

## 光工学プログラム プログラム専門科目

区分	英語 対応	科目名 (単位)	授業の概要
プログラム専門科目 (光線デザイン)	○	幾何光学 1 (1 単位) Geometric Optics 1	
	○	幾何光学 2 (1 単位) Geometric Optics 2	
	○	レンズ設計 1 (1 単位) Lens Design 1	Zemax で光学系を設計する：レンズ、望遠鏡、分光計
	○	レンズ設計 2 (1 単位) Lens Design 2	CodeV 光学設計ソフトウェアを使用し、収差と結像性能の評価、レンズの最適化、収差補正方法
	○	幾何光学 3 (1 単位) Geometric Optics 3	<p>This course focuses on image transfer characteristics of optical and display systems, extending geometric optics concepts to the evaluation of image quality. Emphasis is placed on resolution, point spread function (PSF), and modulation transfer function (MTF) as tools for quantitative performance evaluation. Image formation and resolution limits in optical systems are introduced, including the Rayleigh criterion, sampling, and aliasing.</p> <p>Optical design characteristics of image display systems, such as projection displays and head-up displays (HUDs), are examined from a geometrical optics perspective. Optical systems for augmented reality (AR) and virtual reality (VR) displays are also introduced, focusing on trade-offs between field of view and resolution.</p> <p>In addition, concepts of color reproduction, image quality evaluation, and related international standardization activities are outlined. A short project-based learning (mini PBL) activity is included to encourage application of image evaluation concepts to practical scenarios.</p>
○	幾何光学 4 (1 単位) Geometric Optics 4	How to assemble optical systems by hand and by software. Rather than focusing on correcting aberrations, we will focus on system layout.	

区分	英語 対応	科目名 (単位)	授業の概要
プログラム専門科目 (波動デザイン)	○	波動光学 1 (1 単位) Wave Optics 1	数式を用いて、光の波動的性質を起源とした反射特性、偏光特性、コヒーレンスなどを理解する。また、計算機シミュレーションを用いて講義内容に関する実習を行なう。
	○	波動光学 2 (1 単位) Wave Optics 2	本講義では、波動光学に基づく干渉および回折現象を理論と数値シミュレーションの両面から体系的に学ぶ。さらに、ホログラフィおよび計算機ホログラムの原理を理解し、空間光変調器を用いた波面形成と光ビーム制御の基礎と応用について解説する。
	○	フーリエ光学 1 (1 単位) Fourier Optics 1	
	○	フーリエ光学 2 (1 単位) Fourier Optics 1	
	○	波動光学 3 (1 単位) Wave Optics 3	本講義では、波動光学に基づく光の干渉を基礎として、光パルスの物理、群速度および分散の概念を理論と数値シミュレーションの両面から学ぶ。さらに、超短光パルスに特有の非線形光学効果を理解し、レーザー加工や光計測への応用について解説する。
		フーリエ光学 3 (1 単位) Fourier Optics 1	This lecture will introduce digital holography and computer-generated holography, which are applications of Fourier optics. Digital holography is a technology that uses an image sensor to record the hologram of an object in an optical system and then reconstructs it in a computer. It is widely used to measure the shape of objects. Digital holography is a technology in which a hologram is designed using a computer, then shaped into an arbitrary wavefront using an optical system, reconstructed, and irradiated onto a material. It is used in displays, special printing, and laser processing.

区分	英語 対応	科目名 (単位)	授業の概要
プログラム専門科目 (光マテリアルデザイン)	○	計測光学 1 (1 単位) Optical Measurement 1	
	○	分析光学 1 (1 単位) Optical Analysis 2	<p>光 (電磁波) を用いた分析は、自然科学に数多くの革新をもたらしてきた。本講義では、これらの分析光学技術の全体像を概説する。まず、光と物質の相互作用、多様な光源・検出器の原理について講義する。そして、分光法による物質の同定・分析や、生命科学に革新をもたらした多様な顕微鏡法について解説する。さらに、干渉計測、ホログラフィー、そして望遠鏡を用いた未知への挑戦について概説する。各回において最新の研究動向も紹介することで、自然科学に新たなブレイクスルーをもたらさう次世代の分析光学技術についても議論したい。</p> <p>Optical analysis using light (electromagnetic waves) has brought numerous innovations to natural science. This course provides an overview of these transformative optical analysis technologies. First, we introduce light-matter interactions and the principles of various light sources and detectors. Next, we cover material identification via spectroscopy and innovations in life sciences driven by diverse microscopies. Furthermore, interferometry, holography, and the challenge of exploring the unknown using telescopes are summarized. In addition, by introducing the latest research trends in each lecture, we will discuss optical analysis technologies capable of bringing new breakthroughs to natural science.</p>
	○	物理光学 1 (1 単位) Optical Materials 1	<p>本講義では、物理光学の基礎として、光の伝搬を支配する基本方程式と物質の光学応答について学ぶ。応答関数や光学定数の考え方を導入し、誘電体および金属における光学応答を理論的に理解することを目指す。さらに、異方性媒質における光の振る舞いとして、複屈折、光学活性、二色性などの現象を取り上げ、物質と光の相互作用の基礎を体系的に解説する。</p>
	○	計測光学 2 (1 単位) Optical Measurement 2	

