

相転移動力学研究室

教授 小貫 明 409号室 (内線 3743)
助手 北村 光 405号室 (内線 3750)

非平衡非線形物理学と相転移理論を両輪としている。数多くの実験予言は国際的に検証されている。

ソフトマターの理論

ソフトマターは、高分子、液晶などのソフトな性質を持つ物質群の総称である。ソフトマター、生体などは大きくてのろまな分子（高分子・コロイド・DNA・蛋白質など）とすばしっこい分子（水など）の動的に非対称な成分からなる混合系として捉えることができる。ソフトというのは選択された状態が不安定化しやすい相転移点近傍の状態であることにも由来する。このような柔らかい系は流動・弾性・塑性に対し敏感であり、非平衡相転移が誘起されやすい。また電荷の相互作用と水分子などの著しい電気的極性が相転移現象に圧倒的な役割を果たしている（図1）。これらの物理化学的効果の研究も始めた。

新しい流体力学・非線形物理学の創出

潜熱が関与する流体现象は冷却装置や気象現象などに偏在するが、物理学としての研究は驚くほど少ない。潜熱を取り入れるためには、液体・気体界面における一次転移を理解しないといけない。ここに相転移物理学と流体力学の融合された将来の課題がある。我々は動的ファンデルワールス理論から潜熱流を計算した。また低温における超流動転移の非平衡状態の研究は殆ど進んでいない。図2では転移温度近傍のHe4の容器下面を冷却した場合の超流動成分の発展を示す。過大な流れのため大量の量子渦が発生している。

構造相転移中間状態の研究

固体構造相転移では、ある温度範囲で結晶構造の異なる高温相と低温相が共存することが多い。中間状態と呼ぶ。原因として、外的な不純物によるピン止め効果が想定されることが多いが、内在的な長距離弾性相互作用に起因する場合がある。この内在機構をむしろ本質と考え、現象のモデル化と計算機解析を進めている。従来の固体理論の圏外のアイデアが必要である。

ガラス動力学・非線形変形の理論

ガラス転移に関してはこれまでに膨大な研究がなされているが、いまだ機構は解明されていない。我々は「動的不均一性」という概念を導入することによりガラスの動的性質や非線形応答を理解した。これは粒子の協同運動を反映した量である。図3では過冷却液体で長い時間間隔において見えてくる顕著に動いた粒子を取り出している。低温であればあるほど活性化した領域と非活性化した領域の不均一さが増大していく。また固体での非線形弾性論を構築している。この理論に基づくと格子欠陥を大量に含む塑性状態が記述できる（図4）。ガラス状態も格子欠陥が密に存在する状態と考えられる。

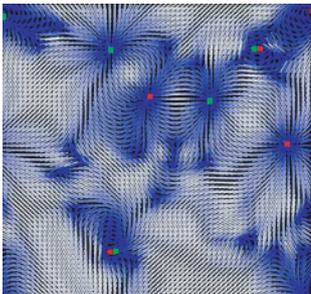


図1. 液晶中のイオン。
僅かでも強相関状態にある。

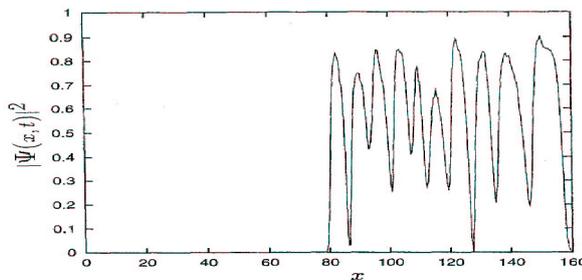


図2. 常流動状態のヘリウムを壁から冷却すると超流動成分（縦軸）が徐々に形成される。

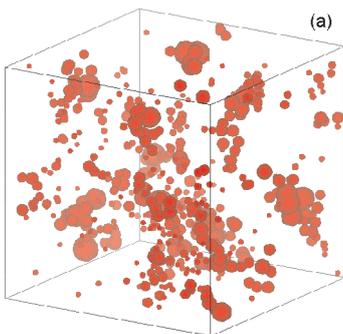


図3. ガラスの動的不均一性。低温では可動領域と不可動領域が不均一に混在。

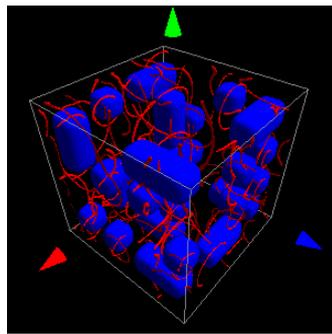


図4. 二相状態の合金を変形すると界面から柔らかい領域にひも状の欠陥ができる。

オープンラボ（研究紹介）
理学部5号館410号室
にて随時