

PDC 読出回路試験に関する報告

Proton drift chamber (PDC)は、 (r, p) 型実験において SAMURAI 磁石下流で陽子の運動量測定に用いられる位置検出器で、2台の cathode 読出型 drift chamber からなる。粒子の位置は cathode 面に誘導された電荷分布から求める為に、約 900ch の analog 信号処理が必要である。2008 年の段階では良い読出回路が無かった為、読出回路を 100ch 程度にできる電荷分割法を想定していた。しかし位置分解能が約 1mm で 2 粒子分離も困難な為、別の方法を探していた。

既存の回路と技術で可能な方法の内、time over threshold である ASD logic 信号を TDC で読出す方法により、ほどほどの位置分解能を得る事ができたので、試験の概要をまとめる。

(1) 試験用位置検出器

読出方法試験の為に、2 種類の位置検出器を準備した。

一台は、手持ちの cathode 読出型 MWPC の anode 面を改造し、PDC とほぼ同じ構造を持たせた物で、以下 PDCP (PDC Prototype)と呼ぶ (図 1)。

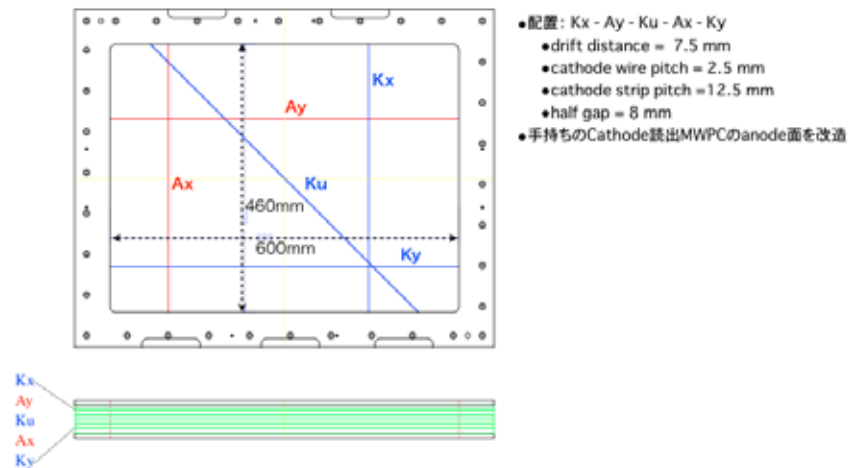


図 1 : PDCP

PDCP の位置分解能を求める為に、2(3)台の小型 reference chamber (以下 KDC, Kathode drift chamber と呼ぶ) を用意した。

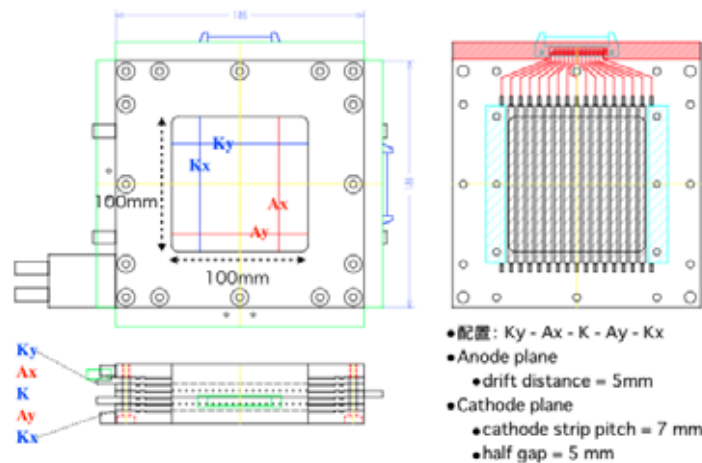


図 2 : KDC reference chamber

(2) 読出回路

読出方法として、標準的な方法である charge sensitive preamp + Shaper + delay + 電荷積分型 ADC (以下 ADC 法) と、新しい方法である ASD + TDC (以下 TDC 法) を比較する。その為に手持ちの ASD を analog と digital 両方の信号が出るように改造した (図 3)。LRS3377 TDC では leading edge 情報に加え trailing edge 情報もとりに、信号幅を電荷情報に変換する。

