

電磁気学Ⅱ (Electromagnetics Ⅱ)	3 年・通年・2 単位・必修 電気工学科・担当 石飛 学	
〔準学士課程(本科 1-5 年) 学習教育目標〕 (2)		
<p>〔教育方法等〕</p> <p>概要： 新しいものを産み出すには、この世界のしくみ(物理学)を知って応用する必要がある。「電磁気学」は、「電子工学」とならび“電気なぜ”に迫っていく科目で、電気工学の中心に立つ柱。ここがわかると、光、電磁波、物質の特性や回路現象など、現在と未来の広い世界が見えてくる。 この先、電気関係で困ったとき、各専門書を開いて読んでいくための基礎力を身につけてほしい。</p> <p>授業の進め方と授業内容・方法： この科目でつまづかないポイントは、基本用語の理解（絵を描きながら定義を他者に説明できるように）と各用語間に成り立つ関係式の数学的表現（ベクトルと微積分を使って）にある。これらをふまえ、まず、何のために学ぶのか再確認するところからスタートする。その後、3次元ベクトル解析、微積分の意味や使い方を確認しながら、電場と磁場の性質を学んでいく。また非正弦波で動く実際の電気製品（4年次からの回路系科目で学ぶ）とリンクさせるため、回路的観点も入れてキャパシタ、インダクタおよびトランスを確認する。時間に制約があるので、難しい積分を使った問題等、演習色が強い項目は演習科目に回す。</p> <p>注意点： 関連科目 電磁気学は電気と物理の大黒柱。したがって、全ての科目に連結する。</p> <p>学習指針 受け身の勉強で太刀打ちできない！また積み上げ科目なので、1回1回の授業に集中し、“その場で考える勉強法（実は負担が少ない勉強法）”にチェンジしてほしい。科目の特性上、板書中心に行わず（口頭で“重要”と念押しする所は特に大事。耳を使って！）、みんなの疑問点に焦点を当てて進めていきたい。質問攻撃を望む。また、2年の数学に欠けがあると八方ふさがりになるので、足りない部分に気づいたら早めに解消すること。図書館等も使って他の参考書も活用し、とにかく疑問を後に残さないように。特に次の勉強方法が通用しなくなると考えてよい。どうすれば良いかも授業を通して伝えていきたい。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 演習を数こなして身につけ、そのパターンを当てはめていく考え方 2) 授業中板書の写しに専念し、後で読み返しながら問題演習する方法 3) 定期テスト前に問題演習を繰り返し、パターンを身に着ける方法 		
<p>〔教科書〕 「新装版 電気磁気学 その物理像と詳論」森北出版 小塚洋司 著 ← 辞書のように使うとよい本 … この科目専用の教科書ではなく、5年間通して使う参考書</p> <p>〔補助教材・参考書〕 「よくわかる電磁気学」東京図書 前野昌弘 著 ← 困った時に調べる本ではなく、読んでいって力がつく本 「今度こそ納得する物理・数学再入門」技術評論社 前野昌弘 著 「なっとくする物理数学」講談社 都筑卓司 著 補助教材は適宜準備</p>		
<p>〔到達目標〕 前期中間試験：静電場の理解に必要な数学の確認、数学を用いた静電場の表現と計算 前期末試験：キャパシタ、定常・準定常電流 後期中間試験：静磁場（磁石と電流、アンペールの法則、ビオ・サバールの法則、電磁力） 学年末試験：電磁誘導、インダクタ、トランス、磁気エネルギー 以上の修得</p>		
<p>〔評価割合〕 定期試験成績（70％）とその他（課題、授業への取り組み（授業中、特に積極的でない場合に減点））（30％）の総合評価にて行う。定期試験ごとの達成目標を各々クリアすることで、単位認定の原則とする。</p>		

授業計画

	週	授業内容・方法	到達目標	自己評価*
前期	1 週	何のために学ぶのか？	電磁気などなくてもモノは作れるのではない？ そもそも電磁気とは何を学ぶのか？などを解説。	
	2-3 週	電磁気学 I の復習	ベクトル基礎～ガウスの法則まで確認。電気力線に加え電束も導入。基本用語とそのイメージの定着が目的。状況により「数学理解度確認テスト」を行うこともある。	
	4-5 週	刻々と変化する量の扱い	これまで出てきた式を微分表示に。電場の勾配（1次元→3次元→ ∇ ）。積分（線積分，面積分，体積積分）と内積の使い方を修得。	
	6 週	ガウスの法則の微分形	電束の発散を通して，ガウスの法則（微分形）を理解。	
	7 週	ポアソン方程式	ポアソン方程式とこれまでの確認演習を行う。	
	前期中間試験			
	8 週	ガウスの定理と法則	まず定期テストの結果をもとに勘違い点，ミスしやすい点を確認。次にガウスの定理と法則について解説。	
	9 週	平行平板キャパシタ	これまでの復習にQ, E, Vとキャパシタ形状の関係を確認。	
	10 週		静電誘導と誘電分極（誘電率，分極ベクトル）を理解。	
	11 週		境界条件について解説。＋問題演習。	
	12 週		静電エネルギーと電界エネルギー密度を確認。その後，平行平板以外への拡張を行う。	
	13 週	定常電流	表皮効果等（詳細は後）例に挙げ，電流密度 $j = \rho v$ と分布について学ぶ。またオームの法則についても学ぶ。	
	14 週		電荷保存の法則（キルヒホッフ第1法則），保存場と非保存場（周回積分とキルヒホッフ第2法則）について解説。	
	15 週	問題演習	問題演習を通して復習。	
	前期期末試験			
後期	16 週	電場と磁場の類似	定期テストの確認後，これから何を学んでいくのか解説。電場と磁場の類似（E-H 対応）から基本用語と単位等確認。	
	17 週	磁場とは？	磁石を例に磁場と電流の関係，磁場が閉じていること，磁荷による考え方を学ぶ。磁性体，ヒステリシスにも触れる。	
	18-19 週	アンペールの法則	アンペールの周回積分の法則と問題演習。	
	20 週	ビオ・サバールの法則 1	ビオ・サバールの法則（スカラー量で）と問題演習。	
	21 週	電磁力と外積	電磁力とフレミング左手法則について解説。 $\sin \theta$ がなぜいるかにも触れながら，ベクトルの外積を学ぶ。	
	22 週	導線同士に働く力	電磁力の問題演習とこれまでの復習。	
	後期中間試験			
	23 週	ビオ・サバールの法則 2	まず定期テストの結果をもとに勘違い点，ミスしやすい点を確認。ビオ・サバールの法則をベクトルで表す。	
	24-25 週	ローレンツ力と電磁誘導	フレミングの左手法則（電磁力）からローレンツ力を考える。また定常電流時の電場・磁場による力の釣り合い，レンツの法則を学ぶ。	
	26 週	ファラデー・ノイマンの法則	ファラデー・ノイマンの法則を学ぶ（相対論的考え方）。	
	27-29 週	インダクタとトランス	鎖交磁束，自己・相互インダクタンスを扱う。	
	30 週	磁気エネルギー	磁気エネルギーと磁気エネルギー密度を確認。最後にマクスウェル方程式に繋げる。	
	学年末試験 テスト返却・学力補充期間			

*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