

## 医療のための光工学

### 授業概要

近年、光エレクトロニクス、コンピュータ、ナノテクノロジーなどの著しい進歩が、光を使った医療診断や治療技術に変革をもたらし、がんの非侵襲的診断など、様々な新しい応用が注目されている。光工学の生命科学の様々な分野への応用に使われている方法や技術について、その原理の基礎と長所、欠点を学び、続いて医療分野への応用について、現場での実際の機器見学も含めて学習し、その理解を深める。

### 担当教員

廣田 秋彦 (主担当)	医学系研究科医科学専攻	神経・筋肉生理学講座	教授
吉田 正人	医学系研究科医科学専攻	生命科学講座	特任教授
大平 明弘	医学系研究科医科学専攻	眼科学講座	教授
長井 篤	医学系研究科医科学専攻	臨床検査医学講座	教授
中村 守彦	医学系研究科医科学専攻	産学連携センター地域医学共同部門	教授
藤井 政俊	医学系研究科医科学専攻	生命科学講座	准教授
佐藤 秀一	医学系研究科医科学専攻	医学部附属病院光学医療診療部	准教授
藤田 恭久	総合理工学研究科機械・電気電子工学領域		教授
増田 浩次	総合理工学研究科機械・電気電子工学領域		教授
松崎 貴	生物資源科学研究科生物生命科学専攻		教授
山本 達之	生物資源科学研究科生物生命科学専攻		教授

### 一般目標

1. 生命科学で用いられている光関連技術の基本原則について、その長所欠点も含めて概説出来る。
2. 光関連技術のがんの非侵襲的診断を筆頭に、医療分野での応用の実際について、例をいくつか挙げて、光のどのような性質を用いて何に應用しているのかを概説出来る。

### 行動目標

1. 各教育内容の項目ごとに記された言葉の意味を正しく理解し、基本原則を平易に説明出来る。
2. それぞれの技術の医療分野での応用、特にがんの診断や治療において、その長所や問題点、従来技術との比較等を概説出来る。

### 教育内容

#### 光工学の基礎と応用 (藤田, 増田)

近年、ナノテクノロジーなどにより光を使った医療診断や治療技術が進歩し、非侵襲的がんの診断など様々な新しい応用が注目されている。本講義では光の屈折、反射、吸収、散

乱などの基礎原理とナノ医療や生物科学に応用できる材料と光の相互作用の基礎を学ぶ。生物科学に応用できる材料と光の相互作用の基礎を学ぶ。また、光を用いた生体計測技術として、光コヒーレンストモグラフィ（OCT）などの拡散法、干渉法及び分光法の代表的な技術を概観する。さらに、半導体ナノ粒子や光ファイバー等を医療へ応用する事例を紹介する。

#### 光学的測定法の基本原理とアーティファクト（廣田）

光学的濃度測定から、細胞内カルシウムなどのイオン濃度の測定、膜電位の光学的測定に至る光学的測定法の基本原理を概説する。特に、こうした光学的測定法を生物材料へ適用する際にしばしば初心者が惑わされるアーティファクトの性質とその鑑別法を、抗がん剤の自己蛍光や消光に関連したものを例示するなどして解説し、さらに、逆に生体活動由来の光学的なアーティファクトを生体機能の測定に利用する方法についても紹介する。

#### 半導体光触媒の基礎と応用（吉田）

抗菌・殺菌、環境浄化などに関連して光触媒技術が盛んに使われるようになってきている。さらに、最近では光触媒を使った、がんなどの疾患治療への展開も検討されている。酸化チタンを中心とした半導体光触媒の基本原理と医療関連分野への応用を最近の成果を踏まえ紹介する。

#### 共鳴ラマン分光法による黄斑色素測定（大平）

物質に光が当たった時、エネルギーのやり取りを伴うと振動数の低下や増加が起こる。このように散乱光に入射光と異なる波長の光が含まれる現象をラマン散乱という。この振動数の変化は物質固有である。これを臨床に応用し、ヒトの黄斑色素を測定できる機器が開発された。この装置の測定原理と網膜疾患での黄斑色素の意義を解説し、併せて、共鳴ラマン分光法の眼科診断への応用について紹介する。

