

科目		電気磁気学I (Electromagnetics I)	
担当教員		森田 二郎 教授, 赤松 浩 准教授	
対象学年等		電気工学科・3年・通年・必修・4単位 (学修単位I)	
学習・教育目標		A2(100%)	
授業の概要と方針		時間的に変化のない静電気分野を赤松が担当し, 磁性体, 電磁界分野を森田が担当して, 講義および演習を行う。静電気分野では電場の概念を理解させること, 電磁界分野では, 電流による磁界と電磁誘導現象を理解させることがメインとなる。理解を深めるためにレポート, 小テスト(授業中の演習も含む)をできるだけ行う。演習の解答は黒板を用いて説明させることにより, プレゼンテーション能力も養う。	
	到達目標	達成度	到達目標毎の評価方法と基準
1	【A2】点電荷間のクーロン力, 点電荷による電界および電位を計算することができる。		点電荷間のクーロン力, 点電荷による電界および電位を計算することができるか, 前期中間試験およびレポートにより評価する。
2	【A2】ガウスの法則を利用して帯電体による電界および電位が計算することができる。		ガウスの法則を利用して帯電体による電界および電位が計算することができるか, 前期定期試験およびレポートにより評価する。
3	【A2】導体系の静電容量を計算することができる。		導体系の静電容量を計算することができるか, 後期中間試験およびレポートにより評価する。
4	【A2】誘電体を含む導体系の電界, 電位, および静電容量が計算できる。		誘電体を含む導体系の電界, 電位, および静電容量が計算できるか, 後期定期試験およびレポートにより評価する。
5	【A2】誘電体中に蓄えられるエネルギーが計算でき, 誘電体境界に働く力を計算できる。		誘電体中に蓄えられるエネルギーが計算でき, 誘電体境界に働く力を計算できるか, 後期定期試験およびレポートにより評価する。
6	【A2】磁束密度と磁化の関係, 透磁率と磁化率の関係を理解できる。磁気におけるガウスの法則が理解できる。		磁束密度と磁化の関係, 透磁率と磁化率の関係を理解の程度確認のために演習回答方式によるプレゼンテーション(小テストを含む)と前期中間試験での設問で評価する。試験の基本問題80%以上を合格の目安とする。
7	【A2】アンペアの法則が理解できる。無限長の電線電流によって作られる磁界の計算, 円環ソレノイドの磁界が理解できる。		アンペアの法則が理解の程度, 無限長の電線電流によって作られる磁界の計算, 円環ソレノイドの磁界が理解の程度のいずれも課題レポートと前期中間試験の設問によって評価する。基本問題80%以上を合格の目安とする。
8	【A2】ビオ・サバルの法則が理解できる。有限長の電線電流, ループ状電流によって作られる磁界が理解できる。		ビオ・サバルの法則が理解の程度, 有限長の電線電流, ループ状電流によって作られる磁界が理解の程度のいずれも課題レポートと前期定期試験の設問によって評価する。試験の基本問題80%以上を合格の目安とする。
9	【A2】磁気回路への変換理論を理解できる。また, ヒステリシス特性をもった磁性体の磁束密度が理解できる。		磁気回路への変換理論に関する計算, ヒステリシス特性をもった磁性体の磁束密度が計算できるかを課題レポートと後期中間試験の設問によって評価する。試験の基本問題80%以上を合格の目安とする。
10	【A2】磁界中の電流に作用する力が理解できる。電磁誘導現象を理解できる。		磁界中の電流に作用する力の大きさや方向の計算と電磁誘導現象を移動金属棒モデルを使った誘導電圧の計算を小テストと後期定期試験の設問によって評価する。試験の基本問題80%以上を合格の目安とする。
総合評価	成績は, 試験85% レポート5% 小テスト10% として評価する。(到達目標1から5:赤松担当)と(到達目標6から10:森田担当)を50%づつで行う。中間, 定期試験は平均点とし, 試験以外の評価0点のものは, 試験で満点であっても不合格とする。小テストに演習回答によるプレゼン評価も含む。		
テキスト	「電気学会大学講座 電気磁気学」: 山田直平, 桂井 誠(電気学会) 「電気学会大学講座 電気磁気学問題演習詳解」: 桂井 誠, 山田 直平(電気学会) プリント		
参考書	「電磁気学」: 多田泰芳, 柴田尚志著(コロナ社) 「電磁気学」: 卯本重一郎著(昭晃堂) 「演習電気磁気学」: 大貫繁雄, 安達三郎共著(森北出版) 「電気磁気学」: 石井良博著(コロナ社) 「電気磁気学」: 安達三郎, 大貫繁雄共著(森北出版)		
関連科目	基礎電気工学, 電気回路I, II, 応用物理I, 電気計測, 応用物理II, 電気磁気II, 電気材料		
