



# 目 次

1. 表とグラフ .....	1
1.1 表.....	1
1.1.1 特殊な数の表.....	3
1. 主な数学定数および物理定数 (3) - 2. 2項係数 (4) - 3. 階乗 およびその逆数 (5) - 4. 整数2, 3, 5の累乗 (5) - 5. 度からラジアン (単位円の弧の長さ)への換算 (6)	
1.1.2 特殊関数の表.....	7
1. ガンマ関数 (7) - 2. ベッセル関数(円柱関数) (8) - 3. ルジャ ンドルの多項式(球関数) (12) - 4. 楕円積分 (13) - 5. 積分正弦, 積 分余弦, 積分対数 (15) - 6. フレネル積分 (17) - 7. 関数 $\int_0^x e^{t^2} dt$ (17) - 8. ポアソン分布 (18) - 9. 正規分布 (19) - 9.1 標準正規 分布の密度関数 (19) - 9.2 標準正規分布の確率積分 (20) - 10. $\chi^2$ - 分布 (22) - 11. $F$ -分布 (24) - 12. $t$ -分布 (28) - 13. $Z$ -分布 (29) - 14. ウィルコクソン検定に対する限界値 (30) - 15. コルモゴ ロフ・スミルノフの $\lambda$ -分布 (31)	
1.1.3 積分および級数の和 .....	32
1. いくつかの数級数の和 (32) - 1.1 ベルヌーイ数 $B_k$ (33) - 1.2 オ イラー数 $E_k$ (33) - 2. いくつかの関数のベキ級数展開 (33) - 3. 不 定積分 (37) - 3.1 有理関数の不定積分 (37) - 3.2 無理関数の不定 積分 (43) - 3.3 三角関数の不定積分 (54) - 3.4 その他の超越関数 の不定積分 (62) - 4. 定積分 (67) - 4.1 指数関数の定積分 (67) - 4.2 三角関数の定積分 (69) - 4.3 対数関数の定積分 (70) - 4.4 代数関数の定積分 (72)	
1.2 初等関数のグラフ .....	73
1.2.1 代数関数 .....	73
1. 有理整関数 (73) - 2. 有理分数関数 (76) - 3. 無理関数 (81)	
1.2.2 超越関数 .....	83
1. 三角関数と逆三角関数 (83) - 2. 指数関数と対数関数 (87) - 3. 双曲線関数と逆双曲線関数 (92)	
1.3 主要な平面曲線の方程式とパラメータ表示 .....	94
1.3.1 代数曲線 .....	95
1. 3次曲線 (95) - 2. 4次曲線 (98)	
1.3.2 サイクロイド .....	102

1.3.3	スパイラル(螺線) .....	107
1.3.4	カタナリーとトラクトリックス .....	110
2.	<b>基礎数学</b> .....	113
2.1	<b>初等的な近似計算</b> .....	113
2.1.1	一般的考察 .....	113
	1. 位取り記数法 (113) - 2. 切り捨てによる誤差と四捨五入の規則 (114)	
2.1.2	初等的な誤差計算 .....	116
	1. 絶対誤差と相対誤差 (116) - 2. 関数の誤差の限界に対する近似 (117) - 3. 近似公式 (118)	
2.1.3	初等的な図式近似法 .....	119
	1. 関数 $f(x)$ の零点の求め方 (119) - 2. 図式微分法 (119) - 3. 図式積分法 (120)	
2.2	<b>組合せ論</b> .....	121
2.2.1	基本的な組合せ論的関数 .....	121
	1. 階乗とガンマ関数 (121) - 2. 2項係数 (122) - 3. 多項係数 (124)	
2.2.2	2項定理と多項定理 .....	124
	1. 2項定理 (124) - 2. 多項定理 (125)	
2.2.3	組合せ論における問題 .....	125
2.2.4	総順列(置換) .....	126
	1. 総順列 (126) - 2. $k$ 個の元の置換のつくる群 (126) - 3. 不動点のある置換 (128) - 4. 与えられた個数の巡回置換を含む置換 (128) - 5. 同じ元をそれぞれ指定された回数ずつ含む順列 (129)	
2.2.5	ある集合からとり出された元の順列 .....	130
	1. (重複のない)順列 (130) - 2. 重複順列 (130)	
2.2.6	組合せ .....	130
	1. (重複のない)組合せ (130) - 2. 重複組合せ (131)	
2.3	<b>有限数列, その和, 積, 平均値</b> .....	132
2.3.1	和と積の記法 .....	132
2.3.2	有限数列 .....	132
	1. 等差数列 (133) - 2. 等比数列 (134)	
2.3.3	いくつかの有限数列の和 .....	134
2.3.4	平均値 .....	135
2.4	<b>代 数</b> .....	136
2.4.1	算術式または項 .....	136
	1. 算術式の定義 (136) - 2. 算術式の解釈 (141) - 3. 算術式の等式	

