

氏名 池田 祥典

主論文審査の要旨

イオン導電体におけるイオン伝導メカニズムと光学的性質の相関を明らかにすることは、学術面と応用面の双方の観点から重要である。本学位論文では、これまでの研究が皆無であった固体中のイオン拡散と非線形光学現象についての相関を調べることで、イオン輸送機構をより深く理解すると共に、フォトイオニクスという新しい研究領域を拓くことを目指して行なわれた研究の成果がまとめられている。各章の内容は、以下の通りである。

第1章では、非線形光学定数とイオン導電体についての基礎的な内容を説明した後、これら二つの現象をつなぐと考えられる結合揺らぎモデルについての説明を行っている。

第2章では、イオン導電体を含む多くの物質の非線形光学定数を Miller 則、結合軌道論、Boling-Glass-Owyong のモデル、Sheik-Bahae の式などから求め、解析している。それらを基に、イオン伝導しやすい物質の特徴と非線形光学定数を上昇させる要因に多くの類似点があることを示し、二つの現象の間にある種々の相関について述べている。

第3章では、非線形電気感受率のモデルの観点から、第2章で得られた結果を理論的に裏付ける議論を行っている。まず、このモデルから導出される非線形電気感受率と結合軌道論から求められる非線形光学定数に相関があることを示し、当モデルで光学的性質を議論することの有用性を議論している。次いで、モデルにおいて二重井戸ポテンシャルを考慮することで、イオン伝導に必要な活性化エネルギーと非線形電気感受率の間にある相関の起源を明らかにしている。これらの議論から、イオンが熱活性化し易い状況と物質が大きな非線形光学定数を持ち得る状況が相関を持つことを示している。また、これらの結果は、結合が揺らぎやすい状況が形成されていることを反映していると結論付けている。

第4章では、カルコゲナイドガラスにおいて、ガラス形成液体の粘性挙動から見積もられる構造単位間の結合の揺らぎと、非線形光学定数の間にある相関について議論を行っている。特に、平均電気陰性度の概念と融体の結合強度—配位数揺らぎモデルを用いることで、高い周波数領域で短距離構造に大きな影響を受ける非線形光学定数と、低い周波数領域で中距離構造に影響を受ける構造単位間の結合の揺らぎが相関を持つことは矛盾しないことを明らかにしている。また、構造単位間の揺らぎとフラジリティーの相関から、三次の光学感受率もフラジリティーと相関を持つことを示唆し、いくつかの酸化物ガラスでこの予測を確認している。

第5章では、本研究で行われた内容のまとめと、今後の研究の展望について述べている。

論文審査の結果の要旨

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。高いイオン導電性を示す物質は大きい非線形光学定数を持ち得ることを理論的に示した研究結果は、基礎物性のみならず、応用の観点からも興味深く、今後の展開が期待される。また、イオン導電体における非線形光学現象という未踏の分野の研究を、ほぼ一人で行ったことも高く評価できる。

出願者は、審査付き論文4編を含む7編の論文を発表している。その内、6編が筆頭著者である。外国語については、英文による論文作成、国際学会や国際シンポジウムでの発表を11回行っていることから、十分な能力があると認められる。理学専攻・物理科学講座の学位審査基準も満たしている。

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	教授	安仁屋 勝
審査委員	理学専攻物理科学講座	教授	市川 聡夫
審査委員	理学専攻物理科学講座	教授	赤井 一郎
審査委員	理学専攻物理科学講座	教授	下條 冬樹
審査委員	複合新領域科学専攻複合新領域科学講座	教授	吉朝 朗