

## 2025 年度シラバス

科目分類/Subject Categories			
学部等/Faculty	/工 芸 学 部 : /School of Science and Technology	今年度開講/Availability	/有 : /Available
学域等/Field	/設 計 工 学 域 : /Academic Field of Engineering Design	年次/Year	/3 年次 : /3rd Year
課程等/Program	/電子システム工学課程・課程専門科目 : /Specialized Subjects for Undergraduate Program of Electronics	学期/Semester	/前学期 : /First term
分類/Category	/ : /	曜日時限/Day & Period	/月 4 : /Mon.4

科目情報/Course Information				
時間割番号 /Timetable Number	12111401			
科目番号 /Course Number	12160076			
単位数/Credits	2			
授業形態 /Course Type	講義 : Lecture			
クラス/Class				
授業科目名 /Course Title	電磁気学Ⅲ : Classical Electrodynamics III			
担当教員名 / Instructor(s)	/上田 哲也 : UEDA Tetsuya			
その他/Other	インターンシップ実施科目 Internship	国際科学技術コース提供科目 IGP	PBL 実施科目 Project Based Learning	DX 活用科目 ICT Usage in Learning
				○
	実務経験のある教員による科目 Practical Teacher			
科目ナンバリング /Numbering Code	B_EL3320			

授業の目的・概要 Objectives and Outline of the Course	
日	電磁気学は、電気工学、電子工学、通信工学、情報工学の分野を専攻する学生諸氏にとって、必須の科目である。本講義では、電磁気学のうち、時間的に変化する電磁界、特に電磁波伝搬を取り扱う。
英	Electrodynamics is one of the most important and essential subjects for students who specialize in electrical engineering, electronics, telecommunication engineering, and information science. This lecture includes treatment of time-varying electromagnetic fields, especially for propagation of electromagnetic waves.

学習の到達目標 Learning Objectives	
日	Maxwell の方程式の物理的理解を深める。 時間的に変化する電磁界において、電磁界問題を定量的に解くために必要な基礎を習得する 電磁界により蓄えられるエネルギー、電磁波の運ぶ電力、損失媒質での消費電力、エネルギー保存則について理解する。 異種媒質間で満たすべき電磁界の境界条件を理解する。 電磁波伝搬の基本となる「平面波」の定性的、定量的取り扱いを学習する。
英	To understand physical meaning of Maxwell's equations To acquire fundamental skills to quantitatively solve time-varying electromagnetic field problems. To understand energies stored by electromagnetic fields, transmitted power carried by electromagnetic waves, and consumption powers in lossy media based on the energy conservation law, i.e., Poynting's theorem. To understand conditions of electromagnetic fields at the boundaries between two different media To acquire fundamental skills to treat propagation and radiation of electromagnetic waves qualitatively and quantitatively.

学習目標の達成度の評価基準 / Fulfillment of Course Goals (JABEE 関連科目のみ)	
日	
英	

授業計画項目 Course Plan			
No.		項目 Topics	内容 Content
1	日	Maxwell 方程式(1)	Maxwell 方程式を構成する各物理法則の復習を行う。Maxwell の方程式の積分表示を示す。
	英	Maxwell's equations I	We review physical laws in electrodynamics and show integral representation for Maxwell's equations.
2	日	Maxwell 方程式(2)	電荷保存の法則を示すとともに、時間変動する電磁界におけるマクスウェル方程式における式の主従関係を示す。
	英	Maxwell's equations II	We consider the relationship among four equations in Maxwell's equations along with continuity equation.
3	日	構成関係式	Maxwell の方程式の微分表示を示す。真空中、線形等方性の誘電体、金属の場合の簡単な物理モデルを導入するとともに、構成関係式を示す。
	英	Constitution relation	We show a differential form of Maxwell's equations. We review simplified models for electric and magnetic polarizations in dielectric and magnetic media, and conductivity in metals.
4	日	定常状態における取り扱い	フェーザ表示の導入、複素数、複素ベクトルの取り扱いと時間平均値について解説する。
	英	Steady states and phaser representation	We treat complex vectors for time-varying fields based on the phaser representation and introduce time-averaged values for the energies and powers.
5	日	1次元波動方程式とその解	1次元波動方程式とダランベールの解について解説する。電磁波伝搬と伝搬速度、屈折率について述べる。
	英	Wave equation	Wave equation
6	日	ヘルムホルツ方程式	定常状態の波動方程式として1次元ヘルムホルツ方程式を取り扱う。波長、波数、位相速度、波動インピーダンスについて解説を行う。
	英	Helmholtz equation	We solve the 1-D Helmholtz equation and find the steady state solutions showing forward and backward traveling waves. We introduce the wavelengths, wavenumbers, and wave impedances.
7	日	金属中の電磁波	導電率の高い金属中の電磁波の振る舞いを取り扱う。表皮深さ、波動インピーダンスを示す。
	英	Waves in good conductors	We treat the Helmholtz equation for waves in good conductors, show the field decay, introduce the concept of skin depth with low wave impedance.
8	日	エネルギー保存則	電磁界のエネルギー保存則であるポインティングの定理を示す。電磁界エネルギー、ポインティングベクトルについて解説する。 定常状態におけるエネルギー保存則として、複素ポインティングベクトル、各媒質における消費電力について説明する。
	英	Energy conservation law	We introduce energies stored by the electromagnetic fields, transmitted powers carried by the electromagnetic waves, and consumption powers in lossy media based on Poynting's theorem. We also introduce complex Poynting's theorem and the physical meaning.
9	日	境界条件	異種媒質間の電磁波伝搬を考えると、各領域の電磁界が満たすべき保存則が重要となる。ここでは、電磁界の接線方向および垂直方向成分が満たすべき境界条件を、マクスウェル方程式より導く。
	英	Boundary condition	We show boundary conditions for tangential and normal components of the electric and magnetic fields on a surface between two different media from Maxwell's equations.
10	日	変数分離法と平面波	3次元ヘルムホルツ方程式の解法として、変数分離法を取り扱う。解の一つが一方方向に伝搬する平面波であることを示し、波数、電界、磁界の3つのベクトルの関係、その他諸特性について解説する。
	英	Method of separation of variables and plane waves	We introduce a method of separation of variables to solve three-dimensional Helmholtz (partial differential) equations and show that one of the solutions provides

