

氏名(本籍)	まつ い げん ぞう 松 井 源 蔵(福 岡 県)
学位の種類	博 士(工 学)
学位記番号	博 甲 第 2877 号
学位授与年月日	平成 14 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
審査研究科	工学研究科
学位論文題目	過冷却液体のスローダイナミクスと協同性
主査	筑波大学教授 理学博士 植 寛 素
副査	筑波大学教授 理学博士 大 嶋 健 一
副査	筑波大学助教授 理学博士 寺 島 浩
副査	筑波大学教授 理学博士 小 島 誠 治

論 文 の 内 容 の 要 旨

過冷却液体のスローダイナミクスは、1990年以降の自然科学におけるトピックスのひとつであった。本研究では最初に、角度分散型ファブリ・ペロー干渉系と高感度 CCD 検出器を組み合わせることにより、ブリルアン散乱測定において迅速にスペクトルの温度依存性が測定可能な実験系を構築した。次に代表な中間液体の中から低分子ガラス形成物質であるエチレングリコールを取り上げ、その装置を用いて縦波音響フォノンと結合する緩和過程を調べた。その結果、ギガヘルツ帯の緩和時間はアルヘニウス則に従うことが明らかとなり、活性化エネルギーの値からこの緩和過程は分子の集団運動ではなく、分子内の自由度に起因するものであるとの結論を得た。次に分子動力学シミュレーションを用いて、分子の異方性が過冷却液体におけるスローダイナミクスに及ぼす影響を調べた。計算は 2 原子分子からなる過冷却液体について行い、分子の並進の自由度と回転の自由度を分けることによりスローダイナミクスにおけるそれらの差異を調べた。その結果、並進の自由度による緩和は協同運動を示すフォーゲル・ファルチャー則に従うのに対し、回転の自由度に対応する緩和はアルヘニウス則に従うことが明らかとなった。さらに、低温では動的不均一性が増加するとの新しい知見も得た。

審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文の前半は、角度分散型ファブリ・ペロー干渉系と高感度 CCD 検出器を組み合わせることにより、ブリルアン散乱において迅速にスペクトルの温度依存性が測定可能な実験系を構築し、それを用いて低分子ガラス形成物質のスローダイナミクスを明らかにした実験的に優れた研究である。後半では、2 原子分子からなる過冷却液体について並進及び回転の自由度による緩和時間の温度依存性を分子動力学計算により調べ、並進はフォーゲル・ファルチャー則、回転はアルヘニウス則に従うことを明らかにした。さらに、動的不均一性についても新しい知見を得るなどその内容は極めて高いと判断される。

よって、著者は博士(工学)の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。