

目次

第1章 道具に埋め込まれた直観	1
1.1 曲線のルーツとしてのギリシャ	2
1.1.1 失われし教養	2
1.1.2 ヘロドトスが記した道具「日時計」：ポロスとグノーモン	3
1.1.3 パンタグラフ：すべてをかくもの	8
1.2 ルネッサンス-近代における曲線を描く道具	11
1.2.1 デカルトによる普遍数学の構想	11
1.2.2 デカルトとスコーテン，ニュートンにみる数学実験	13
1.3 空間で曲線を描く道具と透視・投影・射影	18
1.3.1 透視と投影	18
1.3.2 視線の理論	21
☞コラム：必須教養としての数学	29
第2章 円錐曲線とその幾何学	31
2.1 メナイクモスの円錐曲線：直円錐の切断	32
2.2 アポロニウスの円錐曲線：円錐の切断	35
☞コラム：パラボラ・エリプス・ハイパボラの定義と語源	39
2.3 透視円錐の断面	41
2.4 ダンデリンの球面	45
2.5 張り糸を利用した円錐曲線の作図	48
2.6 カバリエリの円錐曲線作図器	51
2.7 補助円を利用した円錐曲線作図器	54
2.8 交叉平行四辺形を利用した円錐曲線作図器	57
2.9 ドロネーの円錐曲線作図器	60
2.10 ロピタルの円錐曲線作図器	62
☞コラム：最速降下曲線	64
2.11 ニュートンの円錐曲線作図器	65

2.11.1	V 型定木における円錐曲線の作図	65
2.11.2	5 点を通る円錐曲線の作図	66
2.11.3	V 型定木による円錐曲線の決定条件	67
2.12	マクローリンの円錐曲線作図器	69
	コラム：射影平面と円錐曲線	71
2.13	包絡線による円錐曲線の作図	72
2.13.1	垂足曲線による包絡線	72
2.13.2	極線による包絡線	76
2.13.3	2 数直線上の点を結ぶ直線による包絡線	79
2.14	円錐曲線に接する V 型定木の頂点軌跡	82
2.14.1	放物線の場合	82
2.14.2	楕円の場合	84
2.15	ダビンチのコンパス	85
2.16	パシオッティ-オッデイの円錐曲線作図器	86
2.17	接線・法線の性質を表す作図器	88
2.18	様々な楕円作図器	89
2.18.1	プロクロスの作図器	89
2.18.2	レオナルド・ダビンチの作図器	89
2.18.3	スコーテンの作図器	90
2.19	様々な双曲線作図器	92
2.19.1	デカルトの作図器	92
2.19.2	デカルトによる研磨器	93
2.20	転がり合う 2 つの円錐曲線：周転曲線	95
2.20.1	楕円の場合	95
2.20.2	双曲線の場合	96
2.20.3	放物線の場合	96
 第 3 章 高次曲線とその幾何学		97
3.1	3 次曲線	98
3.1.1	デカルトによる三叉曲線	98
3.1.2	ニュートンの作図器（シッソイド、ストロフォイド）	99
3.1.3	スアルディのシッソイド作図器	100
3.1.4	スアルディの木の葉曲線作図器	101
3.1.5	ケトレーによる交叉曲線（ストロフォイド）	103
3.1.6	転がり合う 2 つの放物線	104
3.2	4 次曲線	105
3.2.1	直線に関するコンコイド	105

3.2.2	パスカルの蝸牛線 (リマソン)	108
3.2.3	ベルヌーイのレムニスケート	111
3.2.4	カッシーニの卵形線	114
3.2.5	ドロネーの高次曲線作図器	115
3.2.6	ベルセオスの円環曲線	117
5Nコラム	ロータリーエンジンの仕組	119
3.2.7	デカルトの比例中項器・メソラボスコンパス	121
3.2.8	カップバ曲線	124
3.2.9	連結クラंकのシステム	125
3.3	高次曲線	126
3.3.1	アステロイド	126
3.3.2	円に関するコンコイド	129
第4章 特殊な曲線とその幾何学		131
4.1	様々な螺線	132
4.1.1	アルキメデス螺線	132
4.1.2	ベルヌーイ螺線	133
4.2	周転曲線	134
4.2.1	サイクロイド	134
4.2.2	デューラーの周転コンパス	135
4.2.3	スアルディの周転曲線作図器	136
5Nコラム	離心円 (Eccenter) と周転円 (Epicycle)	138
4.3	縮閉線と伸開線	139
4.3.1	様々な曲線の縮閉線	139
5Nコラム	サイクロイドの等時性と振り時計	144
5Nコラム	方程式で与えられた曲線への接線作図	147
第5章 変換を表す機構		151
5.1	合同変換 (併進, 回転変換, 鏡映, 点対称変換)	152
5.1.1	ケンペの併進器	152
5.1.2	ケンペの傾斜装置 (はね上げ戸機構): 角の二等分器	152
5.1.3	鏡映 (線対称) 器	153
5.1.4	点対称器	154
5.1.5	シルベスターの回転器	154
5.1.6	併進・鏡映変換合成器	154
5.1.7	鏡映変換合成器	155
5.1.8	点対称変換合成器	156

