

Title	次期スーパーカミオカンデ実験で始めるニュートリノ宇宙観測技術の基礎研究
Sub Title	Research to improve a detection technique for neutrino astrophysics at the Super-Kamiokande experiment
Author	西村, 康宏(Nishimura, Yasuhiro)
Publisher	慶應義塾大学
Publication year	2020
Jtitle	学事振興資金研究成果実績報告書 (2019.)
JaLC DOI	
Abstract	<p>スーパーカミオカンデでは、水中に硫酸ガドリニウムを溶かして、宇宙初期から続く超新星爆発で蓄積され空間に漂っているニュートリノの観測を目指している。本年度は硫酸ガドリニウムの溶解まで至っていないが、これから観測を始めるにあたって、ニュートリノ検出に重要な、バックグラウンドと検出光量に対して研究を行った。</p> <p>バックグラウンドとして、水中に混入する放射性ラドンが低エネルギーのニュートリノ事象検出に対して障害となっていた。ラドン放出については、光検出器に使われる部材を調査していった。結果、光検出器自体ではなく、周辺の材料からの放出が認められた。</p> <p>硫酸ガドリニウムの溶解は、反ニュートリノからの中性子を捕獲してニュートリノと反ニュートリノを識別することを目的とするが、将来の水チェレンコフ検出器では、検出光量が増えると硫酸ガドリニウムが無くともある程度の反ニュートリノ識別が可能になると見込まれる。そこで、光検出器の前面に取り付けられるアクリルのカバーの形状を、受光面が広がるよう円状から角状にし、また波長変換剤を混ぜることで、光検出器の検出感度波長帯に光量が増えるような、新しいアクリルカバーを試作した。</p> <p>この評価のために、紫外光透過アクリル容器に水を入れ、宇宙線が透過するように上下に宇宙線カウンターを配置し、水からのチェレンコフ光が波長変換剤を混ぜたアクリルカバーに当たるようにした。そのアクリルカバーを装着した光検出器が、光を増光して捉えられるかどうかを空气中で測定して見積もった。結果、波長変換材で光が四方に発散し、光検出器にはうまく届かずに半減していた。追試として、小さな波長変換アクリル単体に紫外LEDを当てて測定したが、同様に発散していた。今回は全面に波長変換剤を混ぜたが、光検出器の前面ではなく周囲のみに絞って増光する必要がある。</p> <p>At Super-Kamiokande, we are trying to observe neutrinos accumulated in supernova explosions from the early universe using gadolinium sulfate dissolved in water. Although the dissolution of gadolinium sulphate has not been reached this year, we conducted a study on the background and detected light intensity, which are important for neutrino detection.</p> <p>As a background, radioactive radon in water has been an obstacle to detect low energy neutrino events. Regarding radon emission, we investigated the materials used for photodetectors. As a result, emission was confirmed not from the photodetector itself but from the surrounding material. Dissolution of gadolinium sulphate aims to capture neutrons to distinguish anti-neutrinos from neutrinos. It is expected that neutrino discrimination will be possible in a future water Cherenkov detector with high photo-detection efficiency. Therefore, we tried to change the shape of the acrylic cover attached to the front surface of the photodetector from circular to square so that the light acceptance is maximized, while a wavelength shifting material is doped to increase the amount of detected light in the sensitivity wavelength region of the photodetector. A prototype was prepared for the evaluation.</p> <p>For this evaluation, water was placed in an ultraviolet light transparent acrylic vessel. Cosmic ray counters were placed above and below the water so that cosmic rays could pass through, and Cherenkov light from water hit the acrylic cover with the wavelength shifting material. It was estimated in air by measuring the light amount detected by the photodetector equipped with that acrylic cover. As a result, the light diverged in all directions by the wavelength shifter, and it did not reach the photodetector well and was halved. This time, the wavelength shifter was mixed on the entire surface, but it is necessary to focus on only the surroundings, not the front surface of the photodetector, to increase the light intensity.</p>
Notes	
Genre	Research Paper
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=2019000007-20190240

研究代表者	所属	理工学部	職名	准教授	補助額	1,000（特A）千円
	氏名	西村 康宏	氏名（英語）	Yasuhiro NISHIMURA		
研究課題（日本語）						
