

強者の戦略

【生物：第2章：「分子モーター」に関する基礎研究

2016年 京都大学 前期試験 より】

世の中、何でも小型化が進んでいます。特に、機械や器材はどんどん小型化が進んでいます。おそらく、行き着く先は「マイクロマシン」、大きさが数mm単位のロボットマシンです。血管直径より小型のマシンが開発されれば、「医療・治療・手術」の概念が一変するでしょう。マイクロマシン開発の成否を分ける技術の一つに「モーターをどれだけ小型化できるか」があります。それも「バッテリー電池」を用いずに作動すること。その答えは細胞内にあります。今回は、そのような近未来の技術開発に繋がるような内容の問題を取り上げてみました。

【4】

次の文章(A)～(C)を読み、問1～問6に答えよ。解答はすべて所定の解答欄に記入せよ。

《 (A), (B) 省略 》

(C) ミトコンドリア内膜に存在するATP合成酵素は、「分子モーター」と呼ばれる特徴的な構造を有する複合体である。呼吸鎖複合体によって形成された濃度勾配に従う H^+ の流れを利用して、分子モーターの心棒が回ると、この酵素はATP合成酵素として機能する。一方、この反応は逆向きにも進行することが知られている。図3に示す分子モーター構造をガラス基板上に構築してATPを加えると、この複合体はATPアーゼ活性を発揮してATPをADPとリン酸に分解し、その際生じるエネルギーを利用して心棒を回転させる。なお、この場合心棒はATP合成の場合とは逆向きに回転する。

様々な初期濃度のATP存在下で図3に示す分子モーターの回転速度を調べたところ、図4の曲線が得られた。

強者の戦略

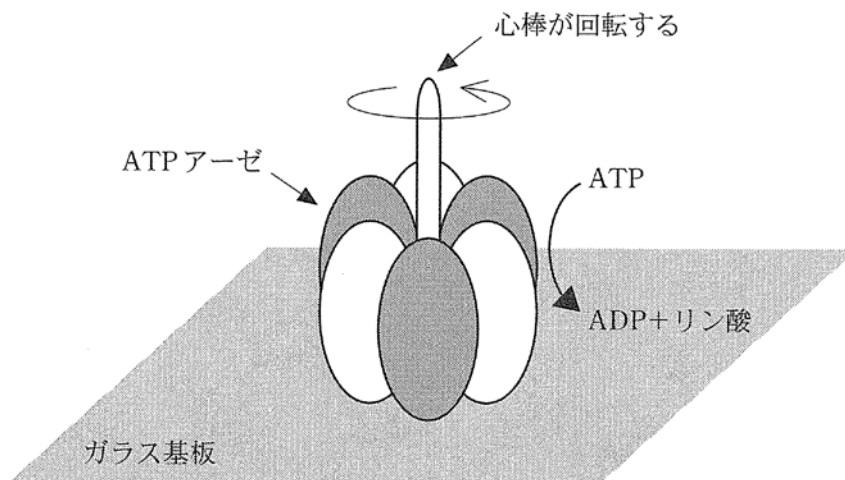


図 3

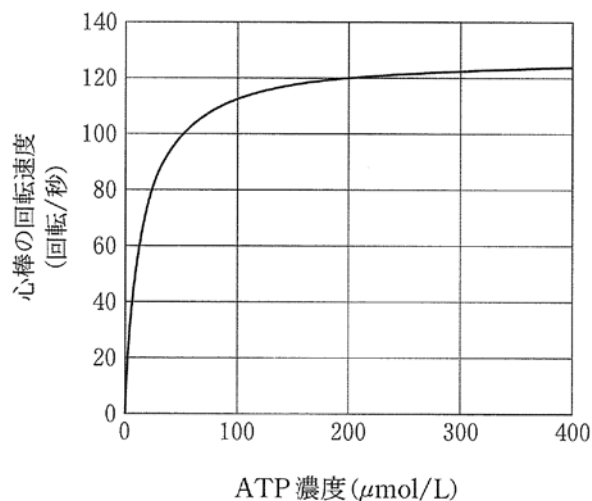


図 4

問 5 図 4 で ATP 濃度が $200\mu\text{mol/L}$ のとき、分子モーターは 1 秒間あたり 360 個の ATP を加水分解したとする。1 個の ATP あたり、心棒は何度回転するか、回転角度を解答欄(1)に記入せよ。また、その理由を解答欄(2)の枠(11cm×6 行)の範囲内で記せ。ただし、ATP 加水分解のエネルギーから回転エネルギーへの変換効率は 100%とする。

問 6 図 4 の結果から、分子モーターの回転速度は、ATP 濃度が高くなるにつれて一定の値に近づいていくことがわかる。その理由として考えられることを、「ATP アーゼと ATP の複合体」という語句を用いて解答欄の枠(12.6cm×6 行)の範囲内で記せ。

《1 科目につき 90 分・大問 4 問》