

科目ナンバリング		U-LAS12 20008 LJ57									
授業科目名 <英訳>		やわらかな物理学－物質と生命の本質を探る Soft Matter Physics: From Condensed Matter to Life				担当者所属 職名・氏名		理学研究科 講師 市川 正敏 理学研究科 教授 山本 潤 理学研究科 教授 角五 彰 理学研究科 准教授 荒木 武昭 理学研究科 准教授 川又 生吹 理学研究科 助教 柳島 大輝 理学研究科 助教 谷 茉莉			
群	自然科学科目群			分野(分類)		物理学(発展)			使用言語	日本語	
旧群	B群	単位数	2単位		週コマ数	1コマ		授業形態	講義（対面授業科目）		
開講年度・ 開講期	2025・後期		曜時限	木5			配当学年	主として1回生		対象学生	理系向
[授業の概要・目的]											
液晶・高分子・ゲルといったソフトマターからアクティブマター・生体分子・生体構造まで、身近で「やわらか」な物質が、どのように形作られ、その機能を発現しているか？ 物理学的な視点から理解しようとする新しい試みを、7人の教員によるリレー形式で講義します。											
[到達目標]											
様々な事例や実験などの紹介を通じて、ソフトマターやアクティブマター、生体分子などの構造形成や物性発現のメカニズムを物理的な観点に立って理解するために必要な知識と考え方を習得することを目標とする。基礎学問的な講義に並んで、現実の自然界や人工的な工業製品、生物の構造や機能といった様々な物質群に多数存在するソフトマターの特徴を理解することで、自然科学への好奇心を養う。											
[授業計画と内容]											
山本（2～3回）液晶・高分子・界面活性剤、エマルジョン、コロイド、ゲル・ゴム、生体物質などは、やわらかな物質（ソフトマター）とよばれ、生体構造から食品、医薬品、化粧品、あるいはポリ袋・ケース、建築材、ペイント、防・免振剤、さらには飛行機の構造材に至るまで、身の回りの至る所に存在して、高い機能性を発揮している。ソフトマターの最大の特徴は、ナノからマクロまでのスケールにある多種多様な階層構造と、分子運動から巨視的な流体運動にまたがる広いダイナミクス（運動性）である。このようなソフトマターを、物理的な視点に立って理解しようとする学問が、ソフトマター物理であり、本講義ではソフトマターの基本的な物理現象を、分かりやすい実例とともに紹介する。											
角五（2～3回）「アクティブマター」は、それ自身に化学物質や光などに蓄えられているエネルギーを力学的な仕事に変換し、自律的に運動する機構を有した物質系の総称である。自発的に運動を発現するという点で既存の物質とは一線を画する。アクティブマターの身近な例としては、生体システムが挙げられる。細胞を構成する分子モーター群や、細胞の集合体である組織、さらに生物個体や個体群などのシステムに見られるように、スケールに依存しない効率の良いエネルギー変換機構を有し、自己修復性や環境応答性などの従来のマテリアルにはない機能が創発する。本講義ではアクティブマターの実例を紹介しながら、その振る舞いや機能について解説する。											
荒木（2～3回）ソフトマターを構成する物質は複雑な分子構造を持っていることが多いが、それらを簡単な形に置き換えて考えることで、その物理的挙動を理解することができる。例えば、液晶は棒状、コロイドは球、高分子はひもとみなすことにより、大きく理解が進んだ。本講義では、ソフトマターの構成要素の形に着目し、理論的なアプローチからソフトマター物理に関する理解を深めたい。											
----- やわらかな物理学－物質と生命の本質を探る(2)へ続く↓↓↓											

やわらかな物理学－物質と生命の本質を探る(2)

川又（２～３回）「生体分子システム」生物では多様な生体分子が協調動作することで、パターン形成や概日リズムなどの様々な現象をシステムとして引き起こす。複数の生体分子が相互作用をして、単一の分子だけでは実現できないような、分子のスケールを超えたマクロな機能を達成していると言える。そのような生体分子からシステムへのスケールアップに働く仕組みについて取り上げる。さらにその物理に基づき、生物を模倣するような人工の生体分子システムを作製する方法論について、例を用いながら紹介する。

市川（２～３回）やわらかな物質系から生命という現象が如何にして構成されているのだろうか。講義では生体物質の物理や生体システムの数理などの具体例を挙げつつ、シンプルな数理の視点で生命現象を理解していくアプローチを学ぶ。

柳島（１～２回）コロイド分散系とは微粒子を液体に分散させた物質系の総称であり、食品、医薬品、塗料、建築材料等、様々な工業応用が見られる。粒子間相互作用が等方的かつ表記しやすいため、物性物理学の研究においても結晶形成、ガラス転移、ゲル化等の基礎的な現象のメカニズムが議論できる有用な「モデル系」として幅広く利用されてきた。近年はモデル系と非理想系の相違点に着目することで粉体系等の非線形粘弾性の理解等へも応用範囲が広がりつつある。本授業では主に剛体球の結晶化の研究に注目しながら、コロイドモデルの歴史と今後の展望について紹介する。

谷（１～２回）「アクティブソフトマター」薄いシートや細長いひもは、同じ材質の塊に比べて、小さな力で大きく変形する。このような「やわらかい」構造は、生物・非生物において、サイズに依らず普遍的に見られ、その変形や動きは時にシンプルな実験と理論から説明できることもある。さらに、ソフトロボットや生物の構造・生存戦略理解などへの発展可能性から、近年アクティブな変形や運動が注目されている。いくつかの例を題材にこれらを紹介する。

授業回数はフィードバックを含め全１５回とする。

[履修要件]

理系１回生向けの講義であるが、物理学、化学、生物学、医学などの境界分野に興味を持った２回生以上の入門的な勉強にも適している。

[成績評価の方法・観点]

リレー形式の講義なので講義の聴講を前提とする。講義における平常点（５０％）（出席と講義中に出す小レポート（感想文など）の採点）、およびレポートの総合点（５０％）で成績評価する。

[教科書]

使用しない

[授業外学修（予習・復習）等]

講義にしっかり出席し、講義後に出されるレポートを通じて、得られた知識を整理して、しっかりと身につける。

[その他（オフィスアワー等）]

KULASIS, PandAを通じて講義の情報や課題の提出・採点、教員との相互連絡を行う。