

## 3. 高エネルギー加速器科学研究科

## 加速器科学専攻

受入れ可能学生数:若干名

授業科目名	授業科目の内容	担当教員	単位	開講学期	曜日・時限	教室
加速器概論 I (研究科共通科目)	加速器全般への入門として、各分野の専門家がオムニバス形式で行う日本語による講義である。	加速器科学専攻カリキュラム委員会	2	前期	木曜日	総研大講義室
加速器概論 II (研究科共通科目)	加速器全般への入門として、各分野の専門家がオムニバス形式で行う英語による講義である。	加速器科学専攻カリキュラム委員会	2	後期	木曜日	総研大講義室
加速器概論演習 I (研究科共通科目)	加速器全般への入門として、各分野の専門家がオムニバス形式で行う日本語による演習、実習(見学を含む)である。	加速器科学専攻カリキュラム委員会	2	前期	木曜日	総研大講義室等
加速器概論演習 II (研究科共通科目)	加速器全般への入門として、各分野の専門家がオムニバス形式で行う英語による演習、実習(見学を含む)である。	加速器科学専攻カリキュラム委員会	2	後期	木曜日	総研大講義室等
加速器実験概論 (研究科共通科目)	加速器を利用した素粒子・原子核・放射光実験における基本的な手法、基礎知識を説明: 相対性理論、散乱、反応断面積、制動放射、シンクロトロン放射、真空、放電、回折等。	吉田 光宏	2	未定	未定	未定
放射線物理学 (研究科共通科目)	放射線の発生と物質との相互作用に関する基礎を学ぶ。1. 原子の構造と電離, 2. 原子核の構造, 3. 放射性壊変, 4. 核反応, 5. X線・ $\gamma$ 線の相互作用, 6. ベータ線と物質との相互作用, 7. 陽子線・ $\alpha$ 線の相互作用, 8. 中性子線の相互作用, 9. エネルギーの物質への伝達, 10. 放射線に関する量と単位	波戸 芳仁	2	前期	未定	放射線管理棟
ビーム物理学 I (研究科共通科目)	ビーム物理という統一的視点から、加速器の原理、放射光の発生、さらにビームの集団運動からコヒーレント放射光などビーム現象全般を考える。I では主に単粒子力学の立場から学び、II ではビームの集団運動や放射光のコヒーレント生成を取り扱う。	中村 典雄	2	前期	未定	未定
		船越 義裕	2	後期	未定	1号館、2号館、KEKBコントロール棟
		大見 和史	2	前期後期	未定	未定
ビーム物理学 II (研究科共通科目)						
応用数学 (研究科共通科目)	(一変数)複素関数論を主題として、他の分野も含め数学的イメージ(直観)と技術について講述する。	森田 昭夫 西川 パトリック	2	未定	未定	未定
電磁気学 (研究科共通科目)	加速器を理解する上で必要な電磁気学の基礎について講述する。講義内容:ベクトル解析/静電磁場/Maxwell方程式/電磁波の伝搬/導波管と空洞共振器/荷電粒子による輻射/荷電粒子と物質(電磁波)との相互作用。	阪井 寛志	2	未定	未定	未定
電気力学と特殊相対論 (研究科共通科目)	加速器中の粒子運動の取り扱いの基礎となる相対論的な粒子の運動理論およびその基礎となる特殊相対論を学ぶ。	山本 昇	2	未定	未定	未定
解析力学 (研究科共通科目)	加速器を念頭において、力学系を理解しシミュレーションを遂行する技術について学ぶ。	西川 パトリック	2	未定	未定	未定
量子力学 (研究科共通科目)	初等的量子力学を理解する上で重要な概念を、古典力学との違いや類似性を踏まえながら講述する:ポアの原子模型/ゾンマーフェルト量子化条件/シュレディンガー方程式/演算子の交換関係と不確定性/状態遷移確率/経路積分と古典極限	森田 昭夫 西川 パトリック	2	未定	未定	未定

