

# インターンシップ報告書

## 1. インターンシップ概要

期間：令和元年 8 月 16 日～9 月 17 日

指導教員：素粒子原子核研究所

後田 裕 教授

中山 浩幸 助教

テーマ：beam background による CDC への影響分析

## 2. 研究内容

本研究では、粒子バックグラウンドによる Belle II 測定器への影響を明確にすることにより、観測データの信頼性と質の向上を目指す。また、KEKB 加速器のルミノシティー増加に伴い Belle II が浴びるバックグラウンドも増加するので、対策が必要となる。特に本研究では、IP(ビーム衝突点)から z 方向 +60cm 周辺に存在するホットスポットに着目する。

### 2.1 データの再構築

分析に使用したデータは、physics.0008.01976.HLT1.f000\*.root(\* は 00 から 30)の root ファイルである。以上のファイルを終状態粒子について解析に使用する情報を再構築することにより、mDST(mini DST)を作成した。また、情報量を増やすために複数の root ファイルを使用し、最終的に合成された mDST ファイルを生成した。

```
modList = path.modules()
for modItem in modList:
    # print(modItem.name())
    if modItem.name() == 'V0Finder':
        modItem.param('Validation', True)

        print("NO beam pipe radius cut, NO vertex chi2 cut")
        modItem.param('beamPipeRadius', -1.)
        modItem.param('vertexChi2CutOutside', 99999999.)
#from reconstruction import add_reconstruction, add_mdst_output
add_mdst_output(path=path, filename=mdstOut,
additionalBranches=['V0ValidationVertices', 'TOPDigits'])

#b2.print_path(path)
b2.process(path)
print(b2.statistics)
```

図 1 reconstruct.py の一部のスクリプト

### 2.2 ホットスポットと軌跡(track)の確認

2.1 で作成した mDST ファイルより root により可視化させると図 2 のように  $z=+60\text{cm}$  の地点にホットスポットが確認できる。ここで発生したバックグラウンド現象について、データ収集(軌跡など)を行う。ある程度、発生地点が絞り込めたので、そこから発生する track のみをスキャンし、Event Display で重ね書きを試みた。

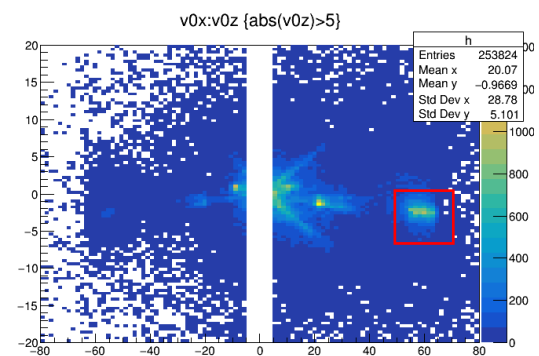


図 2 ホットスポットの可視化

発生位置を  $z=+50\sim 70(\text{cm})$  と  $x=-2\sim -4(\text{cm})$  に指定し、その場合のイベント番号を確認した。(コマンド `$ tree->Scan("EventMetaData.m_event:v0z:v0x","v0z>50 & v0z<70 & v0x<-2 & v0x>-4")`)

```

root [1] .L SetAlias.C
root [2] tree->Scan("EventMetaData.m_event:v0z:v0x","v0z>50 & v0z<70 & v0x<-2 & v0x>-4")
*****
* Row * Instance * EventMeta * v0z * v0x *
*****
* 329 * 0 * 28060 * 55.339527 * -3.061920 *
* 329 * 1 * 28060 * 55.339527 * -3.061920 *
* 329 * 2 * 28060 * 55.724781 * -3.081110 *
* 329 * 3 * 28060 * 55.351459 * -2.967897 *
* 329 * 4 * 28060 * 54.591194 * -2.942085 *
* 329 * 5 * 28060 * 54.591194 * -2.942085 *
* 329 * 6 * 28060 * 54.597614 * -2.941021 *
* 329 * 7 * 28060 * 54.826442 * -2.943105 *
* 409 * 0 * 35215 * 59.810680 * -3.254248 *
* 409 * 1 * 35215 * 59.810680 * -3.254248 *
* 409 * 2 * 35215 * 59.825927 * -3.243079 *
* 409 * 3 * 35215 * 59.461990 * -3.237874 *
* 651 * 3 * 6790 * 59.651115 * -2.456550 *
* 651 * 4 * 6790 * 59.651115 * -2.456550 *
* 651 * 5 * 6790 * 59.625175 * -2.414684 *
* 651 * 6 * 6790 * 61.576965 * -2.582582 *
* 788 * 0 * 10450 * 59.334774 * -2.261353 *
* 788 * 1 * 10450 * 59.334774 * -2.261353 *
* 788 * 2 * 10450 * 59.388416 * -2.286927 *
* 788 * 3 * 10450 * 57.046409 * -2.748134 *
* 1127 * 0 * 1715 * 63.351291 * -2.610268 *
* 1127 * 1 * 1715 * 63.351291 * -2.610268 *
* 1127 * 2 * 1715 * 63.887203 * -2.503920 *
* 1127 * 3 * 1715 * 63.469543 * -2.564183 *
* 1127 * 4 * 1715 * 62.369476 * -2.495218 *

