

FTBLを用いた
原子炉ニュートリノ実験
宇宙線飛跡検出器の性能測定

東京工業大学

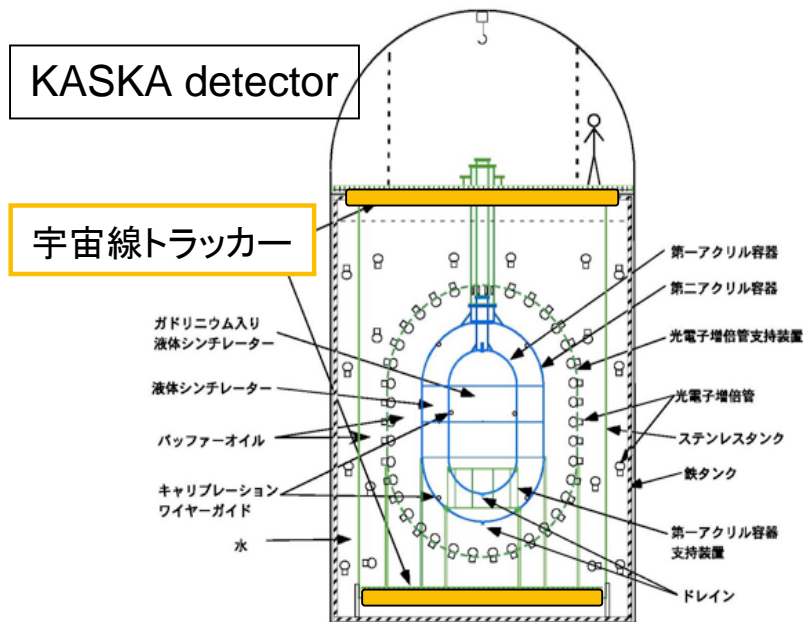
田中浩基 松原綱之

前田順平 久世正弘

KASKA / Double Chooz - Japan

ビームテストの動機

KASKA / D-Chooz - Japan 原子炉ニュートリノ検出による振動角 θ_{13} の精密測定



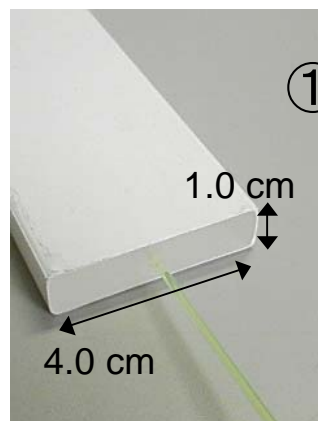
宇宙線飛跡検出器

- 宇宙線通過時のVETO
- スパレーションバックグラウンドの見積もり

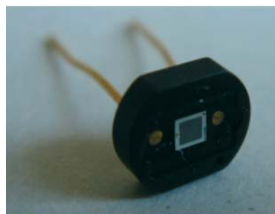


- 高い検出効率
- 数cmの位置分解能
- (長期安定性)

