助成番号　210219	５－２

研 究 成 果 報 告 書

研究テーマ（和文）	5G通信と宇宙背景放射の観測技術の融合 – ダークマターの正体に迫る新たな実験		
研究テーマ（英文）	Jointing technologies for 5G communication and cosmic microwave background – development of new probe for dark matter search		
研究期間	2021年 ～ 2023年	研究機関名　京都大学	
研究代表者	氏名（漢字）	田島 治	
	氏名（カタカナ）	タジマ オサム	
	氏名（英文）	Osamu Tajima	
	所属機関・職名	理学研究科・教授	
共同研究者（１名をこえる場合は、別紙追加用紙へ）	氏名（漢字）	安達 俊介	
	氏名（カタカナ）	アダチ シュンスケ	
	氏名（英文）	Shunsuke Adachi	
	所属機関・職名	白眉センター・特定助教	

概要 （600 字～800 字程度にまとめてください。）

銀河の重力相互作用を支配する“ダークマター”。その正体解明に向けて様々な実験が進行しているが、決定打となる結果はまだない。そこで、従来の常識に捉われない超軽量ダークマターの可能性が注目されている。本研究は、発展めざましい“5G通信技術”と宇宙のビッグバン残光“宇宙背景放射”を観測する技術を融合した高感度なミリ波分光計など、超軽量ダークマターの正体を探るための新たな実験技術の開発研究をおこなった。

超軽量ダークマターは、100 億分の１よりも小さな確率で超微弱な電波に転換する可能性がある。宇宙背景放射の観測技術を応用した実験装置を構築し、10 GHz – 26.5 GHz にわたって超軽量ダークマターの探索を行う実験を行なった。そして、このダークマターの質量に換算して 41 – 110 μeV の領域において、世界最高感度での探索実験を達成した。

5G 通信技術を応用したミリ波分光計(“dSpec”と命名)の開発においては、FPGA（プログラム可能な集積回路）を用いてデータの取得と処理を並列化することで、デッドタイムフリーな測定を実現した。その時間効率と共に広帯域性能を確認する試験も行い、従来研究で使用していた分光計よりも高感度かつ広帯域の実験であることを確認した。開発した dSpec はダークマターの研究だけでなく、広く産業利用できる可能性があるため、同技術に関する特許申請も行なった。

本研究で確立した宇宙背景放射の技術を応用した実験手法と dSpec を組み合わせることにより、さらに広い帯域（広い質量領域）にわたって、超軽量ダークマターの実験研究が進展していく予定である。

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	論文課題	Search for Dark Photon Dark Matter in the Mass Range 41 - 74 μeV using Millimeter-Wave Receiver and Radioshielding Box				
	著者名	S. Adachi 他9名	雑誌名	Physical Review D		
	ページ	012008 1～8	発行年	2 0 2 4	巻号	109
雑誌	論文課題	Search for Dark Photon Dark Matter in the Mass Range 74 - 110 μeV with a Cryogenic Millimeter-Wave Receiver				
	著者名	S.Kotaka 他10名	雑誌名	Physical Review Letters		
	ページ	071805 1～5	発行年	2 0 2 3	巻号	130
雑誌	論文課題					
	著者名		雑誌名			
	ページ	～	発行年		巻号	
図書	書名					
	著者名					
	出版社		発行年		総ﾍﾟｰｼﾞ	
図書	書名					
	著者名					
	出版社		発行年		総ﾍﾟｰｼﾞ	

英文抄録 （100語～200語程度にまとめてください。）

Dark Matter is an important subject in the fields of particle physics and cosmology. Dark photon has been considered potential candidates for dark matter. In this study, we developed technologies to detect the dark photon based on knowledge of cosmic microwave background (CMB) and 5G telecommunication technology.

CMB is the remnant of the Big Bang in the early universe. Technologies for CMB are suitable for detecting the signal from the dark photon. We developed the experiment and performed searches for the dark photon in the frequency range 10 GHz - 26.5 GHz. We achieved the most sensitive search for the dark photon in this mass range.

To extend our study to a wider frequency range, we developed a novel spectrometer, “dSpec”, using RFSoC which is the modern device for 5G. In the laboratory tests, we confirmed its bandwidth of 4 GHz and its time efficiency.

We have prospects to extend the frequency range for the dark photon search by using the technologies established in this study.

研究代表者名　　田島 治

共同研究者	氏名	（漢字）	鈴木 惇也
		（カタカナ）	スズキ ジュンヤ
		（英文）	Junya Suzuki
	所属機関・職名		理学研究科・助教
	氏名	（漢字）	隅田 土詞
		（カタカナ）	スミダ トシ
		（英文）	Toshi Sumida
	所属機関・職名		理学研究科・助教
	氏名	（漢字）	
		（カタカナ）	
		（英文）	
	所属機関・職名		
	氏名	（漢字）	
		（カタカナ）	
		（英文）	
	所属機関・職名		
	氏名	（漢字）	
		（カタカナ）	
		（英文）	
	所属機関・職名		
	氏名	（漢字）	
		（カタカナ）	
		（英文）	
	所属機関・職名		
	氏名	（漢字）	
		（カタカナ）	
		（英文）	
	所属機関・職名		
	氏名	（漢字）	
		（カタカナ）	
		（英文）	
	所属機関・職名		