

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 6 年 6 月 2 日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2021～2023

課題番号：21H01853

研究課題名(和文) 誘電性相転移を用いた革新的熱蛍光体の開発

研究課題名(英文) Development of innovative thermoluminescence materials using dielectric phase transition

研究代表者

浅井 圭介(Keisuke, Asai)

東北大学・工学研究科・教授

研究者番号：60231859

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,600,000円

研究成果の概要(和文)：線量測定において、熱蛍光は幅広く利用されている現象である。このさらなる高感度化に向け、本研究構想では、誘電性相転移による電子捕獲からの活性化を介した再結合を利用することを着想した。強誘電体であるLiTaO₃をベースとした熱蛍光体について主に開発した。LiやTaの他元素への置換による誘電挙動の制御と、希土類イオンの添加による蛍光特性の付与について、バンドギャップへの影響なども同時に生じるため、両立が困難であった。一方で、おそらく高い誘電率のホストを用いたため、これらの材料の熱蛍光強度は、市販の熱蛍光体であるTLD-100と比較して2桁以上高いことも明らかとなった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

放射線の安全な利用において、その線量測定は基盤となる技術である。これまでに、絶縁体に基づいた数多くの熱蛍光材料が開発され、利用されてきた。一方で、その開発アプローチにおいて、ホスト化合物の誘電率が注目されたことはほぼ皆無であった。本研究では、おそらく、高い誘電率のホスト化合物の利用によって、高い熱蛍光強度(=高い感度)を実現できた。このことは、材料開発において注目すべきパラメータを提示できたという点で、学術的意義がある。また、熱蛍光材料の高感度化についての設計指針を見出したことにより、放射線の安全利用の基盤技術としての社会的意義がある。

研究成果の概要(英文)：Thermoluminescence has long and widely been used for radiation dosimetry. To further enhance the sensitivity of the dosimetry using thermoluminescence materials, we attempted to use dielectric phase transition to activate the trapped electrons and promote the recombination of the activated electrons with holes to produce thermoluminescence. We used LiTaO₃ host to achieve thermoluminescence. Rare-earth elements have been doped as the luminescent centers. Also, to achieve appropriate temperature for dielectric phase transition, mixed crystals of LiTaO₃ and similar compounds have been synthesized. Unfortunately, it was difficult to achieve simultaneously effective thermoluminescence and control of the temperature of the dielectric phase transition. However, we achieved effective thermoluminescence, whose intensity was higher than that of commercially available material by two orders of magnitude. This effective thermoluminescence can be attributed to high dielectric constant of the host.

研究分野：放射線物理化学

キーワード：熱蛍光 誘電体 線量測定 中性子

1. 研究開始当初の背景

放射線の線量測定は、今日、ますますその重要性を増している。福島第一原子力発電所における事故と放射性物質の拡散により、福島県内での個人被ばく線量モニタリングや、関連する環境モニタリングについての重要性は、避難住民の帰還の可能性にも直結する重要性を有する。環境モニタリングにおいては、鉱物資源やその残渣に高濃度に含まれる、自然由来の放射性物質による健康影響への懸念も近年では取沙汰されており、信頼性の高く、なおかつ高感度な線量測定技術開発の需要が増大している。一方で、昨今では、がん治療における放射線利用の重要性も高まりを見せている。従来のX線を用いた照射においても、がんの領域のみに線量を精密に集中させるような照射治療の実現や、高エネルギーの重粒子線を用いた治療、あるいは、ホウ素中性子捕捉療法という、がん細胞に集積させたホウ素薬剤と中性子との核反応により、がん細胞のみへの高線量付与を企図した治療も進められつつある。これらの放射線治療において共通するのは、健康組織の被ばく線量を可能な限り低減するというものである。これらの計測対象において共通するのは、低い線量を高感度にて測定可能な簡便な技術が必要であるということである。

