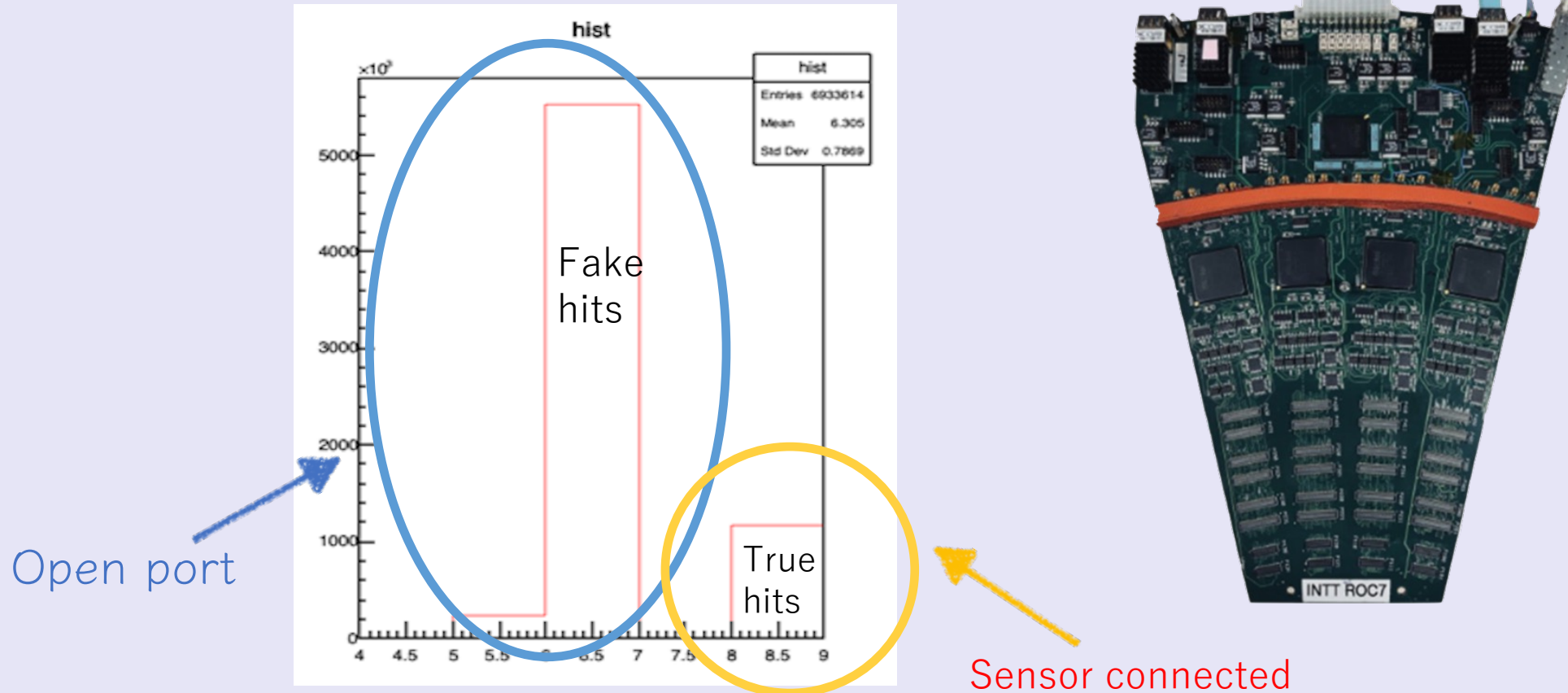


ROCで発生するFake Hitの原因調査と抑制方法の検討

立教大学4年 宍倉遼太
2023/01/24

Motivation

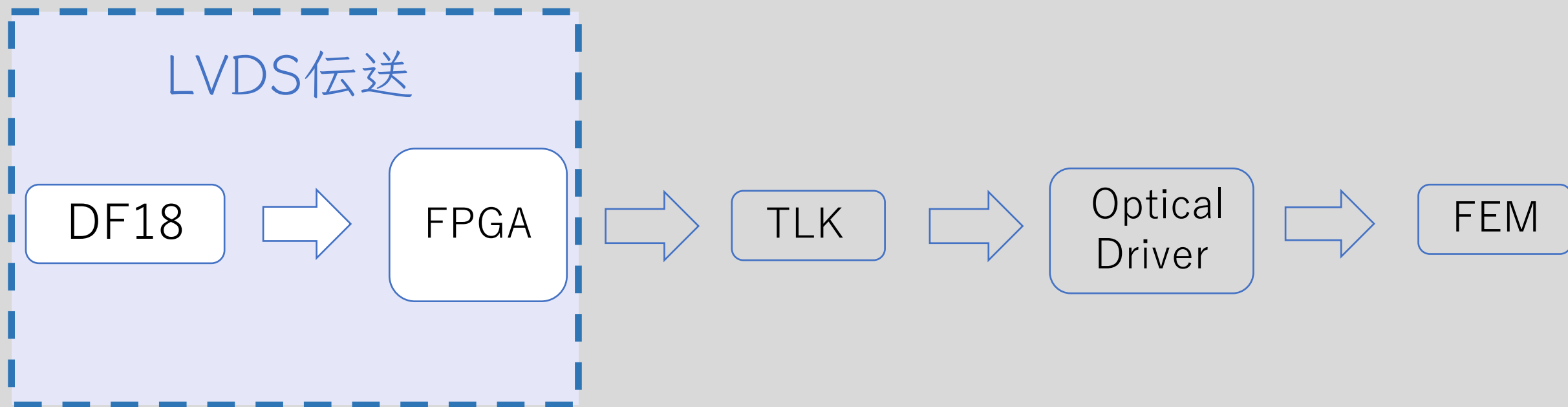
1. 取得したデータが不要なフェイクヒットで汚染されている。
2. この研究の目的は、フェイクヒットを無くすことです



データの伝送順路



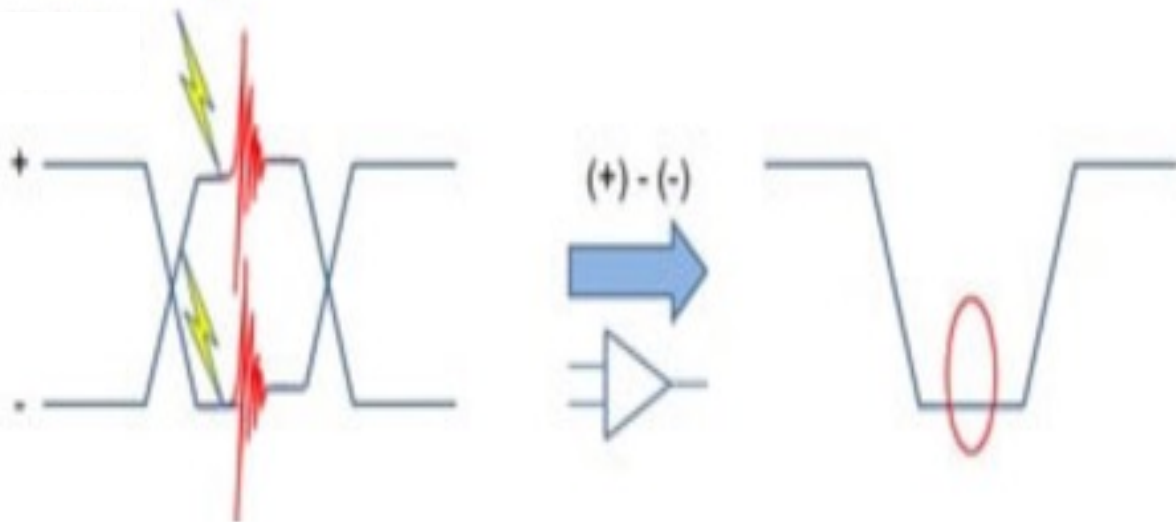
データの伝送順路



LVDS(Low Voltage Differential Signaling)

LVDS... 信号をpositive (+)、negative (-) で送信し、受信部でその差を出力する差動伝送方式。

Two lines (LVDS Signals)



