

令和 6 年 6 月 19 日現在

機関番号：13302

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2020～2023

課題番号：20H02438

研究課題名(和文)希土類・遷移金属イオン添加蛍光体における光誘起ホール移動による消光機構の解明

研究課題名(英文) Investigation of quenching process by hole transfer for phosphors doped with rare earth and transition metal ions

研究代表者

上田 純平 (Ueda, Jumpei)

北陸先端科学技術大学院大学・先端科学技術研究科・准教授

研究者番号：90633181

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,700,000円

研究成果の概要(和文)：白色LED用赤色蛍光体として、シャープな赤色遷移を有するMn⁴⁺(2E-4A₂遷移)やEu³⁺(5D₀-7F₂遷移)蛍光体が研究・実用化されている。しかしながら、高温において発光強度が低下する温度消光プロセスの全容解明には至っていない。本研究で、これらの蛍光体において光励起により発光中心イオンからホールが移動するホール移動消光の存在とその証明を行った。Y₂O₃:Eu³⁺蛍光体において、蓄光温度を変化させた熱ルミネッセンス励起スペクトル測定により、発光始準位からのホール移動が観測され、温度消光がホール移動消光であることの証明に成功した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

蛍光体において、励起光により発光中心イオンからホールが移動して消光するプロセスを証明した例はほとんどなく学術的にも非常に意義のある研究である。また、白色LED用の赤色蛍光体として期待されているEu³⁺蛍光体の消光プロセスが解明されることにより、高効率かつ温度消光しにくい赤色蛍光体の材料設計が可能になり、今後の新規蛍光体開発に繋がり、社会的意義も大きいと言える。

研究成果の概要(英文)：Mn⁴⁺-doped and Eu³⁺-doped red phosphors have attracted much attention as white LED phosphors because of the sharp red line luminescence. However, the temperature quenching in these red phosphors is still not elucidated in detail. In this study, we try to demonstrate the existence of hole transfer quenching. In the prepared Y₂O₃:Eu³⁺, the thermoluminescence excitation (TLE) spectra at different charging temperatures were investigated. As a result, the hole transfer from the excited state of Eu³⁺ was observed. From the relationship between the temperature dependence of the luminescence intensity and TLE spectra, we successfully demonstrate the hole thermal ionization quenching process.

研究分野：無機化学

キーワード：蛍光体 消光 ホール移動 長残光蛍光体 蓄光材料

1. 研究開始当初の背景

近年、白色 LED 用赤色蛍光体として、光源効率(lm/W)を最大限まで向上させることが可能なシャープな赤色遷移が目出されている。特に、3d³ 電子配置を有する Mn⁴⁺の 3d-3d 遷移(²E→⁴A₂)や 4f⁶ 電子配置を有する Eu³⁺の 4f-4f 遷移(⁵D₀→⁷F₂)を利用した蛍光体が研究・実用化されている。しかしながら、白色 LED の高出力化に伴い、LED チップ周辺が高温になるため、Mn⁴⁺、Eu³⁺赤色蛍光体においても高い発光温度特性も要求されるが、これらの蛍光体も温度消光を示す。しかしながら、その温度消光プロセスの全容解明には至っていない。

一般に、Mn⁴⁺の消光プロセスは、配位座標モデルにおいて発光始準位の ²E 準位から ⁴T₂ 準位を介した基底準位への熱活性化クロスオーバーで説明される(図 1)。なお、温度消光の度合は、²E から ⁴T₂ への活性化エネルギーで決定される。²E のエネルギー準位は結晶場強度に非敏感であるが、⁴T₂ エネルギー準位は敏感であり、化合物の組成や Mn⁴⁺占有サイトの歪みで大きく変化する。そのため、活性化エネルギーがホスト結晶によって変化し、消光温度 T_{50%}(発光強度が半分になる温度)が変化する。結晶場強度が強いと、⁴T₂ エネルギー準位が高エネルギーシフトし、Mn⁴⁺蛍光体は、高い消光温度 T_{50%}を有すると考えられる。しかしながら、⁴T₂を介した熱クロスオーバーだけでは説明できない消光現象も報告されており、異なる消光プロセスが存在していると考えられる。

