

ランダムポテンシャル中の希薄ボース 気体のボース凝縮と超流動

大阪市立大理

小林 未知数・坪田 誠

バイコールガラスやエアロゲルなどの多孔性媒質中の液体ヘリウム4の超流動については古くから幾つかの実験がある。多孔性媒質とは図1のように3次元的に迷路のようにたくさんの孔が開いているような物質である。媒質への液体ヘリウムの注入量を調節することで、液体ヘリウムの密度や超流動転移温度を調節したり、媒質の内径を変化させることで、その振る舞いを変化させることができるというのがこの系の興味深い特徴である。液体ヘリウムの注入量を少なくし、密度を下げていくと超流動転移温度が低下し、ついに絶対零度でも超流動が存在しなくなることも確認されている。

このような系を理論的な側面から考察することも興味深い。多孔性媒質中への液体ヘリウムの注入量が十分小さく、さらにヘリウムが3次元的に振る舞うような状況を考えてみる。このような系の解析的なシミュレーションとして、外場のあるときの希薄剛体球のボース気体モデルを考える。超流動とは、ボース粒子間に相関が生じた一種の秩序状態であるが、外場があるとボース粒子間の相関は外場との散乱のために乱されるであろうと考えられる。これによって超流動密度はバルクの液体ヘリウムと比べて低下し、その温度変化もかなり違ったものになるであろうと思われる。

本研究の目的は、第一にこのモデルにおいてボース凝縮体と超流動密度を計算し、それらの関係と、それらが外場によってどのような影響を受けるのかを調べ、外場の影響で超流動が存在しなくなったとき、何が起きているのかを考察する。またその他の物理量についても計算し、それらの温度、粒子数、内径依存性についても考察する。第二に得られた結果を実験結果と比較し、このモデルの妥当性と問題点を考察する。

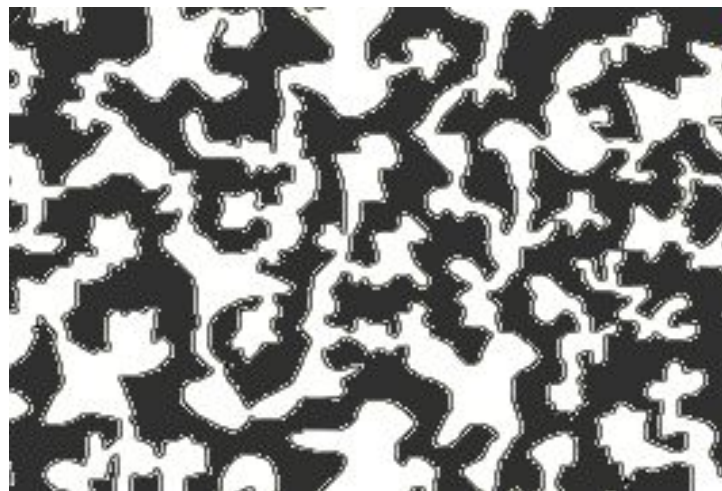


図1 多孔性媒質の簡単なイメージ図。典型的な孔の大きさは20~100 Å。