

## 2026 年度シラバス

| 科目分類/Subject Categories |  |                    |                                |
|-------------------------|--|--------------------|--------------------------------|
| 学部等/Faculty             | /大学院工学科学研究科（博士後期課程）：<br>/Graduate School of Science and Technology (Doctoral Programs) | 今年度開講/Availability | /有 : /Available                |
| 学域等/Field               | /物質・材料科学域 : /Academic Field of Materials Science                                       | 年次/Year            | /1～3年次 : /1st through 3rd Year |
| 課程等/Program             | /物質・材料化学専攻 : /Doctoral Program of Materials Chemistry                                  | 学期/Semester        | /春学期 : /Spring term            |
| 分類/Category             | /授業科目 : /Courses   | 曜日時限/Day & Period  | /木 1 : /Thu.1                  |

| 科目情報/Course Information     |  |                        |                                     |                                   |
|-----------------------------|--|------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| 時間割番号<br>/Timetable Number  | 81304101   |                        |                                     |                                   |
| 科目番号<br>/Course Number      | 81360005   |                        |                                     |                                   |
| 単位数/Credits                 | 2  |                        |                                     |                                   |
| 授業形態<br>/Course Type        | 講義 : Lecture   |                        |                                     |                                   |
| クラス/Class                   |  |                        |                                     |                                   |
| 授業科目名<br>/Course Title      | 制御分子構造学 : Structure and Regulatory Function of Molecules |                        |                                     |                                   |
| 担当教員名<br>/ Instructor(s)    | /金折 賢二 : /KANAORI Kenji                                  |                        |                                     |                                   |
| その他/Other                   | インターンシップ実施<br>科目 /Internship                             | 国際科学技術コース提供<br>科目 /IGP | PBL 実施科目 /Project<br>Based Learning | DX 活用科目<br>/ICT Usage in Learning |
|                             |  | ○                      |                                     |                                   |
|                             | 実務経験のある教員による<br>科目 /Practical Teacher                    |                        |                                     |                                   |
| 科目ナンバリング<br>/Numbering Code |  |                        |                                     |                                   |

| 授業の目的・概要 /Objectives and Outline of the Course |  |
|--|--|
| 日  | 生体分子工学分野における分光学的な方法論と基礎理論を概説する。生体高分子の構造・機能解析に欠かせない磁気共鳴（ESR および NMR）分光法について基礎から学ぶ。NMR 分光法については、ペプチド、タンパク質、核酸のシグナルの同定法、さらに、構造情報を得る段階までを概説する。   |
| 英  | In biomolecular technology field, it is important to investigate mechanism and regulation of chemical reaction at an atomic level. ESR and NMR spectroscopy are indispensable for the investigation for the structure and function of biomolecules. The objectives of this lecture are to study the magnetic resonance spectroscopy from basic principle (spin hamiltonian) to broad their applications. For NMR spectroscopy, the sequential assignment methods for peptide, protein, nucleic acids are described, followed by the structure determination. |

| 学習の到達目標 /Learning Objectives |  |
|------------------------------|--|
| 日                            | 磁気共鳴の原理を理解し、生体関連分子について応用する。<br>一次元および二次元 NMR スペクトルの原理を学び、スペクトルを解析できる。  |
| 英                            | Understand the principles of magnetic resonance and apply it to biologically relevant molecules.<br>learn the principles of one-dimensional and two-dimensional NMR spectroscopy and be able to analyze spectra. |

