

次世代放射線イメージングシステム用蛍光体の開発

[1] 組織

代表者：越水 正典

(東北大学大学院工学研究科)

対応者：青木 徹

(静岡大学電子工学研究所)

分担者：

中西 洋一郎 (静岡大学電子工学研究所)

南戸 秀仁 (金沢工業大学)

黒掘 利夫 (金沢大学)

青木 徹 (静岡大学電子工学研究所)

林 好一 (東北大学金属材料研究所)

佐藤 徹 (京都大学大学院工学研究科)

小野 晋吾 (名古屋工業大学)

渡辺 賢一 (名古屋大学大学院工学研究科)

柳田 健之 (九州工業大学)

荻野 拓 (東京大学大学院工学系研究科)

正井 博和 (京都大学化学研究所)

藤原 健 (東京大学大学院工学系研究科)

上田 純平 (京都大学大学院人間環境学研究所)

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)

伊藤 暁彦 (東北大学金属材料研究所)

高橋 弘充 (広島大学理学研究科)

中西 貴之 (北海道大学工学研究院)

二見 能資 (熊本高等専門学校)

藤本 裕 (九州工業大学)

松本 修治 (旭硝子)

福田 健太郎 (トクヤマ)

石津 澄人 (トクヤマ)

戸塚 大輔 (日本結晶光学)

遠藤 篤子 (神島化学工業)

宮本 由香 (千代田テクノ)

杉山 誠 (千代田テクノ)

小池 昭史 (Anseen)

[2] 研究経過

シンチレータや輝尽蛍光体、あるいは熱蛍光体などという放射線誘起蛍光体材料は、放射線の線量測

定やタイミング測定、あるいはイメージングなど、幅広い用途で利用されてきた。シンチレータの場合には、光電子増倍管やフォトダイオードでのリアルタイムでの光検出が行われる。一方、輝尽蛍光体や熱蛍光体の場合には、放射線照射後に蛍光の読み出しが行われる。このように、光検出系と組み合わせることにより、放射線計測システムとして機能する。感度や空間分解能、シンチレーション検出器の場合にはエネルギーや時間分解能などを向上させるためには、光検出系ではなく、蛍光体材料の側での性能向上が必要である。

本研究では、新規の放射線誘起蛍光体開発を行い、多様な用途に特化してその性能を向上することを目的とした。長年にわたり、可視光向け蛍光体を精力的に研究してきた、電子工学研究所の研究蓄積を元に全国の若手の放射線計測向け蛍光体へ展開する。特に、基礎過程の観点から蛍光特性を解析し、材料開発へとフィードバックを行った。また、放射線計測システム構築の研究者との連携により、それぞれの用途に対して蛍光特性や放射線検出特性を最適化する。さらに、企業の開発者との連携により、その迅速な実用化に向けた体制を整えた。即ち、新規蛍光体材料開発を軸とし、次世代の放射線イメージングシステム開発とその実用化を見据え、連携して研究を展開した。

以下、研究活動状況の概要を記す。研究会は静岡大学電子工学研究所共同研究プロジェクトで名古屋大学渡辺先生が代表する「中性子・ガンマ線弁別イメージングデバイス」と合同開催することで、特に全国で研究の最前線で実際に活躍する研究者、特に若手の研究者が有意義な情報交換をすることで真の共同研究を進めることに主眼を置いた。

【研究会】

・開催日時: 平成 26 年 11 月 11 日 (月)

13:30-18:10

開催場所: 静岡大学浜松キャンパス、

創造科学技術大学院棟 2F 会議室

(第 4 回次世代先端光科学研究会として開催)

参加者数: 29 名 (大学: 18 名、企業: 11 名)

講演件数：15 件

研究会終了後、静岡大学高柳記念未来技術創造間において意見交換会を実施し、個々の研究内容の深い理解や新しい共同研究のための情報交換が行われた。

・ 開催日時: 平成 26 年 1 月 14 日 (火)