<https://emb.macnica.co.jp/articles/7396/>

ケーブルが繋がっている時

差動伝送では、positiveとnegativeの信号線で同じノイズ（コモンモードノイズ）を拾うと、受信側で差分を取るときにノイズを打ち消すことができる。

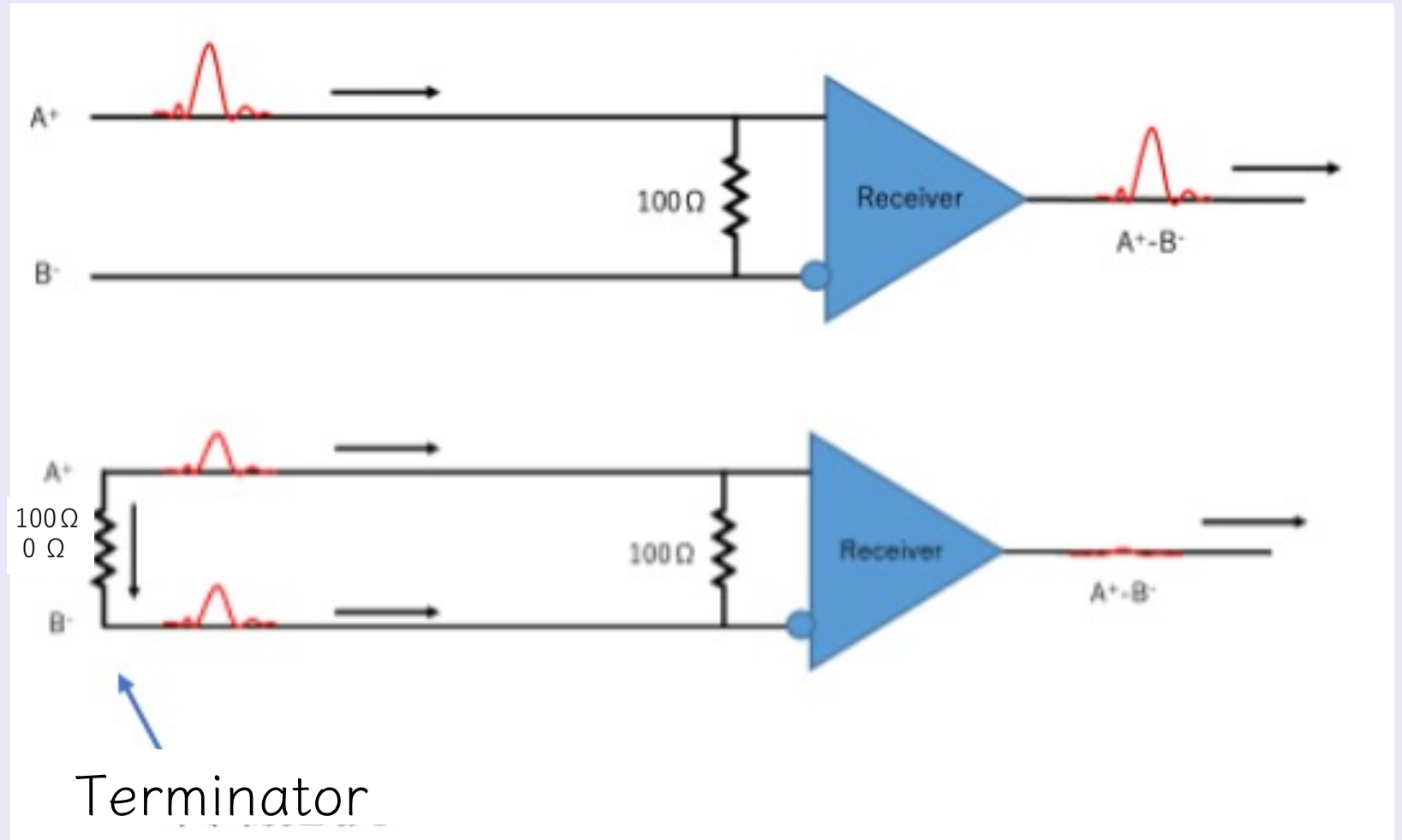
hypothesis



Connector

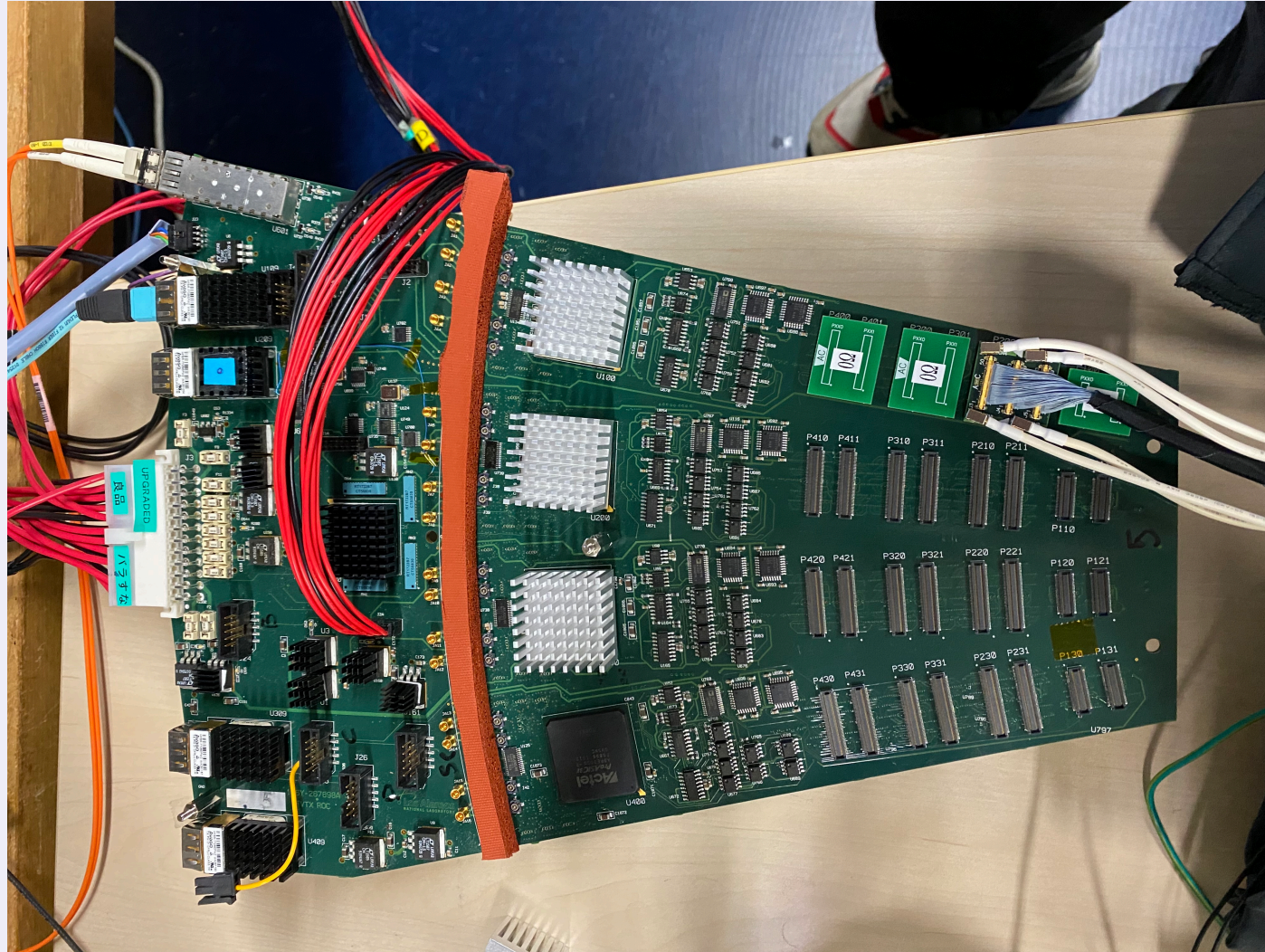
Cable is not connected

LVDSペアの片側からノイズが入り、受信側で信号として受信されている。

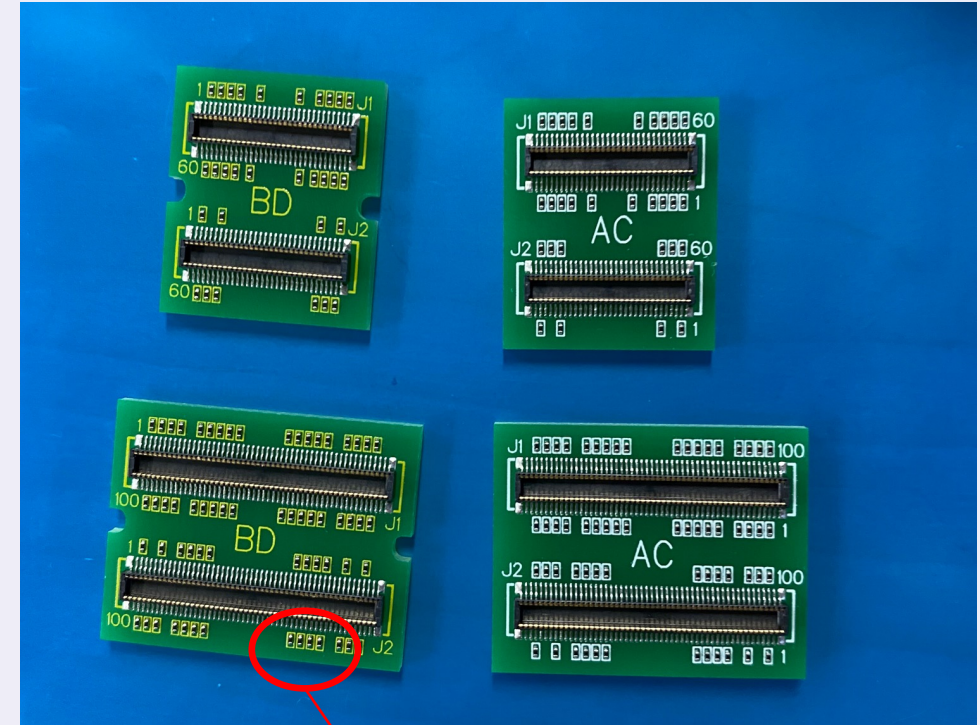


開放端にターミネーターを付けることで、ノイズを強制的にコモンモード化し、受信部でノイズを打ち消す。

Experiment



Back side

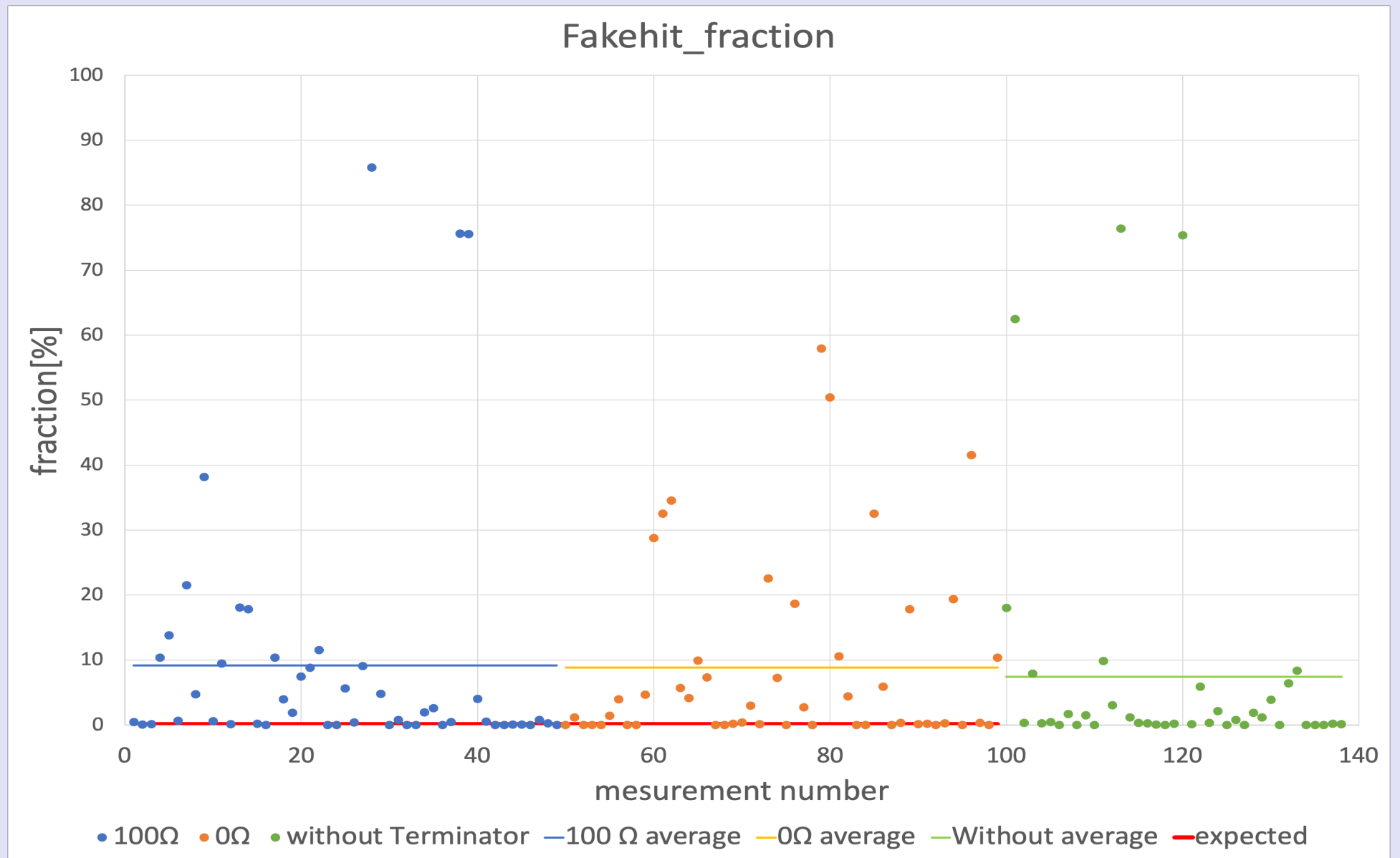


終端抵抗

終端抵抗は、 100Ω と 0Ω の2種類を試作した。.