また、希土類イオンの 4f-4f 遷移の消光プロセスにおいては、一般にマルチフォノン緩和で説明される事が多い。これは、励起状態にある希土類イオンがフォノンを複数個放出して、低エネルギー準位へ緩和するプロセスである。例えば、酸化物ホストにおいては、大きく見積もって、最大フォノンエネルギーは、1000cm⁻¹程度であるため、数個のフォノン放出となると 5000~6000cm⁻¹のエネルギー緩和となる。よって、発光始準位(⁵D₀)から次低エネルギー準位(⁷F₆)まで 12500cm⁻¹のエネルギー差を有する Eu³⁺においては、このマルチフォノン緩和確率は非常に低いため消光プロセスになり得ない。よって、高温まで(600K~800K程度まで)消光しない Eu³⁺添加蛍光体は数多く報告されている。しかし化合物の中には、フォノンエネルギーが同程度にも関わらず、より低温で消光する Eu³⁺蛍光体が存在し、マルチフォノン緩和による消光では説明できない。

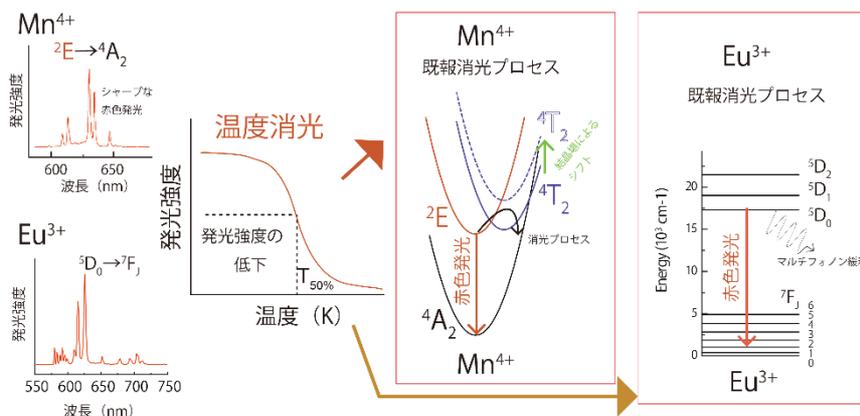


図 1. Mn⁴⁺,Eu³⁺蛍光体における発光と既報消光機構の説明

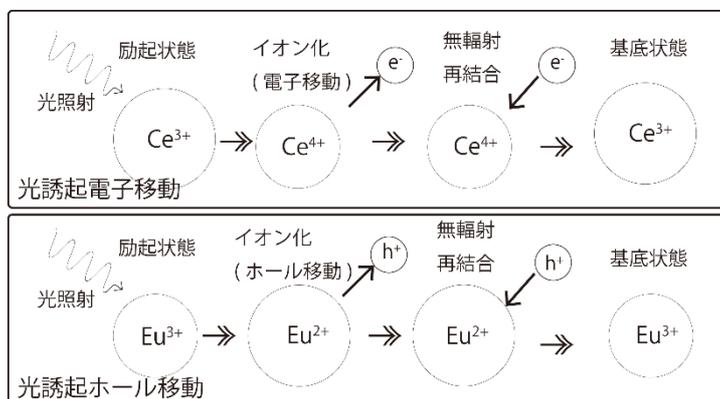


図 2. 光誘起キャリア移動消光の概略図

これまで提案されている消光プロセスは、発光中心の価数は変化しないものとして、励起状態からのエネルギー緩和を熱振動・フォノン放出としてとらえている。最終的なエネルギーの出口として熱振動・フォノン放出は、消光において共通の現象だが、それまでの緩和プロセスが非常に重要となる。これまでに、我々は発光中心と母体結晶の電子構造の関係によって、発光中心の電子構造（価数）が光によって変化する光イオン化現象が中間プロセスとなり、消光が生じる蛍光体（ Ce^{3+} や Eu^{2+} 添加蛍光体）の報告・実証を行ってきた。この消光プロセスを直感的に説明すると、 Ce^{3+} や Eu^{2+} は、 Ce^{4+} や Eu^{3+} といった異なる価数状態を採ることができる希土類イオンであり、 Ce^{3+} や Eu^{2+} が光照射により一時的に 4f 電子を一つ失い（光イオン化）、その後無輻射的に再結合することにより消光する過程である（図 2）。一般に電子移動による光イオン化消光がこれまでに議論されてきたが、ホール移動による光イオン化消光の研究はあまり進んでいないのが現状である。

