

K 中間子 (K^\pm) となることがある。もしこの K^\pm が KOTO 検出器内で $K^\pm \rightarrow \pi^0 e^\pm \nu$ に崩壊し、崩壊で出た e^\pm が検出されず、 π^0 からの 2γ のみを検出した場合、この事象は $K_L \rightarrow \pi^0 \nu \bar{\nu}$ 事象と誤認識される可能性があり、削減が必要である。

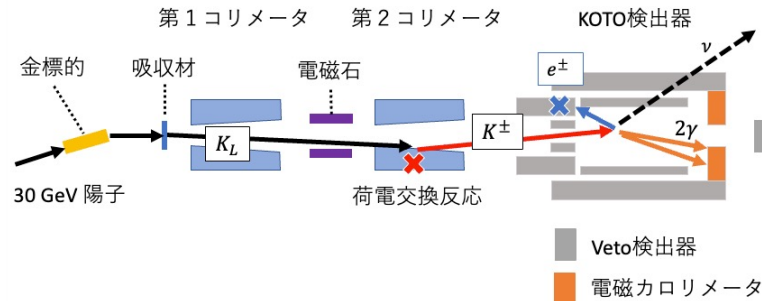


図 2: 荷電交換反応によって K^\pm 背景事象が生成される様子

4 新しい検出器の開発

K^\pm の崩壊による背景事象を削減するには、KOTO 検出器の直前にビーム断面を覆う荷電粒子検出器を設置して、 K^\pm の侵入を検知し、そのような事象を排除すればよい。そのために我々は、図 3 に示すような、0.2 mm 厚のプラスチックシンチレータ表面から漏れ出たシンチレーション光をアルミ蒸着フィルムで反射集光し、14 本の光電子増倍管 (PMT) で読み出す機構の荷電粒子検出器 (UCV) を開発した。PMT の開発時、物理ラン ($K_L \rightarrow \pi^0 \nu \bar{\nu}$ 事象を取得するためのデータ取得) において、1 つの PMT が読み出す光電子のレートは 4~6 MHz と予想されていた。また、 K^\pm の背景事象を調べるためのランでは、レートはさらに高くなる。修士課程では主に、高レートの信号の下で増倍率の変動が小さく、99% 以上の高い検出効率を維持できるような PMT の電圧供給回路と基板部の開発を進めた。

2023 年 5 月には、開発した UCV を KOTO 検出器内に設置し、実機環境での PMT の高レート耐性を調査した。結果として、開発段階で得た高レート耐性を再現することを確認した (図 4)。その上で、UCV の設計段階で目標としていた、99% 以上の検出効率を達成した。

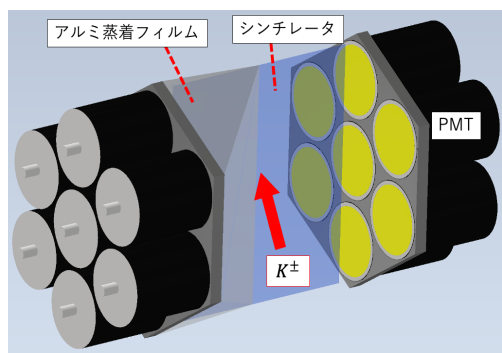


図 3: UCV の模式図

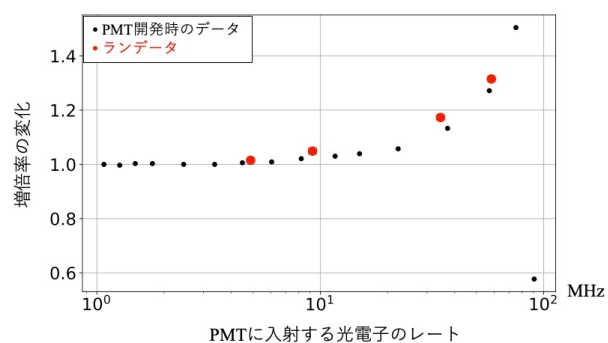


図 4: UCV PMT のレート耐性

参考文献

- [1] P. Heut and E. Sather, Phys. Rev. D **51** 379-394 (1995).
- [2] Andrzej J. Buras, Dario Buttazzo, Jennifer Girrbach-Noe, and Robert Kneijens, JHEP **2015** 33 (2015).
- [3] J. K. Ann. et al., Phys. Rev. Lett. **122** 021802 (2019).