

2025 年度シラバス

科目分類/Subject Categories			
学部等/Faculty	/工 芸 学 部 : /School of Science and Technology	今年度開講/Availability	/有 : /Available
学域等/Field	/設 計 工 学 域 : /Academic Field of Engineering Design	年次/Year	/3 年次 : /3rd Year
課程等/Program	/電子システム工学課程・課程専門科目 : /Specialized Subjects for Undergraduate Program of Electronics	学期/Semester	/後学期 : /Second term
分類/Category	/ : /	曜日時限/Day & Period	/月 3 : /Mon.3

科目情報/Course Information				
時間割番号 /Timetable Number	12121301			
科目番号 /Course Number	12160041			
単位数/Credits	2			
授業形態 /Course Type	講義 : Lecture			
クラス/Class				
授業科目名 /Course Title	プラズマ工学 : Plasma Science and Technology			
担当教員名 / Instructor(s)	/比村 治彦 : HIMURA Haruhiko			
その他/Other	インターンシップ実施科目 Internship	国際科学技術コース提供科目 IGP	PBL 実施科目 Project Based Learning	DX 活用科目 ICT Usage in Learning
			○	○
	実務経験のある教員による科目 Practical Teacher			
科目ナンバリング /Numbering Code	B_EL3340			

授業の目的・概要 Objectives and Outline of the Course	
日	<p>プラズマとは自由に運動する正負の荷電粒子が共存する物質の状態である。太陽は中心付近で核融合反応を起こしているプラズマの塊であり、太陽系、銀河系、宇宙空間を満たす既知の物質の 99% 以上はプラズマ状態にあると考えられている。プラズマ中には高速で動く電子やイオンの運動エネルギーに加えて、紫外線や可視光などの光エネルギーや電磁波が存在しており、これらを利用して照明や通常の化学反応ではできない新物質を創ることもできる。また、カーボンニュートラルに込める一極集中型核融合発電炉の炉心も超高温プラズマである。本講義では、固体・液体・気体に次ぐ物質の第 4 の状態と言われているプラズマの基礎的事項と具体的応用例を論じる。</p>
英	<p>Plasmas occur pervasively in nature. Indeed, most of the known matter in the Universe is in the ionized state, and many naturally occurring plasmas, such as the surface regions of the Sun, interstellar gas clouds, and Earth's magnetosphere, exhibit distinctively plasma-dynamical phenomena arising from the effects of electric and magnetic forces. Plasma physics was developed both to provide an understanding of these naturally occurring plasmas and in furtherance of the quest for controlled nuclear fusion. Plasma science has now been used in a number of other practical applications, such as the etching of advanced semiconductor chips and the development of compact x-ray lasers. Many of the conceptual tools developed in the course of fundamental research on the plasma state, such as the theory of Hamiltonian chaos, have found wide application outside the plasma field.</p> <p>The aim of this class instructs undergraduate students on the basis of plasma physics and technology. Students should be prepared in electromagnetic theory, vectors, and vector calculus. Also, students should have some knowledge of thermodynamics and statistical mechanics, including the Maxwell-Boltzmann distribution.</p>

学習の到達目標 Learning Objectives	
日	<p>プラズマと先端科学技術との関わりについて知る.</p> <p>プラズマに特徴的な集団的振る舞いを理解する.</p> <p>電磁場中での荷電粒子の運動を理解する.</p> <p>プラズマの流体的取り扱いを理解する.</p>
英	<p>To learn about plasma and a relation with the leading edge of technology</p> <p>To learn collective phenomena of plasmas</p> <p>To learn motions of charged particles in various electromagnetic fields</p> <p>To learn the fluid description of plasmas</p>