それぞれ約50回のキャリブレーションテストを実施し、データ解析を行った。

Analysis

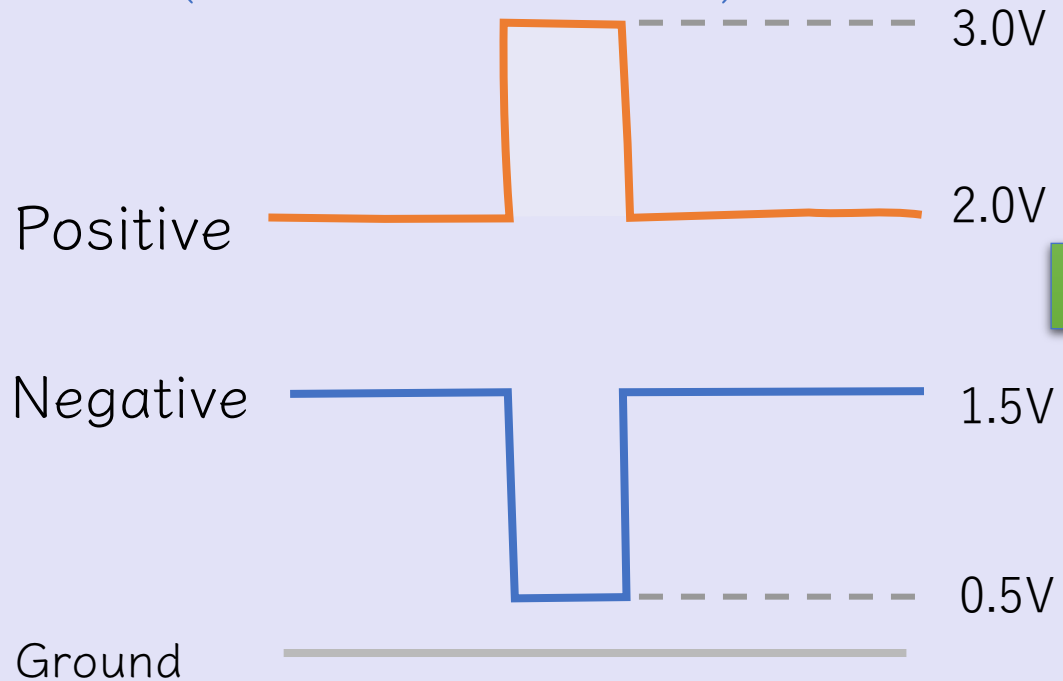


$$Fakehit_fraction = \frac{\text{ケーブルが繋がっていないポートからのヒット}}{\text{全ヒット}}$$

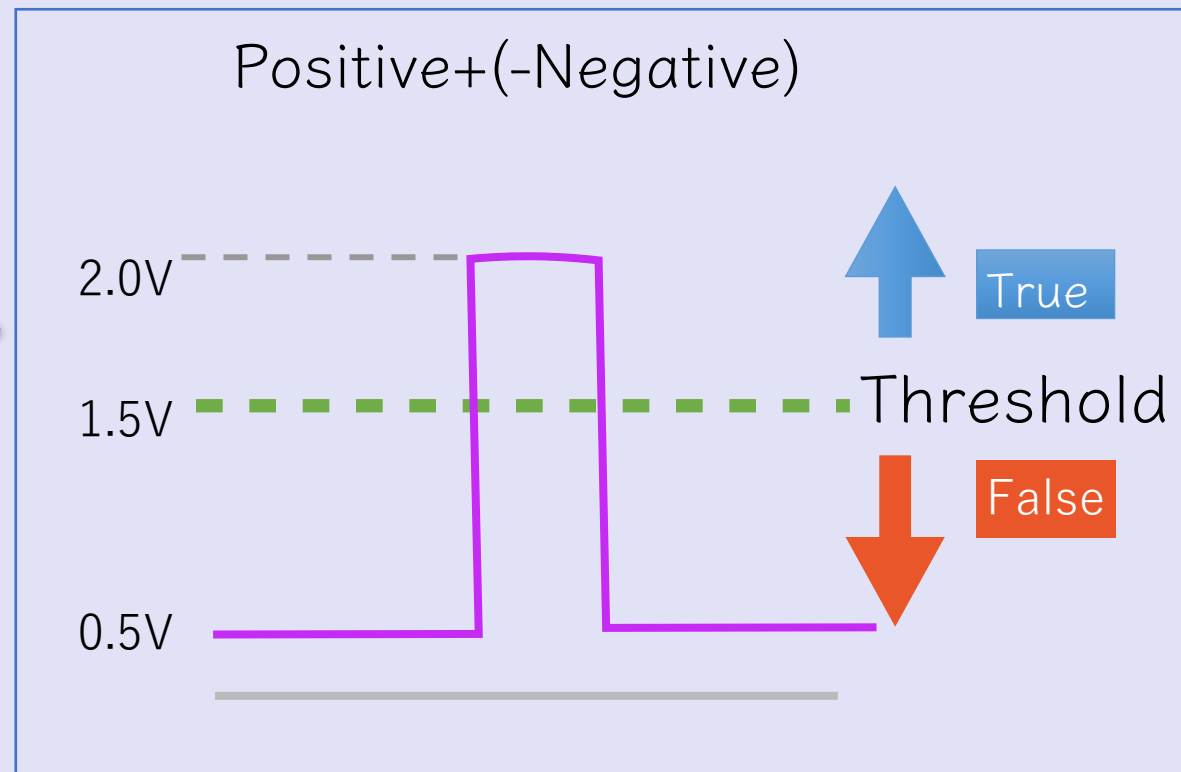
Proposed new terminator

New Hypothesis

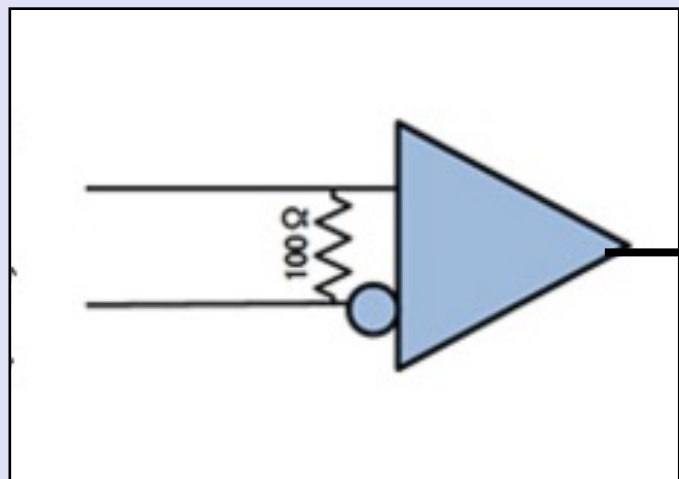
Normal(Cable is connected)



Receiver



Negativeでは反転したデータを送信している。



※数値は具体例

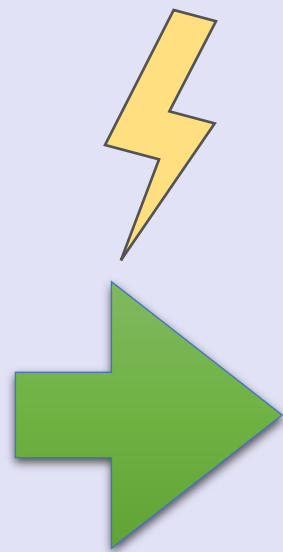
New Hypothesis

Cable is **not** connected

Positive ——— ?V

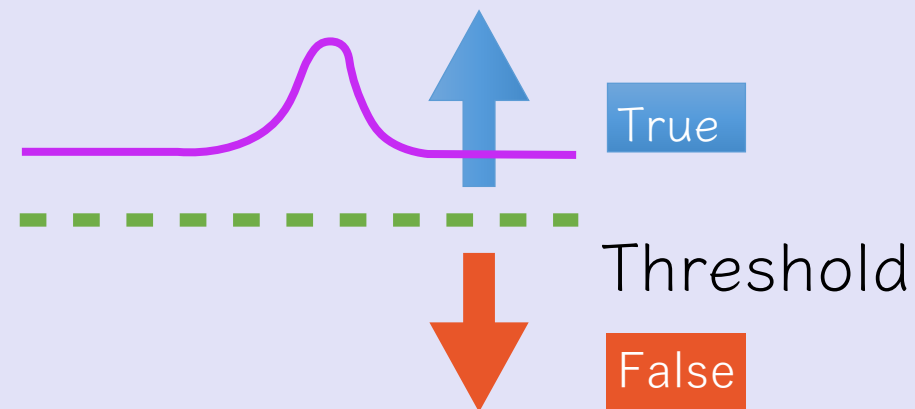
Negative ——— ?V

Ground ———

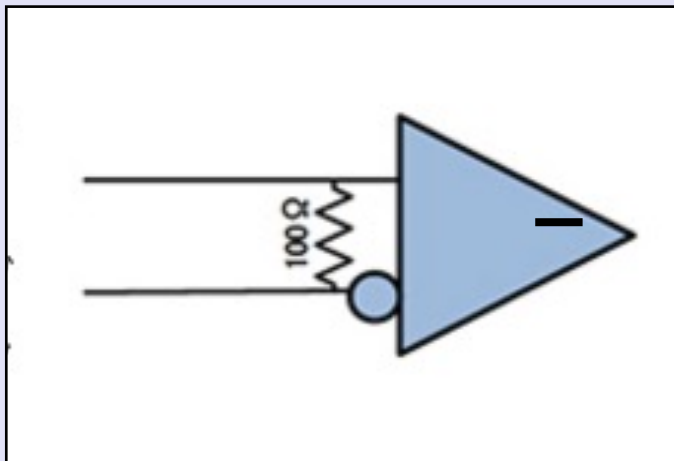


Receiver

Positive+(-Negative)

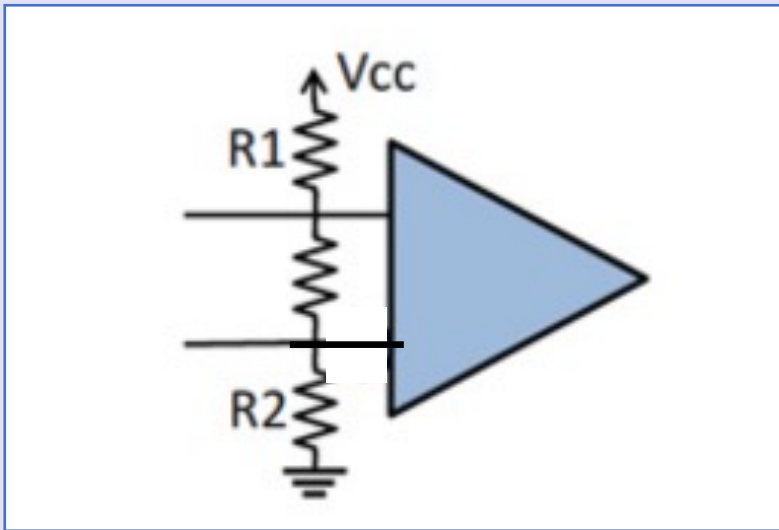


電位は、浮いているため、周囲の電磁場の影響を受ける可能性がある。



Voltage is unstable

Proposal



Positiveラインとnegativeラインを
抵抗挟んでVccとGNDに接続する

適切な電圧値にすることができる

Structure

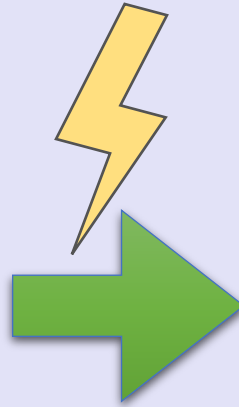
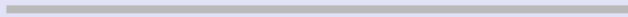
Negative



