

令和 4 年 8 月 31 日現在

機関番号：33302

研究種目：挑戦的研究（萌芽）

研究期間：2019～2021

課題番号：19K22158

研究課題名（和文）放射能汚染の可視化が可能なフレキシブル二次元放射線RPLイメージセンサ

研究課題名（英文）Flexible 2D RPL imaging sensor for radioactive contamination

研究代表者

南戸 秀仁（Naoto, Hidehito）

金沢工業大学・産学連携室・教授

研究者番号：30133466

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 4,800,000円

研究成果の概要（和文）：ラジオフォトルミネッセンス（RPL）現象を利用した「放射線の二次元イメージセンサ」の開発を目的として研究を推進した。まず、放射線量の二次元分布をイメージングする「撮像素子型放射線イメージ読取装置」を試作し、その能力を評価し、約100msの速さで放射線画像をイメージングできることを明らかにした。そして、今研究で見出した新規RPL蛍光体を用いてイメージングを行った結果、約20 μ mの分解能で画像を得ることが可能であることを明らかにした。

研究成果の学術的意義や社会的意義

ラジオフォトルミネッセンス（RPL）現象を利用した「放射線の二次元イメージセンサ」の開発を目的として研究を推進した。まず、放射線量の二次元分布をイメージングする「撮像素子型放射線イメージ読取装置」を試作し、その能力を評価し、約100msの速さで放射線画像をイメージングできることを明らかにした。そして、今研究で見出した新規RPL蛍光体を用いてイメージングを行った結果、約20 μ mの分解能で画像を得ることが可能であることを明らかにした。この結果は、本システムが、医療分野、環境分野および原子炉内などの放射線量計測などへの応用が可能であり、社会に与えるインパクトは多大であると考えられる。

研究成果の概要（英文）：The research was promoted to develop a "two-dimensional radiation image sensor" using the radiophotoluminescence (RPL) phenomenon. First, we fabricated a prototype "image sensor type radiation image reader" for imaging two-dimensional distribution of radiation dose, evaluated its capability, and found that it can image radiation images at a speed of about 100 ms. Then, imaging was performed using a new RPL phosphor discovered in this research, and it was found that it was possible to obtain images with a resolution of about 20 μ m.

研究分野：放射線誘起蛍光体

キーワード：放射線誘起蛍光体 ラジオフォトルミネッセンス 放射線イメージング 放射線画像読み取り装置 ガラス線量計 硫酸カルシウム蛍光体

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

東日本大震災に伴う津波により発生した福島原発事故により発生した放射能汚染のモニタリングおよび処理が大きな問題となっている中、廃炉作業等に従事する作業員の放射能汚染分布および放射線被ばくをモニタリングでき、かつ、放射線の線種やエネルギーを弁別できるパッシブタイプの放射線イメージセンサの開発が強く望まれていた。申請者らはここ数年、Ag⁺ドープリン酸塩ガラスの RPL 現象に着目し、詳細な RPL メカニズムの解明および X 線や γ 線はもとより、粒子線に対する評価を行ってきた。また、RPL ガラス線量計を用いた個人被ばく線量のモニタリングサービスを行っている(株)千代田テクノルとも共同で RPL ガラス線量計の応用についての研究を推進してきており、ガラスの RPL については世界をリードしてきている。

本研究はこのような背景のもと、ビーズ状およびシート状 RPL ガラス線量計を作製するための技術の確立および最終的には、放射能汚染分布、放射線核種の判別および放射線量分布をモニタリングできるフレキシブル RPL ガラス線量計の実現を目指すもので、その試みは世界初である。また、本研究は、申請者らの独創的なアイデアならびにこれまでに蓄積したガラスの RPL 現象における多くの知見をベースに推進される挑戦的萌芽研究である。

2. 研究の目的

ガラスのラジオフォトルミネッセンス(Radiophotoluminescence:略して RPL)現象 1 を利用した「放射能汚染分布および被ばく放射線量」を計測できるフレキシブル二次元放射線イメージセンサの開発を目指し、以下の研究を推進する。①放射能汚染や二次元の放射線量分布のモニタリングが可能なフレキシブル「RPL ガラスシート」の機能設計をするとともに、そのイメージ読み出し装置の開発を図り、②有機膜にラミネートされた RPL ガラスシートの各種放射線に対する応答を評価することで、その RPL 応答から放射線種やそのエネルギーの弁別が可能で二次元の放射線量分布をイメージできるセンサを実現できるかどうかの可能性を評価し、③その応用の可能性を明らかにすることを目的とした。さらに、福島原発により生じた放射能汚染評価や医療診断分野への応用の可能性を評価する予定である。

