

様 式 C - 7 - 1

平成 27 年度科学研究費助成事業（科学研究費補助金）実績報告書（研究実績報告書）

1. 機関番号

1	4	6	0	3
---	---	---	---	---

 2. 研究機関名 奈良先端科学技術大学院大学
3. 研究種目名 基盤研究(A) (一般) 4. 研究期間 平成 26 年度～平成 29 年度
5. 課題番号

2	6	2	4	9	1	4	7
---	---	---	---	---	---	---	---
6. 研究課題名 ナノ、マイクロの多次元構造制御によるX、ガンマ線用透明多結晶シンチレータの創製

7. 研究代表者

研究者番号	研究代表者名	所属部局名	職名
2 0 5 1 7 6 6 9	ヤナギダ タカユキ 柳田 健之	物質創成科学研究科	教授

8. 研究分担者

研究者番号	研究分担者名	所属研究機関名・部局名	職名

9. 研究実績の概要

今年度の研究においては主として単純酸化物 (sesquioxide) を中心に、そこから一部派生した化学組成に関して検討を行った。単純酸化物に関しては、微小粉末を得るプロセスを見直したことにより、昨年度報告した一部材料において特性向上に成功した。今年度はこれまでも着手していた重元素系の材料に加え、基礎的な物性を調査する目的の下、MgO、SiO₂、CaO、Ga₂O₃ といった比較的軽い物質のシンチレーション特性に関する調査も行った。結果としてSiO₂、Ga₂O₃からは10000-20000 ph/MeV 程度の発光量、数ナノ秒の高速な蛍光減衰時定数を観測する事が出来た。そのため今後はこれらの重元素版を検討する。特に Ga₂O₃ は半導体であるため、バルク体が利用可能、室温で明瞭な光電吸収ピークが観測可能、さらに光電子増倍管の感度波長域で発光する半導体シンチレータは、世界初である。一方で MgO、CaO からはシンチレーション発光は乏しい反面、強い輝尽・熱蛍光と言ったドシメーター用の発光を観測した。これは近年、私が提唱しているシンチレータとドシメーターの相補性に基づく関係であり、放射線計測用の蛍光体 (シンチレータ、輝尽・熱・RPL) の設計指針にとって重要な知見である。また新たな切り口として、フッ化物透明セラミックスシンチレータの開発にも挑戦し、透明セラミック BaF₂ シンチレータを得ることが出来た。

これらの酸化物、フッ化物シンチレータに加え、ハライド系シンチレータに関して検討を行った。世界中で開発競争が盛んである Eu 添加 SrI₂ シンチレータを開発したところ、80000 ph/MeV の発光量、662 keV で約 3% のエネルギー分解能を達成した。幾つかのシンチレータを開発したところ、結果として Cs₂HfCl₆ という新規シンチレータを発見した。当該シンチレータは30000 ph/MeV 程度の高発光量、高速な発光が観測されており、今後研究を進めることで更なる特性向上が可能と考えられる。

10. キーワード

(1) シンチレータ	(2) セラミックス	(3) ガンマ線	(4) 放射線
(5) 発光量	(6)	(7)	(8)

11. 現在までの進捗状況

(区分)(2) おおむね順調に進展している。

(理由)

本研究の目的は、様々な新規シンチレータを開発し、発光量は 70000 ph/MeV 以上、蛍光減衰時定数は 100 ns 以内、662 keV におけるエネルギー分解能 3% を得る事である。前二点に関しては初年度に達成しており、今期も予定通りに単純酸化物系シンチレータの系統的な探索を行う事ができた。

12. 今後の研究の推進方策

(今後の推進方策)

初年度はガーネット、次年度はセスキオキサイドと計画通りに研究を進めており、来期も申請当初の計画に従い、複合ペロブスカイトの検討を行う。さらに今期に得られたシンチレータとドシメーター的特性の相補性も新たに材料設計指針に組み込むことで、特性の良いシンチレータの開発を目指す。

13. 研究発表(平成27年度の研究成果)

(雑誌論文) 計(16)件/うち査読付論文 計(16)件/うち国際共著論文 計(0)件/うちオープンアクセス 計(2)件

著者名		論文標題				
Y. Fujimoto, T. Yanagida, M. Koshimizu, K. Asai		Photo-stimulated luminescence and thermoluminescence properties of CaB ₂ O ₄ crystals activated with Ce ³⁺				
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著	
Opt. Mater.	有	41	2015	49 - 52	-	
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)						
doi:10.1016/j.optmat.2014.11.049						
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						

