

# 低エネルギーニュートリノによる新たな物理特性探索用検出器の開発研究

## Research on the development of detectors for the search of new physical properties by low-energy neutrinos.

日本大学理工学部 小川 洋

本研究の目的は、低エネルギーニュートリノにおける新たな物理として、未発見であるニュートリノ物性や相互作用を探索するための検出器を開発することであり、手法としては低閾値・低バックグラウンドの比例計数管を採用する。

ニュートリノは、素粒子の一種であり、他の素粒子との反応がわずかで、透過性が非常に高い。元々は中性子の $\beta$ 崩壊でエネルギー保存則が成り立つように存在が予想されたもので、その後実際に観測されて存在が証明された。我々の周りでは、宇宙、太陽、地球大気起源のニュートリノであふれており、それぞれ観測もされている。素粒子の標準模型では、ニュートリノの質量、電荷、磁気能率といった物性はゼロとされているが、ニュートリノ振動現象の観測により、質量はゼロでないことが分かった。しかし、これらのニュートリノの物性は、質量の絶対量を含めて観測されていないのが現状である。

日本の XMASS 実験では、2020 年に太陽期限のニュートリノによるニュートリノ・電子散乱におけるエキゾチックな相互作用の探索結果を発表した[1]。このような相互作用は、ニュートリノに電荷や磁気能率がある場合に期待され、keV 付近の電子散乱事象が増加すると考えられることから、低閾値、低バックグラウンド環境である暗黒物質探索実験が有利であり、XMASS 実験の結果はその先駆けとなった。

XMASS 実験は、地下に設置された暗黒物質探索検出器であるという性質上、ニュートリノ源として地球に均等にふりそそぐ太陽ニュートリノを想定した探索になっている。本研究では、低エネルギーニュートリノにおけるこのような相互作用を探索するために、ニュートリノフラックスがより多い原子炉近傍での観測を目標とする。検出器手法としては、1keV 以下を観測可能な低閾値であり、原子炉近傍に置くことを想定して、できるだけ検出部材が少なく、シンプルな検出器構造ということで、比例計数管を採用する。この場合、ターゲットがガスとなることから、比例計数管の圧力を上げて物質量を多くする。

本公募の研究においては、小型・大型二種類の比例計数管の性能特性の測定を実施した。小型の比例計数管による測定においては、 $^{55}\text{Fe}$  からの X 線を観測することができ、O(keV)の事象測定が可能であることが分かった。また、相対増幅率のガス圧依存も測定した。観測されたバックグラウンドとしては、環境からのバックグラウンドが主であり、宇宙線ミューオンの寄与は少ない。今後は、鉛シールドの増強（低 RI の鉛・無酸素銅など）で環境の $\gamma$ 線対策をする。また、ポリエチやホウ素を用いたシールドを導入し、環境の高速・熱中性子遮蔽も試みたい。これは、原子炉近くに検出器を置いた場合に、原子炉からの中性子対策にもなる。ガス自身の放射性不純物としては、ラドンとその娘核が考えられる。大型比例計数管における  $^{222}\text{Rn}$  のバックグラウンドは、 $0.84\pm 0.13\text{mBq}@8\text{L volume}$  であった[2]。これは公募者が開発した極低放射能ゼオライトによつての削減が期待される。本研究測定で得られた知見より、ニュートリノの新たな物理特性探索用検出器の開発に生かしていきたい。

### 【参考文献】

- [1] K.Abe et. al, Phys.Lett.B809(2020)135741
- [2] H.Ogawa, arXiv:2212.01517