

輸送現象論 (Theory of Transport Phenomena)		2 年・後期・2 単位・選択 機械制御工学専攻・担当 島岡三義	
	〔システム創成工学教育プログラム 学習・教育目標〕 D－1 (80%)， B－1 (20%)	〔JABEE 基準〕 (d－2 a) ， (c)	
〔講義の目的〕 熱、運動量、物質の移動現象は視覚的にとらえにくいものであるが、固体内の熱伝導を主体にして、現象の支配方程式の導出とその解法を解説し、自然科学・現象の理解だけではなく、数学力の向上を図り基礎工学力を育成することを目的とする。また、支配方程式は解析的に解けない場合が多いことから、数値的に解く方法も解説し、情報技術の注意点も述べて、熱輸送現象の問題設定・解決能力を涵養することを目的とする。			
〔講義の概要〕 熱、運動量、物質の輸送（移動）現象は相似性があり、数学的取扱いは全く同じである。熱、運動量、物質の移動現象は基本的に非定常問題であり、熱力学や流体静力学とは異質である。また、現象を支配する基礎方程式を解くことにより、現象の変化過程を伺い知ることができ、より現実的な対応ができて輸送現象の理解が深められる。現象を支配する基礎方程式とその解法を中心に解説する。			
〔履修上の留意点〕 いろいろな事象の解説をするが、各自十分な予習また復習をすることが大切である。さらに、詳細な資料を配付するので、ノートをとるのは最小限にして授業中に理解するように心がけ、活発な質問・討論を期待する。			
〔到達目標〕 1) 拡散現象に関する理解と物質拡散、運動量拡散および熱拡散のアナログの理解、2) 非定常熱伝導方程式（直交、円筒、球座標系）の導出法の理解、3) 変数分離法による定常、非定常方程式の解法の理解、4) 熱伝導方程式の無次元化とラプラス変換法による解法の理解、5) 境界条件式とその取扱いに関する理解、6) 1次元定常熱伝導に関する具体的現象の理解、7) 相変化を伴う場合の潜熱の取扱の理解、8) 熱伝導方程式の近似解法（解析的、数值的）とその適用限界に関する理解、9) 実際の工業技術における熱輸送現象の捉え方とその解析手法に関する理解			
〔自己学習〕 数式展開が詳細に記述されたプリントを配付するが、自分で記述しながら再確認することが理解を深めるのに役立つので実践すること。			
〔評価方法〕 レポート点（80%、プレゼンテーションとしての独自性がないものは評価されないので注意すること。）および授業態度点（20%、質問・討論等に対する参加度等）によって総合評価を行う。上記の到達目標をクリアすることで単位を認定することを原則とする。			
〔教科書〕 自作プリントを使用する。 基礎原子力工学，五十嵐一男監修，島岡三義ら執筆，独立行政法人 国立高等専門学校機構「原子力人材育成事業」テキスト作成部会 〔補助教材・参考書〕 『輸送現象論』、大中逸雄・高城敏美・大川富雄・平田好則・岡本達幸・山内 勇共著、大阪大学出版会、その他の参考図書は配布プリントに列挙してある。			
〔関連科目〕 応用数学、工業数学、エネルギー変換工学（以上本科の科目）、計算機力学（専攻科）との関連が深い。 数学的な取扱が多いが、解析解から現象をイメージできるように、また、現象から解析解の妥当性のある程度考察できるように考えながら勉強してほしい。			

講義項目・内容

週数	講義項目	講義内容	自己評価*
第1週	輸送現象論とは(総論)	輸送現象とはどのようなものか、また、熱、運動量、物質の輸送現象の相似性とはどのようなことかを考察する。	
第2週	熱移動現象の支配方程式	熱移動のフーリエの法則、熱エネルギー収支式に基く熱移動現象の支配方程式、円筒座標系や球座標系の場合の支配方程式について考察する。	
第3週	定常熱伝導	2次元定常熱伝導方程式の変数分離法による解析解の導出について考察する。	
第4週	非定常熱伝導	1次元非定常熱伝導方程式の変数分離法による解析解の導出について考察する。	
第5週	熱伝導方程式の無次元化	熱輸送現象における重要な無次元数(フーリエ数、ビオー数など)について考察する。	
第6週	半無限体の熱伝導(1)	ラプラス変換法により支配方程式を解く方法について考察する。	
第7週	半無限体の熱伝導(2)	対流境界熱伝達条件等の場合の温度分布の解析解の導出方法について考察する。	
第8週	1次元熱伝導(1)	矩形フィンのフィン効率の求め方および他の形状のフィンのフィン効率について考察する。	
第9週	1次元熱伝導(2)	多層平板、多層円筒の熱通過率について考察する。	
第10週	相変化を伴う熱伝導	凝固過程での凝固潜熱の取扱い方について考察する。	
第11週	近似解法(1)	物体内の温度分布をあらかじめ、ある関数形に近似し、境界条件等により関数形を確定する、プロファイル法について考察し、2物体を接触させた場合の熱移動についても考察する。	
第12週	近似解法(2)	多次元非定常熱伝導問題では解析解の導出は極めて困難である。コンピュータを使用して、支配方程式を差分法で解く方法に関して、微係数の差分表示と陽解法・陰解法について考察する。	
第13週	熱輸送現象が関係する装置・システム	原子力発電システム並びに原子力発電システムと熱輸送現象の関連について考察する。	
第14週	熱輸送現象解析の具体例	講義担当者が研究対象としてきた『回転液中紡糸プロセス』における熱輸送現象の捉え方とその解析手法を解説し、工業的に具体的な問題の解決へのアプローチについて考察する。	
第15週	総括	学習した熱移動現象を総括的に振り返り、技術者として果たすべき役割とどう結びつけていくか各人で考察する。	

* 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)