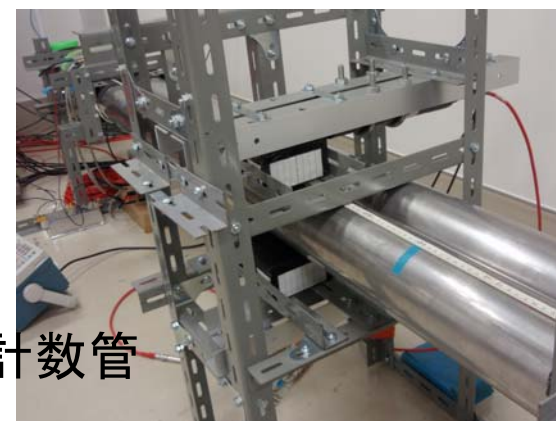
FTBLを用いてトラッカー候補の性能試験を行う



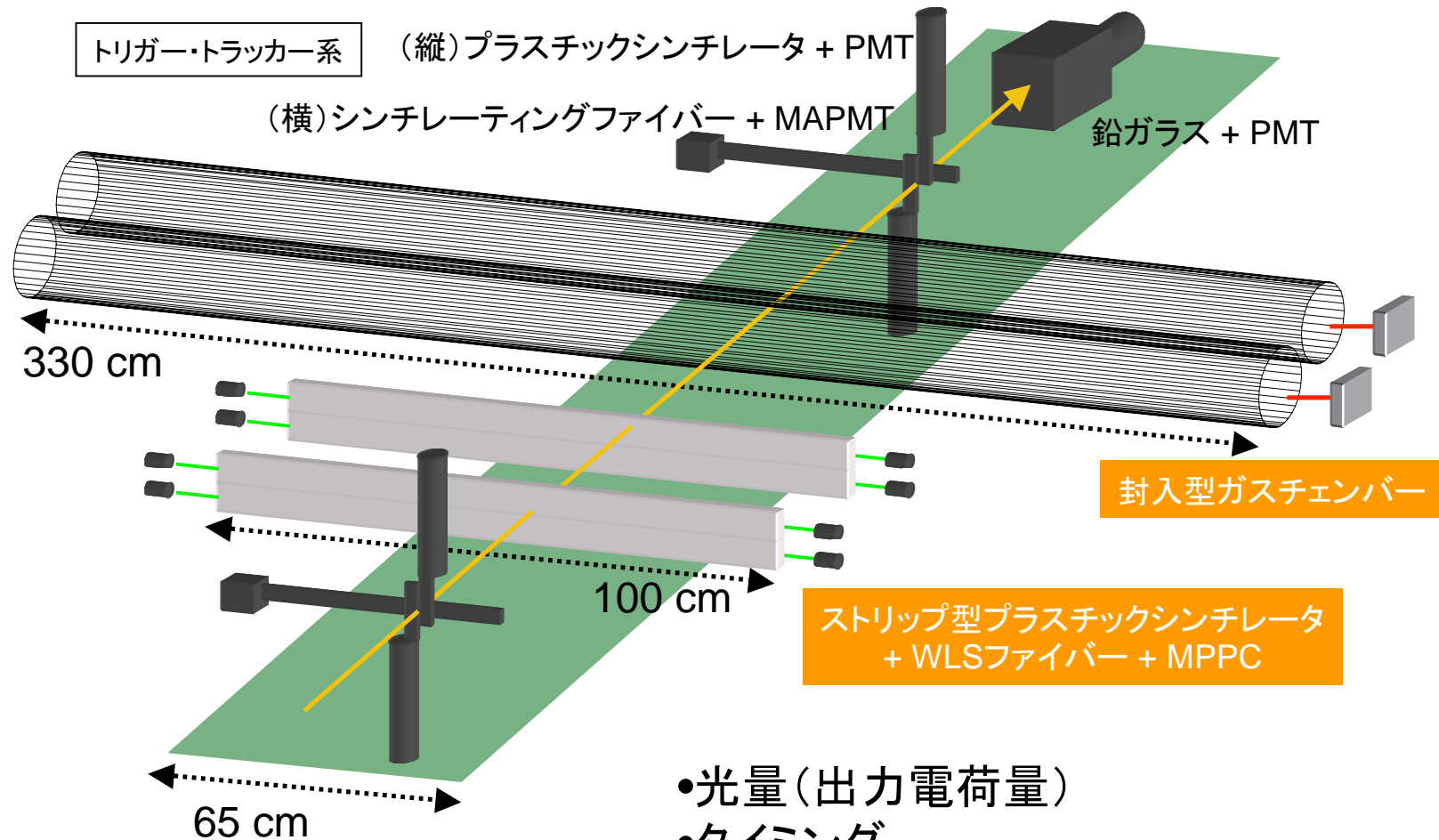
① ストリップ型プラスチックシンチレータ + WLSファイバー + MPPC



② ガス封入型比例計数管



Detector配置



- 光量(出力電荷量)
 - タイミング
 - 検出効率
- 入射位置(角度)依存性を調べる。

要望等

①物品使用

可動台、鉛ガラス、ケーブル、クレーン、ラック、etc、、、
使用可能物品があれば、使わせて頂きます。
後日まとめて確認致します。

②ビームテストへの参加

3月10日(月)～3月16日(日)の予定。

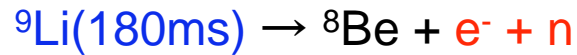
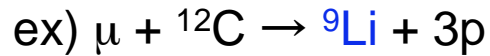
参加希望の方(学生)がいらっしゃいましたら大歓迎です。
いつでも御連絡下さい。

KASKA / Double Chooz - Japan の参加大学にも呼びかけています。
