



# S M I L E 報告 2

## フライトモデル初号機の 全システム開発

京都大学 理学研究科 宇宙線研究室

上野 一樹

谷森達、窪秀利、身内賢太郎、土屋兼一、株木重人、高田淳史、  
岡田葉子、西村広展、服部香里、黒澤俊介

# 目次

- SMILE概要
- フライトモデル初号機の仕様
- フライト速報
- まとめと今後



協力：宇宙研気球グループ

# S M I L E 概要

## *Sub-MeV $\gamma$ -ray Imaging Loaded-on-balloon Experiment*

我々のMeVコンプトンカメラ（服部講演）

→ COMPTELの10倍の感度を目指し、最終的には衛星全天探査

前段階として気球に載せて観測

今回は第一回目

実験計画

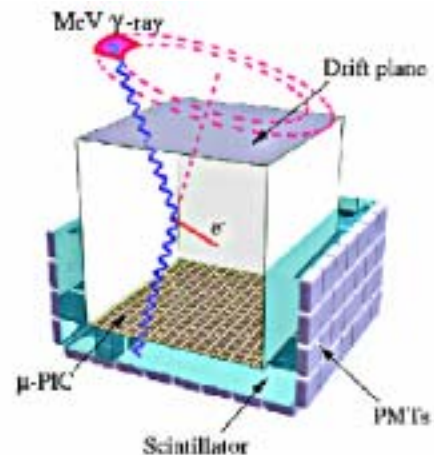
10 cm × 10 cm × 15 cm TPC + pixel Scinti. Camera

