ミューオン実験で探る物理

京都大学理学部課題研究 P2

January 13, 2018

ミューオンとは

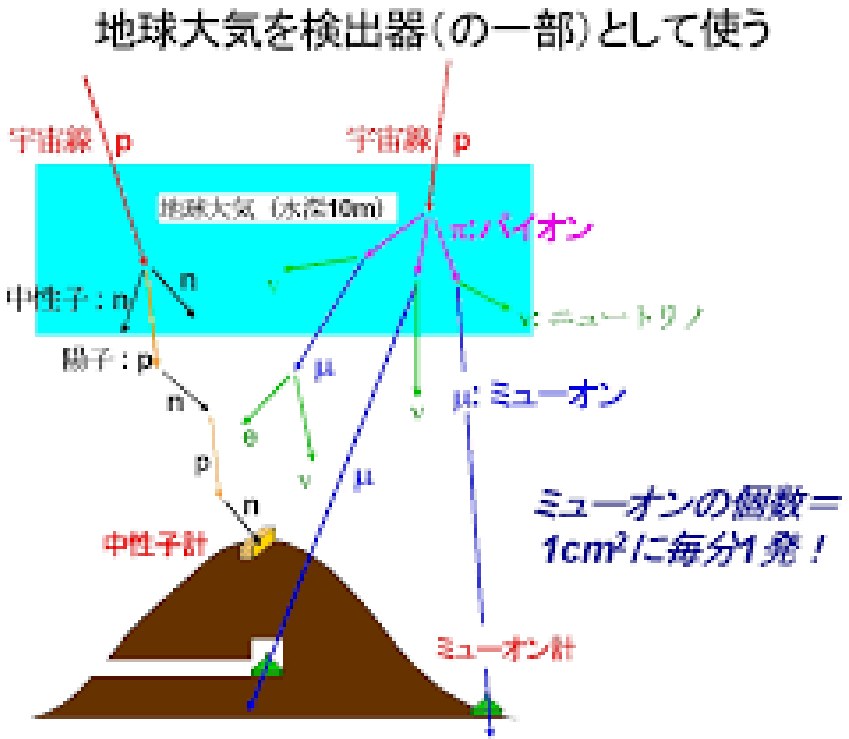
ミューオン

- 電子より 200 倍重い粒子
- 寿命 $2.2\mu\mathrm{s}$ (粒子の寿命って？)
- 1936 年に宇宙線の中から発見された (宇宙線って？)

宇宙線とは

宇宙線

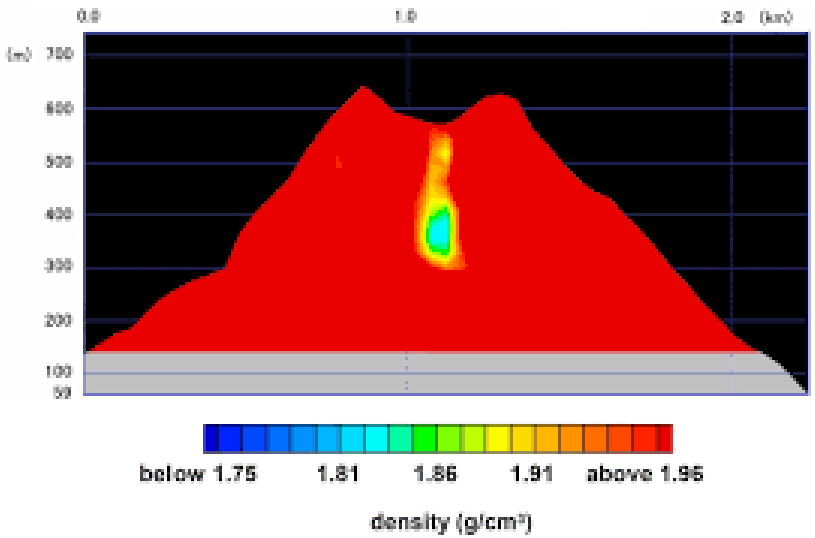
- 宇宙空間を高エネルギーで飛んでいる粒子
- 陽子や α 粒子が主な成分
- 大気にぶつかると μ 粒子ができることがある