	(142) - 4. 1 変数多項式 (145) - 5. 算術式の不等式 (146)	
2.4.2	代数方程式 .....	149
	1. 方程式 (149) - 2. 同値変形 (151) - 3. 代数方程式 (152) - 4. 一般的な定理 (157) - 5. 代数方程式系 (161)	
2.4.3	いくつかの特殊な超越方程式 .....	162
2.4.4	線形代数 .....	164
	1. ベクトル空間 (164) - 1.1 ベクトル空間の概念 (164) - 1.2 部分ベクトル空間 (165) - 1.3 線形従属性 (167) - 1.4 基底, 次元 (168) - 1.5 ユークリッド空間 (171) - 2. 行列と行列式 (173) - 2.1 行列の概念 (173) - 2.2 正方行列の行列式 (174) - 2.3 行列の階数 (177) - 2.4 行列の初等代数 (179) - 2.5 特殊な行列 (181) - 3. 線形方程式系 (182) - 3.1 線形方程式系の概念, 解, 解集合 (182) - 3.2 線形方程式系の解の挙動 (183) - 3.3 線形方程式系の解法 (185) - 4. 線形写像 (187) - 4.1 線形写像の概念 (187) - 4.2 線形写像の行列表示 (189) - 4.3 線形写像の合成 (191) - 4.4 逆作用素 (191) - 5. 固有値と固有ベクトル (192) - 5.1 行列の固有値と固有ベクトル (192) - 5.2 固有値と固有ベクトルに関する定理 (193) - 5.3 固有値の理論の応用 (193)	
2.5	初等関数 .....	197
2.5.1	代数関数 .....	197
	1. 有理整関数 (197) - 1.1 有理整関数の定義 (197) - 1.2 有理整関数の1次因数への分解 (198) - 1.3 有理整関数の零点(実の零点) (199) - 1.4 有理整関数の無限遠におけるふるまい (199) - 1.5 特別有理整関数 (200) - 2. 有理分数関数 (200) - 2.1 有理分数関数の定義 (200) - 2.2 有理分数関数の零点と極 (201) - 2.3 有理分数関数の無限遠におけるふるまい (202) - 2.4 特殊有理分数関数 (202) - 2.5 有理分数関数の部分分数分解 (203) - 3. 無理関数 (207)	
2.5.2	超越関数 .....	207
	1. 三角関数と逆三角関数 (207) - 1.1 三角関数の定義 (207) - 1.2 三角関数の性質 (209) - 1.3 三角関数のあいだの関係 (210) - 1.4 一般の正弦関数 (213) - 1.5 逆三角関数の定義 (214) - 1.6 逆三角関数の性質 (214) - 1.7 逆三角関数のあいだの関係 (215) - 2. 指数関数と対数関数 (215) - 2.1 指数関数と対数関数の定義 (215) - 2.2 特殊な指数関数および対数関数 (216) - 2.3 指数関数と対数関数の性質 (216) - 3. 双曲線関数と逆双曲線関数 (216) - 3.1 双曲線関数の定義 (217) - 3.2 双曲線関数の性質 (217) - 3.3 双曲線関数のあいだの関係 (217) - 3.4 逆双曲線関数の定義 (219) - 3.5 逆双曲線関数の性質 (220) - 3.6 逆双曲線関数のあいだの関係 (220)	
2.6	幾 何 .....	221

2.6.1	平面幾何	221
2.6.2	立体幾何	226
	1. 空間における直線と平面 (226) - 2. 2面角, 多面角, 立体角 (226) - 3. 多面体 (227) - 4. 曲面と平面によって囲まれた立体 (230)	
2.6.3	平面三角法	232
	1. 3角形の解法 (233) - 1.1 直角3角形 (233) - 1.2 一般の3角形 (233) - 2. 測地学における初歩の応用 (236)	
2.6.4	球面三角法	237
	1. 球面の幾何 (238) - 2. 球面3角形 (238) - 3. 球面3角形の解法 (239) - 3.1 一般の球面3角形の解法 (239) - 3.2 球面直角3角形の解 法 (242)	
2.6.5	座標系	243
	1. 平面上の座標系 (244) - 1.1 平面上の直線座標系 (244) - 1.2 平 面上の曲線座標系 (245) - 1.3 平面上の座標変換 (245) - 2. 空間の座 標系 (247) - 2.1 空間の直線座標系 (247) - 2.2 空間の曲線座標系 (248) - 2.3 空間の座標変換 (248)	
2.6.6	解析幾何	250
	1. 平面解析幾何 (251) - 1.1 直線 (252) - 1.2 2次曲線 (253) - 2. 立体解析幾何 (262) - 2.1 直線 (263) - 2.2 平面 (264) - 2.3 2次曲面 (266)	
3.	解析学	273
3.1	1変数関数と多変数関数の微積分	273
3.1.1	実数	273
	1. 実数の公理系 (273) - 2. 自然数, 整数, 有理数 (275) - 3. 絶対 値, 基本的な不等式 (276)	
3.1.2	$R^n$ の点集合	277
3.1.3	数列	282
	1. 実数列 (282) - 1.1 有界性, 収束, 例 (282) - 1.2 数列に関する定 理 (283) - 1.3 確定発散 (285) - 2. 点列 (285)	
3.1.4	実変数関数	286
	1. 実1変数関数 (286) - 1.1 定義, グラフ表示, 有界性 (286) - 1.2 1変数関数の極限值 (289) - 1.3 極限値の計算 (291) - 1.4 1変数の 連続関数 (293) - 1.5 関数の不連続点と位数 (295) - 1.6 閉区間にお ける連続関数についての定理 (298) - 1.7 特殊な関数の型 (299) - 2. 実多変数関数 (301) - 2.1 定義, グラフ表示, 有界性 (301) - 2.2 多 変数関数の極限值 (303) - 2.3 多変数の連続関数 (304)	
3.1.5	実1変数関数の微分	306
	1. 1次導関数の定義と幾何学的解釈, 例 (306) - 2. 高次導関数 (308)	

