

研究成果報告書

(国立情報学研究所の民間助成研究成果概要データベース・登録原稿)

研究テーマ (和文) AB	セシウム 137 からのガンマ線の到来方向が分かる安価な高感度放射線検出器の開発				
研究テーマ (欧文) AZ	Development of a low-cost-high-sensitive camera for gamma rays from cesium-137				
研究氏 代表 者	カナ CC	姓) カタギリ	名) ヒデアキ	研究期間 B	2013～ 2015年
	漢字 CB	片桐	秀明	報告年度 YR	2015年
	ローマ字 CZ	KATAGIRI	HIDEAKI	研究機関名	茨城大学
研究代表者 CD 所属機関・職名	茨城大学理学部・准教授				
<p>概要 EA (600 字～800 字程度にまとめてください。)</p> <p>2011 年に発生した福島第一原発事故によって東日本の広い領域に放射性物質が拡散した。我々は、原発由来の放射性セシウムから発生するガンマ線の到来方向を測定可能な低コスト高感度コンプトン型ガンマ線カメラ「ガンマアイ (γ I)」を開発した。ガンマアイはガンマ線散乱部と吸収部の 2 層構造となっている。各層はそれぞれ 8 個の無機シンチレーター結晶で構成されている。結晶は、3.5 cm 角の大型 CsI (TI) であり、安価だが良好なエネルギー分解能を持っている。結晶中でのガンマ線の反応により放射された光の検出には、有効面積の大きなスーパーバイアルカリ光電面を持つ光電子増倍管を採用した。これにより、高い S/N 比で信号読み出しが可能で良好なエネルギー分解能が得られる。光信号の検出によって得られるコンプトン散乱と光電吸収のエネルギーをガンマ線到来方向の再構成に用いる。バックプロジェクション法により 1 つのガンマ線イベントに対して 1 つの円環内にガンマ線の到来方向を制限できる。円環を複数重ね合わせることで放射線源の位置を推定することができる。</p> <p>製作したプロトタイプ検出器を用いて実験室で測定を行った結果、画像フィルター使用時の角度分解能が 3.5 度 (σ) を達成していることを実証した。これは 10m 離れた場所の 1m² の放射能ホットスポットを分離できることを意味する。さらに、検出器視野は ~1sr (±25 度)、線源を 1m 先に置いたときの 662keV に対する検出効率は 0.68 cps/MBq (7.6 cps/μSv/h) であった。この検出効率は、東日本一帯を覆う低レベルの放射能汚染地域 (<1 μSv/h) での測定にも十分なレベルである。また、この測定器を用いて福島県福島市での測定試験を行った。これにより除染対象の基準となる 0.23 μSv/h 程度の低レベル汚染地域でも測定できることを実証した。</p>					
 <p>(左図) ガンマ線検出器の視野に空間線量 (地表 1cm) を重ねたもの。(右図) 左図に開発した検出器で 90 分間測定したガンマ線の分布。木までが約 15m。赤が視野内で最大強度の場所、緑、青の順に低くなっていく。透明な箇所は視野中の平均値より低いレベルの領域。</p>					
キーワード FA	放射線	イメージング	ガンマ線	福島第一原発事故	

(以下は記入しないでください。)

助成財団コード TA					研究課題番号 AA									
研究機関番号 AC					シート番号									

発表文献（この研究を発表した雑誌・図書について記入してください。）										
雑誌	論文標題 _{GB}	Development of a Low-Cost-High-Sensitivity Compton Camera using CsI (TI) Scintillators (γ I)								
	著者名 _{GA}	M. Kagaya, H. Katagiri et al.	雑誌名 _{GC}	Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A						
	ページ _{GF}	In press	発行年 _{GE}	2	0	1	5	巻号 _{GD}		
雑誌	論文標題 _{GB}	コンプトンカメラ法における新しい画像再構成法の提案								
	著者名 _{GA}	村石、加賀谷、片桐、他	雑誌名 _{GC}	日本保健科学学会誌						
	ページ _{GF}	159～164	発行年 _{GE}	2	0	1	4	巻号 _{GD}	Vol. 17, No. 3	
雑誌	論文標題 _{GB}									
	著者名 _{GA}		雑誌名 _{GC}							
	ページ _{GF}	～	発行年 _{GE}					巻号 _{GD}		
図書	著者名 _{HA}									
	書名 _{HC}									
	出版者 _{HB}		発行年 _{HD}					総ページ _{HE}		
図書	著者名 _{HA}									
	書名 _{HC}									
	出版者 _{HB}		発行年 _{HD}					総ページ _{HE}		

欧文概要 EZ

We have developed a novel low-cost gamma-ray imaging Compton camera γ I that has a high detection efficiency. Our motivation for the development of this detector was to measure the arrival directions of gamma rays produced by radioactive cesium that were released and fell on the eastern Japan area by the Fukushima Daiichi nuclear power plant accident in 2011. The detector comprises two arrays of inorganic scintillation detectors, which act as a scatterer and an absorber. Each array has eight scintillation detectors, each comprising a large CsI (TI) scintillator cube of side 3.5 cm, which is inexpensive and has a good energy resolution. For the readout of photon signal produced by interaction of gamma rays, we used a photomultiplier tube with a super-bialkali photocathode because of its large effective area and high gain, and it also provides sufficient energy resolution with high signal-to-noise ratio. Energies deposited by the Compton scattered electrons and subsequent photoelectric absorption, measured by each scintillation counter, are used for image reconstruction. The probability distribution of the location of a radiation source is estimated by back-projection method. The position of a radiation source can be reconstructed by accumulating reconstructed rings.

With laboratory experiments, the angular resolution of a prototype detector was found to be 3.5° after using an image-sharpening technique. With this angular resolution, we can resolve a 1m^2 radiation hot spot that is located at a distance of 10 m from the detector with a wide field of view of 1 sr. Moreover, the detection efficiency 0.68 cps/MBq at 1 m for 662 keV (7.6 cps/ $\mu\text{Sv/h}$) is sufficient for measuring low-level contamination (i.e., less than $1\text{ }\mu\text{Sv/h}$) corresponding to typical values in large areas of eastern Japan. In addition to the laboratory tests, the imaging capability of our detector was verified in various regions with dose rates of $\sim 0.23\text{ }\mu\text{Sv/h}$, corresponding to 1 mSv/yr which is a target value for decontamination.