(東北大、新潟大、首都大学東京、神戸大、等)

バックアップ

スパレーションバックグラウンド

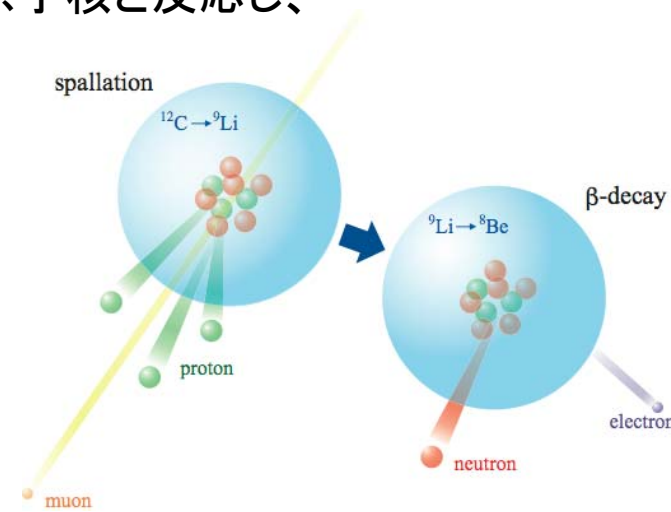
宇宙線(ミューオン)が液体シンチレータ中の原子核と反応し、放射性同位体を生成する



Correlated BKG

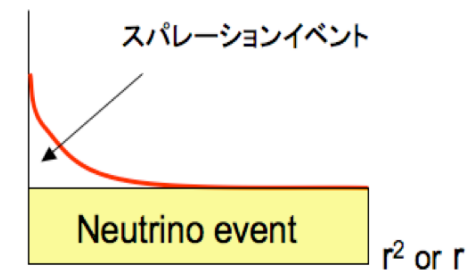
Gd に関しては、断面積などが分かっていない

Isotope	Half-life
${}^{11}\text{C}$	20.4 ms
${}^8\text{Be}$	0.77 s
${}^9\text{C}$	0.13 s
${}^6\text{He}$	0.81 s
${}^8\text{Li}$	0.84 s
${}^{11}\text{Be}$	13.8 s
${}^{10}\text{C}$	19.2 s
${}^7\text{Be}$	53.3 d
${}^9\text{Li}$	0.18 s
${}^8\text{He}$	0.12 s

