

## 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	/後学期 : /Second term
分類/Category	/ : /	曜日時限/Day & Period	/木 2 : /Thu.2

科目情報/Course Information				
時間割番号 /Timetable Number	12124201			
科目番号 /Course Number	12160039			
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	電磁波工学 : Electromagnetic Waves			
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	現代社会において、電磁波は放送、通信だけでなく IC カード、ナビゲーション、調理など様々な日常生活のシーンで使われている。電磁波工学は動的な電磁現象を扱い、種々の電磁現象の理解に不可欠である。電磁波の振る舞いはマクスウェル方程式により記述されるが、本講ではその基礎的な振る舞いをアナロジーを用いて解説するとともに、数学的記述について講述する。また、物理的なイメージと身近に体験する電磁現象の例を示しながら、基礎的理解を図る。
英	Radiation and propagation of the electromagnetic wave are discussed from the viewpoint of physics and mathematics. The application of the electromagnetic wave to practical uses such as antennas, propagation of radio wave, and wireless telecommunications are also presented.

学習の到達目標 Learning Objectives	
日	<p>現代生活において様々なシーンで電磁波が活用されていることを知る。</p> <p>電磁波の放射と伝搬に関する物理的イメージをもつ。</p> <p>電磁波工学の基礎となる伝送線路の概念を理解する。</p> <p>導波路に沿って伝搬する導波モードの分散特性、電磁界を記述できる。</p> <p>電磁波の数学的記述を習得するため、Maxwell の方程式、波動方程式、及び電磁ポテンシャルによる電磁場の記述方法を習得する。</p> <p>微小線素に流れる電流の作る放射電磁界を記述できる。</p> <p>磁流の概念、電磁界の双対性を理解する。</p> <p>微小ループに流れる電流の作る放射電磁界を記述できる。</p>

	電流と磁流の関係、一次波源と二次波源、電磁界の双対性を利用して、様々なアンテナの基本的動作を説明できる。 以上により、携帯電話や無線 LAN などの無線通信システム設計の基礎となる理論を習得する。
英	To learn how to use electromagnetic waves in our modern life. To understand physical meanings of radiation and propagation of electromagnetic waves. To understand the concept of transmission line model for foundation of electromagnetic wave engineering. To describe dispersion characteristics of guided modes propagating along waveguides and the electromagnetic field distribution. To understand how to describe mathematically electromagnetic fields in terms of electromagnetic potentials and how to apply to antenna applications

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	伝送線路理論その 1	電磁波工学の基礎となる伝送線路理論を復習する。 損失を考慮した等価回路モデル、電信方程式、進行波の伝搬定数、特性インピーダンスなどについて、解説する。
	英	Transmission line theory, Part 1	We review the transmission line theory for foundations of electromagnetic wave engineering. We introduce an equivalent circuit model of infinitesimal length of transmission lines including losses, derive telegraph equations from it, and explain definitions
2	日	伝送線路理論その 2	異種線路間の反射・透過係数、伝送電力の保存則、散乱行列の取り扱いについて解説を行う。
	英	Transmission line theory, Part 2	We show how to obtain transmission and reflection coefficients at the boundaries between two different transmission lines, energy's conservation law, and treatment of scattering matrices.
3	日	導波路に沿って伝搬する電磁波：導波モード	導波路、伝送線路に沿って一方向に伝搬する導波（伝搬）モードを取り扱う。TEM モード、TE モード、TM モードの分類、各モードの基本的な性質について解説を行う。
	英	Guided electromagnetic wave propagation along waveguides	We consider guided modes that are propagating along the waveguides and transmission lines. We show definitions of TEM, TE, and TM modes and their characteristics.
4	日	平行平板線路	導波路、線路の最も単純な構造の一例として平行平板線路を取り扱う。基本モードである TEM モードの場合について詳細に解説を行い、その他 TM モード、TE モードについても説明を行う。
	英	Guided modes in parallel plate waveguides	We consider parallel plate waveguides for an example of waveguides. We review the fundamental guided mode, TEM mode, as well as TE and TM modes.
5	日	導波管（方形導波管と円形導波管）	導波路構造の具体的例として、方形導波管を取り扱う。基本モードである TE モードを中心に基本的性質を解説する。さらに円形導波管についても解説する。
	英	Guided modes in metallic rectangular waveguides	Guided modes in metallic rectangular waveguides
6	日	導波モードの分散特性：波束と群速度、モードの直交性	導波モードの周波数依存性に関連して、電磁波のエネルギー伝搬速度である群速度を解説する。前出の導波管の導波モードを用いて、位相速度および群速度を求めるとともに物理的意味を考える。 また導波管の導波モードを用いて、モードの直交性について述べる。
	英	Dispersion characteristics of guided modes, group velocity, and orthogonal relation of power transfer among different modal waves	We consider dispersion characteristics of guided modes and introduce the group velocity. We specifically derive phase and group velocities for aforementioned guided modes propagating in rectangular waveguides and interpret their physical meanings. We also
7	日	同軸線路	導波路構造の具体例として同軸線路を取り扱う。主に基本モードである TEM モードについて、伝送線路の回路モデルとの比較・対応を考える。表面抵抗の概念、導体損失の