3. 研究の方法

本研究では、ラジオフォトルミネッセンス (RPL) を利用した 2 次元放射線量計測のための画像読取装置を構築した。本システムは、ペルチェ冷却型 CMOS カメラと LED 励起光源、および制御装置から主に構成され、任意の励起波長 (365、405、460、530、630nm など) と広い検出波長範囲 (200-1000nm) を提供し、異なる分光特性を持つ試作画像検出器に幅広く使用することが可能である。開発したシステムを用いて、市販の RPL 検出器 (Ag ドープリン酸塩ガラス板) および自作したフレキシブルイメージングプレート (IP) 上に記録した X 線投影画像を得ることが可能かどうか評価をした。さらに、本リーダーシステムは RPL イメージングだけでなく、従来の光刺激ルミネッセンス (OSL) イメージングにも適用可能であり、医療診断用 IP を使用して実証実験を行った。

4. 研究成果

図 1 に構築したリーダーシステムを示す。図 1 (a) は外観を、図 1 (b) はシステム構成図を示している。システムは、ペルチェ冷却型 CMOS カメラ (2048×2048 ピクセル、CS-66UV、(株)ビトラン)、対物レンズ (UV2528B、ユニバース光学 (株))、光学フィルター (イメージングプレート (IP) により仕様は異なる)、LED ディスク (自作)、暗箱 (自作)、電源 (P4K36-1、松田精工)、マイクロコントローラ (Arduino UNO R3, Arduino) およびコンピュータから構成されている。コンピュータからの指令に従い、マイコンが電源をトリガーにして LED ディスクアレイを点灯/消灯させ、IP を光学的に励起/刺激する。図 1(c)に示すように、LED ディスクアレイはアルミニウムの円盤上に複数の LED チップを配置し、IP を均一に照明することができる。IP からの発光パターンは光学フィルターを通したカメラで観察され、画像データはコンピュータに送られて記録される。LED アレイディスクの波長は 365、405、460、530、630nm で、ディスクの交換や電源ケーブルを適切なコネクタに接続することで波長が選択される。LED スペクトルの半値全幅は、通常 5nm である。カメラのスペクトル検出範囲は約 200~1000nm で、視野は約 40cm×40cm である。画像取得は、図 1(d)に示すように、LabVIEW でコーディングされたオリジナルプログラムを使って操作することができる。

図 2 は、Ag ドープリン酸塩ガラス (Ag-PG) 蛍光体の RPL を利用して、集積回路 (IC) 内部を X 線で可視化した X 線透過画像である。IC の内部がはっきりと見えていることがわかる。IC によって遮蔽されていない IC の外側からのオレンジ色の発光は、Ag-PG からの RPL であることがわかる。図 2(b)は、今回開発したリーダーシステムを用いて取得した画像である。図 (矢

印部分) から、ボンディングワイヤが IC のリード電極と中央のチップドアの間を通過していることがわかる。ボンディングワイヤの直径は通常 $25\mu\text{m}$ 程度であるため、空間分解能はボンディングワイヤと同等かそれ以上であることがわかる。2次元の RPL 強度分布は、 400nm のカットフィルターを通した 365nm の励起光を用いて、CMOS カメラで読み取った。X 線照射は、X 線管 (非マイクロフォーカス, W ターゲット, 40kV) を用いて約 3Gy で行った。

また、8 年前に Ag 添加リン酸塩ガラスディスクに記録された X 線イメージを、開発・試作した撮像素子型イメージリーダーを用いて読み出したイメージ像 (像は旧ハッサム住宅) を図 3 に示す。検出器ディスクのサイズは $10\text{cm}\Phi \times 1\text{mm}$ である。同図から確認できるように、従来の手法と比較しても遜色のない分解能で像が得られ、約 100ms の露光時間で像の取得を可能であることを明らかにできた。

