

解析力学 (Analytical Dynamics)		5 年・前期・1 学修単位(β)・選択 電子制御工学科・担当 矢野 順彦	
〔準学士課程(本科 1-5 年) 学習教育目標〕 (2)	〔システム創成工学教育プログラム 学習・教育目標〕 D-1 (100%)	〔JABEE 基準〕 (d-2a), (d-2b)	
〔講義の目的〕 力学は 17 世紀頃に成立し、さらに解析的 (数学的) 方法を取り入れて進化して、今日までに解析力学と呼ばれる理論となった。解析力学は非常に抽象的で数学的な形式を重視するが、量子力学などの現代物理学への橋渡しをする学問として、その思考方法は意義を持つ。また、今まで学んだニュートン力学との表現方法の違いを認識することで、より明確にニュートン力学の世界を理解できるようになる。			
〔講義の概要〕 解析力学は、力学の問題を見通しよく解くために整理された方法論であり、さらに自然の原理をより直接的に意識できる形になっている。いわゆるニュートン力学のみならず、電磁気学を含めて物理現象の原理に関して統一的な捉え方を可能としている。			
〔履修上の留意点〕 本講義で取り上げる対象は、今まで応用物理などの講義で学んだ問題ばかりである。従って、必要に応じてニュートン力学を復習しながら進める。また、数学についても今まで学んだ範囲の手法を多用する。しかし、導かれる方程式は抽象的かつ形式的のため、常に粘り強く取り組む継続的な努力が必要である。適宜に実施する小テストは、筆記用具以外の持込みを禁止する。			
〔到達目標〕 期末試験：1) 次元解析を理解できる、2) 運動のつり合いを理解できる、3) 変分原理を理解できる、4) ラグランジュ方程式を理解できる、5) ハミルトニアンと正準方程式を理解できる、6) 母関数による正準変換を理解できる、7) ポアッソン括弧式を理解できる。			
〔評価方法〕 単位認定の原則は、定期試験に提示された到達目標をクリアすることである。定期試験成績 (40%)、小テスト成績 (30%)、課題レポート (15%)、ノート作成などの積極的な取り組み姿勢 (15%) により総合評価を行う。積極的な発言は講義への貢献として加点の対象とし、課題レポートの未提出・提出遅れ、講義中の他の学生への迷惑行為 (私語など) が認められた場合は、減点の対象になる。			
〔教科書〕 配布プリントによるノート講義のため、特に指定しない。			
〔補助教材・参考書〕 「基礎物理学シリーズ 5 解析力学」、講談社、伊藤克司 著 「新物理学シリーズ 36 解析力学」、培風館、江沢洋 著 「単位が取れる解析力学ノート」、講談社、橋元淳一郎 著 「ゼロから学ぶ解析力学」、講談社、西野友年 著 「ロボット・メカトロニクス教科書 力学入門」、オーム社、有本卓・関本昌紘 共著 「機械系教科書シリーズ 22 ロボット工学」、コロナ社、早川恭弘・櫛 弘明・矢野順彦 共著			
〔関連科目〕 数学科目、特に微分積分、偏微分、微分方程式、ベクトル解析の分野 物理学科目 (物理、応用物理、電磁気学)			

講義項目・内容

週数	講義項目	講義内容	自己評価*
第1週	解析力学の概要	解析力学は「力学の厳密な数学的定式化」であることを示し、今後の講義内容の概要を説明する。	
第2週	次元と単位，次元解析	全ての物理量が次元を持つことを利用して，物理公式を導出できる次元解析を説明する。	
第3週	微分積分の復習	解析力学に特有の問題は，「微分方程式を解く」ことにある。そのため，これまでに学んだ微分積分の復習を行う。	
第4週	ニュートン力学の復習	これまでに学んだニュートン以来の力学を復習する。このことが解析力学の意味することを深く理解できる。	
第5週	座標と座標変換 (一般化座標の導入)	異なる座標系の間には座標を変換するための関数が定義できる。平行移動，回転移動といった座標変換を説明し，一般化座標の導入を行う。	
第6週	運動とつり合い (ダランベールの原理)	解析力学の出発点として，運動状態をある種のつり合い状態とみなす考え方をダランベールの原理を用いて導入する。	
第7週	ハミルトンの原理 (変分原理)	運動を何らかのつり合い状態とみなす考え方を変分原理として考え，作用積分の概念を導入する。	
第8週	ラグランジアンと ラグランジュ方程式	質点系の運動を記述する基本的物理量として，「座標」と「エネルギー」を用いたラグランジュ方程式を導く。	
第9週	ラグランジアンによる 運動方程式の導出	例題を通して，ラグランジアンによる運動方程式の導出方法を理解する。	
第10週	ハミルトニアンと 正準方程式	理論物理学の確立へ重要な役割を果たすハミルトン形式の解析力学を理解する上で，ハミルトン関数（ハミルトニアン）を定義し，正準方程式を導く。	
第11週	ハミルトニアンによる 変分原理	ラグランジアンを用いた変分原理から，ハミルトニアンによる変分原理を導出する。	
第12週	正準変換	力学の問題を解くにあたり，より簡潔に見通しのよい運動方程式を得ることを1つの目的とする正準変換の方法を導入する。	
第13週	母関数による正準変換	母関数の導入と正準変換公式を説明し，正準変換の必要十分条件を述べる。	
第14週	ポアッソンの括弧式	ポアッソン括弧式の導入とその性質を説明する。またラグランジュ括弧式についても紹介する。	
第15週	まとめ		
期末試験			

* 4：完全に理解した， 3：ほぼ理解した， 2：やや理解できた， 1：ほとんど理解できなかった， 0：まったく理解できなかった。
 (達成) (達成) (達成) (達成) (達成)