

(LNS Experiment : #2610)

水チェレンコフ検出器およびシンチレータホドスコープのテスト

山本拓, 横田孝介, 川間大介, 七條彩子, 谷屋直隆, 中村哲, 橋本治, 藤井優, 丸田朋史

東北大学大学院理学研究科総合棟6 F
原子核物理研究室 (980-8578 宮城県仙台市青葉区荒巻青葉 6-3)

Water Cherenkov Counter and Scintillation Counter Test Experiment

T. Yamamoto, K. Yokota, D. Kawama, A. Shichijo, N. Taniya, S.N. Nakamura,
O. Hashimoto, Y. Fujii, and T. Maruta*Department of Physics, Tohoku University, Sendai, 980-8578*

我々は現在、米国・ジェファーソン研究所にて行う第三世代の電子ビームによる精密ハイパー核分光実験のための準備を進めている。この実験のために我々は新たな磁気スペクトロメータ・HESを建設し、それに伴って新たなホドスコープをシンチレーションカウンタで作成した。また、第二世代実験においての課題であった陽子除去のための水チェレンコフカウンタ(WC)の改良も第三世代実験に向けての最重要事項である。

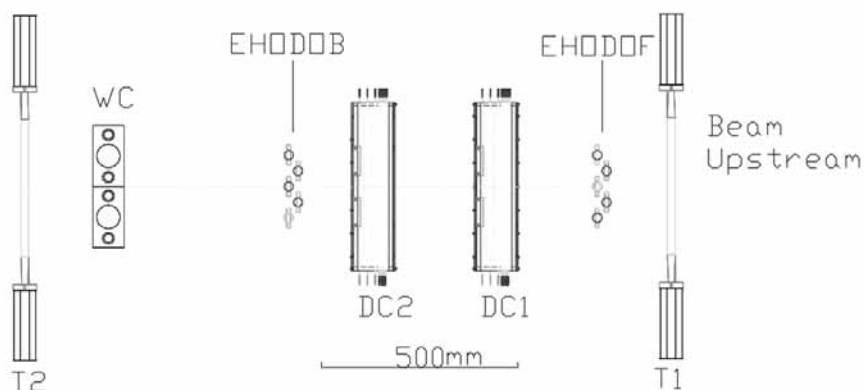
今回のテスト実験では主にこの2つのカウンタの性能評価であり、シンチレーションカウンタに関しては目標としていた時間分解能を達成した。WCに関しては光電子数の増加を目指して新たな容器を設計、製作し、プロトタイプテストを行った。その結果として、我々のデザインでは鏡面反射タイプよりも乱反射タイプの方が光電子数が多いという結論が得られた。

§1. 実験目的とセットアップ

今回行ったテストビームラインでの実験の主な目的は2009年に米国・ジェファーソン研究所にて行う予定の第三世代ハイパー核分光実験において用いる検出器の動作テストである。動作テストを行う検出器の1つはシンチレーションカウンタであり、これは第三世代実験に向けて建設したスペクトロメータ・HESで使用するホドスコープのプロトタイプである。

本実験では主に時間分解能の導出を行う。また、K中間子検出の際のバックグラウンドである陽子を除去するための水チェレンコフカウンタ(WC)のテストも行う。第二世代実験時は輻射体として波長変換剤であるAmino-G Soltを混ぜた水溶液を用いていた[1]が、これが放射線による損傷を受けて光電子数が減少していくことが判明した[2]。従って、我々は輻射体として純水を使うことを想定した試作機を作成した。旧箱と試作機の違いは検出器壁面の反射材であり、旧箱には散乱反射をするスノーホワイトアクリル、試作機には鏡面反射をするコモミラーを用いている。この両者の違いを純水を用いて測定し、さらに試作器について光電子数のAmino-G Salt濃度依存性を測定する。データの読み出しにはVMEを用い、また上記の検出器以外にドリフトチェンバーを設置し、TOF分解能の導出等に用いた。本実験における検出器のセッ

トアップを第1図に示す。



第1図 検出器セットアップ図。

1.1 ドリフトチェンバー

ビーム方向に二つ設置し、 X と X 方向の角度を用いたトラッキングを可能にした。

1.2 シンチレーションカウンタ

5本を1 Layer として2 Layer 計10本置き、オフラインにてチェンバーからの情報を用いてトラッキングをし、時間分解能の導出を行った。

1.3 水チェレンコフカウンタ

第2図のように、WCを2つ並べて設置し、ビームスポットが検出器正面の中心になるように置いた場合と、そのまま回転して側面に横向きで当たる場合とにおける光電子数を測定した。また、試作機において光電子数の Amino-G Solt 濃度依存性を検証するため、輻射体が 200 mg/l、100 mg/l、50 mg/l、10 mg/l の Amino-G Solt 水溶液と純水の場合に光電子数を測定した。