	- 3. 微分可能な関数についての定理 (309) - 4. 関数の単調性および凹凸 (313) - 5. 極値と変曲点 (314) - 6. 初等的な曲線追跡 (316)	
3.1.6	多変数関数の微分 .....	318
	1. 偏微分係数, その幾何学的解釈 (318) - 2. 全微分; 方向微分係数と勾配 (320) - 3. 微分可能な多変数関数についての定理 (323) - 4. 空間 $R^n$ から $R^m$ への微分可能な写像, 関数行列式, 陰関数, 解の存在定理 (324) - 5. 微分式における変数変換 (328) - 6. 多変数関数の極値 (330)	
3.1.7	1変数関数の積分 .....	334
	1. 定積分 (334) - 2. 定積分の性質 (335) - 3. 不定積分 (337) - 4. 不定積分の性質 (340) - 5. 有理関数の積分 (342) - 6. 有理関数以外の関数の積分 (345) - 6.1 無理関数の積分 (345) - 6.2 超越関数の積分 (349) - 7. 広義積分 (352) - 8. 幾何と物理への定積分の応用 (360)	
3.1.8	線積分 .....	363
	1. 第1種の線積分 (363) - 2. 第1種の線積分の存在と計算 (364) - 3. 第2種の線積分 (365) - 4. 第2種の線積分の性質と計算 (366) - 5. 線積分の積分路からの独立性 (368) - 6. 幾何と物理への線積分の応用 (371)	
3.1.9	パラメータを含む積分 .....	372
	1. パラメータを含む積分の定義 (372) - 2. パラメータを含む積分の性質 (372) - 3. パラメータを含む広義積分 (374) - 4. パラメータを含む積分の例 (377)	
3.1.10	平面領域での積分 (2重積分) .....	378
	1. 2重積分の定義と基本的性質 (378) - 2. 2重積分の計算 (380) - 3. 2重積分における変数変換 (381) - 4. 幾何と物理への2重積分の応用 (383)	
3.1.11	空間領域での積分 (3重積分) .....	384
	1. 3重積分の定義と基本的性質 (384) - 2. 3重積分の計算 (385) - 3. 3重積分における変数変換 (387) - 4. 幾何と物理への3重積分の応用 (388)	
3.1.12	面積分 .....	389
	1. 滑らかな曲面の面積 (390) - 2. 第1種と第2種的面積分 (391) - 3. 幾何と物理への面積分の応用 (396)	
3.1.13	積分に関する定理と補遺 .....	397
	1. 積分に関するガウス-オストログラズキーの公式 (397) - 2. グリーンの公式 (398) - 3. ストークスの定理 (398) - 4. 広義の線積分, 2重積分, 面積分および3重積分 (399) - 5. パラメータを含む重積分 (402)	
3.1.14	無限級数, 関数列 .....	404
	1. 基本的概念 (404) - 2. 正項級数の収束・発散の判定法 (406) - 3. 項が定符号でない級数, 絶対収束 (410) - 4. 関数列, 関数項の級数	

	(412) - 5. ベキ級数 (417) - 6. 解析関数, テイラー級数, 初等関数のベキ級数展開 (422)	
3.1.15	無限乗積 .....	427
3.2	変分法と最適過程 .....	431
3.2.1	変分法 .....	431
	1. 問題の設定, 例, 基本的概念 (431) - 2. オイラー-ラグランジュの理論 (433) - 3. ハミルトン-ヤコビの理論 (445) - 4. 変分法の逆問題 (447) - 5. 数値的な取り扱い (449) - 6. 関数解析の方法 (454)	
3.2.2	最適過程 .....	455
	1. 基本的概念 (455) - 2. 連続な最適過程 (457) - 3. 離散的な系 (467) - 4. 数値解法 (468)	
3.3	微分方程式 .....	470
3.3.1	常微分方程式 .....	470
	1. 定義, 常微分方程式と常微分方程式系に対する, 解の存在と一意性の定理 (470) - 2. 1階の微分方程式 (473) - 2.1 1階の陽形式の微分方程式, 特殊な型の微分方程式 (473) - 2.2 1階の陰形式の微分方程式 (479) - 2.3 1階の微分方程式を解くための近似方法 (485) - 3. 線形微分方程式と線形微分方程式系 (487) - 3.1 線形微分方程式についての一般論 (487) - 3.2 定数係数をもつ線形微分方程式 (489) - 3.3 線形の微分方程式系 (491) - 3.4 2階の線形微分方程式 (496) - 4. 一般の非線形微分方程式 (506) - 5. 安定性 (508) - 6. 常微分方程式の解法のための演算法 (509) - 7. 境界値問題と固有値問題 (511) - 7.1 境界値問題, グリーン関数 (511) - 7.2 固有値問題 (514)	
3.3.2	偏微分方程式 .....	517
	1. 基本的概念と特別な解法 (517) - 2. 1階の偏微分方程式 (521) - 2.1 初期値問題 (523) - 2.2 完全積分 (527) - 2.3 接触変換, 正準方程式と正準変換 (528) - 3. 2階の偏微分方程式 (533) - 3.1 分類, 特性面, 適切に設定された問題 (533) - 3.2 解を構成する場合の一般的な方法 (539) - 3.3 双曲型微分方程式 (547) - 3.4 楕円型微分方程式 (554) - 3.5 放物型微分方程式 (564)	
3.4	複素変数の関数 .....	566
3.4.1	一般的な注意 .....	566
3.4.2	複素数, 数球面, 領域 .....	566
	1. 複素数の定義, 複素数体 (566) - 2. 共役複素数, 複素数の絶対値 (568) - 3. 複素数とその加減の幾何学的表示 (568) - 4. 複素数の極形式, 指数形式とそれらによる乗除 (569) - 5. ベキ, ベキ根 (571) - 5.1 指数 $n$ が自然数の場合 (571) - 5.2 指数 $n$ が負の整数の場合 (571) - 5.3 指数 $n$ が単位分数の場合 (571) - 5.4 指数 $n$ が任意の実数 $\varepsilon$ の場	