熱蛍光を通じた線量測定は、このような需要を満たしうる技術の一つである。熱蛍光体とは、放射線照射後、加熱により生じる発光の読み取りにより、線量を計測する材料である。熱蛍光体は個人線量計測に頻繁に用いられ、熱蛍光の強度分布に基づいた放射線イメージングも可能である。図1に、熱蛍光の模式図を示す。熱蛍光強度が線量に比例することに基づいた線量測定である。

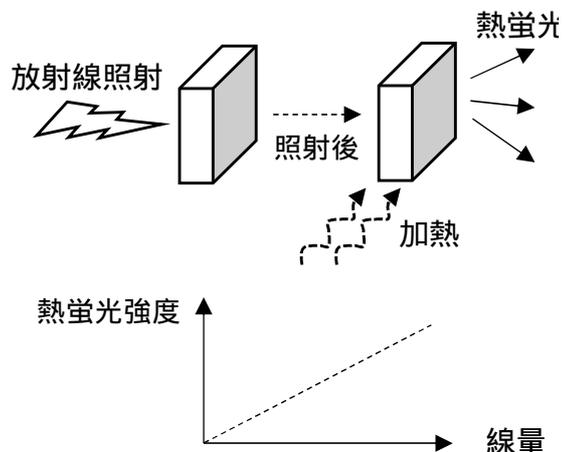


図1 熱蛍光による線量測定

2. 研究の目的

熱蛍光に基づく放射線計測において、放射線の照射により生じた電子正孔対の一部が、不純物(ドーパント)や欠陥などの局在中心に捕獲される。この電子正孔対の捕獲が、線量情報の記録に対応する。その後、加熱により電子(あるいは正孔)が捕獲サイトから離脱し、その後の電子正孔対の再結合により蛍光が生じる。熱蛍光における実際の読み取りでは、加熱温度の関数としての熱蛍光強度(グローカーブ)を計測する。ここで、グローカーブを模式的に図2に示す。典型的には、グローカーブはいくつかの温度でピークをもち、それぞれのピークが、異なる深さの捕獲ポテンシャルを有する捕獲サイトに対応する。計測可能な線量域の下限を考慮する上では、全体としての熱蛍光の強度も重要となるが、狭い温度範囲で熱蛍光が生じ、ダークノイズの影響を低減できることが特に重要となる。グローカーブは、捕獲ポテンシャルにより決定されるものであり、捕獲ポテンシャルの制御を通じたグローカーブ制御は現状では困難である。適切な温度で熱蛍光が生じるか否かについては、何らかの指導原理に基づいた材料設計ではなく、多様な化合物系を対象とした試行錯誤によりなされているのが現状である。