## 加速器科学専攻

受入れ可能学生数:若干名

授業科目名	授業科目の内容	担当教員	単位	開講学期	曜日・時限	教室
熱力学・統計力学 (研究科共通科目)	熱力学はエントロピーの概念の由来と3法則、統計力学は分配関数に至る道筋の基礎となる事項を詳しく説明した後で、表面現象や冷凍機など加速器の周辺から話題を選んで講義する予定である。	末次 祐介 仲井 浩孝	2	未定	未定	未定
非線形力学特論	高次磁場やビームの作る電磁場など非線形な場の中での粒子の運動について解析的方法を中心に講述する。さらに、ヒステリシスなどカタストロフに関連する非線形現象論を論じる。	西川 パトリック	2	未定	未定	未定
粒子追跡法の計算コードに基づく摂動論	粒子追跡法の計算コードを中核とする摂動論がそのコードとは構造上独立である事を本講義で解説する。この理論は、(確率的)輻射、スピン、周期的変調を受けた磁石を考慮に入れた(入れなくてもよい)横方向の力学を網羅している。本講義で線形・非線形の摂動論に関する既知の概念を再検討する。この理論の枠組みは、クーラン・スナイダー理論からスピンのラティス関数に進む為に新たな内容を学ぶ必要が無いという点に於いて普遍的である。ギニャール・(デブリ・堀)のハミルトン理論もこの理論から導出する。	西川 パトリック	2	未定	未定	未定
ビーム電磁場解析	加速器においてビームはその周りのもの(空洞など)と電磁的に相互作用してウェイク場と呼ばれる電磁場を生成する。ウェイク場はビームの運動に影響を与え、ビームの集団的不安定性を引き起こすこともある。本授業では、このウェイク場の基礎と応用に関し、電磁場の数値的計算手法を含めて講述する。	陳 栄浩	2	未定	未定	未定
ビーム集団現象論	粒子集団に起因するビーム不安定性やビーム・ビーム効果についての理論解析と測定方法を包括的に講述する。	大見 和史	2	前期 後期	未定	未定
放射光発生機構論	マックスウエル方程式から放射光生成のメカニズムを説明したうえで、各種放射光源から得られる光の性質を明らかにする。また、放射光生成に向けたプロジェクトを紹介する。	中村 典雄	2	前期	未定	PF研究棟
		土屋 公央	2	後期	未定	PF研究棟
偏極ビーム特論	偏極電子・陽電子ビームの生成法と高エネルギー物理実験における偏極ビームの役割、偏極ビームの加速器内での運動、シンクロトロン輻射と電子偏極の関係について解説する。	大森 恒彦	2	未定	未定	未定
ビーム計測法概論	主として電子・陽電子円形加速器内のビームを電氣的に測定する方法について概論する。はじめに信号処理などに必要な基礎数学及びマイクロ波技術を習得し、ビームが作り出す信号を時間領域、周波数領域で表現できるようにする。これらを使い、円形加速器で一般的に使用するモニターの原理を、KEK加速器群に設置されているモニターを例に紹介する。	飛山 真理 帯名 崇	2	前期 後期	月曜日	未定
光ビーム計測特論	放射光(可視光、X線)を用いた荷電素粒子ビーム特性の測定に必要な理論(放射光の発生とその性質、幾何光学、波面伝達等)、測定方法(結像系、干渉計、その他)とその必要な技術(ゲートカメラ、ストリークカメラ、X線検出器等)を学ぶ。	フラナガン ジョン	2	未定	未定	未定
ビーム性能開発概論	講義の最終目標は、衝突型加速器の性能を向上させるために、どういう手段が有効であるかを理解し、将来の加速器での性能向上のための手段について考察できるようにすることである。そのために、まずビーム運転の基礎になるビーム物理の基礎の理解から始まり、KEKBを例にとり、実際のビーム運転の方法、ビーム診断の方法、ルミノシティ調整の方法についての概説へと進み、最後に将来の加速器についての議論を行いたい。	船越 義裕	2	未定	未定	1号館、2号館、KEKBコントロール棟

