

ATLAS実験における高速トラッキング ングトリガーシステムの開発

木村直樹, 鎌塚翔平, 千葉英誉,
飯澤知弥, 大矢章晴, 寄田浩平,
早大理工, 他 ATLAS-FTK group

高速トラッキングトリガー (FTK)

今後、瞬間ルミノシティはどんどん上がる。
解析できるデータが増える。

pileup が増え、トリガーが困難。

✓ トリガー閾値上げる。

✓ プリスケールする。

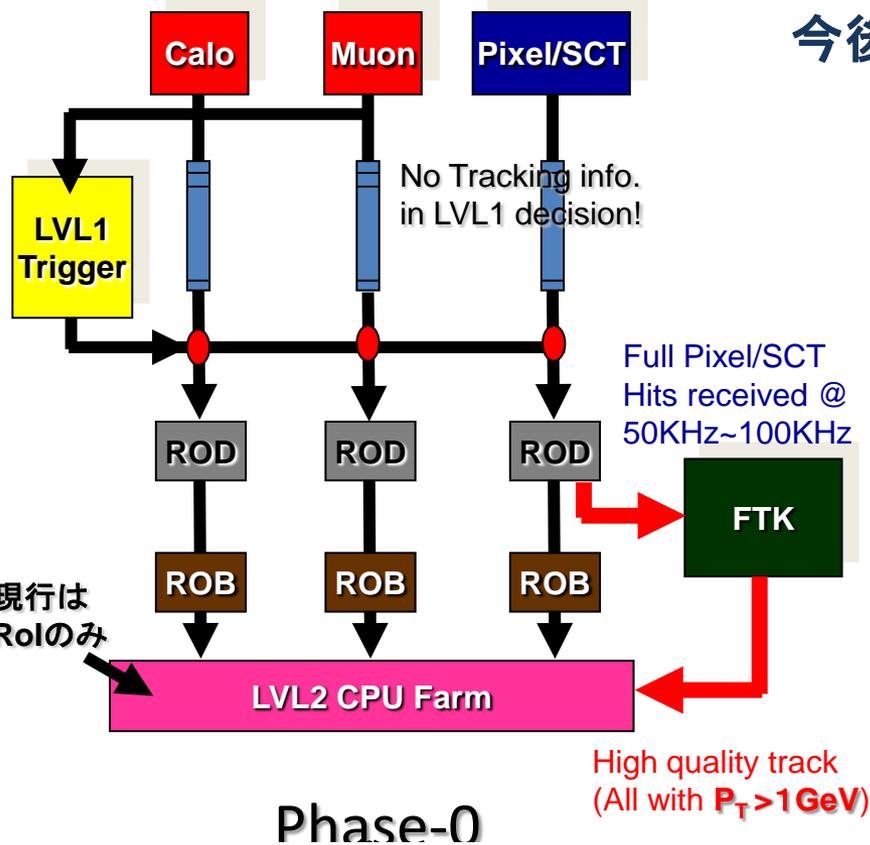
LVL2に素早くトラック情報を提供することによってよりよいトリガーシステムを構築するのがFTKの目的！

- インパクトパラメータから b-jet をより分ける。
 - トラック数の情報など から τ 粒子をより分ける。
 - トラックアイソレーションからフェイクレプトンの分別。
- などなど

Phase-0

Phase-I

Phase-II



FTKは、LVL1が鳴った1GeV以上の全てのトラックの、Pt Eta Phi D0 Z0 を LVL2 へ提供します。トリガー時点で使える情報が増えます。さあより良い効率でデータを取得しましょう²。

FTKの動作原理(1) **スピードと精度!**

～パターン認識 (Hit→Road)～

検出器

1	2	3
4	5	6
7	8	9

LAMB, AM Chip 1

1	2 ✓	3 ✓
4 ✓	5	6 ✓
7 ✓	8	9 ✓

LAMB, AM Chip 2

1	2 ✓	3 ✓
5	6 ✓	5
8	9 ✓	8

LAMB, AM Chip 3

2 ✓	1	3 ✓
4 ✓	5	5
7 ✓	9 ✓	7 ✓

LAMB, AM Chip 4

1	2 ✓	3 ✓
5	6 ✓	5
7 ✓	8	9 ✓

hit

2	3	4	6	7	9
---	---	---	---	---	---

Bingo!

Fake Bingo!

Bingo!

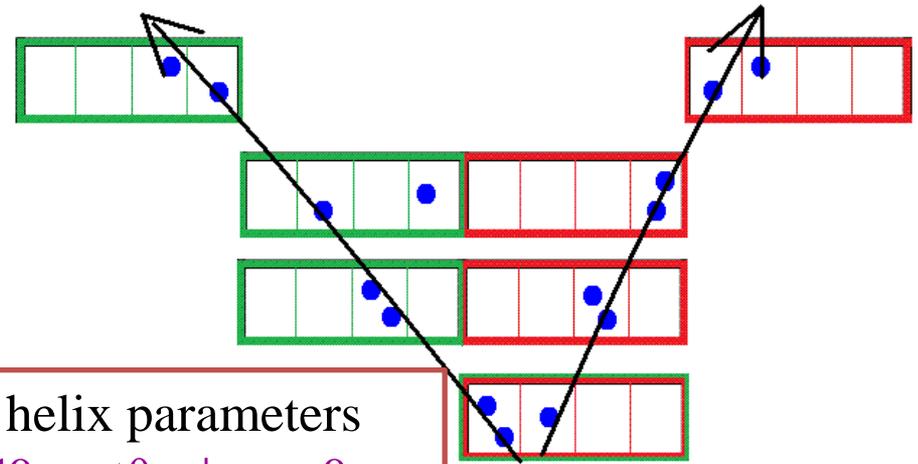
Road output

FTKの動作原理(2) スピードと精度！

～トラックフィット(Road→Track)～

□ 線形近似:

(トラックを直線とするわけではありません！)



$$\tilde{p}_i = \sum_{l=1}^N C_{il} x_l + q_i$$

定数

パラメータ

\tilde{p}_i : 観測されるTrack Parameter (i=0~4)

5 helix parameters
 $d_0, \cot\theta, \phi, c, z_0$

x_i : Hitの座標

\vec{C}_i, q_i : 定数項

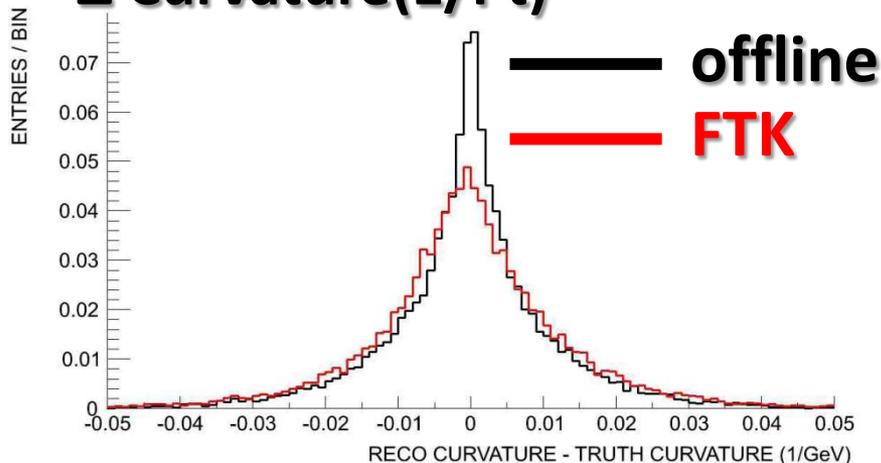
定数項を各パターン(各トラック)毎にあらかじめ準備しておき、
即座にトラックパラメータを計算(1track/ns)する。
真の値とのずれにより χ^2 乗も定義できるため、質を評価できる。

最終的に～25 μsec でトラック情報を出力可能！

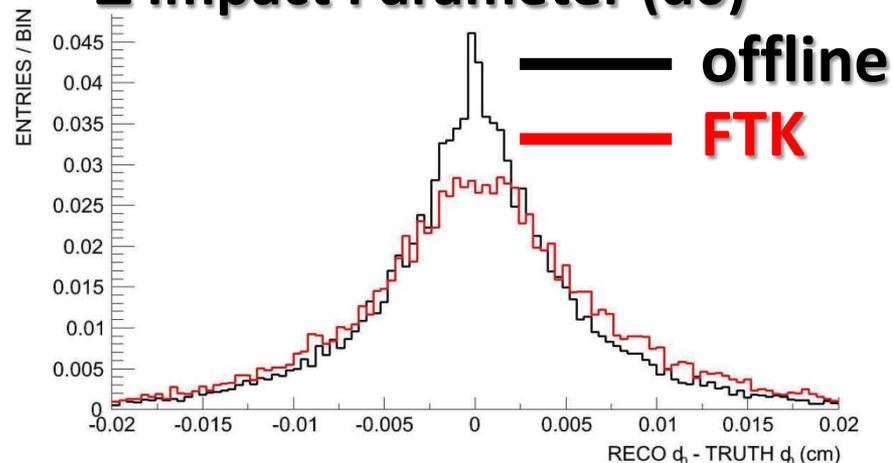
$L=3 \times 10^{34}$

FTK パフォーマンス (Reco-Truth)

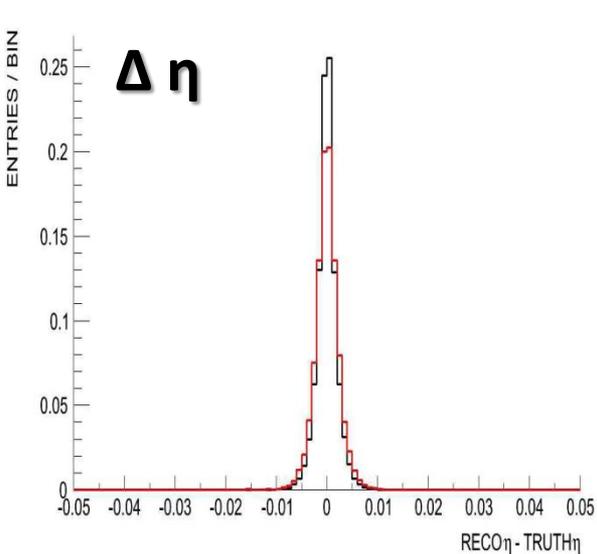
Δ Curvature(1/Pt)



