

# エレクトロ=メカニカル機器

—電子技術と機械技術をむすぶ—

## 第1章 力学 諸 論

1・1 一 般 力 学	1
1・1・1 機械のむずかしさと力学の重要性	1
1・1・2 質点の力学, 速度, 加速度, 落体の運動	4
1・1・3 運動量と力, ニュートンの第2法則, 運動方程式	7
1・1・4 ラプラス変換について	9
1・1・5 ラプラス変換を使って落体, 単振動の運動方程式を解く	14
1・1・6 仕事とエネルギー	20
1・1・7 ラグランジュ関数, ラグランジュの運動方程式	27
1・1・8 単振り子の運動をラグランジュの運動方程式を使って解く	30
1・1・9 力学に用いられる諸単位	35
1・1・10 次元と次元解析	36
1・1・11 固定軸のまわりの剛体の回転運動, およびその運動方程式	40
1・1・12 慣性モーメントの計算	42
1・1・13 回転する剛体のエネルギーと仕事	48
1・1・14 回転する剛体のラグランジュの運動方程式	50
1・1・15 時計におけるテンプの回転振動	51
1・1・16 静不つりあいと剛体振子	53
1・1・17 摩擦力について	55
1・1・18 流体摩擦	56
1・1・19 油圧軸受のばね常数	57
1・1・20 応用問題の1 (テープ・レコーダ・テンション・アームの共振周波数)	58
1・1・21 応用問題の2 (ターン・テーブルやリールのベルト・ドライブ)	61
1・1・22 応用問題の3 (テープ・レコーダの耐振性)	65
1・2 材 料 力 学	67
1・2・1 材料力学とは	67
1・2・2 荷重と応力	67

iv	目次	
1・2・3	応力とひずみ	70
1・2・4	弾性変形とフックの法則, 塑性変形	71
1・2・5	弾性係数について	72
1・2・6	荷重に対する安全率	73
1・2・7	ひずみエネルギー	75
1・2・8	はりにかかるせん断力と曲げモーメント	78
1・2・9	曲げモーメントにより, はりに生ずる応力	89
1・2・10	各種断面図形の中立軸, 断面2次モーメント, 断面係数の計算	94
1・2・11	はりの演習問題 (はりの強弱, T形コ形ビーム断面係数, カム・レバー, ベルト・プーリ軸の強度計算)	99
1・2・12	はりのたわみの基本式	105
1・2・13	片持はりのたわみを求める	106
1・2・14	支持はりのたわみを求める	108
1・2・15	不静定のはり	112
1・2・16	軸のねじり	117
1・2・17	うず巻ばね, 板ばね, コイルばね	121
1・2・18	組合わせ材の強さ	127
1・2・19	力学諸論と実戦的技術	129

## 第2章 機械系と電気回路のアナロジー

2・1	1自由度の振動系	131
2・1・1	はじめに	131
2・1・2	電気抵抗と機械系抵抗のアナロジー	132
2・1・3	インダクタンスと質量, 慣性モーメントとのアナロジー	136
2・1・4	キャパシタンスと機械系コンプライアンスとのアナロジー	137
2・1・5	力学的エネルギーと電気エネルギーとのアナロジー	139
2・1・6	電圧~力のアナロジーと電流~力のアナロジー (モビリティ法)	140
2・1・7	強制振動のアナロジー (スピーカ)	142
2・1・8	初期条件の考え方	146
2・1・9	機械抵抗 (減衰項) があるときの強制振動のアナロジー (スピーカ)	149
2・1・10	初期条件を与えた減衰振動	155
2・2	多自由度の振動系	157

2・2・1	多自由度の振動系とは	157
2・2・2	ばねで結合された2質点の振動	158
2・2・3	ばねで結合された2質点振動系の等価回路	162
2・2・4	ローパス・フィルタと等価な振動系	163
2・2・5	2段ローパス・フィルタと等価な振動系	168
2・2・6	カートリッジおよびトーン・アームからなる振動系のアナロジー	172
2・2・7	3自由度振動系の固有振動数と電気回路とのアナロジー	178
2・2・8	分布定数形振動系の固有振動数を求める(動電形振動試験機の場合)	182
2・2・9	2自由度分布定数形振動系	190
2・2・10	棒の縦振動と分布定数回路のアナロジー	192
<b>第3章 直流増幅器とアナログ・コンピュータ</b>		
3・1	直流増幅器	197
3・1・1	伝達関数とラプラス変換	197
3・1・2	いろいろな回路の伝達関数	201
3・1・3	フィードバック・アンプ	204
3・1・4	ベース・フィードバック形トランジスタ直結アンプの解析	207
3・1・5	ベース・フィードバック形トランジスタ直結アンプの設計	213
3・1・6	差動直結形直流増幅回路	214
3・1・7	差動アンプの同相ゲイン, 差動ゲイン, CMRR	218
3・1・8	差動アンプの温度ドリフトとSファクタ	224
3・1・9	差動直結形直流増幅回路の設計	227
3・1・10	試作アンプ各段のゲイン計算	234
3・1・11	仮想接地点の考え方	239
3・1・12	1段フィードバック・アンプの安定性(1次遅れ要素)	240
3・1・13	2段直結フィードバック・アンプの安定性(2次遅れ要素)	243
3・1・14	3段直結フィードバック・アンプの安定性(3次遅れ要素)	252
3・2	アナログ・コンピュータ	254
3・2・1	オペレーショナル・アンプについて	254
3・2・2	非反転形アンプの動作	255
3・2・3	反転形アンプの動作と符号反転器, 加算器, 減算器	257
3・2・4	積分器, 加算積分器	260

