

# sPHENIX-INTTシリコン検出器のデータ収集におけるデータ欠損の解決法

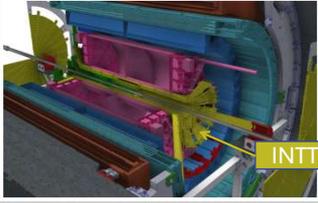
21cb022z 藤野雄介

指導教員 中川格/村田次郎

## 1. 目的

本研究の目的は、sPHENIX実験INTTシリコン検出器における一部データ欠損の原因を究明し、その対策を検討することである。一部データの欠損は、INTT検出器の検出効率の低下に直結する看過できない問題なので、原因を特定し適切な対策を講じることが重要である。

## 2. 概要



米国ブルックヘブン研究所で稼働中のsPHENIX実験は、重イオン衝突でクォーク・グルーオン・プラズマを観測するものだ。理研や立教大学も参加し、**ストリップ型シリコン検出器 (INTT)**の開発・建設を担当した。本研究では、INTT検出器のデータ収集不具合について述べる。

sPHENIX 検出器 [1]

## 3. 研究背景

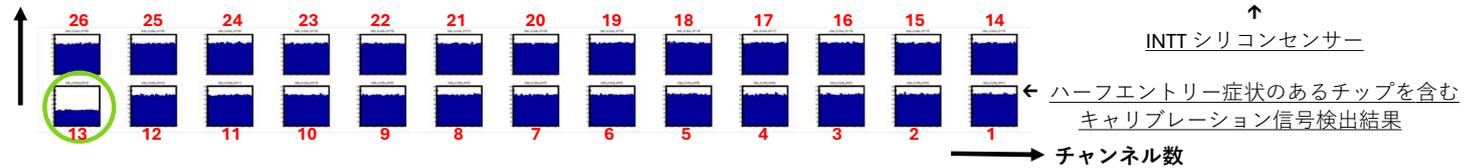
INTTシリコン検出器の基本構成は、26セルに分かれた2枚のセンサーと26個のFPHX chipである。ROCはキャリブレーションパルスを発生させ、FPHXに擬似アナログパルスを送信する。この機能で**キャリブレーション**を行うと、信号が半分しか検出されないFPHX chipが確認された。この現象を**ハーフエントリー**と呼び、検出効率に影響するため迅速な対処が求められる。本研究では、ハーフエントリーの原因と解決方法を探る。



INTT シリコンセンサー

← ハーフエントリー症状のあるチップを含むキャリブレーション信号検出結果

エントリー数



→ チャンネル数

## 4. FPHX chip の機能

FPHX chipには2セットのLVDS規格の出力ライン (SerialOut1, SerialOut2) が実装されており、生成されたヒットは、2セットの出力ラインを交互に使って後段のROCに転送される。ハーフエントリーの原因は、主にこの2セットの出力ラインのうちどちらかに**断線があることが原因**と考えられる。

そこでFPHX Chipに実装されているDigital Control (以下DC) と呼ばれる機能を駆使し、修復を試みた。DCは、ヒットデータを送り出す際に**複製**を生成し、従来の出力ラインとは異なるラインにもデータを出力する機能である。

## 5. ハーフエントリーの原因特定と結果

### 断線ラインの特定

INTTの各chipには128のチャンネルが含まれている。キャリブレーション測定では、チャンネルごとにそれぞれ340ヒット程度検出されるよう調整されているため、ハーフエントリーの症状があるチップはその半分の170ヒット程度が検出される。まず、DCのパラメータを2パターン検証し、断線しているラインを判断する。

- SerialOut1に入力されたデータを複製してSerialOut2に送信する。
  - SerialOut2に入力されたデータを複製してSerialOut1に送信する。
- 右図の結果では、1.のケースでエントリーが340程度に修復されているので、SerialOut1が断線していると判断できる。