2. 研究の目的

Mn^{4+} と Eu^{3+} 蛍光体においては、電子を失う光イオン化を考えると、 Mn^{5+} と Eu^{4+} の電子状態を一時的に採る必要があるが、これらの価数状態は著しく不安定か存在しえない価数である。よって、光誘起電子移動による消光の存在の可能性はない。しかしながら、ホール移動による光イオン化過程を考えると、一時的に採るべき価数状態は Mn^{3+} と Eu^{2+} であり、存在し得る価数であり、ある母体結晶においては安定な価数である。我々は、この光誘起ホール移動が中間プロセスとなって、励起状態が脱励起される消光が、 Mn^{4+} と Eu^{3+} 蛍光体において存在する可能性を見出しており、またこれまでも他研究グループによりその存在が示唆されている。しかしながら、局在中心イオンの励起状態からのホール移動消光の直接的な証拠はなかった。

本研究の目的は、系統的な組成の試料合成 & 光学・光電子物性評価を行い、 Mn^{4+} と Eu^{3+} 添加蛍光体をはじめとする希土類イオンまたは遷移金属イオン添加の蛍光体において、光誘起ホール移動消光の体系的な理解を得ることである。ホール移動消光について理解が進めば、高効率・高温消光の特徴を有する白色 LED 蛍光体の開発も可能となる。

3. 研究の方法

Mn^{4+} 、 Eu^{3+} 蛍光体を一般的な固相反応によって作製した。光誘起ホール移動プロセスは、発光中心イオン準位と価電子帯エネルギーによって、その閾値エネルギーや発光始準位からの活性化エネルギーが変化すると考えられる。よって、その閾値エネルギーをコントロールするようにカチオンとアニオンを選択した。得られた蛍光体において、温度消光の物理現象の解明のために、4K または 80K から 800K 程度の広い温度範囲で発光スペクトルの温度依存性を測定した。また、励起状態からの光誘起ホール移動の直接証明のために、消光が起き始める温度において、熱ルミネッセンス励起スペクトル測定を行うことで、光誘起ホール移動の証明を試みた。さらに、得られた光学・光電子物性より、真空準位を基準としたエネルギーダイアグラムを構築することで、ホール熱イオン化の活性化エネルギーの妥当性も考察した。

4. 研究成果

$Y_2O_2S:Eu^{3+}$

組成式 $Y_{1.99}Eu_{0.04}O_2S$ で表される試料を固相法により作製した。出発原料は、 Y_2O_3 、 Eu_2O_3 、S を用いた。焼成時の酸化を抑制するために、S は両論組成より多く加えた。また、Flux として Na_2CO_3 および K_3PO_4 を用いた。秤量した試料をボールミルで混合し、混合粉末を大気雰囲気下で 1200℃、4 時間焼成した。得られた焼成体に含まれている不純物を除去するため、純水を用い 5 回以上洗浄した。得られた試料について XRD 測定、発光・励起スペクトル測定とその温度依存性、発光寿命の温度依存性、熱ルミネッセンス(TL)測定を実施した。

発光スペクトルにおいて、4f-4f 遷移に帰属される $^5D_0 \rightarrow ^7F_1$ の赤色の発光を観測した。また励起スペクトルにおいては、370nm 付近にブロードな硫化物イオンから Eu^{3+} への電荷移動遷移バンドと紫外域から可視域にかけて複数の 4f-4f 励起ピークを観測した。 Eu^{3+} の $^5D_0 \rightarrow ^7F_1$ 赤色発光強度の温度依存性を測定したところ、400K 付近から徐々に発光強度が減少しはじめ、発光強度が半分になる消光温度 $T_{50\%}$ は約 600K であった。温度消光が始まらない 300K の蓄光温度で、 Eu^{3+} の赤色発光の熱ルミネッセンス励起(TLE)スペクトルを測定したところ、370nm 付近の電荷移動遷移と 415nm 付近の