三陸にて6時間。高度35 km（大気厚 $\sim 4\text{g/cm}^2$ ）

Diffuse の測定（0.1 ~ 1 MeV）

30 ~ 50 cm立方 TPC + Scinti. Camera（服部、黒澤講演）

長期気球実験を次に目指す



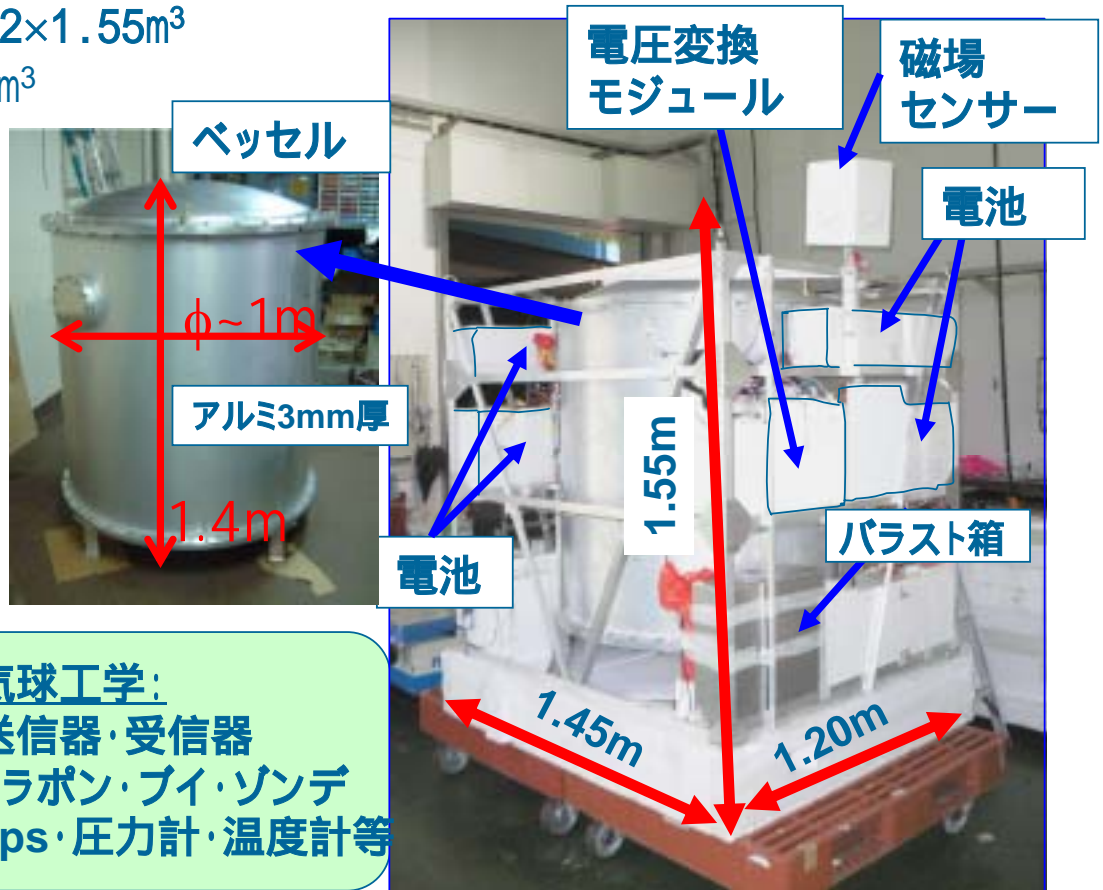
# フライトモデル初号機

- ゴンドラサイズ :1.45×1.2×1.55m<sup>3</sup>
- ベッセルサイズ: 1×1.4m<sup>3</sup>
- ゴンドラ 総重量 397kg
- 総消費電力: ~350W
  - ベッセル内部: 220W

耐圧ベッセル内(1atm):  
検出器  
DAQシステム・記憶装置  
温度センサー・圧力計  
gps本体・傾斜計

ベッセル外:  
電源供給システム  
電池  
温度センサー・圧力計  
gpsアンテナ・磁場センサー

気球工学:  
送信器・受信器  
トラポン・プイ・ソング  
gps・圧力計・温度計等



# ベッセル内部

Plasticシンチ

TPC

シンチ

TPC用amp

NIMモジュール  
シンチ用Amp  
DAC等

encoder  
(FPGAデータ処理システム)

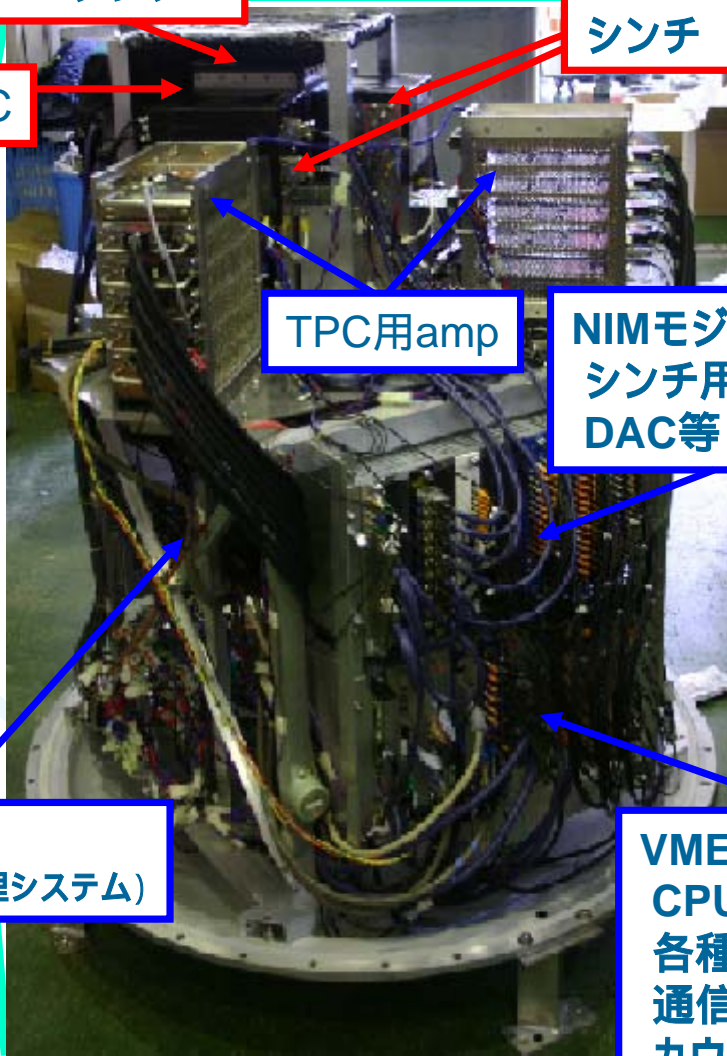
VMEモジュール  
CPU  
各種ADC  
通信モジュール  
カウンターボード