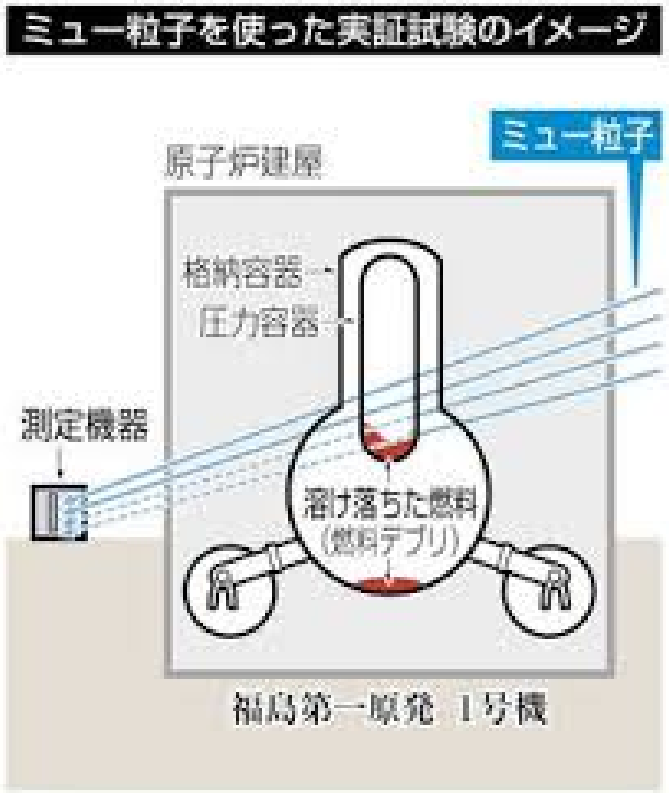


ミュオグラフィーとは

ミュオグラフィー

- μ 粒子は物体に当たって止まることがある (cf. レントゲン写真)
- 飛んでくる μ の頻度を調べることで直接入れないものの内部を見ることができる
  - ピラミッド (名古屋大など)
  - 火山？地震断層？
  - 原発？


0.0
1.0
2.0 (km)
(m) 700
600
500
400
300
200
100
0
below 1.75
1.81
1.86
1.91
above 1.96
density (g/cm³)


