

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		暗黒物質探査および二重ベータ崩壊実験のためのバルク単結晶作成			
研究テーマ (欧文) AZ		Crystal Growth for Dark-Matter-Search and Double Beta Decay Experiment			
研究氏 代 表 名 者	カナ CC	姓)クロサワ	名)シュンスケ	研究期間 B	2017 ~ 2018 年
	漢字 CB	黒澤	俊介	報告年度 YR	2018 年
	ローマ字 CZ	KUROSAWA	Shunsuke	研究機関名	山形大学
研究代表者 CD 所属機関・職名		山形大学・助教			
概要 EA (600 字～800 字程度にまとめてください。) 暗黒物質は、観測的宇宙論から導き出された未知の重力源であり、宇宙に占める暗黒物質の割合はおおよそ 27%程度とされている。この暗黒物質の観測ができれば、宇宙の歴史と将来を描像するのに、非常に大きな情報となり、その重要度は高い。現状の標準的な暗黒物質のモデルでは、白鳥座から暗黒物質が「吹いてくる」と地球上では感じるとされている。そのため、方向感度を持ち、暗黒物質と相互作用する物質を利用すれば、より感度よく暗黒物質とその他のノイズを分別することができる。その候補として、タングステン酸塩結晶を用いたシンチレータに、本研究では注目した。 シンチレータとは、放射線などの高いエネルギーの光子や粒子が入射すると、光検出器で感じることのできる光を発光する機能性材料である。また、結晶とは、ある単位格子が規則正しく並んでいる状態の物資である。そして、放射線が入射した格子の各面に応じて、発光量が異なることが ZnWO_4 で報告されていた。そもそも、シンチレータに入射する放射線のエネルギーが一定で、同じ放射線の種類であれば、発光量は等しいというのが、一般に考えられてきたことであり、この方向による発光量の差(光学的異方性)は非常に珍しく、かつ、その原理も完全に明らかにはなっていない。さらに、同じこの発光現象を利用して、あらかじめ結晶格子の方向を調べておけば、暗黒物質の到来方向を判別できる可能性がある。 そこで、本研究では、はじめに、タングステン酸塩のいくつかのグループについて、結晶を取り寄せ、また、存在しない場合には合成を行い、光学的異方性の有無について分類を行った。結晶の合成には、チョクラルスキー法を用いておおよそ 1 インチの直径をもつ結晶材料を育成した。 その結果、未だ確定的ではないものの、これまでのデータからは、発光をつかさどる $(\text{WO}_4)^{2-}$ の中で W と O の距離によって光学的異方性の発現の有無があることが、現象論的にわかってきた。シンチレータではこの光学的異方性が起きないというのが、「常識」であるので、今後もよりデータを集めて、異方性について確証が持てた段階で論文等にまとめるとともに、暗黒物質探査への応用のフェーズに移行する。					
キーワード FA	暗黒物質	シンチレータ	光学的異方性	放射線測定	

(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}								
	著者名 ^{GA}		雑誌名 ^{GC}						
	ページ ^{GF}	～	発行年 ^{GE}					巻号 ^{GD}	
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}	
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}

Ones of the candidates for the Dark Matters are weakly interacting massive particles (WIMPs) which are expected to form a halo around our Galaxy. Our Solar System is rotating around the center of the Galaxy, and we expect that the Earth should experience a “wind” (named 'WIMP wind') against the direction of the rotation, where is direction to Cygnus. Thus, to show the evidence of Dark Mater, we tried detecting the WIMPs wind from Cygnus direction, and a direction sensitive detector is required to obtain high sensitivity.

Up to now, several groups have developed such direction-sensitive detectors using gaseous detectors, while gaseous ones have low detection efficiency. In this study, we propose a new type Dark matter detector using single crystals in order to have higher detection efficiency than gaseous ones; some team reports that ZnWO₄ can detect the direction of incident particles due to anisotropic. However, the mechanism has been not revealed.

We have developed novel scintillation materials or/and novel emission phenomena for Dark Matter search, and we focused on some Tungstate group such as ZnWO₄ and MgWO₄. We prepared some Tungstate single-crystals grown by the Czochralski process, and their scintillation properties and anisotropic properties was studied. The results show that some Tungstate group had anisotropic nature, and some results implied that O-W distance is related to the anisotropic nature.