

Geant4によるJLC検出器のための Simulator開発 2

東京農工大 保科琴代, 黒岩洋敏, 仁藤修

高工研 藤井恵介 小林誠 他JLC-CDC, ACFA-SIM group

Contents

- 1 Introduction
- 2 Developing environmnet
- 3 JUPITER simulator
- 4 JUPITER's satellites and URANUS
- 5 Examples and Analysis
- 6 Summary

To get more detailed informations about JUPIITER, see
<http://www-jlc.kek.jp/~hoshina/cdc/geant4>

Introduction

JLC計画

標準模型の完全な検証、新粒子の発見等が目的。

特徴：第I期は重心系500GeV。Higgs粒子や超対称粒子の精密測定をJETモードで行える。
(レプトン衝突型直線加速器の利点)

中央飛跡検出器 (CDC) に対する要請

加速器の特性を十分に生かす設計

→ 高効率・高運動量分解能のCDC

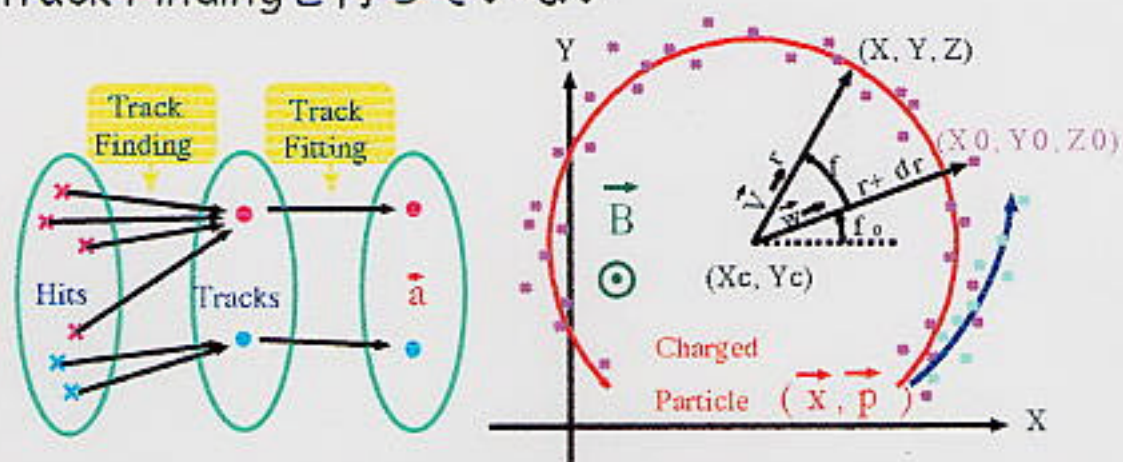
(JETをクラスター単位で検出するため)

ドリフトセル構造などのR&Dに平行して、測定物理量に対する詳細なモンテ・カルロシミュレーションを行い、現在のCDCのデザインを評価する必要がある

New Simulator に要求されるもの

1) Full Simulator であること

現在JLCが所有する2つのSimulatorは、いずれもTrack Findingを行っていない



2) 形状や材質の変更・改良が容易な構造であること

測定器パラメータのR&Dを行うために必要。
(磁場 2 Tの場合と 3 Tの場合の比較など)

3) 実験屋が使いやすいプログラムであること

なるべく実際の実験の手続きを模して、検出器の組立、インストールなどを関数化する。また、特定の測定器のみのアンインストール等が簡単な構造にする。



全てC++言語で記述

Monte-Carlo Truthの生成 → GEANT4 BASE

Event Reconstruction Part → ROOT(JSF) BASE

※JSF = JLC Study Framework

開発環境

(詳細は<http://www-jlc.kek.jp/~hoshina/cdc/geant4>を参照)

SPEC

使用機種	Machintosh PowerBookG4 500MHz Memory 256MB
OS	MacOSX10.0.04
開発環境	gcc-926.3-1a XFree86-4.1.0

必要なもの

- 1) for Geant4
X11、RPM、Ghostscript&Ghostview
- 2) for JUPITER, IO, METIS, URANUS
CERNLIB, ROOT
- 3) Others (あると便利なもの)
g77 (Pythiaでeventを生成する場合は必要) ,
bash, xv, ncftp, xtiff, Tgif, Japanese environment

INSTALL

ほとんどsourceをコンパイルするのみか、MacOSX用patchをあててコンパイルすれば可。

上記HomePageに、RPMFileがある。

New Simulator の設計概略図

※惑星・衛星の大きさ、順番は実物とは関係ありません。

● LEDA

JUPITER

JLC Unified
Particle Interaction
and
Tracking EmulatorR

METIS



Monte-Carlo Exact-hits To
Intermediate Simulated output

URANUS

Unified Reconstruction
and
Analysis Utility Set

JUPITER

Monte-Carlo Truthの
生成までを行う。

特長

- ・ 検出器の材質、構成
等の変更が容易
- ・ 検出器や部品単位で
のInstall, Uninstallが
容易

将来計画

- ・ XML等Data Baseや
CADとの連結

IO

JUPITERの
OutputをRootの
Inputに変換。

特長

- ・ JUPITERの
Output形式の
変更に柔軟に
対応。

将来計画

METIS, URANUS
解析途中結果の
I/Oをサポート

METIS

Event再構成部分を
SimulationするModule Set。
URANUSの各クラスを継承。

特長

- ・ URANUSを継承している
ので、Hit Maker, Track
Makerなどのmodule単位
でのsimulationが可能。

(Simulation Levelの 変更が容易)

将来計画

Simulation Levelの変更を容易にするGUIの作成

URANUS

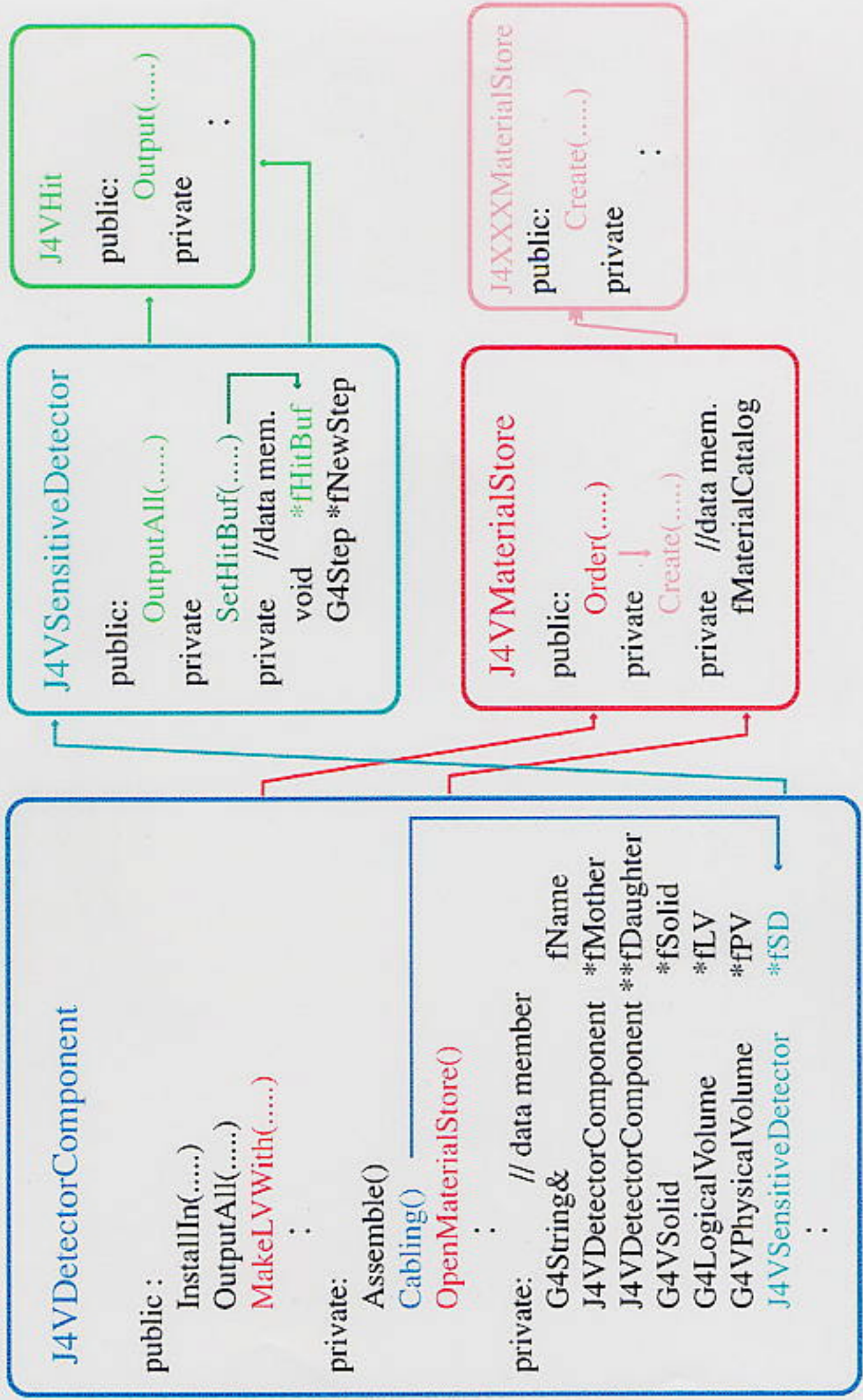
実際の実験での
Event再構成を
行うProgram。

(作成準備中)