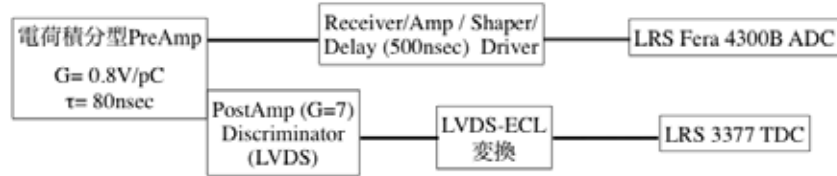


図 3 : 読出回路

(3) 試験方法

(3-1) KDC の位置分解能

Reference chamber の位置分解能をまず求める為に、3 台の KDC を用いて位置分解能を求めた : Setup は図 4 左側。

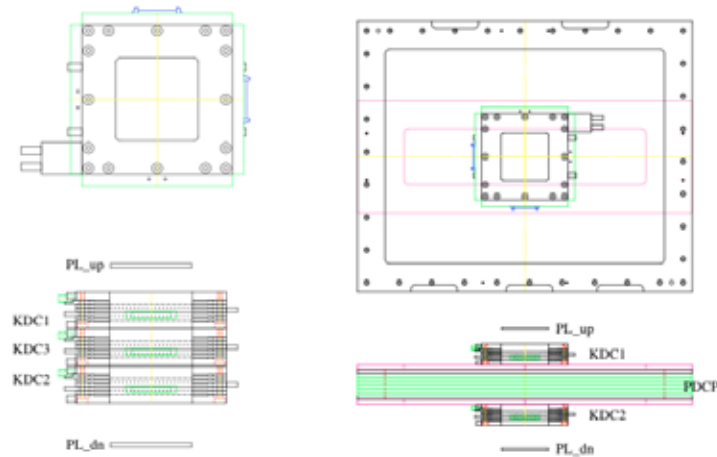


図 4 : Setup

実験条件は、ガスとして He+60%CH₄ を用い、又 ASD threshold は+0.4V。

KDC の検出効率の HV 依存性を図 5 左に示す。

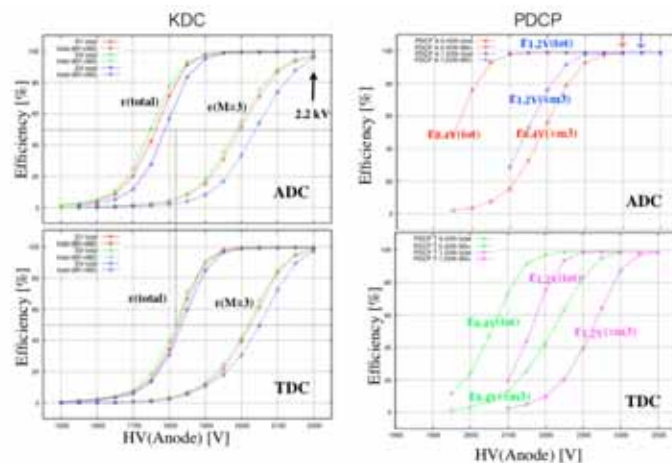


図 5 : KDC(左)と PDCP(右)の検出効率の HV 依存性

ほぼプラトーで位置分解能を求めた結果を図6に示す。両方の方法とも 2.2kV で 0.22-0.24mm (rms)の位置分解能が得られた。

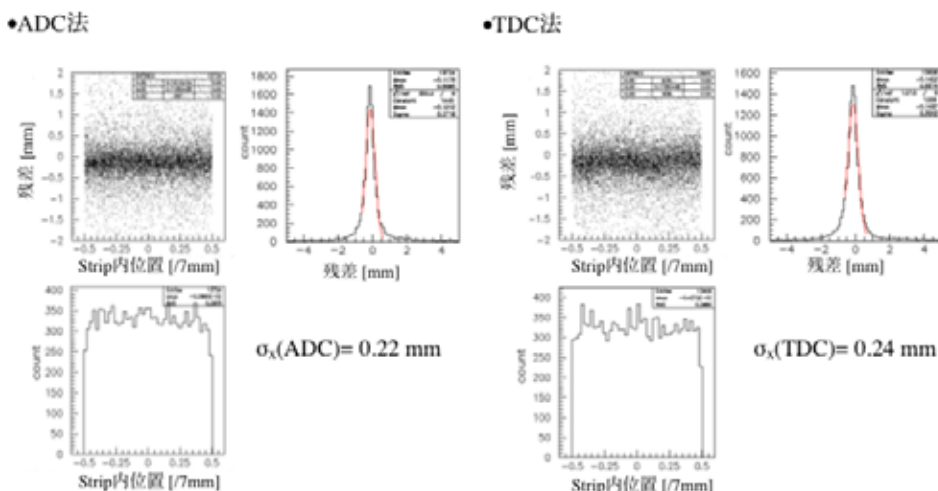