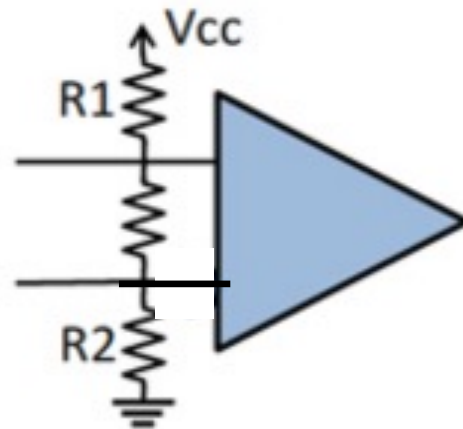
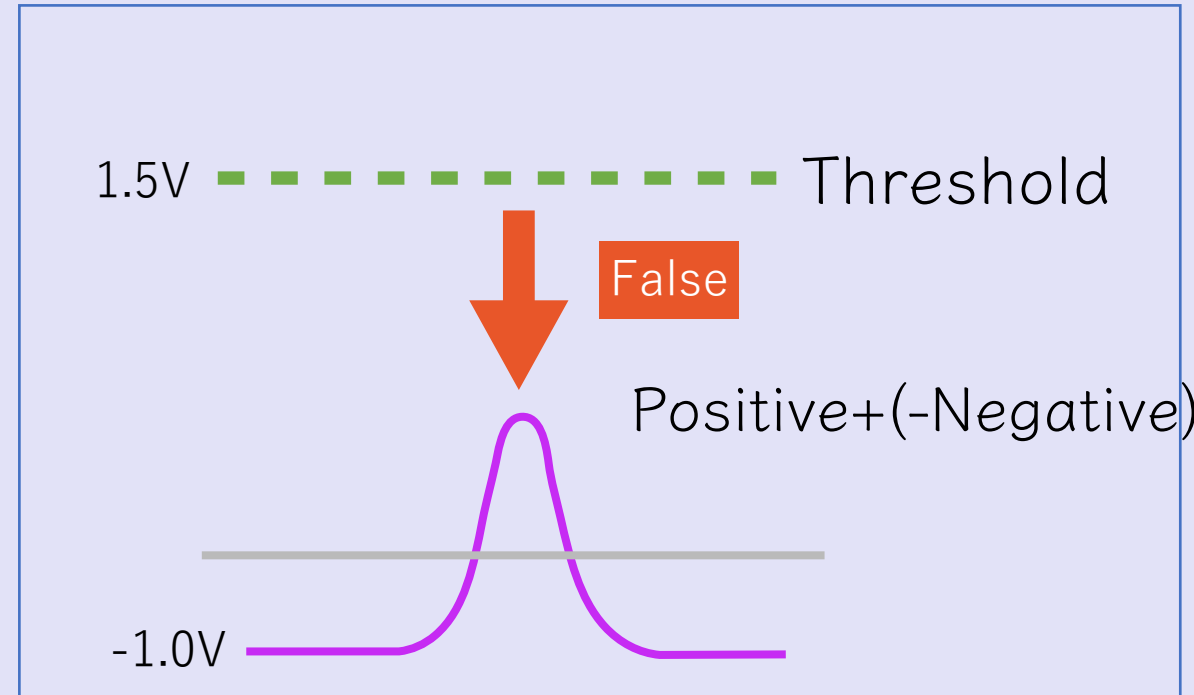
Positive



