

# 目 次

はじめに

1	人工物の構成	1
1.1	人工環境	1
	(a) 人工物	1
	(b) 人工環境の影響力	1
	(c) 相互に関連する人工物	2
1.2	人工物と外界の接点	3
	(a) 完全埋込み型の人工心臓	3
	(b) 空間・エネルギー・情報・物流の接点	5
1.3	人工物のライフサイクル	6
	(a) 人工物の寿命と故障	6
	(b) 故障率とバスタブ曲線	7
	(c) 人工物と物質循環	8
1.4	人工物の進化	11
	(a) 人工物の進化の系図	11
	(b) 技術の淘汰と再生	12
	(c) 大型化への進化	13
	(d) 小型化への進化	14
	(e) マイクロマシンの登場	14
2	人工物の形とサイズ	17
2.1	機能の発現と形状	17

2.2	人工物と自然物の形	19
(a)	人工物の形を決める要因	19
(b)	作り方の考慮	19
(c)	古代弓	20
2.3	基本要素の集積化による構成	21
(a)	自己組織化と集積化	21
(b)	基本部材の組み合わせ	22
2.4	人工物のサイズの標準化	23
2.5	スケール解析	24
(a)	弓に蓄えられる弾性エネルギー	25
(b)	大きなものと小さなものの挙動のちがい	25
3	人工物と熱エネルギー	29
3.1	熱と熱エネルギー	29
3.2	発熱と放熱	30
3.3	熱の移動	32
(a)	熱伝導	33
(b)	対流熱伝達	33
(c)	放射伝熱	34
(d)	パソコンのプロセッサの放熱	35
(e)	室内から室外への伝熱	36
3.4	ヒートパイプ	39
3.5	熱機関	40
3.6	ヒートポンプ	42
4	人工物と動力	45
4.1	動力の概念と定義	45

(a)	人工物の動力源	45
(b)	力と動力	46
(c)	動力の概念	46
(d)	動力の単位	47
4.2	動力の瞬発性と持続性	48
(a)	筋肉の瞬発性と持続性	48
(b)	人工物の動力源における瞬発性と持続性	49
(c)	動力源の出力を高める方法	51
4.3	動力源の分類	51
4.4	さまざまな動力源の用途	54
(a)	動力の比較	54
(b)	動力源の分散化	55
5	人工物の破壊と信頼性	57
5.1	人工物の材料と強度	57
5.2	構造体に作用する力と挙動	58
5.3	構造体の構成と断面形状	63
5.4	応力集中と座屈現象	65
(a)	人工物の角と隅	65
(b)	応力集中	65
(c)	座屈	68
5.5	破壊の制御	72
(a)	開口タブ	72
(b)	飲料缶の工夫	73
(c)	フェール・セーフ	74

## 6 人工物と振動 ————— 77

- 6.1 人工物に付随する振動と騒音 . . . . . 77
  - (a) ゆれをともなう振動 . . . . . 77
  - (b) 微動をともなう振動 . . . . . 78
  - (c) 騒音をともなう振動 . . . . . 78
  - (d) 振動の利用 . . . . . 78
- 6.2 自由振動と固有振動数 . . . . . 79
  - (a) 自由振動 . . . . . 79
  - (b) 振動モデルと運動方程式 . . . . . 80
  - (c) 回転体の振動 . . . . . 81
  - (d) 減衰係数 . . . . . 82
  - (e) 固有角振動数のスケール解析 . . . . . 83
- 6.3 強制振動と共振 . . . . . 84
  - (a) 強制振動 . . . . . 84
  - (b) 外力や変位による加振 . . . . . 85
  - (c) 振動入力の軽減化 . . . . . 86
  - (d) 地震計と加速度計 . . . . . 88
  - (e) 防振と制振の工夫 . . . . . 89
- 6.4 自励振動と不規則振動 . . . . . 90
  - (a) 自励振動 . . . . . 90
  - (b) 規則振動と不規則振動 . . . . . 92

## 7 人工物と動作プログラム ————— 93

- 7.1 からくりと動作プログラム . . . . . 93
  - (a) 機械の出現 . . . . . 93
  - (b) 動作プログラム . . . . . 94
  - (c) 状態遷移図 . . . . . 95

- (d) バンチカード . . . . . 96
- (e) メカトロニクス . . . . . 97
- 7.2 開ループ系と閉ループ系 . . . . . 97
  - (a) 開ループ系 . . . . . 98
  - (b) 閉ループ系 . . . . . 99
- 7.3 フィードバック制御 . . . . . 100
  - (a) 自動制御とフィードバック制御 . . . . . 100
  - (b) フィロンの灯油ランプ . . . . . 100
  - (c) ブロック線図 . . . . . 101
  - (d) 手動制御 . . . . . 102
- 7.4 回転を追う機構 . . . . . 103
  - (a) 偏光メガネと回転角センサ . . . . . 103
  - (b) 応答について . . . . . 105
  - (c) ステップ応答 . . . . . 105
  - (d) 周波数応答とゲイン . . . . . 107

## 8 人工物と社会 ————— 111

- 8.1 人工物と社会の相互依存性 . . . . . 111
- 8.2 人工物の発明速度とその社会依存性 . . . . . 112
  - (a) 発明の評点 . . . . . 112
  - (b) 発明の累積点数 . . . . . 113
  - (c) 相対的発明速度 . . . . . 114
  - (d) 発明と社会的背景 . . . . . 114
  - (e) 鉄の利用と古代ギリシャ時代 . . . . . 116
  - (f) ローマ時代と中世 . . . . . 117
  - (g) ルネサンスから近代へ . . . . . 117
- 8.3 人工物にたいする欲求 . . . . . 118

(a) マズローの欲求発達仮説	118
(b) 人工物にたいする欲求の発達段階	118
(c) 欲求の発展と更新	119
(d) 人工物に要求される特性	119
8.4 人工物と循環社会	120
(a) 人工物の長期使用	120
(b) 人工物の機能更新	121
(c) インバース・マニュファクチャリング	122
8.5 人工物工学	123
さらに勉強するために	125
索引	129