様式2

2019年度 生体医歯工学共同研究実施報告書

受理年月日	
受理番号	

西暦 2020 年 2 月 7 日

生体医歯工学共同研究拠点 研究所長会議 議長 殿

共同研究代表者
所属機関 奈良先端科学技術大学院大学
職 名 教授
氏 名 柳田健之 印
勤務先所在地 〒630-0192
奈良県生駒市高山町 8916-5
電話番号 0743-72-6144
ＦＡＸ番号
E-mail アドレス：t-yanagida@ms.naist.jp

下記により、共同研究の実施報告を致します。

記

研究題目	(和)医療用放射線誘起蛍光体の開発 (英) Development of ionizing radiation induced luminescent materials for medical application
研究領域	1. 生体材料に関する基礎・応用研究 2. 生体工学に関する基礎・応用研究 3. 生体機能分子に関する基礎・応用研究 ~~4. 化学・電気・機械・材料工学の生体応用研究~~
研究期間	西暦 2019 年 5 月 1 日 ～西暦 2020 年 3 月 31 日

研究組織

氏名	所属機関・部局等	職名	役割分担
柳田 健之	奈良先端科学技術大学院大学・物質創成科学領域	教授	総括
青木 徹	静岡大学・電子工学研究所	教授	評価
小野 晋吾	名古屋工業大学・工学研究科	准教授	薄膜作製
越水正典	東北大学・工学研究科	准教授	評価
藤本 裕	東北大学・工学研究科	助教	結晶作製
上田 純平	京都大学・人間環境学研究科	助教	多結晶作製
山ノ井 航平	大阪大学・レーザーエネルギー学研究センター	助教	評価
河口 範明	奈良先端科学技術大学院大学・物質創成科学領域	准教授	結晶作製
岡田 豪	金沢工業大学バイオ・化学部 応用化学科	講師	ガラス作製
河野 直樹	秋田大学理工学研究科	特任講師	多結晶作製
藤原 健	産業技術総合研究所	研究員	評価
小島 孝広	㈱オキサイド	研究員	結晶作製
石橋 浩之	㈱オキサイド	研究員	結晶作製
小池 昭史	㈱Anseen	代表取締役	評価
福田 健太郎	㈱トクヤマ	主席	結晶作製
戸塚 大輔	日本結晶光学株式会社	研究員	結晶作製
遠藤 篤子	神島化学工業株式会社	研究員	多結晶作製

宮本　由香	㈱千代田テクノル	研究員	評価
滝　和也	住友重機械工業株式会社	研究員	評価
中内大介	奈良先端科学技術大学院大学・物質創成科学領域	D3 -> 特任助教	結晶作製
赤塚雅紀	奈良先端科学技術大学院大学・物質創成科学領域	D1	結晶作製
木村大海	奈良先端科学技術大学院大学・物質創成科学領域	D1	多結晶作製
Prom Kantuptim	奈良先端科学技術大学院大学・物質創成科学領域（追加）	M2	結晶作製
石川　諒尚	名古屋大学大学院工学研究科（追加）	M2	評価

生体医歯工学共同研究拠点内対応教員	（共同研究をした教員名を記載） 青木　徹

研究成果

本研究では放射線誘起蛍光体を用いた医療センサー開発を主眼として研究を行った。医療センサーとしては主にX線CTやPET装置用のシンチレータ、放射線治療時の被ばく線量評価用のドシメータの開発を行った（以下の論文発表状況を参照）。その概略の幾つかをここにまとめる。

論文1はこれまで開発したドシメータ用蛍光体のまとめであり、数十種類の蛍光体に関して主だった特性を報告している。論文2は、Ce添加 $90KPO_3$-$10Al_2O_3$ ガラスの放射線誘起蛍光特性を報告した。論文3は、LED等に用いられているYAG母材に、新たな発光中心として Sn^{2+} を試行したものであり、放射線照射時には、これに起因すると思われる白色に近い発光色が観測された。論文4は、放電プラズマ焼結法を用いたEu添加 SiO_2 ガラスに関するものであり、特に放射線照射後の熱蛍光において高い特性が観測された。論文5は、非常に実効原子番号や密度の大きなCe添加 $SrHfO_3$ の開発に関するものであり、これまでそのバルク単結晶体を得ることが出来なかった事等が勘案され、論文誌の表紙に採択された。論文6は、銀添加 $30KPO_3$-$70Al(PO_3)_3$ に関する報告であり、放射線照射後には高い Radiophotoluminescence（RPL）特性を示したことから、論文誌の表紙に採択された。論文7は、蓄光体として有名なEu添加 $SrAl_2O_4$ の放射線検出特性に関して調査したものであり、非常に高いシンチレーション発光量を見出した。これらに加え、幾つかの論文発表を行った。