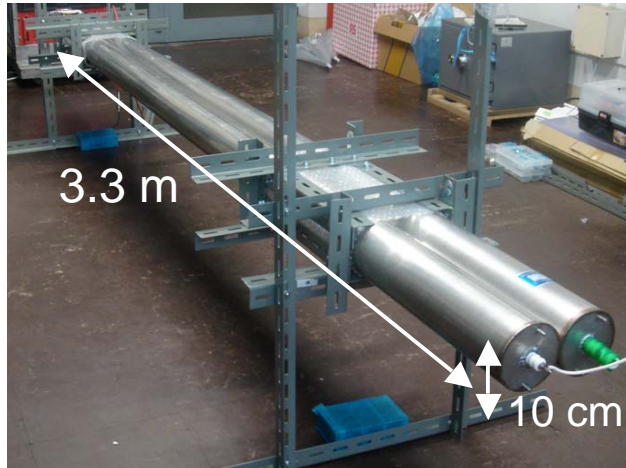


半減期が長いため、宇宙船が通過してからの VETO (~1ms) ではカバーできない

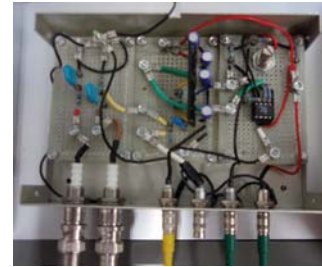
飛跡を検出して、ニュートリノイベントとの空間的相対位置を用いてスパレーションBKGを見積もる



ガス封入型比例計数管



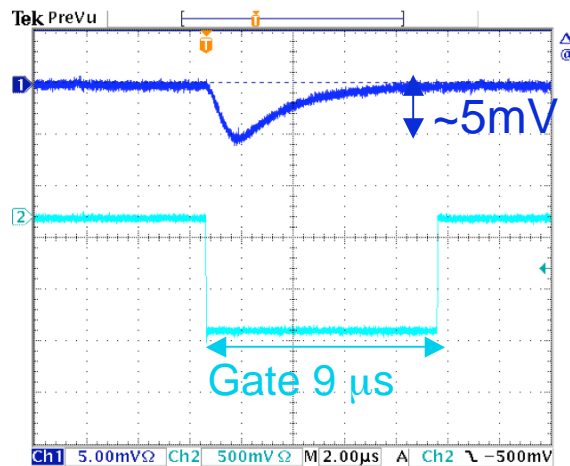
ガス封入型比例計数管 (CI工業製)
 形状 円筒型(Al) 長さ3.3m 直径10cm
 ワイヤー(W) 直径50 μ m
 ガス Ar : CH₄ = 9 : 1



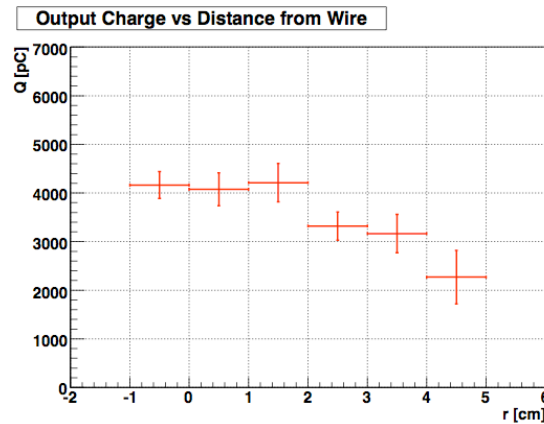
Front-End

- H.V. 供給
- シグナル整形増幅
- ノイズキャンセル

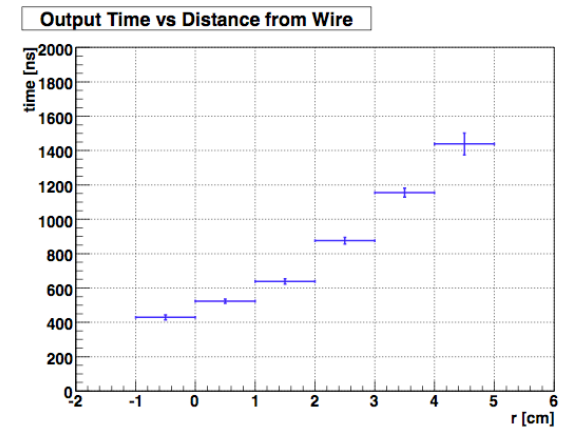
Chamberのシグナル(Front-End 通過後)



