

Spring-8/LEPS 実験におけるテスト実験プロポーザル

2011/07/04

概要: J-PARC E15 実験で用いる TGEM を用いた TPC のテスト実験を、LEPS スペクトロメーターの DC3-TOF 間の場所を利用して、2 日間計 4 シフト程度、行わせて頂くことを希望する。

1. 研究課題名

J-PARC E15 実験用 TGEM-TPC 飛跡検出器の性能試験

2. 研究代表者

佐久間 史典 (理研・研究員)

Tel: 048-467-9355

Fax: 048-462-4648

e-Mail: sakuma@ribf.riken.jp**3. 連絡責任者**

徳田 真 (東工大・理・D2)

Tel: 048-462-1397

Fax: 048-462-4648

e-Mail: tokuda.makoto@riken.jp**4. 実験参加者**

佐久間 史典(理研・研究員)、大西 宏明(理研・専任研究員)

徳田 真(東工大・理・D2)、佐田 優太(京大・理・D2)

榎本 瞬(阪大・理・D2)、井上 謙太郎(阪大・理・D1)

中村 祐喜(東工大・理・M2)、川崎 新吾(阪大・理・M2)

[以上、全て放射線作業従事者]

5. 希望ビーム条件

LEPS 実験で通常用いるビーム条件と同じ

(γ-conversion から来る 1GeV/c 程度の電子または陽電子を用いる。)

6. 希望 マシンタイムシフト数・時期

4 シフト程度 [休憩時間込み 2 日間程度]

秋(9-11 月頃)が望ましい

7. 希望場所

LEPS スペクトロメーターの DC3 と TOF の間の約 1.5m のスペースに TPC から構成される検出器類を設置して行うことを希望する。検出器セットアップはビーム方向に 70cm 程度あれば良く、DAQ システム 1 式を検出器の横に設置する。

8. 実験の目的

本テスト実験の目的は、J-PARC E15 実験に向けて開発中の 3 次元飛跡検出器 TGEM-TPC の性能評価である。E15 実験は K 中間子原子核深束縛状態である K^*pp 探索を目的とした実験で、現在 J-PARC ハドロンホール K1.8BR ビームラインにおいて実験準備を進めている。E15 実験では ${}^3\text{He}(1\text{GeV } K^+, n)X$ 反応で生成した K^*pp 束縛状態を、前方中性子の TOF による質量欠損、及び、 K^*pp の崩壊粒子 Λp の不変質量の同時測定により、運動学的不定性を排除して詳細に調べる。

TGEM-TPC は、液体 ${}^3\text{He}$ 標的周りから出てくる崩壊粒子の測定を目的に開発した円筒型検出器群(CDS)の内側に設置される小型 TPC である。本 TPC は外径が 280mm、内径が 170mm、最大ドリフト距離が 300mm の小型筒型 TPC であり、読み出し部をコンパクトに作製するためにマイクロパターンガス検出器である TGEM(Thick Gas Electron Multiplier) を用いて信号増幅を行う。TPC に要求されるスペックはビーム軸方向(z 方向)に 1mm 以下の位置分解能を得ることであり、ドリフト時間の測定のみで特化した TPC となっている。そのため、用いるパッドは r 方向に 4mm、 ϕ 方向に 20mm と比較的大きなパッド 144ch を用い、 ϕ 方向の位置分解能は要求しない。また、ドリフトガスとして P10 ガス(ドリフト電場は 150V/cm)を用いれば、上記性能を満たすことが期待される。

本テスト実験では、TGEM-TPC の z 方向位置分解能のドリフト距離依存、読み出しパッドに対する角度依存、及び ϕ 方向のパッドに対する位置依存を、高エネルギー電子(または陽電子)を用いることによって詳細に評価することを目的とする。

9. 実験方法、要求マシンタイム

[実験方法]

図のように、TPC をビームがドリフト方向に対して垂直に入射する様に配置し、TPC の前後にトリガー用のシンチレーションカウンター(10x20mm²)、及び ϕ 1mm のシンチファイバーを 8 本ずつそれぞれ配置する。また、 ϕ 方向のパッド依存を得るために長さ 100mm、3mm 角のシンチレーションカウンター8本ずつファイバーに対し垂直に配置する。さらに、オフライン解析での位置分解能向上のために、ドリフトチェンバー(DC)を TPC 前に設置する。

これらの装置にビームの γ -conversion から来る 1GeV/c 程度の電子または陽電子を照射して、前後のシンチレーションカウンターのヒットコインシデンスをトリガーとしたデータを取得し、任意の 2 本のシンチレーションファイバーのヒット位置から内挿される予想

