

様式2

平成29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 | 2062 |

平成 30 年 1 月 30 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 東北大学
 職 名 准教授
 氏 名 越水 正典 印
 勤務先所在地 〒980-8579
 仙台市青葉区荒巻字青葉6-6-07
 電話番号 022-795-7219
 FAX番号 022-795-7219
 E-mailアドレス :koshi@qpc.che.tohoku.ac.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)放射線治療用の生体等価型線量イメージング素子の開発 (英)Development of tissue-equivalent radiation imaging materials for radiation therapy | | |
| 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 | 平成 29 年 6 月 1 日 ~ 平成 30 年 3 月 31 日 | | |
| 研究組織 | | | |
| 氏名 | 所属機関・部局等 | 職名 | 役割分担 |
| 越水 正典 | 東北大学・大学院工学研究科 | 准教授 | 研究取りまとめ |
| 青木 徹 | 静岡大学・電子工学研究所 | 教授 | 計測・評価 |
| 中西 洋一郎 | 静岡大学・電子工学研究所 | 名誉教授 | 計測・評価 |
| 三村 秀典 | 静岡大学・電子工学研究所 | 教授 | 計測・評価 |
| 南戸 秀仁 | 金沢工業大学・工学部 | 教授 | 材料開発 |
| 黒堀 利夫 | 金沢大学・大学院自然科学研究科 | 教授 | 材料開発 |
| 柳田 健之 | 奈良先端科学技術大学院大学・物質創成科学研究科 | 教授 | 材料開発 |
| 河口 範明 | 奈良先端科学技術大学院大学・物質創成科学研究科 | 准教授 | 材料開発 |
| 岡田 豪 | 奈良先端科学技術大学院大学・物質創成科学研究科 | 助教 | 材料開発 |
| 渡辺 賢一 | 名古屋大学・大学院工学研究科 | 准教授 | 計測・評価 |
| 佐藤 徹 | 京都大学・大学院工学研究科 | 准教授 | 材料開発 |
| 田中 一生 | 京都大学・大学院工学研究科 | 助教 | 材料開発 |
| 藤本 裕 | 東北大学・大学院工学研究科 | 助教 | 材料開発 |

| | | | |
|---|----------------------------|--------------------------|-----------------------|
| 福田 健太郎 小島 孝広 小池 昭史 | トクヤマ オキサイド ANSEEN | 主任 研究員 代表取締役社 長 | 材料開発 材料開発 計測・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 教授 | | |
| 研究成果 | | | |
| <p>医療診断や非破壊検査など、放射線を利用する分野では、その線量の分布を可視化するために、放射線イメージング素子がいわれてきた。従来用いられていた放射線イメージング素子は、古くからレントゲン撮影などで利用されている放射線(写真)フィルム、輝尽蛍光を利用したイメージングプレート(富士フィルムなどから販売されている)、あるいは熱蛍光板を用いたイメージングである。これらの素子では、入射放射線のエネルギーの大半がイメージング素子内に付与され、その後の化学反応や蛍光により像が得られてきた。従来の用途であれば、これらの素子で十分に対応可能であった。しかしながら、近年研究の進められてきた、放射線によるがん治療における線量計測では、これらの素子をそのまま利用することは困難である。なぜなら、従来のイメージング素子は、放射線の阻止能が高いため、例えば生体組織よりもはるかに高い効率で、放射線のエネルギーを吸収してしまう。このような材料に基づいてがん治療計画を立てる場合、イメージング素子の存在が、放射線によるエネルギー付与分布を大きく歪めてしまう問題が生じる。これを回避するためには、放射線エネルギーの吸収特性が、生体組織と類似した材料で、イメージング素子を構成する必要がある。(このような特性を、放射線分野では、生体等価性と呼ぶ。)</p> <p>がん治療に用いられる放射線(X線や重粒子線)のエネルギーの吸収特性は、物質の原子番号と密接に関わっている。従来用いられている放射線イメージング素子では、やや原子番号の大きい無機物が主成分となっている。生体等価なイメージング素子を開発する上で有効なのは、生体元素と原子番号の近い元素組成の化合物で素子を構成するアプローチである。有機物を用いるのは一つの有効なアプローチであり、またカチオンとしてLiなどを用いるのも有効である。</p> <p>本研究では、限定された元素の種類の中から、線量測定に適した化合物を開発してきた。無機化合物としては、軽元素の酸化物やフッ化物が対象となり、また一部では有機物も対象とした。数多くの化合物群を対象とした研究が行われ、シンチレーション、熱蛍光、輝尽蛍光、ラジオフォトルミネッセンス、あるいはラジオクロミックといった、非常に多様な放射線応答特性を実現した。</p> <p>本プロジェクトの特筆すべき点は、現場で材料設計や合成、あるいは性能評価に実際に携わる研究者による情報交換が行われた点にある。その情報交換を促進するため、今年度には、第12回次世代先端光科学研究会を開催した。研究会では、生体への放射線照射などを念頭においた測定器開発の関係者から、実際の使用におけるニーズの情報(適切な、あるいは避けるべき元素など)や、実際に使用する上で、化学的に安定な化合物群のうち、利用可能な化合物と、その機能化において可能なドーパント選択の実際について、忌憚のない情報交換が行われたことが、本プロジェクトの最大の成果であると考えられる。</p> | | | |
| 使用した設備・資料・試料等 | 特になし | | |
| 本研究成果に関連する論文発表状況 | | | |

