粘性流体での推進機構について重点をおいて検討を行った。従来の電磁石を用いた人工アクチュエータでは高粘性流体での屈曲が困難であるため、電磁石に代わる高トルクのギヤユニット付モータと歯付ベルトによる屈曲機構を試作、基礎的な実験を行った。

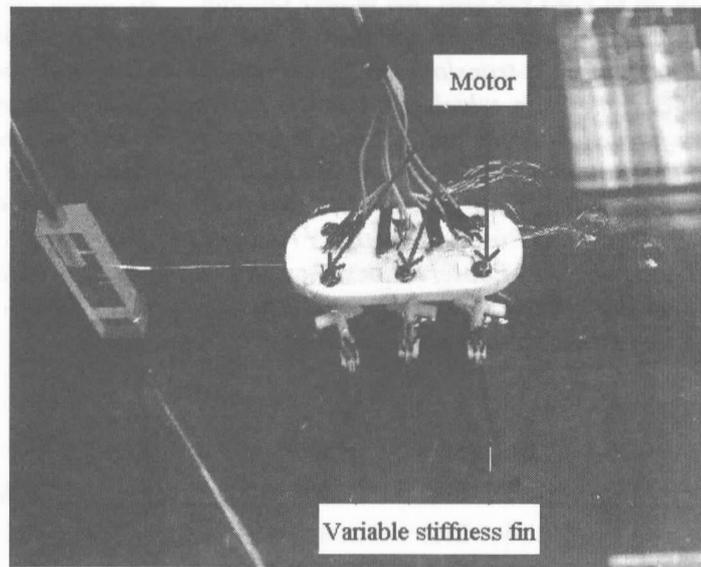


プーリ（ステッピングモータ）と歯付ベルトによる屈曲

微小管の滑りを規範とはしていないが、繊毛の特徴的な動きである、「有効打」と「回復打」を再現する、可変剛性フィンと基部のモータによる推進機構を検討しているが、今年度は小型化について検討した。今までの電磁アクチュエータにかわり、イオン伝導性高分子(ICPF)で可変剛性フィンを開発、ゾウリムシ型的水中推進機構を試作し、基礎的な推力特性の計測を行った。



可変剛性フィンの構成



ゾウリムシ型ロボット

展望

今年度では装置の試作と水中での推進特性について検討してきたので、すぐにでも高粘性流体における推進特性について検討していきたい。また、推力の評価には、人工アクチュエータの運動に伴う液体流れの把握が必要である。そのための流れの可視化、数値流体力学による解析も行っていきたい。