## 加速器科学専攻

受入れ可能学生数:若干名

授業科目名	授業科目の内容	担当教員	単位	開講学期	曜日・時限	教室
ビーム安定性特論	ビームが真空ダクト内の電磁波、イオンあるいは電子と相互作用したときに生じるビームの不安定性について、その理論、観測方法および対策を講述する。	福間 均	2	未定	未定	未定
光学とそのビーム計測への応用	粒子加速器では、加速器内のビームの様子を理解するために、ビームの色々なパラメータを精密に観測する「ビーム計測」が極めて重要である。ビーム計測ではビームから自然に発せられる電磁気的なシグナルを観測するものと、外から電磁気的な外力でビームに摂動を加えて、その結果発生するシグナルを観測する方法があるが、本講義では、ビームが発する電磁気的なシグナルの一つである、光を用いたビーム計測について学ぶ。光学的なビーム計測では、ビームの横方向、および縦方向のプロファイル、サイズの静的、動的な観測、光学的BBQのようなビームの振動の観測など多岐にわたる計測が行われているが、先ずこれらの加速器における光学的なビーム計測の概要について紹介をする。続いて光学測定のための基礎として、幾何光学、波動光学の基礎を学ぶ。この後、これらのビーム計測への応用として、結像光学系によるビーム計測について学ぶ。続いて、光のコヒーレンスを応用したビーム計測への理解のために、量子光学の基礎と光のコヒーレンスについて学ぶ。そのうち、加速器において利用できる光源について、特に放射光の物理学について、ダランベールの方程式から説き起こして解説をする。この話の一環として、遷移放射等の放射光以外で利用可能な光源についても学ぶ。これらの基礎課程の話の後に、光のコヒーレンスを用いた干渉計による逆空間におけるビーム計測について学ぶ。最後に最近の特殊な光学系によるビーム計測、将来計画における光学的ビーム計測についても触れる。	三橋 利行	2	通年	集中	未定
加速器設計概論	この講義では、加速器のビームの基本的性質を概括した上で、ビームの発生・加速・輸送・蓄積・衝突・取り出し・測定・制御に必要な基本的装置を設計するための基礎知識の概論を行う。	大西 幸喜	2	未定	未定	未定
線形加速器設計特論	マイクロ波を用いた線形加速器を基礎から学ぶ。とくに電子・陽電子線形加速器についてKEK電子・陽電子リニアックを例として原理から実際のビーム調整の手法まで幅広く解説する。電磁気学、力学などの基礎的学力を前提とするが、適宜加速器に関わる部分を勉強し直しながら進める。	小川雄二郎	2	未定	未定	未定
円形加速器設計特論	単粒子力学を基礎に、ビーム光学系設計を中心として、円形加速器の設計方法を講述する。	小磯 晴代	2	未定	未定	未定
放射光源加速器特論	本講義は、放射光源加速器のラティス設計における基本的な知識の習得を目的に行う。	原田 健太郎	2	未定	未定	PF研究棟
陽子加速器特論	大強度陽子加速器J-PARCのビーム光学、および関連するビームダイナミクスについて講述する。J-PARCにおいて用いられている構成機器の設計や特徴についても述べる。	小関 忠	2	未定	未定	未定
コライダー特論	リング型コライダー加速器および線形コライダー加速器の設計上の特色について講義を行う。コライダーの一番の目的である高いルミノシティで運転するため、必要となるビーム技術について解説し、付随して起きてくるいろいろなビーム不安定性についてその物理過程の理解と各種対策技術について具体的例を上げながら説明を行う。	早野 仁司	2	未定	未定	未定