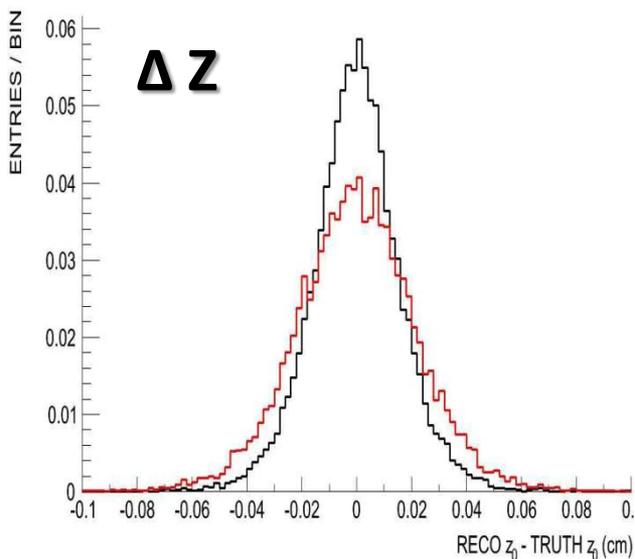
Δ Impact Parameter (d0)



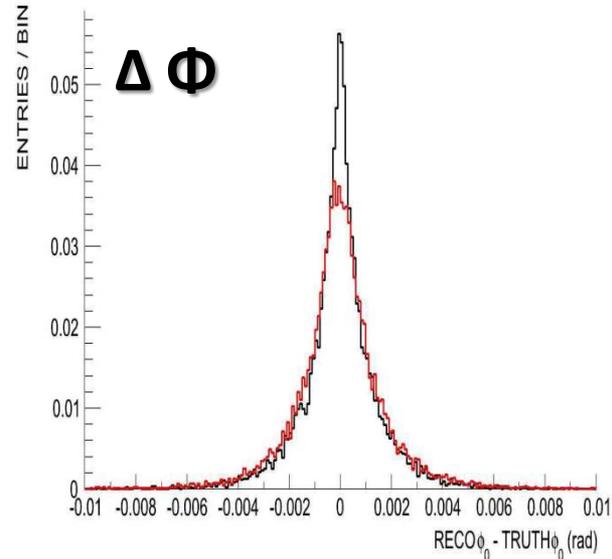
$\Delta \eta$



ΔZ

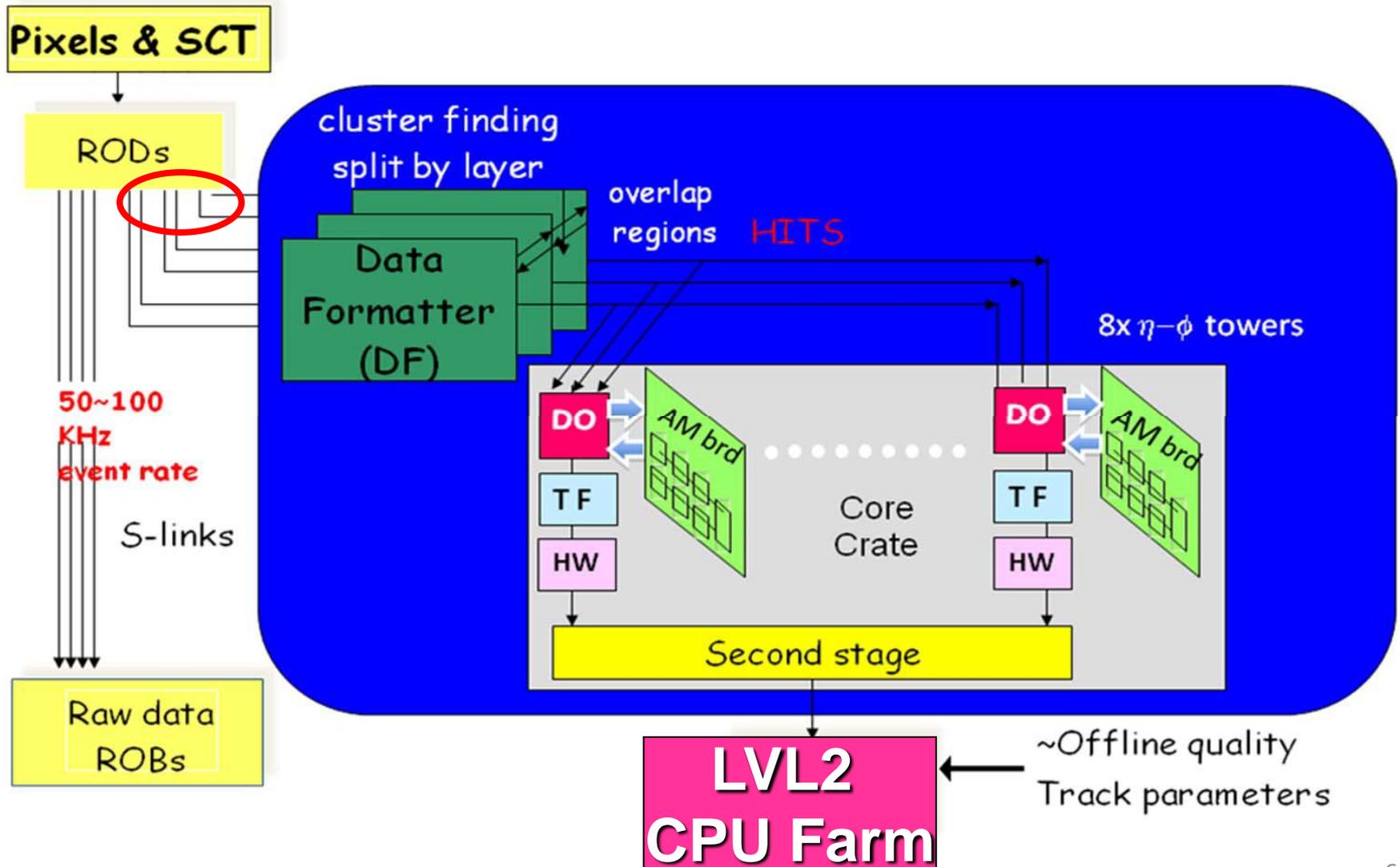


$\Delta \Phi$



この精度の情報がLVL2で仕様可能！

FTK システムの開発状況



現状 Dual HOLA

SCT & Pixel のRODの出力(S-Link)をFTK用に2つに増やす。

2012年3月 現在 (4月予定)