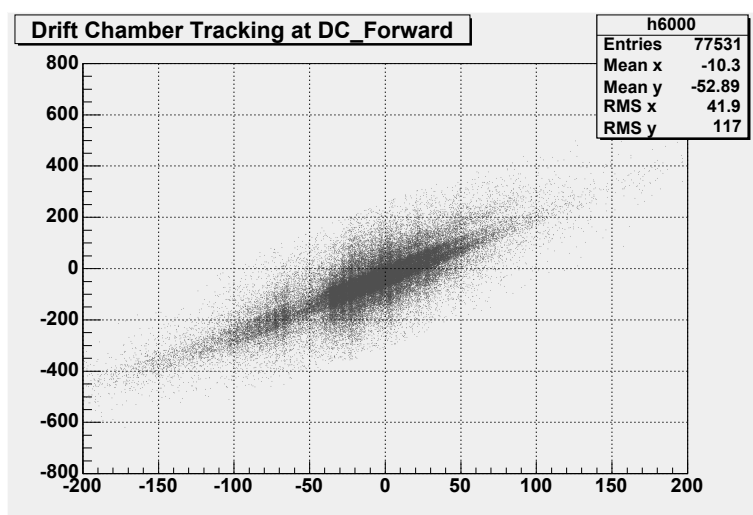
§2. 実験結果

2.1 ドリフトチェンバー

第3図は前方ドリフトチェンバーにおける、トラッキングの結果である。ここで座標系は Z 軸がビーム方向、 Y 軸が鉛直上向き方向であり、 X 軸はそれらに対して右手系で定義している。 $X = 0$ はチェンバーの中心である。トラッキングは適当な地点にスタート 0(検出した粒子が直接ワイヤーにヒットした地点 $\Delta X = 0$) を定義し、ドリフト速度を用いて X 、さらに X' を求めた。

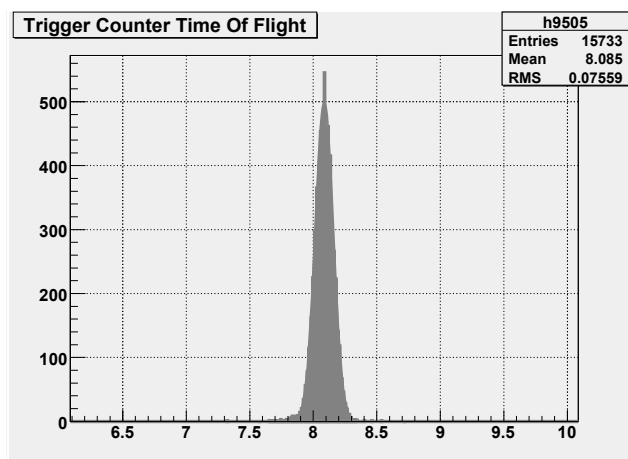


第2図 Water Cherenkov Counter。

第3図 ドリフトチェンバーのトラッキングにより求めた X (横軸) [mm] vs X' (縦軸) [mrad]。

2.2 シンチレーションカウンタ

ホドスコープのプロトタイプとして用いたシンチレーションカウンタの時間分解能を求めた。フィッティング結果を第4図、第1表に示す。次世代実験で要求される時間分解能はおよそ 100 psec 程度であるが、この要求が満たされていることが確認できた。



第4図 シンチレーションカウンタ間 TOF フィッティング結果 (横軸：nsec)。

第1表 時間分解能一覧。

Counter	Timing Resolution in σ [psec]
Ehodo F2	82.4
Ehodo F3	100.8
Ehodo B2	73.5
Ehodo B3	89.2

2.3 WC カウンタ

それぞれの場合の光電子数 (NPE) は第2表のようになった。まず、表から縦置き、横置きいずれの場合も試作機は旧箱に比べて NPE の値が小さいことがわかる。また、試作機の NPE の Amino-G Solt 濃度依存性については 50 mg 程度のところで NPE が極大になっているように見えるが、これは旧箱のデータとコンシステントである。さらに、縦置きの場合の飛距離は約 8 cm、横置きの場合が 15 cm なので、NPE は飛距離に比例していることがわかる。

第2表 それぞれの濃度における平均 NPE。濃度の書いてあるものはすべて試作機での結果である。表中の「-」は PMT の不調により、NPE を割り出せなかった。

NPE	Old Pure	New Pure	10 mg	50 mg	100 mg	200 mg
Transverse	41	35	118	116	87	89
Longitudinal	83	75	-	226	167	176

§ 3. 今後の予定

シンチレーションカウンタについては十分な性能が確認できたので、JLab に輸送し、ホドスコープの組み立てを開始する。WC に関しては、今回の実験結果を活かし、鏡面反射ではなく乱反射タイプの試作機を作り反射率等の最適化を行う予定である。

謝 辞

良質な電子ビームを供給していただいた核理研加速器グループの皆様と、ドリフトチェンバーの使用を快く許していただいた山崎寛仁博士、また検出器のセットアップについて多くの情報をいただいた石川貴嗣博士に感謝いたします。

参 考 文 献

- [1] Y.Okayasu *et al.*: Doctor Thesis for Tohoku University (2008)
- [2] M. Kawai *et al.*: Master's Thesis for Tohoku University (2008)