•TPC :  
Xe+Ar+C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>ガス  
10×10×15cm<sup>3</sup>

•シンチレータカメラ :  
G S O  
3×3PMTs@bottom  
4×(3×2)PMTs@side

•Anti 用Plasticシンチ  
30cm × 30cm × 3mm

取得データはすべてHDDに書き込み  
+  
一部をテレメトリーで地上に送信



# 通信系

## • 気球 地上 テレメトリー 64kbps Bi-phase 通信

- イベント毎に送信。
  - イベントデータ (DAQ取得情報の一部。1024byte)
- 1秒毎 (GPS 1pps) に送信。
  - モニター (電圧・温度・圧力・位置等) 1024byte
  - カウンター (各種トリガーカウンター) 512byte

## • 地上 気球 コマンド ダブルトーン 15ch

- 6ch 気球制御用 (カッター・排気弁・バラスト等)
- 6ch PI用 電源システム制御 (ON・OFF)
- 3ch PI コマンドコントロール モジュール入力  
通信モジュール コマンドテーブル 15メニュー×8項目  
DAQコントロール (shutdown)、HVコントロール等

地上



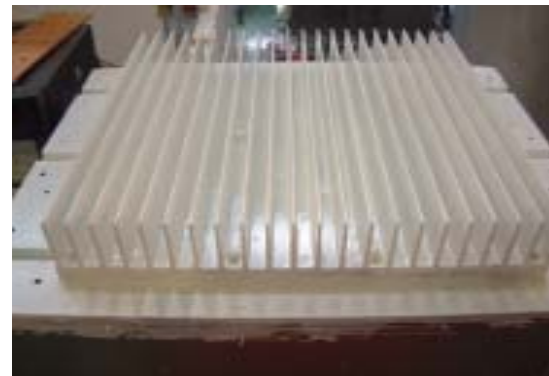
# 放熱対策（電源部）

昼放球のために

レギュレータ部が最も熱くなる



- 銅板により輻射面積を拡大
- 白色ペイント
- ・（太陽光よけ発泡の取り付け）



太陽からの熱量 =  $1 \text{ kW/m}^2$  としたとき  
輻射のみが効くとしての計算値  
（最悪の条件での最高温度の見積もり）

改良前

110

改良後

60

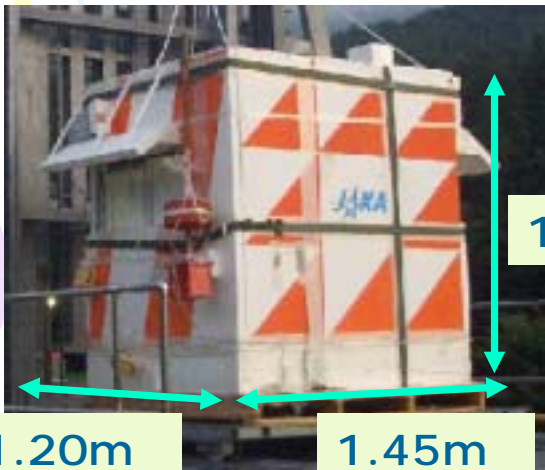
各素子は工業仕様なので  
~ 80 まで耐えうる

# 使用気球

- B100 100000m<sup>3</sup>
  - 藤倉航装製
  - 総重量 816kg
  - ( 気球263kg ゴンドラ397kg  
荷姿 25.8kg バラスト 130kg )
- 総浮力 888.2kg  
到達高度 34.7km