学習目標の達成度の評価基準 / Fulfillment of Course Goals (JABEE 関連科目のみ)	
日	
英	

授業計画項目 Course Plan			
No.		項目 Topics	内容 Content
1	日	現代プラズマ科学とその展開	物質の第4の状態「プラズマ」とは、身の回りのプラズマから超高温プラズマを用いた核融合エネルギー開発まで.
	英	Modern Plasma Science and Applications	What's plasma?, plasma technology, nuclear fusion
2	日	物質がプラズマ状態になると集団運動が生じる (その1)	ノーベル賞受賞者ラングミュアーによるプラズマ振動の発見.
	英	Collective Phenomena (1)	Plasma frequency discovered by Langmuir
3	日	物質がプラズマ状態になると集団運動が生じる (その2)	侵入者を拒むプラズマたち -デバイ遮蔽-.
	英	Collective Phenomena (2)	Debye shielding
4	日	荷電粒子は磁力線を横切るドリフト運動を行うことができる (その1)	荷電粒子のラーマー運動、サイクロトロン周波数の復習、旋回中心 (ガイディングセンター) とそのドリフト.
	英	Drift Motion of Charged-particle (1)	Gyro-motion, Cyclotron frequency, Guiding-center drift
5	日	荷電粒子は磁力線を横切るドリフト運動を行うことができる (その2)	ExB ドリフト.
	英	Drift Motion of Charged-particle (2)	Drift Motion of Charged-particle (2)
6	日	ラーマー運動を行っている荷電粒子が磁力線に沿って反射して戻ってくることもある	ミラー反射.
	英	Magnetic Mirror	Reflection of charged particles from the magnetic mirror
7	日	磁場中に閉じ込められた荷電粒子が持つ保存量について	周期運動に対するアクション (作用) の保存、断熱不変量の導出.
	英	Adiabatic Invariants	Action, magnetic moment
8	日	中間試験	第7回までの履修内容に関する筆記試験を行う.
	英	Mid-term Examination	Mid-term examination
9	日	荷電粒子の集まりであるプラズマを流体として取り扱う考え方の基礎	粒子集団と分布関数、微視的諸量と巨視的平均量、Vlasov 方程式、Maxwell 分布.
	英	Plasmas as Fluids (1)	What's fluid?, Distribution function, Vlasov equation, Maxwell distribution
10	日	流体諸量の導出方法	数学でいう所の期待値が流体諸量の値.
	英	Plasmas as Fluids (2)	Derivation of the fluid quantities
11	日	6次元の位相空間という考え方の導入	位相空間とは、位相空間内での保存.

	英	Phase Space	Six coordinates, Conservation in the phase space
12	日	電磁流体近似	速度空間での積分, イオン流体、電子流体方程式.
	英	Approximation to Magneto Fluid	Derivation of fluid equations from the Liouville equation
13	日	プラズマを電荷をもたないが電流を流すという考え方	1 流体 MHD プラズマの運動方程式.
	英	Definition of Single-fluid MHD Plasma	Charge neutral, Plasma current
14	日	1 流体 MHD プラズマの力学的平衡状態	平衡方程式の導出, フォースフリー配位.
	英	Equilibrium of Single-fluid MHD	MHD equilibrium equations, The beta value, Force-free equilibria
15	日	まとめ	本講義をまとめと発展を論じる.
	英	Summary	Summary of this lecture

履修条件 Prerequisite(s)

日	力学, 電磁気学, 電子システム数理基礎論, 熱統計力学を履修済みであることが望ましい.
英	It is desirable that the mechanics, electromagnetism, mathematical physics, and statistical mechanics have been pre-studied before taking this class.

授業時間外学習（予習・復習等）

Required study time, Preparation and review

日	結果の暗記だけでなく, その結果に至るまでの過程も重視して講義を行います.
英	In this lecture, I will emphasize how the final results are derived from physical basic processes.

教科書／参考書 Textbooks/Reference Books

日	教科書:「プラズマエレクトロニクス」(菅井秀郎著、オーム社), 参考書:「プラズマ入門」(川田重夫著、森北出版),「プラズマ物理学」(東辻浩夫、朝倉書店),「プラズマ物理・核融合」(宮本健郎、東京大学出版会) / その他, 講義中に紹介します.
英	Introduction to plasma physics, R. J. Goldston and P. H. Rutherford (IOP Publishing Ltd.)

成績評価の方法及び基準 Grading Policy

日	試験(70%), レポート(30%)により成績評価を行います.
英	Examination(70%), and Homework(30%)

留意事項等 Point to consider

日	
英	Lectures are given in person along with online.