

授 業 科 目 の 概 要			
(医理工学院医理工学専攻(修士課程))			
科目区分	授業科目の名称	講義等の内容	備考
共通科目	医理工学連携総論	<p>新しい融合領域である医理工学研究を実施するため、今、医療上問題の病態は何か、そしてどのような基本原理を身に付けるべきであるか、理工学が変えた医学の歴史、産学連携による医療機器開発の成功例の事例の理解、そして新たな医理工学連携による研究開発の戦略等を理解する。実際の医理工学の目標を示しながら、基本原理に関する講義と学生との討論を通して明確にしていく。下記の項目について、講義を行い、実際の医理工学の目標を示しながら、学生との意見交換と討論を通して明確にしていく。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 理工学が変えた医療の歴史 2. 理工学の精度と医学の精度、理工学的証明と医学的証明 3. 医理工学の地図：人体の解剖・生理・病態の基本分類 3回 4. 量子理工学から発展した放射線物理学を医療に繋げるための基本原理 2回 5. 生体の分子挙動に関する理工学を医療に繋げるための基本原理 2回 6. 医理工学研究者・医学物理士等に必要な医療倫理 7. 医療技術・医療機器開発に必要な橋渡し研究の基礎知識 2回 8. 医理工学研究に必要な医療経済の基礎知識と応用方法 9. 医理工学研究に必要な医療行政と病院の基礎知識と応用方法 10. 医理工学研究・医学物理士等に関連する法規および勧告 <p>① 基本学生は講義内容に関しては、一定程度の理解に達していることを講義毎にチェックする。不足部分が生じた際は適宜内容を補充して網羅性も配慮する。本方式で十分でない部分については、個別指導を充実させたい。</p> <p>② 適宜グループディスカッション形式で具体的なケースについての議論を行う。</p>	
	医療機器開発特論	<p>医療機器開発の実例を通じて、どのようにして新しい医療機器開発に活かされるかを産学官いずれの立場からも学習し、新たな医療機器の開発研究に従事、推進できる基本的な実践知識を習得する。基本カリキュラムに沿って実施するが、臨機応変に変更可能とし、インターンシップや企業見学等も相応の時間数として組み入れることもある。</p> <p>(オムニバス方式/全8回) (15 梅垣 菊男/2回)</p> <p>医療機器開発の概要(ガイダンス) 講義の目的、内容等を受講者に説明し、グループディスカッションの事前準備をする。</p> <p>粒子線治療機器の開発 最先端の放射線がん治療を担う粒子線治療機器について、その構成機器からシステム、臨床応用について解説し、産官学連携を含めた大型医療機器の開発の重要性を学ぶ。 (2 加藤 千恵次/1回)</p> <p>SPECTやPETなどの機能的断層画像を撮像する医療機器装置の原理や断層画像再構成アルゴリズム、断層画像を利用した放射線診断・治療の現状を学び、新しい医療機器開発に活かす。 (3 久下 裕司/1回)</p> <p>標識薬剤の開発(分子イメージング) ポジトロンCT(PET)等分子イメージング技術に必要な標識薬剤、標識薬剤自動合成装置の開発事例を学習することによって、標識薬剤自動合成装置等の医療機器の開発研究に従事、推進できる基本的な実践知識を習得する。 (4 石川 正純/1回)</p> <p>放射線治療機器の開発 北海道大学で開発された動体追跡装置、光ファイバ線量計、患者位置照合用ソフトウェアなどを例にとり、医療現場で実際に使用されている医療機器開発の流れや考慮すべき視点などについて講義を行う。 (40 平田 雄一/1回)</p> <p>国際標準化 IEC(International Electrotechnical Commission(国際電気標準会議))等における、医療機器・システムの安全性を担保するための規格の国際標準化の現状について、放射線治療システム、医療ソフトウェア、医療ロボットの事例を中心に実務経験にもとづいて解説する。 (15 梅垣 菊男, 2 加藤 千恵次, 3 久下 裕司, 4 石川 正純, 40 平田 雄一/2回)</p> <p>グループ発表 講義で学んだ医療機器の開発事例をもとに、今後の研究開発で必要なことをグループでディスカッションし、発表する。</p>	オムニバス方式・共同

<p>医療機器臨床研究特論</p>	<p>医療機器は診断あるいは治療という明確な目的を持って研究開発が行われ最終的に患者に対して行われる製品として提供される。技術ありきでは「医療機器」として存在することは難しい。患者に対して用いられるものであり、一般の製品以上に安全性、倫理観が求められる。さらに開発段階において臨床研究の段階を経る必要がある。これら医療機器を扱って研究を行う際に特に必要とされる理念、手続き、専門的知識を習得する。 (オムニバス方式／全8回) (6 清水 伸一／4回)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 医療機器研究開発総論 2. 医療機器開発および研究の遂行に必要な倫理観、考え方「臨床研究に関する倫理指針」について理解する。 3. 医療機器を用いた臨床研究の目的および科学性や倫理性また使用の妥当性など技術の選択方法について、特に放射線治療機器に関して理解する。 4. 実例およびケーススタディ(最終回に実施) (33 橋本 孝之／2回) 5. 医療機器の開発戦略、臨床試験の立案、実施時のマネジメント、安全性・有効性の評価についての業務と考え方を理解する。 6. 臨床治療の現場に医療機器を導入する際のリスクなどの問題点を抽出し、その解決法を見いだすための臨床研究を自主臨床研究審査委員会(IRB)による、医療機器を用いた臨床研究の科学性や倫理性また使用の妥当性などについて審査の手続きを通じて実施する方法について学ぶ。 (41 安田 耕一／2回) 7. 医療機器を用いた臨床研究の目的および科学性や倫理性また使用の妥当性など技術の選択方法について、特に放射線診断機器に関して理解する。 8. 臨床研究に際し患者が不利益を被ることなく安心して診断、治療を受けられ、かつ医療者のニーズを満たす臨床研究の実施に関わる検討法についての基礎的知識を身につける。 	<p>オムニバス方式</p>
<p>総合医理工学研究 I</p>	<p>医理工学に関する口演発表資料、ポスター発表資料の作成技能を身に付け、プレゼンテーション技法を修得する。</p> <ol style="list-style-type: none"> (1 白土 博樹) 放射線治療の治療成績向上のために、理工学的解析により生体の自動性を理解し、既存治療法の限界を理解し、これを改善するための課題について、研究指導を行う。 (2 加藤 千恵次) 核医学検査(PET, SPECT)、およびCT, MRIなどの臨床画像データにコンピュータ処理を施し、画像データが持つ医用情報を的確に導き出すアルゴリズムの研究を行う。 (3 久下 裕司) 分子画像診断に用いる新しい分子プローブの研究開発、すなわち、機能分子の探索、プローブのデザインから、プローブ合成技術及び合成装置の機器開発、さらには臨床へのトランスレーション研究に必要な知識・技術を習得する。また、分子プローブを用いたイメージング・病態分析法を習得する。 (4 石川 正純) 放射線計測分野に関する知識を習得し、科学的考察に基づく研究開発の基礎について研究指導を行う。 (5 東野 史裕) 細胞がん化機構に関わる、分子生物学、細胞生物学および病理学的知識を修得する。さらに、発がん機構解明に関する研究計画を立案し、その遂行に必要な基礎知識や各種技術を習得できるように指導する。 (6 清水 伸一) 癌治療に関わる放射線物理・生物学を含めた放射線治療の基本を理解する。