

素粒子実験研究室

加藤 幸弘 教授
学部生 3 名

研究

研究の概要

- **MPGD を用いた ILD-TPC 検出器の開発**

次世代電子陽電子衝突型加速器計画 (ILC) は国際協力実験計画であり、日本への誘致を目指している。本研究室では、荷電粒子の検出する飛跡検出器の研究開発を、ヨーロッパとアジアの研究者と共同で進めている。ILC で用いられる飛跡検出器は、非常に高精度 (100 μm 程度) で飛跡を同定しなければならないために、研究室が参加している ILD-TPC グループは、ガス増幅部に GEM (Gas Electron Multiplier) を用いたタイムプロジェクションチェンバー (TPC) の採用を目指して様々な研究を行っている。

- **GEM を用いた荷電粒子検出器開発のための基礎研究**

GEM を用いた荷電粒子検出器開発として、2016 年度より絶縁体に低焼結セラミックス (LTCC) を用いた GEM の開発を始めた。LTCC-GEM は放電耐性に優れているとともに 1 万倍を超える増幅率まで到達する。また、プラスチックよりも硬度があるのでたわみが少なく、物理的に孔を開けるために安価で自由に孔構造を変更することができる。この利点を生かして、ガス増幅によって大量に生成された陽イオンが検出部に侵入する (Ion Backflow) 割合を抑制する方法を検討している。孔配置が異なる 2 枚の LTCC-GEM を重ねてガス増幅部の電場構造に変化を与えることで、生成された陽イオンの GEM 極板での吸収割合を十分に増加させることがどうかを simulation を用いて評価している。

- **宇宙背景ニュートリノ崩壊探索実験のための超電導光検出器の開発**

これまでに行われたニュートリノ振動観測実験によって、ニュートリノは質量をもっていることが確認された。3 種類のニュートリノには質量差があるので、重いニュートリノは軽いニュートリノへと輻射崩壊する。宇宙には宇宙初期に生成され、宇宙空間に一様に存在すると予言されている "宇宙背景ニュートリノ" がある。ニュートリノの寿命は非常に長いですが、宇宙背景ニュートリノが崩壊すれば、崩壊によって微弱なエネルギーをもつ光子 (35 meV 程度) が生成される。このような微弱なエネルギーをもつ光子を検出することによって、ニュートリノ崩壊を観測できる。微弱なエネルギーの光子を検出するために

は、エネルギーギャップの小さい超伝導光検出器が必要であり、そのために超伝導光検出器の開発を行っている。

学術論文（査読付）

1. Y.Aoki, Y. Kato, *et al.*(LCTPC Collaboration, 71 authors)
“Double-hit separation and dE/dx resolution of a time projection chamber with GEM readout”
JINST **17**, P11027, Nov.18 (2022)
2. M. Kobayashi, Y. Kato, *et al.*(29 authors)
“A novel technique for the measurement of avalanche fluctuation of a GEM stack using a gating foil”
*Nuclear Instruments & Methods in Physics Research***A1039** (2022) 166872, Jul.2
3. T. Aaltonen, Y. kato, *et al.*(CDF Collaboration, 398 authors)
“High-precision measurement of the W boson mass with the CDF II detector”
Science **376**, 170-176 (2022), Apr.8

学士論文

- 「Python を用いた中学物理分野の電気回路の電子教材と学習指導案の作成」
- 「GEM モデルを用いた安定した電子増幅率における絶縁体の厚さと電圧の関係」
- 「GEM モデルにおける電場に依存しない最適な電子増幅率の絶縁体の厚さと孔径」

その他

- 教員採用試験春期集中講座「理科実験・理科実験指導案作成」を担当

学内委員

- 物理学コース ネットワーク委員
- 物理学コース 人権教育・ハラスメント防止委員（2022年9月まで）