そこで、本研究では、加熱時の誘電性相転

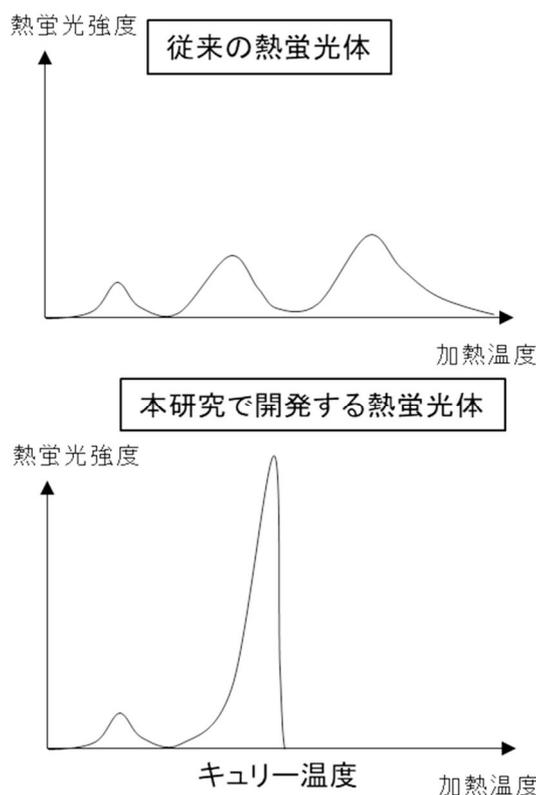


図2 従来の熱蛍光体および本研究で開発する熱蛍光体におけるグローカーブの比較

移を用いた読み出しを採用することにより、熱蛍光による線量測定における感度を劇的に上昇させる。このような相転移においては、捕獲サイトのポテンシャルが変化するため、相転移の際に電子や正孔が捕獲サイトから離脱し、それらの再結合による蛍光が生じうる。このことは、既に光励起の場合においては報告されている。これを放射線計測に用いることにより、線量測定における感度向上を図る。このことを模式的に図2に示す。キュリー温度(誘電性相転移温度)において、捕獲されている全ての電子や正孔についての熱蛍光が生じるため、熱蛍光強度が著しく上昇する。

図3に示すように、捕獲された電子正孔対として蓄積されたエネルギーを放出する手法として、捕獲ポテンシャルへと直接働きかける外部要因を利用する。このような過程での熱蛍光の実現により、100倍以上の熱蛍光強度の増大を予想している。このような強度の増大を通じて、蓄積型蛍光体を用いた線量測定の超高感度化を実現する。

3. 研究の方法

開発対象とする熱蛍光体は、酸化物系の化合物に基づくセラミックス材料として開発した。BaTiO₃やLiTaO₃など、研究報告例の多い強誘電体を主に対象とした。これらの結晶ホストに対し、熱的な相転移を生じさせて蛍光を観測するため、適切な元素置換によりキュリー温度を数百°C以下に低下させることを試みた。これらの強誘電体結晶ホストに対して、遷移金属元素や希土類元素をドーピングし、発光中心を形成するとともに、電子や正孔の捕獲サイトとしても機能させる。なお、電子や正孔の捕獲サイトとして機能する発光中心については、これまでの熱蛍光体の開発経験から熟知している。LiやBを主成分として含有する系については、原料として⁶Liや¹⁰Bの濃縮試薬を用い、中性子計測用の熱蛍光体としての利用も検討する。中性子は電荷をもたないため、⁶Liや¹⁰Bと中性子との核反応を介して高エネルギー荷電粒子へと変換した後に計測する必要があるためである。これらを超高感度の線量測定用蛍光素子として提供することを目的とした。

試料の形態としては、セラミックスとした。これは、合成が容易であり、なおかつ熱蛍光測定などにおけるハンドリングが容易であるためである。異なる温度での焼成により、単相試料を得るための条件を求めた。また、より高い蛍光特性の得られる条件を探索した。

熱蛍光の測定においては、我々のグループ独自のセットアップを用いた。ヒーター上に試料を設置し、0.5~1 K/sの昇温速度で加熱しながら、フォトンカウンティングヘッドを用いて蛍光光子数を計数した。これらを組み合わせることにより、加熱温度の関数としての蛍光強度として、熱蛍光グロークラブを得た。

4. 研究成果

本研究では、LiTaO₃をベースとした熱蛍光体について主に開発した。希土類としてはPr, Eu, あるいはTbなどを利用してきた。また、これらに加えて、GdやMgなどを共添加することにより、顕著に熱蛍光強度が向上することが明らかとなった。これらの熱蛍光強度は、市販の熱蛍光体であるTLD-100と比