使用した設備・資料・試料等	各大学の設備や試料を用いてサンプルの作製や検出器特性の評価を行った。

本研究成果に関連する論文発表状況

プロジェクトメンバーは下線を付す。

1. Ionizing-radiation-induced storage-luminescence for dosimetric applications, T. Yanagida, G. Okada, N. Kawaguchi, J. Lumin., 207 14-21 (2019).
2. Dosimetric, optical and scintillation characterizations of Ce-doped $90KPO_3$-$10Al_2O_3$ glasses, D. Shiratori, Y. Isokawa, H. Samizo, G. Okada, N. Kawaguchi, T. Yanagida, Journal of Materials Science: Materials in Electronics, 30 2464-2469 (2019).
3. Scintillation properties of Sn-doped YAG, T. Yanagida, H. Masai, M. Koshimizu, N. Kawaguchi, Sens. Mater., 31 1225-1231 (2019).
4. Radiation induced luminescence properties of Eu-doped SiO_2 glass synthesized by spark plasma sintering, Y. Isokawa, H. Kimura, T. Kato, N. Kawaguchi, T. Yanagida, Opt. Mater., 90 187-193 (2019).
5. Photoluminescence and Scintillation Properties of Ce-doped $SrHfO_3$, H. Fukushima, D. Nakauchi, N. Kawaguchi, T. Yanagida, Sens. Mater., 31 1273-1280 (2019).
6. Evaluation of optical and radio-photoluminescence properties in Ag-doped $30KPO_3$-$70Al(PO_3)_3$ glasses, D. Shiratori, Y. Isokawa, H. Samizo, N. Kawaguchi, T. Yanagida, J. Ceram. Soc. Jpn., 127 455-459 (2019).
7. Comparative study of radiation-induced luminescence properties in Eu:$SrAl_2O_4$ translucent ceramic and

single crystal, D. Nakauchi, F. Nakamura, H. Kimura, G. Okada, N. Kawaguchi, T. Yanagida, Rad. Meas., 126 106127 (2019).

8. Dosimeteric Properties of Mg-doped Al_2O_3 Transparent Ceramics, T. Kato, N. Kawaguchi, T. Yanagida, J. Ceram. Processing Res., 20(5) 449-454 (2019).
9. Characterization of Ce-doped $RE_3Al_5O_{12}$ (RE=Tb, Dy, Ho, Er, Tm and Yb) single crystalline scintillators, D. Nakauchi, Y. Yoshida, N. Kawaguchi, T. Yanagida, J. Materi. Sci.: Materials in Electronics, 30 14085-14090 (2019).
10. Optical and scintillation properties of alkaline earth doped Ga_2O_3 single crystals prepared by the floating zone method, T. Yanagida, N. Kawaguchi, Jpn. J. Appl. Phys., 59 SCCB20 (2020).

次年度の共同研究継続の有無	㊟ ・ 無	拠点内対応教員とご相談の上ご記入ください。 継続の場合には次年度の研究計画をご記入願います。

次年度の研究計画（継続の場合）

今　年度は各自の研究機関で研究を行い、11 月に静岡大学電子工学研究所にて第15 回次世代先端光科学研究会と言う形で成果の共有および打合せを行った。次年度も同様な形で研究を継続したいと考えている。放射線の医療応用と言った場合、陽電子断層撮影装置（Positron Emission Tomography: PET）に代表されるフォトンカウンティング形式、X 線 CT 等に代表される積分形式、さらには医療用マンモグラフィー等に代表される蓄積形式に大別される。カウンティング型ではマイクロ秒を切る応答速度が必須であり、積分型では数ナノから数ミリ秒までの応答速度が許容、さらには蓄積形式では数日から数か月までのエネルギー蓄積時間が要求される。前二者では主としてシンチレータが、蓄積形式では輝尽・熱蛍光体などのドシメータ材料が用いられている。本研究では、発光量、応答速度、発光波長と言った実用上重要な特性に焦点を合わせ、研究を行う。そのため放射線誘起蛍光体や検出器研究を専門とする学術界の研究者のみならず、実用化の観点から企業研究者、更にはこれまで放射線誘起蛍光体としては検討されてこなかった一般蛍光体材料の研究者までが参画することで、革新的な放射線誘起蛍光体の創製を目指す。