さらに、本研究では、新規 RPL 蛍光体の開発にも成功した。図 4 は、X 線 ($250, 500, 1000\text{mGy}$) を照射した Sm ドープ CaSO_4 (CSP) 蛍光体試料の PL スペクトルを示している。試料は、照射量に関わらず、 $560, 595, 643, 705\text{nm}$ をピークとする鋭い発光特徴を示している。これらの発光線の起源は、 Sm^{3+} のパリティ禁制の $4f-4f$ 遷移に起因すると考えられる。しかし、照射後、スペクトルの特徴は大きく変化した。 Sm^{3+} の発光に加え、 630nm をピークとする非常に強いブロードな発光バンドと、 $680-820\text{nm}$ に渡る複数のシャープなラインがスペクトルに現れたのである。スペクトルの特徴から、前者は Sm^{2+} の $5d-4f$ 遷移に、後者は Sm^{2+} の $4f-4f$ 遷移に起因するものと推定される。これらのことから、 Sm^{2+} イオンは Sm-CSP に X 線を照射して生成されたものであると結論づけられる。

Sm-CSP 蛍光体粉末を用いて 2 次元 X 線画像を得るために、図 5 に示す 2 種類の RPL-IP を試作した。図 5 (a) はポリビニルアルコール (PVA) マトリックスに Sm-CSP を埋め込んだフレキシブルフィルムタイプ、図 5 (b) はプラスチック基板上に Sm-CSP を塗布したタイプである。PVA を用いた RPL-IP では、蛍光体粉末をいかに均一に分散させるかが今後も課題である。一方、フレキシブルプレート型の RPL-IP では、Sm-CSP をかなり均一に塗布することができた。そこで、本研究では後者を用いてイメージングデモを行った。図 5 (c) は、フレキシブルプレート型 RPL-IP を使用して取得したペーパークリップの X 線画像である。X 線照射線量は 10Gy 、励起用 LED の波長は 365nm である。図からわかるように、ペーパークリップの像が鮮明に映し出されていることが分かる。

また、構築した画像読取装置の補助機能として、Eu ドープ BaFBr 蛍光体を検出素子とする市販の OSL-IP (BAS-MS、富士写真フイルム株式会社) を用いて、X 線撮影のデモンストレーションを実施した。図 6 に OSL-IP を用いた取得した X 線画像を示す。図中、(a) パソコンのマウス、(b) プラスチックケースに入ったポケットツール、(c) クレジットカード、(d) 石川県の日本海側で捕獲したクロダイ (ノドグロ) の X 線画像である。LED の波長は 630nm であった。いずれの X 線画像も鮮明であり、本研究で開発した X 線イメージングシステムが OSL-IP を用いたイメージングにも適用できること明らかにできた。

以上より、本研究で開発・試作した RPL を利用した 2 次元放射線量計測のための画像読取装置は、X 線画像のイメージングに十分利用が可能で、かつ迅速にイメージングできる装置として、放射線の二次元画像が必要となる医療・環境・原発などの放射線計測に有力であると考えられる。今後は、応用も含め研究をさらに推進する予定である。

