

|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |      |        |       |        |        |                                                                       |  |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--------|-------|--------|--------|-----------------------------------------------------------------------|--|
| 登録コード            | F3C22630                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 開講年度 | 2026   |       |        |        |                                                                       |  |
| 授業科目             | ソフトマテリアル物性論                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |      |        |       |        | 担当教員   | 佐藤 高彰                                                                 |  |
| 英文授業名            | Soft Condensed Matter Physics                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |      |        |       |        | 副担当    |                                                                       |  |
| 単位数              | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 講義期間 | 後期(前半) | 曜日・時限 | 火曜・1時限 | 対象学生   | 化学・材料学科3年                                                             |  |
| 講義室              | 織総研棟ミートン館1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |      |        | 授業形態  | 講義     | 遠隔授業科目 |                                                                       |  |
| 備考               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |      |        |       |        |        |                                                                       |  |
| 信大コンピテンシー        | 該当                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |      |        |       |        |        |                                                                       |  |
| (1)授業の達成目標       | 授業で得られる「学位授与の方針」要素                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |      |        |       |        | ⇔      | 【授業の達成目標】                                                             |  |
|                  | 2 2 Fカリ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |      |        |       |        | ⇔      | 将来の研究開発で扱う（特に）柔らかい物質系の性質を、散乱・分光測定や熱力学的考察の立場から理解し、自立的に役立てることができるようになる。 |  |
|                  | 【2022年度以前カリキュラム対象】自立した研究者・技術者として行動する能力                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |      |        |       |        |        |                                                                       |  |
|                  | 2 4 Fカリ・化学材料，2 3 Fカリ・化学材料                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |      |        |       |        |        |                                                                       |  |
|                  | 【2023年度以降カリキュラム対象】共通教育による幅広い教養と、化学・材料に関する基礎科学を理解できる能力                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |      |        |       |        |        |                                                                       |  |
|                  | 【2023年度以降カリキュラム対象】化学・材料に関して、実験方法を理解し、専門的に解析および考察できる能力                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |      |        |       |        |        |                                                                       |  |
| (2)授業で学べる「テーマ」   | その他                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |      |        |       |        |        |                                                                       |  |
| (3)全学横断特別教育プログラム |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |      |        |       |        |        |                                                                       |  |
| (4)授業の概要         | 化学工学分野の移動現象の項目でも扱う「拡散現象」は物理化学分野でも最重要トピックスの1つです。ここで扱うランダムウォークやガウス関数の概念は、溶液中の高分子鎖の構造やゲルの網目の捉え方にも深く関係します。溶液中で疎水性分子や疎水基が会合するのは何故か？を熱力学の自由エネルギーの概念を使って考えます。熱力学を十分理解していれば、疎水性水和や疎水性相互作用と呼ばれる現象を、エントロピー損とエンタルピー得によって決まる自由エネルギー変化の問題として扱えます。これらは、水と油が混ざらない理由、温度応答性高分子溶液の相分離、蛋白質のフォールディングや、両親媒性分子の自己組織化にも関係します。本講義のハイライトとして、液体構造について学びます。結晶のような長距離的な規則構造を持たない液体やソフトマテリアルをどう捉えるのか？についての考え方を習得します。具体的には二体相関という概念の話をします。これにより、分子液体や溶液の構造、溶液中のランダムコイルの構造、コロイド粒子間の相互作用などを1本の視点で見渡すことができます。また、このような空間的・時間的な密度揺らぎを捉える実験手法を概観します。 |      |        |       |        |        |                                                                       |  |