がん放射線治療、粒子線治療に関する研究計画を立案するとともに、研究の遂行に必要な基礎知識と各種研究手法の基本的テクニックを習得する。 (7 松浦 妙子) 北大病院陽子線治療センターの照射装置を使って、総合医理工学研究IIに必要な実験および実習を指導する。 (8 タ キンギン) 英文の学術論文の講読を通して、CT・MRI画像法を用いた非侵襲的診断、予後・治療効果予測に関する研究方法を学び、英文論文の読力を高める指導を行う。 (9 鈴木 隆介) 強度放射線治療、動体追跡放射線治療および定位放射線治療等の高度放射線治療に関する課題について医学物理学の側面から実験および実習を行う。 (10 Jin-Min Nam) 放射線生物学に関連した英文論文を通して分子生物学・細胞生物学的手法を用いた基礎知識全般を習得する。 (11 宮本 直樹) 放射線物理学を基礎として、医学への応用に必要な学問体系として量子医理工学を指導するとともに、修士論文作成に必要な放射線治療・粒子線治療および関連する医療機器に関する技術的・臨床的な専門知識を研究指導する。 (12 高尾 聖心) 動体追跡技術、CBCT技術を始めとする高度画像誘導技術により得られた情報に基づく適用放射線治療に関する研究を通じて、陽子線治療の高度化・高精度化に関する知識を習得させる。 	

	総合医理工学研究Ⅱ	<p>医理工学研究の背景、目的、方向、結果、考察の書き方やデータの統計的解析方法および図表の書き方について修得する。</p> <p>(1 白土 博樹) 放射線治療の治療成績向上のために、理工学的解析により生体の自動性を理解し、既存治療法の限界を理解し、これを改善するための課題について、英語による論文、国際学会での発表を可能とする指導を行う。</p> <p>(2 加藤 千恵次) 核医学検査 (PET, SPECT)、およびCT, MRIなどの臨床画像データに処理を施すプログラム作成過程を実習する。</p> <p>(3 久下 裕司) 総合医理工学研究Ⅰで習得した手法を用いて、分子画像診断に用いる新しい分子プローブの研究開発、すなわち、機能分子の探索、プローブのデザイン、プローブ合成技術、合成装置の開発、臨床へのトランスレーション等に関する研究を行う。具体的には、1) 機能分子の探索、分子プローブの合成・製造について、計画～実行～評価～改善ができること、2) 分子プローブを用いたイメージング技術を用いて、腫瘍・炎症・循環器疾患・脳神経機能等の病態分析ができることを目標とする。</p> <p>(4 石川 正純) 放射線計測分野に関する研究開発を行うとともに、科学的考察に基づくエビデンスの構築などについて研究指導を行う。</p> <p>(5 東野 史裕) 細胞がん化機構に関する研究テーマを定め、分子生物学、細胞生物学、病理学的技術を習得し、培養細胞、組織、ウイルスなどを利用して各テーマにアプローチし、得られた結果を元にして修士論文として成果をまとめられるように研究指導する。</p> <p>(6 清水 伸一) がん放射線治療、粒子線治療に関する研究の進め方、立案を元にした具体的な推進を図るための指導を行う。関連する最新の学術論文の講読を行う。研究内容の学会発表、修士論文として研究成果を取りまとめることを通し研究活動の方法論を習得する。</p> <p>(7 松浦 妙子) 放射線物理学の医療への活用を目指して、副作用を最小化したつつ治療効果を向上させるための照射技術開発、患者の動きや腫瘍の形状変化を詳細に取り入れた画像誘導技術開発、高精度治療実現のための線量計算・最適化手法開発、細胞レベルの反応まで考慮した治療効果の検証等の研究についての指導を行う。</p> <p>(8 タ キンキン) 実習にて、CT・MRI画像を用いた非侵襲的診断、予後・治療効果予測に関する研究方法をならう。</p> <p>(9 鈴木 隆介) 強度放射線治療、動体追跡放射線治療および定位放射線治療等の高度放射線治療に関する課題について医学物理学の側面から研究および論文指導を行う。</p> <p>(10 Jin-Min Nam) 放射線による細胞への影響に関連したテーマで分子生物学・細胞生物学的な実験手法を用いてデータを収集し、解析する能力を習得する。</p> <p>(11 宮本 直樹) 課題設定、課題解決の方法の検討から、研究計画の立案、進捗管理、プレゼンテーションを含め、研究の進め方に関する基本的な部分について実践的な能力が身につくよう、修士論文作成を見据えて研究指導する。</p> <p>(12 高尾 聖心) 動体追跡技術、CBCT技術を始めとする高度画像誘導技術により得られた情報に基づく適用放射線治療に関する研究を通じて、陽子線治療の高度化・高精度化に関する基礎研究の指導を行う。</p>	
必修科目	量子医理工学科目群	<p>理学・工学から農学・医学に至る広範囲な分野で利用されている放射線の基礎特性と、粒子の種類やエネルギーに依存して起こる物質との多様な相互作用について学ぶ。放射線の本質と特性に関する知識並びに放射線と物質の相互作用の原理を基礎として、理工学をはじめとする各種分野で利用されている最先端の応用技術の手法について理解できることを到達目標とする。</p> <p>(オムニバス方式/全15回) (28 加美山 隆/8回) 「放射線の計数と統計」、「荷電粒子と物質の相互作用」、「中性子と物質の相互作用」、「放射線利用例」 放射線の測定に伴う統計学や放射性物質の定量的変化、荷電粒子の物質中における相互作用過程、中性子の物質中における相互作用過程などについて学ぶ。 (23 小崎 完/7回) 「イントロダクション」、「原子と原子核、放射線の分類」、「放射性崩壊、放射平衡」、「放射線を記述する単位」、「X線・γ線との相互作用」 放射線物理学を学ぶための基礎知識、放射線の種類・発生方法、光子の物質中における相互作用過程などについて学ぶ。</p>	オムニバス方式

	<p>粒子線医学物理学</p>	<p>粒子線治療を医学物理的観点から概説する。粒子線の物理的相互作用から始め、治療に用いられる装置（粒子線加速器、照射野形成装置、画像誘導装置）や検出器の原理、体内に目標の線量分布を達成するための陽子線照射技術、線量計算と最適化技術、治療効果を説明するための生物物理モデル、治療に伴う不確定要素を低減するための技術・対処方法を講義する。</p> <p>(オムニバス方式/全15回) (7 松浦 妙子/10回)</p> <p>1. 粒子線基礎物理 荷電粒子と物質の相互作用、基本的な物理量である阻止能および散乱能、ビーム輸送計算に必要なとなるFermi-Eyges理論について概説する。</p> <p>3. 照射野形成装置 現存する粒子線照射野形成法（散乱法、ワブラー法、スキヤニング法）および照射野形成装置について、概説する。また、粒子線線量分布を表すための特徴量（SOBP、Distal fall-offサイズ、線量一様性、ペナンブラ等）について概説する。</p> <p>4. 線量計算・最適化法 粒子線線量計算および最適化に必要なとなる概念（CT値-WERテーブル、線量計算アルゴリズム、処方と評価、最適化アルゴリズム（SFUD, IMPT, robustness optimization）について概説する。</p> <p>5. 生物効果 放射線照射に対する生物効果を定量的に表すための生物モデルについて概説する。</p> <p>(12 高尾 聖心/5回)</p> <p>2. 粒子線加速器 粒子線治療に用いられている加速器について概説する。</p> <p>6. 高精度画像誘導治療 治療に付随する不確定性と、その不確定性低減のために開発された、画像誘導技術について概説する。</p> <p>7. 粒子線計測 粒子線のフルエンス、線量、位置などの測定に用いられる検出器とその特徴について概説する。</p> <p>8. 粒子線QA/QC 粒子線治療のQA/QCについて、実践形式で学ぶ。</p>	<p>オムニバス方式</p>