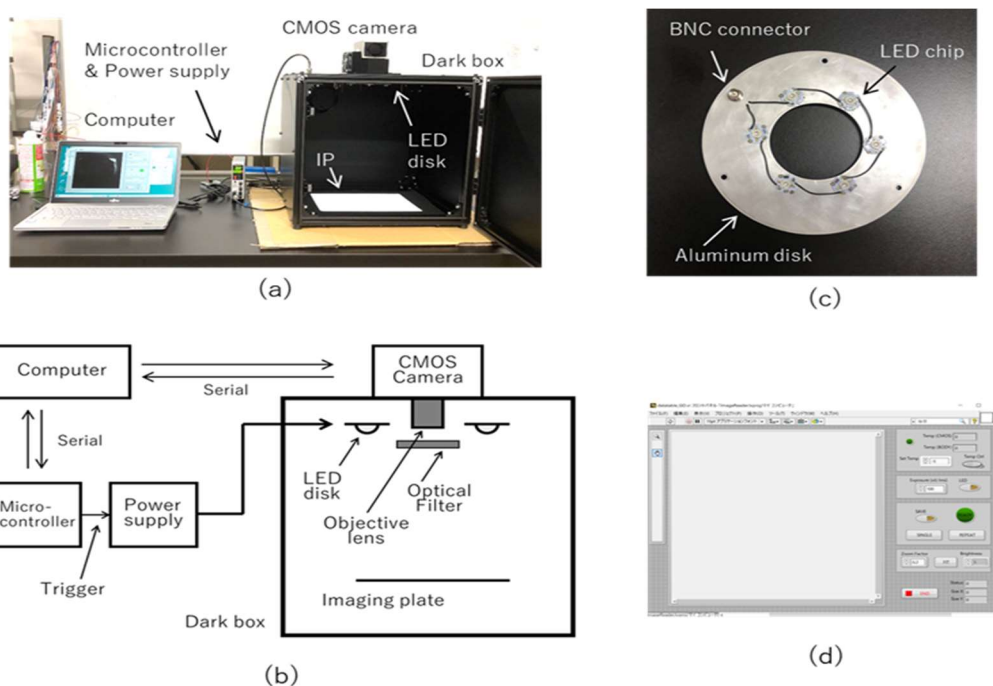


図 1 画像読取装置. (a) 外観, (b) システム構成, (c) LED アレイディスク, (d) 制御プログラム

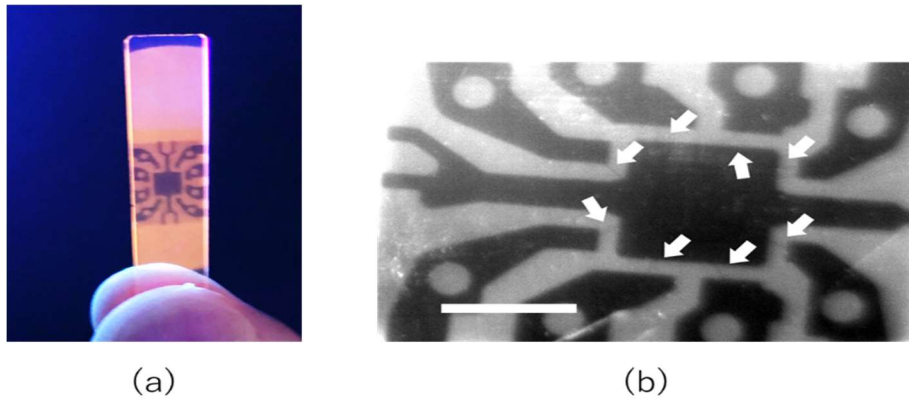


図2 Ag-PG上に記録された集積回路チップのX線画像。(a) 365 nm励起下での外観、(b) 本研究で開発したリーダーを用いて取得した画像 (スケールバー=2 mm)

