

目次

はじめに

記号表

第1章 1つの質点の振動

1.1 単振動

1.1.1 単振動の運動方程式と解

1.1.2 単振動の例

1.2 非線形振動

1.3 減衰振動

1.3.1 運動方程式と解法

1.3.2 過減衰解

1.3.3 減衰振動解

1.3.4 臨界減衰

1.4 パラメタ励振：ブランコの原理

1.4.1 ブランコのモデル化

1.4.2 方程式の考察

1.4.3 エネルギーの考察

1.5 強制振動

1.5.1 方程式と解

1.5.2 エネルギーの吸収

1.5.3 共振の例

1.6 単振動と複素平面での回転

第2章 連成振動

2.1 2つの調和振動子の系

2.1.1 運動方程式と解

2.1.2 うなり

2.2 基準振動と基準座標

2.2.1 基準振動

2.2.2 基準座標とエネルギー

2.3 質点系

2.3.1 運動方程式とその解法

2.3.2 基準振動

2.3.3 基準座標と固有ベクトル

2.3.4 座標の回転

2.3.5 エネルギー

2.3.6 固有ベクトル再考

第3章 弦の振動

3.1 N 個の質点の連成振動

3.1.1 運動方程式

3.1.2 横波の方程式

3.1.3 境界条件

3.1.4 基準振動数

3.1.5 境界条件による固有ベクトルの決定

3.1.6 基準振動の総数

3.2 固有ベクトルと基準座標

3.2.1 固有ベクトルの規格化

3.2.2 直交性と完全性

3.2.3 エネルギー

3.2.4 ここまでのまとめ

3.3 ピアノの弦の運動

3.3.1 初期条件による任意定数の決定

3.3.2 振動の様子の数値計算

3.4 鎖の強制振動

3.5 弦

3.5.1 鎖のゆっくりした振動

3.5.2 鎖から弦へ

3.5.3 弦の固有関数と基準座標

3.6 波動方程式の解法

3.6.1 因数分解法

3.6.2 変数分離法

3.7 波の透過と反射

3.7.1 2種類の弦の境界での波

3.7.2 両端が固定された弦

3.8 弦楽器から出る音

第4章 フーリエ級数・フーリエ積分

4.1 フーリエ級数

4.1.1 三角関数による展開

4.1.2 無限次元での座標変換

4.1.3 固有関数の規格化と直交性

4.1.4 展開係数

- 4.1.5 指数関数による展開
- 4.2 完全性と 関数
- 4.3 フーリエ級数の例
 - 4.3.1 ピアノ
 - 4.3.2 ハープ
- 4.4 フーリエ積分
 - 4.4.1 定義域の拡張
 - 4.4.2 固有関数の完全性と直交性

第 5 章 3次元の波動

- 5.1 空気の振動
- 5.2 長い管の中の音波
 - 5.2.1 波動方程式の導出
 - 5.2.2 音速
 - 5.2.3 解の様子
- 5.3 木管楽器の共鳴振動数
 - 5.3.1 境界条件
 - 5.3.2 フルート
 - 5.3.3 クラリネット
 - 5.3.4 パイプオルガン
- 5.4 3次元の波動方程式
 - 5.4.1 平面波
 - 5.4.2 空中での音の伝播
 - 5.4.3 波動方程式
 - 5.4.4 球面波
 - 5.4.5 オーボエ
- 5.5 水の波
 - 5.5.1 浅い水路の表面波
 - 5.5.2 水深が深い場合
- 5.6 電磁波
- 5.7 エネルギーの流れ
- 5.8 電磁波の反射と屈折
 - 5.8.1 物質中の電磁場
 - 5.8.2 境界条件
 - 5.8.3 透過と反射その 1 : 電場が境界面に平行な場合
 - 5.8.4 透過と反射その 2 : 磁場が境界面に平行な場合
 - 5.8.5 偏光角

5.9 音と色の話：目と耳の働き

5.9.1 光

5.9.2 音

第6章 波の干渉

6.1 波束と群速度

6.1.1 図解による直感的な説明

6.1.2 数式による取り扱い

6.2 不確定性原理

6.2.1 波束の広がりの反比例関係

6.2.2 量子力学の不確定性原理

6.3 回折

6.3.1 1つのスリットによる回折

6.3.2 目と望遠鏡の分解能

6.3.3 ホイヘンスの原理

6.3.4 障害物での回折

6.4 回折格子

6.4.1 N 本のスリットでの回折

6.4.2 $N=2$ の場合

付録

A 本書で必要な数学

A.1 テイラー展開

A.2 オイラーの公式

A.3 双曲線関数

B 連立方程式(3.13)の行列表示

C 弦を伝わる横波の方程式の導出

D ヴァイオリンの弦の運動

D.1 弾き初めの弦の運動

D.2 定常状態での弦の運動

E 空気中の音波が断熱過程である理由

F 3次元空間での音波の波動方程式

F.1 波動方程式の導出

F.2 音波が縦波であること

G 円錐管楽器の共鳴振動数

H 水の表面波

I ベクトル場の微分に関する数学定理

さらに勉強したい人のために

問題の略解

索引