GEANT4 BASE

ROOT(JSF=JLC Study Framework) BASE

JUPITER BASE CLASSES





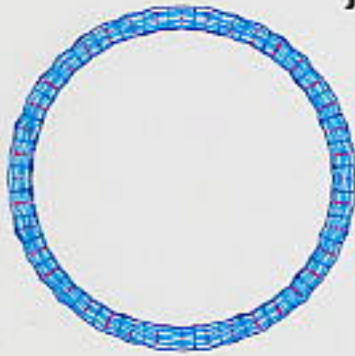
```
J4CDCDriftRegion::Assemble(){  
    J4CDCSenseWire*->InstallIn(J4CDCDriftRegion*)  
}
```



```
J4CDCCell::Assemble(){  
    J4CDCDriftRegion*->InstallIn(J4CDCCell*)  
}
```

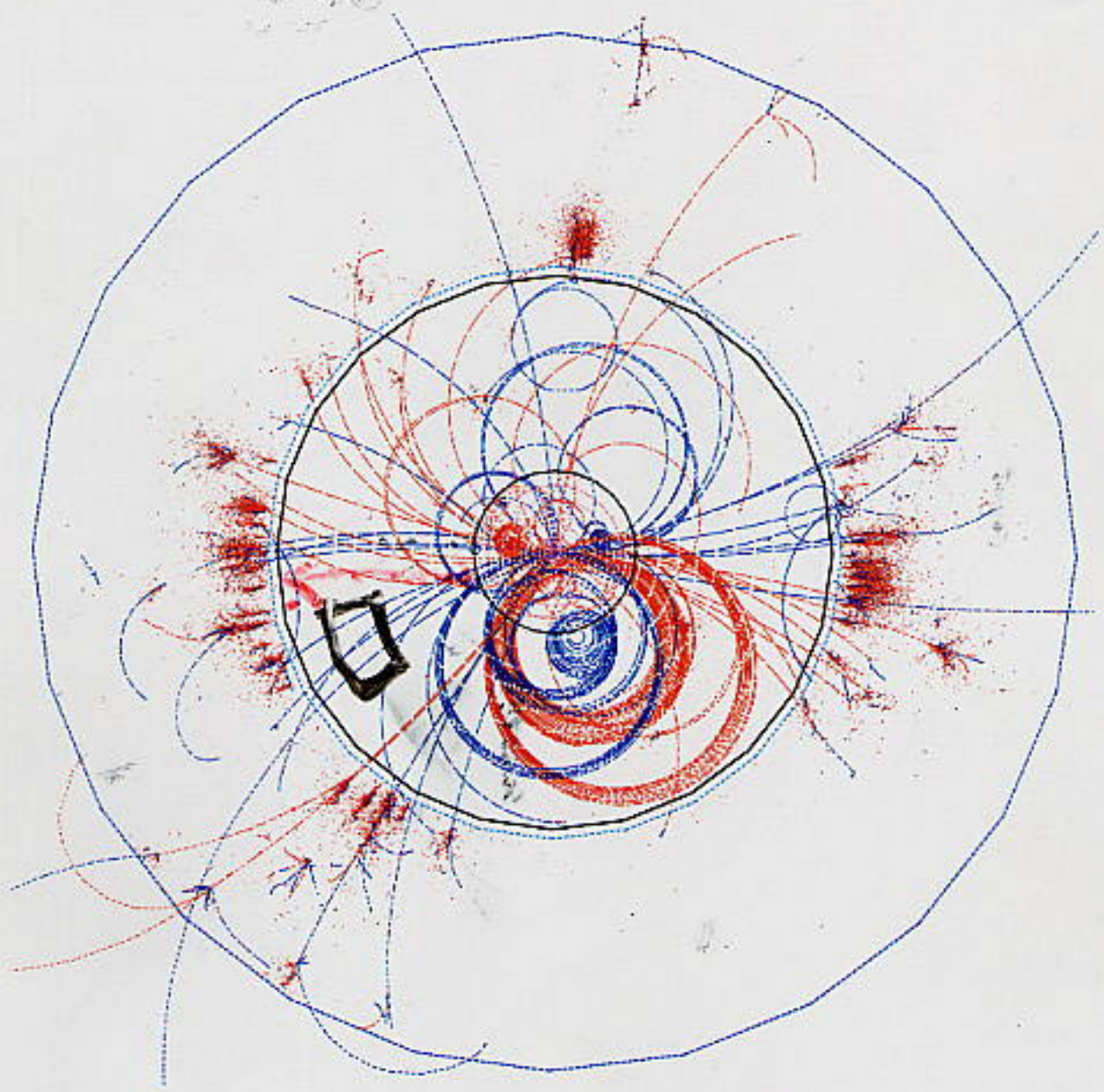


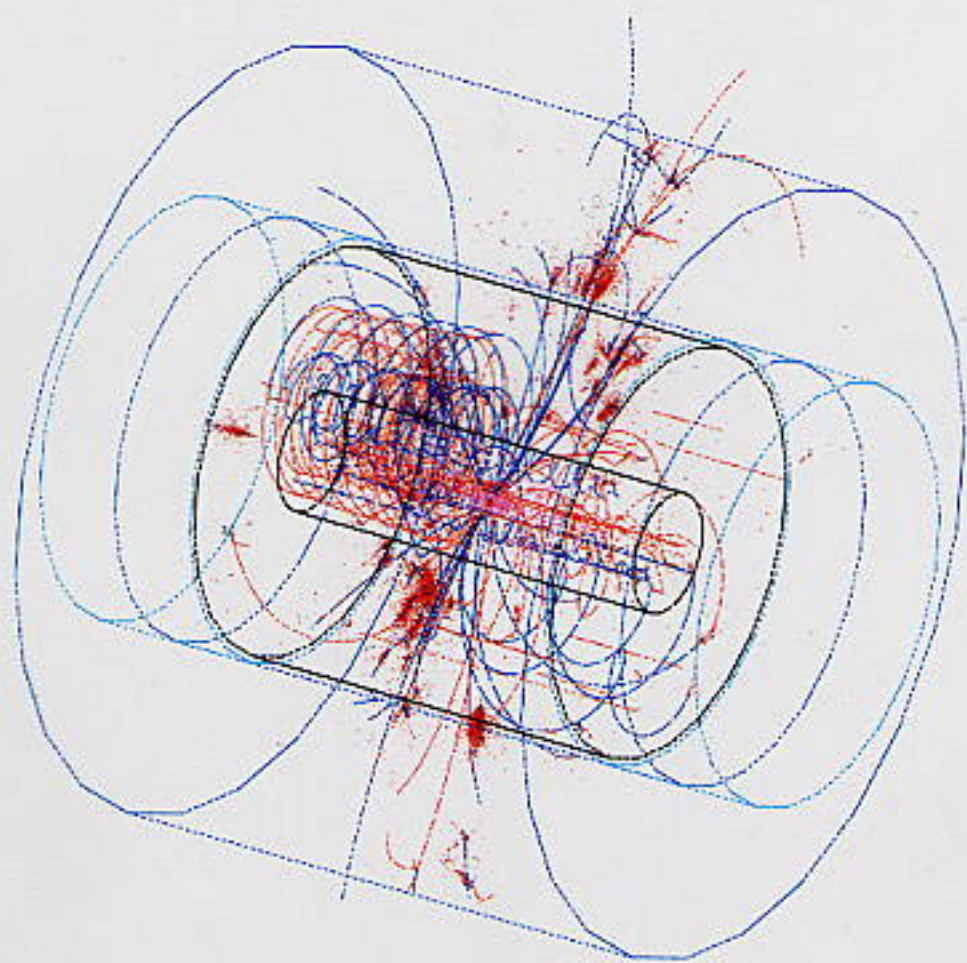
```
J4CDCLayer::Assemble(){  
    J4CDCCell::InstallIn(J4CDCLayer*)  
}
```



```
J4CDC::Assemble(){  
    J4CDCLayer::InstallIn(J4CDC*)  
}
```