5.1.9	三鏡映変換合成器	156
5.2	相似変換	158
5.2.1	シャイナーのパンタグラフ	158
5.2.2	シルベスターのパンタグラフ	159
5.3	アフィン変換になる機構	160
5.3.1	ドロネーのリンク機構	160
5.3.2	ニュールンベルクのはさみ	162
5.4	反転変換	163
5.4.1	ポースリエの反転器	163
5.4.2	反転の性質	164
5.4.3	極と極線リンク機構	167
5.4.4	ハートの直交ガイド：その1	169
5.4.5	ハートの直交ガイド：その2	170
5.5	円運動の直線への変換	174
5.5.1	ケンペの直線器	174
5.5.2	ポースリエの反転器	175
第6章	透視図法と投影	177
6.1	デューラーの透視描画器	178
6.1.1	ガラス窓越しの透視描画器	179
6.1.2	視線糸と十字枠糸による透視描画器	180
6.1.3	ケーゼルの装置	181
6.1.4	格子窓による透視描画器	182
6.2	シャイナーの透視描画器	183
6.3	チゴリー-ニスロンの透視描画器	184
6.4	ステヴィンによる中心投影	186
6.4.1	中心投影における線束の不変性	186
6.4.2	空間における平面から平面への中心投影	186
6.4.3	透視図法における距離不変性	187
6.5	空間における平面から平面への投影	188
6.5.1	平行投影	188
6.5.2	相似投影	188
6.5.3	空間における平面から平面への平行投影	190
6.5.4	空間における平面から平面への中心投影（反転変換）	192
6.6	ラ・イールの透視装置	194
6.6.1	ラ・イールの放物線	195
6.7	ランベルトの透視図作図器	196

6.8	ニュートンによる 3 次曲線の分類	198
6.9	アナモルフォーズ	202
6.9.1	平面 (台形) アナモルフォーズ	202
6.9.2	円錐アナモルフォーズ	203
6.9.3	円筒アナモルフォーズ	206
6.9.4	球面アナモルフォーズ	207
6.9.5	角錐アナモルフォーズ	208
第 7 章 作図解表示器		211
7.1	立方体の倍積問題解答器	212
7.1.1	エラステネスの解法：立方根作図器	212
	✎コラム：ピタゴラス音律と平均律	213
7.1.2	プラトン，デューラーの定木，靴屋の作業台	216
7.1.3	コンコイドを用いた方法（ニコメデス）	217
7.1.4	シッソイドを用いた方法（ディオクレス）	218
7.2	角の三等分問題	219
7.2.1	特殊 T 型定木による方法	219
7.2.2	パスカルの角の三等分器	220
7.2.3	パスカルのリマソンによる角の三等分	220
7.2.4	ケンペの角の三等分器	221
7.2.5	コンコイドを用いた方法（ニコメデス）	222
7.2.6	アルキメデス螺線を用いた方法	222
7.2.7	デカルトの等分コンパス	223
7.2.8	マクローリンによる角の三等分曲線	223
7.2.9	直角定木とコンパスによる角の三等分	224
7.3	円の方形化問題（円積問題）	226
7.3.1	ディノストラトスによる円積線の利用	226
7.3.2	アンティポンの方法	228
7.3.3	アルキメデス螺線を用いる方法	228
	✎コラム：ギリシャの三大作図題	229
7.4	折り紙で解く三大作図題	232
7.4.1	立方体の倍積問題	232
7.4.2	角の三等分問題	234
7.5	ルーローの倍周回転器	235
7.6	アルハーゼンの問題	236
7.7	円に内接する等周三角形の面積の極大値	237
7.8	ユークリッドの杖	238

7.9	タレスの杖	238
7.10	クロススタッフ	239
	✎コラム：リンドパピルス・周髀算経・海島算経（九章算術）にみる測量術	240
7.11	比例コンパス	242
7.12	セクター	244
	✎コラム：比例コンパスの用途	247
7.13	計算尺	248
7.14	エンクのベクトル和表示器	249
7.15	3 次方程式解答器	250
	✎コラム：方程式の歴史的解法	253
7.16	高次方程式解答器：整関数のグラフ作図器	255
	✎コラム：黒田稔の関数思想と導関数・原始関数の作図	258
	✎コラム：Felix Klein から小倉金之助「図計算及び図表」（1923）へ	260
	用語集	263
	あとがき	286
	参考文献	290
	索引	300