13:30 - 18:30

開催場所: 静岡大学浜松キャンパス

電子工学研究所 2 階 会議室

(第 5 回次世代先端光科学研究会として開催)

参加者数: 21 名 (大学: 13 名、企業: 8 名)

講演件数: 11 件

研究会終了後、街中にて意見交換会を実施した。この意見交換会でも有意義な情報交換が行われ、学だけでなく産学の連携についても話し合いが行われた。

[3] 成果

(3-1) 研究成果

今年度には、以下に示す研究成果を得た。

第一に、放射線励起のみならず、光励起においても、その後の発光 (即発的な発光および残光) に至る基礎過程が明確ではない点である。脱励起に至る過程のうち、解析しやすい箇所については非常に明快な解析がなされてきているものの、解析しにくい箇所 (材料の不均一性に起因すると思われるもの、あるいはエネルギー移動などのエネルギー・空間の両面からのアプローチが必要なもの) については、それほど研究が進んでいないことが明らかとなった。このことは、専門分野の似通った研究者のみの研究会では得られにくい成果である。

第二の点は、第一のものに関連する。研究会参加メンバーの有する技術やツールが非常に多岐にわたり、第一で提示した問題の解決に非常に適していることが明らかとなった。取り扱う材料系は、有機物から無機結晶、あるいは非晶質に至る。また、蛍光測定の間軸については、10 桁以上にわたる幅広いものである。さらには、短パルスレーザーを含む光、放射光、電子線、ガンマ線、イオンビームなど、多種多様な励起源の利用技術を有している。(3-2) でも述べるように、現状では個別の研究者同士の共同研究が促進されている。

(3-2) 波及効果と発展性など

(大型プロジェクトへの発展・国際会議 (シンポジ

ウム) への発展・学外研究者との交流、共同研究による効果・研究者ネットワークの拡大・若手研究者の育成・新研究領域の開拓・成果の他分野への応用・萌芽的研究への発展等)

本プロジェクトの特色は、分担者が全て、自ら実験を遂行する研究者で構成されている点である。このことは、研究会において、現場の情報をふんだんに持つ研究者同士の交流がなされることを意味する。従来の、スーパーバイザー同士の交流と比較すると、実際の現場を熟知する研究者同士の交流による波及効果は計り知れない。

本プロジェクトの参加者は、材料設計やプロセスを専門とする研究者、分光分析手法に長けた研究者、およびイメージングなどへの応用の得意な研究者と、基礎から応用までを完全に網羅できる研究者で構成されている。実際の研究会においても、測定試料の提供について、あるいは測定依頼について、非常に数多いやりとりがあった。今年度に開始のプロジェクトのため、未だ具体的な結果の出ているものは少ないものの、材料化学、光物性、放射線工学の境界領域において、独自性の高い共同研究が数多く生じると期待される。

さらに、数多くの共同研究の成果を整理することにより、考慮すべき材料パラメータや、解明すべき基礎過程ステップについて絞込みを行うことができれば、新学術領域などの大型プロジェクトの申請へとつながることが期待される。

[4] 成果資料

(本プロジェクトで研究された研究成果が掲載されている主要論文リスト掲載してください。)

(1) Naoki Kawano, Masanori Koshimizu, Yan Sun, Natsuna Yahaba, Yutaka Fujimoto, Takayuki Yanagida, and Keisuke Asai, "Mixed-crystal effect on the scintillation properties of organic-inorganic layered perovskite-type compounds", *Jpn. J. Appl. Phys.*, 53 (2014) 02BC20.

(2) Takayuki Yanagida, Yutaka Fujimoto, Masanori Koshimizu, Kenichi Watanabe, Hiroki Sato, Hideki Yagi, and Takagimi Yanagitani, "Positive Hysteresis of Ce-doped GAGG scintillator", *Opt. Mater.*, in press.