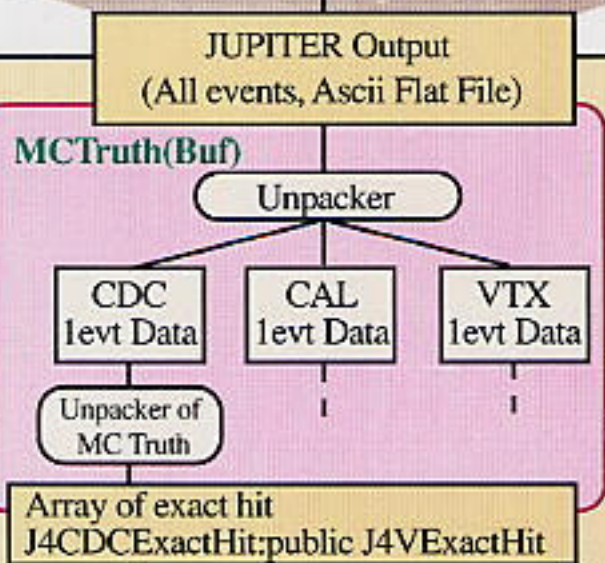


JUPITER

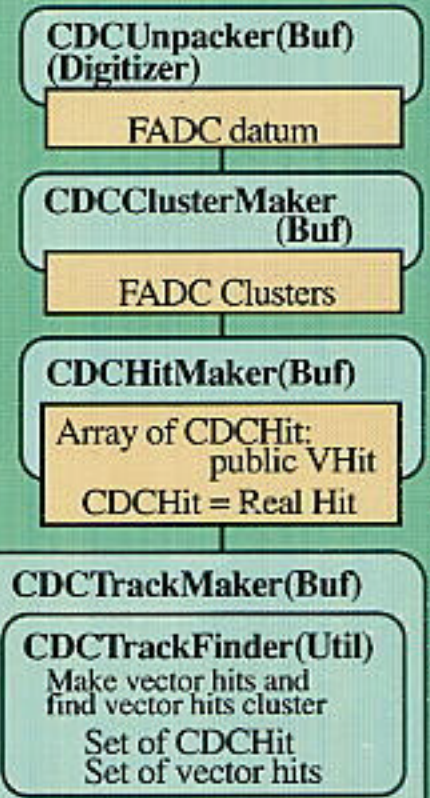
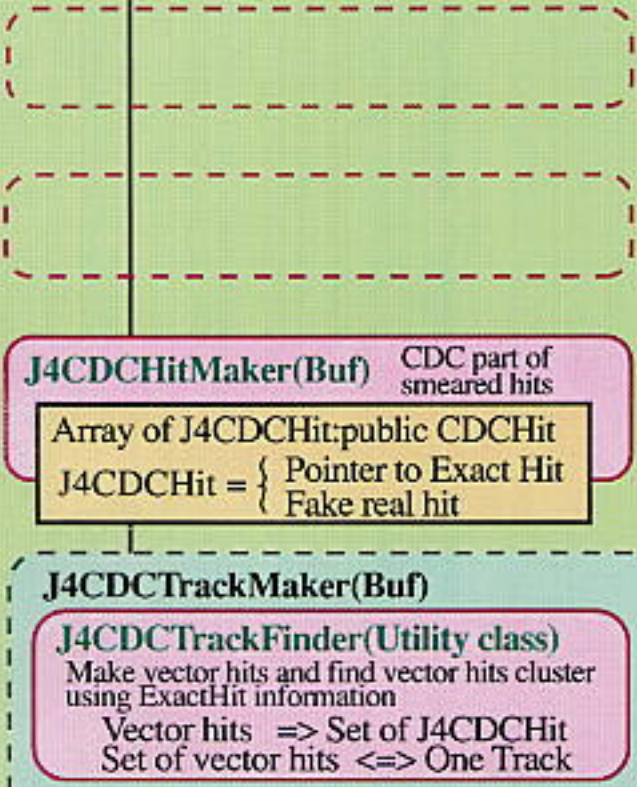
JUPITER's Satellites



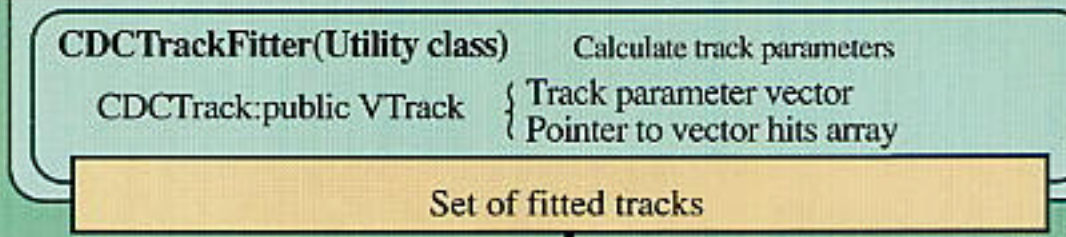
IO
(Input/Output module set)



METIS
(Monte-Carlo Exact hits To Intermediate Simulated outputs)



URANUS
(Unified Reconstruction and Analysis Utility Set)