著者名		論文標題				
T. Yanagida		Ionizing radiation induced emission: scintillation and storage-type luminescence				
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著	
J. Lumin.	有	169	2015	544 - 548	-	
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)						
doi:10.1016/j.jlumin.2015.01.006						
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						

著者名		論文標題				
H. Masai, Y. Hino, T. Yanagida, Y. Fujimoto, Y. Tokuda		High energy-transfer rate from Sn ²⁺ to Mn ²⁺ in phosphate glasses				
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著	
Optical Materials Express	有	5	2015	617-622	-	
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)						
DOI:10.1364/OME.5.000617						
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						

(課題番号: 26249147)

(注)・印刷に当たっては、A4判(縦長)・両面印刷すること。

著者名		論文標題				
T. Yanagida, Y. Fujimoto, Y. Futami		Comparative study of optical and scintillation responses of SNGS and LTGA crystals				
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著	
Sensors and Materials	有	27	2015	247 - 253	-	
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)						
なし						
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						

著者名		論文標題				
Y. Fujimoto, T. Yanagida, M. Koshimizu, K. Asai		Photoluminescence and Scintillation Properties of SiO ₂ Glass Activated with Eu ²⁺				
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著	
Sensors and Materials	有	27	2015	263 - 268	-	
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)						
なし						
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						

著者名		論文標題				
K. Yamanoi, T. Murata, T. Yanagida, Y. Fujimoto, M. J. F. Empizo, Y. Arikawa, N. Sarukura, T. Norimatsu, H. Azechi, S. Fujino, H. Yoshida, N. Satoh, H. Kan		Scintillation and Optical Properties of Ce-doped Fluoride glass				
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著	
Sensors and Materials	有	27	2015	229 - 235	-	
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)						
なし						
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						

著者名		論文標題				
M. Koshimizu, K. Iwamatsu, M. Taguchi, S. Kurashima, A. Kimura, T. Yanagida, Y. Fujimoto, K. Watanabe, K. Asai		Influence of linear energy transfer on the scintillation decay behavior in a lithium glass scintillator				
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著	
J. Lumin.	有	169	2016	678-681	-	
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)						
doi:10.1016/j.jlumin.2015.04.015						
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						

著者名		論文標題				
H. Masai, H. Miyata, Y. Yamada, S. Okumura, T. Yanagida, Y. Kanemitsu		Tin-Doped Inorganic Amorphous Films for use as Transparent Monolithic Phosphors				
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著	
Scientific Reports	有	5	2015	11224 - 11230	-	
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)						
doi:10.1038/srep11224						
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)						

著者名		論文標題				
H. Masai, T. Yanagida, T. Mizoguchi, N. Kawaguchi, K. Fukuda		Direct Observation of Atomic Distribution of Eu-cation in 80LiF-20CaF ₂ Eutectic for Neutron Detector Application				
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著	
Scientific Reports	有	5	2015	13332 - 13336	-	
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)						
DOI: 10.1038/srep13332						
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)						

著者名		論文標題				
G. Okada, A. Edgar, S. Kasap, T. Yanagida		Radioluminescence properties of Sm-doped fluorochlorozirconate (FCZ) glasses and glass-ceramics				
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著	
Jpn. J. Appl. Phys.	有	55	2015	02BC07	-	
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)						
http://dx.doi.org/10.7567/JJAP.55.02BC07						
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						

著者名		論文標題				
K. Tanaka, T. Yanagida, H. Yamane, A. Hirose, R. Yoshii, Y. Chujo		Liquid Scintillators with Near Infrared Emission Based on Organoboron Conjugated Polymers				
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著	
Bioorg. Med. Chem. Lett.	有	25	2015	5331-5334	-	
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)						
doi:10.1016/j.bmcl.2015.09.037						
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						

著者名		論文標題				
K. Tanaka, T. Yanagida, A. Hirose, H. Yamane, R. Yoshii1, Y. Chujo		Synthesis and Color Tuning of Boron Diiminate Conjugated Polymers with Aggregation-Induced Scintillation Properties				
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著	
RSC Advances	有	5	2015	96653-96659	-	
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)						
DOI: 10.1039/C5RA20459C						
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						

著者名		論文標題				
T. Kato, G. Okada, T. Yanagida		Optical, Scintillation and Dosimeter Properties of MgO Transparent Ceramic and Single Crystal				
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著	
Ceramics International	有	42	2 0 1 5	5617-5622	-	
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)						
doi:10.1016/j.ceramint.2015.12.070						
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						

