

科目	光波電子工学 (Optical Wave Electronics)		
担当教員	河合 孝太郎 准教授		
対象学年等	電気電子工学専攻・1年・前期・選択・2単位【講義】		
学習・教育目標	A4-AE2(100%)		
授業の概要と方針	光波が媒質中に入射した際に生じる光と材料の相互作用を主軸とし、これらを利用した光デバイスや光学設計理論の理解を目標とする。これらの原理を理解するために、レンズや複屈折性を有する媒体中(非等方性媒質中)での光波伝搬、偏光変調特性、反射・屈折・干渉・回折などの幾何光学と波動光学をベースとした光学理論について、数式に基づいた定量的理解を基本とし、各現象の定性的理解も目標とする。		
	到達目標	達成度	到達目標別の評価方法と基準
1	【A4-AE2】幾何光学に基づいた光の反射屈折や平面波の伝搬とエネルギーなど、光波の基本的な波動的性質を理解し、説明できる。		レンズの形状や屈折率に依存する光波の伝搬の取扱や平面波の伝搬とエネルギーなど、光波の基本的な波動的性質の理解度を中間試験とレポートにより評価する。
2	【A4-AE2】等方媒質や非等方媒質中での光の伝搬の仕方を理解し、偏光子や光ファイバなどにおける光の伝搬に応用できる。		光波の時間・空間的变化に関するフェルマーの原理や、直線偏光・円偏光などの光の性質を理解し、種々の媒質中での光波の伝搬の定量的な取扱に関する理解度を中間試験とレポートにより評価する。
3	【A4-AE2】光波の干渉現象に基づくコヒーレンスの解釈について理解し、レーザ干渉計や計測に関係づけて説明できる。		光の干渉とコヒーレンス長の推定、光の回折現象と単スリット、矩形開口、円形開口など簡単な形の開口によるフ라우ンホーファ回折の計算などの理解度を定期試験とレポートにより評価する。
4	【A4-AE2】光の粒子性や波動性などに関する量子現象について、ダブルスリットの実験などに基づき説明できる。		光の量子現象に関連する物理現象について、ダブルスリットを用いた実験とコヒーレンス理論を関係づけた観点からの理解度を定期試験とレポートにより評価する。
5			
6			
7			
8			
9			
10			
総合評価	成績は、試験85% レポート15% として評価する。試験成績は、中間試験と定期試験の相加重平均をとる。60点以上を合格とし、小数点以下は切り捨てる。		
テキスト	必要に応じて資料を配布		
参考書	「ヘクト光学」:Eugene Hecht著(丸善出版) 「Principles of Optics」:Max Born, Emil Wolf 共著(CAMBRIDGE UNIVERSITY PRESS) 「光学」:谷田貝 豊彦 著(朝倉出版) 「物理光学―媒質中の光波の伝搬―」:黒田 和男 著(朝倉書店) 「応用光学I」:鶴田 匡夫 著(培風館)		
関連科目	光エレクトロニクス(電子工学科5年),電気材料(電気工学科5年),光応用計測(専攻科1年)		
履修上の注意事項	本授業は、光波と材料の相互作用に関する定量的な内容(数式扱い)が大半の内容を占める。したがって、光波の応用やその定量的理論に強く興味がある、または光学や材料、その周辺応用分野の知識が必要である場合に限り、履修することを推奨する。また、光応用計測(専攻科1年)を履修する場合は、履修しておくことが望ましい。		

授業計画(光波電子工学)

