

所属・資格 物理学科・准教授

申請者氏名 阿部 伸行

| 研究課題 | | 圧電性常磁性体における二次の電気磁気効果 |
|---|--|--|
| 報告の概要 | 研究目的 および 研究概要 | 空間反転対称性と時間反転対称性が同時に破れた物質では、外部電場による磁化の制御や外部磁場による電気分極の制御が可能となる。この効果は電気磁気効果と呼ばれ、磁気秩序と強誘電秩序を有する磁性強誘電体において研究が進められてきた。この効果を示すためには磁性と強誘電性を同時に有することが必要であり、発現する物質や温度領域が限られていることが研究のボトルネックとなっている。この電気磁気効果を拡張するため、本研究では圧電性常磁性体を対象として、外場によって誘起された対称性の破れに起因する二次の電気磁気効果についての研究を行う。この二次の電気磁気効果は、強磁性や強誘電性などの強的な秩序を必要としないことが特徴として挙げられ、対象物質や発現する温度領域の拡張が期待できる。具体的には圧電性の結晶構造を持つ希土類化合物を対象として物質探索を行い、単結晶試料を育成して物性を調べ、二次の電気磁気効果の大きさを調べる。さらに光学応答の磁場依存性を調べることで、二次の電気磁気効果に由来する光学的電気磁気効果についても検証する。 |
| | 研究 の 結果 | 本研究では圧電性の結晶構造を持つ常磁性体である $\text{TbCaAl}_3\text{O}_7$ を候補物質として、二次の電気磁気効果の検出を試みた。浮遊帯域溶融法による単結晶育成に成功し、単結晶試料についての磁気特性および電気特性を調べたところ、この物質は室温から 2K までの温度領域において常磁性であり、かつ磁場印加によって電気分極が発現する電気磁気効果を示すことが分かった。さらに、この物質は Tb^{3+} の原子内電子遷移に由来するフォトルミネッセンスを示し、発光強度が磁場の向きに依存して変化する光学的電気磁気効果を示すことが分かった。 |
| | 研究 の 考察 ・ 反省 | 研究対象物質の $\text{TbCaAl}_3\text{O}_7$ は圧電性を示す鉱物である melilite と同型の結晶構造を持つ。この物質における電気磁気効果について、磁場印加による Tb^{3+} の磁気モーメントの整列によって磁歪が生じ、その歪と結晶の持つ圧電性が組み合わさると電気磁気効果が発現するというメカニズムが考えられる。より正確なメカニズムを調べるためには磁場印加下での Tb^{3+} の磁気構造を調べる必要がある。また、フォトルミネッセンスに現れた光学的電気磁気効果は、電気分極と磁気モーメントの外積で表されるトロイダルモーメントの向きを磁場によって制御したことによって生じたものであると考えられる。 |
| 研究発表 学会名 発表テーマ 年月日/場所 | 研究発表 学会名 : International Conference on Magnetism2024 発表テーマ : Magnetoelectric effect in paramagnetic rare earth compound 2024年7月2日/Bologna Congress Center, Italia | |
| 研究成果物 テーマ 誌名 巻・号 発行年月日 発行所・者 | 学会名 : 日本物理学会第79回年次大会 発表テーマ : 反転対称性を持たない常磁性希土類化合物における発光の方向非対称性 2024年9月17日/北海道大学,北海道札幌市 研究成果物 テーマ : Reconsidering nonlinear emergent inductance: Time-varying Joule heating and its impact on AC electrical response 誌名 : Physical Review B 巻・号 : 110 巻 発行年月日 : 2024年11月1日 発行所・者 : American Physical Society | |

※この欄は、本報告書提出時点で判明している事項についてご記入ください。