	<p>治療医学物理工学</p>	<p>本講義では、放射線治療に関する工学的な基本的な知識を習得し、臨床において注意すべき医学物理工学的な視点を養う。 講義では、放射線治療や外部放射線治療装置、高エネルギーX線装置の歴史についてから、RIを用いた放射線治療、静電型加速器、放射線線量計、放射線治療装置（リニアック）の品質管理、さらに放射線治療計画や定位放射線照射、粒子線治療、中性子線治療などをテーマとして取り上げ、放射線治療に関する工学的背景を説明できるとともに、臨床における医学物理学の役割を理解することを目標とする。</p>	
<p>分子 医 理 工 学 科 目 群</p>	<p>医理工連携画像診断医学</p>	<p>コンピュータトモグラフィ（CT）や磁気共鳴画像法（MRI）は、非侵襲的診断、治療計画、治療効果判定などに幅広く使用されている。本授業では、これら画像法の原理や役割、これら画像法を用いた画像診断の基本について講義する。異常所見を指摘できるほか、その所見を解釈できる能力を目指す。主に腫瘍性疾患や発生頻度の高い他疾患の画像所見に関する知識を高める。また、画像診断の補助となる最新画像法や画像解析方法、画像診断の最前線を紹介する。</p> <p>(オムニバス方式/全15回) (8 タ キンキン/7回)</p> <p>画像診断の補助となる最新画像法や画像解析方法、画像診断の最前線を紹介する。また、画像診断の重要性に関する理解を深めるため、症例検討を行う。国際性を有する人材を育成するため、一部の講義は英語で行う。</p> <p>(29 工藤 興亮/3回) 放射線診断学総論、MRIの原理、神経放射線診断について講義する。 (37 阿保 大介/1回) X線・CTの原理と医療被曝について講義する。 (36 作原 祐介/1回) 超音波検査、血管造影の基本について講義する。 (34 真鍋 徳子/1回) 心臓・大血管の画像診断の基本について講義する。 (43 小野寺 祐也/1回) 呼吸器の画像診断の基本について講義する。 (38 加藤 扶美/1回) がんの放射線診断の基本について講義する。</p>	<p>オムニバス方式</p>

	医理工連携機能画像診断学	<p>近年、機器の発達に伴いMRIやCTなどの非侵襲的画像法は、形態的評価のみならず機能画像にも使用できるようになった。特に循環器領域は、冠動脈の形態といった解剖学的情報に加えて、その末梢の領域の虚血という機能的重症度を評価することが重要であり、MRIあるいはCT単独で包括的な形態および機能評価を行うことができれば、より低侵襲で高精度な患者毎のオーダーメイド画像診断が可能となり、治療方針決定や治療効果判定にも寄与することが期待できる。本分野では、最新MRIやCT技術を用いた最先端の機能画像診断法の開発および臨床応用について、北海道大学での基礎および臨床研究をもとに学び、循環器疾患を中心に病態および疾患毎の機能画像診断法について理解を深めることも目標とする。</p> <p>(オムニバス方式/15回) (14 玉木 長良/8回) 核医学的機能画像を用いて、心臓、血管等の機能を評価する診断学について、実際の臨床症例を基に議論し、臨床病態と機能画像との関連について理解を深める。低酸素領域の画像化、その撮像の低侵襲化に必要な化学的方法論等、医理工学的議論を行い、トランスレーショナルリサーチの方法論を学ぶ。 (34 真鍋 徳子/7回) 核磁気共鳴機能画像、造影CT画像等を用いて、心臓、血管等の機能を評価する診断学について、実際の臨床症例を基に議論し、臨床病態と機能画像との関連について理解を深める。低酸素領域の定量的画像化、その撮像の低侵襲化に必要な電磁気的方法論等、医理工学的議論を行い、核医学画像との比較の方法論を学ぶ。</p>	オムニバス方式
	放射線診断・核医学基礎物理学	<p>放射線診断の基礎、特にCTおよびPET、SPECT核医学画像による臨床的診断法について講義する。さらに、これらの断層画像を撮像する放射線撮像装置の基礎原理についても理解を深める。</p> <p>具体的には、CTおよびPET、SPECT臨床画像を示し、診断方法の説明、出席者で討論を行う。また撮像装置の物理的原理についても説明および討論を行う。</p> <p>到達目標は、放射線診断に係わる撮像装置について臨床的かつ物理的な視点の両方から、放射線診断法の重要性について理解することである。</p>	
選択科目	医理工基礎物理学	<p>放射線治療及び粒子線治療などの医療分野において、問題の解決あるいは新たな技術の開発に資するためには、自然科学、特に物理学の基礎的理解が重要である。そこで、力学、電磁気学、熱力学・統計力学、量子力学といった物理学の幅広い分野での基本的知識やその考え方を習得する。</p> <p>物理学の基本的知識や考え方を習得し、また、それらが医療分野でどのように利用されているのかを理解することを到達目標とする。</p>	
	医理工画像解剖学	<p>コンピュータトモグラフィ(CT)や磁気共鳴画像法(MRI)は、非侵襲的診断、治療計画、治療効果判定などに幅広く使用されている。本授業の目的は、CTやMRI法を用いて、人の正常画像解剖を理解することである。授業内容には、中枢神経系、頭頸部、胸部、腹部、骨盤、骨軟部の正常画像解剖を含む。通常の解剖(Anatomy)と画像解剖(Radiologic Anatomy)の違いを意識する。正常変異や年齢に伴った画像変化も紹介する。国際化を目指して、医学用語に英語を用いる。また、CT、MRI画像の理解を深めるため、CTやMRI画像の基礎となる原理についても学ぶ。</p> <p>(オムニバス方式/全8回) (8 タ キンキン/5回) 人の中枢神経系、頭頸部、胸部、腹部、骨盤、骨軟部の正常画像 (CT・MRI) 解剖について講義及び演習を行う。 (29 工藤 興亮/2回) 画像解剖の基礎と放射線診断学総論、MRIの原理について講義及び演習を行う。 (37 阿保 大介/1回) X線・CTの原理と医療被曝について講義及び演習を行う。</p>	オムニバス方式 講義 6時間 演習 10時間
	医理工学研究概論	<p>医理工学研究を実施するためには、学内のさまざまな研究施設の利用が不可欠である。また、医理工学研究の実施には様々な法律の決まりがあり、それらの遵守が必要である。本授業科目では、研究が効率的かつ安全に実施されるために、それらの研究施設の概要と関連する法律等を理解することを目標とする。</p> <p>(オムニバス方式/全8回) (21 渡邊 雅彦/2回) 情報管理に係る注意点、及び共同研究施設の概要について理解を深める。 (16 有川 二郎/1回) 動物実験施設の概要と適正な動物実験について理解を深める。 (17 岩永 敏彦/1回) 図書館・電子ジャーナルの利用法について理解を深める。 (3 久下 裕司/4回) RI、各種実験の安全な取り扱いについて理解を深める。</p>	オムニバス方式

