

LHCf検出器の放射線ダメージ評価

ー2007年 HIMACビームテスト結果ー

名古屋大学

渡邊 泰典

for LHCf Collaboration

田中隆之(名大STE研),村上健(放医研)

The LHCf Collaboration



**K. Fukui, Y.Itow, T.Mase, K.Masuda, Y.Matsubara,
H.Menjo, T.Sako, K. Taki, H.Watanabe**

Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University, Japan

K.Kasahara, M.Mizuishi, Y.Shimizu, S.Torii

RISE, Waseda University, Japan

Y.Muraki

Konan University, Japan

T.Tamura

Kanagawa University, Japan

K.Yoshida

Shibaura Institute of Technology, Japan



O.Adriani, L.Bonechi, M.Bongi , G.Castellini

INFN, Univ. di Firenze, Italy

A.Tricomi

INFN, Univ. di Catania, Italy



D.Macina, A.-L Perrot *CERN, Switzerland*



M.Haguenauer *Ecole Polytechnique, France*



W.C.Turner *LBNL, Berkeley, USA*



J.Velasco, A.Faus *IFIC, Centro Mixto CSIC-UVEG, Spain*

目次

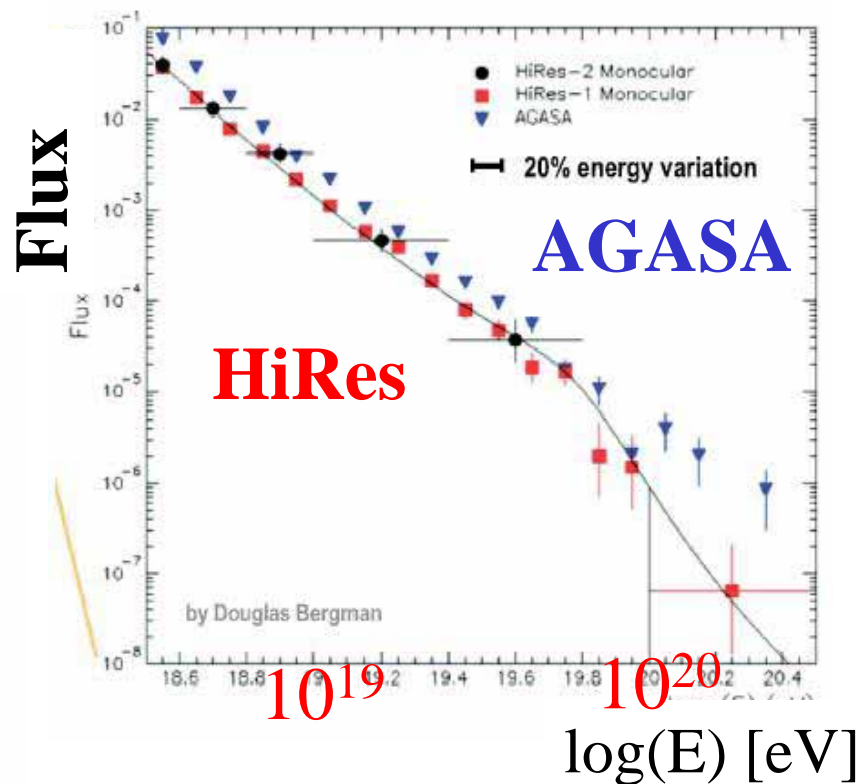
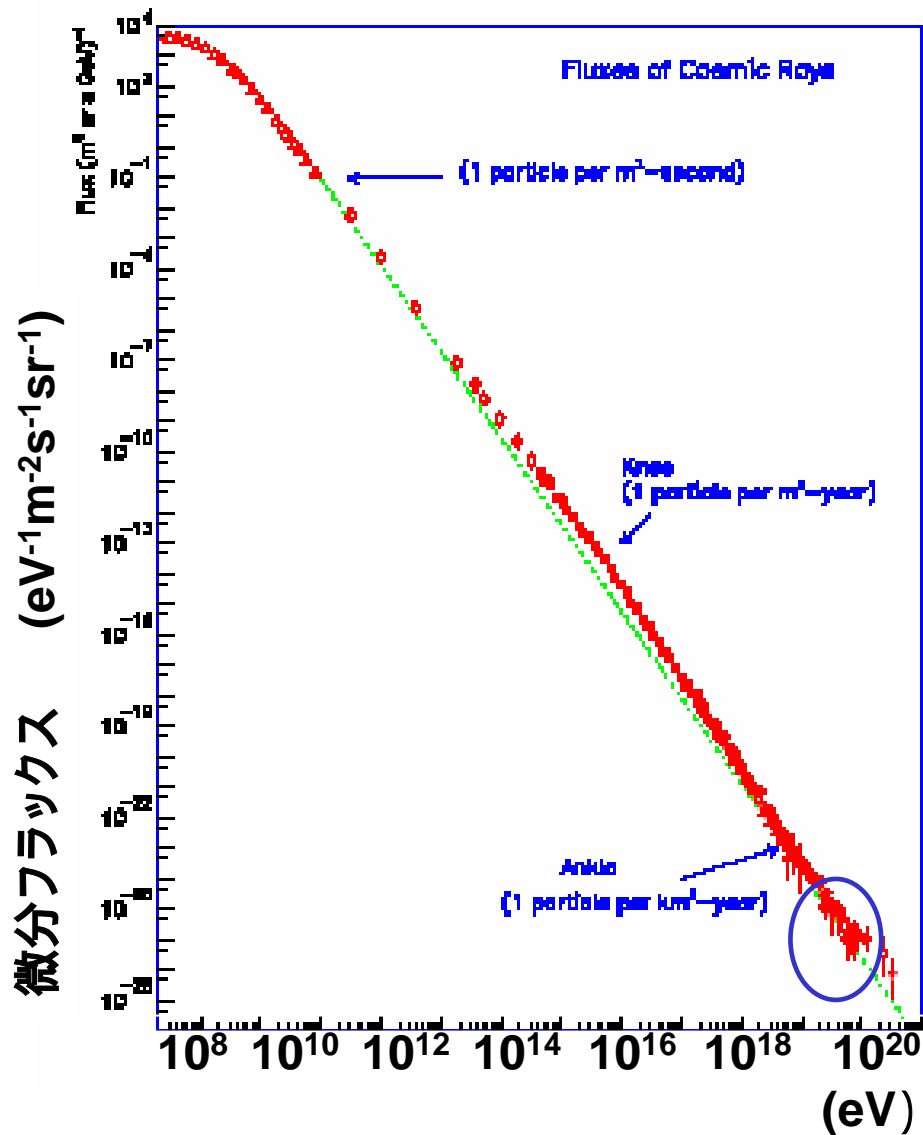
- LHCf実験概要
- 重粒子イオンビームを用いた放射線ダメージ測定実験 (HIMAC)
 - セッティング
 - 測定方法
 - 測定結果
 - まとめ
 - 課題