### 原因の特定

ハーフエントリーの原因として、以下の2つが特定された。

#### 1. シリコンハーフラダー由来の原因

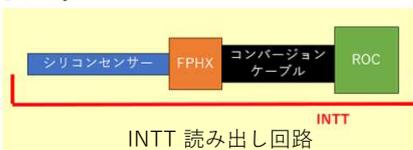
ハーフラダーを交換しても、常に同じChipでハーフエントリーが発生した。ROCの接続箇所やコンバージョンケーブルを変更しても症状は変わらず、DCの検証でSerialOut2の断線が確認された。ハーフラダーは一体物のため、これ以上の断線箇所の特定は難しい。

#### 2. ケーブル間の接触不良による原因

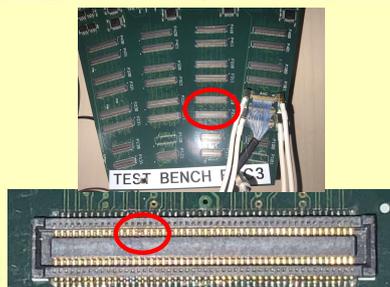
ハーフエントリーが観測されたROCを視視検査した結果、コネクタのダメージが確認された。このダメージ箇所は、回路図から特定のチップの出力ラインであることが判明し、“そのchip”と“ハーフエントリーが観測されたchip”が一致した。これにより接触不良が原因であると考えられる。

### 結果

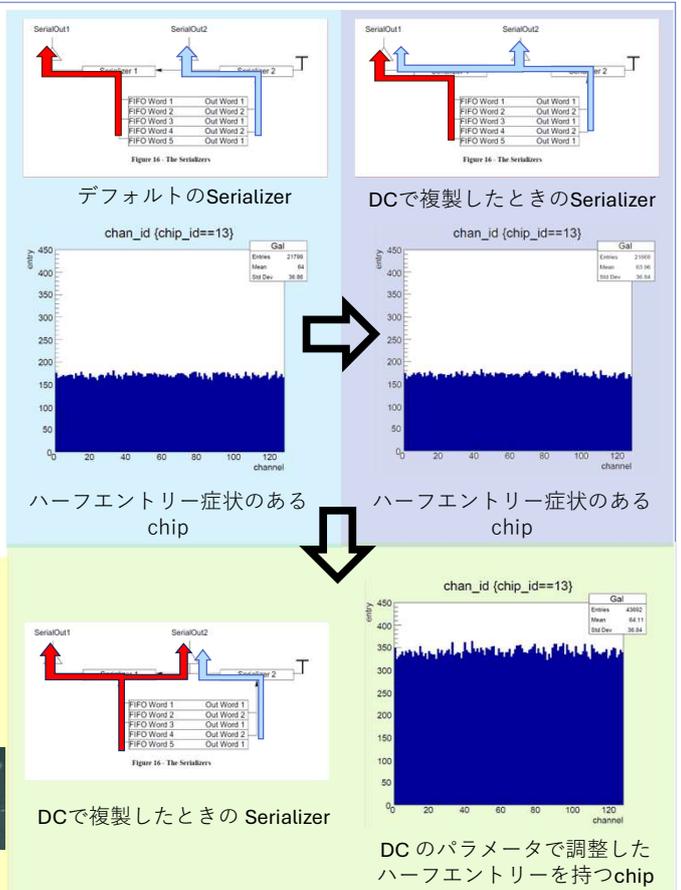
いずれの場合も、DCのパラメータを適切な値に設定することで、データ欠損は解決された。



INTT 読み出し回路



ハーフエントリーの原因となる接触不良が疑われる箇所



## 6. 今後の展望

- 現在DCのパラメータの変更対象が全26 chipのため、正常なchipに不要な変更を強いている。これを避けるため個々のchipに適用できるようにする。
- 現時点では実機のキャリブレーションが機能していないので、ビームを使った実データで、このハーフエントリー修復手順が通用するか検証する。

## 7. 参考文献

- [1] 糠塚元気.JPS\_sPHENIX\_Cold-QCD
- [2] 藤木一真.sPHENIX-INTT用読み出し回路基板ROCの再利用に向けた検査