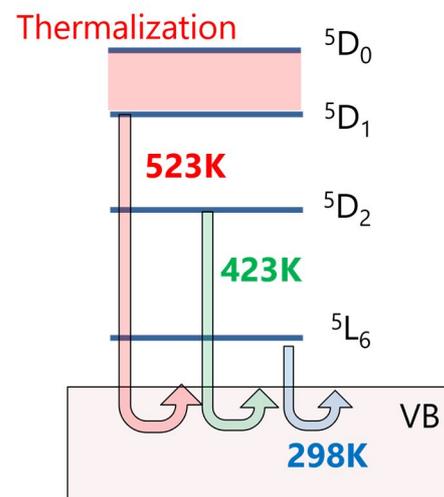


図 3. ホールピクチャーモデルにおける Eu^{3+} の励起準位と価電子帯との関係

${}^7F_0 \rightarrow {}^5L_6$ の励起バンドが観測された。電荷移動遷移は、アニオンから Eu^{3+} への電子移動 (Eu^{3+} からアニオンへのホール移動) であり、TLE スペクトルでの同遷移の観測は、価電子帯に生成したホールがトラップに捕獲され、熱によりホールが解放されたことを意味する。さらに、TLE スペクトルにおいて 5L_6 ピークが観測されたのは、 Eu^{3+} の 5L_6 準位への励起後電荷移動状態へ緩和 ($\text{Eu}^{3+} \cdot {}^5L_6$ から価電子帯へホールが移動) したためである。これにより、 Eu^{3+} の励起状態からのホール移動が観測されたが、発光準位の 5D_0 からのホール移動は 300K で生じていない。一方で、消光の開始温度以上の 523K で TLE スペクトルを測定したところ、 5D_1 の励起ピークが観測された。この結果から 523K においては 5D_1 からホール移動が生じていることが明らかになった。さらに、この温度では、 5D_0 と 5D_1 は熱的に結合しているため、 5D_0 からの赤色発光もホール熱イオン化により消光していることが証明された(図 3)。

$\text{RE}_2\text{O}_3:\text{Eu}^{3+}$ ($\text{RE}=\text{La, Gd, Y, Lu}$)¹

価電子帯エネルギーを調整し、ホール移動消光の変化を調べるために、組成式 $\text{RE}_{1.99}\text{Eu}_{0.01}\text{O}_2\text{S}$ および $\text{RE}_{1.988}\text{Eu}_{0.01}\text{Ln}_{0.002}\text{O}_2\text{S}$ ($\text{RE}=\text{La, Gd, Y, Lu; Ln}=\text{Pr}$) で表される試料を固相法により作製した。表される試料を固相法により作製した。 La_2O_3 、 Gd_2O_3 、 Y_2O_3 、 Lu_2O_3 、 Tb_4O_7 、 Pr_6O_{11} 、S を用いた。焼成時の酸化を抑制するために、S は両論組成より多く加えた。また、Flux として Na_2CO_3 および K_3PO_4 を用いた。秤量した試料をボールミルで混合し、混合粉末を大気雰囲気下で 1200 °C、4 時間焼成した。得られた焼成体に含まれている不純物を除去するため、純水を用い 5 回以上洗浄した。得られた試料について XRD 測定、発光・励起スペクトル測定とその温度依存性、発光寿命の温度依存性、熱ルミネッセンス(TL)測定を実施した。

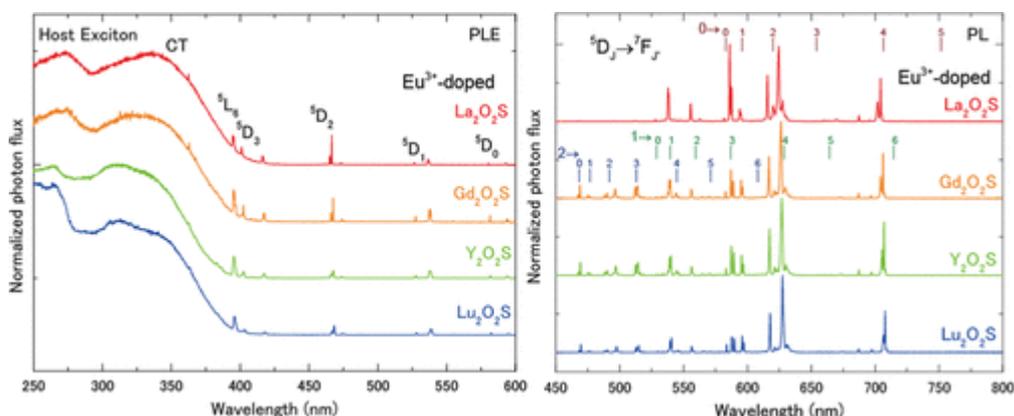


図 4. $\text{RE}_2\text{O}_3:\text{Eu}^{3+}$ の発光励起スペクトル

図 4 に PLPLE スペクトルを示す。 $\text{La}_2\text{O}_3\text{S}$ は、 5D_2 からの発光が消えていることから、ホール移動消光の活性化エネルギーが他のホストと比較して小さいことが予測できる。これは、 $\text{La}_2\text{O}_3\text{S}:\text{Eu}^{3+}$ の電荷移動遷移エネルギーが $\text{Y}_2\text{O}_3\text{S}$ と比較して小さいことから妥当な結果と言える。しかしながら、希土類を変化させた酸硫化物における価電子帯エネルギー位置はバンドギャップから予測できる単調な変化ではないことがわかり、詳細なホールイオン化消光の活性化エネルギーの変化の解析と解釈は今後詳細に行う予定である。