Ground

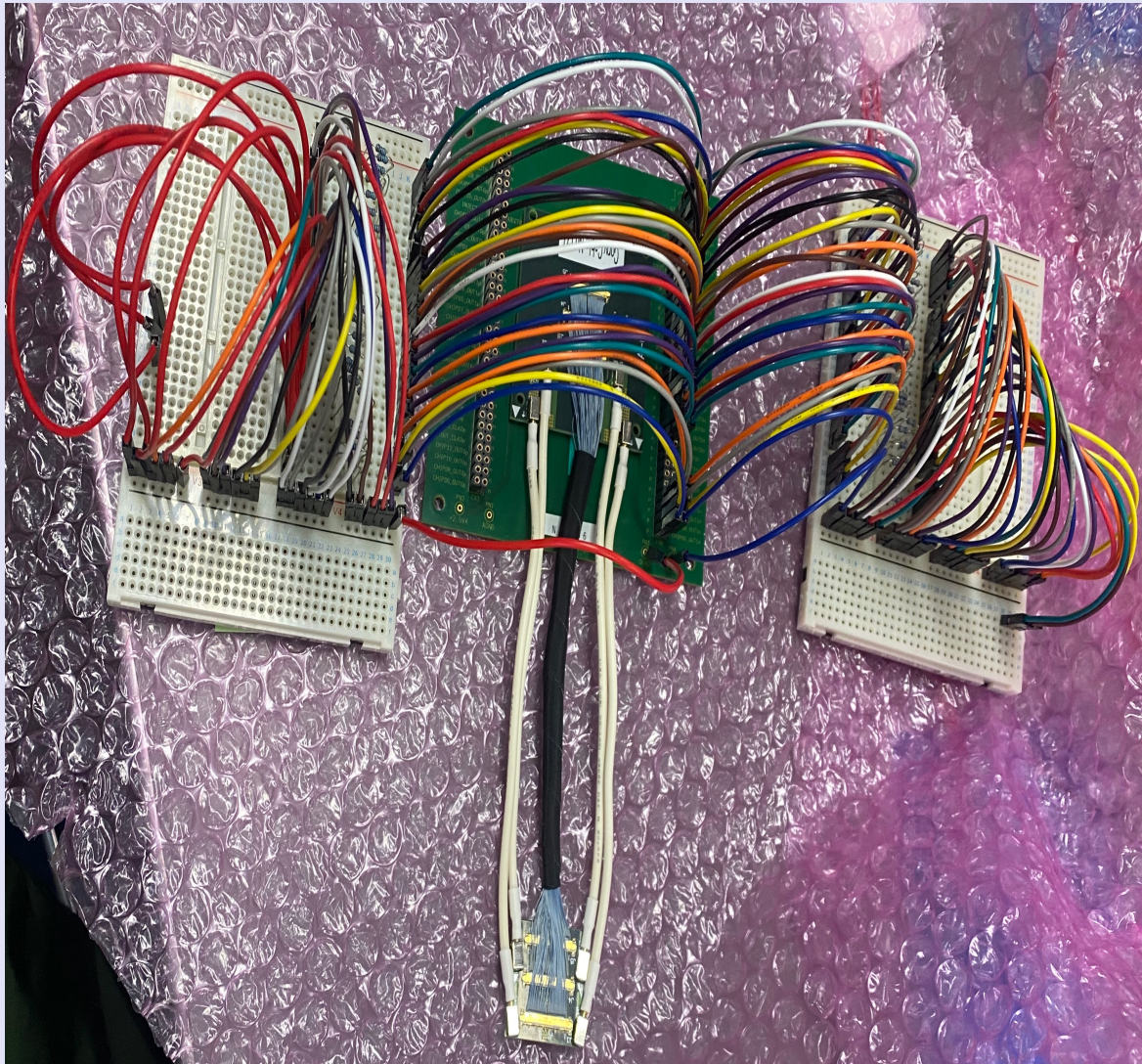


Receiver



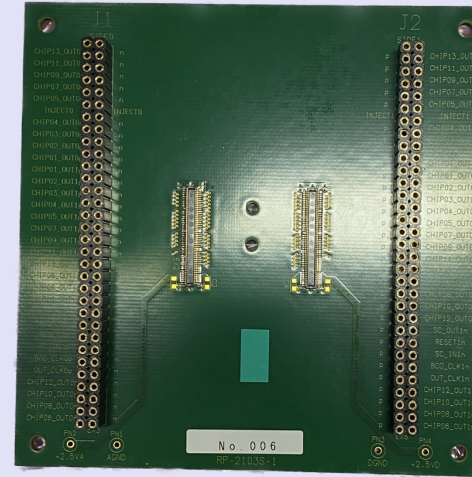
電位を強制的にFalseの位置に下げる。

prototype

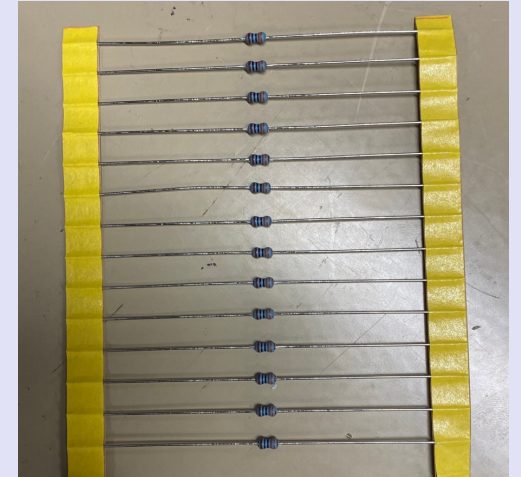


14/32

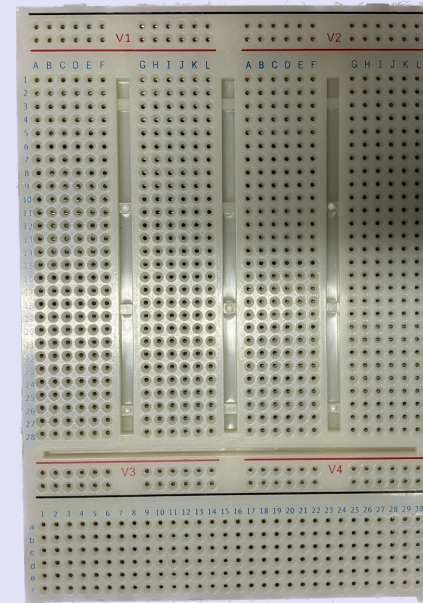
material



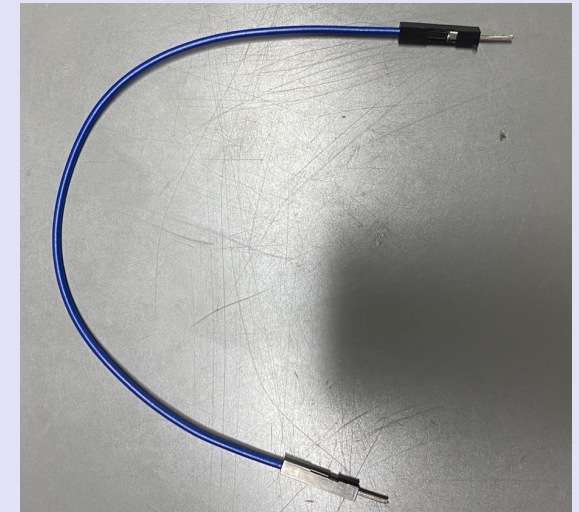
インターセプションボード



抵抗

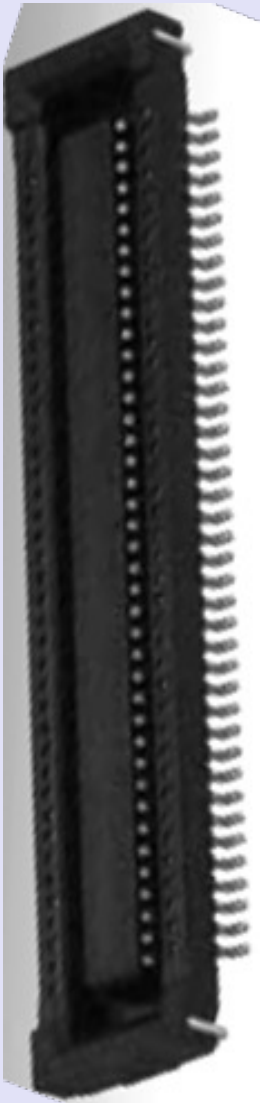
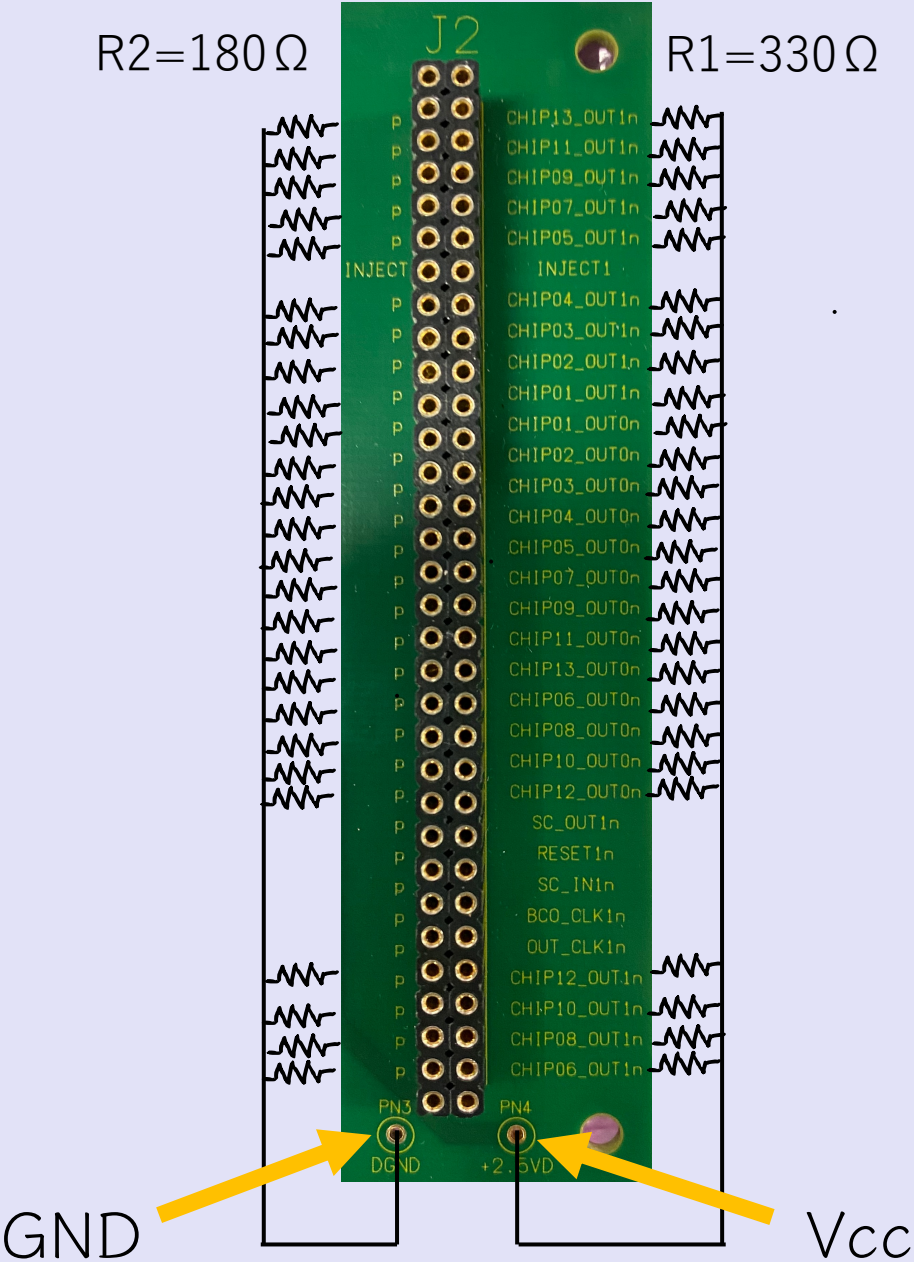
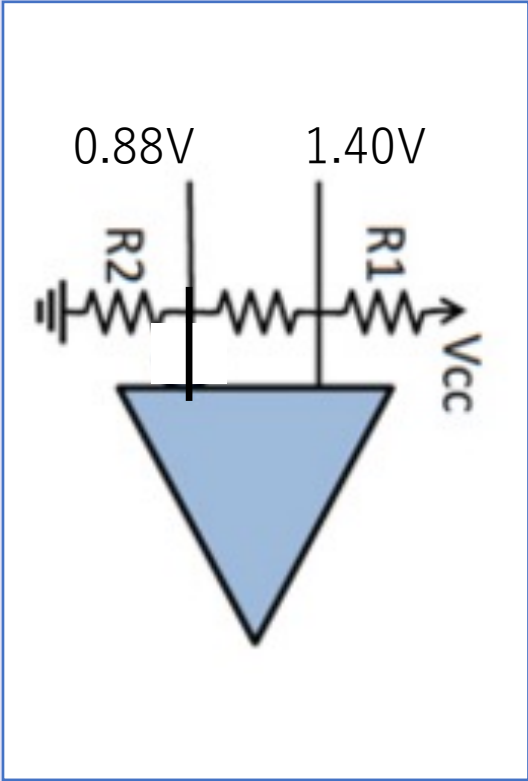


