

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 12760 号
------	---------------

氏 名 今枝 立至

論 文 題 目

固体物理におけるアクシオン電磁気学
(Axion electromagnetics in condensed matter physics)

論文審査担当者

主査	名古屋大学	准教授	川口 由紀
委員	名古屋大学	教授	田仲 由喜夫
委員	名古屋大学	教授	岸田 英夫
委員	京都大学	教授	佐藤 昌利
委員	東京大学	教授	押川 正毅

論文審査の結果の要旨

今枝立至君提出の論文「固体物理におけるアクシオン電磁気学」では、固体電子系で現れるアクシオン場について、電場や磁場により誘起される動的性質を明らかにしている。各章の概要は以下の通りである。

第1章では、序論として本論文の目的・構成について説明した後、研究背景となるアクシオン場、およびアクシオン場を含んだ電磁気学について詳しく述べられている。アクシオンは素粒子論で導入された未発見の粒子であるが、近年、固体物理においても実効的なアクシオン場を導入することで物質の電気磁気応答が記述できることがわかってきた。本章では、ラグランジアン形式で通常の電磁気学を説明した後、トポロジカル物質と分類される系でアクシオン場が実効的に生じること、それにより非自明な電気磁気応答が生じることが述べられている。

第2章では、アクシオン不安定性と非線形電磁気効果について述べられている。前章ではアクシオンは静的な場として定義されていたが、本章では外部パラメータにより動的に変化する場としてアクシオン場を定義し、期待される電気磁気効果を議論している。ここで重要となるのが、外場ゼロでのアクシオン場を決めるポテンシャルの取り方で、物質中で磁気的秩序が揺らぎやすいのかどうかにより2通りのポテンシャルが議論されている。その結果、ポテンシャルの取り方により外部電場に対する電場磁場の応答が大きく異なることが明らかにされた。

第3章は磁場駆動の動的アクシオンによるカイラル磁気効果について述べられている。具体的にトポロジカル絶縁体、通常絶縁体、強磁性体の超格子構造をデザインし、外部磁場による制御で磁性体の磁化方位を逆転させることにより、アクシオン場の時間変化を誘起する方法を提案している。このダイナミクスに伴う電流変化が計算され、アクシオン場によるカイラル磁気効果を観測する具体的方法の提案となっている。

第4章では、全体のまとめと今後の問題が述べられている。

以上のように本論文では、固体物理におけるアクシオン場の動的性質を明らかにしている。本論文で得られた結果は、電場による磁化制御・磁場による分極制御という交差型相関を強く起こす物質を探索する上で重要であり、工学の発展に寄与するところが大きいと判断できる。よって、本論文の提出者である今枝立至君は博士（工学）の学位を受けるに十分な資格があると判断した。