ミュー粒子を使った実証試験のイメージ
ミュー粒子
原子炉建屋
格納容器
圧力容器
測定機器
溶け落ちた燃料
(燃料デブリ)
福島第一原発 1号機

粒子の崩壊とは

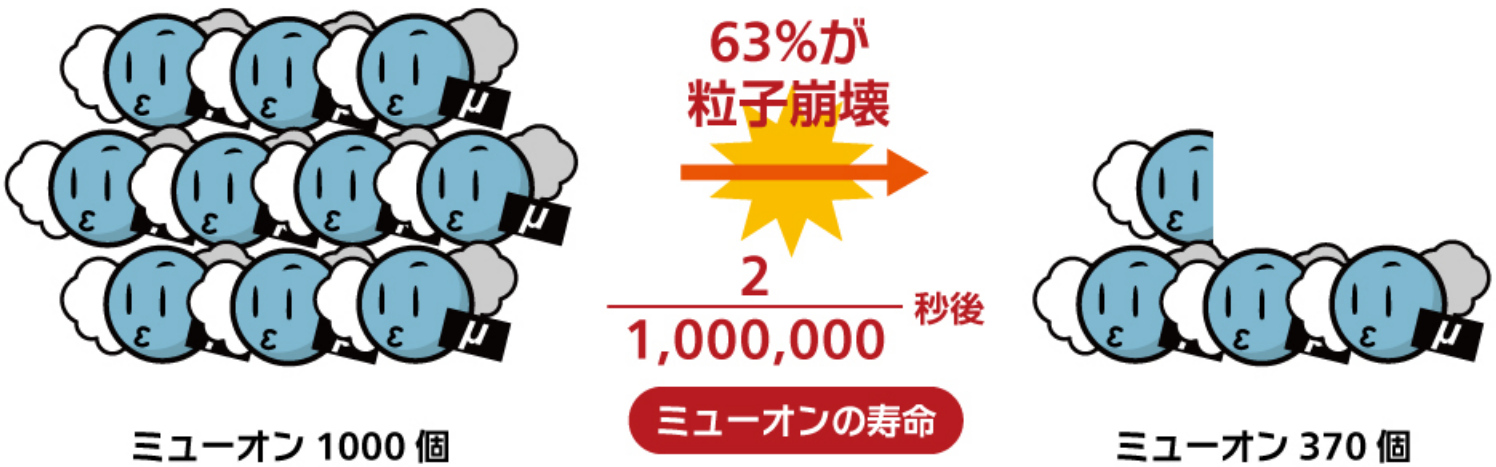
粒子の崩壊

- より安定な状態になろうとする
- 一つの粒子が複数の粒子に分かれる $\rightarrow$「崩壊」

粒子の寿命とは

粒子の寿命

- 多くの粒子は時間が経つとほかの粒子へと崩壊する
- 崩壊するまでの時間は一定ではない
- 崩壊するまでの時間の平均を「寿命」という (cf. 半減期)