ブレッドボード

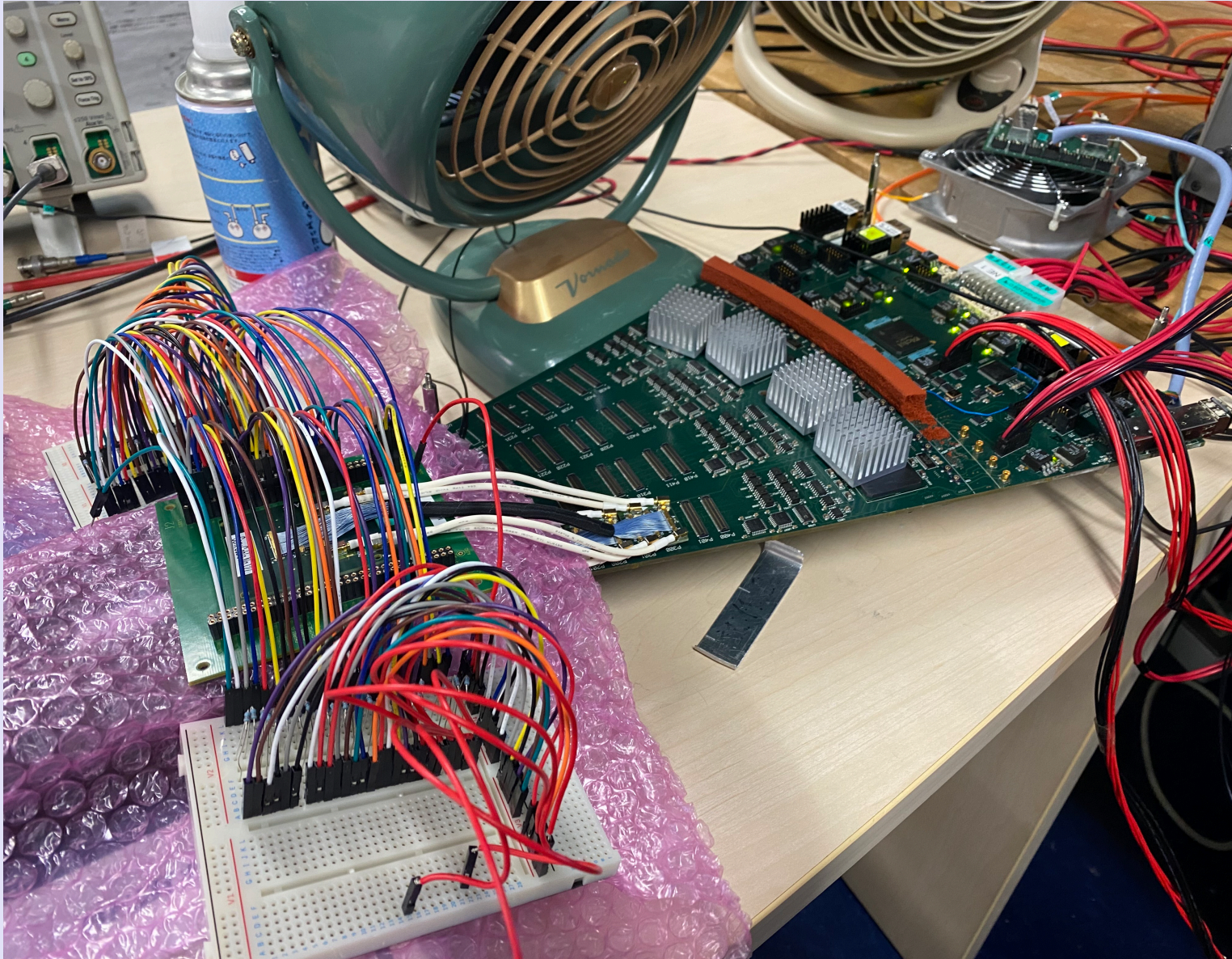


ジャンパーケーブル

structure

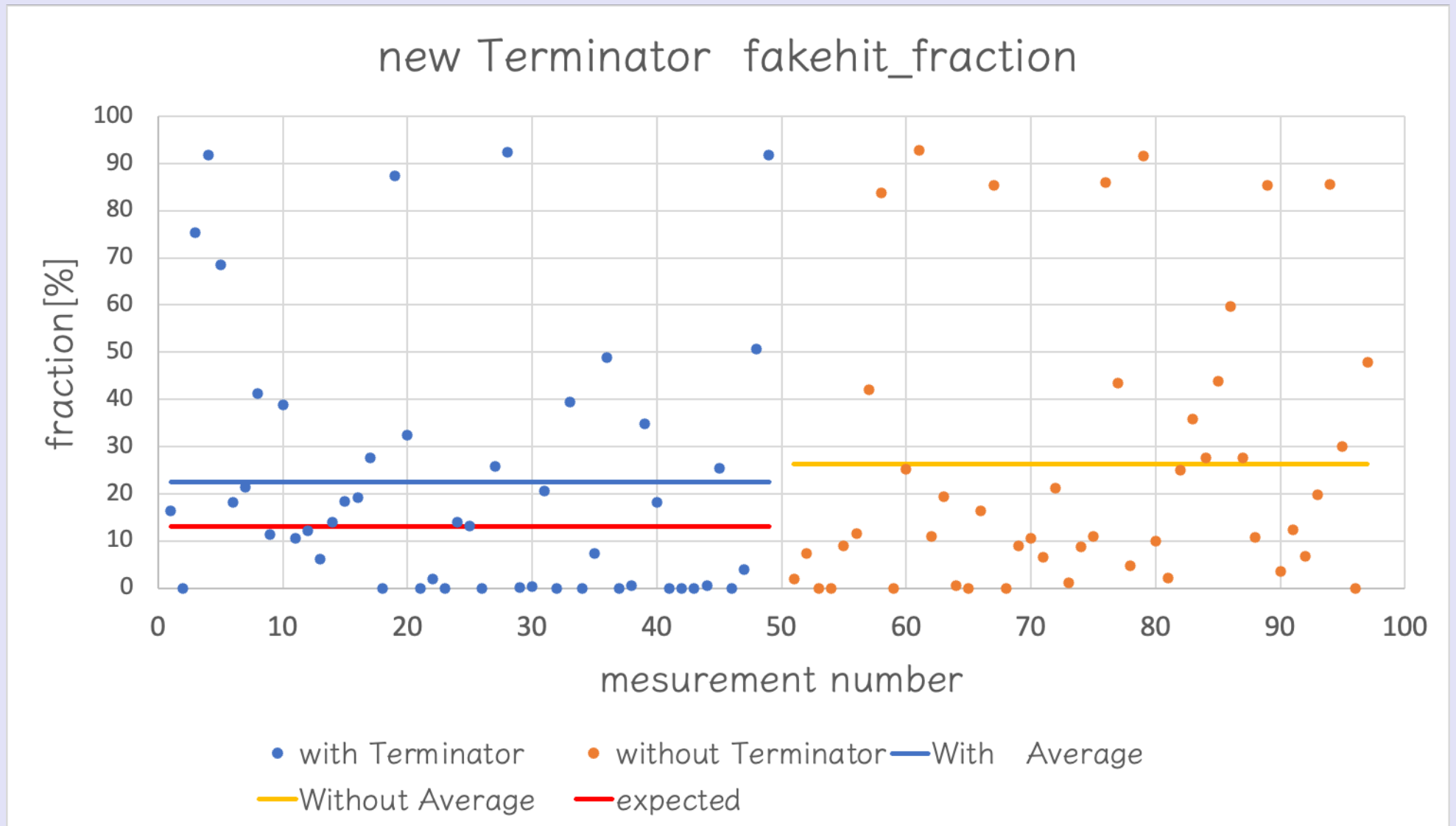


Experiment



それぞれ約50回のキャリブレーション
テストを実施し、データ解析を行っ
た。

analysis

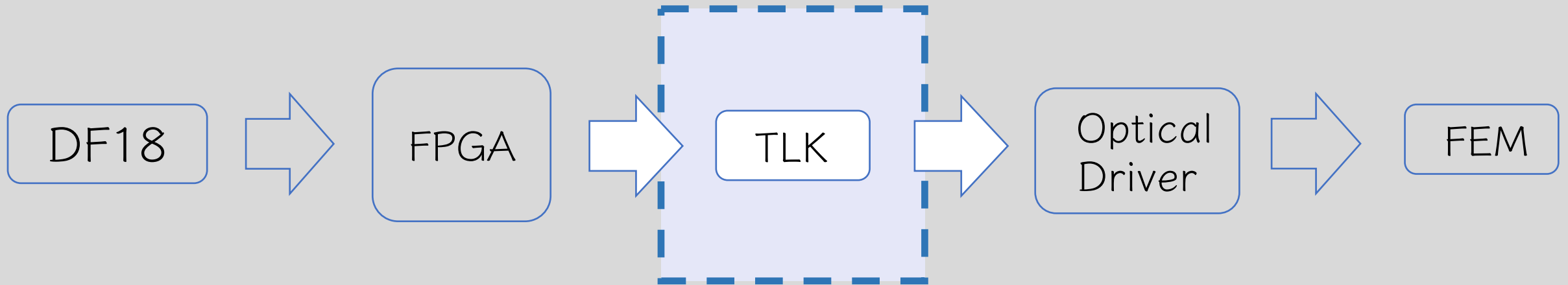


$$\text{Fakehit_fraction} = \frac{\text{Hits other than the port to which it is connected}}{\text{Total hits}}$$

データの伝送順路



データの伝送順路



Replacement of TLK

Replacement of TLK

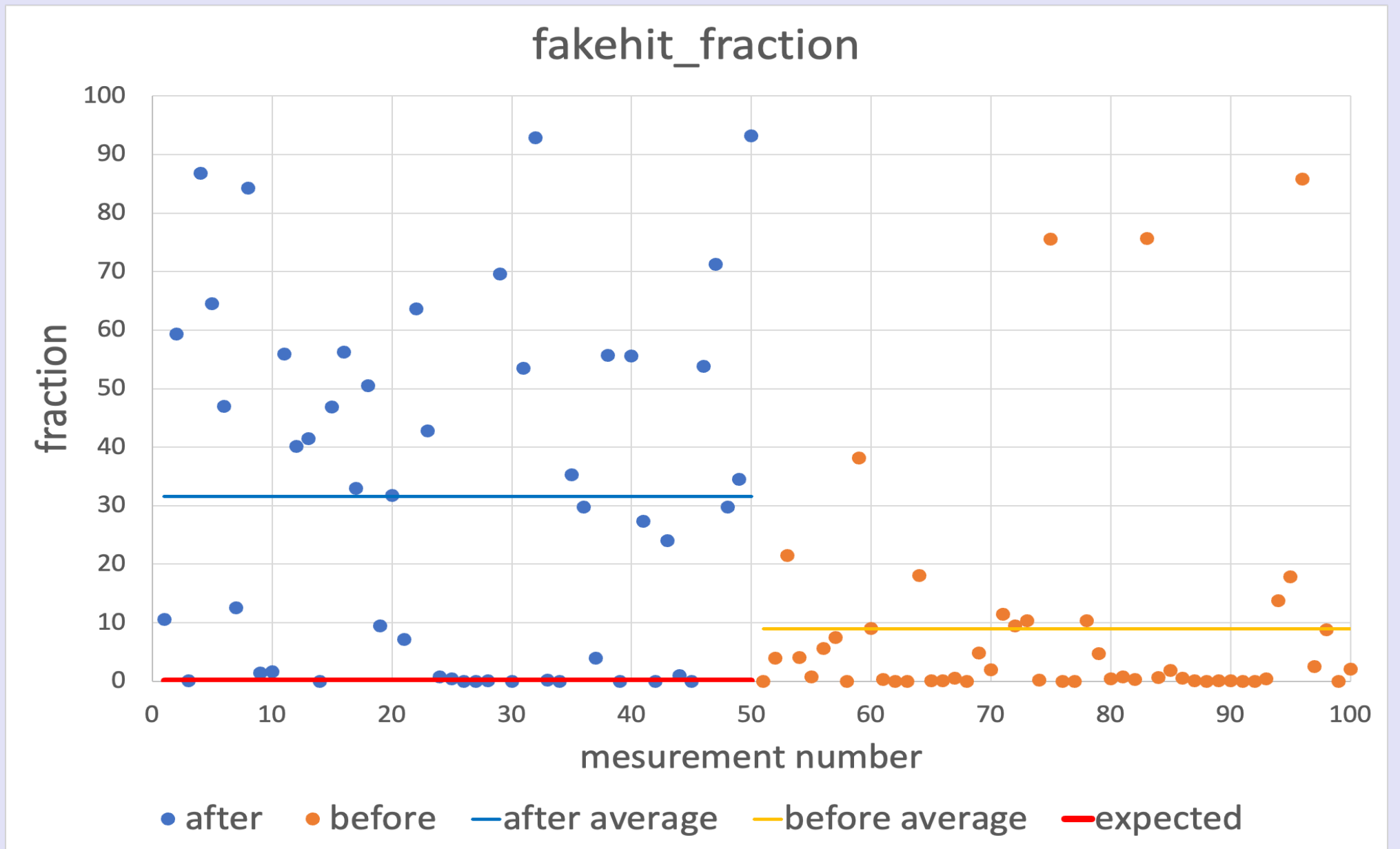


ROC NE1



それぞれ約50回のキャリブレーションテストを実施し、データ解析を行った。

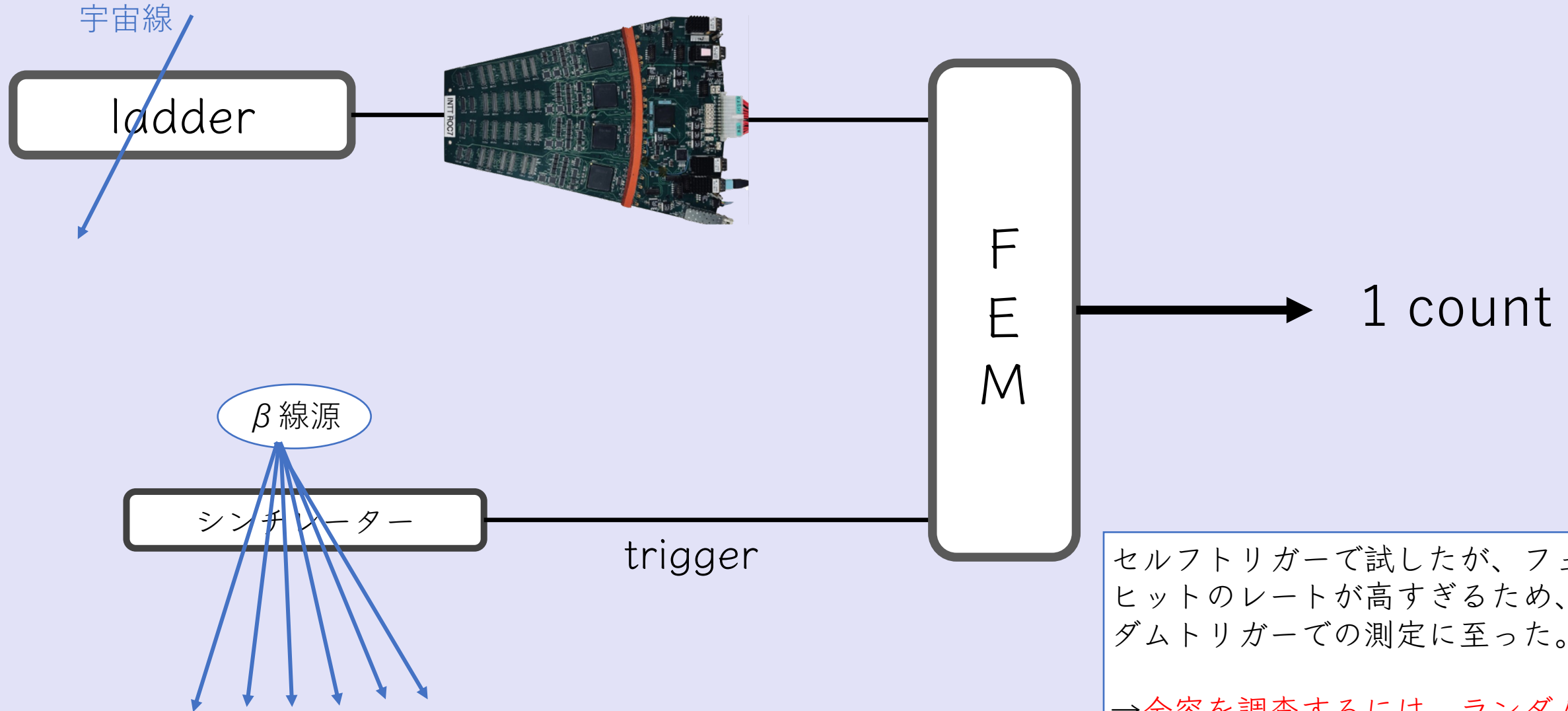
A2,A3port がシリアルライザを交換したportで、A1portにラダーを繋ぎ、データを測定した。



$$Fakehit_fraction = \frac{\text{Hits other than the port to which it is connected}}{\text{Total hits}}$$