次期スーパーカミオカンデ実験で始めるニュートリノ宇宙観測技術の基礎研究						
研究課題（英訳）						
Research to improve a detection technique for neutrino astrophysics at the Super-Kamiokande experiment						
1. 研究成果実績の概要						
<p>スーパーカミオカンデでは、水中に硫酸ガドリニウムを溶かして、宇宙初期から続く超新星爆発で蓄積され空間に漂っているニュートリノの観測を目指している。本年度は硫酸ガドリニウムの溶解まで至っていないが、これから観測を始めるにあたって、ニュートリノ検出に重要な、バックグラウンドと検出光量に対して研究を行った。</p> <p>バックグラウンドとして、水中に混入する放射性ラドンが低エネルギーのニュートリノ事象検出に対して障害となっていた。ラドン放出については、光検出器に使われる部材を調査していった。結果、光検出器自体ではなく、周辺の材料からの放出が認められた。硫酸ガドリニウムの溶解は、反ニュートリノからの中性子を捕獲してニュートリノと反ニュートリノを識別することを目的とするが、将来の水チェレンコフ検出器では、検出光量が増えると硫酸ガドリニウムが無くともある程度の反ニュートリノ識別が可能になると見込まれる。そこで、光検出器の前面に取り付けられるアクリルのカバーの形状を、受光面が広がるよう円状から角状にし、また波長変換剤を混ぜることで、光検出器の検出感度波長帯に光量が増えるような、新しいアクリルカバーを試作した。</p> <p>この評価のために、紫外光透過アクリル容器に水を入れ、宇宙線が透過するように上下に宇宙線カウンターを配置し、水からのチェレンコフ光が波長変換剤を混ぜたアクリルカバーに当たるようにした。そのアクリルカバーを装着した光検出器が、光を増光して捉えられるかどうかを空気中で測定して見積もった。結果、波長変換材で光が四方に発散し、光検出器にはうまく届かずに半減していた。追試として、小さな波長変換アクリル単体に紫外 LED を当てて測定したが、同様に発散していた。今回は全面に波長変換剤を混ぜたが、光検出器の前面ではなく周囲のみに絞って増光する必要がある。</p>						
2. 研究成果実績の概要（英訳）						
<p>At Super-Kamiokande, we are trying to observe neutrinos accumulated in supernova explosions from the early universe using gadolinium sulfate dissolved in water. Although the dissolution of gadolinium sulphate has not been reached this year, we conducted a study on the background and detected light intensity, which are important for neutrino detection.</p> <p>As a background, radioactive radon in water has been an obstacle to detect low energy neutrino events. Regarding radon emission, we investigated the materials used for photodetectors. As a result, emission was confirmed not from the photodetector itself but from the surrounding material.</p> <p>Dissolution of gadolinium sulphate aims to capture neutrons to distinguish anti-neutrinos from neutrinos. It is expected that neutrino discrimination will be possible in a future water Cherenkov detector with high photo-detection efficiency. Therefore, we tried to change the shape of the acrylic cover attached to the front surface of the photodetector from circular to square so that the light acceptance is maximized, while a wavelength shifting material is doped to increase the amount of detected light in the sensitivity wavelength region of the photodetector. A prototype was prepared for the evaluation.</p> <p>For this evaluation, water was placed in an ultraviolet light transparent acrylic vessel. Cosmic ray counters were placed above and below the water so that cosmic rays could pass through, and Cherenkov light from water hit the acrylic cover with the wavelength shifting material. It was estimated in air by measuring the light amount detected by the photodetector equipped with that acrylic cover. As a result, the light diverged in all directions by the wavelength shifter, and it did not reach the photodetector well and was halved. This time, the wavelength shifter was mixed on the entire surface, but it is necessary to focus on only the surroundings, not the front surface of the photodetector, to increase the light intensity.</p>						
3. 本研究課題に関する発表						
発表者氏名 （著者・講演者）	発表課題名 （著書名・演題）	発表学術誌名 （著書発行所・講演学会）	学術誌発行年月 （著書発行年月・講演年月）			
Y. Nishimura	Photo sensor developments for neutrino experiments	The 21st International Workshop on Neutrinos from Accelerators (NUFACT2019)	25-31 August 2019			