

講義 No.	講義名	講師
1-1	ハドロン加速器の歴史と展望	高山 健
ハドロン加速器の歴史はコックロフト加速器やバンデグラフ加速器の静電加速器から始まり、エネルギーが大きくなるに従って高周波を利用した線形や円形の共鳴加速器へと進化した。ハドロン加速器の基本構成は 1953 年の強収束原理の発見によって確立した。それ以降は高真空・超伝導・磁性体・パワー半導体等の基盤技術の進化、ビーム冷却と言った加速器技術上の特有な発明、加速されるビームの物理的認識の深化に伴って、加速されるビームのエネルギーと強度は、新たな加速器が建設される毎に向上し、エミッタンスに代表されるビーム特性の改善が進んで来た。そして現在、ハドロン加速器のフロンティアとして LHC の様な衝突型加速器が建設され、最大限のビームパワーを狙った J-PARC や SNS の加速器が存在する。講義ではこれらのハドロン加速器の進化を先ず概観する。そして、現代ハドロン加速器の原理的・技術的限界が何から決まっているのかを整理する。特に、単一電荷の粒子集団としての荷電粒子ビームが内包する古典物理上の制約が強調されると共に、これらの制約を回避しながら大強度を求める応用分野とそこでの加速器のあり得る形態等が簡単に紹介される。		
1-2, 2-2	超伝導陽子リニアック (1) (2)	大内伸夫
(1-2) 近年、核破砕パルス中性子源や加速器駆動核変換システムのドライバーとして超伝導陽子リニアックが注目されている。一般的に”超伝導”といえば電磁石を想像するが、ここでいう超伝導とは高周波ビーム加速のための加速空洞を超伝導化するものである。本講義では、超伝導陽子リニアックの特徴(経済性、技術的問題)、超伝導加速空洞の種類(楕円空洞、スポーク空洞等)、動作原理、製作方法について概説する。 (2-2) 本講義では超伝導陽子リニアックの具体的応用例について概説する。核破砕中性子源としては、米国の SNS では既に超伝導陽子リニアックが建設中であり、我が国の J-PARC では第2期計画で超伝導陽子リニアックを建設する予定である。加速器駆動核変換システムとしては、陽子ビームを未臨界炉に導入し原子炉からの使用済み燃料に含まれる長寿命の放射性廃棄物(主に超ウラン元素)を燃焼させるものであり、各国で精力的に R&D が実施されている。		
1-3, 2-3, 3-3,4-3	大強度陽子ビームの不安定性 (1) (2) (3) (4)	陳栄浩
この講義では加速器に関する初心者を対象に大強度陽子円形加速器におけるビーム不安定性とインピーダンスの基礎について学習する。まず円形加速器についての簡単なおさらいから話を始め、ウェイク場の概念、そのフーリエ変換であるインピーダンスを学習し、最後にそれらを使ってビーム不安定性の理論を勉強する。講義内容の性質上、数式が多用されるが、それらの持つ物理的意味合いや直感的な理解を確認しながら講義を進める。		
1-4	ニュートリノファクトリー (1) 概要	吉村浩司
ニュートリノファクトリーとは、大量のミューオンを加速して蓄積リングに入射し、その崩壊からの大強度ニュートリノビームを作り出す計画である。従来 のパイオン崩壊から得られるニュートリノビームに比べて桁違いの感度でニュートリノの振動パラメータを精査することが可能になる。ここでは、ニュートリノファクトリーの概要、(原理、意義)について解説する。		
2-1	高エネルギー陽子加速器施設における放射化と環境への影響	三浦太一
高エネルギー陽子加速器では、運転に伴い構成機器、シールド等が放射化し、メンテナンス時の作業員の被曝の原因となる。また放射化されたトンネル内空気や冷却水及び周辺土壌や地下水は、適切に管理されているとはいえその一部は環境中に放出される。陽子加速器における放射化の機構、放射化の評価方法、環境への影響について、高エネ研12GeV陽子加速器での現状とJ-PARCでの取り組みを中心に講義を行う。		

2-4	ニュートリノファクトリー（2）パイオン捕獲とミュオン冷却	吉田誠
ニュートリノファクトリーやその発展形として実現が期待されるミュオンコライダーでは、加速器で加速した陽子を標的に入射し生成したパイオンが崩壊してできるミュオンを利用する。大強度ミュオンビームを得るためには、標的から飛び出すパイオンをいかに捕獲するか依存し、ミュオンビームを加速器に入射するためにはビームの広がりを抑える(冷却する)必要がある。ミュオンは寿命が2マイクロ秒しかない不安定な粒子なので、これまで実現されたことのないイオン化冷却という手法を用いて冷却する必要がある。この講義ではパイ粒子の捕獲方法、およびミュオンビームのイオン化冷却法を紹介する。		
3-1, 3-2	IFMIF 計画-核融合炉材料開発のための大強度重陽子加速器（1）(2)	杉本昌義
第1部では、核融合材料の開発目標と、その中での IFMIF 計画の位置づけ・必要性・要求仕様・開発計画スケジュール等を中心に概説する。 第2部では、IFMIF の大強度重陽子加速器に関わる技術課題と開発の現状について、イオン源入射器、RFQ、DTL、代替案としての超伝導加速器、ビーム輸送整形の各要素技術に分けて詳しく解説する。		
3-4	ニュートリノファクトリー(3) ミュオン加速	森義治 町田慎二
ニュートリノファクトリー実現のためには、短寿命でしかもエミッタンスの大きなミュオンを、短時間に効率よく加速する必要がある。リニアック、非常に繰り返しの速いシンクロトロンなど、いくつかの候補について検討がなされたが、最近では FFAG(磁場固定型強集束)シンクロトロンがもっとも有望な加速器として注目されている。FFAG を用いれば、二次粒子として生成された縦横(longitudinal and transverse)ともに大きなエミッタンスを持つミュオンを、冷却することなく短時間に加速することができる。ミュオンを加速する FFAG として、より具体的には2つの方法が考えられている。1つは運動量によらずチューンを一定に保つように磁場勾配を選んだラティスであり、スケーリングタイプと呼ばれる。もう1つは、デイスパージョン関数を極端に小さく抑えたストレージリングとも言えるタイプで、通常の偏向電磁石と四極電磁石で構成されるがチューンは加速につれ大きく変化する。これらの特徴や克服すべき問題点を述べるとともに、ニュートリノファクトリーに必要な加速器の全体像を示す。		
4-1,4-2	陽子ビームの原子核変換応用(1)(2)	柴田徳思
核分裂性の物質へ中性子を入射すると連鎖反応が起こる。体系の構成により、未臨界、臨界、超臨界の体系となる。加速器を用いて中性子を入射する場合、未臨界の体系で連鎖反応を継続させることができるので、安全な体系で標的核を変換することが可能となる。この体系を用いてエネルギー増幅や超長半減期核種の変換が可能となる。		
4-4	ニュートリノファクトリー(4) 高強度・高輝度ミュオン源への応用	佐藤朗
ニュートリノファクトリーのフロントエンド技術を応用し、FFAG 加速器を用いた位相空間回転法により大強度かつ高輝度のミュオンビーム実現を目指す PRISM 計画が進められている。この計画概要と開発状況を紹介します。		