Fake Hit Features

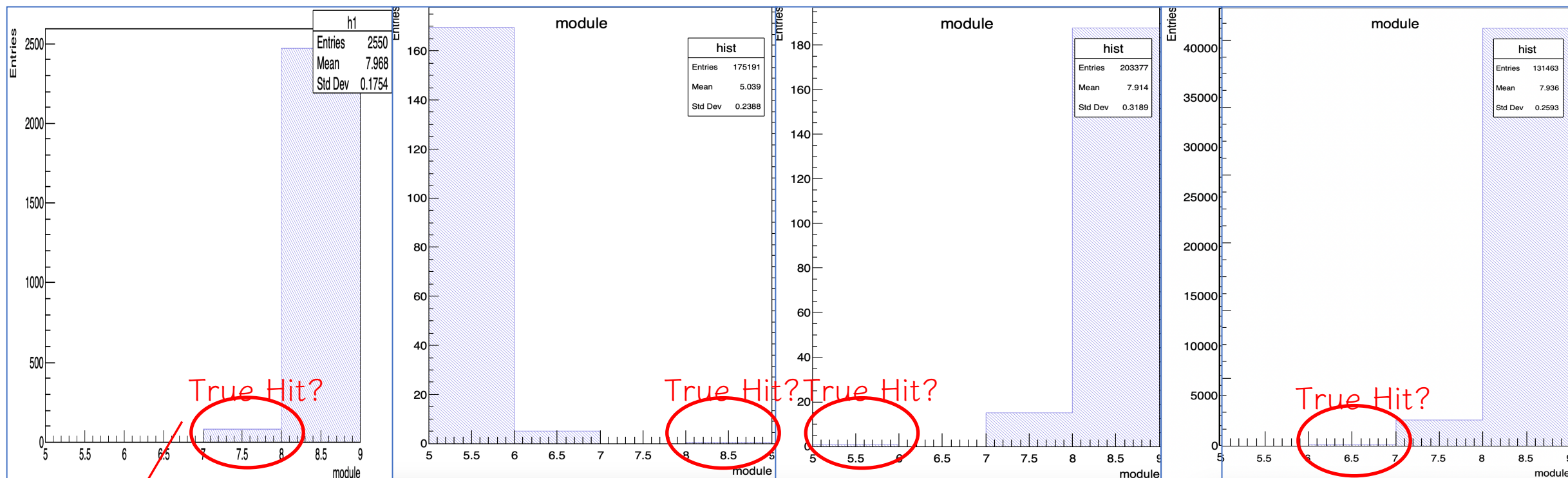
ランダムトリガーでの測定



セルフトリガーで試したが、フェイクヒットのレートが高すぎるため、ランダムトリガーでの測定に至った。

→ 全容を調査するには、ランダムトリガーしかない？

Fake Hit (not ladder port)のデータ量



Connected A0 port

A1 port

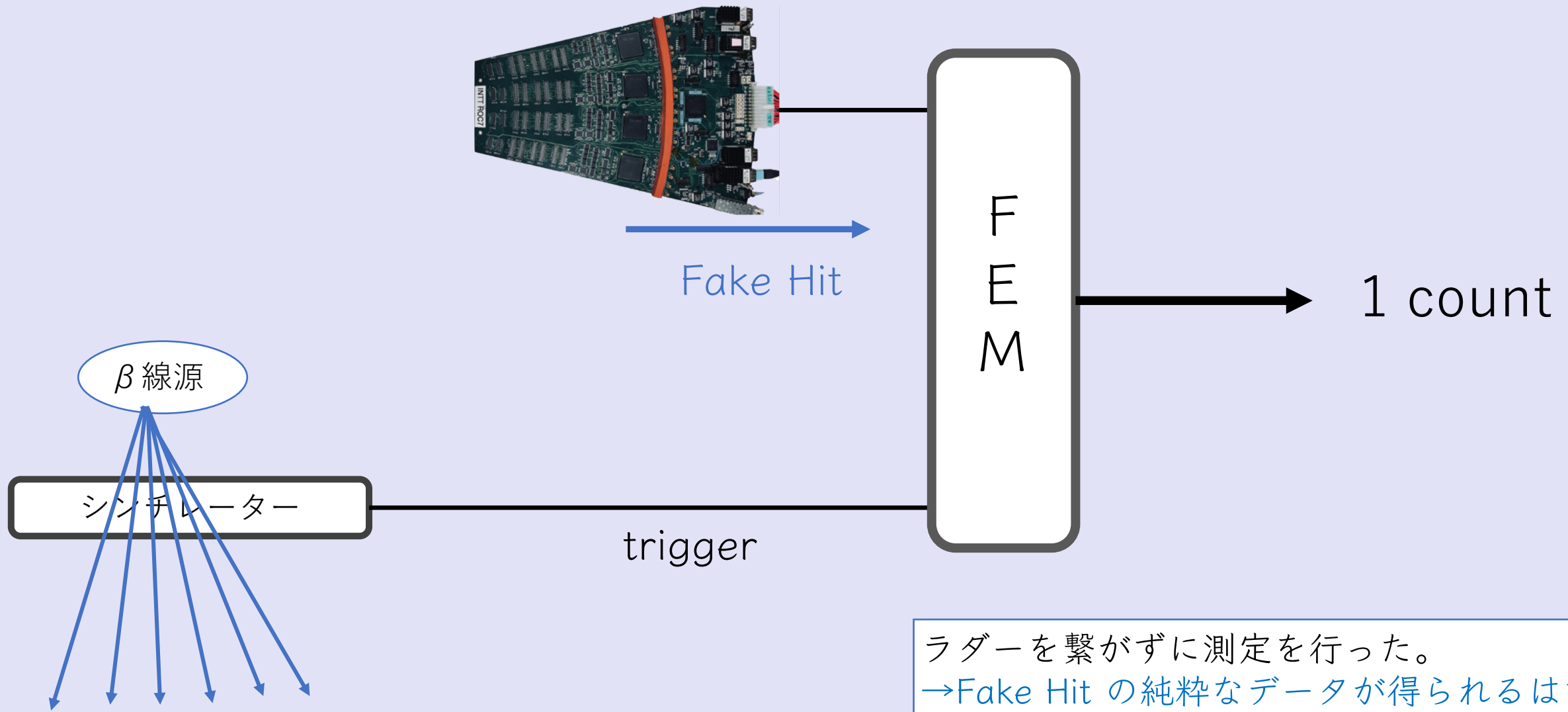
A2 port

A3 port

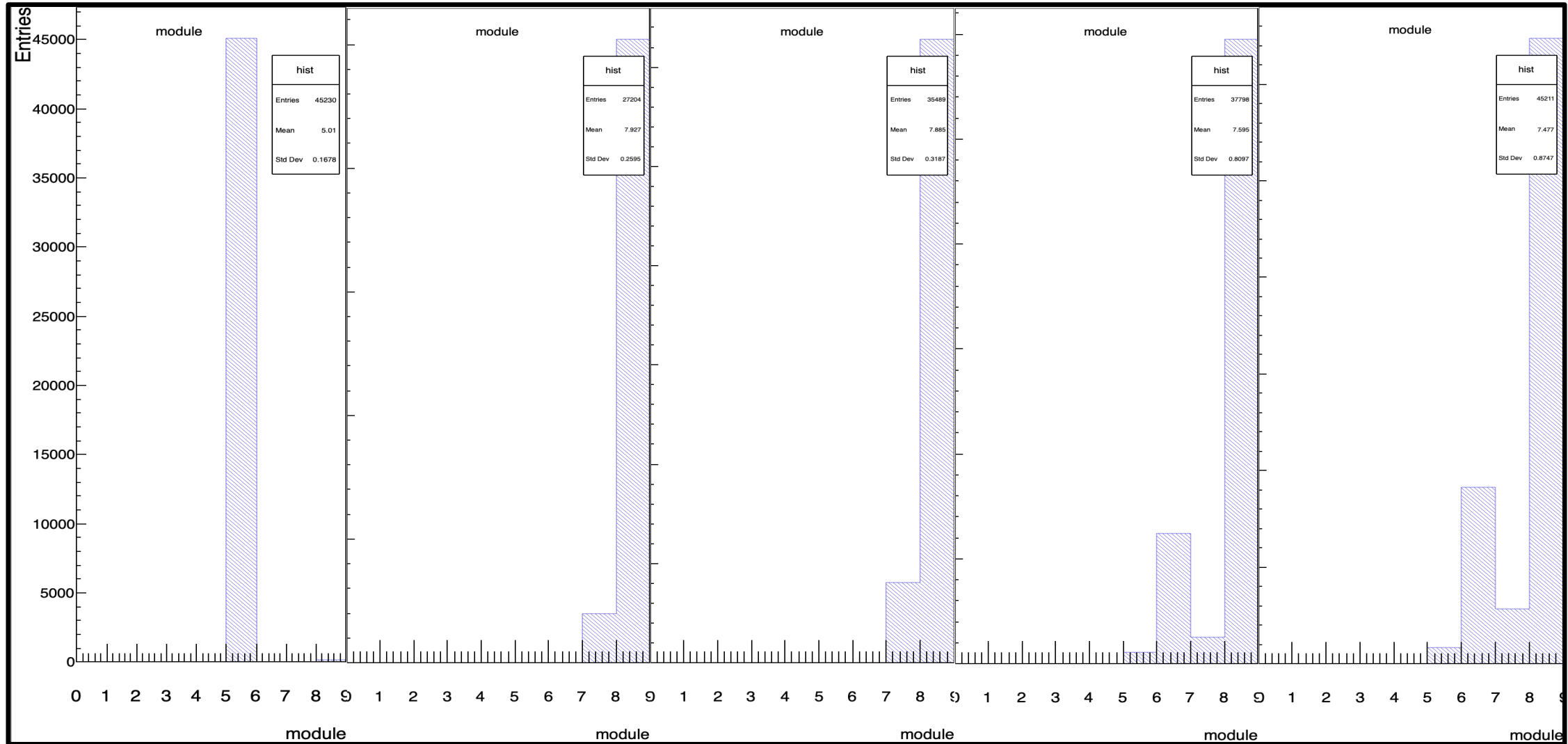
以前までFake Hitの定義は空きポートからくるデータのみを指していたが、ラダーポートにも混入している可能性があるため、定義を考え直す必要がある。

