

2026 年度シラバス

科目分類/Subject Categories			
学部等/Faculty	/大学院工芸科学研究科（博士前期課程）/大学院工芸科学研究科（博士前期課程）： /Graduate School of Science and Technology (Master's Programs)/Graduate School of Science and Technology (Master's Programs)	今年度開講/Availability	/有/有 : /Available/Available
学域等/Field	/物質・材料科学域/物質・材料科学域： /Academic Field of Materials Science/Academic Field of Materials Science	年次/Year	/1～2年次/1～2年次 : /1st through 2nd Year/1st through 2nd Year
課程等/Program	/材料創製化学専攻/材料制御化学専攻： /Master's Program of Innovative Materials/Master's Program of Material's Properties Control	学期/Semester	/春学期/春学期 : /Spring term/Spring term
分類/Category	/授業科目/授業科目 : /Courses/Courses	曜日時限/Day & Period	/集中 : /Intensive

科目情報/Course Information				
時間割番号 /Timetable Number	61601201			
科目番号 /Course Number	61660060			
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	高分子設計学 : Polymer Design Engineering			
担当教員名 / Instructor(s)	/神林 直哉/加藤 和明 : KANBAYASHI Naoya/KATO Kazuaki/			
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				

授業の目的・概要 Objectives and Outline of the Course	
日	巧みに高次構造を形成して機能を発現する天然高分子に対し、合成高分子では、天然高分子とは異なる機能や材料物性を設計することが可能である。本講義では、高分子の一次構造設計から二次構造の制御、さらに超分子的な高次構造、マクロな材料物性の設計に至るまでを、最新の研究例を交えながら概説する。これにより、三大材料の一つであるポリマーに特有の設計指針とその考え方を理解することを目的とする。
英	While natural polymers elegantly form higher-order structures to express their functions, synthetic polymers offer the ability to design functions and material properties distinct from those of their natural counterparts. This course provides an overview of polymer design, spanning from primary structure design and secondary structure control to supramolecular higher-order structures and macroscopic material properties, incorporating recent research examples. The aim is to develop an understanding of the design principles and underlying concepts unique to polymers—one of the three major classes of materials.

学習の到達目標 Learning Objectives

日	<p>高分子合成手法の基本原則を理解し、それぞれの手法によって可能となる構造制御の特徴を説明できる。</p> <p>高分子の主鎖設計に基づき、二次構造および階層構造の制御を通じた機能発現の基本的な考え方を理解する。</p> <p>低分子と異なり分子がひも状であることが、高分子材料物性に与える効果を説明できる。</p> <p>超分子化学に基づく重合様式で得られた非共有結合性の高分子材料の特徴を説明できる。</p>
英	<p>Understand the fundamental principles of polymer synthesis methods, and explain the characteristics of structural control enabled by each method.</p> <p>Based on the design of polymer main chains, explain the design principles for achieving functional expression through control of secondary structures and hierarchical structures.</p> <p>Ability to explain how the chain-like molecular architecture of polymers, in contrast to low-molecular-weight compounds, influences their material properties.</p> <p>Ability to explain the characteristics of noncovalently bonded polymeric materials obtained through supramolecular polymerization approaches.</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	高分子設計の基本概念	一次構造（主鎖構造、立体規則性、分子量）が高分子の構造および機能を規定することを概説し、高分子設計の基本的な考え方を導入する。
	英	Fundamentals of Polymer Design	The importance of primary structure (main-chain structure, tacticity, and molecular weight) in determining polymer structures and functions is introduced, and the basic concepts of polymer design are discussed.
2	日	連鎖重合と分子量・立体構造制御	ラジカル・イオン・配位重合の基本原則を説明し、分子量、分子量分布、立体規則性などの構造制御の特徴と限界を理解する。
	英	Chain Polymerization and Molecular Structure Control	The fundamental principles of radical, ionic, and coordination polymerization are explained, with emphasis on the control and limitations of molecular weight, molecular weight distribution, and stereoregularity.
3	日	精密重合と分子構造設計	リビング重合を中心に、分子量制御、ブロック・グラフト構造などの精密な分子構造設計手法を理解する
	英	Precision Polymerization and Molecular Design	Living polymerization methods are introduced, and strategies for precise molecular design, including molecular weight control and block/graft architectures, are discussed.
4	日	主鎖構造設計と多様な重合法	逐次重合、開環重合、カップリング重合などを通じて主鎖構造設計の多様性を理解し、金属触媒を用いた新奇高分子合成についても概説する。
	英	Main-Chain Design and Diverse Polymerization Methods	Various polymerization methods, including step-growth polymerization, ring-opening polymerization, and coupling polymerization, are discussed in the context of main-chain design. Recent examples of novel polymer synthesis using metal catalysts are also in
5	日	主鎖設計と二次構造	主鎖構造、剛直性、キラリティに基づく二次構造形成（らせん構造）を理解し、一次構造と分子形態の関係を議論する。
	英	Main-Chain Design and Secondary Structures	Main-Chain Design and Secondary Structures
6	日	一次構造設計と階層構造形成	高分子の一次構造設計が、二次構造から階層構造に至るまでの構造形成に与える影響を理解する。
	英	Primary Structure Design and Hierarchical Structure Formation	How primary structure design governs the formation and transformation of secondary, tertiary, and hierarchical structures is discussed, emphasizing the continuity of structure formation across different length scales.
7	日	高分子編集と構造設計の拡張	重合後変換や高分子編集、新奇重合法を通じて、構造設計の拡張とその可能性について概説する
	英	Polymer Editing and	Post-polymerization modification, polymer editing, and emerging polymerization