芯線からの距離と出力電荷量の関係

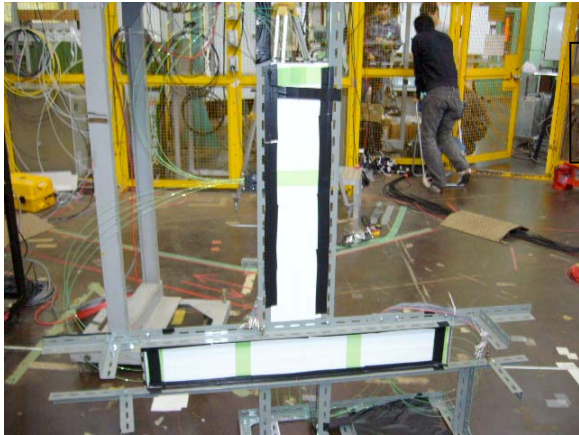


芯線からの距離と出力タイミングの関係



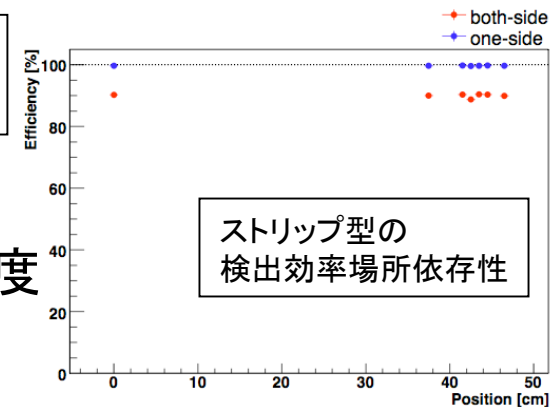
ストリップ型プラスチックシンチ

過去に行った『シンチレータ + WLSファイバー + MAPMT』でのビームテスト
光検出器の性能が飛跡検出器の性能に大きく依存。(H.18 前田順平修論)



