

(科目コード : 8000520004CC)

【改訂】第31版(2013-03-26)

【科目】応用物理

【科目分類】専門科目 【選択・必修の別】必修

【学期・単位数】前期・1単位

【対象学科・専攻】環境都市 4年

【担当教員】青木 利澄

【授業目標】

振動・波動は最も基礎的な物理現象であり、水面波や音波から地震波、電磁波にいたるまで共通した物理がその底流にある。一点で生じた媒質の振動が、媒質間の繋がりにより、そのすぐ隣の媒質に伝わり、その振動がまたすぐ隣の媒質に伝わる。このような一連の現象が波動の本質である。したがって、波動の背後に常に振動現象(単振動)があることを忘れてはならない。本授業では、このような振動・波動現象の物理的理解およびその本質を数学という道具を用いて統一的に理解することを目指す。

1. バネ振動および単振子の運動を通じて単振動の意味が理解できる。
2. 単振動の微分方程式を与えられた初期条件の下で解くことができる。
3. 減衰振動の微分方程式から得られる解とその物理現象を結びつけることができる。
4. 強制振動の微分方程式から得られる解とその物理現象を結びつけることができる。特に共振現象を理解し、共振曲線の意味が理解できる。
5. 簡単な連成振動系に生ずる振動の物理から基準座標の意味が理解できる。
6. 鎖状につながれた質点系の運動から連続体への極限として一次元波動方程式が導かれることが理解できる。
7. 一次元弾性体中を伝わる波の方程式の導出過程が理解できる。
8. 一次元波動方程式の解の物理的性質が具体的に理解できる。
9. 簡単な事例に対するフーリエ分解の方法が理解できる。
10. 波のエネルギー、位相速度、群速度、波の分散の物理的意味が理解できる。

【教育方針・授業概要】

本科目の総授業時間数は22.5時間である。波動現象の背後には振動現象があり、両者は大変密接に関連している。本授業では、まずは振動の基礎を講ずる。取り上げる題材は、単振動、減衰振動、強制振動である。数学的には、定数係数の二階線形常微分方程式を、与えられた初期条件の下で解く問題に帰着できるが、授業ではその物理が具体的に理解できるよう(例えば振動エネルギーに注目するなど)説明を行う。次に連成振動系を取り上げる。2個の質点から成るバネ振動系、3個の質点からバネ振動系と順次質点の数を増していく極限(密度一定の下)で、その運動方程式が一次元波動方程式に移行することを示す。連成振動系の数学で特に重要な概念は基準座標の考え方である。その数学的、物理的意味を解説する。次に連続体の振動として一次元弾性体の振動を取り上げ、境界条件と基準振動について述べる。一次元波動方程式の解を提示しその意味を説明する。次に波の波形を解析する手法として、フーリエ級数とフーリエ積分を簡単な例を取り上げ説明する。一次元弾性波を例に、波のエネルギーについて説明する。最後に波動現象を理解する上で重要な波の分散について述べ、位相速度と群速度、波束の意味について解説する。

【教科書・教材・参考書等】

教科書：振動と波：長岡 洋介：裳華房

参考書：振動と波動：寺沢 徳雄：岩波書店

参考書：基礎演習シリーズ 振動と波：長岡 洋介、石川 正勝：裳華房

参考書：ファインマン物理学 光 熱 波動：富山 小太郎 訳：岩波書店

【メッセージ】

波動現象は分かりづらいと思います。授業では数式が多くなりますが、それに惑わされることなく、物理の本質をつかむよう努力して下さい。ただし、基本的な計算はできるようになってください。

【事前に行う準備学習】

3年次の応用物理 を履修していること。

【成績評価方法】

[前期]中間試験：40%、期末試験：40%、レポート：20%

【達成目標】

| | 達成目標 | 割合 | 評価方法 |
|---|---|-----|-------------------------------|
| 1 | バネ振動および単振子の運動を通じて単振動の物理を理解し、その数学的手法の基本を修得する。 | 20% | 定期試験による評価16% レポート課題による評価4% |
| 2 | 強制振動の物理を理解し、その数学的手法の基本を修得する。特に共振現象を理解し、共振曲線の意味が分かる。 | 20% | 定期試験による評価16% レポート課題による評価4% |
| 3 | 簡単な連成振動系の振動の物理を理解し、その数学的手法の基本を修得する。特に基準座標の意味が分かる。 | 20% | 定期試験による評価16% レポート課題による評価4% |
| 4 | 鎖状につながれた質点系の運動を理解し、その数学的手法の基本を修得する。またその連続体への極限として一次元波動方程式が導かれることが分かる。 | 20% | 定期試験による評価16% レポート課題による評価4% |
| 5 | 一次元波動方程式の解の物理的性質が具体的に理解できる。 | 20% | 定期試験による評価16% レポート課題による評価4% |

【本校の学習・教育目標】

(B-1) 工学の基礎となる自然科学の科目を理解する

(C) 技術的問題解決のための専門分野の基本的知識を身に付ける

各学科における専門科目を学習することにより、技術的課題を理解し対応できる

【授業計画】（応用物理）

| 回数 | 授業の主題 | 内容 | レポート | 宿題 |
|---------------|------------------|---|------|----|
| 第1回～第5回 | 簡単な振動 | 単振動、単振動、のエネルギー、指数関数を用いる方法、減衰振動、強制振動、固有振動数、共振現象と共振曲線 | レポート | |
| 第6回 ～第10回 | ・多自由度振動 ・中間試験 | ・簡単な連成振動、基準座標、鎖状につながれた質点系の振動 ・中間試験の答案返却と解答の解説 | レポート | |
| 第11回 第12回 | 連続体の振動 | 一次元弾性体の振動、波動方程式の導出、境界条件と基準振動 | | |
| 第13回 ～第15回 | 一次元の波 | 一次元波動方程式とダランベールの解、波の形とフーリエ級数・フーリエ積分、波のエネルギーとインピーダンス、分散性媒質、うなりと群速度 | レポート | |