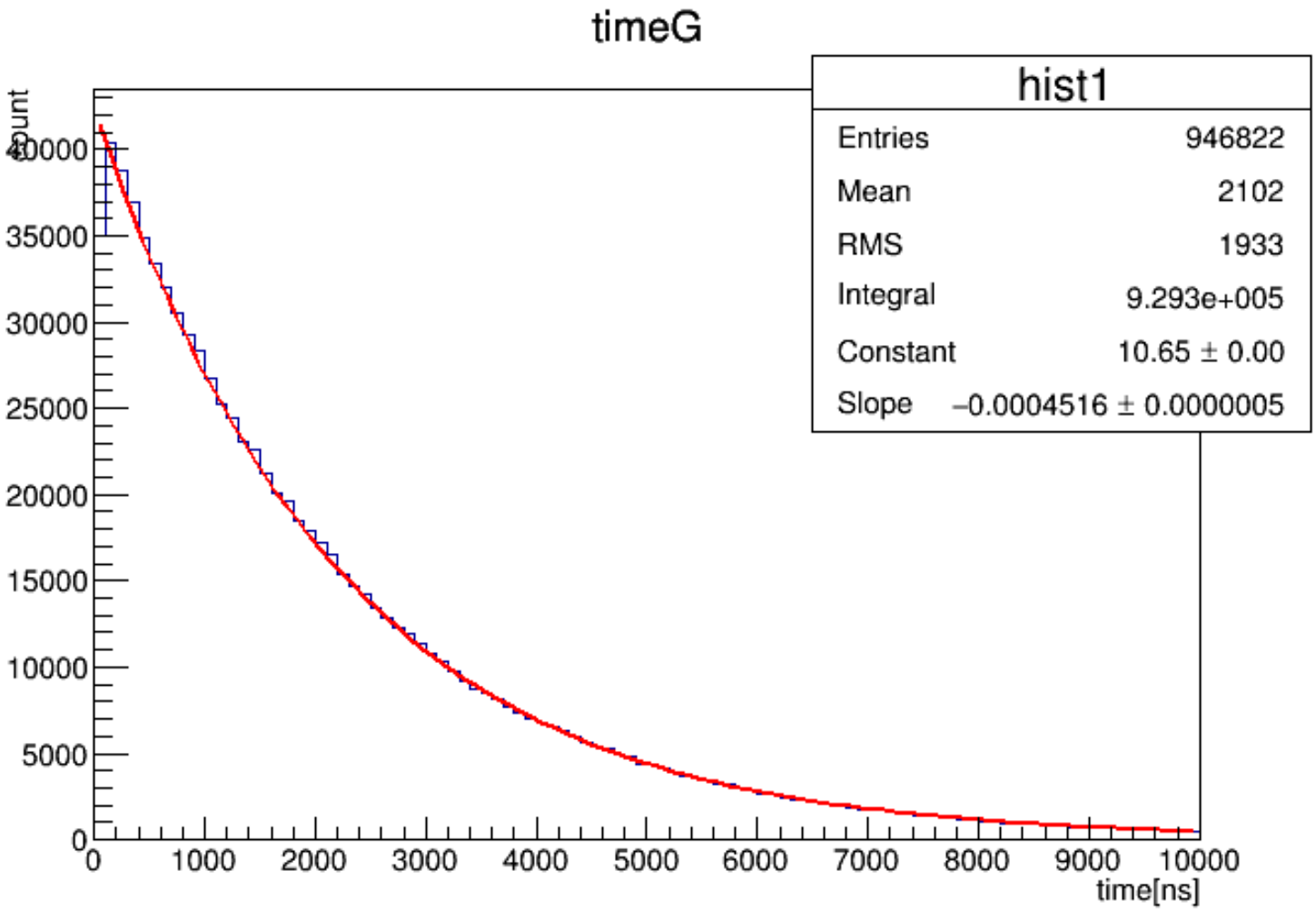


我々がしたい実験は？

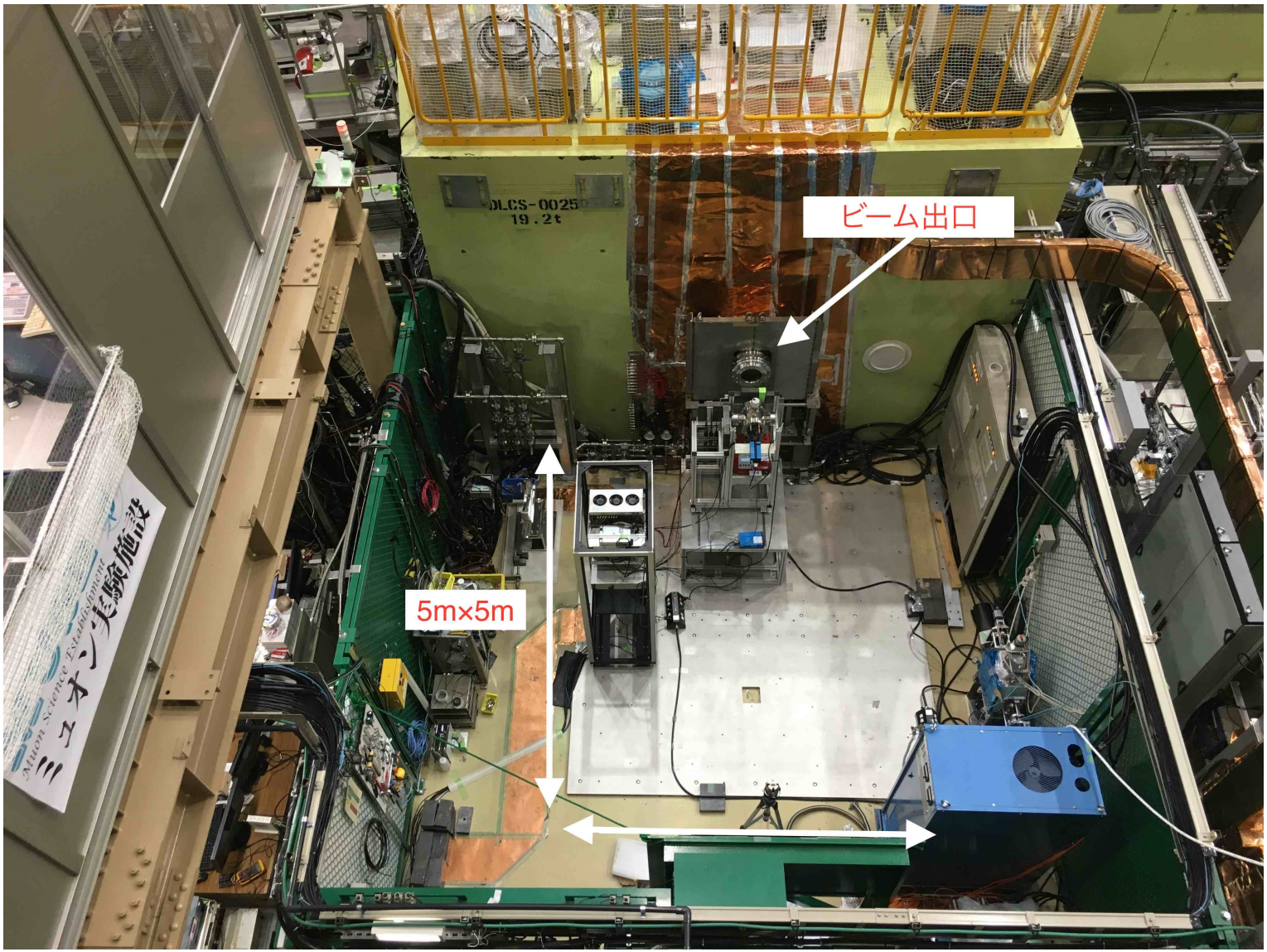
- μ の寿命を測定したい！
- (実はほかにもいろいろな量を測定したい)
- 加速器を用いた実験の手順を会得しよう