履修上の注意事項	1年:基礎電気工学の電荷を扱う部分をクーロンの法則で使う。2, 3年:電気回路I, IIとも電流を扱う部分を定常電流に関する現象の説明で使う。3年:応用物理Iの万有引力の法則と電磁気学のクーロンの法則の類似性。3年:電気計測のさぐりコイルによる漏れ磁束の測定の部分で磁束の意味。4年:応用物理の分極を扱う部分の計算で電磁気学の電気双極子が必須。5年:電気材料で誘電体の分極特性で電気双極子が必須。		

授業計画1 (電気磁気学I)		
週	テーマ	内容(目標, 準備など)
1	電荷	電荷の種類および二つ以上の電荷間に働くクーロン力が計算できるようになること。
2	電界	点電荷が作る電界の大きさを計算でき, 電界の方向を説明できるようになること。
3	演習	授業計画1, 2に関する演習を行う。
4	電気力線, 電荷を動かすに要する仕事	電気力線の性質を説明でき, 静電界中で点電荷を動かすに要する仕事が計算できるようになること。
5	電位	電位の定義を理解し, 電界と電位の関係から電位が計算できるようになること。
6	等電位面, 電位の勾配	点電荷が作る電界中における等電位面および電位の傾きと電界との関係が説明できるようになること。
7	演習	授業計画4, 5, 6に関する演習を行う。
8	中間試験	授業計画1~7に関する中間試験を行う。
9	試験の解答, ガウスの定理	前期中間試験の解答を行うので必ず復習すること。静電界で重要な役割を果たすガウスの定理について説明できるようになること。
10	ガウスの定理, 電気力線の発散, ベクトルの発散	電気力線およびベクトルの発散について説明できるようになること。
11	ラプラスおよびポアソン方程式	ラプラス方程式およびポアソン方程式の物理的な意味を説明できるようになること。
12	静電界の計算1	帯電球体による電界および電位が計算できるようになること。
13	静電界の計算2	帯電した無限円柱および無限平面による電界および電位が計算できるようになること。
14	電気双極子, 電気二重層	電気双極子および電気二重層の性質を説明でき, これらによる電位および電界が計算できるようになること。
15	演習	授業計画9-13に関する演習を行う。
16	試験の解答および電位係数	前期定期試験の解答を行うので必ず復習すること。導体系の電位係数を計算でき, さらに電位係数から導体系の電位を計算できるようになること。
17	容量係数と誘導係数	導体系の容量係数および誘導係数を理解し, 計算できること。さらに, 容量係数および誘導係数から導体系の電荷を計算すること。また, 容量係数および誘導係数と電位係数の関係を説明できること。
18	導体系の有するエネルギー	導体系に蓄えられるエネルギーが計算できるようになること。
19	導体に働く力	電荷が蓄えられている導体間に働く力を計算できるようになること。
20	静電容量	各種の導体系がもつ静電容量を計算できるようになること。
21	静電コンデンサ	コンデンサの合成容量を計算できるようになること。
22	演習	授業計画16-21に関する演習を行う。
23	中間試験	授業計画1~7に関する中間試験を行う。
24	試験の解答および誘電体と分極	後期中間試験の解答を行うので必ず復習すること。誘電体とはどのようなものかを説明できるようになること。また, 誘電体の分極について理解すること。
25	誘電体中の電界	誘電体内の電界を計算できるようになること。さらに, 誘電体がある場合の静電容量を計算できるようになること。
26	誘電体境界面における電界と電束	電界および電束が, 誘電体境界面でどのように変化するかを計算できるようになること。
27	誘電体中に蓄えられるエネルギー1	誘電体中に蓄えられる静電エネルギーを計算できるようになること。
28	誘電体中に蓄えられるエネルギー2	誘電体を有するコンデンサの電極間に働く力を計算できるようになること。
29	電気映像法	電気映像法を用いて電界および電位が計算できるようになること。
30	演習	授業計画24-29に関する演習を行う。

授業計画 2 (電気磁気学I)		
	テーマ	内容(目標, 準備など)
1	日常生活の中の電磁気学の法則	日常生活で扱っている磁石の話や誘導雷などの話を中心に、これから学ぼうとする磁界発生の現象などを定性的に解説する。
2	モーターの回転する定性的な解説	モーターの回転原理を小学生の時代に作ったことのある3極モータのデモを展示して、なぜ回転するのかを定性的に解説する。
3	直流と交流の違いの講義	2年生で習った交流回路における記号法] Lとか1/j Cなどを理屈を、微分や積分表示での数式で表されていること、電磁気学では、その数式を現象から導出していることを解説する。
4	電流による磁界の発生、アンペアの法則	電流が流れると右ねじの回転方向に磁界が発生する。この強度はアンペアの周回積分の法則によって、電線までの距離と電流値によって表されることを解説する。
