

素粒子物理学教室

1 NaI (TI) シンチレータを用いた γ 線のエネルギースペクトル測定と再現

泉 咲夏

環境放射線のある作業下において、 γ 線の遮蔽を検討する際に手間と時間がかかってしまう。そこで、 γ 線のエネルギーを特定した上で実験をせずとも遮蔽方法を検討できるシステムの作成を目指す。比較対象として測定データを用いるために、FPGA ボードとNaI シンチレータを用いて ^{137}Cs の γ 線のエネルギースペクトル測定と較正を行った。結果、後方散乱スペクトルは200keVのピークを持つことが分かった。次に、シミュレーションに床板を追加し、測定結果と比較したところ、床板がない場合は後方散乱スペクトルが見えず、床板を考慮すると後方散乱スペクトルは220keVのピークを持った。このことより、床板を再現することでより正確な測定データに近づくことが分かった。

2 効果的な宇宙放射線防護のためのCR-39 固体飛跡検出器を用いた遮蔽効果の検証

小池 将宗

宇宙船内での放射線防護のために遮蔽材料を用いた宇宙放射線の線量低減効果を受動線量計を用いて宇宙および地上実験で評価した。受動線量計として光刺激ルミネッセンス検出器とCR-39 固体飛跡検出器を使用した。宇宙実験では衛生的な拭き取り布およびタオルから成るスタック状の水遮蔽材の設置による宇宙放射線の線量低減効果を国際宇宙ステーションで測定した。水遮蔽材を用いたことによる線量減少率は線量当量で $40 \pm 3\%$ であった。また地上実験では、入射エネルギーが230MeVの陽子ビームおよび500MeV/nの鉄核ビームを用いたSiC/C 複合材料の遮蔽効果を受動線量計により測定した。強化材の割合を変化させ、宇宙船のペイロードに合わせた組成比にすることで体積と質量のバランスの取れた効果的な遮蔽材を作ることができる。今後、C や Si などの核破砕が支配的な粒子の遮蔽に関する実験や数値計算を行っていく。

3 Ashra/NTA 実験における大気蛍光観測のためのトリガー系の開発

横川 まゆ子

Ashra (全天観測高精度宇宙線望遠鏡) 実験では、超高エネルギーニュートリノを発生源とするチェレンコフ光・大気蛍光の観測によって高エネルギー粒子の発生源の同定や加速機構の解明を目指している。本研究では銀河中心を発生源とするガンマ線バーストのチェレンコフ光観測、および超高エネルギータウニュートリノを一次粒子とする空気シャワーを発生源とする大気蛍光の観測を見据え、シミュレーションを用いたロジックの検討およびトリガーボードとして用いる DSP モジュールの回路検討を行った。その結果、ガンマ線を一次粒子とする空気シャワー発達の入射角度依存性について予想と一致する結果を得ることができた。また、DSP モジュールに搭載するトリガー系の開発を行った。今後は、暗箱と大気蛍光を模したLEDによる試験観測・山梨県の観測所にてレーザー光を用いた試験観測を行い、Ashra/NTA 実験への実装を目指す。

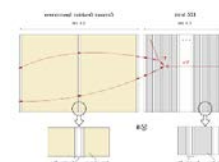


飛跡認識回路ボード

4 SHiP 実験に向けたコンパクトエマルシヨンスペクトロメーターの詳細解析

浅川 龍征

SHiP(Search for Hidden Particles) 実験は、 ν 、 $\bar{\nu}$ の識別を行い詳細な研究を行うことを目的の一つとした国際実験である。ニュートリノ検出器である CES は、ニュートリノの崩壊による荷電レプトンを磁場により電荷識別することで ν 、 $\bar{\nu}$ の識別が可能となっている。荷電粒子の電荷識別にはサブミクロンの測定精度が求められており、2017 年に CERN にて性能評価のためのビーム照射テストが行われた。解析した結果、一定の照射面積内でのみ要求される精度を満たしていたが、より広い面積、入射角度において精度の高い解析を行うために小面積ごとに分割して解析を行った。