図6： KDC 位置分解能

(3-2) PDCP の位置分解能

引き続き、KDC 2台と PDCP を用いて PDCP の位置分解能を求める。Setup は、図4右に、検出効率の HV 依存性は図5右に示されている。2.4kV での結果を図7に示す。

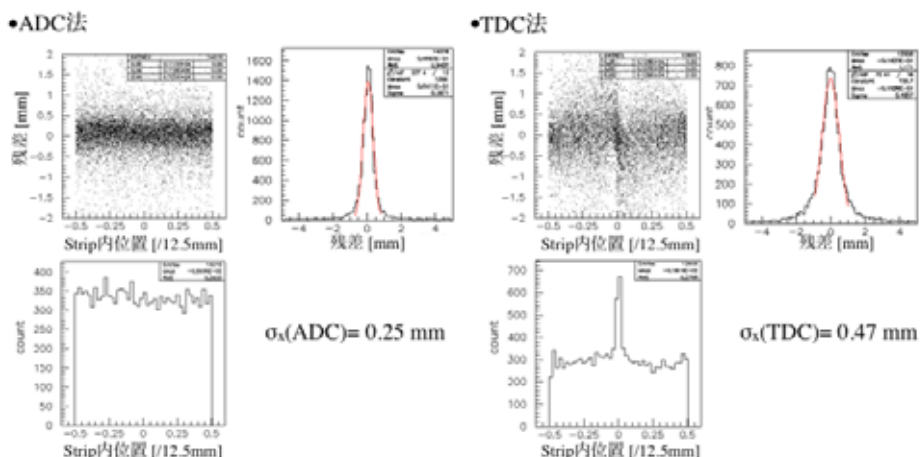


図7： PDCP 位置分解能

位置分解能は、ADC 法で 0.25mm、TDC 法で 0.47mm が得られた。位置の一樣性に若干問題があるが、全て既存の回路をさせる TDC 法で充分であろう。ADC 法と TDC 法の差については、さらに調べる必要はあると思われる。

(3-3) 位置分解能の角度依存性

位置分解能の入射角度依存性を図8に示す。かなり大きな角度依存性がある。

これは、垂直入射の時には avalanche は点分布であるが、入射角度が大きくなるにつれて avalanche が点分布からずれる効果によるものと考えられる。解析方法の改善が必要である。