5	アンペアの法則を適用した演習	無限長電線を例に取り、平行導線が2本あった場合で同じ方向に電流が流れている場合と逆向きに流れている場合の電線間の磁界を求める。また、電線内部の磁界強度の計算も行う。
6	アンペアの法則を適用した演習	2つの電線の方向が平行で無い場合、発生した磁界は合成ベクトルで表されることの例題を解説する。
7	アンペアの法則を適用した演習	環状ソレノイド、無限長ソレノイド内の磁界計算を解説する。
8	中間試験	中間試験
9	試験の解答、復習	中間試験の解答を行い、同試験範囲の復習を行う。
10	磁性体の物性	磁化の定義、常磁性、反磁性、強磁性の材料特性を解説する。また、材料別比磁化率の大きさを比較しながら説明する。
11	強磁性体を含めたアンペアの法則の展開	強磁性体では、磁界と磁束密度は比例関係にない。一般にヒステリシス特性をもち、磁界を高くしても磁束密度は飽和する。このような特性でのアンペアの法則の関係式を演習問題を例にあげて解説する。
12	磁気回路の講義と演習	空隙を有する環状ソレノイドを例にあげ、アンペアの法則を適用した時に、電気回路と対応した磁気回路の構成を演習問題も混ぜて解説する。
13	磁気におけるガウスの法則の講義と演習	磁気におけるガウスの法則を解説し、静電気問題でのガウスの法則と比較した例をあげて解説する。
14	アンペアの法則の復習と演習	前期で講義した内容のうちアンペアの法則に関係ある演習問題のプリントを配布し、解答説明を黒板を使ったプレゼンテーションする。
15	強磁性体を含めた磁気回路の復習と演習	前期講義した内容のうち強磁性体を含めた磁気回路の関係ある演習問題のプリントを配布し、解答説明を黒板を使ったプレゼンテーションする。
16	試験の解答、復習	前期定期試験の解答を行い、同試験範囲の復習を行う。
17	ビオ・サバルの法則の講義	ビオ・サバルの法則を使った有限長電線から作られる磁界の計算例を解説する。
18	有限直線電流の磁界の演習	前回に引き続き、直方体の3辺に電流が流れた場合、指定座標位置の磁界強度を計算する方法を講義し、別途演習問題を解くことによって理解を深める。
19	ループ電流の磁界	ループ状の電流を流したときの中心軸上の磁界強度をビオサバルの法則から求める。またヘルムホルツコイルの原理も解説する。
20	ビオサバルの法則を適用した演習	ビオサバルの法則を適用した演習問題プリントを配布し、解答説明を黒板を使ったプレゼンテーションする。
21	ビオサバルの法則を適用した演習	前回に引き続き、解答説明を黒板を使ったプレゼンテーションする。
22	磁界中の電流に作用する力	一定方向の磁界中に電線をおき、電流を流すと電磁力が生じる。この原理を解説し、ベクトル積表示によって、力の大きさと方向とを同時に求める方法を解説する。
23	中間試験	中間試験
24	試験の解答、復習	中間試験の解答を行い、同試験範囲の復習を行う。
25	磁界中の荷電粒子に作用する力	クーロン力、ローレンツ力の解説と、一樣磁界中を電荷q、質量mの粒子が円運動しているときの力の大きさ、円軌道の半径を求める方法を解説する。
26	ファラデーの電磁誘導の法則	一樣な磁界中を導体棒が一定速度で移動する場合、導体の両端で電圧が発生する。この誘導電圧は磁束が時間的に変動する場合に起こり、ファラデーの電磁誘導の法則といい、閉回路モデルを例示して解説する。
27	ファラデーの電磁誘導則の演習	ヒステリシス特性をもった環状ソレノイドに一定時間の割合で磁界を変化させた時のコイルに生じる時間に対する電圧、電流、電力を計算する。また一周の間にコイルに供給されるエネルギーは、ヒステリシス曲線の面積に磁心の体積をかけたものと等しいことを示す。
28	周波数と表皮効果の講義	周波数の異なる交流電流を流す場合の電流密度の分布は、周波数が高くなるほど中心部分では電流が流れにくくなる。この現象は交流電流自身による誘導電圧が電流を妨げるような向きに働くためであり、表皮効果といい、この解説を行う。
29	渦電流とIHクッキングヒータ	時間的に変化する磁界を導体に加えたとき、電磁誘導によって導体の内部に起電力が生じ、環状に電流が流れる。これを渦電流といい、この発生原理を解説する。また、この渦電流によって生じた損失をジュール熱によって利用するのがIHクッキングヒータで、周波数特性も含めて解説する。
30	電磁誘導の法則の微分形	ファラデーの電磁誘導の法則を微分形に直し、微分形からさらに積分形に変更できるようなベクトル公式の説明とマクスウェルの方程式の残り3つの概略の説明を行う。
備考	前期、後期ともに中間試験および定期試験を実施する。赤松担当分野と森田担当分野を別々に90分試験を実施する。成績表の点数は平均点を表示している。	