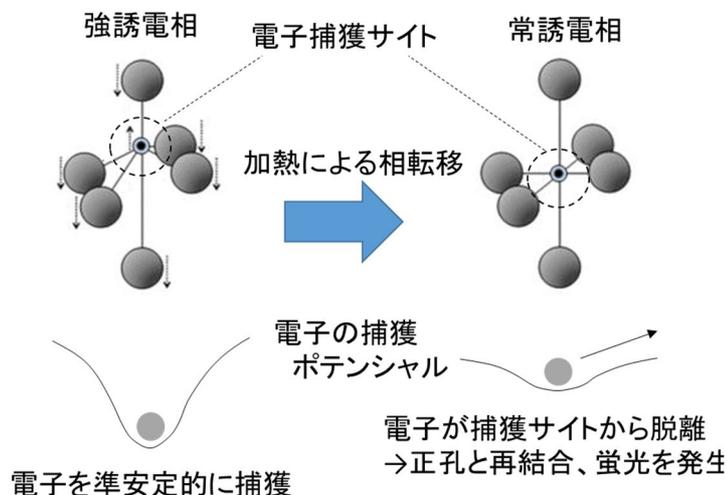


図3 本研究で利用する捕獲電子の脱離過程

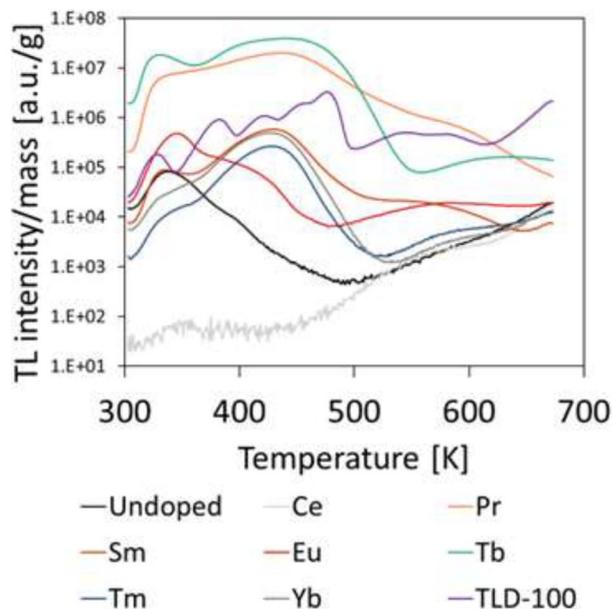


図4 希土類添加LiTaO₃セラミックスとTLD-100の熱蛍光グロークラブ

較して 2 桁以上高いことも明らかとなった。いくつかの試料の熱蛍光グロークラブを図 4 に示す。

誘電性相転移を熱蛍光において利用するため、 LiTaO_3 ベースの材料におけるホストのカチオンを多様に変化させた材料の合成を試みた。一つは、Ta の代わりに Nb を用いる手法である。しかしながら、この場合（例えばホストとして LiNbO_3 を用いた場合）希土類からの蛍光強度が顕著に低下した。これは、 LiTaO_3 よりも LiNbO_3 でバンドギャップエネルギーが小さく、添加した希土類イオンの発光に関連する準位がバンドギャップ内に存在しえない状況となったためであると推察される。また、Li の代わりに K を用いた材料についても合成を進めたが、原料となる K_2CO_3 の強い潮解性もあり、単相のセラミックスの合成が非常に困難であった。これらの要因から、誘電体相転移温度での熱蛍光グロークラブの測定は、熱蛍光強度の高い材料においては実現困難であった。

一方で、 LiTaO_3 という強誘電体において非常に高い熱蛍光強度を実現できたことは、これからの材料開発の設計指針として非常に有用なものである。このことを模式的に図 5 で説明する。熱蛍光体においては、ホストの伝導帯および価電子帯で生じた電子と正孔がそれぞれ、別の捕獲サイトにおいて準安定的に捕獲されているために、放射線のエネルギーを保持することが可能となる。なお、その後の読み出しにおいては、加熱による捕獲電子の活性化と正孔との再結合による蛍光（すなわち熱蛍光）の強度が用いられることとなる。熱蛍光強度を左右する要因は、電子正孔対が個別のサイトに準安定的に捕獲される確率と、再結合後の蛍光量子収率に比例することとなる。これらのうち、電子正孔対を個別のサイトに捕獲するためには、捕獲前の再結合をできる限り防ぐ必要がある。その際に、再結合の駆動力の一つは、電子と正孔の間のクーロン引力となりうる。これは、ホストの誘電率に反比例する。すなわち、非常に高い誘電率のホスト材料では、高い確率で電子正孔対を個別のサイトに準安定的に捕獲可能となり、結果として高い熱蛍光強度を実現できるものと推察される。