<p>医理工実験・研究計画法</p>	<p>医理工学に必要な、研究計画を具体的に立案し、生物統計、疫学の基本を理解し、研究に応用でき、さらに英文文献を批判的に吟味できるようになることを目標とし、実験・研究計画法の基礎を理解する。</p> <p>(オムニバス方式/全8回) (25 田中 伸哉/2回) オリエンテーション、医学研究の考え方、データに基づく仮説の立案と検証について具体例を用いて学ぶ。 (42 岸 玲子/1回) 疫学研究デザインとして、仮説の設定、対象の選択、調査項目と指標の選択、結果の位置付けと疫学的評価について学ぶ。 (18 吉岡 充弘/1回) 研究のまとめ方、論文の書き方に関し、科学者の3つの義務、データの恣意的選別の問題、出版後のエラーの対応、著者の責任について学ぶ。 (39 橋本 あきら/1回) GCPと治験について、定義、我が国の治験の特徴、法的根拠、倫理規定、モニタリングと監査について学ぶ。 (19 大滝 純司/1回) 質的研究入門として、量的研究との比較、代表的な研究手法、混合研究の問題点など総合的に学ぶ。 (20 佐藤 典宏/1回) 医師主導の臨床試験の進め方について、治験の定義、法的問題、対照の設定方法、評価法について統合的に学ぶ。 (32 伊藤 陽一/1回) 統計的手法を用いた、基礎研究の評価法、臨床研究の評価法、結果の解釈、問題点の検出と修正方法について統合的に学ぶ。</p>	<p>オムニバス方式</p>
<p>医理工統計学</p>	<p>教科書“Applied Medical Statistics Using SAS”を用いての講義（輪読の手法も含む）と、それを踏まえた議論や質疑応答などを行うことによって、医系データを用いた統計学でよく用いられる解析手法について概観し、基本的知識及び考え方を習得する。 到達目標は、医系研究における生物統計学でよく用いられる解析手法について理解を深め説明できるようになること、及び統計解析ソフトウェアSASが使えるようになることである。</p>	
<p>医理工連携放射線防護学</p>	<p>放射線に対する生物の応答機構、放射線の人体への影響を理解し、放射線防護の基盤となる考え方、及び被ばくとその防護方法の実際について学ぶ。すなわち、1)放射線防護の基本原則、放射線防護に関する国際的な考え方や基準、及び国内法令について説明できること、2)被ばく線量とその評価法について説明できること、3)放射線防護の方法、放射性同位元素の安全取扱方法を説明できることを目標とする。</p> <p>放射線防護の基本原則、放射線防護に関する国際的な考え方や基準、国内法令、被ばく線量とその評価法、放射線防護の方法、放射性同位元素の安全取扱方法を学び、さらなる改善のために必要な研究の方向性を学ぶ。 (オムニバス方式/全15回) (3 久下裕司/7回) 放射線に対する生物の応答機構、放射線の人体への影響、放射線防護の基本原則、放射線防護に対する国際的な考え方、放射性同位元素の安全取扱方法 (33 橋本孝之/7回) 放射線及び放射線防護に関する単位、放射線防護に関する法令、放射線被ばくの実例、被ばく線量の概念とその評価、放射線防護の方法と実際 (3 久下裕司, 33 橋本孝之/1回) 合同で講義・議論を行い、学生の理解程度を把握する。</p>	<p>オムニバス方式・共同</p>
<p>医理工国際標準・法規・リスクアナリシス特論</p>	<p>医療システムの開発と活用は、医学、工学、理学等多様な分野の専門家が効果的に連携することにより、はじめて可能になる。国際標準、法規、リスクアナリシスは、そのような多様な分野の専門家の連携の基盤となる共通の知識として機能し、将来、医療システムの開発と活用に関わることを志す者に必須のものである。そこで、本講義では、医療システムに関連したIEC・ISO等の国際標準とその重要性および、医療システムの開発と活用に必要な特許法や放射線障害防止法等の法規を理解し、安全な医療システムの開発を促すためのリスクアナリシスの手法もマスターすることを目的とする。</p>	
<p>情報プログラミング特論</p>	<p>現在、医学物理学の研究において、C/C++プログラミングやネットワーク、データベースの知識は必要不可欠となっている。本講義では、C/C++プログラミングの基礎から3Dグラフィック、GPU、並列計算等の応用までを前半で行い、後半はウェブベースシステムの解説を通して、ネットワーク、データベースおよび各要素で重要となる言語について講義を行う。</p> <p>(オムニバス方式/全15回) (9 鈴木 隆介/6回) ウェブベースシステムを形成する各要素の説明を通し、MacOSXなどのUnixシステム、データベース、ネットワーク等について講義を行う。 (35 kenneth Lee Sutherland/9回) 実際の応用を意識したC/C++プログラミングについて、JavaおよびPython等の他の言語との関係、3Dグラフィックス、Windowsアプリケーション、GPU、並列計算などのトピックスの講義を行う。</p>	<p>オムニバス方式</p>

医理工人間システム工学	人間と機器との機能的共存を目指した医療福祉機器等の構造設計に必要な人間工学の基礎知識を学習する。生体に関する力学的、電気・熱工学的な基礎知識を習得するとともに、筋骨格系、神経系等の生体システムを理解することを到達目標とする。また、併せて身体運動解析の原理を学び、医療機器や福祉機器の人間工学的な設計開発手法への応用に必要な知識を習得することを到達目標として設定する。	
医理工バイオメディカルエンジニアリング I	人体ならびに臓器・細胞のシミュレーションに必要な専門基礎知識を学習する。画像取得技術、画像処理技術、シミュレーションモデル構築技術の基礎技術と適応について学び、人体を対象としたシミュレーションの基礎技術とその適応について理解を深める。 (オムニバス形式/全8回) (30 東藤 正浩/2回) 生体医工学に関する解説を行い、生体医工学に関する基礎知識を身につける。 (44 姫野 龍太郎/2回) 生体力学シミュレーションに関する講義を行い、生体力学シミュレーションの概要と現状について学習する。 (45 横田 秀夫/4回) 生体力学モデリングに関する講義を行い、画像処理、形状モデリング、医用画像・生体材料力学情報取得技術について学習する。	オムニバス方式
医理工バイオメディカルエンジニアリング II	人体ならびに臓器・細胞のシミュレーションに必要な専門基礎知識を学習する。人体を対象としたシミュレーションの適応を学ぶとともに実際に計算することによりその理解を深める。低侵襲で優れた治療成績を目指した医療ロボットの設計に必要な専門基礎知識を学習する。さらに、人を対象とした研究を実施するのに必要な倫理的な知識について学習する。 (オムニバス形式/全8回) (30 東藤 正浩/2回) 生体医工学に関する解説を行い、生体医工学に関する基礎知識を身につける。 (44 姫野 龍太郎/2回) 血流解析に関する講義を行い、演習を通して解析手法に関する理解を深める。 (45 横田 秀夫/4回) 構造力学に関する講義を行い、画像処理ならびに構造力学に関する演習を通して理解を深める。	オムニバス方式
医理工原子核基礎論 I	量子力学的な散乱問題に対する理論的枠組みを理解し、原子核の衝突によっておこる様々な反応を理解する。2体の散乱問題の解法を身につけ、反応に関する諸量を理解する。原子核反応に関する様々な近似法を理解する。 ・ Schrodinger Equation ・ Lippmann-Schwinger Equation ・ T-matrix, S-matrix ・ Nucleon-nucleon scattering ・ Optical model ・ Feshbach theory ・ Various approximations	
医理工原子核基礎論 II	原子核の構造を記述する理論的枠組を習得することが目的である。特に、原子核を構成する核子間の相互作用を理解し、多体問題の記述を学ぶ。最近の原子核研究の基本的課題を理解し、構成粒子間の基本的相互作用から、原子核の諸性質を記述する方法を習得する。 ・ Isospin ・ Nucleon-nucleon interaction and scattering ・ Deuteron wave function ・ Hartree-Fock theory ・ BCS and generalized BCS ・ Linear response theory	
