

# μ粒子の寿命測定

高梨 美佳、高橋 夢玖、宮原 杏奈（高2）【山形県立米沢興譲館高等学校】

## 要旨

μ粒子を測定し正確に寿命を求めることを目的とし、研究を行った。測定にはシンチレーション検出器を、寿命の導出にはpythonを用いた解析プログラムを使用した。寿命を導出した結果、寿命は $\tau=1.07\pm 0.21\ \mu\text{s}$ であった。導出した寿命は先行研究の誤差の範囲に収まらなかった。要因として解析プログラムの問題、データ量の不足、μ<sup>-</sup>粒子による影響があげられる。

## 1. 背景・目的

宇宙に関する研究をしたいと考えていた時に宇宙線に興味を持った。宇宙線とは宇宙から降り注ぐ高いエネルギーをもった放射線である。本研究ではシンチレーション検出器を用い、自分たちでμ粒子を測定し寿命を導出することを目的とする。

## 2. 原理

μ粒子は宇宙線にふくまれる粒子の一つで、地表でも観測することができる。また、不安定な素粒子であるために約 $2.2\ \mu\text{s}$ で崩壊する。この際寿命は、測定されたμ粒子の全体の数が $e^{-1}$ 倍となるまでにかかった時間と定義される。

## 3. 測定方法

4枚のシンチレーション検出器を使用し図1のように配置した。図2のようにシンチレーション検出器に入射したμ粒子が検出器付近で減速し、崩壊するまでの時間を測定した。その後μ粒子が崩壊したとみられるイベントを選別し、寿命の導出を行った。



図1：シンチレーション検出器の配置写真



図2：μ粒子が入射し、その後停止する様子

## 4. 結果

本研究では2020年11月30日から2020年12月25日までの26日間のデータを使用し、解析した結果は図3のようになった。縦軸が崩壊したμ粒子の数、横軸が時間を表している。求められた寿命は

$$\tau = 1.07 \pm 0.21\ \mu\text{s}$$

であるのに対し、先行研究[1]の値は

$$\tau = 2.1969811 \pm 0.0000022\ \mu\text{s}$$

となっており、本研究で導出した寿命との差は誤差の範囲に収まらなかった。

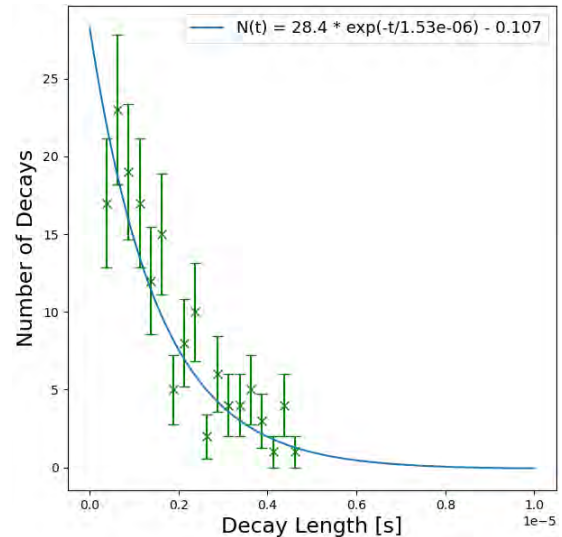


図3：26日分のデータを用いた際の解析結果

## 5. 考察

本研究で導出した寿命が先行研究[1]の値よりも短く導出された原因として、今回解析に使用した解析プログラムに問題があったことが考えられる。また、物質中でのμ<sup>-</sup>粒子の崩壊のプロセスの違いも、寿命が短く導出された要因として考えられる。

## 6. 結論

本研究の目的は自分たちでμ粒子を測定し、その寿命を導出することであった。導出された値は約 $1.0\ \mu\text{s}$ であり先行研究[1]の値と大きく異なった。考察であげた要因の改善を行うことでより正確な寿命を求められると考えられる。

## 7. 展望

プログラムが適切でなかった可能性を踏まえ、今後の研究ではプログラムの改善を行い、解析をする予定である。また、考察でも述べたように、μ<sup>-</sup>粒子は崩壊のプロセスが通常とは異なる可能性があり、実験値に影響を与えていると考えられる。そこで今後の展望として、電荷の違いによる影響を調べるため、μ<sup>-</sup>粒子とμ<sup>+</sup>粒子の寿命と割合を導出することを目的として研究を行っていききたい。

## 8. 参考文献

- [1] P.A. Zyla et al. (Particle Data Group), Prog. Theor. Exp. Phys. 2020, 083C01 (2020).
- [2] 奈良女子大学理学部物理学科高エネルギー物理研究室 奥田真利子「負電荷ミュー粒子と正電荷ミュー粒子の測定方法」 2019/02/08