

大学院集中講義 開講通知

物理科学特別講義 D

相転移の基礎と応用

市坪 哲 先生

東北大学 金属材料研究所 教授

講義内容：

相転移は、相や構造が外的要因で変化する現象であり、温度変化や磁場・応力場などを印加することにより、材料の新たな構造機能特性を生み出したり、向上させたりすることが可能となる。相転移現象を理解し制御することは、材料科学の領域において、学問上・工学上において非常に重要となる。相転移の根本的な理解のためには、熱力学・統計熱力学の学問体系および手法のスキームを学ぶことが必要不可欠である。これらは材料を理解する上で根幹となる基礎知見を与え、材料組織制御を理解する上で非常に重要である。講義前半では、熱力学における自由エネルギーや化学ポテンシャルなどの概念の復習から統計力学までを講述する。熱力学と統計物理学の立場の違いを明確にし、統計物理学への導入を自然な形で行い、ミクロカノニカル法およびカノニカル法について、いくつかのモデル例を挙げながら解説する。講義後半では、実際の相転移・相変化挙動について、熱力学・統計力学の応用例について紹介する。

日 時：2022（令和4）年

7月13日（水）2限～4限 講義

7月14日（木）2限～4限 講義

7月15日（金）2限～3限 講義， 4限 物理科学ゼミナール

講義形式：対面

場所：理学部2号館C123号室

【講義内容】

1. 熱力学の基礎（1）
2. 熱力学の基礎（2）
3. 材料統計熱力学（1）
4. 材料統計熱力学（2）
5. 組織形成学（1）
6. 組織形成学（2）
7. 材料と相転移（1）
8. 材料と相転移（2）

世話人：松田和博（E-mail: kaz-matsuda@kumamoto-u.ac.jp）

金属ガラスの構造不均一性の発展過程 ：動的不均一性の凍結？

市坪 哲先生
東北大学 金属材料研究所 教授

日時：2022年7月15日（金）4限 14:40～

場所：理学部2号館 C122号室

要旨：

金属ガラスは過冷却液体構造が凍結された状態にあり、酸化物ガラスなどで報告されてきている α 緩和、 β 緩和、fast β 緩和などの緩和挙動と同様の振る舞いを示す。液体構造の単なる速度論的凍結という概念から、ガラス形成の熱力学的・動力学的な理解という点においてより踏み込んだ議論をするためには、金属ガラスの緩和挙動を実験的および理論的に研究することは有効だと考えている。動的不均一性（Dynamic heterogeneity）という概念が提案されて以降、過冷却液体の粘性がガラス転移温度 T_g に向けて発散的に増加することは、ガラス物理としての一つの興味深い研究対象であり続けている。ここで我々がもつ問いは「動的不均一性が発展した後に液体構造が凍結されるが、そこにどのような痕跡が残るであろうか？」ということである。このような凍結固体側からの観点から、金属ガラスの緩和挙動をサブメガヘルツ周波数レンジで広範囲な温度域で研究を行ってきた。我々は、原子のホッピングが基礎過程となる β 緩和はフラジイルなガラスの静的構造不均質性に起因することを示唆し、力学緩和測定、X線非弾性散乱実験、計算機シミュレーションなどを通して示してきた。また、凍結ケージ構造の中で原子が Rattling 運動する fast β 緩和にも着目し、低温領域における力学緩和挙動の研究から、速い運動の活性化エネルギーなどの評価を行い、フラジリティ依存性を検討してきた。近年、空間的不均一性に起因して低温熱サイクルにより構造若返りが起こるとともに塑性変形能が向上することが報告されていることなどから、より微視的な構造を表現する指標に基づいて材料物性を理解することが求められている。本講演では、これまでの我々の研究を通じて、金属ガラスの緩和挙動と構造不均一性の関係性などについて議論したい。