	英	Coaxial cables and surface resistances	取り扱いについても解説する。 We consider coaxial cables as an example of specific waveguide structures. We explain the relation between fundamental guided mode, TEM mode, and circuit model in transmission lines. We introduce the concept of surface resistance of low loss conductors a
8	日	中間試験	伝送線路の取り扱いおよび導波路に沿って伝搬する導波モードに関する試験を行う。
	英	Midterm exam	We will have a midterm exam for treatment of transmission lines, fundamentals of guided modes along the waveguides.
9	日	電磁ポテンシャルとローレンツゲージ	スカラーポテンシャル、ベクトルポテンシャルの導入および、ローレンツゲージの方程式系を導出する。
	英	Electromagnetic potentials	We introduce scalar and vector potentials in Maxwell's equations and derive differential equations in Lorentz gauge.
10	日	遅延ポテンシャル、グリーン関数	グリーン関数を用いて任意形状の波源が形成するベクトルポテンシャルの表現方法を解説する。
	英	Retarded potentials and Green's functions	We show how to describe electromagnetic potentials produced by an arbitrarily-distributed source by using Green's functions.
11	日	電流と磁流、電界と磁界の双対性と相反定理	波源として電流だけでなく磁流の概念を導入すると、様々なアンテナの動作原理に対して理解が深まる。ここでは、マクスウェル方程式に磁流を導入し、電界と磁界の双対性について解説する。また相反定理について解説する。
	英	Electric and magnetic currents, duality of electric and magnetic fields, and Lorentz reciprocal theorem	By introducing electric and magnetic currents as sources, we can understand and interpret fundamental mechanisms of electromagnetic fields produced by various antennas. We review duality of electric and magnetic fields in Maxwell's equations and Lorentz r
12	日	微小線素、微小ループに流れる電流からの放射	微小線素に流れる電流が形成するベクトルポテンシャルから、電界および磁界を求める。準静電界、誘導電磁界、放射電磁界があることを解説する。また、電磁界の双対性を利用して、微小ループに流れる電流からの電磁波放射についても解説する。
	英	Fields produced by currents flowing along electrically small line elements and loops.	We derive the formulae for electric and magnetic fields by obtaining a vector potential produced by currents flowing along an electrically small line element. By using duality of the electromagnetic fields, we can also achieve the corresponding formulae f
13	日	半波長ダイポールアンテナ	半波長ダイポールアンテナを例に挙げながら、アンテナの諸特性（放射抵抗、放射利得、効率、指向性）について解説する。鏡像法よりモノポールアンテナとの関係を示す。一次波源と二次波源、面電流および面磁流の取り扱いを解説するとともに、ダイポールアンテナと双対の関係にあるスロットアンテナの基本的動作について解説する。
	英	Half-wavelength dipole antennas, monopole antennas, and slot antennas	We treat a half-wavelength dipole antenna to show antenna characteristics such as radiation resistance, radiation gain, the efficiency, and directivity. We also introduce a monopole antenna by using a method of image and a slot antenna by using the compr
14	日	その他のアンテナ	パッチアンテナの動作原理、開口面アンテナ、特にフェーズドアレーアンテナの諸特性（アレーファクター、ビーム角、グレーティングローブ）について概説する。
	英	Other antennas	We show fundamentals of microstrip antennas and aperture antennas, especially for phased array antennas.
15	日	電磁波工学のまとめ	学習してきた事項全体のまとめ。加えて、将来の電磁波の産業応用、電波法、周波数割当、及び人体への影響について概説する。
	英		

履修条件 Prerequisite(s)	
日	電磁気学 III を履修していることが望ましい。
英	It is desirable to take a course, "Classical Electrodynamics III".

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、事前に配布する講義資料を用いて 2 時間程度の復習に加え、レポート課題への取り組み、および中間試験、定

	期試験に備えるための学習時間を要する。
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	<b>【参考書】</b> (1)「マイクロ波工学」(中島将光 著、森北出版) (2)「電磁波工学」(安達三郎著、電子情報通信学会大学シリーズ F-8 コロナ社) (3) David. M. Pozar, "Microwave Engineering" 3rd Ed., John Wiley & Sons, Inc.
英	(1) 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	出席、レポートの成績(20%)、中間試験の成績(40%)及び学期末試験の成績(40%)により評価する。その合計点が60点以上を合格とする。
英	Assessment in this course is determined by midterm and final exam outcomes, and multiple reports to be submitted throughout the semester. Reports are assigned periodically, with midterm exam results contributing 40%, final exam results contributing 40%, an

留意事項等 Point to consider	
日	<p>講義に関する情報ならびに講義資料の配布は moodle より行います。随時アクセスして最新情報を確認するようにしてください。</p> <p>Please login the moodle of the class and refer to the updated information of the class and files for the class and homework.</p>
英	