B100 放球の様子  
(2006年9月撮影)



1.55m

1.20m

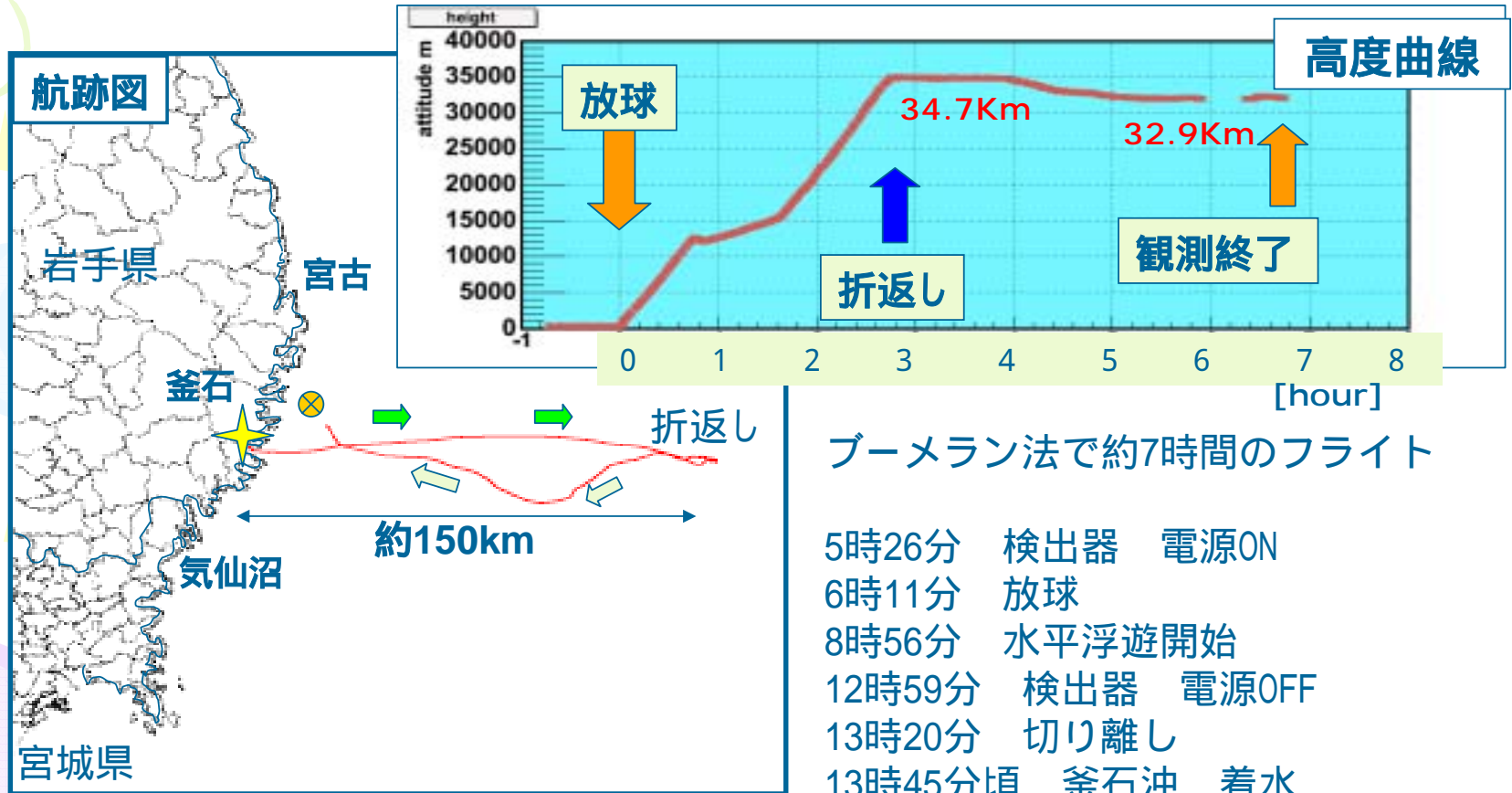
1.45m

荷姿



# フライト速報

- 2006年9月1日6時11分放球
- 於 三陸大気球観測所



ブーメラン法で約7時間のフライト

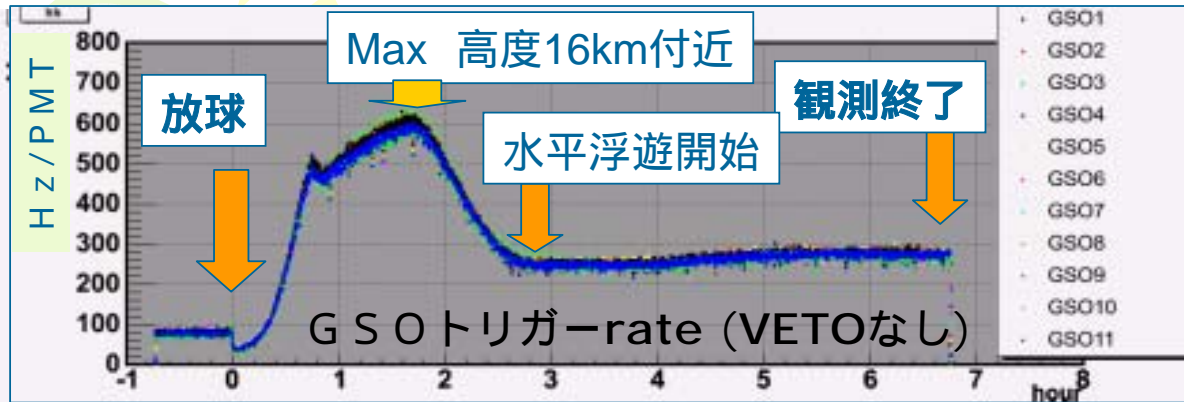
- |         |      |       |
|---------|------|-------|
| 5時26分   | 検出器  | 電源ON  |
| 6時11分   | 放球   |       |