実験の概要

- J-PARC の μ 粒子ビームを用いる
- ビームとして発射された μ を重いものにぶつけて止める
  $\rightarrow$ 止まった μ はある時間たつと壊れて他の粒子を放出する
- その粒子が来るのを検出する！
- これを繰り返して寿命を測定する !!

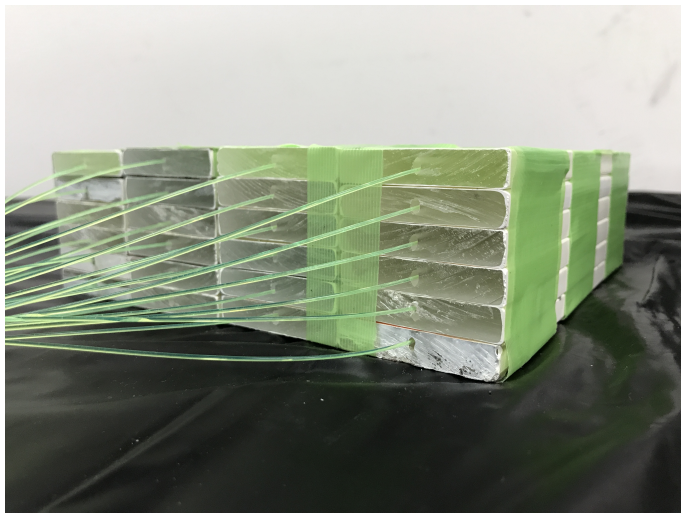

timeG
hist1
Entries 946822
Mean 2102
RMS 1933
Integral 9.293e+005
Constant 10.65 ± 0.00
Slope −0.0004516 ± 0.0000005
Count
40000
35000
30000
25000
20000
15000
10000
5000
0
0
1000
2000
3000
4000
5000
6000
7000
8000
9000
10000
time[ns]