| 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 | 核磁気共鳴法の原理 (1)   | 電子スピンと核スピンと磁場との相互作用を理解する。  |
|     | 英 | Principles of nuclear magnetic resonance method (1)   | Understand the interaction between electron spins, nuclear spins, and magnetic fields.                     |
| 2   | 日 | 核磁気共鳴法の原理 (2)   | パルス-フーリエ変換NMRについて Product Operator を基礎に解説する。   |
|     | 英 | Principles of nuclear magnetic resonance method (2)   | Pulse-Fourier transform NMR will be explained based on the product operator.                               |
| 3   | 日 | 核磁気共鳴法の原理 (3)   | 緩和測定を例にとって Product Operator を解説する。   |
|     | 英 | Principles of nuclear magnetic resonance method (3)   | We will explain the Product Operator using relaxation measurements as an example.                          |
| 4   | 日 | 二次元NMRの原理 (1)   | 基本的な二次元NMRの Product Operator を解説する。  |
|     | 英 | Principle of 2D NMR (1)                               | Explain the basic 2D NMR Product Operator.   |
| 5   | 日 | 二次元NMRの原理 (2)   | C O S Y を例にとって同核二次元NMRの Product Operator を解説する。  |
|     | 英 | Principle of 2D NMR (2)                               | Principle of 2D NMR (2)  |
| 6   | 日 | 二次元NMRの原理 (3)   | HMQC, HMBC を例にとって異核二次元NMRの Product Operator を解説する。   |
|     | 英 | Principle of 2D NMR (3)                               | We will explain the product operator of heteronuclear two-dimensional NMR using HMQC and HMBC as examples. |
| 7   | 日 | 二次元NMRの原理 (4)   | NOESY について解説する。  |
|     | 英 | Principle of 2D NMR (4)                               | Explain NOESY spectroscopy.  |
| 8   | 日 | 生体関連分子の NMR スペクトル                                     | 生体高分子 (タンパク質、核酸) の単量体の NMR スペクトルについて説明する   |
|     | 英 | NMR spectra of bio-related molecules                  | Explain the NMR spectra of monomers of biopolymers (proteins, nucleic acids)                               |
| 9   | 日 | ペプチドの NMR スペクトルの解析 (1)                                | ペプチドの構造と NMR スペクトルの COSY スペクトルについて解説する   |
|     | 英 | Analysis of NMR spectra of peptides (1)               | Explain the structure of peptides and the COSY spectrum.   |
| 10  | 日 | ペプチドの NMR スペクトルの解析 (2)                                | ペプチドの NOESY スペクトルを用いて連鎖帰属法を説明する  |
|     | 英 | Analysis of NMR spectra of peptides (2)               | Explain the sequential assignment method using the NOESY spectrum of peptides.                             |
| 11  | 日 | ペプチドの NMR スペクトルの解析 (3)                                | ペプチドの NMR スペクトルを実際に解析する  |
|     | 英 | Analysis of NMR spectra of peptides (3)               | Actual analysis of NOESY spectrum of a peptide.  |
| 12  | 日 | 核酸オリゴマーの NMR スペクトルの解析 (1)                             | 核酸の構造と NMR スペクトルの COSY スペクトルについて解説する   |
|     | 英 | Analysis of NMR spectra of nucleic acid oligomers (1) | Explain the structure of nucleic acids and the COSY spectrum.  |
| 13  | 日 | 核酸オリゴマーの NMR スペクトルの解析 (2)                             | 核酸の NOESY スペクトルを用いて連鎖帰属法を説明する  |
|     | 英 | Analysis of NMR spectra of nucleic acid oligomers (2) | Explain the sequential assignment method using NOESY spectrum.   |
| 14  | 日 | 核酸オリゴマーの NMR スペクトルの解析 (3)                             | 核酸オリゴマーの NMR スペクトルを実際に解析する   |
|     | 英 | Analysis of NMR spectra of nucleic acid oligomers (3) | Actual analysis of NOESY spectrum of a DNA oligomer.   |
| 15  | 日 | 生体関連物質の NMR スペクトル                                     | タンパク質、核酸の構造の解析法について説明する  |
|     | 英 | NMR spectroscopy of bio-molecules                     | Analyze the NMR spectrum of proteins and nucleic acids.  |

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 | 授業の指示は moodle を使用する。            |
| 英 | lesson instruction uses moodle. |

**教科書／参考書 /Textbooks/Reference Books**

|   |  |
|---|--|
| 日 | (参考書)「有機化合物のスペクトルによる同定法(第8版)」(Silverstein, Webster 著、東京化学同人)<br>(参考書)「タンパク質と核酸の NMR: 二次元 NMR による構造解析」(Kurt Wuthrich (著), 京極 好正 (翻訳), 小林 祐次 (翻訳)、東京化学同人)<br>(参考書)「量子化学 基礎から応用まで」講談社 78-4-06-513330-9                |
| 英 | (Reference book)「Spectrometric identification of organic compounds」Robert M. Silverstein, Francis X. Webster, David Kiemle<br>(Reference book)「NMR of Proteins and Nucleic Acids」Kurt Wuthrich, Wiley-Interscience |

**成績評価の方法及び基準 /Grading Policy**

|   |  |
|---|--|
| 日 | レポートにより評価する。60 点以上を合格とする。  |
| 英 | Performance evaluation of this course will be conducted by reporting. Students who acquire more than 60 points in the exams are regarded as having passed. |

**留意事項等 /Point to consider**

|   |   |
|---|---|
| 日 | moodle を参照すること。レポートは、文章を引用する際は、引用箇所が明確にわかるようにし、出典を記載すること。度を越えた引用は慎むこと。引用部分は誤字を含めて改変しないこと。<br>他人が作成したレポートを自分が作成したとして提出しないこと  |
| 英 | Refer to moodle and check your university email address. When quoting text in a report, make sure to clearly identify the quotation and include the source. Avoid excessive quotation. Do not modify the quoted parts, including any typographical errors.<br>Do not submit a report created by someone else as your own. |