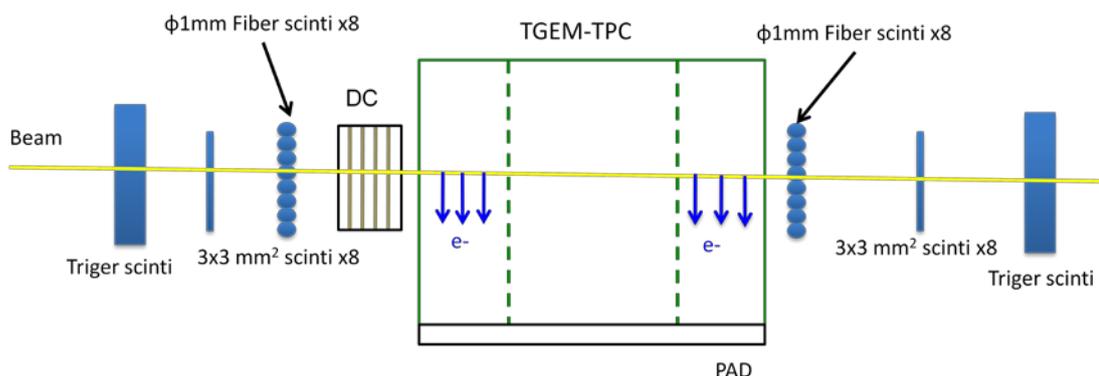
位置と TPC のドリフト時間から得られる位置情報から TPC の z 方向の位置分解能を決定する。DCはTPC の z 方向位置分解能をさらに詳細に得るためにオフライン解析で用いる。

TPC の最大ドリフト距離は 300mm であるので、装置全体をドリフト方向に動かすことにより電子ビームの照射位置を変化させ、 z 方向の位置分解能のドリフト距離依存を求める。また、装置全体のビームに対する角度を変化させて、 z 方向の位置分解能の読み出しパッドに対する角度依存を求める。 ϕ 方向のパッド依存はセットアップ全体をビームに対して上下させることにより測定する。

DAQ は J-PARC で用いるシステムと同様の TKO システムを用いる。TPC/DC に関しては TDC(~260ch)のみを用い、トリガーカウンター類は TDC(~35ch)及び ADC(~35ch)を用いる。TPC/DC は 40 ピンツイステッドペアケーブルを計 17 本用いて読み出す必要があるため、DAQ システムはエリアで組む予定である。

なお、TPC には Ar 90%、 CH_4 10% (P10 ガス)、DC には Ar 80%、 C_4H_{10} 20%の PR ガスを用いるが、指定された排気口にガス排気を行う。

Test setup to calibration of z resolution



[スケジュール、及び、要求マシンタイム]

--- スケジュール ---

- 0 日目：実験装置の搬入・セットアップ
- 1 日目：DAQ 調整・データ収集
- 2 日目：データ収集
- 3 日目：実験装置の搬出

まず、実験前日に実験装置の搬入・セットアップ・アライメントを行い、TPC 内に P10 ガスを循環させる。

実験初日の前半(数時間程度)で実際のビームを用いたトリガー系のチューニングを行い、その後データ取得を開始する。 z 方向の位置分解能の評価のため、下記の測定を行う。

- z 方向依存 : 30 mm ピッチ : 9 点
- パッドに対する角度依存 : 10 度ずつ 9 点 × z 方向 3 点 (50, 150, 250 mm) : 27 点
- φ 方向のパッド依存 : パッド数 4 × z 方向 3 点 (50, 150, 250 mm) : 12 点

各測定点において、1 ラン約 30 分程度 [トリガーレート 100Hz, 約 5 万 events(duty factor 50%込み)、セットアップ調整時間含む] のデータを取得する。

予備の測定時間も含めて合計 4 シフト(16h/day・2 日)を要求する。

10. その他

- 本実験は、東北大学電子光物理学研究センターで行う予定であった実験(受付番号: 2742)であるが、震災のために無期限延期となったため、同等な電子ビームを用いることが出来る LEPS ビームラインにおいて、実験を行わせて頂きたい。
- TPC の読み出し部分に TGEM を用いているため、緊急時に実験準備室にあるクリーンブースを使用させて頂きたい。必要面積は 1x1m² あれば十分である。
- また、TPC 等セットアップの反対アームにて、高エネルギー陽電子(または電子)を用いたエアロゲル・チェレンコフ検出器の簡単なテスト実験も同時に行いたい。こちらは、トリガーシンチ 2 本とエアロゲル検出器だけの簡単なセットアップであり、DAQ は CAMAC 等を用いて現場で構築する。

11. 放射線安全管理に関する事項

特になし