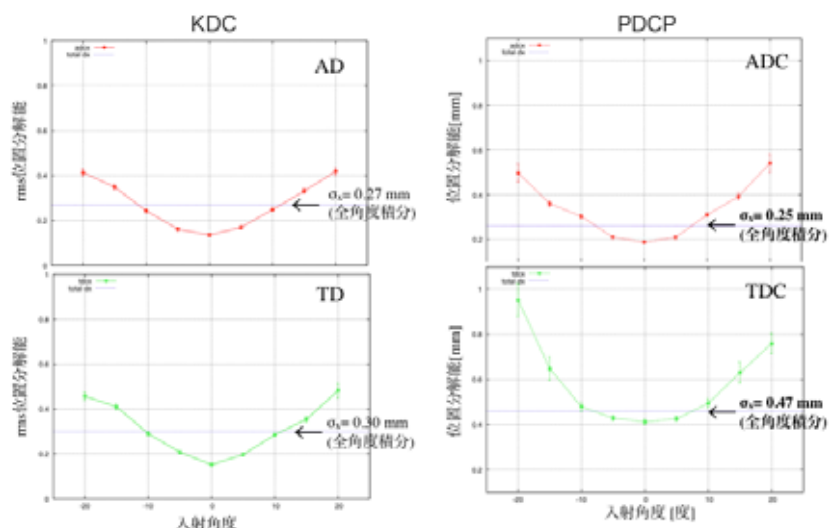


図8：位置分解能の角度依存性

(4) PDC

PDC 実機の概要を図9に示す。

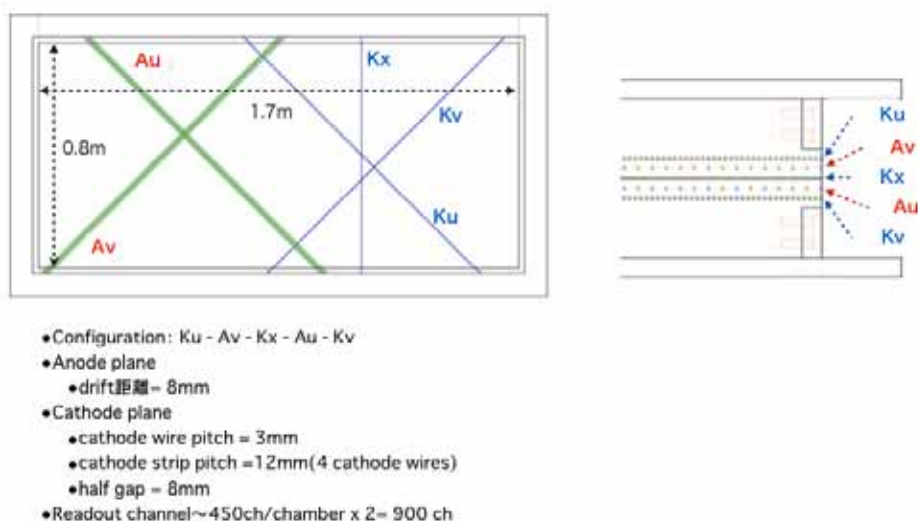


図9：PDC 実機

(4-1) 経過

PDC 本体2台は、2012年4月に完成し、理研と東北大に各1台ずつある。

理研のPDC(PDC1)は、5月に試験した時、AuにHVがかからなくなり、さらに12月頃にはAvにもHVがかからなくなった。2013年4月にPDCをあげ、切れているwireを確認後抜いた。切れていたのは合計5本で、Kuが2本、Kxが1本、Auが1本である。特徴的なのは、wireが途中で切れたのではなく、feed throughのハンダの部分から抜けている事である。全てハンダ付の不良によるものと考えられる。

東北大のPDC(PDC2)は5月頃Auに電圧がかからなくなった。その後の試験はAvだけを用いて行っていた。2013年4月にPDCをあげて切れたワイヤーを確認後抜いた。切れていたワイヤーはAuであるが、やはり途中で切れたのではなく、feed throughのハンダ部分から抜けたと思われる。ワイヤーを抜いた後は、P10ガスを用いて試験したが、+2.80kVまでは問題無くHVがかかるので、しばらくはこのままで試験を続ける。

理研のPDC1は7月頃にワイヤーを張り替える予定です。

PDC 架台は、2012年12月に組み立てを終えている(図10)が、配線用(約70万円)の不足の為に2012年度には殆ど作業を行っていない。

2013 年度予算で信号ケーブル、電源ケーブルを発注し、6月中旬頃に納品予定である。

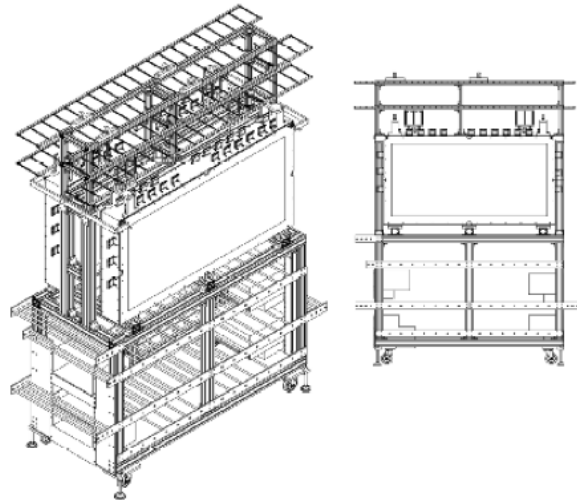


図10：PDC 架台の外観図

これまでに東北大で行った PDC 試験については別に報告するが、同じ部屋に設置された計算機クラスター用の UPS 群からのノイズでなかなか threshold が下がらない。

又 PDC に関しては、TDC と ASD-PS がかなり不足している。予算と関係しているので、使用開始時期を考えて計画をたてる必要がある。