## 加速器科学専攻

受入れ可能学生数:若干名

授業科目名	授業科目の内容	担当教員	単位	開講学期	曜日・時限	教室
次世代先端加速器計画・技術開発特論	エネルギーフロンティアでの物理実験を切り開く次世代先端加速器に必須な高電界加速を実現するための概念、設計、製作、運転までの技術を講述する。更に、高電界加速の安定性に深く関係する真空放電の物理現象に触れ、高電界への展望を示す。	肥後 寿泰	2	未定	未定	未定
エレクトロニクス概論	本講義は、加速器技術とこれに関連する研究開発に必要なエレクトロニクスの基礎知識の習得を目的とする。内容は、電気回路の基礎、伝送回路、過渡現象、フィードバック、電子回路の基礎、測定装置などの基礎事項を取り上げる。特に、等価回路網による基本的な解析を通してビーム信号検出や加速空洞など、加速器の基本となる加速とビーム信号検出の原理を紹介する。また、電子回路においては、パルス信号検出に必要な回路設計、雑音解析、測定器などを取り上げ、主にビーム信号の検出回路とフィードバックに関連した回路技術を紹介する。	諏訪田 剛	2	未定	未定	未定
加速器制御システム概論	加速器及びビームの制御におけるシステム設計や運転環境の実装の方法について講述する。制御システムは加速器の全ての分野と関わりを持ち有機的に結合した加速器システムを構築する。その加速器制御を構成する計算機システム、制御ソフトウェア、ネットワークシステム、入出力インターフェース、タイミングシステム、ビーム安全システム、利用者安全システムなどをどのような方針で設計し実装するかについて実際の加速器の例を示して理解を深める。また、大型の加速器において信頼性を向上させる技術、制御システムを通してビームの安定度を向上させる技術についても議論する。	古川 和朗 山本 昇 上窪田紀彦 佐藤 政則	2	未定	未定	未定
超伝導・低温技術概論	超伝導低温技術の基礎と応用・概論: 加速器科学における超伝導低温技術応用の為の基礎を講述。超伝導磁石および超伝導加速空洞の応用について概観。	荻津 透 大内 徳人	2	未定	火曜日	超伝導低温工学センター第2低温棟会議室
低温技術特論	超伝導機器の設計に必須であるクライオスタットの設計法を通じて低温技術の基礎知識習得を目指す。講義ではこれまでに製作された超伝導機器用クライオスタットの実例を取り上げ、その設計ポイントである支持構造や断熱設計等の詳細検討を行う。演習として小型クライオスタットの設計を行う。	木村 誠宏 都丸 隆行	2	未定	金曜日 13:00-	超伝導低温工学センター第2低温棟会議室
冷却技術特論	加速器で使用される超伝導機器を極低温に冷却するためのヘリウム液化・冷凍機の基礎を講述し、近年需要が増大している超流動ヘリウムを用いた冷却システムについて概観する。	仲井 浩孝	2	前期 後期	月曜日 13:30- 15:00	未定
ビーム源概論	電子ビーム発生装置(電子銃)設計の基礎、及び光カソードやマイクロ波電子銃等の新技術を講述する。	吉田 光宏	2	未定	未定	未定
電磁石概論	電磁石の基礎となる磁気回路、電磁石用強磁性体の磁気発現機構について講述。	増澤 美佳	2	未定	未定	未定
電磁石設計・計測特論	電磁石の基本設計、計算コードによる詳細設計について講述。また高精度の磁場測定法について講述。	江川 一美	2	未定	未定	未定
電磁石電源概論	加速器電磁石電源の基本設計について概説する。高電圧、大電流パルス電源やDC電源の基礎、及び速い繰り返しのシンクロトロン電磁石を励磁するために用いられる共振ネットワークの設計方法について紹介する。	安達 利一 三増 俊広	2	未定	未定	未定
超伝導磁石特論	加速器用超伝導磁石の基礎および設計・製法について講述する。また、エネルギーフロンティアにおける高磁場磁石や小型加速器用磁石など最近の磁石技術についても概説する。	中本 建志	2	前期 後期	未定	超伝導低温工学センター第2低温棟会議室
ビーム加速科学特論	ビーム不安定性をもたらすウェーク場やインピーダンスおよびビーム負荷の基礎概念とその対策について講述。	影山 達也 森田 欣之	2	未定	未定	未定