挿入-検査 済み

Pixel 8(16) ROD

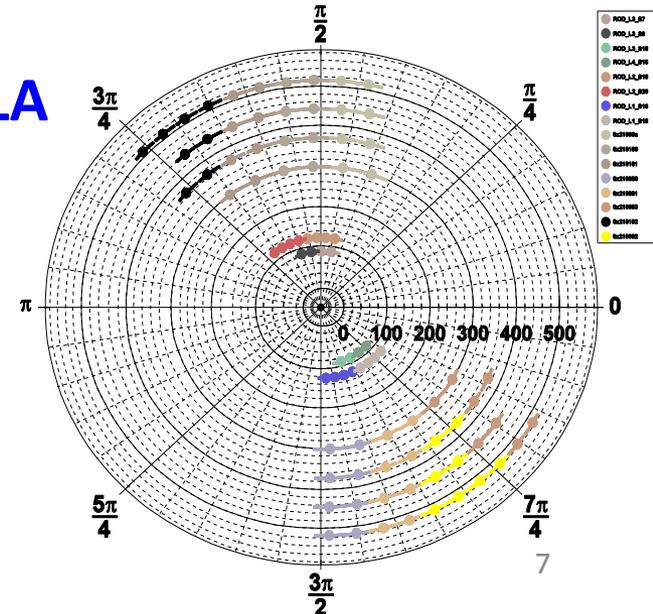
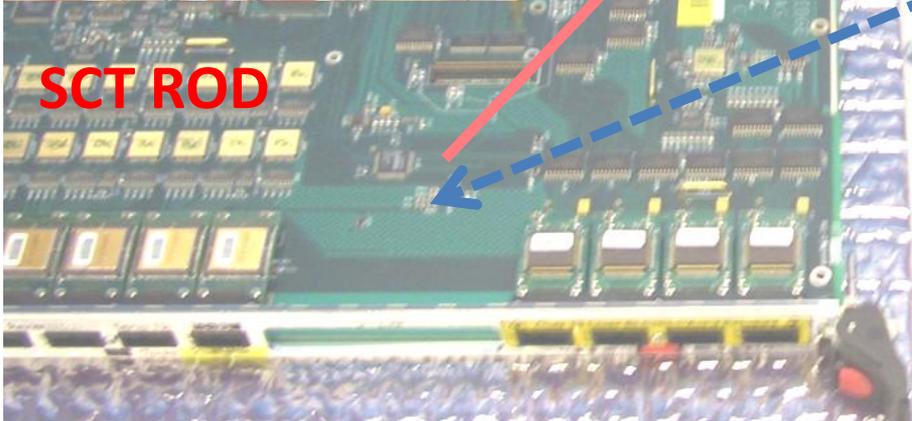
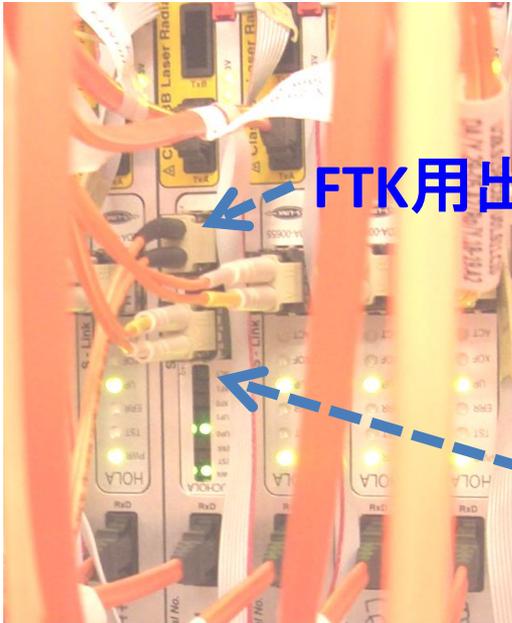
SCT 16 ROD