研究代表者のグループが責任著者の論文のみ抜粋
共同研究プロジェクト関係者の氏名に下線を引いている。

- Masanori Koshimizu, Keiichiro Saeki, Yutaka Fujimoto, Go Okada, Takayuki Yanagida, Shinichi Yamashita, Keisuke Asai, “A three-state model for describing the temperature variation of the scintillation properties of Cs₂HfCl₆”, Jpn. J. Appl. Phys., in press.
- Sayaka Noda, Yutaka Fujimoto, Masanori Koshimizu, Go Okada, Takayuki Yanagida, Keisuke Asai, “Analysis of Electron and Hole Trap States in Novel Storage Phosphors: Undoped, Eu-doped, and Ce-doped CsCaCl₃ Ceramics”, Nucl. Instrum. Methods Phys. Res. B, in press.
- Keiichiro Saeki, Yutaka Fujimoto, Masanori Koshimizu, Daisuke Nakauchi, Hironori Tanaka, Takayuki Yanagida, Keisuke Asai, “Luminescence and scintillation properties of Cs₂HfBr₆ and Cs₂ZrBr₆ crystals”, Jpn. J. Appl. Phys. in press.
- Yutaka Fujimoto, Keiichiro Saeki, Daisuke Nakauchi, Takayuki Yanagida, Masanori Koshimizu, and Keisuke Asai, “Characterizations of CsSrCl₃:Ce Crystalline Scintillator”, Sensors and Materials, 29 (2017) 1405.
- Y. Fujimoto, T. Yanagida, M. Koshimizu, K. Asai, “Optical and dosimeter properties of Li₂O-Al₂O₃-B₂O₃ based glasses”, J. Ceram. Soc. Jpn., 125 (2017) 728.
- S. Noda, M. Koshimizu, Y. Fujimoto, G. Okada, K. Saeki, T. Yanagida, and K. Asai, “Properties of optically and thermally stimulated luminescence of novel storage phosphor materials: Doped and undoped CsCaCl₃ ceramics”, J. Ceram. Soc. Jpn., 125 (2017) 713.
- Takumi Sakai, Masanori Koshimizu, Yutaka Fujimoto, Daisuke Nakauchi, Takayuki Yanagida, Keisuke Asai, “Luminescence and scintillation properties of Tl- and In-doped CsCl crystals”, Jpn. J. Appl. Phys., 56 (2017) 062601.

| | | |
|----------------------|-------|--------------------------|
| 次年度の共同研究継続の有無 | ① ・ 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)

次年度も引き続き、生体等価型の放射線イメージング材料開発を進めたい。今年度の情報交換や研究会での話題としては、多様な化合物系を用いた材料開発やその放射線検出特性についての議論、あるいは放射線入射の際に生じる電子励起状態の挙動解析という動作機序に関する知見を中心としたものであった。次年度においては、材料科学や物性物理の観点での情報交換について、今年度と同様に行うことにより、放射線計測分野においては未踏領域である「学理に基づく材料設計」を実現したい。さらに、材料科学・物性物理を中心とした話題からウイングを広げ、実際の計測現場の研究者のニーズをより多く聞き、材料設計に活用したいと考えている。具体的には、強度変調 X 線治療、重粒子線治療、あるいは加速器中性子源を用いたホウ素中性子捕捉療法 (BNCT) を主な対象とし、それらの現場における線量イメージングあるいはリアルタイムモニタリングのニーズの情報を取り入れながら、実用化されるような計測器の開発を目指す。本プロジェクトにおける意見交換や研究会を通じ、大型の共同研究プロジェクトへとつなげたい。