著者名		論文標題				
T. Yanagida, G. Okada, T. Kato, D. Nakauchi, S. Yanagida		Fast and high light yield scintillation in Ga ₂ O ₃ semiconductor material				
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著	
Appl. Phys. Exp.	有	9	2 0 1 6	42601	-	
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)						
http://doi.org/10.7567/APEX.9.042601						
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						

著者名		論文標題				
T. Kato, G. Okada, T. Yanagida		Optical, Scintillation and Dosimeter Properties of MgO Translucent Ceramic Doped with Cr ³⁺				
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著	
Opt. Mater.	有	54	2 0 1 5	134-138	-	
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)						
doi:10.1016/j.optmat.2016.02.030						
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						

著者名		論文標題				
K. Saeki, Y. Fujimoto, M. Koshimizu, T. Yanagida, K. Asai		Comparative study of scintillation properties of Cs ₂ HfCl ₆ and Cs ₂ ZrCl ₆				
雑誌名	査読の有無	巻	発行年	最初と最後の頁	国際共著	
Appl. Phys. Exp.	有	9	2016	42602	-	
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子)						
http://doi.org/10.7567/APEX.9.042602						
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						

(学会発表) 計(5)件/うち招待講演 計(2)件/うち国際学会 計(5)件

発表者名		発表標題	
T. Yanagida, K. Fukuda, G. Okada, K. Watanabe		Optically and thermally stimulated luminescence of Mn-doped LiCa(Al,Ga)F ₆	
学会等名	発表年月日	発表場所	
The 3rd International Workshop on Persistent and Photostimulable Phosphors DFW 2015 (招待講演) (国際学会)	2015年11月09日 ~ 2015年11月13日	Arlington (U.S.A.)	

発表者名		発表標題	
柳田健之		シンチレータおよびシンチレーション検出器開発	
学会等名	発表年月日	発表場所	
線ナノ集光技術研究会 (招待講演) (国際学会)	2015年10月31日	東京大学 (東京都、文京区)	

発表者名		発表標題	
T. Yanagida, M. Koshimizu, K. Watanabe, Y. Fujimoto, G. Okada, H. Sato, H. Yagi, T. Yanagitani		Radiation Hardness and Positive Hysteresis of Garnet Scintillators	
学会等名	発表年月日	発表場所	
IEEE NSS MIC 2015 (国際学会)	2015年11月01日 ~ 2015年11月07日	San Diego (U.S.A.)	

(課題番号: 26249147)

(注)・印刷に当たっては、A4判(縦長)・両面印刷すること。

(8/10)

発表者名	発表標題	
T. Yanagida, M. Koshimizu, G. Okada, T. Kojima, J. Osada	Scintillation Properties of Non-Doped and Eu-Doped Sr12 Crystal Scintillator	
学会等名	発表年月日	発表場所
IEEE NSS MIC 2015 (国際学会)	2015年11月01日 ~ 2015年11月07日	San Diego (U.S.A.)

発表者名	発表標題	
T. Yanagida, M. Koshimizu, G. Okada, K. Fukuda, Y. Fujimoto	Investigation of Intrinsic Emission of CdF2 Crystal	
学会等名	発表年月日	発表場所
IEEE NSS MIC 2015 (国際学会)	2015年11月01日 ~ 2015年11月07日	San Diego (U.S.A.)

(図書) 計(0)件

著者名	出版社	
書名	発行年	総ページ数

14. 研究成果による産業財産権の出願・取得状況

(出願) 計(2)件

産業財産権の名称	発明者	権利者	産業財産権の種類、番号	出願年月日	国内・外国の別
リン酸塩化合物および線量計	辰巳浩規, 岡田豪, 柳田健之, 福田健太郎, 松尾健太郎	奈良先端科学技術大学院大学、トクヤマ	特許、特願2015-1673	2015年08月27日	国内

産業財産権の名称	発明者	権利者	産業財産権の種類、番号	出願年月日	国内・外国の別
酸化マグネシウムを用いた線量計	加藤匠, 岡田豪, 柳田健之, 福田健太郎, 松尾健太郎	奈良先端科学技術大学院大学、トクヤマ	特許、特願2016-000355	2016年01月06日	国内

(課題番号: 26249147)

(注)・印刷に当たっては、A4判(縦長)・両面印刷すること。

(9/10)

(取得) 計(0)件

産業財産権の名称	発明者	権利者	産業財産権の種類、番号	取得年月日	国内・外国の別
				出願年月日	

15. 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

国際研究集会名	開催年月日	開催場所

16. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

(1) 国際共同研究: -

17. 備考

柳田研究室のホームページ http://mswebs.naist.jp/LABs/yanagida/index.html