| 8時56分   | 水平浮遊 | 開始    |
| 12時59分  | 検出器  | 電源OFF |
| 13時20分  | 切り離し |       |
| 13時45分頃 | 釜石沖  | 着水    |
| 14時32分  | 回収   |       |

# 戻ってきた検出器

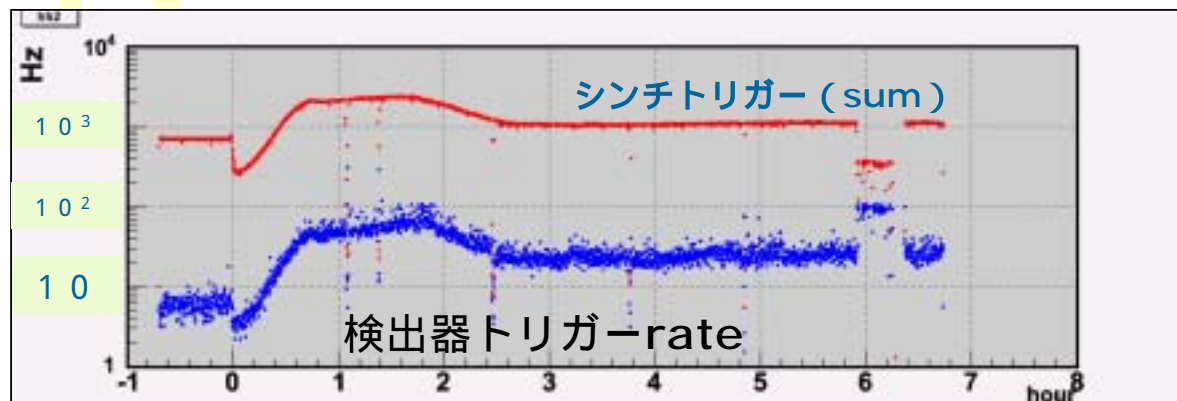
- 外付けの電源システム浸水  
( 想定 の 範囲 内 )
- 電池の一部浸水  
( 想定 の 範囲 内 )
- 外付けのセンサーの一部破損。  
( 想定 の 範囲 内 )
- フレームのゆがみは特になし。
- 気密容器内の浸水なし。
- 記憶媒体HDDの破壊なし。