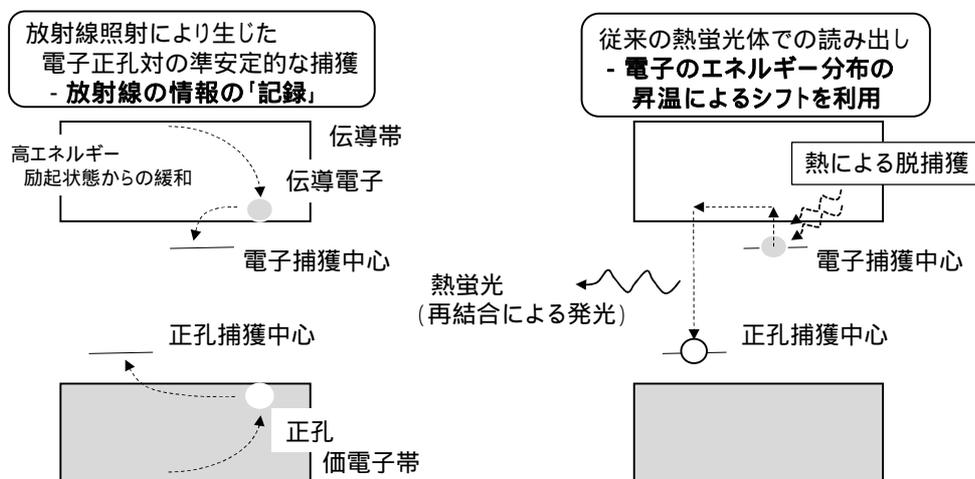


図 5 熱蛍光過程の模式図

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計4件（うち査読付論文 4件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Hajime Komiya, Hiroki Kawamoto, Yutaka Fujimoto, Masanori Koshimizu, Go Okada, Yusuke Koba, Genichiro Wakabayashi, Keisuke Asai	4. 巻 134
2. 論文標題 Neutron detection properties of thermoluminescent Sr2B205:Eu ceramics	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Optical Materials	6. 最初と最後の頁 113210-113210
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.optmat.2022.113210	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 Hiroyo Yamaguchi, Masanori Koshimizu, Hajime Komiya, Hiroki Kawamoto, Yutaka Fujimoto, Genichiro Wakabayashi, Mitsuhiro Nogami, Keitaro Hitomi, Kenichi Watanabe, Keisuke Asai	4. 巻 33
2. 論文標題 Neutron-induced thermoluminescence of Dy3+-doped Li20-Al203-B203 glasses	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Materials Science: Materials in Electronics	6. 最初と最後の頁 26424-26433
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1007/s10854-022-09322-2	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 Hajime Komiya, Ichiro Kawamura, Hiroki Kawamoto, Yutaka Fujimoto, Masanori Koshimizu, Hiromi Kimura, Go Okada, Yusuke Koba, Takayuki Yanagida, Genichiro Wakabayashi, Keisuke Asai	4. 巻 60
2. 論文標題 Neutron-induced thermoluminescence properties of Tb3+-doped Ca2B205 ceramics	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Jpn. J. Appl. Phys.	6. 最初と最後の頁 92008
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.35848/1347-4065/ac1c90	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 Hajime Komiya, Ichiro Kawamura, Hiroki Kawamoto, Yutaka Fujimoto, Masanori Koshimizu, Go Okada, Yusuke Koba, Genichiro Wakabayashi, Keisuke Asai	4. 巻 61
2. 論文標題 Thermoluminescence properties of Ca2B205:Dy ceramics for neutron measurement	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Jpn. J. Appl. Phys.	6. 最初と最後の頁 SB1007
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.35848/1347-4065/ac305c	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 -