FTK用出力

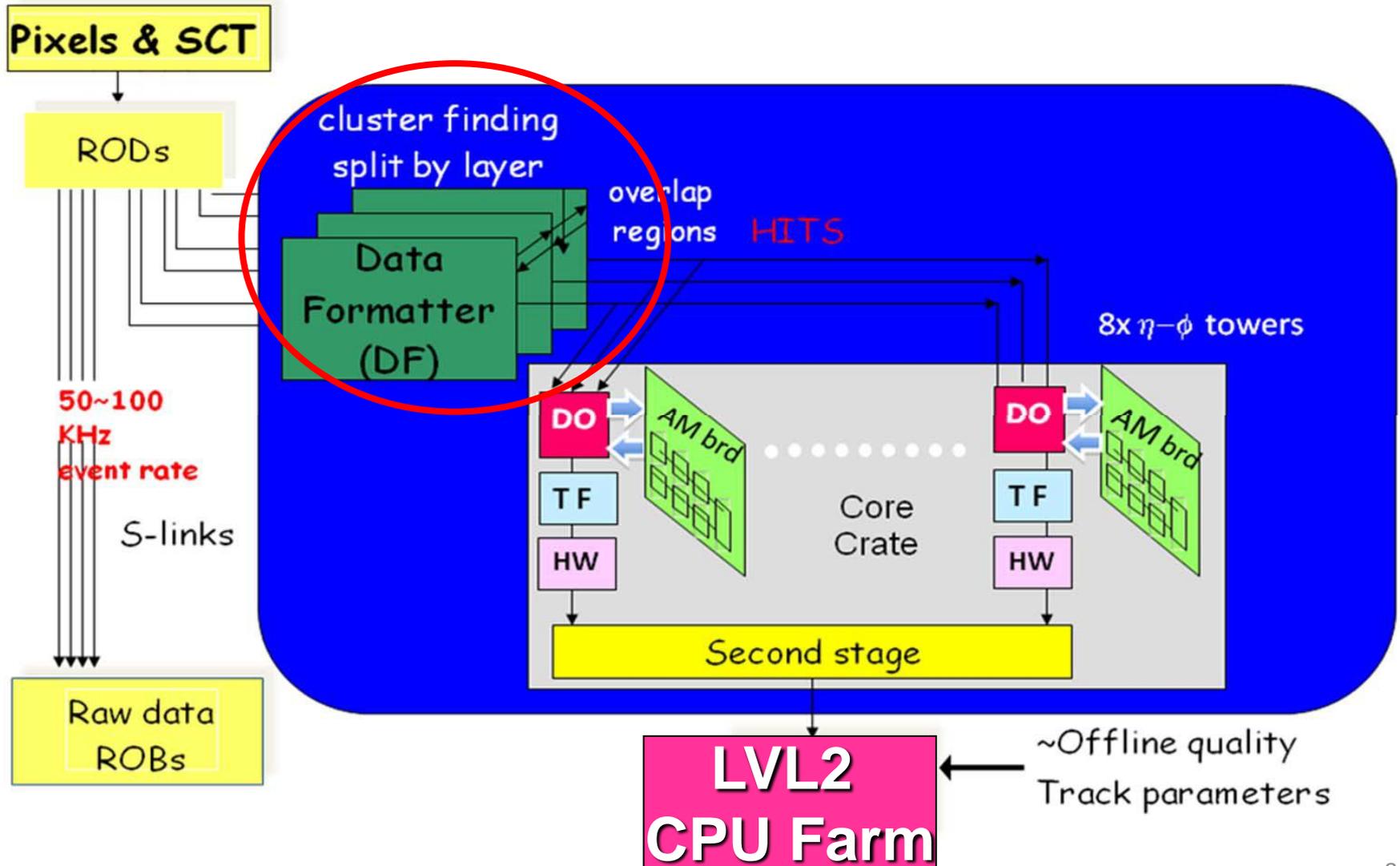
旧HOLA

新 dual HOLA

SCT ROD

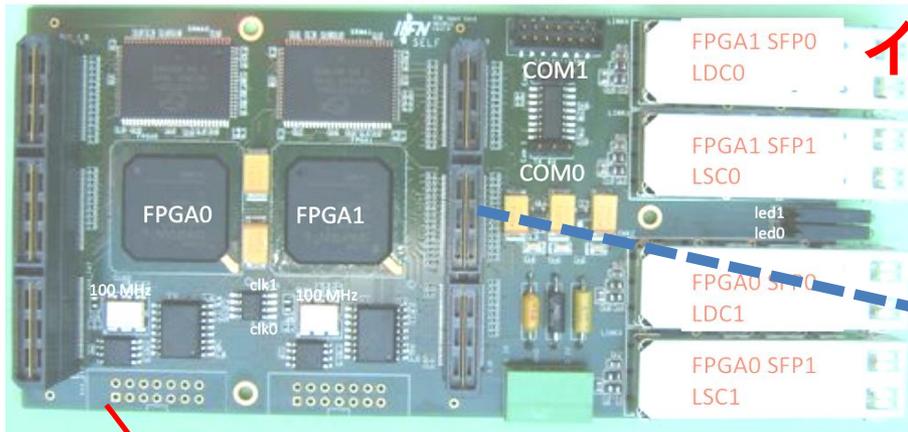


FTK システム



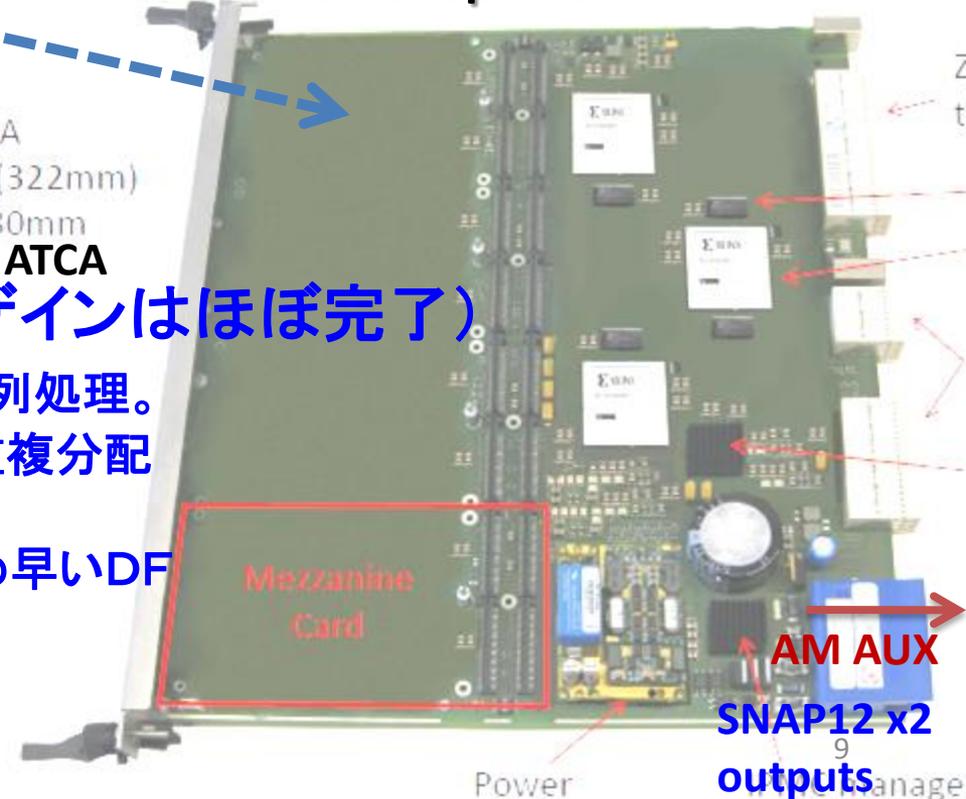
現状 Data Formatter (DF)

SCT & Pixel の出力を受け取りクラスタリング-分配を行う。



インプット Mezzanine (テスト用数枚)
クラスタリングを行う

PhotoShop Hack



ATCA
8U (322mm)
x 280mm

DF (ボードデザインはほぼ完了)