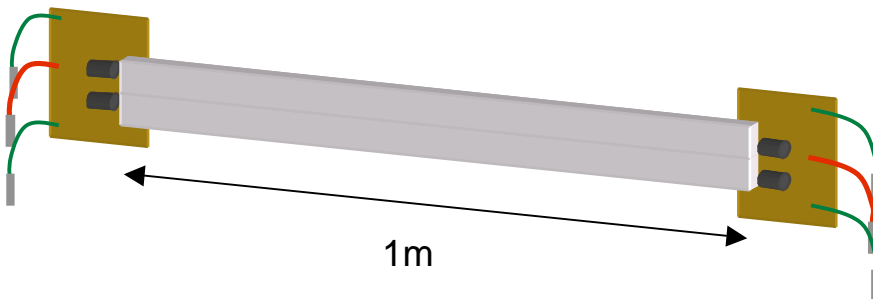
一昨年前、KEK-PSでの
MAPMTバージョンのビームテスト

- 検出効率 99 % 程度
- 位置分解能 数cm

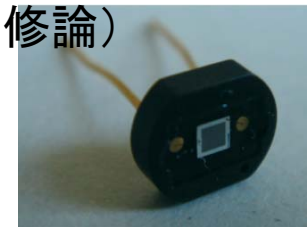


ストリップ型の
検出効率場所依存性

光検出器の性能が飛跡検出器の性能に大きく依存。(H.18 前田順平修論)
→MPPCを用いた場合の性能評価を行う。

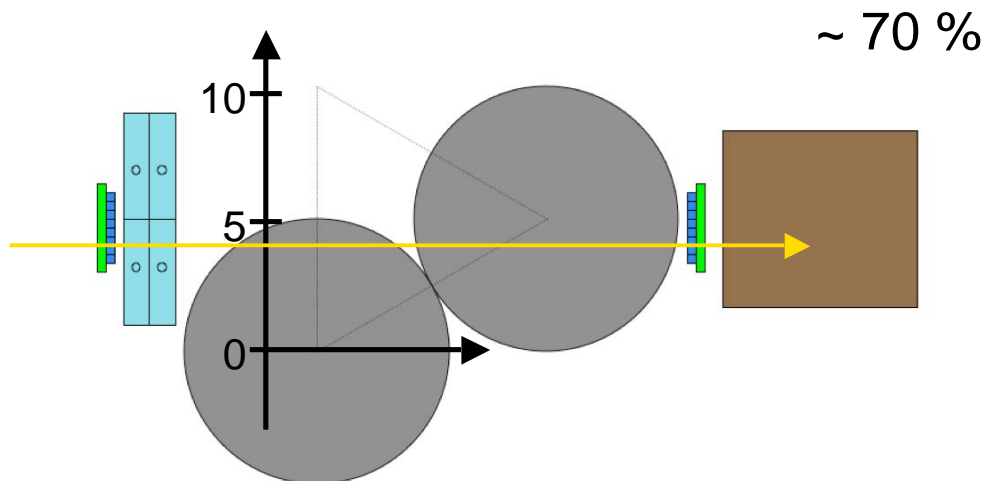


ストリップ型プラスチックシンチレータ(1 m)
+ WLSファイバー(Φ: 1.5 mm & 1 mm)
+ MPPC(1.3 mm or 1 mm 両側読み出し)

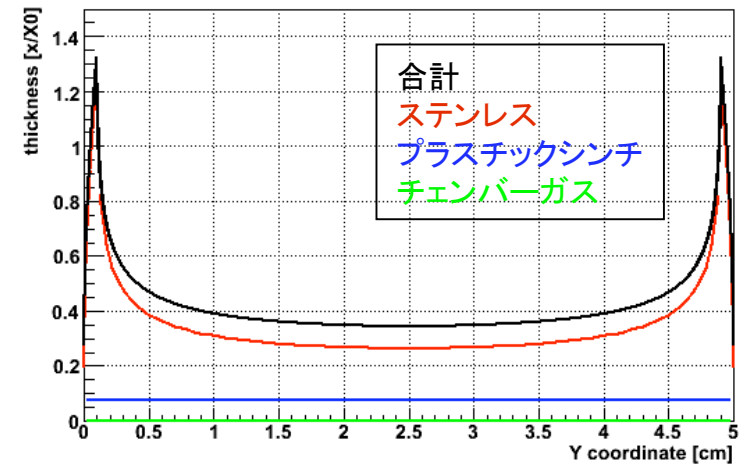


Radiation length

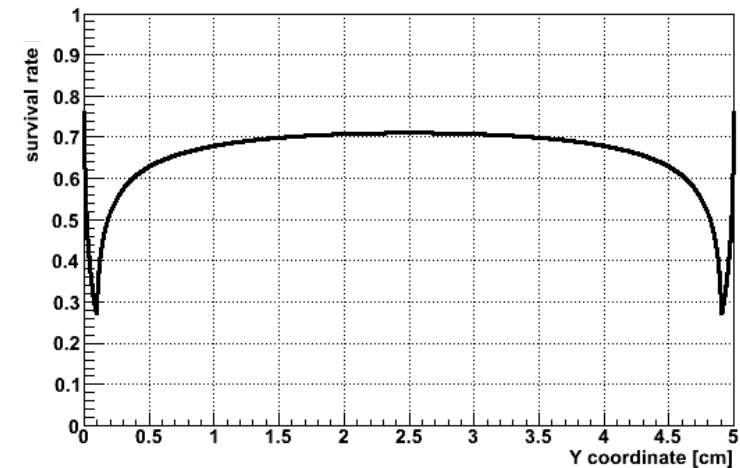
物質	X_0 [g/cm ²]	密度 [g/cm ³]	厚さ [cm]	x/X_0
SUS304	13.9	7.93	~0.5	0.29
Ar (CH ₄)	20.4	0.00130	~20	0.001
プラシンチ	43.7	1.03	~4	0.094
空気	36.7	0.00121		
Pb	6.37	11.4		
				$\Sigma \sim 0.4$



