

氏名 池田 昌弘

主論文審査の要旨

過冷却液体などの非平衡系が示す動的過程の研究は、基礎科学および応用の観点から重要である。本論文では、粘性に対する結合力・配位数揺らぎモデルに基づき、様々な種類のガラス形成液体における構造緩和が調べられている。当モデルは、融体を構成する構造単位間の結合の平均的強さ、平均的配位数、及びそれらの揺らぎで構造緩和に伴う粘性の温度依存性を記述する。各章の内容は以下のとおりである。

第1章では、過冷却液体における粘性の振舞いを記述するいくつかのモデルを紹介した後、これらのモデルやその基本概念が、結合力・配位数揺らぎモデルによって得られる数々の結果と密接な関連性があることが示されている。

第2章では、物質の結合性の観点から粘性流動に対する一つの見方が与えられた後、結合力・配位数揺らぎモデルの基本概念や特色が紹介されている。また、エネルギー揺らぎと配位数揺らぎの大きさが等しいとき、当モデルは過冷却液体の研究分野で広く使用されている Vogel-Fulcher-Tammann 方程式と等価になることが示されている。この等価性の発見により、物理的実態が曖昧であった理想的なガラス転移温度等に、結合力・配位数揺らぎモデルの観点から解釈を与えることが可能となる。得られた関係式を用いて、分子性ガラス形成液体における緩和時間の温度並びに圧力依存性を解析し、これらの物質の特徴が議論されている。当モデルはアモルファス $\text{Cu}_x(\text{As}_2\text{Se}_3)_{1-x}$ に対しても適用され、銅の添加に伴い、結合力揺らぎは強い依存性を、配位数揺らぎは弱い依存性を示すことが示唆されている。

第3章では、近年多くの注目を集めているイオン液体の輸送特性が結合力・配位数揺らぎモデルの観点から議論され、イオン運動の協同性を表す変数とイオンの拡散係数との間には強い相関があることが示されている。

第4章では、結合力・配位数揺らぎモデルを高分子系、金属ガラス形成液体、イオン伝導性ガラス形成液体など、様々な結合性を有するガラス形成液体に適用した結果が示されている。それらの結果に基づき、協同的溫度領域、理想的ガラス転移温度、実測されるガラス転移温度、構造緩和に伴う要素間の多体効果の大きさの程度を表す Kohlraush-Williams-Watts 緩和関数の指数値、フラジリティなどの物理量の間に見られる相関が議論されている。

第5章では、本研究で行われた内容のまとめと、今後の研究で取り組むべき内容が述べられている。

最終試験の結果の要旨

審査委員会は学位論文提出者に対して、本論文の内容及び専門分野についての口頭試験を行った。その結果、論文提出者は当該研究分野について十分な知識、理解力及び研究遂行能力があることを認めた。特に、論文提出者が見出した結合力・配位数揺らぎモデルと Vogel-Fulcher-Tamman 式との対応関係は高く評価できる。また、当モデルに基づく多くのガラス形成液体に関する研究は、今後の展開の可能性のあるモデルであるとの意見が出された。論文提出者はこの3年間で審査付き論文9編を含む11編の論文を発表している。外国語については、英文による論文作成及び国際会議での発表を8回行っていることから、十分な能力があると認められる。

以上の結果に基づき、最終試験を合格と判定した。

審査委員	理学専攻	物理科学講座担当教授	安仁屋 勝
審査委員	理学専攻	物理科学講座担当教授	市川 聡夫
審査委員	理学専攻	地球環境科学講座担当教授	吉朝 朗
審査委員	理学専攻	化学講座担当教授	藤本 斉