Physics Analysis Program

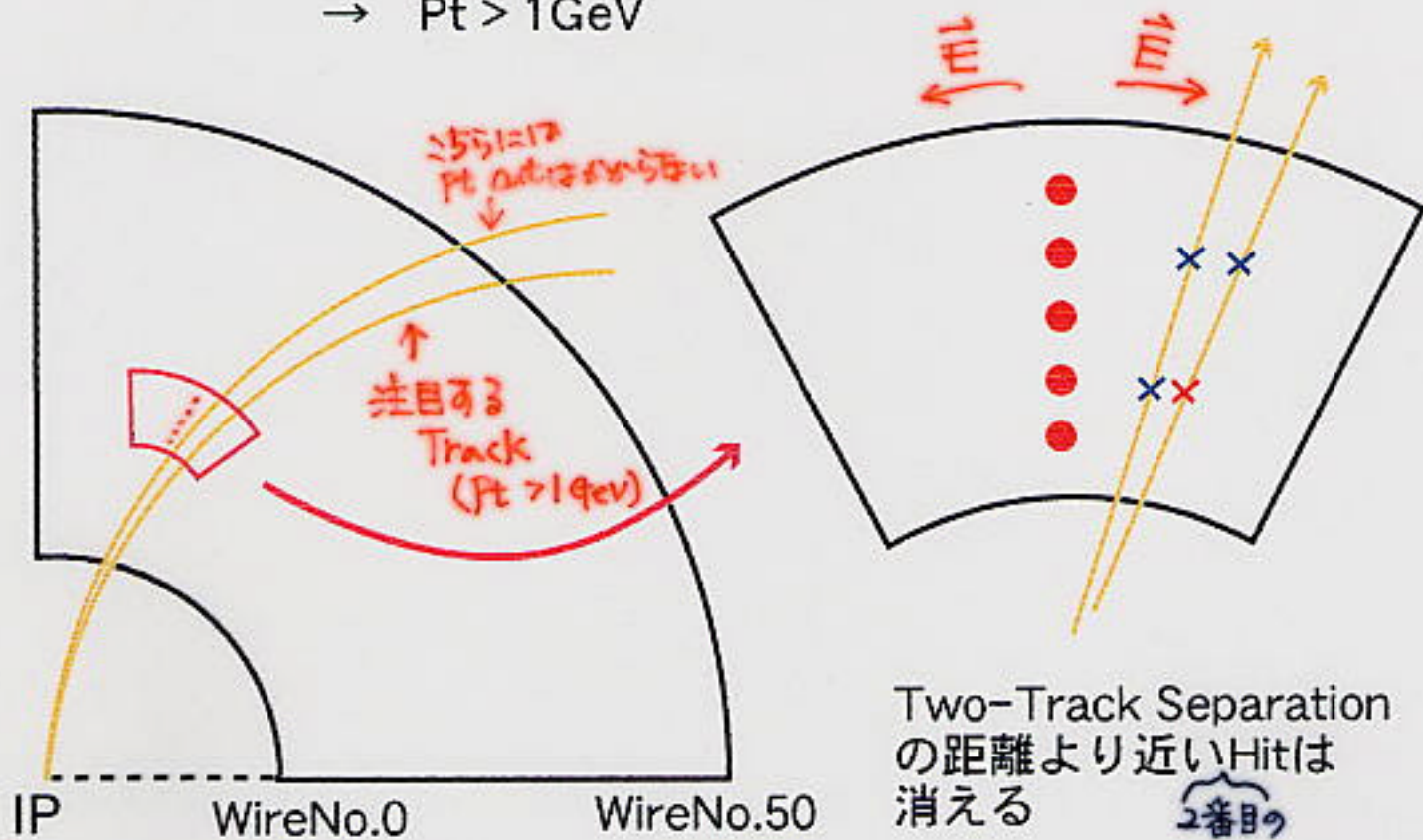
Examples and Analysis

磁場3Tの条件で次の解析を行った。

1) Surviving Hit Fraction

Two-track Separationの値によって、1本のTrackにつきどれだけのHit点を失うかを調べた。

条件： Calorimeterまで届くTrackを対象にする
→ $Pt > 1\text{GeV}$

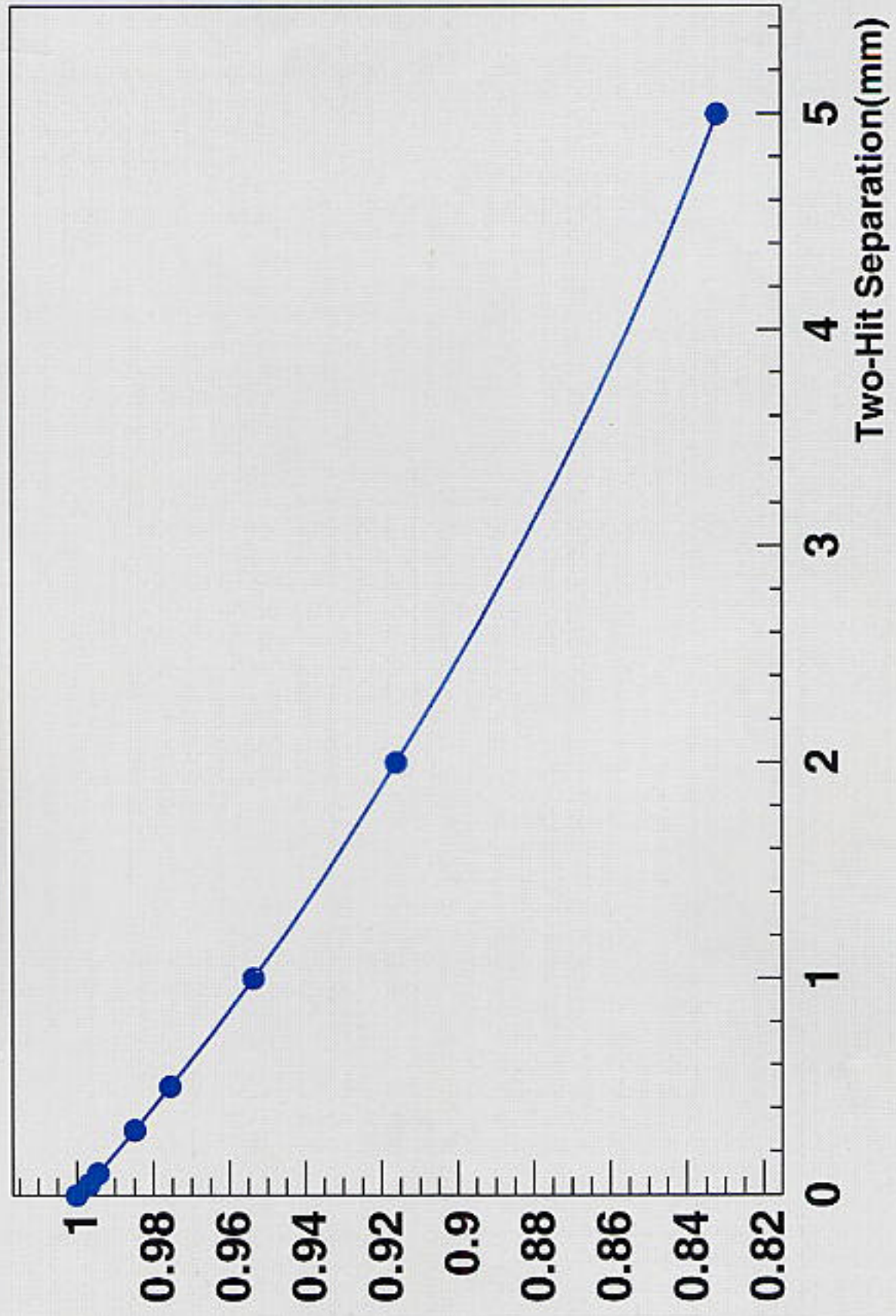


2) Pt vs Residual of Kappa

運動量分解能を、IP Constraint を入れた場合と入れない場合について調べた。

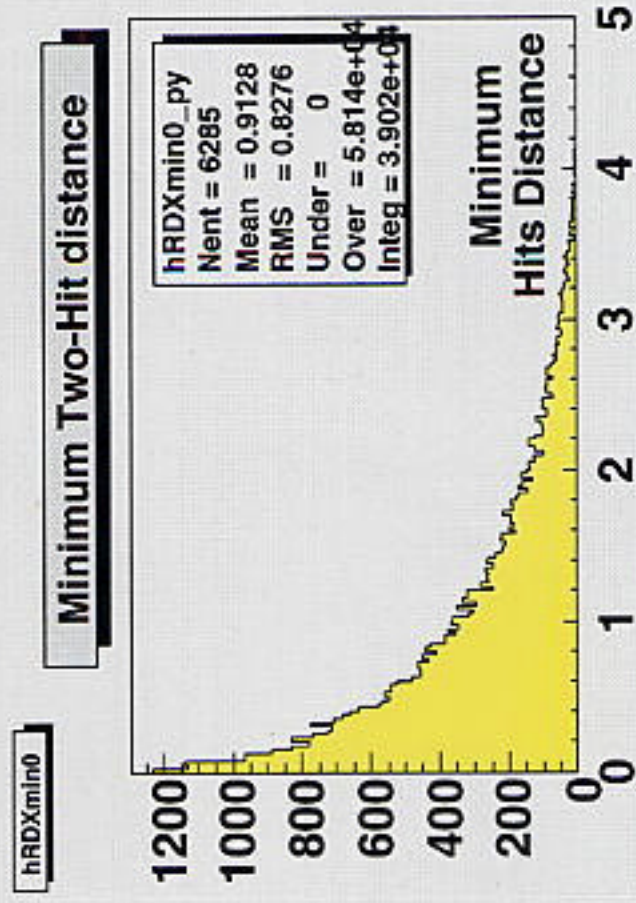
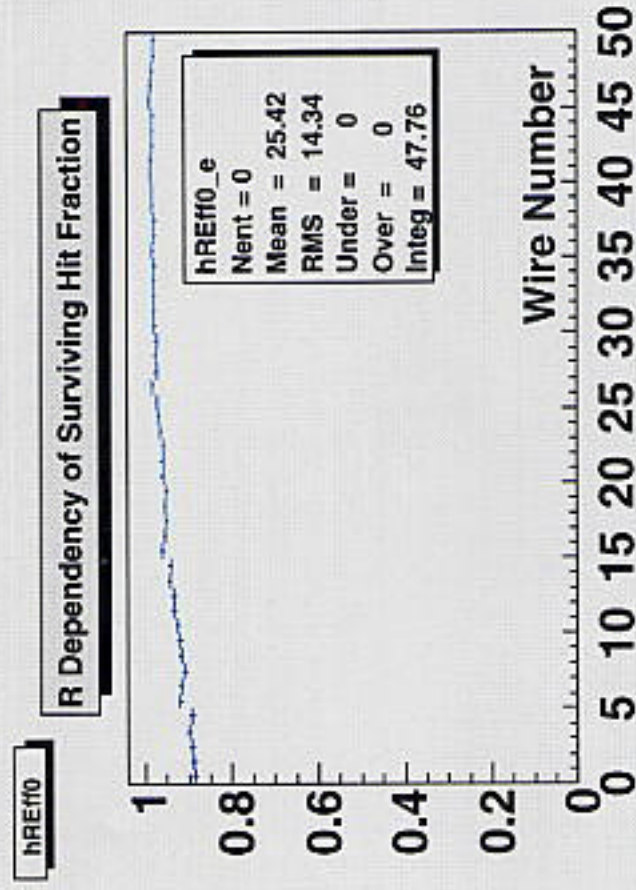
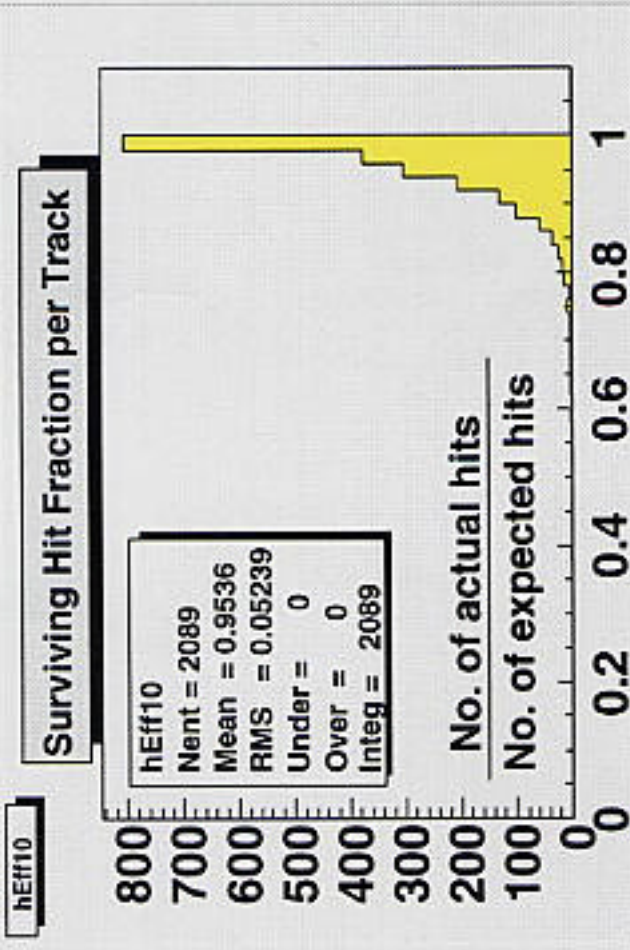
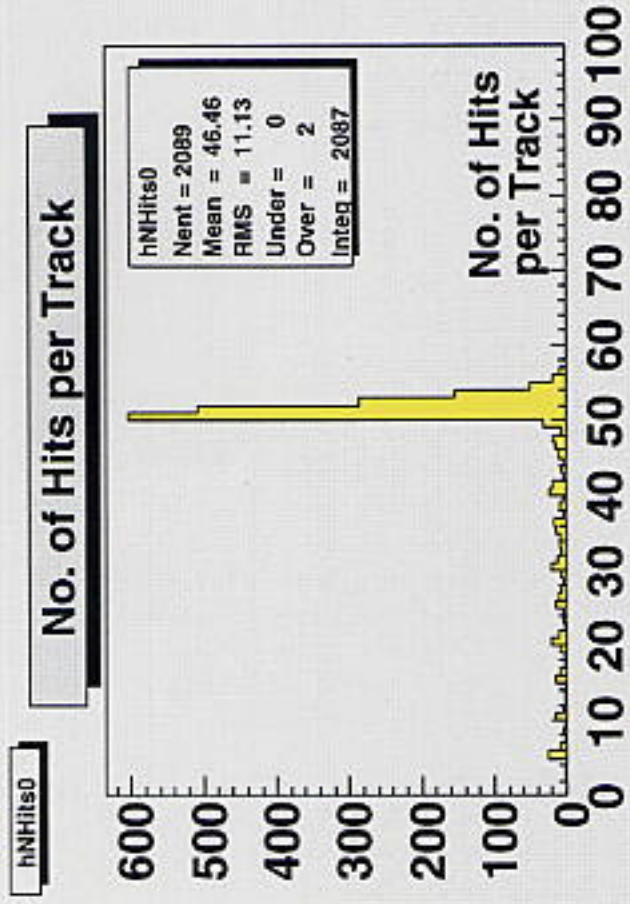
Two-Hit Separation vs Surviving Hit Fraction