〔学会発表〕 計39件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 7件）

1. 発表者名 大場康平, 山口寛人, 藤本裕, 浅井圭介, 越水正典
2. 発表標題 BCNOのフォトルミネッセンスおよび熱蛍光特性
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8回研究会（兼 第24回次世代先端光科学研究会）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山口寛人, 川本弘樹, 藤本裕, 越水正典, 浅井圭介
2. 発表標題 希土類添加ホウリン酸塩ガラスのX線照射後の熱蛍光特性
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8回研究会（兼 第24回次世代先端光科学研究会）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Masanori Koshimizu, Hiroto Yamaguchi, Genichiro Wakabayashi, Yutaka Fujimoto, Keisuke Asai
2. 発表標題 Thermoluminescent Glasses for Neutron Detection
3. 学会等名 IDW'22（招待講演）（国際学会）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Masanori Koshimizu, Hajime Komiya, Genichiro Wakabayashi, Yutaka Fujimoto, Keisuke Asai
2. 発表標題 Thermoluminescent Borate Ceramics for Neutron Detection
3. 学会等名 IDW'22（国際学会）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山口寛人, 藤本裕, 浅井圭介, 越水正典, 若林源一郎
2. 発表標題 中性子線照射によるDy ³⁺ 添加Li ₂₀ -CaO-P ₂ O ₅ ガラスの熱蛍光
3. 学会等名 日本電子材料技術協会 第59回 秋期講演大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山口寛人, 川本弘樹, 藤本裕, 越水正典, 若林源一郎, 浅井圭介
2. 発表標題 希土類添加Li ₂₀ -CaO-P ₂ O ₅ ガラスの中性子照射後の熱蛍光特性
3. 学会等名 令和4年度 日本セラミックス協会東北北海道支部研究発表会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山口寛人, 川本弘樹, 藤本裕, 越水正典, 若林源一郎, 浅井圭介
2. 発表標題 中性子線照射による希土類添加 Li ₂₀ -CaO-P ₂ O ₅ ガラスの熱蛍光
3. 学会等名 第83回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山口寛人, 川本弘樹, 藤本裕, 越水正典, 若林源一郎, 浅井圭介
2. 発表標題 中性子線照射による Sm ³⁺ 添加 Li ₂₀ -CaO-P ₂ O ₅ ガラスの熱蛍光
3. 学会等名 第83回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 大場康平, 山口寛人, 藤本裕, 浅井圭介, 越水正典
2. 発表標題 X線照射後のBCNOの熱蛍光
3. 学会等名 第83回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山口寛人, 川本弘樹, 藤本裕, 越水正典, 若林源一郎, 浅井圭介
2. 発表標題 中性子検出用 Dy ³⁺ 添加 Li ₂₀ -Al ₂₀₃ -B ₂₀₃ ガラスの熱蛍光特性
3. 学会等名 日本セラミックス協会第35回秋季シンポジウム
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Hajime Komiya, Masanori Koshimizu, Yutaka Fujimoto, Genichiro Wakabayashi, Keisuke Asai
2. 発表標題 Development of thermoluminescent Li ₂ CaSiO ₄ :Tm ceramics for neutron detection
3. 学会等名 ICOM2022 (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山口寛人, 川本弘樹, 藤本裕, 越水正典, 若林源一郎, 浅井圭介
2. 発表標題 Sm ³⁺ 添加リン酸リチウムガラスの中性子照射後の熱蛍光特性