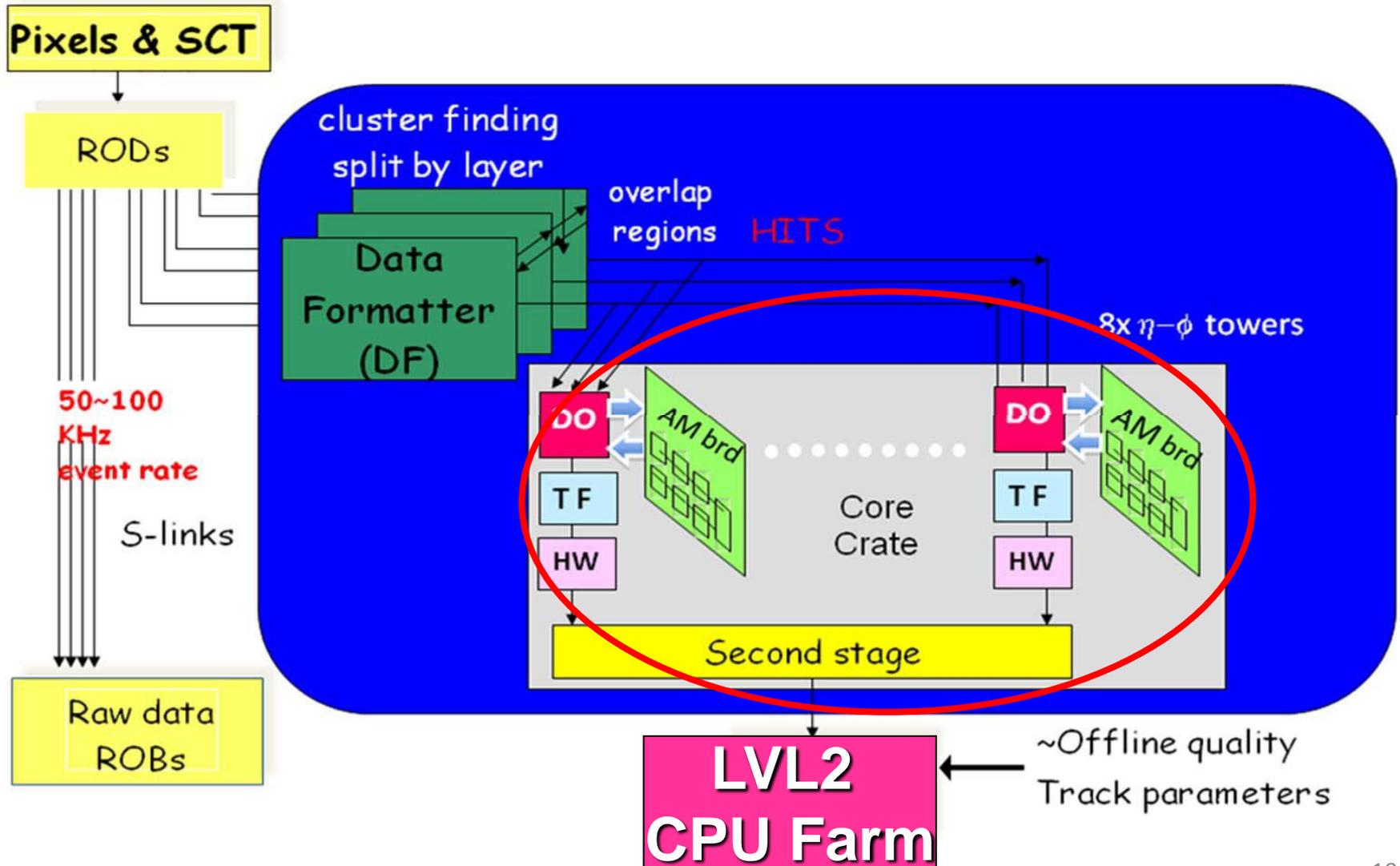
全ての処理は区画ごとに並列処理。
トラックの曲率からヒットは重複分配
される。

各DFでヒットを共有するため早いDF
間での早い処理が必要

(fine-mesh (star)構造) **ATCA を採用!**

AM AUX
SNAP12 x2
outputs

FTK システム



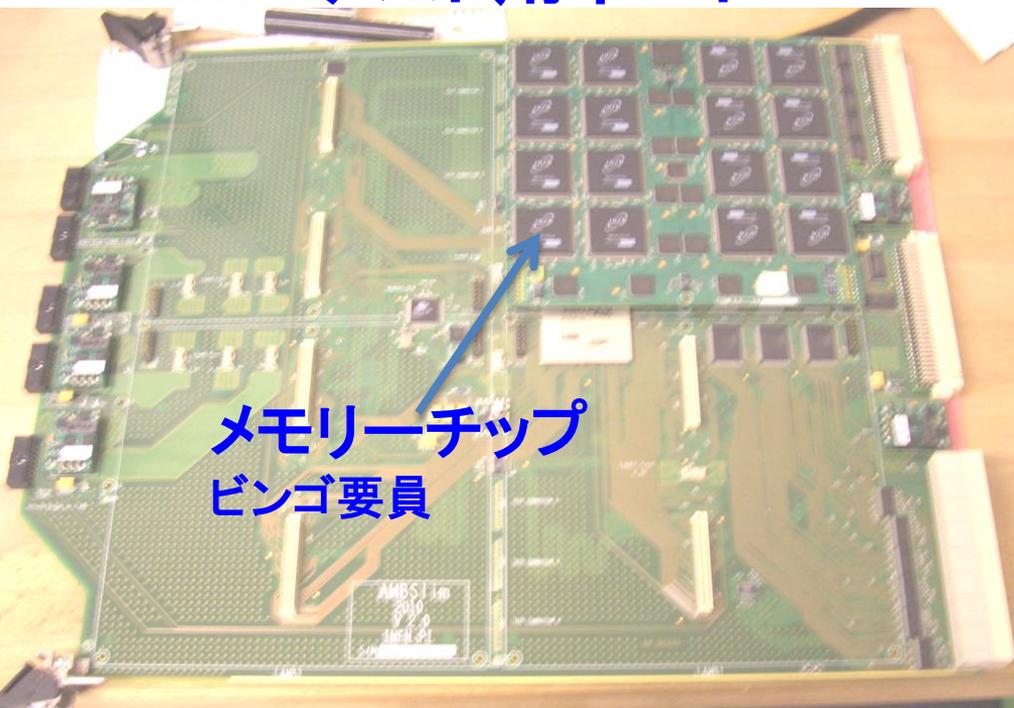
現状 Associative Memory と Track Fitter

原理で話したパターン認識とトラックフィットを行う。

AM ボードについては順次増強改良予定。

- 新しいメモリーチップが到着。
- ボード上でのデータ転送もシリアルライズ。