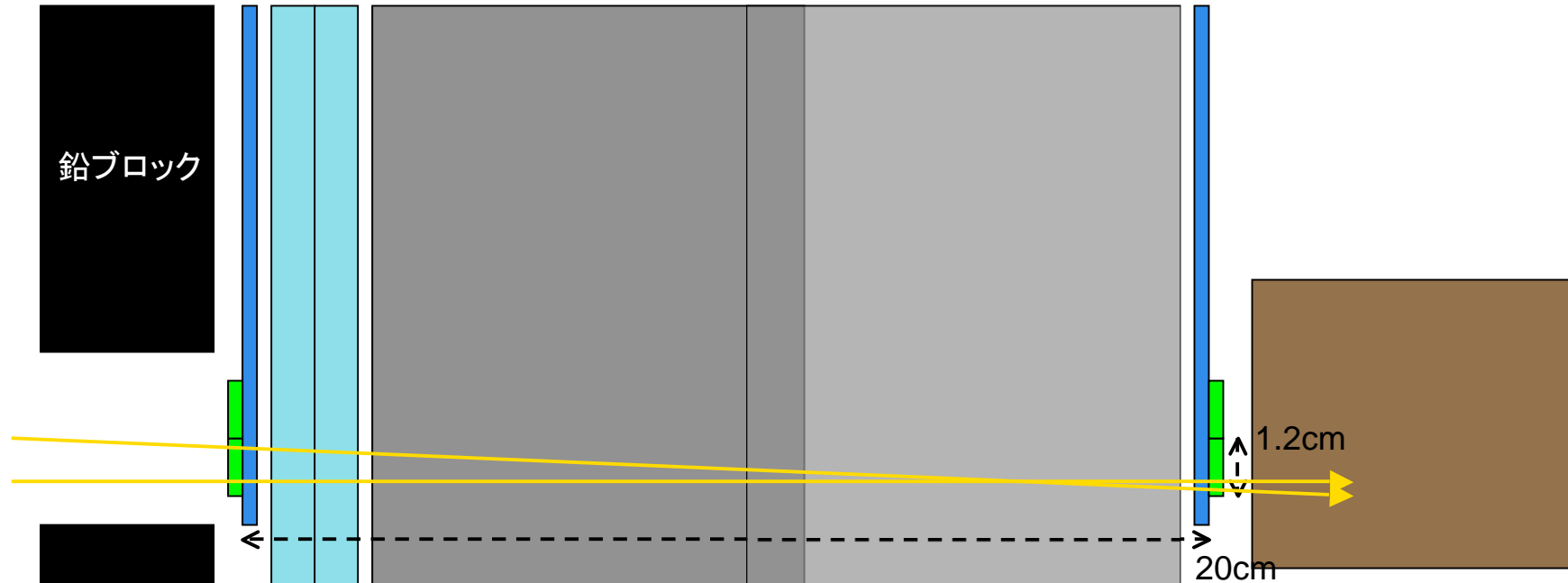
thickness of material



survival rate of electron



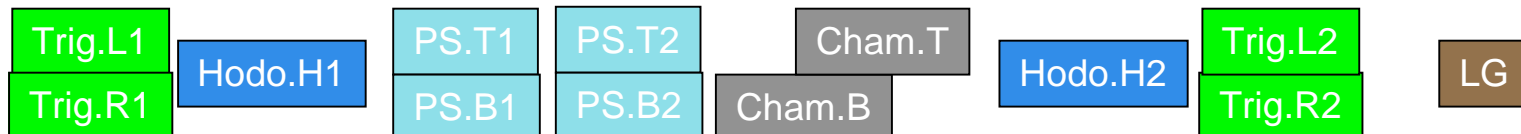
上から見た配置



鉛直方向がシンチファイバーでないことでビーム位置決定に問題あるか

- 芯線に平行な方向 : 最大1.2cmのゆらぎ(問題ない)
- Chamber内を通る距離(path長) : 最大0.2%のゆらぎ(問題ない)
- 芯線からの距離 : 関係ない