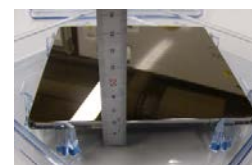


ECC と CES

5 フォトマスクを用いた乾板の歪み測定

金子 健蔵

SHiP 実験とは GeV 範囲の質量を持つ Hidden Particles の存在を調べることが目的としている。東邦大学ではニュートリノ・反ニュートリノ識別と運動量測定を目的としたニュートリノ検出器 Compact Emulsion Spectrometer (CES) の開発を行っている。先行研究では、2017 年に $200\ \mu\text{m}$ のガラスベース乾板の測定を sys3 を用いて行った。高運動量のエネルギーを求めるために乾板の精度がどれほどあるかを調べなければならないので、本研究では 2019 年の $500\ \mu\text{m}$ のガラスベース乾板を FTS を用いて測定を行い先行研究である 2017 年の時に使用された $200\ \mu\text{m}$ のガラスベース乾板との測定方法、厚みによる伸び縮みの変化の比較をフォトマスクによって焼き付けられたグリッドマークを用いて行う。ECC の各プレート測定を行いグリッドマークの位置から熱膨張などによるズレを調べる。

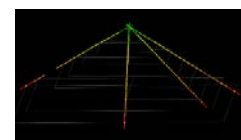


フォトマスク

6 NINJA 実験における反ニュートリノのニュートリノ反応の探索と解析

高阪 幸雄

NINJA 実験では、ニュートリノ振動実験において困難とされている、低エネルギー帯の反応断面積の精密測定を行うことを目的としている。位置分解能を有する原子核乾板と鉄が交互に積層された検出器に反ニュートリノビームを照射する。この原子核乾板を現像し、全自動飛跡読み取り装置を用いて、飛跡データを取得した。本実験では、この飛跡データより反ニュートリノ・原子核反応事象の検出と解析を行う。



Display 上に再構成したイベント

7 NINJA 実験-RUN6 における反ニュートリノ反応の解析

宅間 考紀

現在ではニュートリノ振動による CP 対称性の破れについての研究や、ニュートリノの質量や反応断面積の測定を目的に含んだニュートリノ振動実験が数多く行われている。これまでの実験では、電気検出器を用いていたため、低エネルギー陽子を検出できておらず、MeV~GeV 領域でのニュートリノ反応断面積の測定結果を统一的に説明できるモデルがない。NINJA 実験では、空間分解能、粒子識別能力に優れた原子核乾板を用いることで、低エネルギー陽子の検出を可能とし、ニュートリノ-原子核の反応断面積の精密測定を目的としている。本研究では NINJA 実験の RUN6 のデータを用いて反ニュートリノ-原子核反応事象の解析を行った。

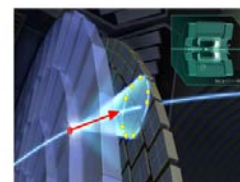


反ニュートリノビーム時の鉄中反応

8 Belle II 実験 ARICH 検出器のモニターシステムによる性能評価

村田 仁慈

Belle II 実験で用いられる ARICH 検出器は入射した粒子が発生させるチェレンコフ光によって K/ π 識別を行う。ARICH 内の光子検出器は加速器から生じる放射線によって劣化するので光子検出能力を評価するためのモニターシステムとして LED run 機能が搭載されている。実装されてから初の LED run による ARICH 全体の光子検出効率の評価を行った。結果はデータが取れた検出器に対して検出効率 80%以上が 87.5%, 検出効率 50%未達が 5.8%であった。そこから LED run の設定により光量を多くすることで光子検出能力の評価と 1 光子に対する電子への変換率(gain) の評価を改善できないかを検討した。光量を増加させるとペDESTALの不安定性が大きくなり、光子検出効率の評価の改善にはならなかった。光量の増加により 2 光子目のピークを観測でき、gain の評価につなげられないかを検討した。



チェレンコフリングのイメージ図

9 μ^+ 、 μ^- 対生成のシミュレーションを用いた特定の HAPD の有無による K/ π 識別性能の比較

宮崎 実樹

Belle II 実験で用いられる ARICH 検出器を構成する HAPD は B 中間子、反 B 中間子の崩壊時に放出される K 中間子、 π 中間子が物質中の原子と反応する際に放出するチェレンコフ光を検出し、そのリングの大きさの違いからどちらの崩壊が起こったのかを識別する。つまり、HAPD の精度が高いほど、崩壊の識別の精度が高くなる。そこで本研究では、ARICH 検出器全体に対してある特定の HAPD を含む場合とそうでない場合でどれほどの検出効率を持つのかを調べることにした。まず、プログラムを作成し、異常な HAPD のチャンネルの特定を行った。次に、それぞれの場合においてシミュレーションを行い、K/ π 識別性能がどれほどなのか求めた。その結果、どちらも実験を行う際の条件値を満たしていたが、特定の HAPD を含まない場合、性能が下がることが分かった。