- AUX とはLVDS でデータ転送。

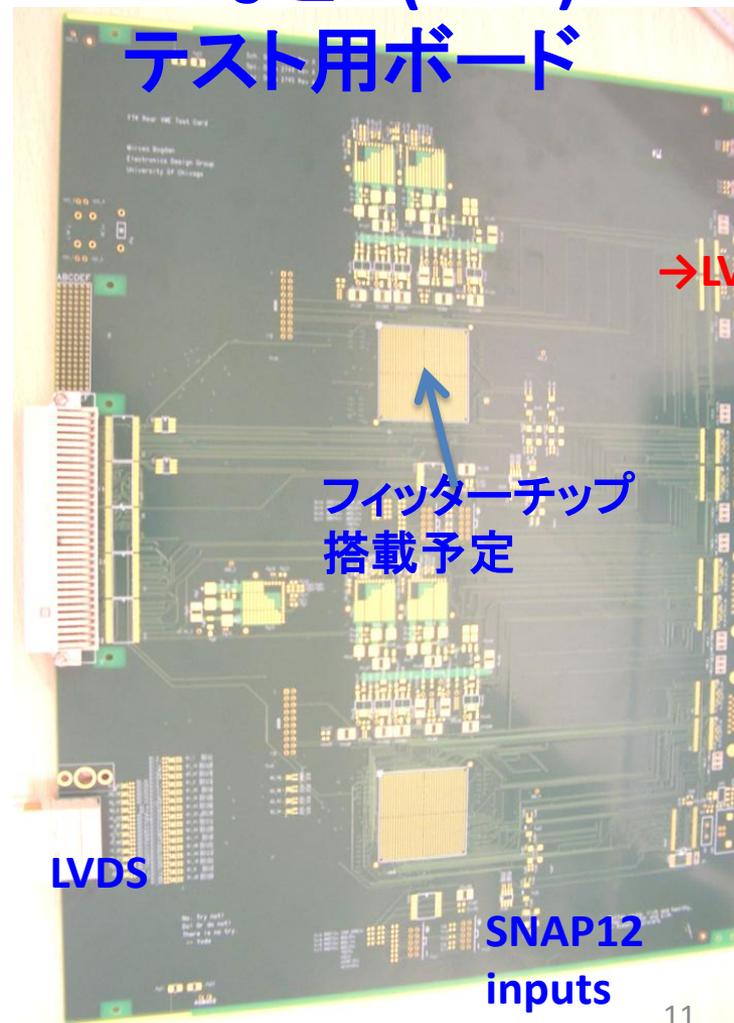
AM テスト用ボード



メモリーチップ
ビンゴ要員

VME
J2

TF など (AUX) テスト用ボード



→LVL2

フィッターチップ
搭載予定

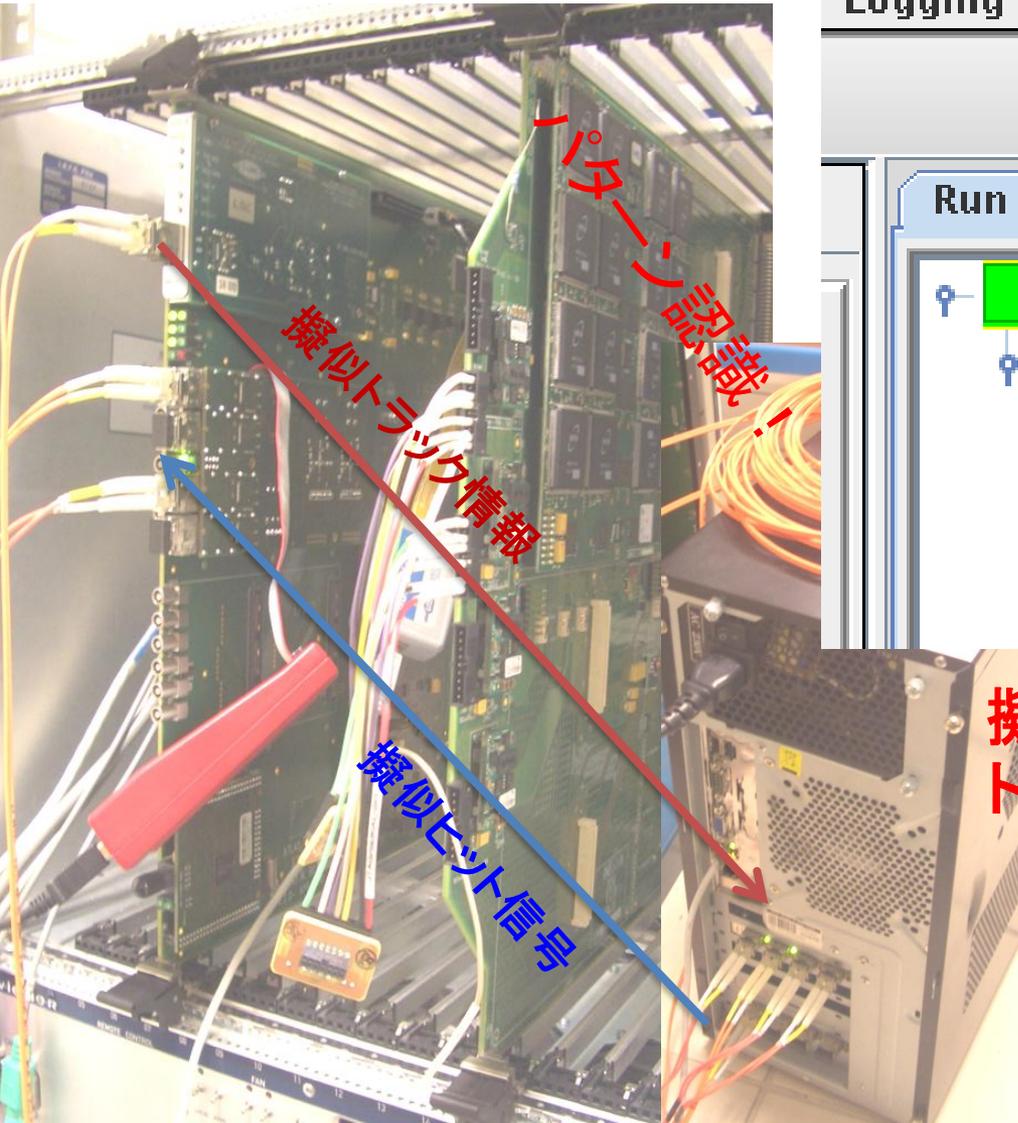
LVDS

SNAP12
inputs

まだ色々変更点はある。

Vertical slice test

全てのボードがそろってからテストでは遅い！ ある物だけでも走らせ順次増強入れ替えする。



Logging Level Help

TDAQ Run Control での TEST

Run Control Segments & Resources Dataset T

♀	RUNNING	RootController
♀	RUNNING	FTK
	RUNNING	FTK-MasterTrigger
	RUNNING	FTK-RCD
	RUNNING	ROS-Robin

擬似ヒットからパターン認識されたトラックを出力することは成功！

予定:

- リアルデータを取得！
- 完成したボードを挿入！

まとめ

- ✓ FTKは、LVL1が鳴ったイベントの1GeV以上全トラックの、Pt Eta Phi D0 Z0 を LVL2 へ提供します。
- ✓ 次のデータ取得に向けて小規模のテストシステムを構築中。
- ✓ 開発は順調に進行中。
- ✓ 2014年に中央領域のインストールを予定。