		Expansion of Structural Design	techniques are introduced, highlighting the expansion of structural design.
8	日	高分子材料の構造と物性	低分子には見られない高分子特有のからみ合いが材料物性に与える効果を理解する。
	英	Structure and Properties of Polymeric Materials	An overview of how polymer-specific features—particularly chain entanglements not found in low-molecular-weight systems—govern the mechanical and physical properties of polymeric materials
9	日	非共有結合を用いた新たな重合様式	モノマー間を非共有結合で連結したポリマーとその材料物性について概説する。
	英	Polymerization via Noncovalent Interactions	An overview of polymers formed through noncovalent linkages between monomers and the resulting material properties.
10	日	超分子化学とホストゲスト化学	近年高分子材料の設計に影響を与えている超分子化学と包接現象について概説する。
	英	Supramolecular Chemistry and Host-Guest Systems	An introduction to supramolecular chemistry and inclusion phenomena, and their roles in the design of modern polymeric materials.
11	日	超分子化学と高分子材料化学の融合	ゲスト高分子の包接による環状モノマーの“重合”とその架橋により得られるエラストマーの力学特性について概説する。
	英	Integration of Supramolecular and Polymer Chemistry	Supramolecular “polymerization” of cyclic monomers via inclusion of guest polymers and the mechanical properties of the resulting crosslinked elastomers.
12	日	分子形状による普遍性と分子構造による多様性	新たな形を持った高分子群であっても微細な分子構造の違いが物性に強く影響することを理解する。
	英	Universality of Molecular Shape and Diversity of Molecular Structure	The influence of subtle differences in molecular structure on material properties, even among polymers sharing similar overall molecular shapes.
13	日	高分子樹脂の力学物性	エラストマーとは異なるガラスおよび結晶状態の樹脂の変形と破壊について概説する。
	英	Mechanical Properties of Polymeric Resins	Deformation and fracture behavior of polymeric resins in glassy and crystalline states, in contrast to elastomers.
14	日	超分子化学に基づく高分子樹脂の設計	分子間相互作用や包接を用いた高分子樹脂材料の力学物性制御について紹介する。
	英	Design of Polymeric Resins Based on Supramolecular Chemistry	Control of mechanical properties in polymeric resins through intermolecular interactions and inclusion-based design strategies.
15	日	総括	まとめ
	英	Summary	Summary

履修条件 Prerequisite(s)	
日	
英	

授業時間外学習（予習・復習等） Required study time, Preparation and review	
日	・講義中に受講にふさわしくない態度・行為（スマートフォンの使用なども含む）をとった者は退室させるので、あらかじめ了解しておくこと。
英	Those who behave in an unacceptable manner (including the use of smart phones) during the lecture will be asked to leave the room.

教科書／参考書 Textbooks/Reference Books	
日	講義の中で十分な説明を行います。下記の図書が参考になります。基礎高分子科学（東京化学同人）、精密重合が拓く高分子合成：高度な制御と進む実用化（化学同人）、高分子の構造と物性（講談社）、Principles and Methods in Supramolecular Chemistry (WILEY)。
英	See Japanese

成績評価の方法及び基準 Grading Policy	
日	原則として期末試験。出席やレポート等の結果を考慮する場合もある。

英	In principle, a final examination. The results of attendance, reports, etc. may be taken into consideration.
---	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------

留意事項等 Point to consider	
日	
英	