
目 次

訳者まえがき	i
はしがき	iii
まえがき	v

第1章 認識論

1.1 本書の目的	1
何を目的とし、何を研究するのかという問題	
科学者の立場から見たMathematica	
Mathematicaのプログラミングに関する参考文献	
NeXTによるプログラミングに関する参考文献	
1.2 教育と研究のためのMathematica	3
“電卓クライシス”	
NeXTのウィンドウ環境	
高速計算へのMathematica	
1.3 本書のすすめ方	5
本書における各章の位置付け	
表記、数式の番号とMathematicaプログラムの番号付け	
入力とその出力	

第2章 NeXTインターフェイスとプロジェクト

2.1 NeXTStep標準インターフェイス	7
NeXTStep上でのMathematica 1.0 の操作	
典型的なアプリケーションウィンドウ	
NeXTStep上でのUnixとアプリケーション	
2.1 Mathematicaとコミュニケーションするアプリケーションの例 ..	9
回路方程式を発生するCircuitBuilderアプリケーション	

	ポストスクリプト出力可能な表現オブジェクトExpressionBuilder	
2.3	自動メッセージング	12
	NeXTStepにおけるSpeaker/Listenerを用いるRealTimeAlgebraアプリケーション	
	内部通信機能Droidオブジェクトを用いるGourmet計算機アプリケーション	
第3章 グラフィックスの科学への応用		
3.1	2次元、3次元グラフィックスとの対話	15
	ガンマ関数を例とした2、3次元表示との典型的な対話例	
	ガンマ関数の漸近的な視覚表示とその検証	
3.2	解像度の重要性	19
	sinc()関数の良くないプロット例	
	エイリアシングの問題と解像度	
3.3	等高線表示のオプションに関して	22
	規則性のある性質を示すらせん曲面	
	Contour[]オプションによる分岐部分の表示	
3.4	剛体の3次元アニメーション	24
	ピラミッド形剛体アニメーション	
	眺める方向の重要性	
3.5	y が x の関数でないとき	26
	対数らせん曲線例	
	ニュートンの楕円軌道例	
3.6	3次元パラメトリックプロット	29
	2、3次元表示での三つ葉結び目曲線と、“メッセージ”モード	
	メビウスの帯	
	DensityPlot[]による単側面の性質	
3.7	演 習	38

第4章 数学への応用例

4.1	等式と展開	41
	ルジャンドル多項式の母関数	
	ロドリゲスの公式	
	ポアソン和の恒等式	
	ヤコビのシータ関数恒等式	
	2つの整数による表現	
	円周等分多項式	
4.2	実数と複素数による解析（実解析と複素数解析）	51
	$\zeta(4)$ を厳密に求める	
	曲面が極小曲面であることの証明	
	留数計算法による厳密な積分	
4.3	素因数分解と素数テストアルゴリズム	60
	Pollardの"rho" 因数分解法	
	Pollard(p-1)因数分解	
	楕円曲線理論による因数分解	
	厳密な素数テスト	
	メルセンヌ数に対するテストとしてのLucas-Lehmer法	
4.4	高速アルゴリズム	71
	FFTを基にした畳み込みによる乗算	
	決められた精度を持つニュートン法による多項式の高速反転	
	あらかじめ決められた条件下での孫子の剰余定理	
4.5	演 習	78

第5章 物理への応用

5.1	古典力学	81
	ハミルトニアン形式による構	
	単純な調和振動子	
	現実の非調和振動子	
	数式処理によるハミルトニアンの反復計算	
	EulerおよびRunge-Kutta法による解法	
	楕円積分とAGMによる振動子の周期の解析	