$\text{LaAlO}_3:\text{Mn}^{4+}$ ²

組成式 $\text{La}_{0.99}\text{Al}_{0.995}\text{O}_3:\text{Mn}_{0.005}\text{-Ca}_{0.010}$ で表されるセラミックス試料を固相反応法によって作製した。以降、 $\text{LAP}:\text{Mn}^{4+}\text{-Ca}^{2+}$ と表記する。出発原料は Al_2O_3 、 MnO_2 、 CaCO_3 、 La_2O_3 を用い、原料粉末の合計が 10 g になるように秤量した。 La_2O_3 は 800 °C で 10 h 煅焼後、高純度 Ar ガス置換されたグローブボックス内で保存した原料を使用した。秤量した試料にエタノール 20 mL、アルミナボールをボールミル容器に加え、遊星ボールミルで 400 rpm, 30 min \times 2 セットの条件で混合した。得られた懸濁液を 80 °C の恒温槽で 20 h 乾燥させ、エタノールを蒸発させた。乾燥後、得られた粉末を大気雰囲気下で 1000 °C、10 h 仮焼成したのち、500 mg、直径 13 mm のペレットを成型し、大気雰囲気下で 1500 °C、10 h 本焼成した。

図 5 に PL スペクトルの温度依存性を示す。低温において、 $\text{Mn}^{4+} \cdot {}^2E \rightarrow {}^4T_2$ に帰属されるシャープなゼロフォノンライン(ZPL)と複数のフォノンサイドバンド(PSB)が観測された。温度が上昇するにつれて、ZPL よりも短波長側の

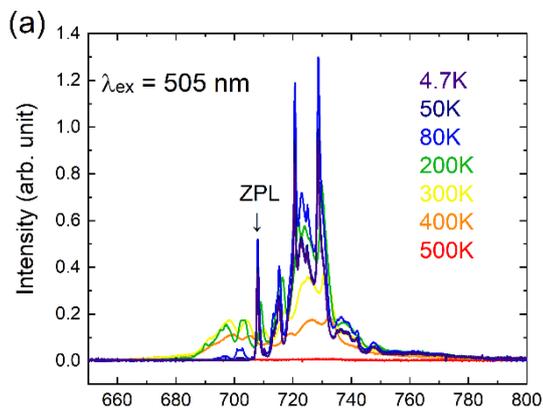


図 5 . 発光スペクトルの温度依存性

アンチストークス PSB が観測されるようになった。また、ZPL と PSB のピークは温度上昇によりブロード化した。発光スペクトルの温度依存性より、本蛍光体の消光温度 $T_{50\%}$ (発光強度が半分になる温度) は、約 400K であった。この消光温度は、 2E から 4T_2 への活性化エネルギーから予測される値に近いため、熱活性化クロスオーバーによる消光の可能性が高いことが分かった。一方で、本蛍光体は残光蛍光体としても働くことが知られており、より高エネルギー準位からはホール移動が生じていると考えられる。

残光特性とキャリア移動 (電子・ホール) の関係^{3,4}

残光と電子移動またはホール移動と関係性についても、これまで得られた知見をまとめて報告した。Eu³⁺添加蛍光体や Mn⁴⁺蛍光体においては、価数変化からの観点と伝導帯・価電子帯エネルギーに対する f 電子・d 電子エネルギー準位の関係から、ホール移動による残光現象であることを示唆した。