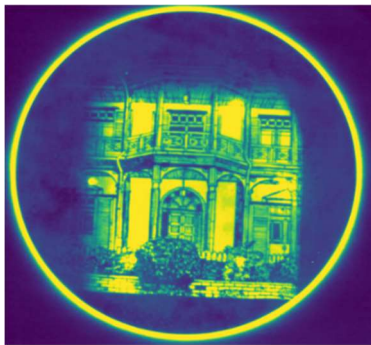


図3 Ag-PGディスクに記録されたX線画像

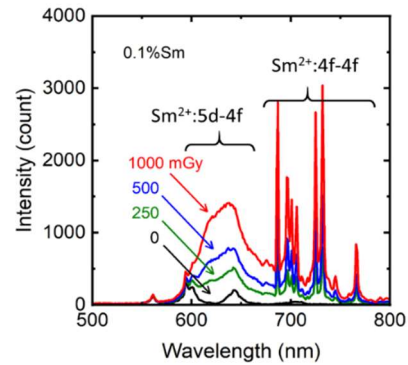


図4 Sm-CSPのPLスペクトルのX線照射量依存性

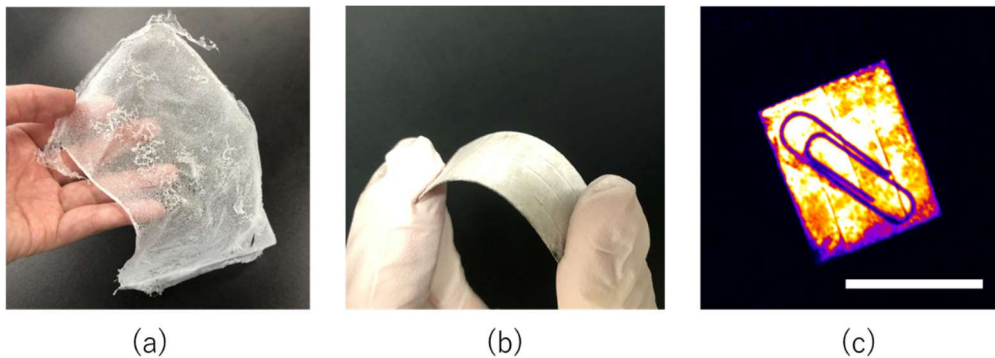


図5 フレキシブルRPL-IPのプロトタイプとX線撮像のデモ。(a)PVAマトリックスにSm-CSPを埋め込んだフレキシブルフィルムタイプ。(b) プラスチック板にSm-CSPをコーティングしたフレキシブルプレートタイプ。(c) プレート型RPL-IPで取得したペーパークリップのX線画像 (スケールバー=2cm)

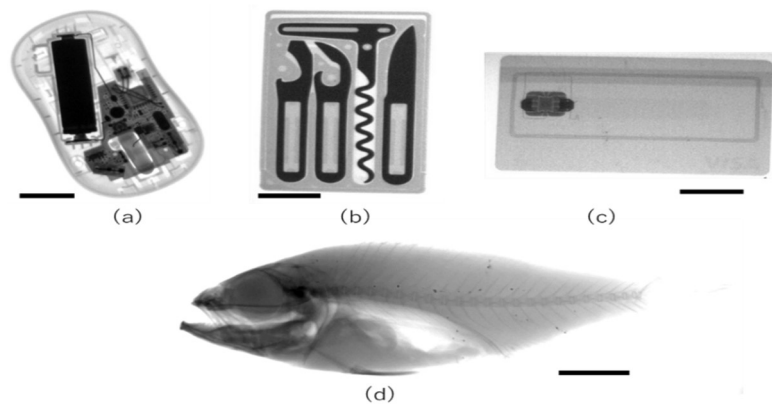


図6 イメージングプレート (IP) によるX線画像。(a) コンピュータマウス、(b) プラスチックケースに入ったポケットツール、(c) クレジットカード、(d) クロスズメ (ノドグロ) のX線投影画像。画像はすべてOSL-IP (BAS-MS、富士写真フイルム株式会社) と本研究で開発した画像読取装置で取得した (スケールバー=2cm)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計11件（うち査読付論文 8件 / うち国際共著 2件 / うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Hidehito Nanto, Go Okada, Kazuki Hirasawa, Yasuhiro Koguchi, Wakako Shinozaki, Satoshi Ueno, Yuka Yanagida, Francesco d'Errico, and Takayoshi Yamamoto	4. 巻 34
2. 論文標題 Radiophotoluminescence Imaging Reader for Passive-type Dosimetry	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Sensors and Materials,	6. 最初と最後の頁 757-764
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18494/SAM3686	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 Go Okada, Wakako Shinozaki, Satoshi Ueno, Yasuhiro Koguchi, Kazuki Hirasawa, Francesco d'Errico, Takayuki Yanagida, Safa Kasap, Hidehito Nanto	4. 巻 61
2. 論文標題 RPL Properties of Samarium-doped CaSO ₄	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Applied Physics,	6. 最初と最後の頁 SB1035
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.35848/1347-4065/ac1ab2	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 Yuto Kohara, Go Okada, Isao Tsuyumoto, Eiji Kusano, Hidehito Nanto	4. 巻 303
2. 論文標題 Radiation-induced reduction of Eu ³⁺ doped in SrAl ₂ O ₄	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Materials Letters,	6. 最初と最後の頁 130502
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.matlet.2021.130502	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 Hidehito Nanto, Go Okada, Kazuki Hirasawa, Yasuhiro Koguchi, Wakako Shinozaki, Satoshi Ueno, Yuka Yanagida, Francesco d'Errico, and Takayoshi Yamamoto	4. 巻 34
2. 論文標題 Radiophotoluminescence Imaging Reader for Passive-type Dosimetry	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Sensors and Materials	6. 最初と最後の頁 757-764
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18494/SAM3686	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 Go Okada, Wakako Shinozaki, Satoshi Ueno, Yasuhiro Koguchi, Kazuki Hirasawa, Francesco d'Errico, Takayuki Yanagida, Sefa Kasap, Hidehito Nanto	4. 巻 61
2. 論文標題 RPL Properties of Samarium-doped CaSO ₄	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Japanese Journal of Applied Physics	6. 最初と最後の頁 SB1035
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.35848/1347-4065/ac1ab2	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 Yuto Kohara, Go Okada, Isao Tsuyumoto, Eiji Kusano, Hidehito Nanto	4. 巻 303
2. 論文標題 Radiation-induced reduction of Eu ³⁺ doped in SrAl ₂ O ₄	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Materials Letters	6. 最初と最後の頁 130502
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.matlet.2021.130502	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 Go Okada, Kazuki Hirasawa, Takayuki Yanagida, Hidehito Nanto	4. 巻 未定
2. 論文標題 TSL/OSL/RPL Automated and Integrated Measurement System (TORAIMS)	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Sensors and Materials,	6. 最初と最後の頁 印刷中
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.18494/SAM.2021.3327	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 2. Go Okada, Shuta Motoki, Mune-aki Sakamoto, Eiji Kusano, Ryuichi Yada, Yutaka Fujimoto, Takayuki Yanagida, Hidehito Nanto	4. 巻 未定
2. 論文標題 Characterization of optically-stimulated luminescence properties by NaCl:Eu ²⁺ crystal and the thermal response	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Alloys and Compounds	6. 最初と最後の頁 印刷中
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1016/j.jallcom.2020.158561	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 南戸秀仁	4. 巻 89
2. 論文標題 特殊機能材料を用いた放射線被ばく管理のための個人線量計「特集にあたって」	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 金属	6. 最初と最後の頁 3-4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 岡田 豪, 柳田健之, 南戸秀仁, Safe Kasap	4. 巻 89
2. 論文標題 RPL現象と放射線計測	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 金属	6. 最初と最後の頁 38-45
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 南戸秀仁, 岡田 豪	4. 巻 89
2. 論文標題 光刺激蛍光線量計	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 金属	6. 最初と最後の頁 46-56
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	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 -