医理工原子核物理学特別講義 I	ハドロンのスペクトルはその基本理論である量子色力学が強い結合定数をもつために、複雑で多彩な構造を示している。その理解には、(1) クォークの質量と(2) 励起エネルギーの2つの変数が重要な役割を果たしている。たとえば、チャームやボトムなどのヘビークォークでは、低い励起状態ではボジトロニウムに模せられる比較的簡単な構造が現れるが、メソンへの崩壊の閾値を超えると分子共鳴状態が現れることが最近の研究で強く示唆されている。一方、軽いクォークのダイナミクスではカイラル対称性とその破れが主要な役割を果たし、ストレンジクォークは両者の中間で特異な性質を示す。ハドロンの強い相互作用の基礎理論であるQCDにもとづく、ハドロンのスペクトルやその生成、崩壊などの反応過程の解明の最先端を習得する。 ・ ハドロンスペクトロスコーピーの現状 ハドロンの対称性、クォーク模型、スペクトロスコーピーの課題 ・ QCDの対称性とスペクトロスコーピー I クォークとグルーオン、カラーゲージ対称性、カラー閉じ込め クォークのスペクトル ・ QCDの対称性とスペクトロスコーピー II カイラル対称性、自発的破れと南部・ゴールドストンの定理 UA(1)対称性、カイラルアノマリー、インスタントン	

<p>医理工原子核物理学特別講義 II</p>	<p>ハドロンの特長はその基本理論である量子色力学が強い結合定数をもつために、複雑で多彩な構造を示している。その理解には、(1) クォークの質量と(2) 励起エネルギーの2つの変数が重要な役割を果たしている。たとえば、チャームやボトムなどのヘビークォークでは、低い励起状態ではボジトロニウムに模せられる比較的簡単な構造が現れるが、メソンへの崩壊の閾値を超えると分子共鳴状態が現れることが最近の研究で強く示唆されている。一方、軽いクォークのダイナミクスではカイラル対称性とその破れが主要な役割を果たし、ストレンジクォークは両者の間で特異な性質を示す。ハドロンの特長は強い相互作用の基礎理論であるQCDにもとづく、ハドロンの特長やその生成、崩壊などの反応過程の解明の最先端を習得する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ QCDの有効理論 I 線形シグマ模型、カイラル有効理論、カイラル摂動論、Schwinger-Dyson方程式 ・ QCDの有効理論 II ヘビークォーク有効理論、クォーク閉じ込め、ポリヤコフグループ ・ QCDの第一原理計算 ハドロンの特長関数、格子QCD、QCD和則、有限温度・密度QCD ・ エキゾチックハドロン クォーク多体系の束縛状態、ペンタクォーク、ヘビメソン、ダイバリオン 	
<p>医理工応用物理学</p>	<p>自然科学の知見は医療分野で活用されている技術の基礎を担っている。そのため、医療分野における現在の課題を解決し、新たな手法等を開発するためには、自然科学の知見が重要な役割を果たす。本講義では、医療という巨視的な応用分野を、自然科学、特に物理学の微視的視点に基づいて研究するために必要となる知識及び洞察力を習得する。 医理工基礎物理学で学んだ知識をさらに深め、加速器、放射線治療、粒子線治療及び核医学などの応用分野における研究を進めるために必要となる基礎的な計算や解析を、物理学の微視的視点に基づいて出来るようになることを到達目標とする。</p>	
<p>医用放射線計測学</p>	<p>電離箱やシンチレーション検出器など、各種放射線計測技術についてその計測原理と特徴を学ぶ。また、放射線治療における線量測定プロトコルとして、広く参照されているガイドラインについて理解するとともに、放射線治療機器の導入や品質管理において一般的に実施されている計測方法を学ぶ。一連の授業を通じて、実際の放射線治療の臨床現場における放射線計測技術の活用方法を理解し、放射線治療に直結する実学的な知識を学ぶ。</p> <p>(オムニバス方式／全15回) (11 宮本 直樹／8回) ・ 線量測定技術 (4回) 熱量計および化学線量計の原理とその応用分野について概説する。 また、電離箱線量計の測定原理となる空洞理論および電離箱線量の特性について概説する。 ・ X線治療における線量測定 (1回) 一般的に実施されている線量測定プロトコルとして、広く参照されているガイドラインを例にして概説する。 ・ 計数と統計 (1回) 統計モデル、および誤算の伝搬などについて概説する。 ・ 放射線治療の品質管理：計測と評価 (2回) X線治療において品質管理として実施されている測定手法と評価方法について概説する。 (12 高尾 聖心／7回) ・ 線量計測の基礎 (2回) 線量測定に関する物理量および線量測定の原理、線量計の種類と特徴等、線量計測の基礎となる事項について概説する。 ・ 線量測定技術 (2回) 臨床に用いられるフィルム、電離箱、ガラス線量計等の検出原理、特徴、使用用途等を紹介する。また、環境放射線の測定に用いられるサーベイメーター等について概説する。 ・ 陽子線治療における線量測定 (1回) 一般的に実施されている線量測定プロトコルとして、広く参照されているガイドラインを例にして概説する。 ・ 計数と統計 (1回) 放射線計測に関連する誤差の考え方について概説する。 ・ 放射線治療の品質管理：計測と評価 (1回) 陽子線治療において品質管理として実施されている測定手法と評価方法について概説する。</p>	<p>オムニバス方式</p>

医療情報理工学特論	<p>医療の現場では日々大量のデータが発生している。検査結果等の数値、カルテや看護記録等の文字、心電図や脳波等の波形、X線やデジカメ等の画像、内視鏡や手術等の動画などである。これらのデータは医師や看護師、技師に適切な情報として提示され患者の治療に使われる。抗がん剤治療や陽子線治療などにもこれらのデータは用いられる。さらに、大量の情報、いわゆるビッグデータから新しい知見を得ることも試みられている。これらの医療情報は個人情報であり適切に取り扱われる必要がある。</p> <p>この講義では医療情報を正しく取り扱うために医療情報の種類と特性について知り、さらに医療情報を取り扱うためのガイドライン（医療情報システムの安全管理に関するガイドライン）について学ぶ。医療情報は自施設だけに留まらず、地域の医療機関との連携の中で医療情報の交換が行われる。こうした場合に医療情報を第三者に委託するのにかまた提供するのにより責任のあり方が変わってくる。こうした地域医療連携における情報の取り扱いについても学ぶ。さらにクラウドコンピューティングを利用した医療情報システムの未来を考える。</p> <p>(オムニバス方式／全8回) (26 遠藤 晃／4回)</p> <p>医療情報の種類と特性を知り、病院で稼働している各システムについて紹介する。実際の病院情報システムを扱うための実践的講義を行う。</p> <p>(46 上杉 正人／4回)</p> <p>画像処理理論を用いた画像処理、データマイニング技術を用いたデータ処理を基本に、標準化、医療情報システムの安全に関するガイドラインについての講義を行う。</p>	オムニバス方式
医理工画像工学	<p>この講義では画像処理と非侵襲／非破壊三次元診断手法の二つのトピックスに関する数学的な原理を解説する。画像処理については、雑音除去のための平滑化処理ならびにウィナーフィルタの方法と特徴、エッジの抽出、エッジ強調等の画像処理法を扱う。非侵襲／非破壊三次元診断手法については、コンピュータトモグラフィー(CT)ならびに核磁気共鳴画像法(MRI)におけるデータの取得から三次元データの再構成処理、および、超音波診断法の原理を扱う。</p>	