3・2・5	アナログ・コンピュータの実時間演算	261
3・2・6	タイム・スケール変換とアナコンの演算時間	263
3・2・7	コンデンサ充電の微分方程式をアナコンを使って解く	265
3・2・8	単振動をアナコンで解く	268
3・2・9	数値の電圧変換とタイム・スケールの単位決定について	269
3・2・10	減衰振動と強制振動をアナコンで解く	271
3・2・11	連成振動をアナコンで解く	272
3・2・12	熱伝導, 拡散の偏微分方程式を解く LIEBMANN アナコン	273
3・2・13	いろいろな伝達関数をアナコンでシミュレートする	277

#### 第4章 電気～機械量相互変換の技術

4・1	電気量～機械量変換のアクチュエータ	279
4・1・1	電気量～機械量変換のいろいろ	279
4・1・2	交流および直流電磁石とソレノイド	279
4・1・3	AC ソレノイドと DC ソレノイドの比較	282
4・1・4	磁気回路と電気回路のアナロジー	283
4・1・5	いろいろな磁路のパーミアンス	284
4・1・6	電磁石, ソレノイドの吸引力	286
4・1・7	電磁石, ソレノイドの吸引力計算と単位	289
4・1・8	エア・シリンダと電磁弁によるアクチュエータ	293
4・1・9	エア・シリンダの駆動力	300
4・1・10	エア・シリンダを動かす電磁スプール弁の動作	301
4・1・11	電気油圧サーボ弁に使われるトルク・モータ	304
4・1・12	ノズル・フラップ機構と電気油圧サーボ弁の動作	306
4・1・13	油圧サーボ系の運動方程式と伝達関数 (オープン・ループの場合)	311
4・1・14	油圧サーボ系のインディシャル応答 (オープン・ループの場合)	315
4・1・15	油圧サーボ系のクローズド・ループ伝達関数	316
4・1・16	油圧サーボ系と2段フィードバック直結アンプのアナロジー	317
4・1・17	油圧サーボ系のインディシャル応答と安定性 (クローズド・ループの場合)	319
4・1・18	振動試験機と強制振動のアナロジー	322
4・1・19	油圧サーボ・アンプとディザ信号発生回路	324

4・1・20	油圧アクチュエータの設計手順（油圧シユーカーの場合）	330
4・1・21	油圧アクチュエータの周波数特性	331
4・1・22	動電形アクチュエータとその伝達関数	333
4・1・23	動電形アクチュエータのスピード制御	335
4・1・24	動電形アクチュエータのスピード制御における速応性	337
4・1・25	直流サーボ・モータとその伝達関数	338
4・1・26	交流サーボ・モータの動作原理と伝達関数	340
4・1・27	サーボ式ペン・レコーダとタコ・メータ・フィードバック補償	342
4・1・28	小形直結モータの回転速度制御	346
4・2	機械量～電気量変換のトランスデューサ	352
4・2・1	ポテンシヨメータによる変位の検出	352
4・2・2	ポテンシヨメータのローディング・エラー	354
4・2・3	差動トランスによる変位計測	355
4・2・4	差動トランスの回路について	358
4・2・5	ストレン・ゲージによるひずみの計測の原理	359
4・2・6	半導体ストレン・ゲージ	362
4・2・7	2ゲージ法, 4ゲージ法によるひずみ測定	363
4・2・8	ストレン・ゲージによる速度トランスデューサ（渦電流形回転速度計）	365
4・2・9	ストレン・ゲージを使った加速度トランスデューサ	367
4・2・10	速度形振動トランスデューサ（動電形マイクロホン）	368
4・2・11	ダイナミック・バランスの原理	369
4・2・12	ダイナミック・バランスにおける修正面分離の理論	372
	〈用語総索引〉	376
	〈参考文献〉	196, 375