References

- (1) Hashimoto, A.; Ueda, J.; Aoki, Y.; Dorenbos, P.; Tanabe, S. Hole Detrapping-Type Persistent Phosphors of RE₂O₂S (RE = La, Gd, Y, Lu) Doped with Eu³⁺-Pr³⁺ and Eu³⁺-Tb³⁺. *J. Phys. Chem. C* **2023**, *127*(31), 15611-15619.
- (2) Kozuka, S.; Ueda, J.; Tanabe, S. Multimodal deep red luminescent ratiometric thermometer of LaAlO₃ doped with Mn⁴⁺. *Physica B: Condensed Matter* **2022**, *633*, 413492.
- (3) Ueda, J. Photoionization Analysis on Phosphors. In *Phosphor Handbook*, CRC Press, 2022; pp 489-520.
- (4) Ueda, J. How to Design and Analyze Persistent Phosphors? *Bulletin of the Chemical Society of Japan* **2021**, *94* (12), 2807-2821.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計15件（うち査読付論文 8件 / うち国際共著 4件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Du Qiping, Ueda Jumpei, Zheng Ruilin, Tanabe Setsuhisa	4. 巻 11
2. 論文標題 Photochromism and Long Persistent Luminescence in Pr ³⁺ Doped Garnet Transparent Ceramic via UV or Blue Light Up Conversion Charging	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Advanced Optical Materials	6. 最初と最後の頁 2202612 (12p)
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/adom.202202612	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Ueda Jumpei, Minowa Tomoaki, Xu Jian, Tanaka Shogo, Nakanishi Takayuki, Takeda Takashi, Tanabe Setsuhisa	4. 巻 in press
2. 論文標題 Highly Thermal Stable Broadband Near-Infrared Luminescence in Ni ²⁺ -Doped LaAlO ₃ with Charge Compensator	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 ACS Applied Optical Materials	6. 最初と最後の頁 in press
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acsaom.3c00041	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Back Michele, Xu Jian, Ueda Jumpei, Tanabe Setsuhisa	4. 巻 131
2. 論文標題 Neodymium(III)-doped Y ₃ Al ₂ Ga ₃ O ₁₂ garnet for multipurpose ratiometric thermometry: From cryogenic to high temperature sensing	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Journal of the Ceramic Society of Japan	6. 最初と最後の頁 57 ~ 61
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2109/jcersj2.22167	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する
1. 著者名 Kitagawa Yuuki, Ueda Jumpei, Tanabe Setsuhisa	4. 巻 219
2. 論文標題 Blue Persistent Phosphor of YSiO ₂ N:Ce ³⁺ Developed by Codoping Sm ³⁺ or Tm ³⁺ Ions and Thermoluminescence Analysis of Their Trap Distributions	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 physica status solidi (a)	6. 最初と最後の頁 2100670 ~ 2100670
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/pssa.202100670	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kozuka Shunsuke, Ueda Jumpei, Tanabe Setsuhisa	4. 巻 633
2. 論文標題 Multimodal deep red luminescent ratiometric thermometer of LaAlO ₃ doped with Mn ⁴⁺	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Physica B: Condensed Matter	6. 最初と最後の頁 413492 ~ 413492
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.physb.2021.413492	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Ueda Jumpei	4. 巻 94
2. 論文標題 How to Design and Analyze Persistent Phosphors?	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Bulletin of the Chemical Society of Japan	6. 最初と最後の頁 2807 ~ 2821
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1246/bcsj.20210255	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kitagawa Yuuki, Ueda Jumpei, Fujii Kotaro, Yashima Masatomo, Funahashi Shiro, Nakanishi Takayuki, Takeda Takashi, Hirotsuki Naoto, Hongo Kenta, Maezono Ryo, Tanabe Setsuhisa	4. 巻 33
2. 論文標題 Site-Selective Eu ³⁺ Luminescence in the Monoclinic Phase of YSiO ₂ N	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chemistry of Materials	6. 最初と最後の頁 8873 ~ 8885