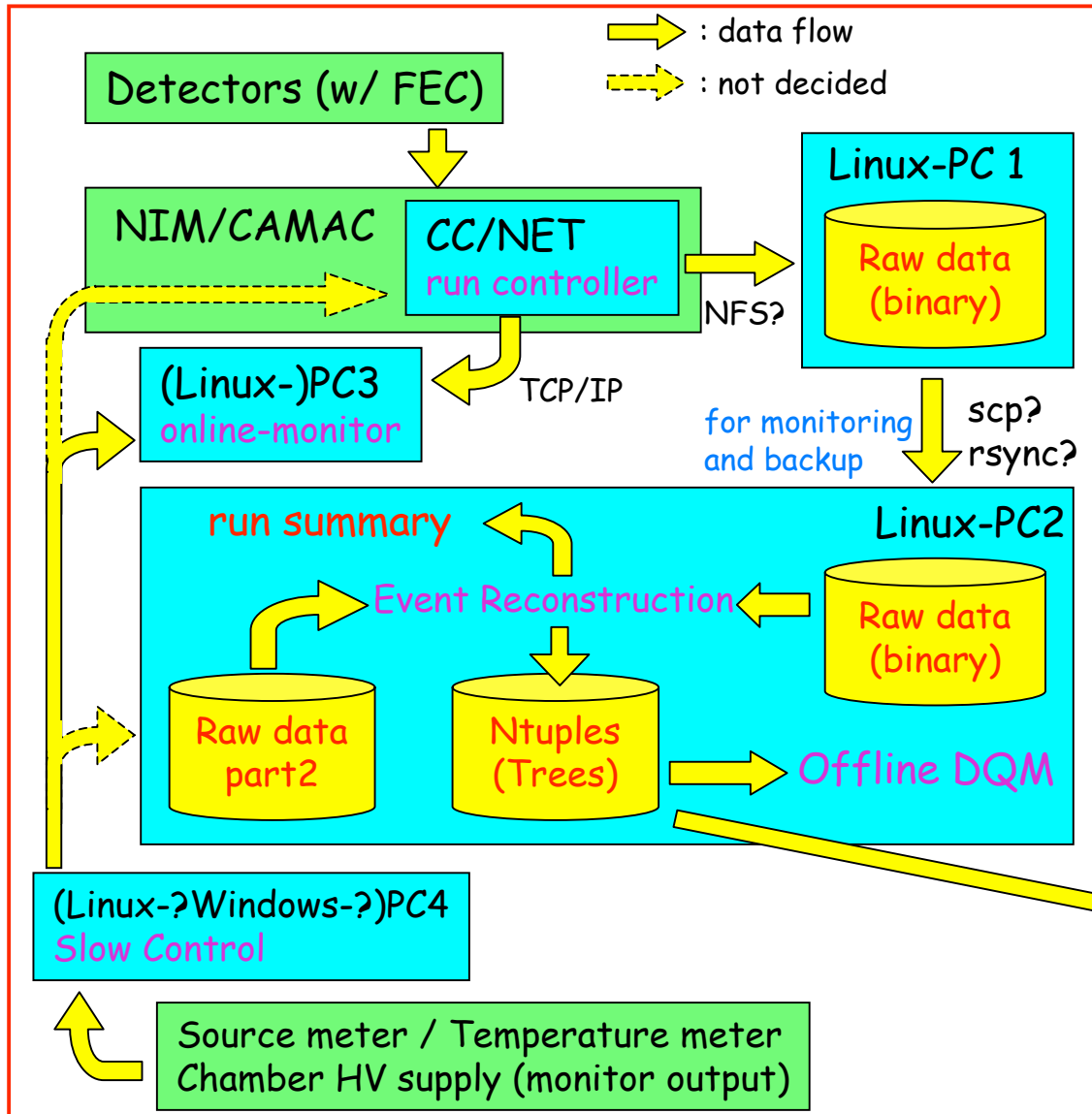
プラスチック+ファイバーに対しても全く同様



DAQ framework / data flow ^{Ver. 07Nov15} (J.Maeda & T.Matsubara & H.Tanaka)

MPPCを用いる他の実験に活用できるようなソフトウェアを開発したい。

Beam test



Simulation