5.2	量子力学	94
	トンネル効果	
	量子振動子の数式処理による扱い	
	1次オーダー、2次オーダーの量子摂動理論	
	シュレディンガー方程式の数値積分	
5.3	相対性理論	115
	アインシュタインのエネルギー展開	
	相対論的作用原理	
	擾乱を受けた場合と、厳密に扱える場合の作用積分法	
	Parker-ChristensonのMathTensorによる出力例	
	4次元ベクトルによる相対性理論の計算法と光子のコンプトン散乱	
5.4	演習	137

第6章 線形、非線形システム

6.1	線形振動	139
	基本モード	
	固有値と固有ベクトル	
	膜の振動とベッセル関数	
	減衰力を受ける振動子	
	共鳴、位相、減衰による周波数のずれ	
6.2	ソリトン	152
	Kortewig-de Vries 方程式	
	やみくもな数値積分の落とし穴	
	数値解法の改良：2段階時間解法と適当な3次精度差分オペレータ	
	空間-時間座標表示による衝突するソリトンの表示	
	Mathematicaによる数式処理を用いたKdV方程式の厳密解	
6.3	カオスとフラクタル	171
	2次関数写像の分岐	
	ファイゲンバウムの倍周期定数	

	シェルピンスキーのガスケット状のフラクタル	
	反復2乗計算のフラクタル的性質	
	フラクタル次元の測定	
6.4	演習	184

第7章 化学と生物学

7.1	反応式	187
	化学反応式と化学量論	
	平衡状態での反応式代数	
	高価な試薬からの十分な化学生成	
7.2	量子化学	194
	有限要素法による水素原子の計算	
	ヘリウム原子：変数分離された試行波動関数の変分原理	
7.3	ジュネティックアルゴリズムと集団生物学	205
	再結合遺伝子データの代数	
	対立遺伝子をもつ個体集団の結合	
	発生のずれと消滅	
	マルコフ過程の厳密な扱い	
7.4	神経生物学	216
	神経反応ポテンシャル	
	Hodgkin-Huxley方程式	
	神経の信号伝播速度	
7.5	演習	223

第8章 電気回路と信号処理

8.1	電気回路	226
	LC保存回路	
	共鳴と位相プロット	
	アクティブフィルター	
	非線形ダイオード回路	

	論理ゲート回路	
8.2	FFTの応用	237
	MathematicaにおけるFourier[], InverseFourier[]と標準的FFT	
	実FFTの対称性	
	矩形波スペクトラム	
	破断音スペクトラム	
	ウインドウテクニック	
	AM信号のスペクトラム：デシベルプロット	
	現実的言語の信号解析	
	スペクトルグラムとソノグラムプロット	
8.3	デジタルフィルター	252
	一般的なLTIフィルターアルゴリズム	
	再帰的なバンドパスフィルターの例	
	ノイズを除去した信号のプロット例	
8.4	画像処理	261
	画像ファイルのローディング	
	Mathematicaにおけるピクセル	
	ラプラシアンエッジ検出	
8.5	演習	265

第9章 歴史上の偉大な問題

9.1	解明された問題と未解明の問題	267
	歴史上の偉大な問題で解かれた問題と、部分的に解かれた問題	
	Mathematicaによる歴史的な問題の探求	
9.2	フェルマーの最終定理	268
	Kummerの正則素数	
	非正則素数に対するVandiverによる評価法	
	選択的ベルヌーイ数恒等式	
	数値解法分野における研究の現在	
9.3	リーマン・ゼータ関数と素数	276
	$\zeta(s)$ のオイラー積確証	

	素因数定理	
	ζ とゼロに関する厳密解の例証	
	エルミート級数のゼロ根による多項式近似の導入	
	$\pi(x)$ の正確な見積	
	$Re(s)=1$ における $\zeta(s)$ のゼロ点	
9.4	重力理論	292
	ニュートンの結果：球の重力はあたかもその中心にある	
	第1原理からのニュートン軌道の誘導	
	水星軌道の一般相対性理論的歳差運動	
9.5	演習	303
	参考文献	305
	人名索引	309
	事項索引	312
	記号索引	315