## 加速器科学専攻

受入れ可能学生数:若干名

授業科目名	授業科目の内容	担当教員	単位	開講学期	曜日・時限	教室
超伝導空洞特論	放射光源や衝突型加速器などに用いられる超伝導高周波空洞の基礎および応用について講述。	加古 永治	2	未定	未定	3号館7階講義室
大電力高周波特論	大電力高周波の発生、伝送、制御技術等について講述。	道園 真一郎 明本 光生	2	未定	未定	未定
真空科学概論	気体分子運動論, 吸着現象, 計測, 真空排気, 真空材料など真空に関する科学・技術の基礎 (前期課程向け)	末次 祐介	2	未定	未定	未定
真空科学応用特論	加速器における真空の科学と技術. 圧力分布計算法や, 二次電子放出(含む電子雲), 放電, 摩擦, 接触抵抗, 接合など各種表面・界面現象の概説(後期課程向け)	末次 祐介 加藤 茂樹 堀 洋一郎 谷本 育律	2	前期	未定	未定
計算科学概論	高エネルギー物理学分野で必要とされる計算科学の基礎と応用について講述する。	金子 敏明 湯浅富久子 岩井 剛	2	未定	未定	未定
ソフトウェア工学特論	ソフトウェア開発方法論、各種言語の概論、データベースなど、ソフトウェア工学全般に付いて講ずる。	佐々木 節 柴田 章博 村上 直	2	前期	未定	未定
シミュレーション学特論	素粒子物理学に関連する問題を、計算機上のシミュレーションによって解く方法について、具体的な例を踏まえながら講述する。	石川 正 松古 栄夫 村上 晃一	2	未定	未定	未定
データ収集法特論	高エネルギー物理学実験で利用されている計算機をつかったデータ収集、データ解析技術について講義する。	真鍋 篤 鈴木 聡 鈴木 次郎	2	未定	未定	計算科学センター
放射線遮蔽特論	各種放射線に対する遮蔽方法、遮蔽材料、及び放射線施設の遮蔽設計について講述し、輸送シミュレーションの実習を行う。	波戸 芳仁 岩瀬 広	2	未定	未定	放射線科学センター
放射線計測概論	各種放射線(荷電粒子、光子、中性子)の物質との相互作用及び物理化学的効果について講述し、加速器で発生する各種の放射線の種類、エネルギー、強度などを計測する原理と装置について講述する。	佐々木慎一 佐波 俊哉	2	未定	未定	未定
表面分析法概論	電磁波や荷電粒子などをプローブとする種々の表面および界面分析法の原理と装置、その特徴と実材料への応用例、加速器冷却水中の機器の例を講述する。	文珠四郎秀昭 別所光太郎	2	未定	未定	未定
放射線防護特論	放射線の人体に対する影響の基礎。放射線防護の観点から、加速器の利用に伴う周辺の放射線場の特徴、放射化の機構、線量評価等を講述する。	三浦 太一 松村 宏	2	前期	未定	放射線管理棟
機械設計工学概論	加速器装置を具体的に設計製作するときに、機械工学上必要な機械設計、材料力学、機械要素を扱う。	山中 将 平木 雅彦	2	未定	未定	未定
機械工作基礎論	加速管、加速空洞などの加速部の主要な装置(部品)を製作する機械工作に関する科目、具体的には超精密加工、精密測定、切削/研削加工等を扱う。	山中 将 平木 雅彦	2	未定	未定	未定
表面工学基礎論	加速管、空洞製作に必要な表面処理技術、接合技術、溶接技術における拡散物理、固相接合、溶接等について、加速器の性能評価の立場、及び機械工学の立場の両面から扱う。	肥後 寿泰 早野 仁司	2	未定	未定	未定

**加速器科学専攻**

受入れ可能学生数:若干名

授業科目名	授業科目の内容	担当教員	単位	開講学期	曜日・時限	教室
材料基礎論	加速器製作に関する金属材料、金属材料結晶学、弾塑性変形学等について、加速管の性能に影響する放電現象との関係等を踏まえて加速器の性能評価の立場、及び機械工学の立場の両面から扱う。	山中 将 肥後 寿泰	2	未定	未定	未定

**【備考】**

・上記の授業科目について、本専攻において受講する学生がいない場合は、他大学院の学生、または総研大他研究科の学生から受講希望があっても開講しない場合があるので、履修にあたっては事前に必ず下記連絡先へ問い合わせること。

連絡先：高エネルギー加速器研究機構 研究協力課 大学院教育係 (kyodo2@mail.kek.jp)

・曜日・時限・教室等詳細については、要問合せ

※加速器科学専攻 茨城県つくば市大穂1-1