〔学会発表〕 計38件 (うち招待講演 10件 / うち国際学会 7件)

1. 発表者名 南戸秀仁, 嘉藤聖矢, 岡田豪
2. 発表標題 Bi添加LiCaB03におけるRPL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 伊藤瀬南, 岡田豪, 南戸秀仁
2. 発表標題 NaClおよびKCl単結晶のRPL特性
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 岡田豪, 柳田健之, 南戸秀仁
2. 発表標題 放射線線量計測を目的としたAg添加M20-Al2O3-P2O5(M = Li, Na, K)ガラスのRPL特性
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 岡田豪 小口靖弘, 柳田健之, 南戸秀仁
2. 発表標題 卓越したラジオフィトルミネッセンス特性を示す無添加CaSO4
3. 学会等名 第69回応用物理学会春季学術講演会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 南戸秀仁
2. 発表標題 SL現象の基礎と応用
3. 学会等名 第69回応用物理学会春季学術講演会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 岡田豪, 小口靖弘, 柳田健之, Safa Kasap, 南戸秀仁
2. 発表標題 ラジオフィトルミネッセンス (RPL) の基礎と応用
3. 学会等名 第69回応用物理学会春季学術講演会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小原優斗, 岡田豪, 露本伊佐男, 南戸秀仁
2. 発表標題 放射線センサー応用を目的としたEu3+添加BaAl2O4のRPL特性
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 伊藤大純, 岡田豪, 南戸秀仁
2. 発表標題 固相反応法による不純物添加CaBP05セラミックスの合成およびRPL特性の評価
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 岡田豪, 柳田健之, 南戸秀仁
2. 発表標題 Ag添加M20-Al2O3-P2O5 (M = Li, Na, K) ガラスのラジオフィトルミネッセンス特性
3. 学会等名 日本セラミックス学会 2022年年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小原優斗, 岡田豪, 露本伊佐男, 南戸秀仁
2. 発表標題 Eu3+添加BaAl2O4における放射線誘起還元反応
3. 学会等名 日本セラミックス学会 2022年年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Go Okada, Masanori Koshimizu, Takayuki Yanagida, Safa Kasap, Hidehito Nanto
2. 発表標題 Current advancement of RPL materials and applications
3. 学会等名 the 46th International Conference and Exposition on Advanced Ceramics and Composites (ICACC 2022) (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 Go Okada, Takayuki Yanagida, Hidehito Nanto, Safa Kasap
2. 発表標題 Radiophotoluminescence phenomenon, materials and applications
3. 学会等名 The International Chemical Congress of Pacific Basin Societies 2021 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Go Okada, Kenji Shinozaki, Noriaki Kawaguchi, Hidehito Nanto, Takayuki Yanagida
2. 発表標題 Radiophotoluminescence observed in Eu-doped BaAlB03F2 in oxyfluoride glass ceramics
3. 学会等名 The International Chemical Congress of Pacific Basin Societies 2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Go Okada, Yutaka Fujimoto, Hidehito Nanto, Safa Kasap, Takayuki Yanagida
2. 発表標題 Thermal response of radiophotoluminescence properities in KBr:Sm single crystal
3. 学会等名 The International Chemical Congress of Pacific Basin Societies 2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Go Okada, Masanori Koshimizu, Yasuhiro Koguchi, Kazuki Hirasawa, Eiji Kusano, Francesco d'Errico, Takayuki Yanagida, Safa Kasap, Hidehito Nanto
2. 発表標題 RPL properties of samarium-doped CaSO ₄
3. 学会等名 The International Chemical Congress of Pacific Basin Societies 2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Hidehito Nanto, Kazuki Hirasawa, Yoshinori Takei, Yuka Miyamoto, Makoto Sugiyama, Yasuhiro Koguchi, Takayoshi Yamamoto, Toshiyuki Iida
2. 発表標題 RPL properties of Ag-doped phosphate glass and the application in 2D dosimetry
3. 学会等名 The International Chemical Congress of Pacific Basin Societies 2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Go Okada, Hirokazu Masai, Takayuki Yanagida, Yutaka Fujimoto, Yuka Miyamoto, Yoshinori Takei, Kazuki Hirasawa, Takayoshi Yamamoto, Hidehito Nanto
2. 発表標題 OSL properties of Sn-doped SrO-B ₂ O ₃ glasses
3. 学会等名 The International Chemical Congress of Pacific Basin Societies 2021
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 南戸秀仁, 嘉藤聖矢, 岡田豪
