

物性の科学

(2 単位)

共通 > A 群/共通教養・副専攻科目 > 第 4 分野「技術」

1 年、2 年、3 年、4 年 後期

[県内大学等単位互換制度] 週間授業

熊倉 光孝 (kumakura@apphy.u-fukui.ac.jp、総合研究棟 I 東 3F、火
12 : 00 ~ 13 : 00)

■授業概要

物質の性質（物性）を決定する重要な要素は、その物質を構成する多数の原子・分子・電子が作り出す集団の構造・秩序である。ある物性が現れる理由を理解したり、新規物質の性質を予測して応用につなげるためには、この物質の構造形成を支配する原理や物理法則を身に付けることが必要である。この授業では、それらの概要を理解するため、初歩的な熱統計力学や量子力学などの概略を横断的に学び、物質の構造・秩序形成の原理と温度変化によるその変化を理解する。

■到達目標

- ・熱力学・統計力学の初歩的な概念を説明できる
- ・熱力学・統計力学で扱われる物理量と法則を使って、どのように物質の秩序、構造が決まるのかを述べるができる
- ・量子力学の初歩的な概念を説明できる
- ・量子力学と古典物理学の相違を例を挙げて述べるができる
- ・量子力学特有の現象を、具体的に挙げて、理由とともに説明できる
- ・量子力学が物性の理解に必要な理由を説明できる

■授業内容

第 I 部では、多数個の原子・分子が集まって構成された気体や固体などの巨視的な物質の”構造・秩序”を、温度と熱運動に注目して考察する。温度とは何かを考え、原子・分子の熱運動について考察し、統計力学の考え方を説明する。第 II 部では、無秩序さを意味する“エントロピー”などの熱力学量と、それらが従う熱力学法則を解説し、不可逆変化によって物質に実現される構造・秩序について考察する。第 III 部では、物質を構成するミクロな原子・分子を支配する量子力学について初歩的に解説し、それらの理想気体がどのような構造・秩序を持つのかを考察する。常温の身近な物質を理解するのに量子力学が必要であることを理解する。

長岡洋介 著「極低温の世界」（岩波書店）を参考書として使用する。毎回の授業で、該当する章[下記にページを記載]を事前に学習し、内容をレポートにまとめて提出する。このレポートの提出を以って、その回の出席とするので、必ず提出すること。

I. 温度とは何か

第 1 回 [講義]

- §1. 温度を測る [pp. 1-10]

第 2 回 [講義]

- §2. 気体温度計と絶対 0 度 [pp. 10-13]
§3. 温度と熱・仕事 [pp. 13-17]

第 3 回 [講義]

- §4. 熱運動と温度 [pp. 17-18]
§5. 熱運動と理想気体の状態方程式 [pp.18-24]

第 4 回 [講義]

- §6. 気体の比熱 [pp. 24-25]
§7. 気体分子の速度分布 [pp.25-29]

第 5 回 [講義]

- §8. 統計力学の考え方 [pp. 29-32]
§9. 固体の比熱 [pp. 33-41]

II. 秩序と無秩序

第 6 回 [講義]

- §1. 不可逆変化 [pp. 44-46]

第 7 回 [講義]

- §2. 無秩序さとエントロピー [pp. 47-50]

- §3. 熱力学の法則 [pp. 53-55]

第 8 回 [講義]

- §4. 無秩序から秩序へ [pp. 56-59]

- §5. 熱力学の第 3 法則 [pp. 59-61]

第 9 回 [講義]

- §6. 比熱の謎 [pp. 42-43]

III. 量子論

第 10 回 [講義]

- §1. 量子論の誕生 [pp. 71-75]

- §2. 量子力学入門 [pp. 75-81]

第 11 回 [講義]

- §2. 量子力学入門 [pp. 81-102]

第 12 回 [講義]

- §3. 量子論と統計力学 [pp. 102-103]

- §4. 比熱の謎を解く [pp. 103-107]

第 13 回 [講義]

- §5. 量子統計性 [pp. 108-113]

- §6. 箱の中の粒子の運動 [pp. 114-117]

第 14 回 [講義]

- §7. Boson の理想気体 [pp. 117-122]

- §8. Fermion の理想気体 [pp. 125-132]