出張報告（特別教育研究経費を使用した場合）

氏名：越水正典
所属：東北大学
期間：平成25年11月11日～12日
用務先：静岡大学
用務内容：研究会に出席し、発表・議論を行った。（第15回高柳健次郎記念シンポジウムにも参加した）
主たる対応者：青木 徹

氏名：柳田健之
所属：九州工業大学
期間：平成25年11月11日～12日
用務先：静岡大学
用務内容：研究会に出席し、発表・議論を行った。（第15回高柳健次郎記念シンポジウムにも参加した）
主たる対応者：青木 徹

氏名：柳田健之
所属：九州工業大学
期間：平成26年1月14日～15日
用務先：静岡大学
用務内容：研究会に出席し、発表・議論を行った。
主たる対応者：青木 徹

氏名：藤本裕
所属：九州工業大学
期間：平成25年11月11日～12日
用務先：静岡大学
用務内容：研究会に出席し、発表・議論を行った。（第15回高柳健次郎記念シンポジウムにも参加した）
主たる対応者：青木 徹

氏名：藤本裕
所属：九州工業大学
期間：平成26年1月14日～15日
用務先：静岡大学
用務内容：研究会に出席し、発表・議論を行った。
主たる対応者：青木 徹

氏名：荻野拓
所属：東京大学
期間：平成25年11月11日
用務先：静岡大学
用務内容：研究会に出席し、発表・議論を行った。
主たる対応者：青木 徹

氏名：荻野拓
所属：東京大学
期間：平成26年1月14日
用務先：静岡大学

用務内容：研究会に出席し、発表・議論を行った。
主たる対応者：青木 徹

氏 名：正井博和

所 属：京都大学

期 間：平成 25 年 11 月 11 日～12 日

用務先：静岡大学

用務内容：研究会に出席し、発表・議論を行った。(第 15 回高柳健次郎記念シンポジウムにも参加した)

主たる対応者：青木 徹

氏 名：正井博和

所 属：京都大学

期 間：平成 26 年 1 月 14 日

用務先：静岡大学

用務内容：研究会に出席し、発表・議論を行った。

主たる対応者：青木 徹

氏 名：遠藤篤子

所 属：神島化学工業(株)

期 間：平成 25 年 11 月 11 日～12 日

用務先：静岡大学

用務内容：研究会に出席し、発表・議論を行った。(第 15 回高柳健次郎記念シンポジウムにも参加した)

主たる対応者：青木 徹

氏 名：林好一

所 属：東北大学

期 間：平成 25 年 11 月 11 日～12 日

用務先：静岡大学

用務内容：研究会に出席し、発表・議論を行った。(第 15 回高柳健次郎記念シンポジウムにも参加した)

主たる対応者：青木 徹

氏 名：二見能資

所 属：熊本高等専門学校

期 間：平成 25 年 11 月 11 日～12 日

用務先：静岡大学

用務内容：研究会に出席し、発表・議論を行った。(第 15 回高柳健次郎記念シンポジウムにも参加した)

主たる対応者：青木 徹

氏 名：山ノ井航平

所 属：大阪大学

期 間：平成 25 年 11 月 11 日～12 日

用務先：静岡大学

用務内容：研究会に出席し、発表・議論を行った。(第 15 回高柳健次郎記念シンポジウムにも参加した)

主たる対応者：青木 徹

氏 名：藤原健

所 属：東京大学

期 間：平成 25 年 11 月 11 日～12 日

用務先：静岡大学

用務内容：研究会に出席し、発表・議論を行った。（第15回高柳健次郎記念シンポジウムにも参加した）
主たる対応者：青木 徹

氏 名：黒堀利夫

所 属：金沢大学

期 間：平成25年11月11日～12日

用務先：静岡大学

用務内容：研究会に出席し、発表・議論を行った。（第15回高柳健次郎記念シンポジウムにも参加した）
主たる対応者：青木 徹