2. 発表標題 Bi添加LiCaB03におけるRPL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 伊藤瀬南, 岡田豪, 南戸秀仁
2. 発表標題 NaClおよびKCl単結晶のRPL特性
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 岡田豪, 柳田健之, 南戸秀仁
2. 発表標題 放射線線量計測を目的としたAg添加M20-A1203-P205(M = Li, Na, K)ガラスのRPL特性
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 岡田豪 小口靖弘, 柳田健之, 南戸秀仁
2. 発表標題 卓越したラジオフィトルミネッセンス特性を示す無添加CaS04
3. 学会等名 第69回応用物理学会春季学術講演会 (招待講演)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 南戸秀仁、岡田豪
2. 発表標題 OSL現象の基礎と応用
3. 学会等名 第69回応用物理学会春季学術講演会（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 岡田豪，小口靖弘，柳田健之，Safa Kasap，南戸秀仁
2. 発表標題 ラジオフィトルミネッセンス（RPL）の基礎と応用
3. 学会等名 第69回応用物理学会春季学術講演会，（招待講演）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 伊藤大純，岡田豪，南戸秀仁
2. 発表標題 固相反応法による不純物添加CaBP05セラミックスの合成およびRPL特性の評価
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 小原優斗，岡田豪，露本伊佐男，南戸秀仁
2. 発表標題 射線センサー応用を目的としたEu3+添加BaAl2O4のRPL特性
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 岡田豪, 柳田健之, 南戸秀仁
2. 発表標題 Ag添加M20-AI 203-P205 (M = Li, Na, K) ガラスのラジオフォトルミネッセンス特性
3. 学会等名 日本セラミックス学会 2022年年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 小原優斗, 岡田豪, 露本伊佐男, 南戸秀仁
2. 発表標題 Eu3+添加BaAl204における放射線誘起還元反応
3. 学会等名 日本セラミックス学会 2022年年会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 南戸秀仁
2. 発表標題 応用物理学会におけるセンサデバイス研究
3. 学会等名 支部貢献賞受賞記念講演, 令和3年度 応用物理学会 北陸・信越支部 学術講演会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 岡田豪, 柳田健之, 南戸秀仁
2. 発表標題 固相反応法によるSm添加Li2CaSiO4の作製とRPL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 南戸秀仁, 岡田豪, 平澤一樹, Errico Francesco, 柳田由香, 小口靖弘, 山本幸佳
2. 発表標題 RPLによる放射線線量分布計測
3. 学会等名 第68回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 岡田豪, 元木柊太, 坂本宗明, 草野英二, 矢田隆一, 藤本裕, 柳田健之, 南戸秀仁
2. 発表標題 Eu ²⁺ 添加NaClのOSLビルドアップと熱による影響の一考察
3. 学会等名 第68回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 岡田豪, 篠崎健二, 柳田健之, 南戸秀仁
2. 発表標題 8. Sm添加弗りん酸塩ガラスのRPL特性
3. 学会等名 第68回応用物理学会春季学術講演会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 岡田豪, 平澤一樹, 柳田健之, 南戸秀仁
2. 発表標題 放射線誘蛍光体特性統合評価装置の開発
3. 学会等名 第68回応用物理学会春季学術講演会 (招待講演)
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 Go Okada, Noriaki Kawaguchi, Hidehito Nanto, Safa Kasap, Takayuki Yanagida
2. 発表標題 RPL observed in LiCaAlF6:Sm
3. 学会等名 The 19th International Conference on Solid State Dosimetry (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Go Okada, Kazuki Hirasawa, Eiji Kusano, Takayuki Yanagida, Safa Kasap, Hidehito Nanto
2. 発表標題 Radio-photoluminescence properties of samarium -doped > alkaline earth sulfates
3. 学会等名 The 19th International Conference on Solid State Dosimetry (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Go Okada, Noriaki Kawaguchi, Hidehito Nanto, Takayuki Yanagida
2. 発表標題 Synthesis and Luminescence Properties of LiCaAlF6:Sm
3. 学会等名 The 19th International Conference on Solid State Dosimetry (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 F. d'Errico, L. Abego, S. O. Souza, A. Chierici, L. Lazzeri, M. Puccini, S. Vitolo, Y. Miyamoto, H. Nanto, T. Yamamoto
2. 発表標題 Entrance surface dosimetry with radiophotoluminescent polymer films
3. 学会等名 The 19th International Conference on Solid State Dosimetry (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Takayoshi Yamamoto, Yuka Yanagida-Miyamoto, Toshiyuki Iida and Hidehito Nanto
2. 発表標題 Current Status and Future Prospect of RPL Glass Dosimeter (Invited)
3. 学会等名 The 19th International Conference on Solid State Dosimetry (国際学会)
4. 発表年 2019年

