

氏名 犬童 貴樹

主論文審査の要旨

超イオン導電体とは、固体であるにも関わらず液体と同程度の高いイオン伝導率をもつ物質群につけられた総称である。イオン伝導度最適化を目指して合成された、いくつかの超イオン導電体において、非アレニウス型イオン伝導という現象が発見され、その起源を解明すべく多くの研究が行なわれている。また、イオン輸送現象において、イオンが行なう非調和振動が重要な役割を果たしていることは多くの研究者が認めるところであるが、それに対する解析的な理論は手薄である。本論文では、非アレニウス型イオン伝導や非調和ポテンシャル中で運動する粒子の集まりが示す物性に対し、解析的な理論に基づく研究が展開されている。各章の内容は以下の通りである。

第1章では、一般的な超イオン導電体の性質や非調和性の問題が研究の背景として簡潔にまとめられている。また、本研究の出発点であるZwanzigによる拡散のモデルが紹介されている。

第2章では、超イオン導電体における非アレニウス型イオン伝導の振る舞いが紹介されている。

第3章では、非アレニウス型イオン伝導が変形されたZwanzigモデルの観点から議論されている。当モデルによると、非アレニウス型イオン伝導では緩和時間が重要な役割を果たす。緩和時間の逆数は可動イオンが物質中をジャンプ拡散する頻度を与え、その頻度は注目しているイオンがもつエネルギーや周りの構造に大きく依存する。理論の適用例として、超イオン導電ガラスにおける非アレニウス型イオン伝導の議論が先ず展開され、次いで、結晶やポリマー、コンポジット型イオン導電体にモデルの適用を拡張している。これらの結果に基づき、非アレニウス型イオン伝導の系統的な性質が検討され、非アレニウスの振る舞いが現れる温度や活性化エネルギーの性質が議論されている。また、銀ハライド系で観測されるような、高温領域でイオン伝導度が大きく上昇する異なるタイプの非アレニウス型イオン伝導性についての研究も展開されている。

第4章では、可動イオンの非調和性が変形されたZwanzigモデルの観点から議論されている。イオン伝導と非調和性は密接に関係している。可動イオンの周りで構造緩和が起きると、非調和性の増大と共にイオンの拡散が増加する。ここではその関係が定式化され、速度自己相関関数とそれを積分することで得られる自己拡散係数の解析的な式が導出されている。この章では、緩和時間と非調和性の関係についても議論されている。

第5章では、変形されたZwanzigモデルの観点から分極効果が議論されている。分極の増加と共に、拡散係数も増加するとが解析的な理論の観点から示されている。

第6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。

【学位審査報告書の3、論文審査の結果の要旨のみを記入】

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、本論文で展開されている解析的理論をほぼ一人で作り上げたことは高く評価できる。

論文提出者は審査付き論文4編を含む9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学会において6回の発表を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、最終試験は合格と判定した。

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	理学専攻物理科学講座担当教授	下條 冬樹
審査委員	理学専攻物理科学講座担当准教授	矢嶋 哲
審査委員	複合新領域科学専攻衝撃エネルギー科学講座担当教授	吉朝 朗