医理工加速器科学	<p>加速器について電磁気学の基礎だけを用いて、どのような原理で動いているかについてその基本概念を理解し、さまざまな加速器の概要を学ぶ。素粒子・原子核の研究とともに発展してきた加速器であるが、そのはじめから医療応用されていること、放射光施設、中性子散乱施設などにより物質科学に使われていることを学ぶ。さらに、加速器にまつわる放射線防御、インターロック、遮蔽などの基本的考え方を学ぶ。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 加速器の歴史を通じその概念を学ぶ (6回) ・ 加速器の基礎 (5回) ・ 加速器施設における放射線防御の基本的考え方 (2回) ・ 原子核・素粒子、放射光・中性子科学としての応用 (2回) 	
医理工応用放射線科学	<p>放射化学、放射線物理、放射線化学、放射線生物学の概要を学ぶとともに、科学技術、産業への放射線の応用例を学ぶ。</p> <p>具体的には、放射化学の概論として原子構造、放射線、放射線同元素の利用等に係る理解を深めるとともに、放射線物理に関しては放射線の種類や放射線と媒質の相互作用等について学ぶ。さらに、放射線化学については放射線分解、バスマラジオリシス等を扱い、放射線生物学の概論として放射線の細胞や人体への影響について習得する。グループ発表も行う。</p> <p>(オムニバス方式／全15回) (15 梅垣 菊男／6回)</p> <p>ガイダンスとして、応用放射線科学の概要、講義内容・スケジュール説明等を行う (1回) ほか、放射線物理(2回)、放射線生物学 (3回) に関する講義を行う。</p> <p>(27 藤吉 亮子／6回) 放射化学 (3回)、放射線化学 (3回) に関する講義を行う。 (15 梅垣 菊男, 27 藤吉 亮子／3回) 放射線の利用についてグループ発表を行う。</p>	オムニバス方式・共同

<p>Medical Physics School</p>	<p>国際レベルの医学物理教育を英語で行う。講義の内容は、基本的医学物理の講義に加え、北海道大学の特徴を生かした粒子線治療、動体追跡技術、画像誘導技術などを盛り込むとともに、国際連携研究教育局(GI-CoRE)のパートナーであるスタンフォード大学の講師やその関連する世界的研究者の講師により、国外の最新の医学物理の講義を行い、国際性の高い医学物理研究者を育成する。</p> <p>(オムニバス方式/全15回) (1 白土 博樹/2回) Overview of Radiation Therapy Treatment Planning for Radiation Therapy 放射線治療の総論について講義を行うとともに、放射線治療計画について講義を行う。 (4 石川 正純/3回) Real-time Tumor Tracking Radiation Therapy Treatment Planning Practice Patient QA 動体追跡放射線治療について講義を行うとともに、治療計画(実習含む)や治療患者品質管理(実習含む)についての講義を行う。 (6 清水 伸一/1回) Recent Topics in Radiation Oncology 放射線治療の最前線について講義を行う。 (7 松浦 妙子/2回) Treatment Planning for Proton Beam Therapy Treatment Planning Practice (Proton) 陽子線治療の計画等について講義を行う(実習を含む)。 (9 鈴木 隆介/2回) Treatment Planning Practice Patient QA 治療計画及び治療患者品質管理について講義を行う(実習含む)。 (10 Jin-Min Nam/1回) Basic of Radiobiology 放射線生物学の基礎について講義を行う。 (11 宮本 直樹/1回) Quality Assurance of External Beam Therapy 外部X線治療の品質管理について講義を行う。 (12 高尾 聖心/1回) Quality Assurance in Particle Therapy 陽子線治療の品質管理について講義を行う。 (15 梅垣 菊男/2回) Proton Treatment System in Hokkaido University Special Lecture of Proton Beam Therapy Building 陽子線治療計画及び陽子線治療装置について講義を行う。</p>	<p>オムニバス方式 講義 24時間 実習 12時間</p>
<p>放射線生物学</p>	<p>多くの癌治療に放射線療法が用いられているが、放射線照射による正常細胞・癌細胞への影響や分子メカニズムなどは、未だ解明されていない部分も多い。放射線生物学の基礎知識全般と分子生物学の実験手法を用いた最新の研究を習得する。</p> <p>・放射線の生物学的作用(DNA修復、細胞周期によるチェックポイント、細胞死等) ・正常細胞と癌細胞における放射線感受性 ・放射線による細胞外微小環境への影響 ・放射線治療と副作用 ・粒子線治療の生物学的効果</p> <p>(オムニバス方式/全8回) (10 Jin-Min Nam/6回) 分子生物学・細胞生物学的アプローチによる放射線生物学の基礎を理解し研究を学習する。 (41 安田 耕一/2回) 放射線治療医学の観点から放射線生物学を理解する。</p>	<p>オムニバス方式</p>

<p>医理工連携放射線腫瘍学</p>	<p>臓器、器官等の解剖学、呼吸や循環メカニズムの生理学等の人体についての基本的な構造、機能について学び、それを元にして腫瘍の概念や基本的な治療に関する方法論を理解する。さらに体内での正常器官や腫瘍に対する放射線の相互関係、空間位置、さらには時間的な変動を起こす要素に関して基本的な理解を得る。これら基礎的な事項の理解を通じて、放射線治療学、粒子線治療学と理学、工学の知見、技術がどのように医学、医療に応用されていくのか治療計画等の具体的事例を元に学習し、さらに最先端技術の医理工連携について総合的に論じる。</p> <p>(オムニバス方式／全15回) (6 清水 伸一／8回)</p> <p>医理工基礎人体解剖学について理解を深める</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 系統解剖学 (骨格・筋・皮膚・心血管・リンパ・内臓臓器・神経系) 3. 胸部内蔵・腹部骨盤内蔵・生殖器 <p>医理工基礎人体生理学について理解を深める</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. 消化器生理、循環生理、呼吸生理 <p>医理工連携画像解剖学について理解を深める</p> <ol style="list-style-type: none"> 6. 胸部・腹部・骨盤 <p>がん放射線治療学について理解を深める</p> <ol style="list-style-type: none"> 8. 放射線治療・治療計画 10. 胸部腫瘍・乳癌 12. 泌尿器・婦人科腫瘍 <p>医理工連携放射線腫瘍学について理解を深める</p> <ol style="list-style-type: none"> 15. 医理工連携放射線腫瘍学総論 <p>(33 橋本 孝之／7回)</p> <p>医理工基礎人体解剖学について理解を深める</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. 上肢・下肢・中枢神経・頭頸部 <p>医理工連携画像解剖学について理解を深める</p> <ol style="list-style-type: none"> 5. 中枢神経・小児・頭頸部 <p>医理工連携病理・放射線腫瘍学について理解を深める</p> <ol style="list-style-type: none"> 7. がんの病理、病期診断 <p>がん放射線治療学について理解を深める</p> <ol style="list-style-type: none"> 9. 脳神経・頭頸部腫瘍 11. 消化器腫瘍 13. 骨軟部・造血器・小児腫瘍 14. 良性腫瘍、転移性腫瘍 	<p>オムニバス方式</p>