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6回研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 平松祐汰, 藤本裕, 浅井圭介, 越水正典
2. 発表標題 LiTaO ₃ :Pr ³⁺ , Gd ³⁺ およびLiTaO ₃ :Tb ³⁺ , Gd ³⁺ 熱蛍光体の評価
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7回研究会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 H. Yamaguchi, H. Kawamoto, Y. Fujimoto, M. Koshimizu, G. Wakabayashi, K. Asai
2. 発表標題 Neutron Detection with Rare Earth-Doped Phosphate Glasses
3. 学会等名 The 15th International Workshop on Ionizing Radiation Monitoring (国際学会)
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 山口 寛人, 川本 弘樹, 藤本 裕, 越水 正典, 若林 源一郎, 浅井 圭介
2. 発表標題 X線照射によるTb ³⁺ 添加B2O ₃ -Na ₂ O-CaO-P ₂ O ₅ ガラスの熱蛍光
3. 学会等名 第70回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 平松 祐汰, 藤本 裕, 浅井 圭介, 越水 正典
2. 発表標題 希土類添加LiTaO ₃ セラミックスの熱蛍光特性
3. 学会等名 第70回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 大場 康平, 藤本 裕, 浅井 圭介, 越水 正典
2. 発表標題 BCNO の熱蛍光特性の最適化
3. 学会等名 第70回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 山口 寛人, 川本 弘樹, 藤本 裕, 越水 正典, 若林 源一郎, 浅井 圭介
2. 発表標題 中性子検出用 Dy ₃₊ 添加 Li ₂ O-CaO-P ₂ O ₅ ガラスの熱蛍光
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 H. Komiya, H. Kawamoto, Y. Fujimoto, M. Koshimizu, K. Asai, G. Okada, Y. Koba, G. Wakabayashi
2. 発表標題 Thermoluminescence properties of rare-earth-doped Ca ₂ B ₂ O ₅ ceramics for neutron dosimetry
3. 学会等名 The 6th International Symposium on Biomedical Engineering (ISBE2021) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Hajime Komiya, Hiroki Kawamoto, Yutaka Fujimoto, Masanori Koshimizu, Go Okada, Yusuke Koba, Genichiro Wakabayashi, Mitsuhiro Nogami, Keitaro Hitomi, Kenichi Watanabe, Takayuki Yanagida, Keisuke Asai
2. 発表標題 Thermoluminescence properties of Sr ₂ B ₂ O ₅ :Eu ceramics for neutron dosimetry
3. 学会等名 46th International Conference and Expo on Advanced Ceramics and Composites (ICACC2022) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名	Hajime Komiya, Ichiro Kawamura, Hiroki Kawamoto, Yutaka Fujimoto, Masanori Koshimizu, Go Okada, Yusuke Koba, Genichiro Wakabayashi, Keisuke Asai
2. 発表標題	Thermoluminescence properties of Ca ₂ B ₂ O ₅ :Dy ceramics for neutron measurement
3. 学会等名	The Eighth International Symposium on Organic and Inorganic Electronic Materials and Related Nanotechnologies (EM-NANO2021) (国際学会)
4. 発表年	2021年

