

電磁気学 II (Electromagnetics II)		4 年・通年・2 学修単位(β)・必修 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 (80%), B-1 (20%)	〔JABEE 基準〕 (d-2a), (c)	
〔講義の目的〕 現代社会では、大は送配電システムから小は半導体素子に至るまで、さまざまな規模で電磁気現象は起こり、我々は電磁気現象を電化製品や生産設備等の広い範囲で身近に利用している。電磁気学は、電磁気現象を取り扱う物理学の重要な分野であり、その関連する領域は理学・工学の広い範囲にわたる。特にメカトロニクスを学ぶ電子制御工学科の学生にとっては必須の基礎科目である。本講義では、3 年次の電磁気学 I において学習した電磁気現象に関する基礎知識を活用できる能力の習得を目的とする。			
〔講義の概要〕 電磁気現象を体系的に理論づけたマクスウェル方程式について述べ、この方程式の磁界に関連する事項について説明する。さらに変位電流について概説する。その後、マクスウェル方程式から波動方程式を導き、電磁波の伝搬特性を説明する。なお電磁気学では、ベクトル解析などの数学的知識も要求されるため、これらについても適宜取り扱う。			
〔履修上の留意点〕 ・3 年次までの学習内容、特に数学、物理、電気回路、電子工学、電磁気学 I の内容は全て理解しているものとして講義を進めるので、学習内容を復習すること。 ・講義中は必ずノートを取り、レポート課題については自力で解けるようにすること。 (適宜、ノート提出を求めることがある)			
〔到達目標〕 前期中間試験： マクスウェル方程式、電流のつくる静磁界を理解できる。 前期末試験： ベクトルポテンシャル、磁性体の境界条件、磁気回路を理解できる。 後期中間試験： 電磁誘導、ローレンツ力、自己・相互インダクタンスを理解できる。 学年末試験： 変位電流、電磁波の方程式、表皮効果を理解できる。			
〔自己学習〕 目標を達成するために、授業以外にも予習復習を怠らないこと。			
〔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。定期試験の「単純平均」(70%)に、講義への積極的な取り組み姿勢とノート作成(10%)、レポート課題の提出状況(20%)を加えて最終評価を行う。積極的な発言があった場合は加点の対象とし、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〕 「新世代工学シリーズ電磁気学」、オーム社、末田正 編著			
〔補助教材・参考書〕 「新・電気システム工学・電気磁気学」、数理工学社、小野靖 著 その他、電磁気学に関する参考書			
〔関連科目〕 電磁気学 I をはじめ、数学(微分積分、微分方程式、三角関数、ベクトル解析)、物理、応用物理、電気回路、交流理論、電子工学、電子回路の各科目との関連性が深く、応用電気工学(選択必修)、応用電気工学演習(選択)、電気電子材料(選択)、光工学(選択)で学習する内容の基礎となる。			

## 講義項目・内容

週数	講義項目	講義内容	自己評価*
第1週	磁界, 磁束密度, 電流密度の定義	マクスウェル方程式を書き下すのに必要な磁界, 磁束密度などを定義する. それは3年次に学習した電界や電束密度などを定義したのと同様であることを理解する.	
第2週	マクスウェル方程式	電磁気学の集大成といえるマクスウェル方程式を示す.	
第3週	電流のつくる静磁界	電流の磁気作用を示し, 真空中の磁界での諸現象を説明する.	
第4週	ビオ・サバールの法則	電流による磁束密度の求め方について, 例題により説明する.	
第5週	静磁界の基本法則(1)	磁気におけるガウスの法則, アンペールの法則を説明する.	
第6週	静磁界の基本法則(2)	静磁界の発散定理, ストークスの定理を説明する.	
第7週	例題・演習	例題・演習問題を通じて, 学習内容の理解を確認する.	
第8週	フォローアップ	前期中間試験の解答・解法を説明し, 理解度を自己点検する.	
第9週	静磁界のポテンシャル	静磁界の基本方程式を示し, ベクトルポテンシャルを述べる.	
第10週	静磁界中の荷電粒子の運動	電荷 $q$ を帯びた粒子が, 静電界 $\mathbf{E}$ , 磁束密度 $\mathbf{B}$ の空間を速度 $\mathbf{v}$ で運動するとき受ける力 (ローレンツ力) を説明する.	
第11週	磁性体(1)	物質の磁性を説明し, 磁性体中の磁界を理解する.	
第12週	磁性体(2)	磁性体が磁化率によって分類されることを示し, 強磁性体の磁化現象を説明する.	
第13週	磁性体表面で成り立つ法則 (境界条件)	磁性体表面について, 磁束密度 $\mathbf{B}$ と磁界 $\mathbf{H}$ に対する境界条件を説明する.	
第14週	磁気回路	磁気回路と磁界の解法を説明し, 電気回路との対応を述べる.	
第15週	例題・演習	例題・演習問題を通じて, 学習内容の理解を確認する.	
前期期末試験			
第16週	フォローアップ	前期期末試験の解答・解法を説明し, 理解度を自己点検する.	
第17週	電磁誘導現象	電磁界における相互誘導現象, 自己誘導現象を説明する.	
第18週	導体運動による起電力	ローレンツ力による誘起起電力を説明する.	
第19週	自己インダクタンスと相互インダクタンス(1)	自己インダクタンスの定義を説明し, 自己インダクタンスと相互インダクタンスの計算法を理解する.	
第20週	自己インダクタンスと相互インダクタンス(2)	〃	
第21週	電磁エネルギー	定常電流や電流ループがもつエネルギーを説明する.	
第22週	渦電流	導体内の準静磁的電磁界における関係式を示し, 電磁誘導現象の1つである渦電流の現象を理解する.	
第23週	フォローアップ	後期中間試験の解答・解法を説明し, 理解度を自己点検する.	
第24週	変位電流	アンペアの法則を拡張して, 電界の時間的变化により発生する変位電流を導入する.	
第25週	ポインティングベクトル	ポインティングベクトルの定義とポインティングの定理を説明する.	
第26週	電磁波の伝搬特性(1)	マクスウェル方程式を解くことで波動方程式を導き, 電磁界の変動である電磁波の伝搬特性を理解する.	
第27週	電磁波の伝搬特性(2)	〃	
第28週	電流の表皮効果	導体に高周波数の交流電流を流した場合の表皮効果について説明する.	
第29週	例題・演習	例題・演習問題を通じて, 学習内容の理解を確認する.	
第30週	まとめ		
学年末試験			

\* 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)