HitFraction

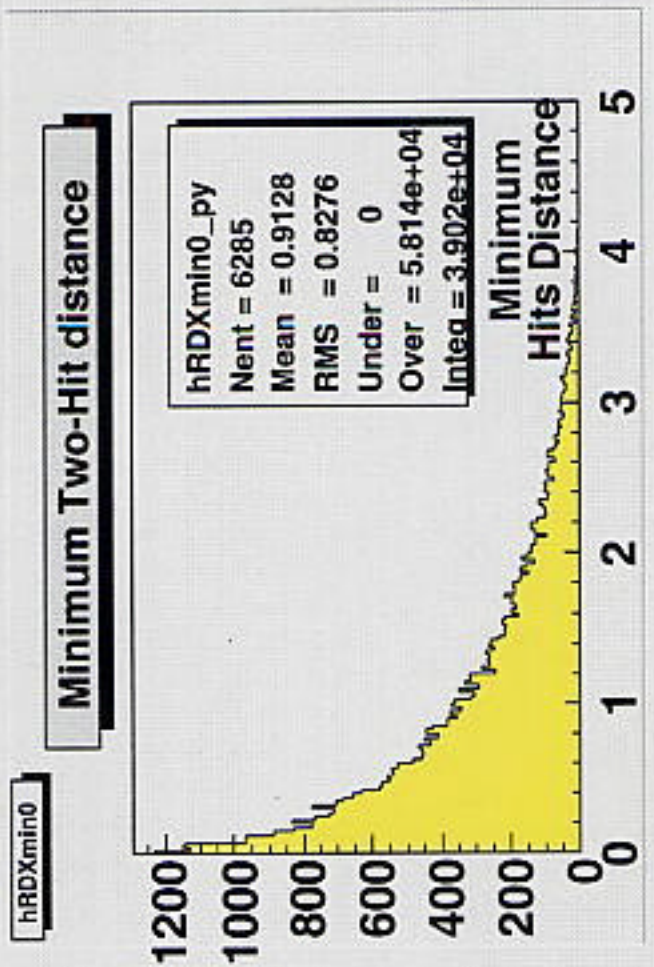
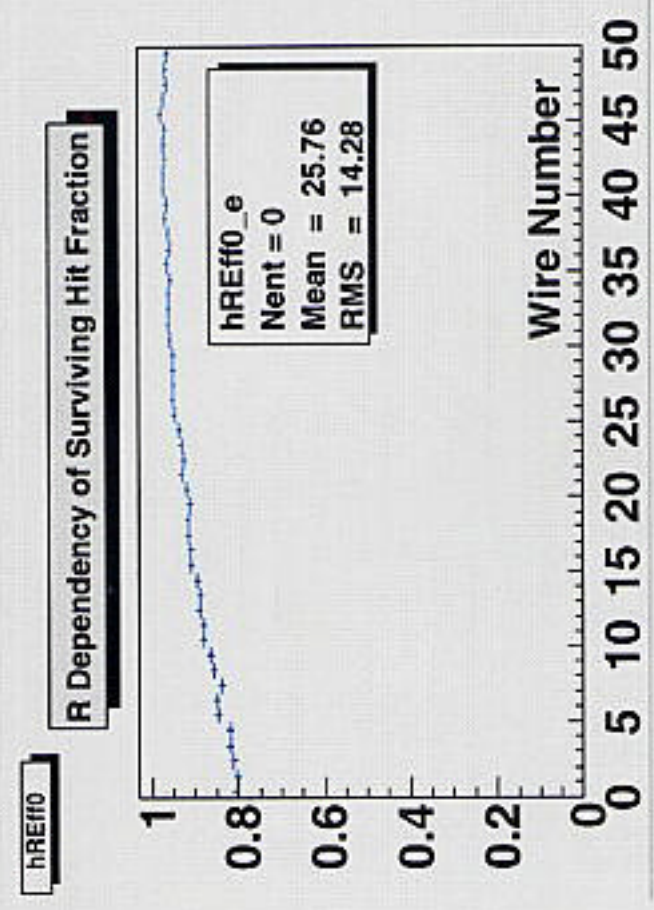
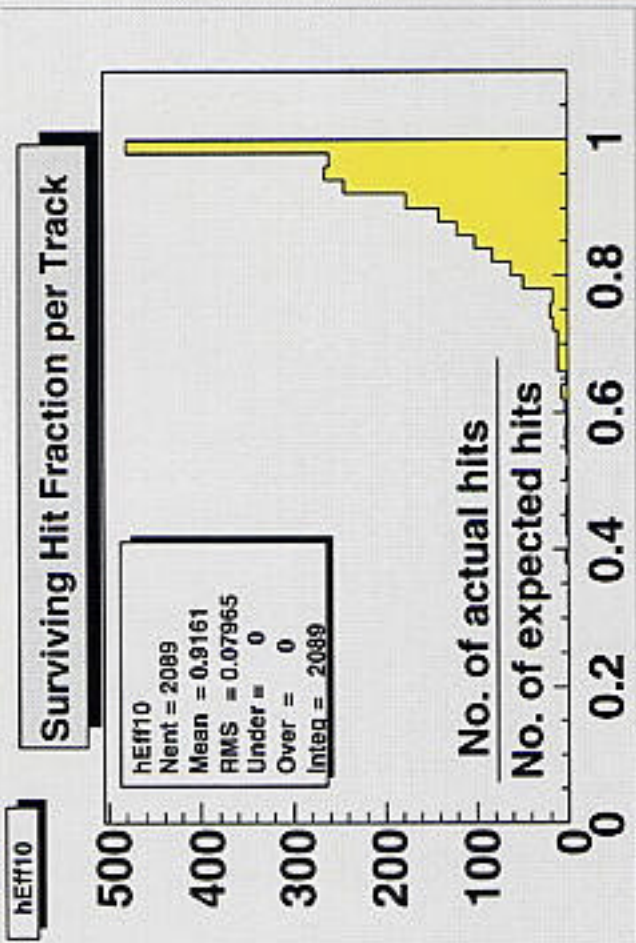
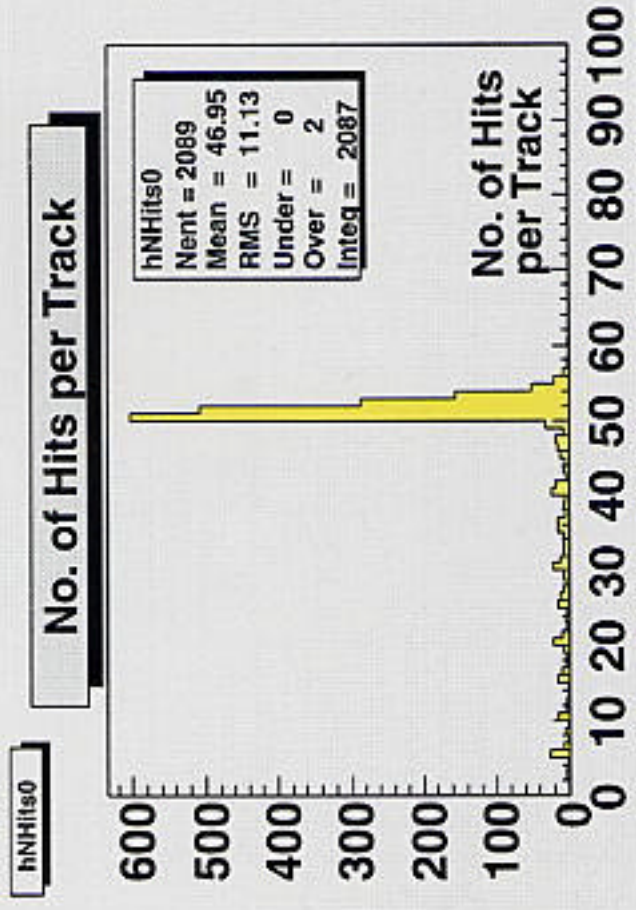


