# 目　次

まえがき

1　しなやかな生物分子機械・・・・・・・・・・・・・・・・・1

2　筋肉の分子モーター・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・4

2.1　筋収縮とスライディングモデル　5

2.2　力学測定と力発生のメカニズム　7

2.3　熱ゆらぎを基礎にしたハックスレー 1957 年モデル　9

2.4　クロスブリッジの構造変化と首振りモデル　11

3　生体分子機械のエネルギー変換過程・・・・・・・15
——エネルギー入力·モーターの構造変化·運動のカップリング

3.1　分子モーターを構成するタンパク質分子　15

3.2　生体のエネルギー貯蔵分子 ATP　19

3.3　ミオシンは ATP を分解してエネルギーを得る　21

3.4　アクチンはミオシンの反応を活性化する　22

3.5　ミオシンの化学状態と構造　25

3.6　タイトカップリングかルースカップリングか　27

4　アクチンフィラメントの滑り運動をみる・・・・・29

4.1　アクチンフィラメントをみる　29

4.2　アクチンフィラメントの滑り運動をみる　31

5　1分子の動きや化学反応を直接みる・・・・・・・・・・34
——1 分子イメージングの手法

5.1　1 分子の蛍光色素をみる　34

5.2　モーター 1 分子の動きをみる　39

5.3　1 分子の化学反応をみる　40

6 1分子ナノ操作・計測と分子モーターの力学反応・・・44
6.1 ナノメートルの動きを測る 44
6.2 ナノメートルで分子を操る 47

7 ミオシン1分子の化学-力学反応を測る・・・・・50
7.1 ミオシン1分子の基本ステップを測る 50
7.2 化学-力学カップリングを直接計測する 52
7.3 ミオシンのステップサイズは構造変化では説明できない 54
7.4 ミオシンは高いエネルギー効率で働いている 57

8 ミオシンはブラウン運動を巧みに利用していた・・・58
8.1 ミオシン1分子を捕まえ力学計測する 58
8.2 ミオシンの確率的運動 60
8.3 分子にエネルギーを蓄える 62

9 ブラウン運動と方向性・・・・・・・・・・・・・・・・・・63
9.1 微粒子はたえずブラウン運動している 63
9.2 熱力学の第二法則 65
9.3 マクスウェルの悪魔 67
9.4 ファインマンのラチェット 70
9.5 ファインマンのラチェットを利用した分子モーターモデル 71

10 分子モーターのブラウン運動モデル・・・・・・・73
10.1 ブラウン運動をシミュレートする 73
10.2 ミオシンの滑り運動をシミュレートする 77

11 ゆらぎと生体機能・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・80

参考文献 85
索 引 87