〔図書〕 計4件

1. 著者名 Go Okada, Takayuki Yanagida, Hidehito Nanto, Safa Kasap	4. 発行年 2022年
2. 出版社 Wiley	5. 総ページ数 247-282
3. 書名 Phosphors for Radiation Detectors	

1. 著者名 2.Hidehito Nanto, Go Okada	4. 発行年 2022年
2. 出版社 Wiley	5. 総ページ数 225-246
3. 書名 Phosphors for Radiation Detectors	

1. 著者名 Go Okada, Takayuki Yanagida, Hidehito Nanto, Safa Kasap	4. 発行年 2022年
2. 出版社 Wiley	5. 総ページ数 35
3. 書名 Radiophotoluminescence (RPL) in Phosphors for Radiation Detectors	

1. 著者名 Hidehito Nanto, Go Okada	4. 発行年 2022年
2. 出版社 Wiley	5. 総ページ数 21
3. 書名 "Optically-Stimulated Luminescence Dosimeters", in Phosphors for Radiation Detectors	

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 ラジオフォトルミネッセンス用蛍光体、その製造方法、蛍光線量計、放射線量測定方法および装置	発明者 岡田豪、南戸秀仁、 小口靖弘	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、PTC/JP2019/42146	出願年 2019年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

特になし

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	平澤 一樹 (Hirasawa Kazuki) (30644306)	金沢工業大学・工学部・准教授 (33302)	
研究分担者	岡田 豪 (Okada Go) (90757840)	金沢工業大学・バイオ・化学部・講師 (33302)	

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