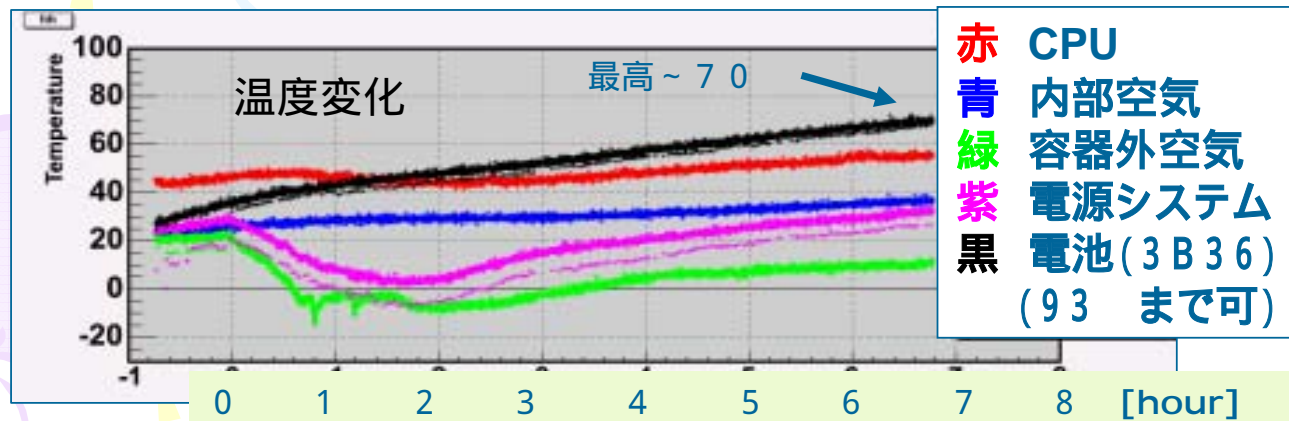
- TPC 信号確認。ゲインほぼ同等。
  - PMT 信号確認。ゲインほぼ同等。
- 細かい諸性能のチェックはこれから