IV. まとめ

第 15 回 [講義]

- まとめ [pp. 133-137]

第 16 回 [期末試験]

■準備学習(予習・復習)等

・長岡洋介 著「極低温の世界」（岩波書店）を参考書として使用する。毎回の授業で、該当する章[下記にページを記載]を事前に学習し、内容をレポートにまとめて提出する。内容をよく読んで整理したうえで、レポートにまとめ、授業に臨んでください。このレポートの提出を以って、その回の出席とするので、必ず提出すること（所要 2 時間程度）。

・参考書で予習した内容については授業の途中で何度か質問する。これに答えられるよう、予め知らない用語などは他の資料にもあたって調べて準備しておくこと。答えられない場合は準備不足・理解不足であるから、予習方法を見直すか、質問にまとめて授業で訊くこと。

・授業終了後には講義のノートと参考書を再度読み直し、用語の意味の再チェックと、話の流れ・論旨をよく把握しておく。これで分からないところは、再度、参考書の該当箇所を調べるか、次回の授業で質問すること（所要 2 時間程度）

■授業形式

- ・講義形式で授業を進めます
- ・授業中に個々の受講生に多くの質問をしながら進めます。受講生からの質問も大歓迎です。
- ・論理的に自分で考えること、自分の考えをしっかりと伝えること、積極的に質問することを強く求めます。
- ・初回に参考書として利用する書籍の資料：長岡洋介 著「極低温の世界」（岩波書店）を準備してもらいます
- ・毎回、参考書の授業で扱う部分をレポートにまとめてきてもらい、そのレポートの提出をもって、その回の出席とします。
- ・高度な数学は使用しませんが、議論をはっきりさせるため、簡単な数式は用います。

■成績評価の方法・基準

- ・到達目標に上げた項目に関する学期末試験(筆記試験)の得点(100%)を評価点として、成績を評価する。
- ・成績評価の基準は、大学が定めた各学部の成績評価基準に従い、

評価点から評価およびグレード・ポイントを決定する。但し、毎回のレポート提出をもって授業の出席とみなし、5 回以上欠席（レポート未提出）の者は不可とする。

（参考）工学部および地域教育学部では、秀（100 点-90 点）、優（89 点-80 点）、良（79-70 点）、可（69 点-60 点）、不可（59 点-0 点）[但し、平成 23 年度以前の入学者は、従来通り、優（100 点-80 点）]

■教科書・参考書等

[参考書]

- ・長岡洋介 著「極低温の世界」（岩波書店）

初回にこの資料の準備をしてもらいます。毎回、授業で扱う部分を予習し、レポートに纏めて提出すること。レポートの提出をもって、その回の授業の出席とします。講義では資料の中の重要・必要な箇所を解説しながら話を進めますが、予習にあたっては、各自、統計力学や量子力学の教科書・参考書にあたって、資料の内容を独力で理解することを目指すこと。図書館を利用して、異なる本に何冊も目を通し、その時の自分にあった本を見つけることが重要です。本の中身全てを分かる必要はありませんが、多数の本にあたるのが大事です。

■その他注意事項等

この授業では、物質の構造形成を支配する原理や物理法則（熱統計力学や量子力学など）の基礎概念について理解し、身に付ける。共通教養 A 群第 4 分野「技術」の「物質と技術」系に対応し、物質科学に関して基礎物理学にもとづく高い理解力を備えるため、特に、物質の構造や秩序の形成を支配する基本原理の理解に重点を置く。できるだけ高度な数式は用いないようにするが、基礎的な数式、関数は用いる。授業を通して論理的に思考する力、資料を読んで学習する力を養うことも重要である。自分で参考書を探したり、資料にあたって予習する習慣をつけることや、論理的に自分で考え、それをまとめて表現すること、積極的に質問することが求められる。質問は歓迎しますので、オフィスアワー（火 12 : 00 ~ 13 : 00）以外の時間でも可能なら対応しますので、居室まで来てください。

■キーワード

温度、熱、熱運動、気体分子運動論、統計物理学、熱力学、エントロピー、自由エネルギー、比熱、量子力学、波動関数、不確定性原理、ボース粒子、フェルミ粒子、量子統計力学