	テーマ	内容(目標・準備など)
1	光学の分類と位置づけ,媒質の屈折率と位相変化,反射と屈折現象	幾何光学・波動光学・量子光学・応用光学といった各分野の概要と光学の応用例などについて説明する.光と材料の相互作用の基本となる屈折率の定義と材料中の誘電分極に基づく光波の位相変化,反射と屈折現象について説明する.
2	幾何光学I:フェルマーの原理に基づく媒質中の光伝搬	光の伝搬と幾何光学の基本原則であるフェルマーの原理について説明し,本原理に基づいて,反射の法則と屈折の法則(スネルの法則)が導出できることを説明する.
3	幾何光学II:レンズの公式,結像特性	レンズの概要や種類について説明する.球面レンズにおけるレンズの公式を用いて結像特性やカメラや顕微鏡などでのレンズ設計にどのように用いられるか説明する.
4	幾何光学III:ザイデル5収差と色収差,収差補正,カメラ応用	レンズにより生じるザイデル5収差と,屈折率の波長分散特性(セルマイヤー分散方程式)に基づく色収差について説明する.絞りと収差,被写界深度との関係,色収差補正のための異常分散材料,デジタルカメラの光学系設計や撮像原理についても触れる.
5	幾何光学IV:光線追跡法(マトリクス光学)	レンズや空間を 2×2 の行列で表現し,これらの行列積によって光伝播を計算でき,最終的な像生成や結像特性が評価できることを説明する.
6	波動光学I:光波の複素振幅表示	マクスウェルの方程式から導かれる波動方程式の解を複素振幅表示で表現することにより,光波と媒質の相互作用の取り扱い(位相計算)が簡便になることを説明する.
7	波動光学II:複素振幅表示での偏光および偏光状態のベクトル取り扱い	完全偏光,部分偏光,非偏光それぞれの定義を説明する.また,完全Jonesベクトルを導入することで,完全偏光の偏光状態をベクトル表現できることを示す.さらに,実際の計算において簡単化のために導入される規格化Jonesベクトルについて説明し,代表偏光の表現方法についても説明する.
8	中間試験	中間試験までの授業内容に関する試験を実施する.
9	試験返却・波動光学III:光学媒体のJones行列表記と光波伝搬計算,回転検光法による偏光計測	光学媒体において生じる振幅と位相の変化を 2×2 のJones行列で表現できることを示し,これらのJones行列とJonesベクトルの積によって,媒体中の光波伝搬が計算できることを示す.また,回転行列の導入方法や,光波の偏光状態がどのように計測されるかも説明する.
10	波動光学IV:1軸・2軸光学異方性媒体における常光/異常光屈折率,光学異方性媒体中の光波伝搬	方解石や液晶材料に代表される光学的な非等方性材料(光学異方性媒体)とその屈折率定義,実効(有効)屈折率について説明する.光学異方性媒体中の伝搬による偏光変調を解説し,液晶ディスプレイの構造をJones計算で記述した上で,表示原理についても説明する.
11	波動光学V:光波の干渉と偏光干渉の基礎,時間的/空間的コヒーレンスと可干渉性	2光波干渉により新たな波動(干渉縞)が形成される光波干渉について,光波の複素振幅に2次元波数ベクトルを導入することで計算できることを示す.時間的/空間的コヒーレンスについて説明し,可干渉性に基づく干渉光学系の設計指針と低コヒーレンス干渉を用いた計測応用について説明する.
12	波動光学VI:光波の回折,振幅型/位相型回折格子	単スリット開口による光波の回折現象について,Fraunhofer回折理論をベースとして説明する.また,開口関数のフーリエ変換がFraunhofer回折像の振幅分布を与えることを証明し,それらの応用上での意義を解説する.応用として振幅型/位相型回折格子について説明する.
13	量子光学:光の粒子性と波動性,光の量子現象	光電子効果や物質波の性質に基づき,光の粒子的性質と波動的性質の二重性について説明する.ダブルスリットを用いた実験とコヒーレンス理論を関係づけた観点から,光の量子現象に関連する物理現象について説明する.
14	応用光学I:身の回りの光の応用	光通信,表示素子,光計測,医用光学,分光・分析技術,といった光を用いた身の回りの技術について,これまで学習した光学理論に基づいて,原理や応用先を詳細に説明する.
15	応用光学II:先端光応用技術	ホログラフィ,非線形光学,光変調,メタマテリアル,光量子計算といった,近年研究されている光応用技術の内容を原理とともに紹介する.
16		
17		
18		
19		
20		
21		
22		
23		
24		
25		
26		
27		
28		
29		
30		
備考	前期中間試験および前期定期試験を実施する. 本科目の修得には,30時間の授業の受講と60時間の事前・事後自己学習が必要である.事前学習では,次回の授業範囲について教科書等を読み各自で理解できないところを整理しておくこと.事後学習では,授業中に説明された問題等の復習を行うと共に,授業最後に課題が出された場合は指定期日までにレポートを提出すること.	