| (5)授業計画          | この講義は100分授業で実施する。<br>第1回 分布関数の性質と速度分布関数<br>第2回 拡散方程式の導出と拡散係数の物理的意味<br>第3回 ランジェバン方程式とアインシュタインの揺動散逸定理：拡散現象への理解をさらに深める<br>第4回 熱力学と統計力学の接点：自由エネルギーの観点から見た水中での疎水性分子や疎水基の会合傾向<br>第5回 二体相関の概念1：結晶のような規則構造が無い液体構造をどう捉えるか？<br>第6回 二体相関の概念2：溶液中の高分子の構造をどう捉えるか？<br>第7回 空間的・時間的な密度揺らぎを捉える実験手法の概観<br>第8回 期末試験                                                                                                                                                                                                                 |      |        |       |        |        |                                                                       |  |
| (6)成績評価の方法       | 課題30% 期末テスト70%<br>各範囲で次の到達度を重視する。<br>1) 分布関数の性質や拡散現象の物理化学的な意味を理解し、説明できること。<br>2) 自由エネルギーの概念を使って、疎水性分子の水中での会合傾向を熱力学の言葉で説明できること。<br>3) 二体相関の概念を理解し、液体やソフトマテリアルのような長距離規則構造を持たない物質の構造を記述する方法を理解し、説明できること。<br>4) 空間的・時間的な密度揺らぎ、すなわち構造とダイナミクスの実験手法の基礎を概観し、説明出来ること。                                                                                                                                                                                                                                                     |      |        |       |        |        |                                                                       |  |
| (7)成績評価の基準       | 秀（S）：授業の達成目標の水準から見て卓越している。<br>概ね上記平均点が90点以上。<br>優（A）：授業の達成目標の水準よりかなり上にある。<br>概ね上記平均点が80点以上90点未満。<br>良（B）：授業の達成目標の水準よりやや上にある。<br>概ね上記平均点が70点以上80点未満。<br>可（C）：授業の達成目標の水準にある。<br>概ね上記平均点が60点以上70点未満。<br>不可（D）：授業の達成目標の水準よりやや下にある。<br>概ね上記平均点が50点以上60点未満。<br>不可（F）：授業の達成目標の水準にない。<br>概ね上記平均点が50点未満。                                                                                                                                                                                                                  |      |        |       |        |        |                                                                       |  |
| (8)事前事後学習の内容     | 結晶的な規則的な構造を持たない液体やソフトマテリアルの構造と物性は、熱力学・統計力学・移動現象・物性計測法など広範な学術分野に関わる問題である。これらを理解することは、様々な現象の理解に役立つが、一見すると、捉えどころが無いように感じるかもしれない。本講義では、これを明確に捉え、記述する方法を解説する。この問題を打破するような講義を目指すが、各回の理解度を自主学習で                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |      |        |       |        |        |                                                                       |  |

|               |                                                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (8)事前事後学習の内容  | 自己チェックして積み上げていく必要がある。なお、この授業は45時間の学修を必要とする内容です。従って、15時間以上の時間外学習が必要となります。                                                                                                                                                                                          |
| (9)履修上の注意     | 分子機能創成プログラムの中の1科目として開講する。これまでの共通科目で習得してきた重要事項の復習にも適宜触れながら講義を行う。とはいえ、前回に習った内容を前提として次回の講義が展開されるため、特に、復習を行うことは必須と考えること。将来の研究活動におおいに役立ててもらうことを本講義の目標としており、内容理解と同時に知識の定着が重要である。必ずノートを取る。耳から目から情報を取り入れ、実際に手を動かすことにより理解が深まる。教科書や講義内容を漫然と眺めるだけでは使える知識として身につかないことを念頭に置くこと。 |
| (10)質問,相談への対応 | 随時、メール等で受けつける。オンラインで質問に答える機会なども必要に応じて設ける。<br>takaakis@shinshu-u.ac.jp                                                                                                                                                                                             |
| (11)学生へのメッセージ | 結晶のような長距離的な規則構造を持たない分子液体・コロイド分散液・高分子溶液などの構造や物性をどのように捉え、理解すればよいのか？この考え方や概念は、化学・物理・生物などの関連分野で重要な基礎となります。特に、ミクロな物性に興味があり、将来、物理化学分野の研究を行う者は習得する意義が高い内容と難易度の科目設定を行っています。物理や数学がやや苦手と思っている学生も、積極的にチャレンジするように努めて下さい。                                                      |
| (12)その他       |                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 【教科書】         | 特に指定しない。                                                                                                                                                                                                                                                          |
| 【参考書】         |                                                                                                                                                                                                                                                                   |