Two-Hit Separation(mm)

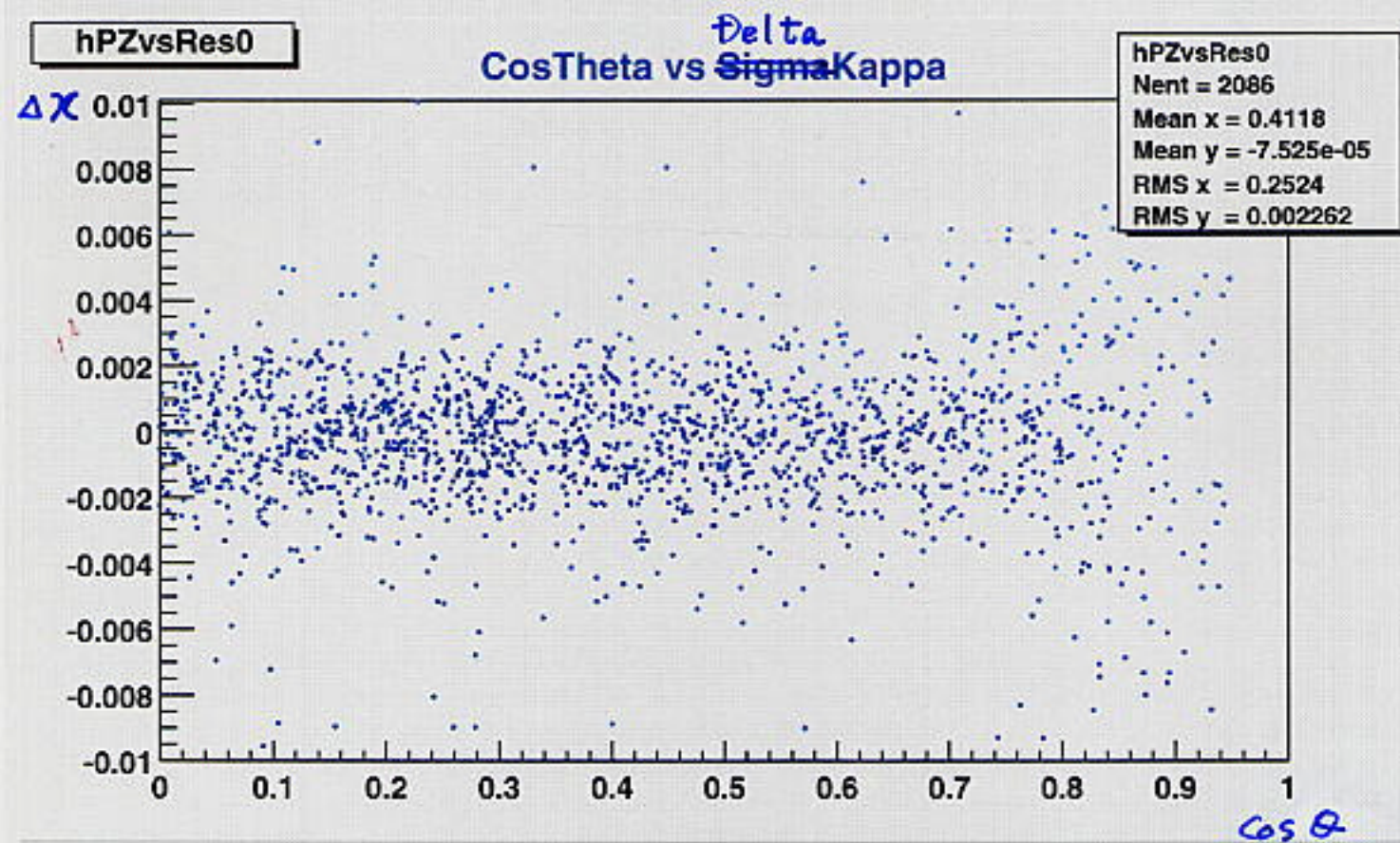
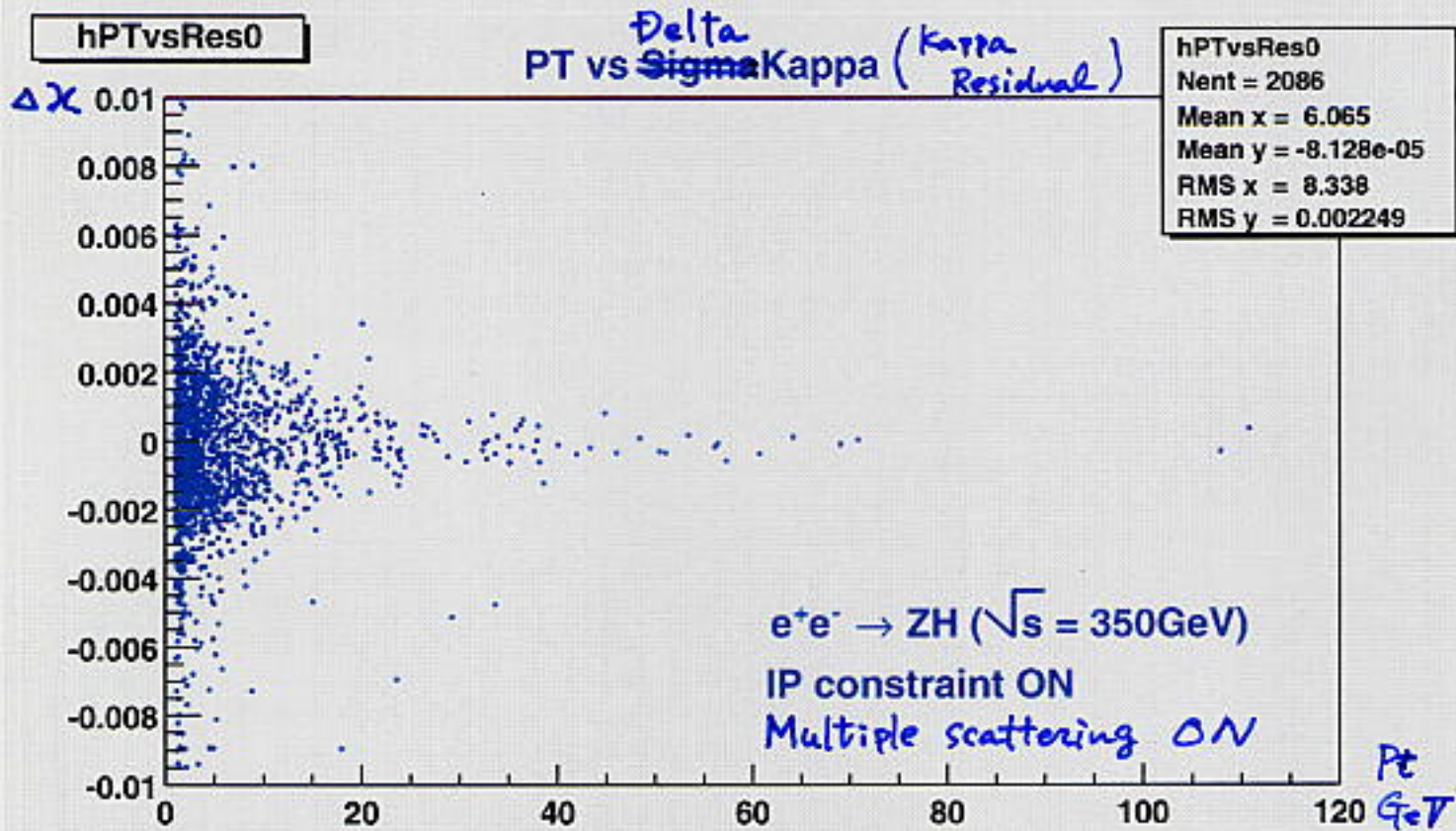
$e+e- \rightarrow ZH$ (350GeV) $pt > 1\text{GeV}$
 Two-Hit Separation = 1mm