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.chemmater.1c03139	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Ueda Jumpei, Xu Jian, Takemura Shota, Nakanishi Takayuki, Miyano Shun, Segawa Hiroyo, Tanabe Setsuhisa	4. 巻 10
2. 論文標題 How Many Electron Traps are formed in Persistent Phosphors?	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 ECS Journal of Solid State Science and Technology	6. 最初と最後の頁 116003 ~ 116003
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1149/2162-8777/ac2e4e	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kitagawa Yuuki, Ueda Jumpei, Arai Kazunari, Kageyama Hiroshi, Tanabe Setsuhisa	4. 巻 129
2. 論文標題 Difference of Eu ³⁺ luminescent properties in YOCl and YOBr oxyhalide hosts	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 183104 ~ 183104
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1063/5.0049826	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Bac Michele, Ueda Jumpei, Hua Hansen, Tanabe Setsuhisa	4. 巻 33
2. 論文標題 Predicting the Optical Pressure Sensitivity of 2E 4A2 Spin-Flip Transition in Cr ³⁺ -Doped Crystals	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Chemistry of Materials	6. 最初と最後の頁 3379 ~ 3385
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.chemmater.1c00678	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Bac Michele, Ueda Jumpei, Nambu Hiroshi, Fujita Masami, Yamamoto Akira, Yoshida Hisao, Tanaka Hiromitsu, Brik Mikhail G., Tanabe Setsuhisa	4. 巻 -
2. 論文標題 Boltzmann Thermometry in Cr ³⁺ Doped Ga ₂ O ₃ Polymorphs: The Structure Matters!	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Advanced Optical Materials	6. 最初と最後の頁 2100033 ~ 2100033
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/adom.202100033	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Ueda Jumpei, Miyano Shun, Xu Jian, Dorenbos Pieter, Tanabe Setsuhisa	4. 巻 2
2. 論文標題 Development of White Persistent Phosphors by Manipulating Lanthanide Ions in Gadolinium Gallium Garnets	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Advanced Photonics Research	6. 最初と最後の頁 2000102 ~ 2000102
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/adpr.202000102	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Ueda Jumpei, Harada Masaya, Miyano Shun, Yamada Akihiro, Tanabe Setsuhisa	4. 巻 22
2. 論文標題 Pressure-induced variation of persistent luminescence characteristics in Y ₃ Al ₅ xGaxO ₁₂ :Ce ³⁺ /M ³⁺ (M = Yb, and Cr) phosphors: opposite trend of trap depth for 4f and 3d	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Physical Chemistry Chemical Physics	6. 最初と最後の頁 19502 ~ 19511
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/D0CP03520C	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Ueda Jumpei, Wylezich Thomas, Kunkel Nathalie, Tanabe Setsuhisa	4. 巻 8
2. 論文標題 Red luminescent Eu ²⁺ in K ₂ MgH ₄ and comparison with KMgH ₃	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Materials Chemistry C	6. 最初と最後の頁 5124 ~ 5130
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1039/C9TC06459A	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Hashimoto Atsunori, Ueda Jumpei, Aoki Yasushi, Dorenbos Pieter, Tanabe Setsuhisa	4. 巻 127
2. 論文標題 Hole Detrapping-Type Persistent Phosphors of RE ₂ O ₃ S (RE = La, Gd, Y, Lu) Doped with Eu ³⁺ /Pr ³⁺ and Eu ³⁺ /Tb ³⁺	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 The Journal of Physical Chemistry C	6. 最初と最後の頁 15611 ~ 15619
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1021/acs.jpcc.3c03251	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計21件 (うち招待講演 10件 / うち国際学会 0件)