1. 発表者名	山口 寛人、小宮 基、川本 弘樹、藤本 裕、越水 正典、若林 源一郎、浅井 圭介
2. 発表標題	中性子線照射によるSm ³⁺ 添加Li ₂₀ -Al ₂₀₃ -B ₂₀₃ ガラスの熱蛍光
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	山口 寛人、小宮 基、川本 弘樹、越水 正典、藤本 裕、野上 光博、人見 啓太郎、浅井 圭介、若林 源一郎、渡辺 賢一
2. 発表標題	Dy添加Li ₂₀ -Al ₂₀₃ -B ₂₀₃ ガラスの中性子照射後の熱蛍光
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3回研究会
4. 発表年	2021年

1. 発表者名	山口 寛人、小宮 基、川本 弘樹、藤本 裕、越水 正典、若林 源一郎、野上 光博、人見 啓太郎、渡辺 賢一、浅井 圭介
2. 発表標題	中性子線照射によるDy ³⁺ 添加Li ₂₀ -Al ₂₀₃ -B ₂₀₃ ガラスの熱蛍光
3. 学会等名	第82回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年	2021年

1. 発表者名 山口 寛人、小宮 基、川本 弘樹、藤本 裕、越水 正典、若林 源一郎、浅井 圭介
2. 発表標題 Dy ³⁺ 添加りん酸リチウムガラスの中性子照射後の熱蛍光特性
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5回研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 山口 寛人、小宮 基、川本 弘樹、藤本 裕、越水 正典、野上 光博、人見 啓太郎、渡辺 賢一、浅井 圭介
2. 発表標題 中性子線照射によるCe ³⁺ 添加Li ₂₀ -Al ₂₀₃ -B ₂₀₃ ガラスの熱蛍光
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4回研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 山口寛人、小宮基、藤本裕、越水正典、浅井圭介、若林源一郎
2. 発表標題 中性子検出用リチウムホウ酸塩ガラス及びリチウムリン酸塩ガラスの熱蛍光特性
3. 学会等名 第14回日本セラミックス協会MFD研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小宮 基、川本 弘樹、藤本 裕、越水 正典、岡田 豪、古場 裕介、若林 源一郎、浅井 圭介
2. 発表標題 新規中性子計測素子開発を企図した LiCaB ₀₃ :Tm の熱蛍光特性評価
3. 学会等名 第60回セラミックス基礎科学討論会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小宮 基、川本 弘樹、藤本 裕、越水 正典、岡田 豪、古場 裕介、若林 源一郎、浅井 圭介
2. 発表標題 新規中性子計測素子開発を企図したTm添加LiCaB03焼結体の熱蛍光特性評価
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 小宮 基、川本 弘樹、藤本 裕、越水 正典、岡田 豪、古場 裕介、若林 源一郎、浅井 圭介
2. 発表標題 X線, 粒子線, および熱中性子照射による Eu ドープ M2B205 (M = Ca, Sr) 焼結体の熱蛍光特性
3. 学会等名 日本セラミックス協会 第34回秋季シンポジウム
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小宮 基、川本 弘樹、藤本 裕、越水 正典、岡田 豪、古場 裕介、若林 源一郎、浅井 圭介
2. 発表標題 新規中性子計測素子開発を企図した希土類添加 Ca2B205 焼結体の熱蛍光特性評価
3. 学会等名 第64回放射線化学討論会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小宮 基、川本 弘樹、藤本 裕、越水 正典、岡田 豪、古場 裕介、若林 源一郎、浅井 圭介
2. 発表標題 新規中性子計測素子開発を企図したTm添加 LiCaB03の熱蛍光特性評価
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5回研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小宮 基、川本 弘樹、藤本 裕、越水 正典、岡田 豪、古場 裕介、若林 源一郎、野上 光博、人見 啓太郎、渡辺 賢一、柳田 健之、浅井 圭介
2. 発表標題 X線，粒子線，および熱中性子照射によるSr ₂ B ₂ O ₅ :Eu焼結体の熱蛍光特性
3. 学会等名 第82回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小宮 基、川本 弘樹、藤本 裕、越水 正典、岡田 豪、古場 裕介、野上 光博、人見 啓太郎、渡辺 賢一、浅井 圭介
2. 発表標題 Tm添加LiCaB ₀₃ の熱蛍光特性
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4回研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小宮 基、川本 弘樹、藤本 裕、越水 正典、浅井 圭介
2. 発表標題 X線照射による Eu および Sm 添加 Ca ₂ B ₂ O ₅ 焼結体の熱蛍光特性
3. 学会等名 第82回応用物理学会秋季学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小宮 基、川本 弘樹、藤本 裕、越水 正典、浅井 圭介
2. 発表標題 X線照射によるEuおよびSm添加Ca ₂ B ₂ O ₅ 焼結体の熱蛍光特性評価
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3回研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小宮基, 藤本裕, 越水正典, 若林源一郎, 浅井圭介
2. 発表標題 中性子計測素子開発を企図したEu添加Sr ₂ B ₂ O ₅ 焼結体の熱蛍光特性評価
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 第二回研究会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 小宮基, 川本弘樹, 藤本裕, 越水正典, 岡田豪, 古場裕介, 若林源一郎, 浅井圭介
2. 発表標題 新規中性子計測素子開発を企図したLiCaB ₃ O ₇ :Tm焼結体の熱蛍光特性評価
3. 学会等名 第36回研究会「放射線検出器とその応用」
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小宮基, 川本弘樹, 藤本裕, 越水正典, 木村大海, 岡田豪, 古場裕介, 若林源一郎, 柳田健之, 浅井圭介
2. 発表標題 中性子計測素子開発を企図した希土類添加Ca ₂ B ₂ O ₅ 焼結体の熱蛍光特性評価
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 第一回研究会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

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
研究分担者	越水 正典 (Koshimizu Masanori) (40374962)	静岡大学・電子工学研究所・教授 (13801)	

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
---------	---------