合 (572) - 6. 複素数球面, 領域, ジョルダン曲線 (573)	
3.4.3 複素変数の複素関数 .....	575
3.4.4 主要な初等関数 .....	576
1. 初等的な代数関数 (577) - 1.1 有理整関数 (577) - 1.2 有理関数 (577) - 1.3 無理関数 (577) - 2. 初等超越関数 (577) - 2.1 指数関数 (577) - 2.2 (自然)対数関数 (578) - 2.3 一般の指数関数, 一般のベキ関数 (578) - 2.4 三角関数と双曲線関数 (579)	
3.4.5 解析関数 .....	582
1. 導関数 (582) - 2. コーシー-リーマンの微分方程式 (582) - 3. 解析関数 (583)	
3.4.6 複素積分 .....	584
1. 複素変数の関数の積分 (584) - 2. 積分の路に依存しない条件 (585) - 3. 不定積分 (586) - 4. 積分の基本定理 (586) - 5. コーシーの積分公式 (586)	
3.4.7 解析関数の級数展開 .....	587
1. 数列と級数 (587) - 2. 関数項の級数, ベキ級数 (589) - 3. テイラー級数 (591) - 4. ローラン級数 (591) - 5. 特異点の分類 (592) - 6. 無限遠点における解析関数のふるまい (593)	
3.4.8 留数とその応用 .....	593
1. 留数 (593) - 2. 留数に関する定理 (594) - 3. 定積分の計算への応用 (595)	
3.4.9 解析接続 .....	596
1. 解析接続の原理 (596) - 2. シュワルツの鏡像の原理 (597)	
3.4.10 逆関数, リーマン面 .....	597
1. 単葉関数, 逆関数 (598) - 2. 関数 $z = \sqrt[n]{w}$ のリーマン面 (599) - 3. $z = \text{Ln } w$ のリーマン面 (600) - 4. 極, 零点および分岐点 (600)	
3.4.11 等角写像 .....	600
1. 等角写像の概念 (601) - 2. 簡単な等角写像 (603)	
4. 解析学特論 .....	605
4.1 論理, 集合, 写像 .....	605
4.1.1 数理論理の基礎概念 .....	605
1. 命題論理 (605) - 2. 命題論理式の同値関係 (607) - 3. 述語論理 (609)	
4.1.2 集合論の基礎概念 .....	614
1. 集合, 元 (614) - 2. 部分集合 (614) - 3. 特別な集合形成の原理 (615)	
4.1.3 集合および集合族についての演算 .....	615
1. 集合の合併と共通部分 (615) - 2. 集合の差, 対称差および補集合	