実験のセットアップ


ビーム出口
5m×5m
DLCS-0025
19.2t
Muon Science Establishment
ミュオン実験施設

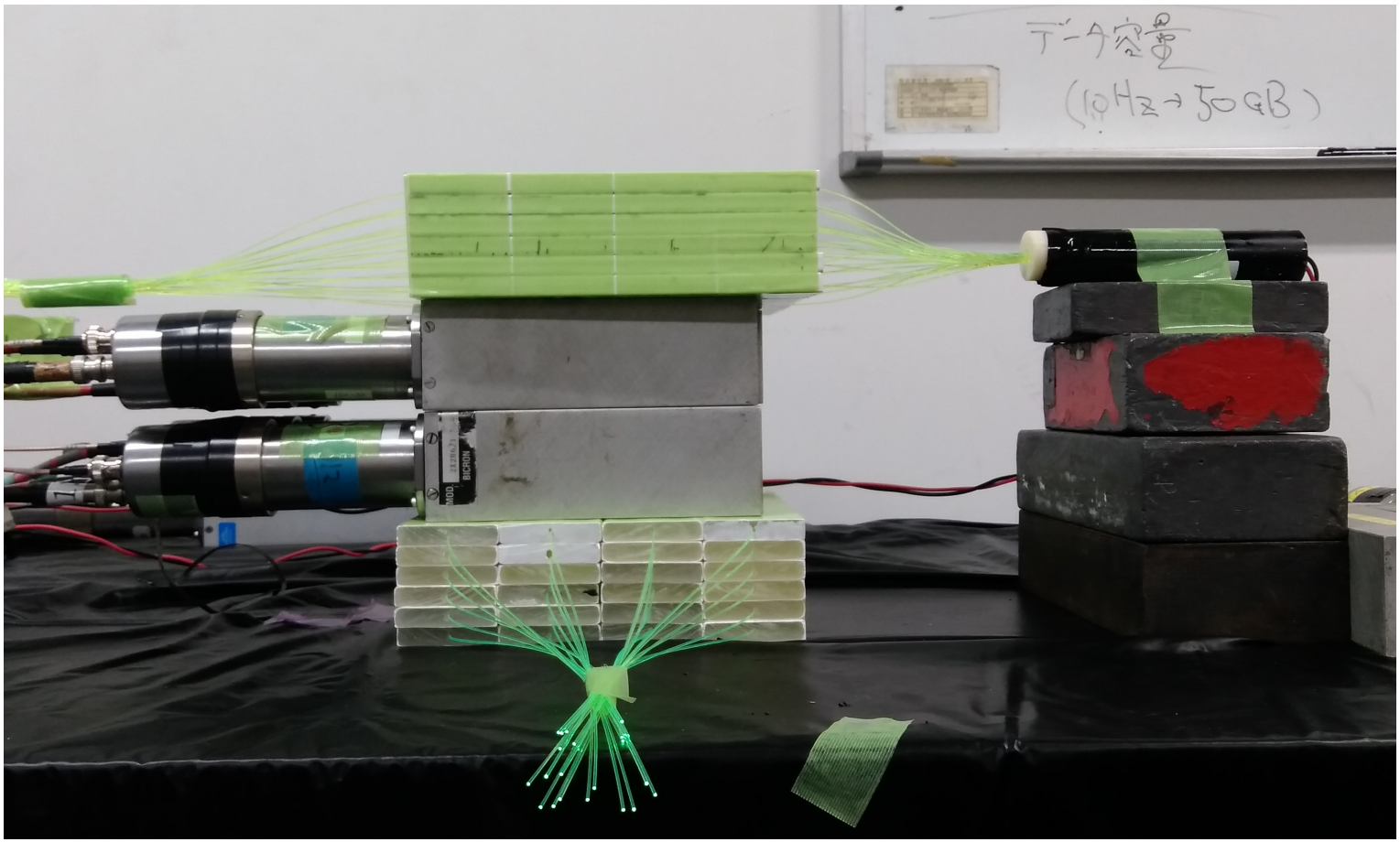
今何をしている？

- 2 月後半の実験に向けて … 検出器を作製！



- 作製した検出器の動作確認！(ちゃんと動くのか？)
- 寿命をパソコンを使って求める方法を作る !! (数 μs は人の力では測定不可能！)

