

所属・資格 物理学科・教授

申請者氏名 上岡 隼人

研究課題		蛍光体発光特性の制御
報告の概要	研究目的 および 研究概要	<p>蛍光物質は、母材となる絶縁体や半導体に蛍光イオンを添加して作製されている。その発光は、主に希土類イオンの f 軌道や d 軌道間の電子遷移に伴うものであり、青色から赤色に至るまで各色の発光が実現されている。最外殻が d 軌道である希土類イオンは、母材中における配位原子からのクーロン相互作用を受けて励起状態のエネルギーが大きく変化することから、希土類イオンと母材を適宜選択すると希望する波長の発光を持つものが選択できる。本申請では、外場を印加することで母材を変えことなく発光波長を変化させる蛍光体の作製を目指す。また、別の希土類イオンを共添加することで母材中に電子トラップを形成して蛍光体に残光特性を持たせること、特に現在実現されていない赤色の長残光蛍光体の実現も並行して試みる。これら蛍光体においては、構造評価や発光分光測定を始めとする各種計測を行い、そのメカニズムの解明を目指して研究を行う。</p>
	研究の結果	<p>誘電体 <math>\text{CaTiO}_3</math> を母材とし、Pr を蛍光イオンとする赤色残光蛍光体の単結晶試料を Pr,Al の添加濃度を系統的に変えて作製し、残光特性の系統的な変化を確認した。熱発光測定の結果も含め、Pr から Ti への電荷移動状態を介した Al 由来の電子捕獲準位への電子の移動過程を考えこれらを統一的に解釈した。また近年、高発光効率で注目を集めているハロゲン化物 <math>\text{CsPbBr}_3</math> において、その小さな励起子束縛エネルギーの特性と隣接バリア層を用いた電子閉じ込め効果とを用いることで、低電圧駆動で超高輝度の非常に優れた LED が実現された。この閉じ込め効果を、系統的な試料における発光寿命測定を通じ示した。これら蛍光体の研究に併せて、外場による d 軌道電子の電子間相互作用の操作の対象として、マグネリ相酸化チタン薄膜の金属-絶縁体(M-I)転移の研究も行っている。ここでは、M-I 転移過程の圧力依存性や金属相ドメイン構造の出現などが見出された。</p>
	研究の考察・反省	<p>本研究において、蛍光体に関しては目的に沿った試料の選定および測定が順当に実施され、結果の解析から発光中心のエネルギー準位および閉じ込め効果における母材との関連に関し、妥当な描像が得られている。特に <math>\text{CaTiO}_3</math> の蛍光体については、今後結果を論文化の予定である。他の蛍光体に関しては、引き続き配位子場を強く変え得る試料の選定と、その発光の外場依存性や操作性について解析および評価を行ってゆく。チタン酸化物においては、M-I 転移過程におけるドメイン構造の発展と伝導特性の対応を明らかにすることを目的として、引き続き測定と解析を行ってゆく。</p>
研究発表 学会名 発表テーマ 年月日/場所	<p>※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。</p> <p>研究発表：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) 日本物理学会 2019 年秋季大会 (岐阜大学 柳戸キャンパス) 2019 年 9 月 11 日 (水), 「<math>\text{Ti}_4\text{O}_7</math> 薄膜の異方的圧力効果」, 白石卓也, 三浦響太, 石田康平, 川島千弦, 上岡隼人, 高橋博樹, 吉松公平, 大友明</li> <li>2) 第 67 回応用物理学会春季講演会 (上智大学 四谷キャンパス) 2020 年 2020 年 3 月 13 日(金), 「<math>\text{Ti}_3\text{O}_5</math> 薄膜の金属-絶縁体転移におけるドメイン構造の観測と解析」, 上岡隼人, 石井知宏, 三浦響太, 高橋博樹, 吉松公平, 大友明</li> </ol>	
研究成果物 テーマ 誌名 巻・号 発行年月日 発行所・者	<p>研究成果物：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) "Excitation energy dependence for electron traps in <math>\text{CaTiO}_3:\text{Pr, Al}</math> single crystals", Yasushi Nanai, Ayaka Igarashi and Hayato Kamioka, <i>Journal of Physics : Conference Series</i> 1220, 012011/1-4 (2019).</li> <li>2) "Performance boosting strategy for perovskite light-emitting diodes", Kihyung Sim, Taehwan Jun, Joonho Bang, Hayato Kamioka, Junghwan Kim, Hidenori Hiramatsu and Hideo Hosono, <i>Applied Physics Reviews</i> 6, 031402/1-10 (2019).</li> </ol>	