	(616) - 3. オイラー-ベンの図 (616) - 4. 集合の直積 (617) - 5. 集合族の合併と共通部分 (618)	
4.1.4	関係と写像 .....	619
	1. 関係 (619) - 2. 同値関係 (621) - 3. 順序関係 (621) - 4. 写像 (624) - 5. 系列と集合族 (624) - 6. 演算と代数系 (625)	
4.1.5	集合の濃度 .....	626
	1. 等濃度 (626) - 2. 可算集合と非可算集合 (627)	
4.2	ベクトル算術 .....	628
4.2.1	ベクトル代数 .....	628
	1. 基本的概念 (628) - 2. スカラー倍とベクトルの和 (628) - 3. ベクトルの乗法 (630) - 4. ベクトル代数の幾何への応用 (633)	
4.2.2	ベクトル解析 .....	634
	1. スカラー変数のベクトル値関数 (635) - 2. スカラー場とベクトル場 (637) - 3. スカラー場の勾配 (642) - 4. 線積分とベクトル場のポテンシャル (644) - 5. ベクトル場における面積分 (647) - 6. ベクトル場の発散 (650) - 7. ベクトル場の回転 (651) - 8. ラプラス演算子とベクトル場の勾配 (653) - 9. 演算子 $\nabla$ による, 複雑な式の計算 (654) - 10. 積分形の定理と公式 (656) - 11. 湧き口と渦によるベクトル場の定め方 (659) - 12. ダイアディク (660)	
4.3	微分幾何 .....	667
4.3.1	平面曲線 .....	667
	1. 平面曲線のあらわしかた (667) - 2. 平面曲線の局所的要素 (668) - 3. 特殊な点 (671) - 4. 漸近線 (674) - 5. 縮閉線と伸開線 (676) - 6. 曲線群の包絡線 (677)	
4.3.2	空間曲線 .....	677
	1. 空間曲線のあらわしかた (677) - 2. 空間曲線の局所的要素 (677) - 3. 曲線論の基本定理 (680)	
4.3.3	曲面 .....	680
	1. 曲面のあらわしかた (681) - 2. 曲面の接平面と法線 (682) - 3. 曲面の計量的性質 (683) - 4. 曲面の曲率的性質 (685) - 5. 曲面論の基本定理 (689) - 6. 曲面上の測地線 (690)	
4.4	フーリエ級数, フーリエ積分およびラプラス変換と $z$ -変換 .....	692
4.4.1	フーリエ級数 .....	692
	1. 一般的考察 (692) - 2. いくつかのフーリエ展開の表 (694) - 3. 調和解析の数値計算 (700)	
4.4.2	フーリエ積分 .....	702
	1. 一般的考察 (704) - 2. フーリエ変換の表 (707)	
4.4.3	ラプラス変換 .....	718

1. 一般的考察 (718) - 2. 常微分方程式の初期値問題へのラプラス変換の応用 (719) - 3. 有理分数形の像関数に対する逆変換の表 (722) - 4. 有理関数でない連続関数のラプラス変換 (726) - 5. 区分的に連続な関数のラプラス変換 (728)	
4.4.4 $z$ -変換 .....	733
1. 一般的考察 (733) - 2. 線形差分方程式の $z$ -変換による解法 (735) - 3. $z$ -変換表 (737)	
5. 確率論と数理統計 .....	741
5.1 確率論 .....	741
5.1.1 偶然的な事象とその確率 .....	741
1. 偶然的な事象 (741) - 2. 確率論の公理 (743) - 3. 古典的な場合の確率 (745) - 4. 条件つき確率 (746) - 5. 全確率の定理, ベイズの公式 (747)	
5.1.2 確率変数 (偶然量) .....	748
1. 離散的な確率変数 (748) - 1.1 事象の特性関数 (749) - 1.2 二項分布 (749) - 1.3 超幾何分布 (750) - 1.4 ポアソン分布 (751) - 2. 連続的な確率変数 (751) - 2.1 一様分布 (752) - 2.2 正規分布(ガウス分布) (752) - 2.3 指数分布 (753) - 2.4 ワイブル分布 (754)	
5.1.3 分布のモーメント (積率) .....	754
1. 離散的分布の場合 (754) - 1.1 期待値 (754) - 1.2 分散 (755) - 2. 連続的分布の場合 (756) - 2.1 期待値 (756) - 2.2 分散 (756) - 2.3 モーメントの一般的な定義 (757)	
5.1.4 多次元確率変数 (確率ベクトル) .....	757
1. 離散的な多次元確率変数 (758) - 2. 連続的な多次元確率変数 (759) - 3. 周辺分布 (760) - 4. 多次元確率変数のモーメント(積率) (760) - 5. 条件つき分布 (762) - 6. 確率変数の独立性 (762) - 7. 理論的回帰量 (763) - 7.1 回帰曲線 (764) - 7.2 回帰直線 (764) - 8. 確率変数の関数 (764)	
5.1.5 極限定理 .....	765
1. 大数の法則 (765) - 2. ド・モアブル-ラプラスの極限定理 (767) - 2.1 局所型の極限定理 (767) - 2.2 区間型の極限定理 (767) - 2.3 中心極限定理 (768)	
5.2 数理統計 .....	769
5.2.1 無作為標本 .....	769
1. ヒストグラムと経験的分布関数 (770) - 2. 標本関数 (772) - 3. いくつかの統計的に重要な分布 (773)	
5.2.2 パラメータの推定 .....	774

1. 点推定量の性質 (774) - 2. 推定量の求め方 (775) - 2.1 モーメント法 (775) - 2.2 最尤法 (776) - 3. 区間推定 (778) - 3.1 大標本による未知の確率の区間推定 (778) - 3.2  $N(\alpha, \sigma)$  に従っている正規母集団で、 $\sigma$  が未知の場合の  $\alpha$  の区間推定 (779) - 3.3  $N(\alpha, \sigma)$  に従っている正規母集団で、 $\alpha$  が未知の場合の  $\sigma$  の区間推定 (779) - 3.4 漸近的に正規分布をしている推定量の信頼区間 (780)