予備実験のセットアップ

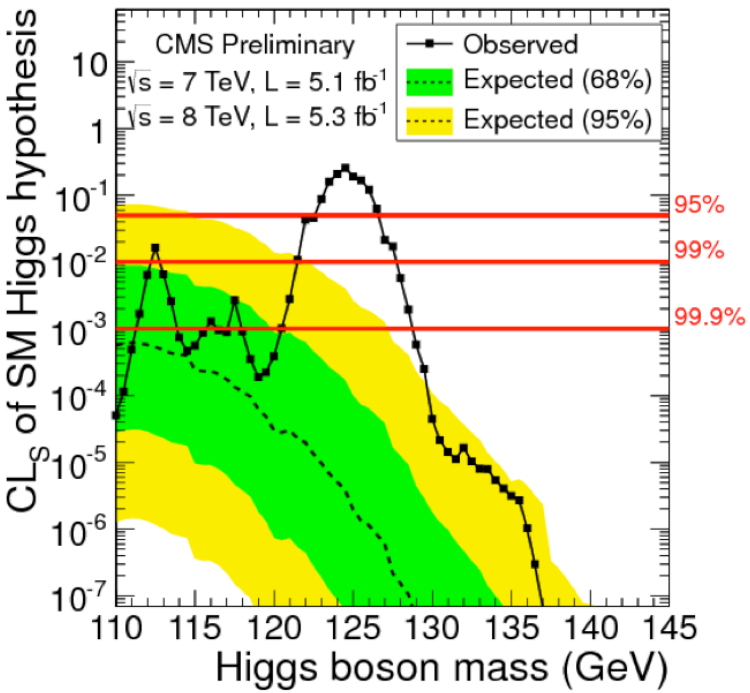
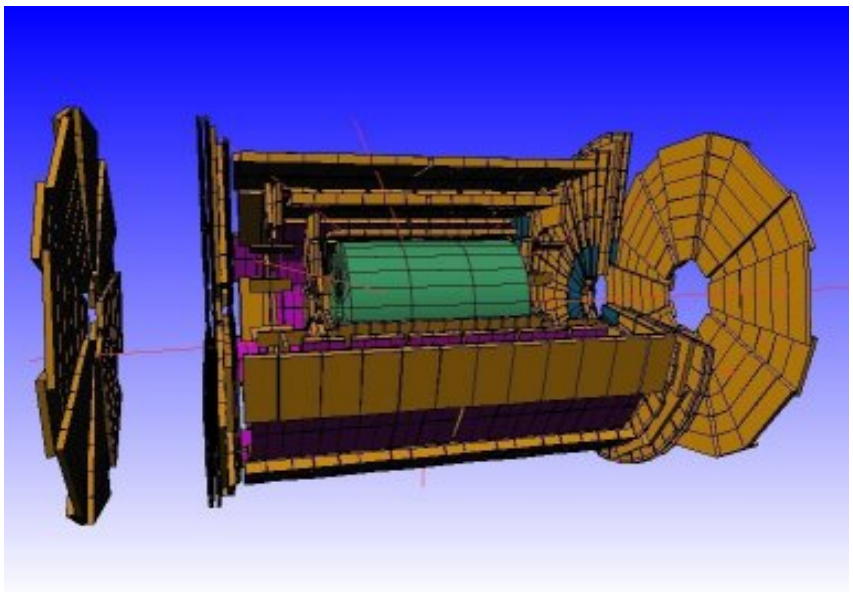


まとめ

- μ 粒子が我々の実験の主役！
- 耳なじみがなくとも実はいろいろと役にたっている
- 寿命を知りたい $\rightarrow$ そのために検出器などを作成中 !!
- 寿命を知ることで既存の理論との整合性をチェックできる

発展

- 理論との整合性とは？
- 他に求めたい量は？(g factor, Michel parameter)
- パソコンを使うって？
- などなど


CMS Preliminary
√s = 7 TeV, L = 5.1 fb-1
√s = 8 TeV, L = 5.3 fb-1
Observed
Expected (68%)
Expected (95%)
95%
99%
99.9%
CLs of SM Higgs hypothesis
Higgs boson mass (GeV)
10
1
10-1
10-2
10-3
10-4
10-5
10-6
10-7
110
115
120
125
130
135
140
145