- テレメトリー良好
- 検出器・DAQ全フライト期間で正常に動作
- データ取得レート20Hz程度
- Dead time ~ 10%
- 温度上昇想定内

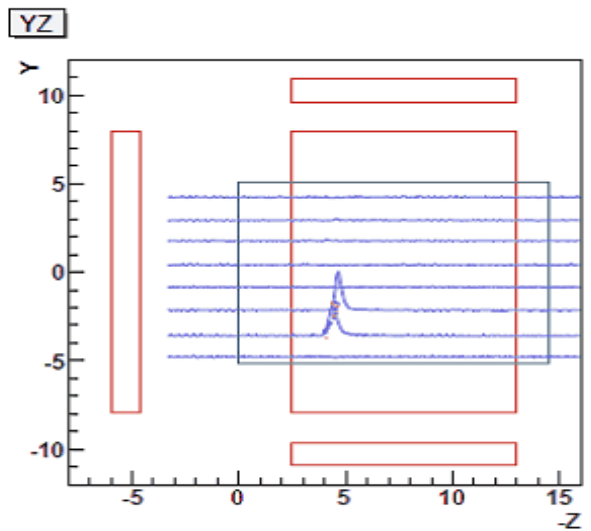
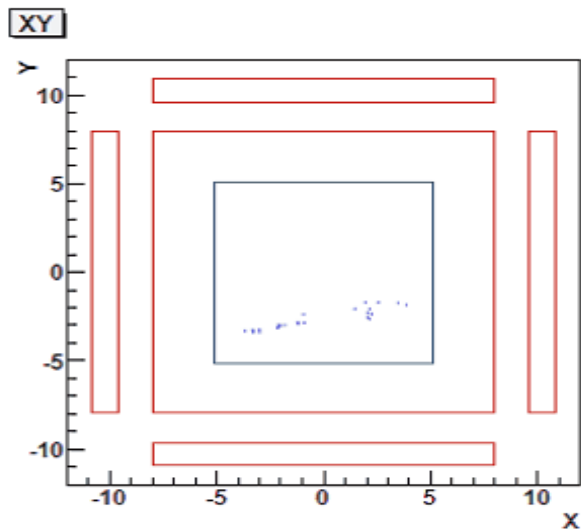
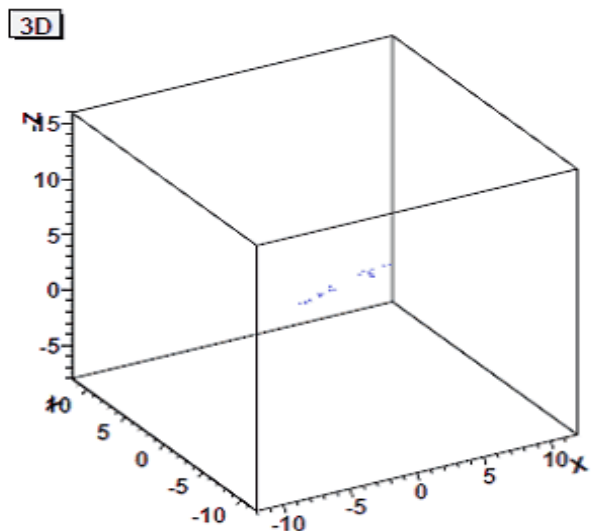
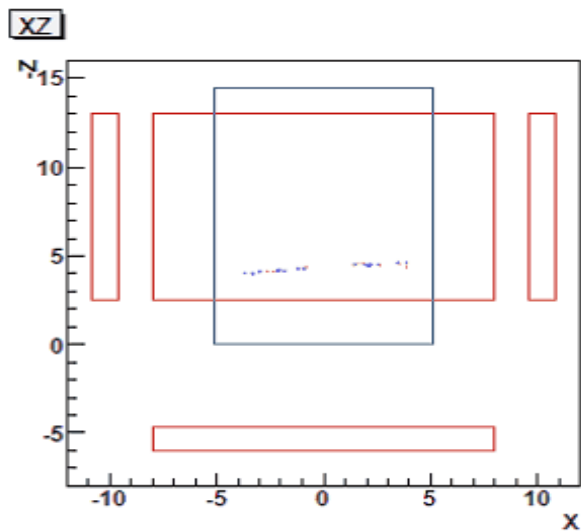


Diffuse は？



Calデータ  
フライトデータ  
現在解析中！

# おまけ：荷電粒子取得モードで得られた飛跡の例



# まとめ

- ◆ 電子飛跡検出型サブMeV 線コンプトンカメラを用いた気球実験 ( S M I L E )

10cm × 10cm × 15cmXe-ArガスTPC + GSOピクセルアレイ  
diffuse の測定

- ◆ フライトモデル初号機の組み上げ  
(気球側との通信試験は問題なし)
- ◆ 昼放球への対応  
環境試験より昼放球も可であることを確認
- ◆ 2006年9月1日放球  
(約33kmの高度で～4時間のレベルフライト)
- ◆ 戻ってきた検出器 特に問題なし

# 今後の予定

- ◆ 戻ってきた検出器の細かいチェック
- ◆ Cal、フライトデータの解析
- ◆ 次のフライトへ向けた準備 (大型化、省電力化)