<p>基礎放射線治療物理学</p>	<p>本講義では、放射線治療に関わる物理学および放射線治療の精度管理に必要な知識を習得するだけでなく、実際の放射線治療で行われている精度管理法を理解することで、論文等から必要な情報を取捨選択できる素養の習得を目標とする。</p> <p>授業は、指導教官を囲むゼミ形式で実施、以下は代表的な授業内容である。</p> <p>(オムニバス方式／全15回) (4 石川 正純／5回)</p> <p>放射線治療総論のほか、モンテカルロ計算、校正、線量分布検証、小線源治療についてゼミ形式での授業を行う。また、グループ発表についても担当する。</p> <p>(7 松浦 妙子／3回)</p> <p>放射線治療装置、照射野形成系、粒子線放射線治療総論、線量分布検証 (粒子線) についてゼミ形式での授業を行う。</p> <p>(9 鈴木 隆介／2回)</p> <p>電子線治療物理、X線特性についてゼミ形式での授業を行う。</p> <p>(11 宮本 直樹／2回)</p> <p>X線線量計画、X線治療計画(3D-CRT, IMRT)についてゼミ形式での授業を行う。</p> <p>(12 高尾 聖心／3回)</p> <p>粒子線治療物理 (校正、線量計算、計画)、生物学効果比についてゼミ形式での授業を行う。</p>	<p>オムニバス方式</p>
<p>分子腫瘍病理学</p>	<p>腫瘍に関する全般的な知識の修得を目標にし、特に腫瘍の発生機構の分子生物学、細胞生物学および病理学的な理解に重点を置いて講義を行う。その中でも、発がん機構については、これまでに解明されている、遺伝子の損傷を基盤にした発がん機構のみならず、近年明らかになった新たな発がん機構、さらにRNAに関連する細胞がん化機構についても解説する。また、これらの知識をさらに発展させて、がんの診断・治療についての理解が深まるように解説する。</p>	
<p>分子腫瘍治療学</p>	<p>「分子腫瘍病理学」で得た知識を基本にして、既存のがんの診断・治療法について、分子生物学、細胞生物学および病理学的な理解を深める。また、外科的治療法や化学療法等の従来のがん治療法に加えて、放射線療法、分子標的療法、テラメド治療、腫瘍溶解ウイルス療法など、新たな診断・治療法についても講義する。これらの解説を通して、学生の新たながんの診断・治療法の開発に対する意欲を養う。</p>	

分子プローブ学	分子イメージング法について理解したうえで、分子プローブ、特に核医学（PET, SPECT）分子プローブの合成方法、合成装置、並びに製造の実際について学ぶ。すなわち、1) 分子イメージング・分子プローブについて説明できること、2) 核医学（PET, SPECT）分子プローブの製造（放射性同位元素の製造、標識反応、自動合成装置）について説明できること、3) 分子プローブの医療・創薬における活用について説明できることを目標とする。	
放射線診断・核医学応用物理学	放射線診断の研究、特にCTおよびPET, SPECT核医学画像による最新の研究について講義を行う。さらに、これらの断層画像を撮像する放射線撮像装置の研究についても理解を深める。 放射線診断に係わる撮像装置について臨床的かつ物理的な視点の両方から、この分野の最新の研究について理解することを到達目標に掲げ、CTおよびPET, SPECTの最新研究を示し、診断方法の説明、出席者で討論を行う。また撮像装置の最新研究についても説明および討論を行う。	
Radiation Biology School	細胞における放射線の影響の基礎的な研究から、臨床応用に向けた実用的な研究まで幅広い領域の知識を習得する。 放射線生物学や癌治療に関連した最新の研究内容を講義と議論で理解を深める。英語による授業を行う。 (オムニバス方式/全15回) (1 白土 博樹/6回) 癌治療と放射線生物学 放射線の化学的作用からがんの治癒までに関する放射線生物学の総論と、最新の知見に基づく新たな放射線生物学の講義を行う。 (10 Jin-Min Nam/5回) がん分子生物学と放射線 がんの分子生物学的基礎に基づく放射線の生体内の分子と細胞に対する効果と、それを観察し計測する方法・技術に関する分子理工工学的な知識を身に付ける。 (41 安田 耕一/4回) 放射線治療医学における生物学的視点 低酸素細胞の放射線抵抗性に関する研究成果を理解し、今後の臨床試験に繋がるトランスレーショナルリサーチに関する知識、戦略を個々の事例を介して身に付ける。	オムニバス方式

授 業 科 目 の 概 要			
(医理工学院医理工学専攻（博士後期課程）)			
科目区分	授業科目の名称	講義等の内容	備考
共通科目	先端医理工学研究Ⅰ	<p>各専門分野の研究テーマを定め、その実験・実習の具体的な展開を図る指導を行うとともに、関連する最新の学術論文の購読を行い、博士研究・論文として研究成果を取りまとめる。</p> <p>(1 白土 博樹) 放射線治療の治療成績向上のために、理工学的解析により生体の自動性を解明し、既存治療法を凌駕するための開発に資する課題について、研究指導を行う。</p> <p>(2 加藤 千恵次) 医用画像データにコンパートメントモデル解析等の動態解析を応用し、病変の定量的評価法のアルゴリズムの研究を行う。</p> <p>(3 久下 裕司) 分子画像診断に用いる新しい分子プローブの研究開発、すなわち、機能分子の探索、プローブのデザイン、プローブ合成技術、合成装置の開発、臨床へのトランスレーション等に必要な知識・技術を習得するとともに、これらを用いた研究を行う。また、分子プローブを用いたイメージング・病態分析法を習得するとともに、これらを用いて、腫瘍・炎症・循環器疾患・脳神経機能等の病態分析研究を行う。</p> <p>(4 石川 正純) 放射線医学分野に関する知識を習得し、科学的考察に基づく研究開発の基礎について研究指導を行う。</p> <p>(5 東野 史裕) 新たながんの診断・治療法の開発を念頭に置いて、分子生物学、細胞生物学および病理学的各種知識を修得する。さらに、がんの診断・治療法に関する研究計画を立案し、その遂行に必要な基礎知識や各種技術を習得できるように指導する。</p> <p>(6 清水 伸一) 癌治療に関わる放射線物理・生物学を含めた放射線治療の目的・方法論を理解する。がん放射線治療、粒子線治療に関する研究計画を現在の世界の潮流を見据えながら立案するとともに、研究の遂行に必要な実践的知識と各種研究手法の実践的テクニックを習得する。</p> <p>(7 松浦 妙子) 北大病院陽子線治療センターの照射装置を使って、先端医理工学研究Ⅱに必要な実験および実習を指導する。</p> <p>(8 タ キンキン) 英文の学術論文の購読を通して、CT・MRI画像法を用いた非侵襲的診断、予後・治療効果予測に関する研究能力を身につける研究指導を行う。</p> <p>(9 鈴木 隆介) 強度放射線治療、動体追跡放射線治療および定位放射線治療等の高度放射線治療に関する課題について医学物理学の側面から実験および実習を行う。</p> <p>(10 Jin-Min Nam) 細胞と細胞外微小環境における放射線の効果を理解し、放射線治療効果の向上を目指した研究テーマを立案・デザインする。分子生物学的・細胞生物学的実験手法を用いて実験データを収集し、英文論文として纏める能力を身につける。</p> <p>(11 宮本 直樹) 最新の放射線治療など量子医理工学の応用分野について学術論文等を通じて指導するとともに、博士論文作成に必要な実践的な技術的・臨床的専門知識を研究指導する。</p> <p>(12 高尾 聖心) 動体追跡技術、CBCT技術を始めとする高度画像誘導技術により得られた情報に基づく適用放射線治療に関する研究を通じて、陽子線治療の高度化・高精度化に関するさらに進んだ知識を習得させる。</p>	