バイオ研究領域ではナノ粒子を活用した新しい蛍光剤や造影剤が注目されている。CdSeなどの量子ドット、さらに生体毒性が極めて低い酸化亜鉛または酸化鉄のナノ粒子を利用したバイオイメージング技術の基礎から応用までを解説し、がんおよびアルツハイマー病の早期診断法など医理工農連携によるナノメディシン研究の現況を紹介する。

#### 可視光を用いた分子吸着測定の応用（藤井）

医療に用いられる材料表面には生体適合性が求められる。たんぱく質の特異吸着制御もそのひとつである。その際、できるだけ使用環境に近い状態（液体中）での単分子層程度の微量測定が必要である。両親媒性分子や生体たんぱく質の吸着を例にとり、可視光を利用した測定原理から解析法、さらには液体中測定で実際に得られたデータを基に吸着過程の解釈について解説する。

#### 消化器内視鏡診療における光工学の役割—特殊光内視鏡による癌診断（佐藤）

1950年に胃カメラが誕生して以来、fiberscopeからvideoscopeへと消化器内視鏡は長足の進歩を遂げてきた。近年、観察光の波長を変更することにより新たな診断情報の提供が可能になり、それらは光デジタル画像特殊処理法である narrow band imaging 及び autofluorescence imaging さらに flexible spectral imaging color enhancement 内視鏡とし

て臨床応用に至った。それらによる上・下部消化管癌診断の実際を、その原理を踏まえながら解説する。

#### 近赤外線の実地医療への応用（長井）

近赤外線は、非侵襲性、深達性を利用して、血液酸素飽和度や脳血流、脳活動の検査測定に応用されている。これらの測定の基本原理と応用を説明し、実際に近赤外光イメージング装置を使用して脳活動測定を行う。アルツハイマー病の早期診断を目的として開発中の脳アミロイドイメージングの可能性について解説し、併せて、近赤外線を用いた精神疾患やてんかん焦点の診断について紹介する。

#### 皮膚に対する光作用とその人為的調節（松崎）

生体は常に太陽光を浴びて生活しているが、そのうち特定の波長の光は **chromophore** に吸収されて様々な生体反応を引き起こす。光作用の主要なターゲットである皮膚を中心に、主な光作用を概説するとともに、医療分野で用いられているレーザー、**intense pulsed light (IPL)**、および低エネルギー光照射の効果や作用機序について紹介する。また、光周期によって調節されている概日リズムと生体反応の関係について解説し、ポルフィリンを利用した PDT 治療、および皮膚の構造や機能の光を用いた解析技術等についても解説する。

#### 分光光学の医療応用（山本）

いうまでもないが、私たちの身体は様々な分子から形作られている。分光光学は、分子構造を知るための基礎的ツールであり、近年は様々な場面で臨床応用が行われつつある。そこで、臨床の現場への応用が可能な分光光学的手法を、特に近年注目を集めているラマン散乱分光法の原理や応用例などを中心に紹介する。臨床応用の現場では、種々の分光光学的手法に基づいたスペクトル情報を用いるために、プローブと組み合わせた機器の開発・応用が進んでいる。受講生には、実際に行なわれている医療応用の例を積極的に紹介しつつ、分光光学の実際に触れていただきたい。

## 2. 実習・機器見学会

#### 分光計測の実習（藤田）

半導体ナノ粒子に紫外線を照射したときの蛍光スペクトルなどを分光光度計により測定し、分光計測の基礎を体験する。

#### 医療機器見学会（佐藤）

医学部附属病院で、光学関係の医療機器はもとより、主としてがんの診断に用いる **ME (Medical Electronics)** 関連の医療機器の実際を見学する。

#### 成績評価の方法

講義および実習・機器見学会の出席が共に規定の出席率を満たした学生に対し、その理解度を確かめるレポート（課題は後日別に示す）を課す。その評価は、行動目標の達成度を主眼に行う。