1. 発表者名 上田 純平
2. 発表標題 長残光無機蛍光体の設計開発
3. 学会等名 第43回光化学若手の会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 上田 純平
2. 発表標題 長残光ガラスにおけるキャリアトラップ解析
3. 学会等名 極限的励起状態の形成と量子エネルギー変換研究グループ 第7回研究会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 上田 純平
2. 発表標題 消光プロセスを利用した長残光蛍光体設計
3. 学会等名 第53回 ガラス部会夏季若手セミナー（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 上田 純平
2. 発表標題 Eu ³⁺ 添加赤色蛍光体のホール移動による温度消光
3. 学会等名 日本セラミックス協会 2023年 年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 箕輪 朋晃, 田部 勢津久, 上田 純平
2. 発表標題 Ni ²⁺ 添加 GdAlO ₃ 近赤外蛍光体の開発及び光学特性評価
3. 学会等名 日本セラミックス協会 2023年 年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 張 啓軒, 上田 純平, 田部 勢津久
2. 発表標題 生物学的用途向けの Cr ⁴⁺ ベースの発光温度計
3. 学会等名 日本セラミックス協会 2023年 年会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 Jumpei Ueda, Shun Miyano, Jian Xu, Pieter Dorenbos, Setsuhisa Tanabe
2. 発表標題 Development of white persistent phosphors by tailoring lanthanide ions and garnet host composition
3. 学会等名 19th International Conference on Luminescence (ICL2020) (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 上田 純平
2. 発表標題 高い消光温度を有する白色固体光源用Ce ³⁺ 添加蛍光体の材料設計
3. 学会等名 日本学術振興会先進セラミックス第124委員会 講演会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 上田 純平
2. 発表標題 希土類イオン添加無機化合物の固体電子構造に立脚した光機能性材料開発
3. 学会等名 第37回希土類討論会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 上田 純平, M. Back, 南部 博, 藤田 正海, 山本 旭, 吉田 寿雄, 田中 洋光, M. G. Brik, 田部 勢津久
2. 発表標題 Cr ³⁺ 添加Ga ₂ O ₃ レシオメトリック蛍光温度計の結晶構造による特性変化と触媒反応への応用
3. 学会等名 応用物理学会 極限的励起状態の形成と量子エネルギー変換研究グループ 第1回研究会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 幸塚駿佑, 上田純平, 田部勢津久, 中西貴之, 武田隆史, 廣崎尚登
2. 発表標題 Mn ⁴⁺ 添加LaAlO ₃ 深赤色蛍光温度計の開発
3. 学会等名 The 32th Meeting on Glasses for Photonics 2020
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 杜 啓萍, 上田 純平, 田部 勢津久
2. 発表標題 Pr ³⁺ 添加Y ₃ Al ₂ Ga ₃ O ₁₂ 透明セラミックスにおけるフォトクロミズムと長残光特性評価
3. 学会等名 日本セラミックス協会 2021年 年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 箕輪 朋晃, 上田 純平, 田部 勢津久, 許 健, 中西 貴之, 武田 隆史, M. G. Brik
2. 発表標題 Ni ²⁺ 添加LaAlO ₃ 近赤外蛍光体の開発及び光学特性評価
3. 学会等名 日本セラミックス協会 2021年 年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 北川 裕貴, 上田 純平, 田部 勢津久
2. 発表標題 YSiO2N:Ce3+-Ln3+ (Ln = Sm, Tm) 青色残光蛍光体における熱ルミネッセンス測定による電子トラップ分布解析
3. 学会等名 日本セラミックス協会 2021年 年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 北川 裕貴, 上田 純平, 許 健, 中西 貴之, 武田 隆史, 廣崎 尚登, 田部 勢津久
2. 発表標題 YSiO2NにおけるEu2+束縛励起子状態による深赤色-近赤外発光
3. 学会等名 第69回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 J. Ueda, A. Hashimoto, Y. Aoki, P. Dorenbos, S. Tanabe
2. 発表標題 Understanding of Hole Trap Depths by Pr3+ and Tb3+ in RE2O2S:Eu3+(RE=Y, Lu, Gd, La) Persistent Phosphors
3. 学会等名 第11回フォトニクスのための材料研究会 (
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 幸塚 駿佑, 上田 純平, 田部 勢津久, 中西 貴之, 廣崎 尚登
2. 発表標題 価数制御によるMn4+添加LaAlO3深赤色蛍光体の高効率化
3. 学会等名 日本セラミックス協会 2021年年会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 上田 純平, 宮野 隼, 許 健, P. Dorenbos, 田部 勢津久
2. 発表標題 真空準位基準束縛エネルギー図を利用した ランタニドイオン添加白色長残光蛍光体の開発
3. 学会等名 The 31st Meeting on Glasses for Photonics
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 上田 純平, T. Wylezich, N. Kunkel, 田部 勢津久
2. 発表標題 ペロブスカイト関連構造を有するEu ²⁺ 添加水素化物の発光特性
3. 学会等名 第381回 蛍光体同学会講演会 (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 上田 純平, T. Wylezich, N. Kunkel, 松石 聡, 田部 勢津久
2. 発表標題 水素化物と酸水素化物における希土類イオンの発光特性
3. 学会等名 物質材料機構セミナー "第67回 サイアロン研究会" (招待講演)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 上田 純平
2. 発表標題 “光らない” から “光り続ける” を創る
3. 学会等名 文科省 科学技術・学術政策研究所講演会「近未来への招待状 ~ナイスステップな研究者2019からのメッセージ~」 (招待講演)
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計3件

1. 著者名 田部 勢津久, 上田 純平 (監修: 荒川 泰彦)	4. 発行年 2023年
2. 出版社 エヌ・ティー・エス	5. 総ページ数 11
3. 書名 光と物質の量子相互作用ハンドブック (第18章: 蛍光体材料)	

1. 著者名 Jumpei Ueda (Edited by: Mikhail G. Brik and Alok M. Srivastava)	4. 発行年 2023年
2. 出版社 De Gruyter	5. 総ページ数 23
3. 書名 Luminescent Materials (Chapter 6 Garnet persistent phosphors)	

1. 著者名 Jumpei Ueda	4. 発行年 2022年
2. 出版社 CRC Press	5. 総ページ数 32
3. 書名 Photoionization Analysis on Phosphors in Phosphor Handbook	

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>北陸先端科学技術大学院大学 上田研究室 https://uedalab.com 京都大学 田部研究室 http://www.talab.h.kyoto-u.ac.jp/researchmap https://researchmap.jp/--0 ResearchGate https://www.researchgate.net/profile/Jumpei-Ueda</p>
--

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
--	---------------------------	-----------------------	----

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関			
オランダ	Delft University of Technology			
イタリア	Ca' Foscari University of Venice			