区分	英語 対応	科目名 (単位)	授業の概要
プログラム専門科目 (光マテリアルデザイン)	○	分析光学 2 (1 単位) Optical Analysis 2	<p>分光分析の基礎を理解するために、光と物質の相互作用の中でも基礎的かつ重要な現象である分子の光吸収に着目し、その量子力学的基盤を学ぶ。光吸収を古典論における共鳴の描像から導入し、古典論の限界を通して量子論的記述の必然性を理解する。さらに、分子のエネルギー準位と光のエネルギーとの関係、ならびに選択則の考え方を通して、分子ごとに異なる吸収スペクトルが生じる理由を学ぶ。</p> <p>本講義で扱う微視的な光学応答を、「物理光学 I」などで学ぶ巨視的な光学応答とあわせて理解することで、最先端光学技術を理解するための基礎的視点を獲得することを目指す。</p> <p>Molecular optical absorption, one of the most fundamental phenomena in light-matter interaction, is studied as a central topic to establish the basis of spectroscopic analysis. Starting from classical descriptions based on resonance, the course highlights the limitations of classical theory and introduces the necessity of a quantum-mechanical framework. Students then learn the relationship between molecular energy levels and photon energy, as well as how selection rules give rise to molecule-specific absorption spectra.</p> <p>By relating the microscopic optical response discussed in this course to the macroscopic optical response studied in courses such as Optical Materials I, students will acquire a foundational perspective for understanding modern optical technologies.</p>
	○	物理光学 2 (1 単位) Optical Materials 2	<p>本講義では、物理光学 1 で学んだ線形光学を基礎として、非線形光学現象および人工光学材料に関する理解を深める。波長変換や非線形屈折率に代表される非線形光学効果に加え、電気光学効果やフォトリフラクティブ効果を扱う。さらに、フォトニック結晶を題材として、フォトニックバンドギャップおよび欠陥モードの物理を学び、光の制御原理と応用への展開を概観する。</p>
プログラム専門科目		実践光工学特論 1 (1 単位) Practical Advanced Optics 1	<p>工学への産業応用、特に各種画像機器への応用・展開について解説する。デジタル画像処理の基礎から解説し、撮像、簡単な画像処理から高度な AI 技術まで解説する。また、画像処理技術の産業応用について説明する。</p>
		実践光工学特論 2 (1 単位) Practical Advanced Optics 2	<p>光学技術について理解させるとともに、カメラ、露光装置などを例に光学機器についても学ぶ。また、光学企業の見学も行う。</p>

区分	英語 対応	科目名（単位）	授業の概要
プログラム専門科目	○	光工学特別演習 (4 単位) Advanced Seminar in Optical Science & Engineering	指導教員とのディスカッションを通して、専門知識・技術の深化を図ると同時にバイオ分野における光の利用についての理解も深める。主な内容は、次のとおりである。 ●光学に関する古典的な研究を含めた先行研究のサーベイを行い、体系的に専門的知識を理解する。 ●最先端光工学を理解するための基礎知識、基礎技術を身につけ、それを工学的に応用できる実践的能力を身につける演習を行う。 ●光技術をバイオ研究に適応するための基礎的な知識を習得する。 ●設定した課題に対して、理論と実態・実践との往還を深め、成果の取り纏めと発表を行う。
	○	光工学特別研究 (6 単位) Advanced Research for Thesis in Optical Science & Engineering	「光工学特別研究」は、修士論文研究の遂行過程を総合的に評価して単位を認定するものである。オプト・バイオサイエンス（光工学）プログラムを専攻する学生の研究テーマは、光分野をキーワードに機械工学、電気工学、情報工学、化学工学など広範囲に渡るため、授業内容の詳細は研究テーマに合わせて個別に設定される。修士論文の作成にあたっては、まず研究テーマを決定し、研究内容を十分に把握した上で、到達目標に向けた種々の内容を、研究の進行状況に応じて指導教員の適切な指導のもとに実施するとともに、研究者として必要な倫理観を養成する。成果は随時とりまとめ、主としてゼミナール形式で指導教員に報告する。1 年次後期終了時には、プログラム担当教員の参加のもと、研究成果の模擬報告・発表を行う。なお、境界領域・学際的領域の観点から、バイオ分野に関するディスカッションなども含む。