5.2.3 仮説検定 .....780

1. 問題の設定 (780) - 2. 一般論 (781) - 3.  $t$ -検定 (781) - 4.  $F$ -検定 (782) - 5. ウィルコクソン-検定 (783) - 6.  $\chi^2$ -適合度検定 (784) - 7. 補助パラメータの場合 (785) - 8. コルモゴロフ-スミルノフの適合度検定 (787)

5.2.4 相関と回帰 .....787

1. 無作為標本による相関係数と回帰係数の推定 (787) - 2. 母集団が正規分布をする場合の仮説  $\rho=0$  の検定 (788) - 3. 一般的な回帰問題 (789)

6. 線形最適化 (線形計画法) .....791

6.1 線形最適化の問題設定と単体法 .....791

6.1.1 一般的な問題設定, 2変数の場合の問題の幾何学的意味と解 .....791

6.1.2 標準形, 単体表における頂点の表示 .....796

1. 単体表 (796) - 2. 頂点の性質と逆基底の役割 (797) - 3. 頂点と基底解 (797)

6.1.3 与えられた初期表の最適化のための単体法 .....798

1. 最小テスト (798) - 2. 最小テストが達成されない場合の新しい表への変換 (798)

6.1.4 最初の端点の獲得 .....802

1. 人為変数の方法 (802) - 2. 補助問題の解 (802) - 3. 補助問題の最適表からもとの問題の初期表への変換 (803)

6.1.5 退化した場合とその単体法における処理 .....804

1. ベクトル間の辞書式順序の定義 (804) - 2. 単体表への付加 (804) - 3. 単体法への付加 (805)

6.1.6 線形最適化の双対性 .....805

1. 双対定理 (805) - 2. 双対単体法 (807)

6.1.7 改訂法, 解いた後の問題変更 .....808

1. 改訂単体法 (808) - 2. 双対改訂単体法 (811) - 3. 最初の頂点探し (811) - 4. 最適表が得られてからの問題変更 (812) - 4.1 一般の問題 (812) - 4.2 目的関数の変更 (812) - 4.3 条件式の定数項の変更 (812) - 4.4 条件式に不等式が1つ加わる (813) - 4.5 変数の追加 (813)

6.1.8	巨大最適化問題の分解	814
6.2	輸送問題と輸送法	814
6.2.1	線形輸送問題	814
6.2.2	初期値を得ること	816
6.2.3	輸送法	818
6.3	線形最適化の典型的応用例	821
6.3.1	最大仕事能力	821
6.3.2	混 合	822
6.3.3	分割 計画的分配 付加度	822
6.3.4	裁断労働時間計画, 被覆	823
6.4	パラメトリック線形最適化	825
6.4.1	問題設定	825
6.4.2	「1パラメータ目的関数」のタイプの解法	825
7.	数値解析と計算工学	831
7.1	数値解析	831
7.1.1	誤差とその分析	832
7.1.2	数値計算の方法	834
	1. 連立1次方程式の解法 (834) - 1.1 ガウスの消去法(直接的な方法) (834) - 1.2 反復法 (837) - 2. 行列の固有値問題 (839) - 2.1 直接 法 (839) - 2.2 反復法 (841) - 3. 非線形方程式 (842) - 4. 非線 形連立方程式 (845) - 5. 近似 (847) - 5.1 ヒルベルト空間における 1次近似問題 (847) - 5.2 チェビシエフ近似 (851) - 6. 補間 (853) - 6.1 補間多項式 (853) - 6.2 スプライン補間 (856) - 7. 数値積分 (859) - 8. 近似微分 (865) - 9. 微分方程式 (866) - 9.1 常微分方 程式の初期値問題 (866) - 9.2 常微分方程式の境界値問題 (871) - 9. 3 平面ポアソン方程式の境界値問題の差分法による解法 (873)	
7.1.3	デジタル計算機による数値計算	876
	1. 処理方法の選択の基準 (876) - 2. 制御の方法 (877) - 3. 関数の 表現 (878)	
7.1.4	計算図表と計算尺	881
	1. 2つの変数のあいだの関係一関数尺 (881) - 2. 計算尺 (882) - 3. 共線図表と共点図表 (884)	
7.1.5	実験データの処理	885
	1. 最小二乗法 (886) - 1.1 直接の観測値の補整 (886) - 1.2 直線 $y$ $=ax+b$ による補整 (887) - 1.3 放物線 (888) - 2. その他の補整原 理 (888)	
7.2	計算機とデータ処理	889