	先端医理工学研究Ⅱ	<p>各専門分野の研究テーマを深く追求し、国際学会での発表を行い、英語論文としてまとめる。</p> <p>(1 白土 博樹) 放射線治療の治療成績向上のために、理工学的解析により生体の自動性を解明し、既存治療法を凌駕するための開発に資する課題について、英語による論文化、国際学会での発表を可能とする指導を行う。</p> <p>(2 加藤 千恵次) コンパートメントモデル解析等の動態解析を実施するプログラムを開発する実習を行う。</p> <p>(3 久下 裕司) 分子画像診断に用いる新しい分子プローブの開発を目指して、機能分子の探索、プローブのデザイン、プローブ合成技術、合成装置の開発、臨床へのトランスレーション研究等の研究を展開する。具体的には、1) 新しい分子プローブ製造法（放射性同位元素の製造、標識反応、自動合成装置等）の研究開発を実践し、計画～実行～評価～改善できる能力を身につける。また、2) 分子プローブを用いた新しいイメージング・病態分析法の研究開発を実践し、腫瘍・炎症・循環器疾患・脳神経機能等の病態分析ができる能力を身につける。</p> <p>(4 石川 正純) 放射線医学分野に関する実臨床で役立つ研究開発を行うとともに、科学的考察に基づくエビデンスの構築などについて研究指導を行う。</p> <p>(5 東野 史裕) 新たながんの診断・治療に関する研究テーマを定め、分子生物学や細胞生物学の研究により結果を出し、その成果を博士論文にまとめるよう指導する。同時に将来研究者になることも念頭に置いて、研究の立案・計画・発表、特許申請、他の研究室との連携等も指導する。</p> <p>(6 清水 伸一) がん放射線治療、粒子線治療に関する研究を立案した研究計画を元に具体的な推進を図るための指導を行う。関連する最新の学術論文の購読を行い、博士研究・論文として研究成果を学会等で発表するとともに英文査読付き学術雑誌への投稿、採択を目標として研究成果を取りまとめる。これらを通して医理工学研究構築、推進の技法を習得する。</p> <p>(7 松浦 妙子) 総合医理工学研究の内容を更に発展させ、博士研究・論文として成果を取りまとめるための指導を行う。</p> <p>(8 タ キンキン) CT・MRI画像法を用いた非侵襲的診断、予後・治療効果予測に関する研究能力を高める研究指導を行う。</p> <p>(9 鈴木 隆介) 強度放射線治療、動体追跡放射線治療および定位放射線治療等の高度放射線治療に関する課題について医学物理学の側面から研究および論文指導を行う。</p> <p>(10 Jin-Min Nam) 分子生物学的アプローチにより、細胞と細胞外微小環境における放射線の効果を解析し、放射線治療効果の向上を目指した研究を指導する。</p> <p>(11 宮本 直樹) 高い目標の設定とその実現性を見極め、柔軟に研究計画を修正できるなど、高度な研究の進め方に関する実践的な能力が身につくよう、学術雑誌への論文投稿と博士論文作成を見据えて研究指導する。</p> <p>(12 高尾 聖心) 動体追跡技術、CBCT技術を始めとする高度画像誘導技術により得られた情報に基づく適用放射線治療に関する研究を通じて、陽子線治療の高度化・高精度化に関する研究指導を行う。</p>	

自由 選択 科目	臨床医学物理学実習 (品質管理)	<p>放射線治療では、高エネルギー X 線が主に用いられる。X線治療における、治療装置の品質管理、および治療計画の QA を実際の患者の治療装置、治療計画のQAを通して理解する。また、放射線治療での位置照合装置、放射線防護について理解する。</p> <p>到達目標は、放射線防護、位置照合装置のQA、X 線における治療装置および治療計画の QA を理解することである。</p> <p>(オムニバス方式/全30回) (9 鈴木 隆介/8回)</p> <p>治療計画装置のアルゴリズム、ビームモデリングに必要なデータについて、MU の計算方法の習得、各パラメータの確認方法の習得、治療装置のQA/QCの理解。 (4 石川 正純/6回)</p> <p>X線における治療装置のアクセプタンス・コミッショニングについて、校正方法、治療装置の特性、放射線計測装置のQA/QCの理解。 (11 宮本 直樹/6回)</p> <p>動体追跡装置について、アクセプタンス・コミッショニング、QA/QCの理解。 (13 kenneth Lee Sutherland/4回)</p> <p>位置照合装置について、防護における遮蔽計算の理解。 (14 牧永 綾乃/6回)</p> <p>防護に関する規則、個人線量モニタ、各治療技術における防護の理解。</p>	オムニバス方式
	臨床医学物理学実習 (陽子線・画像誘導)	<p>陽子線治療における、治療装置QA、治療計画 QA を実際の業務を通じて、習得し、理解する。また、放射線治療を行う際に治療計画のために必須となる CT について、CT 装置の品質管理について理解する。</p> <p>到達目標は、陽子線治療における治療装置QA、治療計画QA、CTについて理解することである。</p> <p>(オムニバス方式/全30回) (9 鈴木 隆介/8回)</p> <p>CTについて、導入時に必要な試験を習得する。治療計画装置における不均質補正の取り扱いについて理解する。QA/QC の項目について理解する。 (7 松浦 妙子/6回)</p> <p>陽子線治療装置のアクセプタンス・コミッショニング、校正方法、治療装置の特性の理解。 (11 宮本 直樹/4回)</p> <p>陽子線治療における、動体追跡放射線治療装置について、アクセプタンス・コミッショニング、QA/QCの理解。 (12 高尾 聖心/6回)</p> <p>CBCT についてのコミッショニング、QA/QC、治療装置のQA/QCの理解。 (14 牧永 綾乃/6回)</p> <p>陽子線治療計画装置について、アルゴリズム、ビームモデリングに必要なデータ、各パラメータの確認方法の習得。</p>	オムニバス方式
	臨床医学物理学実習 (治療計画)	<p>X線治療、電子線治療、陽子線治療、小線源治療における治療計画の理解、各モダリティの治療計画を実際に作成することで、治療計画の最適化手順を習得する。また、放射線治療において必要となる、患者セットアップ、安全確認、治療技術について理解する。</p> <p>到達目標は、放射線治療の全般および治療計画について理解することである。</p> <p>(オムニバス方式/全30回) (9 鈴木 隆介/8回)</p> <p>照射録、治療計画などの技術、および治療における品質管理について習得する。電子線治療について習得する。 (1 白土 博樹/6回)</p> <p>X線治療治療の基礎、陽子線治療の基礎、各治療技術について習得する。 (11 宮本 直樹/6回)</p> <p>強度変調放射線治療計画について習得する。 (12 高尾 聖心/6回)</p> <p>陽子線治療の基礎と治療計画について習得する。 (14 牧永 綾乃/4回)</p> <p>小線源治療の治療計画について習得する。</p>	オムニバス方式