Calibration test でやるときと異なり、実データに比べ、多くのFake Hitが入ってくる。

ランダムトリガーでの測定

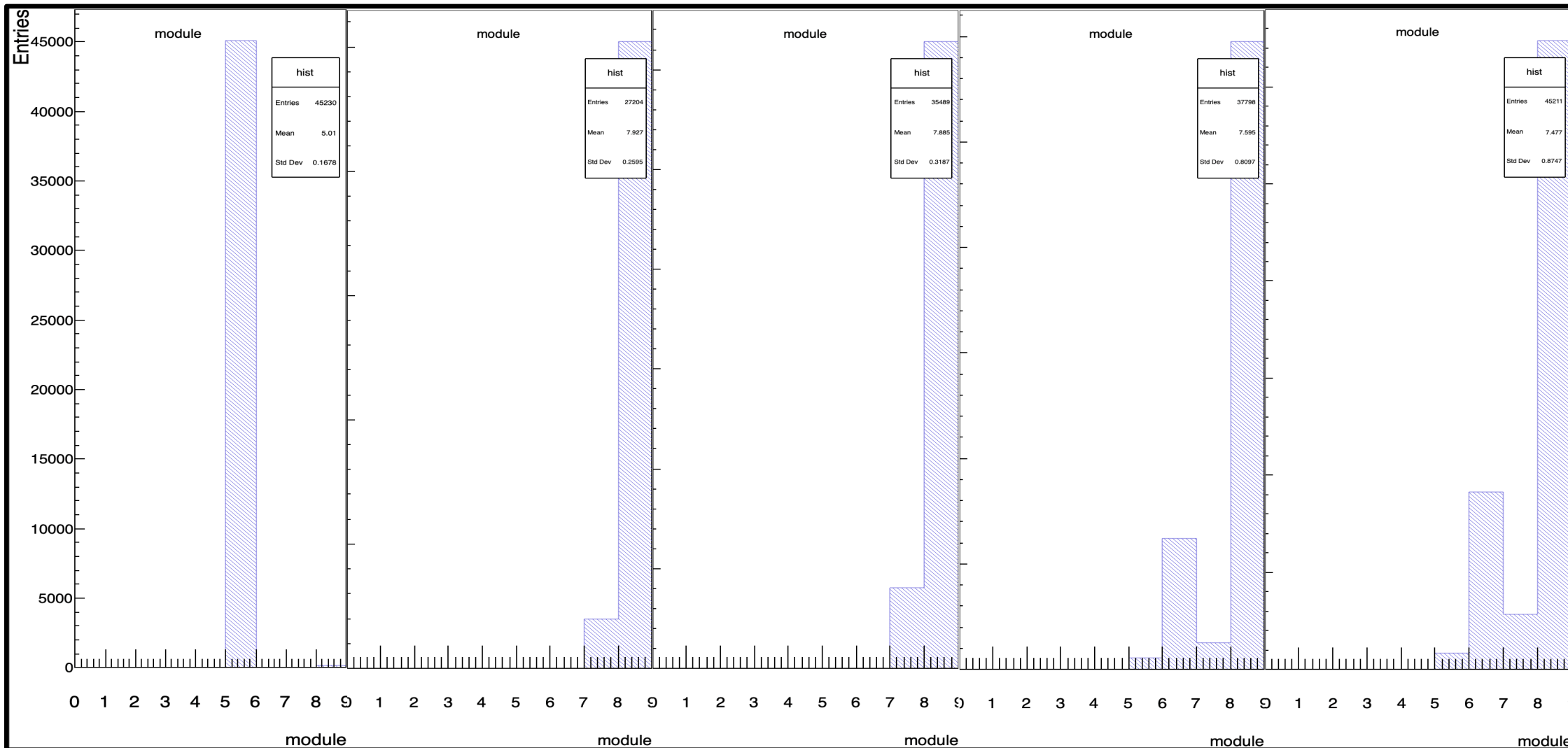


フェイクヒットの観測



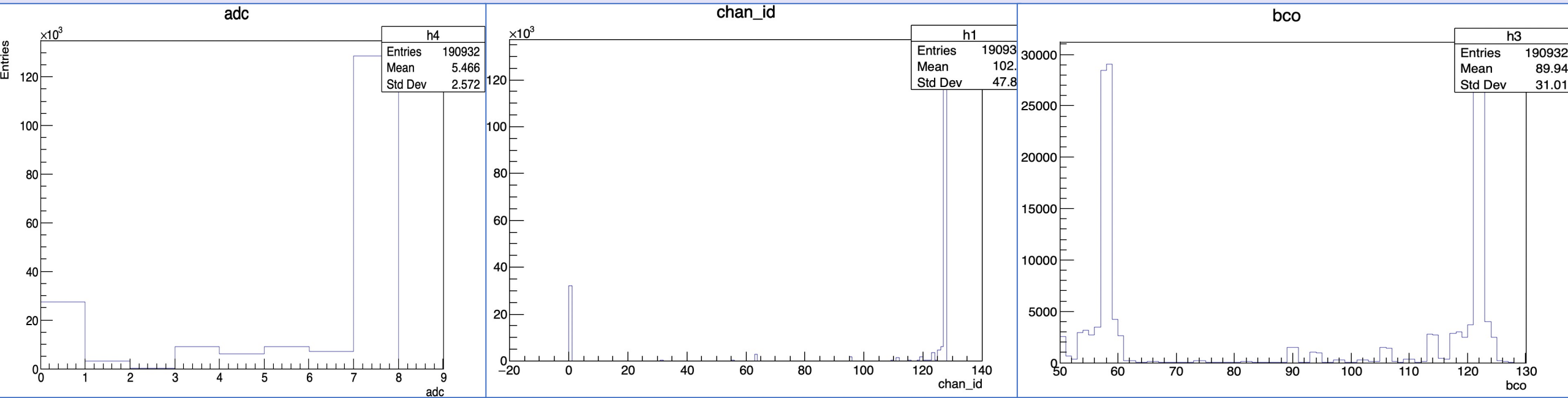
理研のセットアップから、ROCからFEMへ
module0~4データが伝送されないことから、
FEMが問題ではないことがわかる。

フェイクヒットの観測



また、測定結果より、module=8で多く、module=5で発生するときもあるが、そのときは基本的にはmodule=8では観測されない。

Fake Hit Features(without ladder)



ピーク

ADC→8

Channel→127

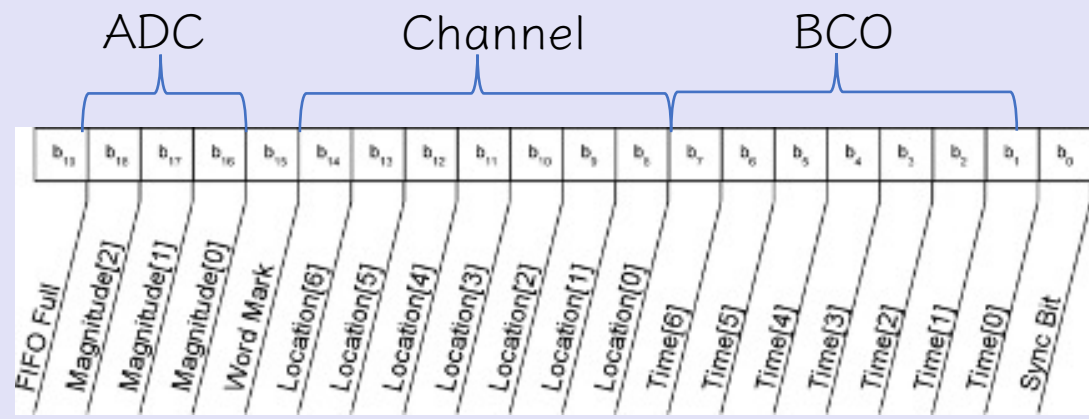
BCO→ 57, 58,
121, 122

2進数に

111

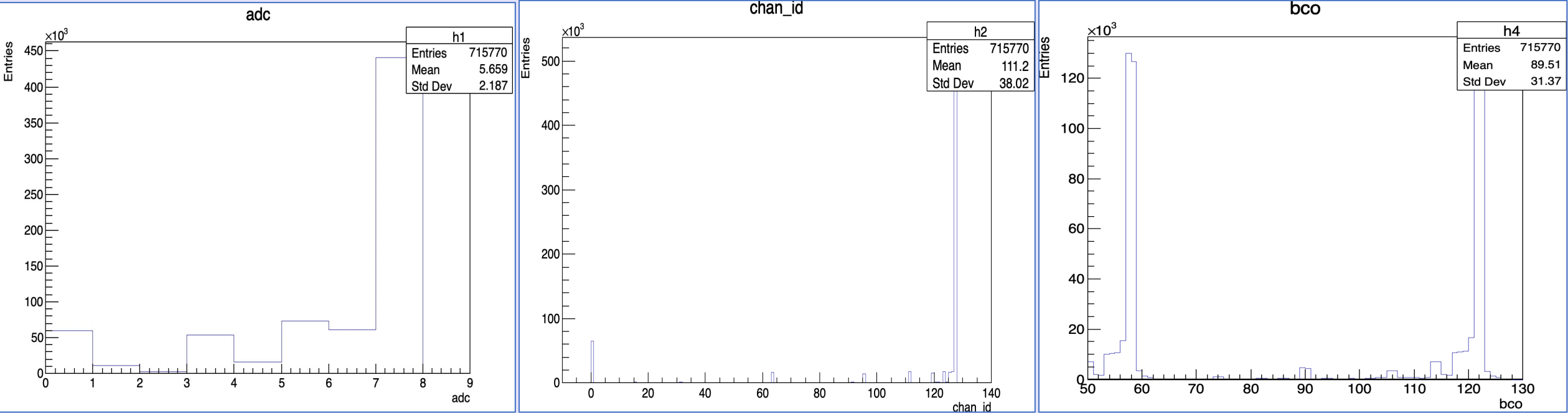
1111111

0111001, 0111010
1111001, 1111010



フェイクヒットは固有の信号？

Fake Hit Features(with ladder)



ピーク

ADC→8

Channel→127

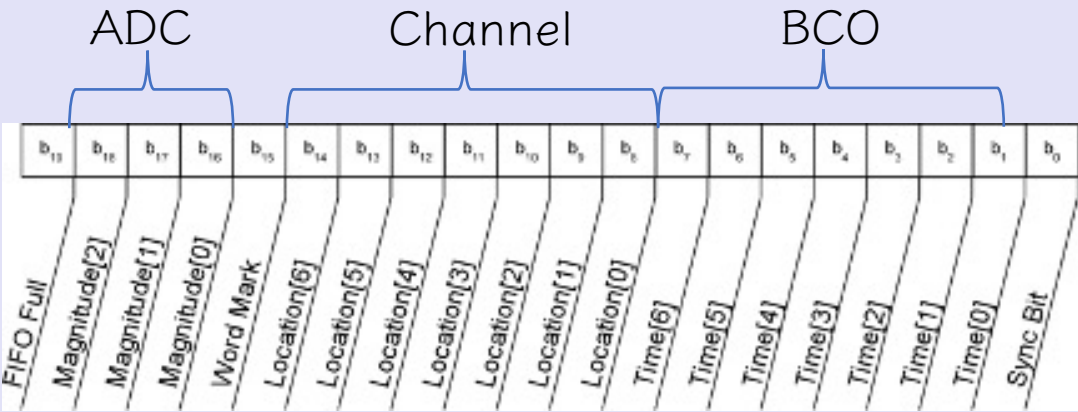
BCO→ 57, 58,
121, 122

2進数に

111

1111111

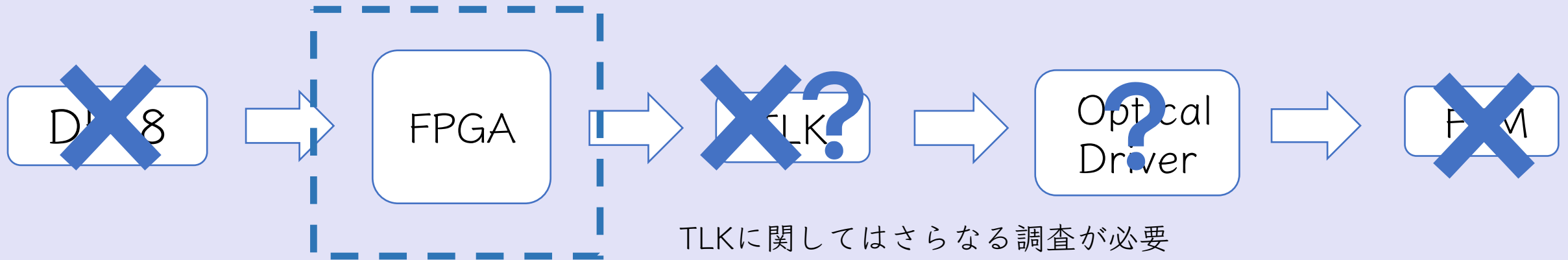
0111001, 0111010
1111001, 1111010



ラダー有り、無しに関わらず同じピークが得られたため、Fake Hitの特徴である可能性が高い。

データの伝送順路

今のところ一番怪しい



Conclusion

三つのターミネータの試作品やTLKの交換では Fake Hitをなくすことはできなかった。

しかし、Fake Hitを解析したところ特徴が掴めてきた。

Next Step

さらなるFake Hitの解析と、ROC内部の調査を中心に行っていきたい。