平成 12 年度修士論文要旨

論文題名	ミニジェットセル型ドリフトチェンバーを用いたエネルギー損失分解能測定		
指導教官	仁藤 修 助教授　　(印)	氏 名	中村 祐介

[実験目的]

現在、将来計画として電子・陽電子線形衝突型加速器である JLC(Japan Linear Collider) 計画が進んおり、測定器、加速器の両方で開発研究が行なわれている。その中でも JLC-CDC グループは、実機と同様のミニジェットセル構造のテストチェンバーを製作し、CDC(中央飛跡検出器) の性能評価および開発研究を行なっている。高エネルギー物理学実験における中央飛跡検出器の役割は、飛跡再構成による運動量測定、またエネルギー損失による粒子識別を行ない、素粒子反応の記述を行なうことである。JLC-CDC で使用予定の $CO_2/isoC_4H_{10}(90/10)$ 混合ガスは、ドリフト電子の拡散が小さいというガスの特性から空間電荷効果が起き、ガス増幅が飽和するという現象が起きることが分かっている。エネルギー損失は検出信号の大きさから求めるため、この空間電荷効果はエネルギー損失の測定分解能に何らかの影響を与えるはずである。本研究ではこのエネルギー損失の測定分解能を測定することにより、JLC-CDC のミニジェットセル構造及び充填ガスの有用性を調べるとともに、入射角度を変化させて空間電荷のエネルギー損失の測定分解能への影響も調べた。

[原理]

荷電粒子が物質中を通過すると、荷電粒子と物質を構成する分子中 (ドリフトチェンバーではガス分子) の電子との間にクーロン力が働く。このクーロン力による衝突で電子は散乱され、原子の束縛から離れる。これを電磁相互作用と呼び、この電磁相互作用によって原子の軌道から飛び出す電子によって荷電粒子の検出が可能になる。また、この電子が散乱で得たエネルギーは荷電粒子の持っていたエネルギーの一部であり、これを荷電粒子が物質中を通過するときに失うエネルギー、エネルギー損失と呼ぶ。このエネルギー損失は速度 β の関数であることが実験及び理論より証明されており、荷電粒子の質量を M、運動量を P とすると $\beta\gamma = P/M$ より、同じ運動量でも質量が異なればエネルギー損失の大きさが異なり、CDC ではこのことを粒子識別に利用する。また、エネルギー損失はエネルギー損失自体の分布の分散およびチェンバーの測定分解能があるので、実際には一定ではなく曲線に沿って広がりをもって分布している。従って、測定分解能に比べてエネルギー損失の差が大きい場合は識別可能であるが、測定分解能に比べてエネルギー損失の差が小さい場合は識別が困難になる。このエネルギー損失測定分解能を測定することは、粒子識別能力を評価する上で大変重要である。

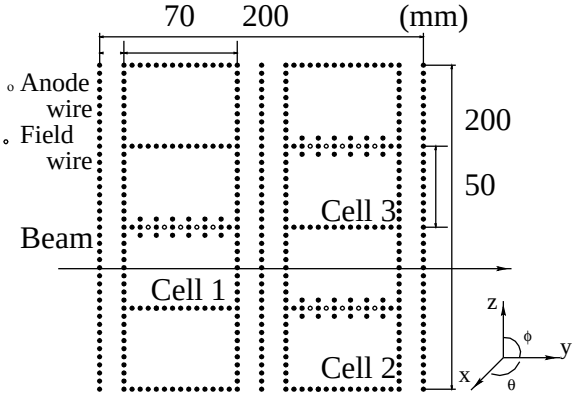

図 1:テストチェンバーのセル構造

[実験方法]

つくばの高エネルギー加速器研究機構の陽子シンクロトロン (12GeV) の T1 ビームラインで実験を行なった。ビーム実験には実機と同様のミニジェットセル構造を持つドリフトチェンバー (図