7.2.1	電子計算機 (ディジタル計算機).....	889
	1. はじめに (889) - 2. 情報の表現と計算機の記憶装置 (890) - 3. チャンネル(転送通信路) (891) - 4. プログラム (892) - 5. プログラミング (893) - 6. 計算機の制御 (895) - 7. プログラム・ライブラリ (895) - 8. 計算機による仕事の実行 (896)	
7.2.2	アナログ型計算機 .....	897
	1. アナログ計算機の原理と歴史 (897) - 2. アナログ計算機を構成する各種の演算器 (898) - 3. 連立常微分方程式のプログラム作成の原理 (901) - 4. 正規化プログラムの作成 (904)	
7.2.3	電卓 (電子式ポケット計算器).....	905
	1. 非プログラム電卓 (905) - 1.1 置数と数表示 (906) - 1.2 演算操作 (906) - 1.3 演算レジスタと論理 (908) - 1.4 データ記憶装置 (909) - 2. プログラム電卓 (911) - 2.1 はじめに (911) - 2.2 プログラミング (912) - 2.3 プログラムの記憶と命令コード (913) - 2.4 番地指定 (914) - 2.5 飛び越し命令 (915) - 2.6 ハードウェアとソフトウェア (916)	
8.	近代解析学 .....	917
8.1	関数解析学 .....	917
8.1.1	空間 .....	917
	1. 距離空間 (917) - 1.1 定義と例 (917) - 1.2 距離空間における収束 (918) - 1.3 閉集合と開集合 (919) - 1.4 可分 (919) - 1.5 コンパクト (920) - 2. ノルム空間 (921) - 3. バナッハ空間 (924) - 4. ヒルベルト空間 (928)	
8.1.2	作用素と汎関数 .....	932
	1. 一般的概念 (932) - 2. 線形汎関数 (936) - 2.1 線形汎関数の拡張 (936) - 2.2 特別な空間における線形汎関数 (937) - 2.3 作用素と汎関数のなす空間 (939) - 3. 特別な性質をもつ線形作用素 (945) - 4. スペクトル (952) - 5. ソボレフ空間 $W_p l(\Omega)$ と埋め込み定理 (954)	
8.1.3	作用素方程式の解の一般的存在定理 .....	958
	1. バナッハの不動点定理とその応用 (958) - 2. シャウダーの不動点定理 (961)	
8.1.4	方程式 $f - \mu kf = g$ または, $\lambda f - kf = g$ .....	962
	1. ヒルベルト空間と基をもつバナッハ空間における方程式 $f - \mu kf = g$ (962) - 2. 一般のバナッハ空間 $B$ における方程式 $\lambda f - Kf = g$ (966) - 3. $K$ が正規または対称のときの特別な結果 (967) - 4. ヒルベルト空間における自己随伴作用素のスペクトル (969)	
8.1.5	近似解法 .....	971

1. バナッハの不動点定理 (971) - 2. ニュートンの方法 (974) - 3. リッツとトレフツの方法 (978) - 4. ガレルキンの方法 (983)	
8.2 測度論とルベーグ-スティルチェス積分 .....	984
8.2.1 加法的測度と測度 .....	984
8.2.2 $n$ 次元ユークリッド空間 $E^n$ における加法的測度と測度 .....	985
1. ペアノ-ジョルダン測度 (985) - 2. ルベーグ測度への拡張 (986) - 3. ルベーグ-スティルチェス測度 (987)	
8.2.3 可測関数 .....	988
8.2.4 ルベーグ-スティルチェス積分 .....	988
1. 積分の定義 (988) - 2. 可積分関数 (989) - 3. 積分公式 (990) - 4. 極限定理 (990) - 5. ルベーグ-スティルチェスの不定積分 (991)	
8.2.5 有界変動関数のスティルチェス積分 .....	991
8.3 テンソル .....	993
8.3.1 テンソル代数 .....	993
1. 基礎概念 (993) - 2. テンソルの代数 (995) - 3. 特別なテンソル (996) - 4. テンソルの等式 (998)	
8.3.2 テンソル解析 .....	998
1. テンソル関数 (998) - 2. テンソル場 (998) - 3. 共変微分 (1000) - 4. 曲線座標におけるベクトル解析 (1002) - 5. 交代微分形式とベクトル解析 (1002)	
8.4 積分方程式 .....	1011
8.4.1 一般概念 .....	1011
8.4.2 微分して常微分方程式に還元できる簡単な積分方程式 .....	1011
8.4.3 微分によって解ける積分方程式 .....	1013
8.4.4 アーベルの積分方程式 .....	1013
8.4.5 退化核をもつ積分方程式 .....	1015
8.4.6 ノイマン近似法 (逐次近似法) .....	1021
8.4.7 フレドホルムの解法 .....	1025
8.4.8 第2種フレドホルム積分方程式のニュストレムの近似解法 .....	1028
8.4.9 対称核をもつ第2種フレドホルム積分方程式に関するフレドホルムの択一定理	1030
8.4.10 積分方程式の理論における作用素による解法 .....	1032
8.4.11 シュミット級数 .....	1037
9. オペレーションズ・リサーチ (OR) の数学的手法 .....	1041
9.1 整数線形最適化 .....	1041
9.1.1 問題の設定と幾何学的解釈 .....	1041
9.1.2 ゴモリーの切除平面法 .....	1042
1. 全整数線形最適化問題 (1042) - 2. 混合整数線形計画法問題 (1044)	