$e^+e^- \rightarrow ZH$ (350GeV) $pt > 1\text{GeV}$
 Two-Hit Separation = 2mm

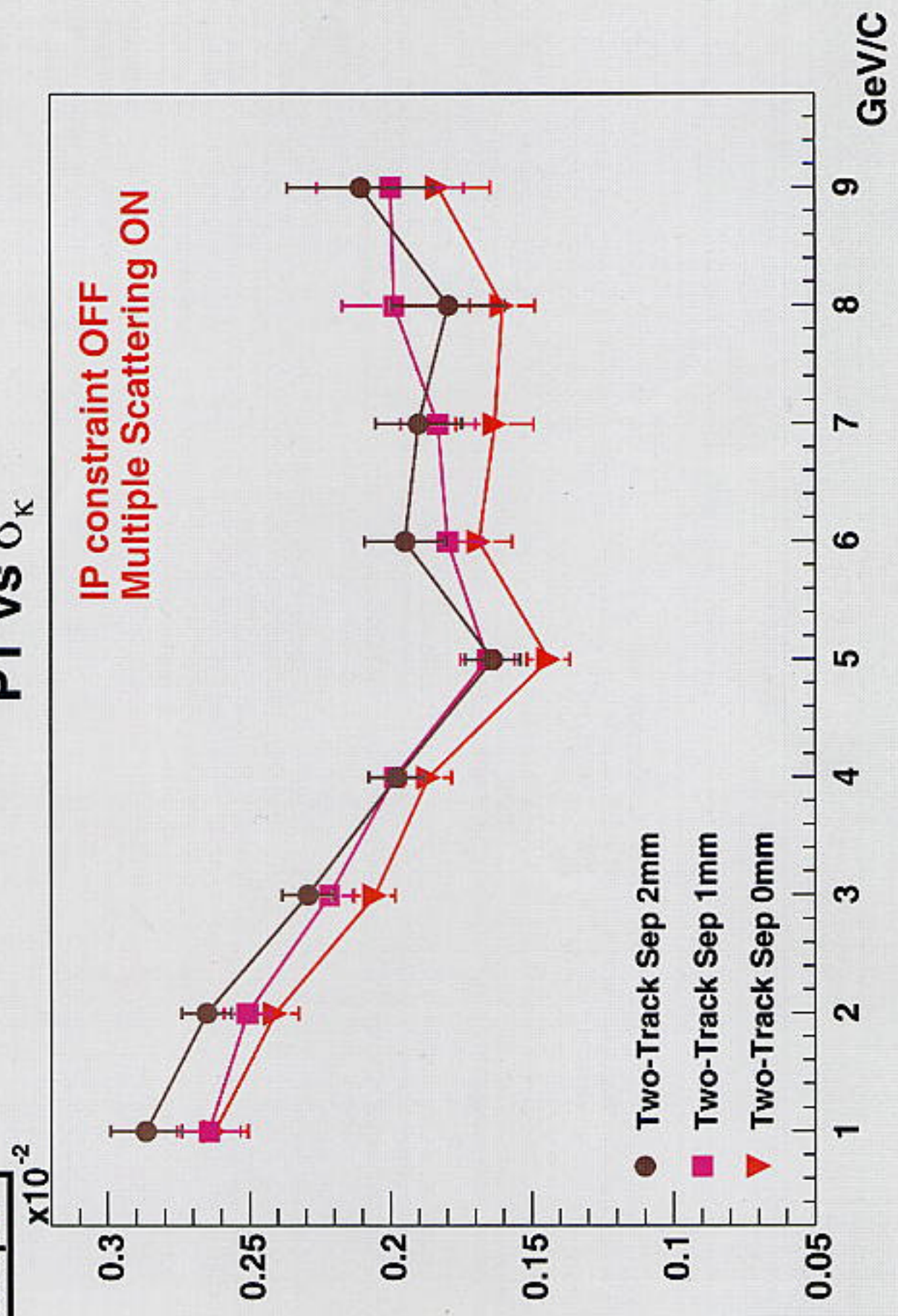


$$\chi = \frac{Q}{P_T} \quad (\Delta\chi \propto \Delta Q)$$



Graph

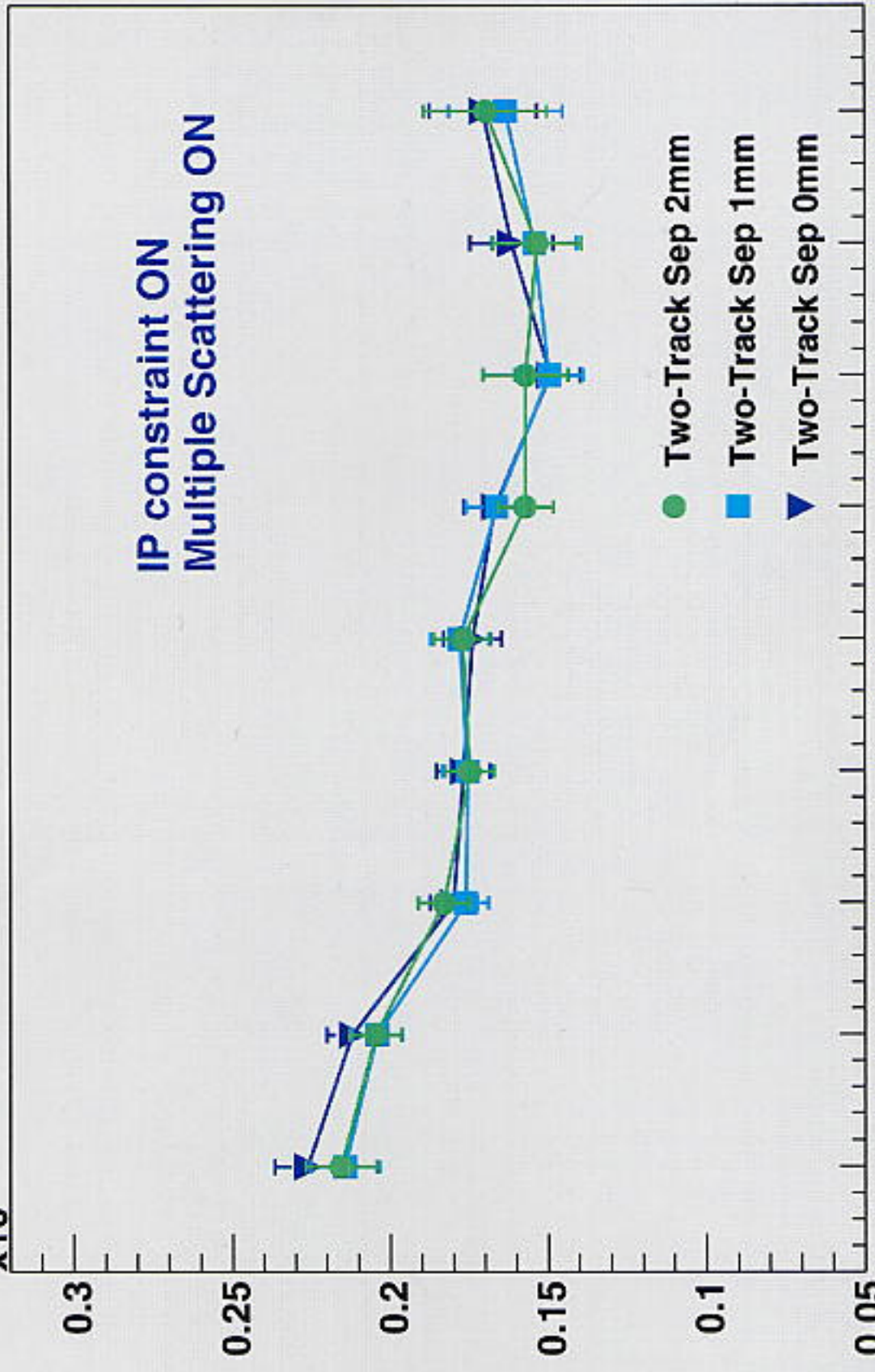
PT VS σ_K



Graph

PT VS σ_K

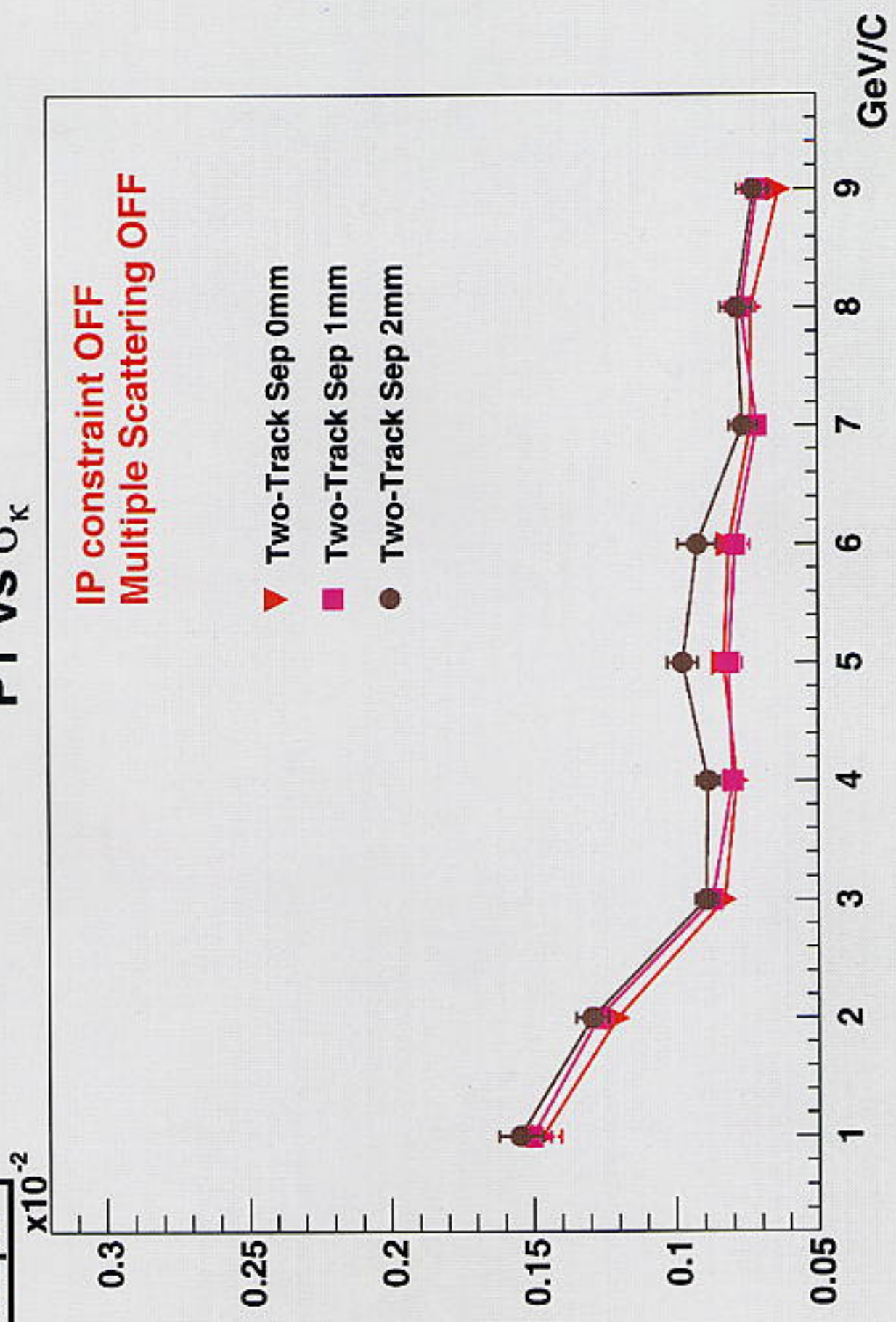
IP constraint ON
Multiple Scattering ON



GeV/C

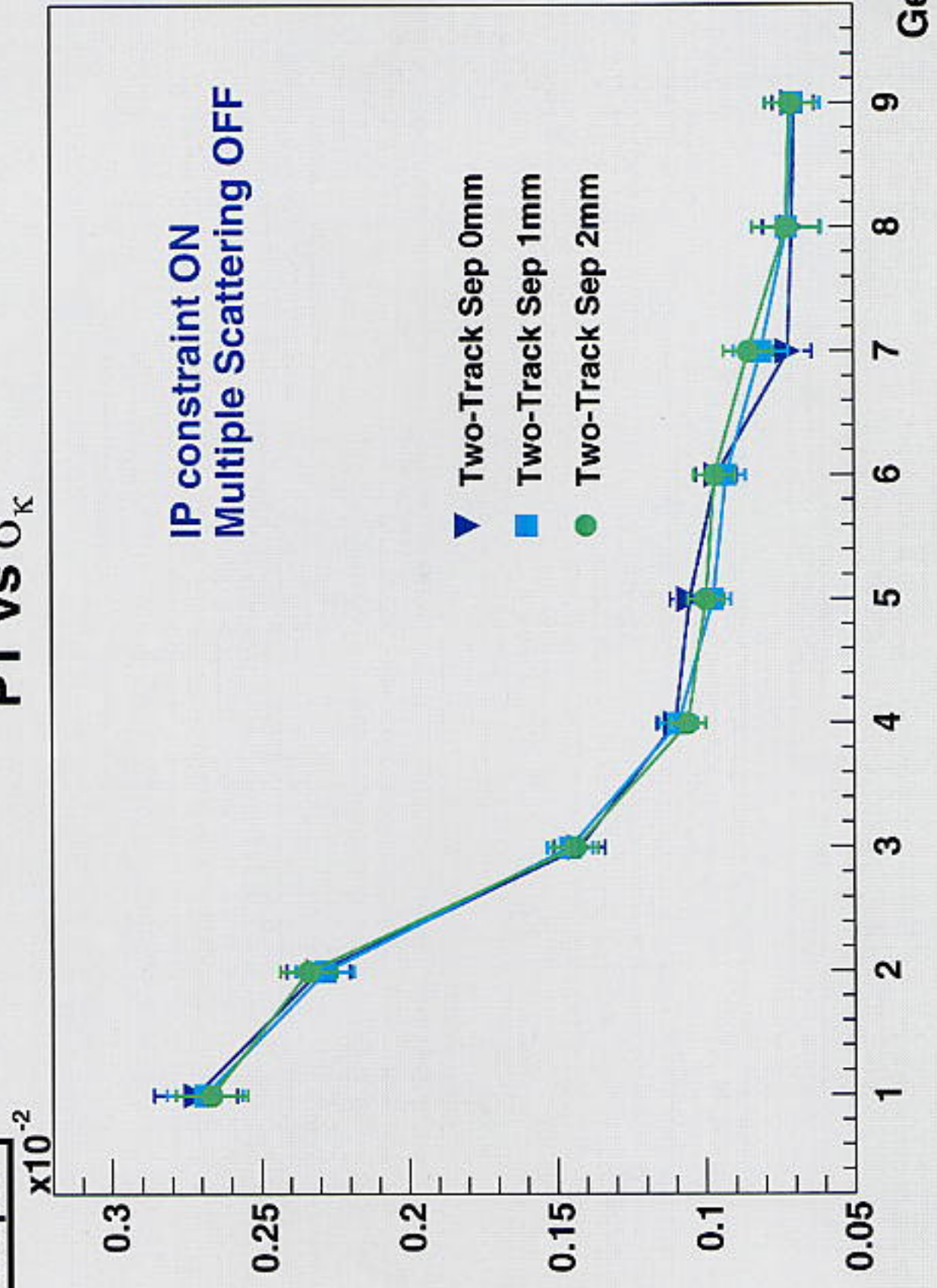
Graph

PT VS σ_K



Graph

PT VS σ_K



Summary

1) JUPITER, IO, METIS, URANUSの作成

Monte-Carlo Truthを生成するプログラムとして、GEANT4 BASEのJUPITERを、またEvent再構成部分のSimulation プログラムとして、IO, METISを開発中である。

METISは実際のイベント再構成プログラムを継承する形になっており、今後はReal Dataのイベント再構成プログラムであるURANUSの実装も行っていく。

2) Surviving Hit Fraction

1)の解析プログラムを用いて、Two-Track Separationの値によるHit点の残存率を見積もった。

2mm以上近接するHitが全て消えると仮定すると、1TrackのHit残存率は約91%、1mmでは約95%であり、許容の範囲内であると言える。

3) Pt vs Residual of Kappa

運動量分解能について、 $P_t < 10\text{GeV}$ の範囲で確認した。IP Constraintを入れた場合と入れない場合では、Two-Track Separationが2mmの場合、IP Constraintを入れた方に約25%の改善がみられた。

また、もし2mm以内の近接Hitが(CDCの内筒側で)消えても、IP Constraintを入れることにより、全く点が消えない場合(100% 2-track Separationが成功した場合)とほぼ同じ分解能が得られることを確認した。