			a plane wave. The relationship among the wavevector, electric and magnetic fields will be sh
11	日	偏波 (偏光)	偏波について取り扱う。特に直線偏波、円偏波について解説する。
	英	Polarizations of plane waves	We introduce polarizations for plane waves, such as linear polarization and circular polarization.
12	日	垂直入射と反射・透過	異種媒質境界面に対して、平面波の垂直入射、反射・透過を取り扱う。透過係数、反射係数の求め方、無反射条件であるインピーダンス整合条件、三層構造の取り扱いについて解説する。
	英	Normal incidence of waves to boundaries	We quantitatively treat reflection and transmission coefficients at the boundaries for a normal incidence of a plane wave and introduce the concept of impedance matching.
13	日	斜め入射・反射・透過と屈折(1)	異種媒質境界面に対して、平面波の斜め入射、反射・透過を取り扱う。透過係数、反射係数の求め方、スネルの法則、ブリュースター角について解説する。
	英	Reflection, refraction, and transmission I	We quantitatively treat reflection and transmission coefficients at the boundaries for two different cases of oblique incidences of a plane wave: parallel and perpendicular polarizations. We introduce Snell's law and Brewster's angle.
14	日	斜め入射・反射・透過と屈折(2)	全反射、臨界角、エバネッセント波について取り扱う。
	英	Reflection, refraction, and transmission II	We introduce total internal reflection, critical angle, evanescent waves, and surface impedance.
15	日	電磁気学のまとめ	これまでに学習した事項の復習、さらに進んだ電磁気学の展開に向けて概説する。
	英	Review and summary	We review fundamental concepts and solutions to the problems on propagation and radiation of electromagnetic waves.

履修条件 Prerequisite(s)	
日	電磁気学と演習 I,II もしくは同等の内容を履修し、理解していること。 微積分、ベクトル解析の基礎を習得していることが望ましい。
英	Taking courses, "Classical electrodynamics I and II", or the corresponding is mandatory. It is desirable to understand differential and integral calculus and vector analysis.

授業時間外学習 (予習・復習等) Required study time, Preparation and review	
日	・ 各授業に対し、2 時間程度の復習に加え、定期試験に備えるための学習時間を要する。 ・ 復習及びレポート課題を次の講義までに必ず行うこと。
英	It takes about two hours a week to review the class. In addition, you will need to spend time for preparation of the exam.

教科書／参考書 Textbooks/Reference Books	
日	参考書 (1) 「電磁理論 (電子情報通信学会大学シリーズ B-1)」 熊谷信昭 コロナ社 (2) 「マイクロ波工学」 中島将光、森北出版 (3) R. E. Collin, "Foundation for Microwave Engineering," IEEE Press. (4) David M. Pozar, "Microwave Engineering," 3rd Ed., John Wiley & Sons, Inc.
英	References (1) R. E. Collin, "Foundation for Microwave Engineering," IEEE Press. (2) David M. Pozar, "Microwave Engineering," 3rd Ed., John Wiley & Sons, Inc.

成績評価の方法及び基準 Grading Policy	
日	定期試験の成績と、出欠・講義中に課すレポート提出の状況に応じて評価する。レポートは数回行い、定期試験の成績を 70%、出欠・レポートの成績を 30% として評価し、その合計点が 60 点以上を合格とする。
英	We will give a grade by estimating the results of the examination and homework. The ratio of the exam and homework is 7 to 3.

留意事項等 Point to consider	
日	
英	