9.1.3	分枝限定法 .....	1045
9.1.4	方法の比較 .....	1047
9.2	非線形最適化 .....	1047
9.2.1	概要と特殊な問題形式 .....	1047
	1. 一般的な $\mathbf{R}^n$ の非線形最適化問題, 凸最適化 (1047) - 2. 線形分数計画法 (1048) - 3. 2次計画法 (1049) - 3.1 ボルフの方法 (1049) - 3.2 ヒルドレス・ド・イソッポの反復法 (1052) - 3.3 線形相補問題, レムケの方法 (1053)	
9.2.2	凸最適化 .....	1054
	1. 基礎となる理論的な成果 (1054) - 2. 単峰性関数の自由最適化問題 (1056) - 2.1 直接的な最小値探索 (1057) - 2.2 降下法 (1058) - 2.3 共役方向法 (1059) - 3. 制約のある問題に対する勾配法 (1060) - 3.1 基礎概念 (1060) - 3.2 最大有効方向法 (1061) - 3.3 勾配射影法 (1063) - 4. 切除平面法 (1065) - 5. 制約条件付きの問題の自由問題への変形 (1067) - 5.1 罰金法 (1067) - 5.2 障壁関数法 (1068)	
9.3	動的計画法 .....	1069
9.3.1	モデルの構造と基本的概念—確定的な場合 .....	1069
	1. 例題とベルマンの原理 (1069) - 2. 定常過程 (1070) - 3. 前進および後退解法 (1071)	
9.3.2	ベルマンの関数方程式の理論 .....	1071
	1. 問題の設定と分類 (1071) - 2. タイプ I, II に対する存在定理と一意性定理 (1072) - 3. 単調性とタイプ III (1073) - 4. 応用上の基本事項 (1073)	
9.3.3	確定的動的計画法の例題 .....	1074
	1. 在庫管理問題 (1074) - 2. 配分問題 (1075) - 3. ネットワーク計画における順序づけ (1076)	
9.3.4	確率的動的計画法 .....	1076
	1. 確率的モデルの一般化 (1076) - 2. 確率的モデルとベルマンの原理の役割 (1077) - 3. 例題: 在庫問題 (1077) - 3.1 モデル (1077) - 3.2 関数方程式と $(s, S)$ 政策 (1078)	
9.4	グラフ理論 .....	1079
9.4.1	有向グラフ理論の基礎概念 .....	1079
9.4.2	ネットワーク計画法 .....	1079
	1. 単調な番号付けとフォード型のアルゴリズム (1080) - 2. クリティカル・パスの発見 (1081) - 3. 作業の時刻と余裕 (1082) - 4. PERT (1083)	
9.4.3	グラフの最短路 .....	1084
	1. アルゴリズム (1084) - 2. 例 (1085)	

9.5	ゲーム理論	1086
9.5.1	問題の設定と分類	1086
9.5.2	行列ゲーム	1087
	1. 定義と理論的な結果 (1087) - 2. 線形計画法による解法 (1089) - 3. 繰り返し, または, 緩和による解法 (1090)	
9.6	組合せ最適化問題	1091
9.6.1	特徴と典型的な例	1091
9.6.2	ハンガリー法による割り当て問題の解法	1092
9.6.3	分枝限定法ブランチ アンド バウンド法	1096
	1. 基本的なアイデア (1096) - 2. 例, 離散的な資源の利用 (1097) - 3. 機械順序づけ問題への応用 (1098)	
10.	数理情報処理の基礎	1101
10.1	基本的概念	1101
10.2	オートマトン	1103
10.2.1	抽象的決定性オートマトン	1103
10.2.2	オートマトンの合成	1110
10.2.3	オートマトンの実現	1112
10.2.4	非決定性および確率的オートマトン	1114
10.3	アルゴリズム	1117
10.3.1	基本的概念	1117
10.3.2	チューリング機械	1118
10.3.3	計算オートマトン	1121
10.4	初等スイッチ回路代数	1123
10.4.1	命題算との関係	1123
	1. 直列・並列スイッチ回路 (1123) - 2. スイッチ関数 (1123) - 3. ス イッチ回路の論理表現 (1124) - 4. スイッチ回路の分析と構成 (1125)	
10.4.2	最適標準形	1126
	1. 基本的概念 (1126) - 2. 素連言式を決定する方法 (1127) - 2.1 カ ルノー図表 (1127) - 2.2 マックラスキーの方法 (1127) - 2.3 クワイ ン (Quine) の方法 (1128) - 2.4 ネルソンの方法 (1128) - 3. 最小標 準形 (1129)	
10.5	シミュレーションと実験計画法および統計的最適化	1131
10.5.1	シミュレーション	1131



1. 一般論 (1131) - 2. 乱数の発生 (1132) - 3. シミュレーションの 長所と短所 (1132) - 4. 応用例 (1133) - 4.1 作業順序の最適化 (1133) - 4.2 サービスモデル (1134) - 4.3 ゲーム理論からのモデル (1135) - 4.4 モデルの相互反応の解析(モデルの感度解析) (1136) - 5. モデルの整合性についての若干の注意 (1136)	
10.5.2 実験計画法と統計的最適化 .....	1137
1. 影響量と目的量の選択 (1138) - 2. 実験計画法 (1138) - 2.1 要因 計画 (1138) - 2.2 複合された, 水準2次の回転可能な実験計画 (1140) - 2.3 最適化の実行 (1141) - 3.1 ボックス・ウィルソンの最適化 (1141) - 3.2 ホーエルによる稜線解析 (1141)	
参考書 .....	1145
独・英・日対照数学用語集 .....	1155
索引 .....	1207