```

図3 イベントを絞り込みした結果

その中から、20 イベントをピックアップし、Event Display でそのイベント番号を指定し、track の上書きを行なった。

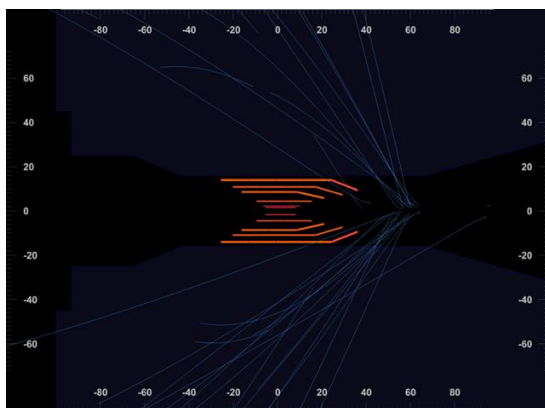


図4 20 イベントの重ね書き (2D)

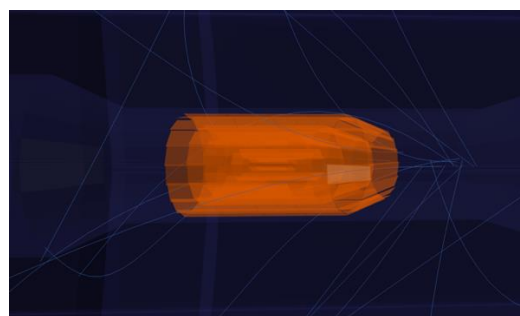


図5 20 イベントの重ね書き (3D)

図4,5より、確かにホットスポットから発生した粒子が検出器内部へと混入していることが確認できる。実際にどのような軌跡でどこに入り込むのかを確認する際やシミュレーションを行う際には、より多くのデータが必要となる。

### 2.3 Pythonでの軌跡(track)の絞り込み

2.2で行なったイベントの選択を、多量のイベント数を手でイベント番号を指定することは困難なので、それをプログラムで指定できるスクリプトを作成した。

具体的には、PyStoreArray によって V0ValidationVertexs の情報の中から、getVertexPosition の z 位置などと呼び出し、その位置を範囲指定することにより、特定のイベントを抽出することができる。最終的には、指定したイベントを root ファイルに書き出す必要があるが、指定したイベントを Event Display で確認する必要があるため、アウトプット機能は未実装である。

### 3. 今後の課題

今後、2.3で作成した python スクリプトに特定のイベントのみを選択した root ファイルを生成するコード追加することにより、Event Display で可視化することが可能とな

る。

また、本研究では、時間の都合上シミュレーションまで行うことができなかったが、特定のイベントを抽出するプログラムを引き継ぐことにより、今後の研究への橋渡しになると考える。

また、図4と下記の図6を重ね合わせることで、軌跡がどこを通過しているのかを確認することが必要だと考える。

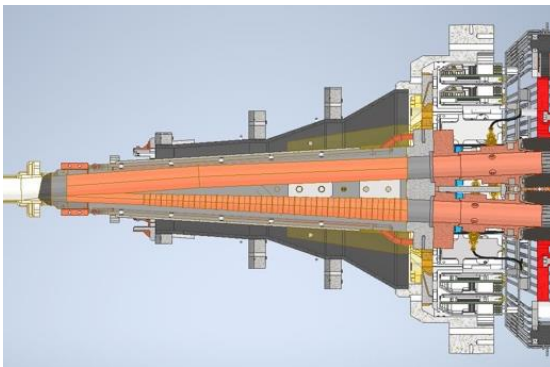


図6 QC1RPを上部から見たCAD断面図

#### 4. 感想&まとめ

今回のインターンシップにおいて、実際にデータ解析を行うことができ、より深く実験内容や物理現象について理解を深めることができた。

そして、ROOT(<https://root.cern.ch/>)を使用し分析を行なったので、プロットの方法など細かい操作について学ぶことができた。また、最終目標であるMCシミュレーションによるシールド配置についての考察まで行うことができなかったが、バックグラウンド現象を可視化することにより、実際にその現象が存在することを確認することができた。

最後に、本研究を進めるにあたり、受け入れて頂いたとともに熱心に指導していただいた後田先生と中山先生に、感謝の意を

表します。