LHCf実験で用いる検出器で最も放射線ダメージを受けるカロリメータ部分は、LHC加速器のルミノシティ $10^{30}\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$ の場合に 10^4Gy/year の放射線を浴びることになる。

10^4Gy の放射線を被曝した場合の検出器の性能を調べるために、重粒子線による放射線ダメージ測定実験を行った。

LHCf 実験概要

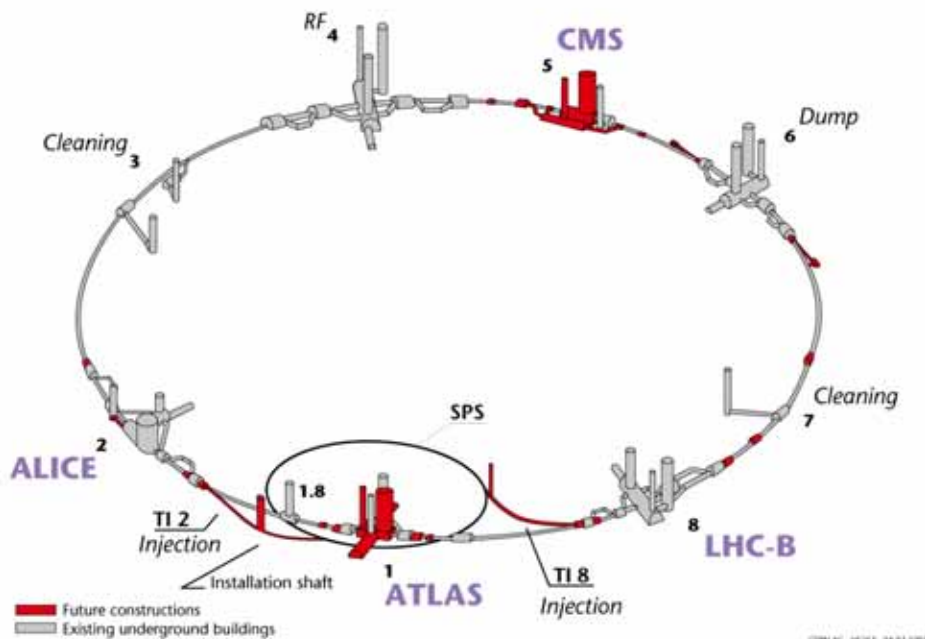
最高エネルギー宇宙線の課題



最高エネルギー宇宙線観測の問題点
 ・ ハドロン相互作用モデルの不確定

超高エネルギーにおける
 ハドロン相互作用モデルを確定したい

LHC_f実験



世界最大(直径9km)の加速器

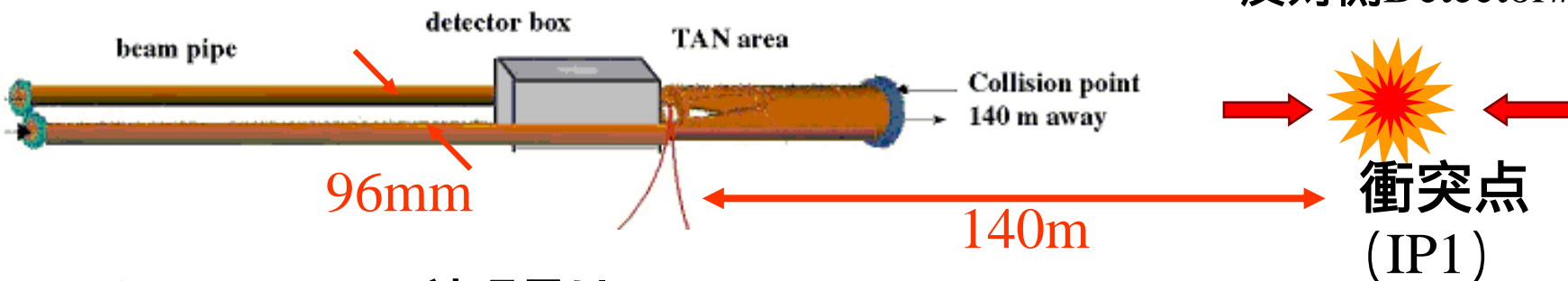
7TeV陽子-7TeV陽子衝突

実験室系で 10^{17} eV

最前方で中性粒子の測定を行い
ハドロン相互作用モデルを検証する

Detector#1

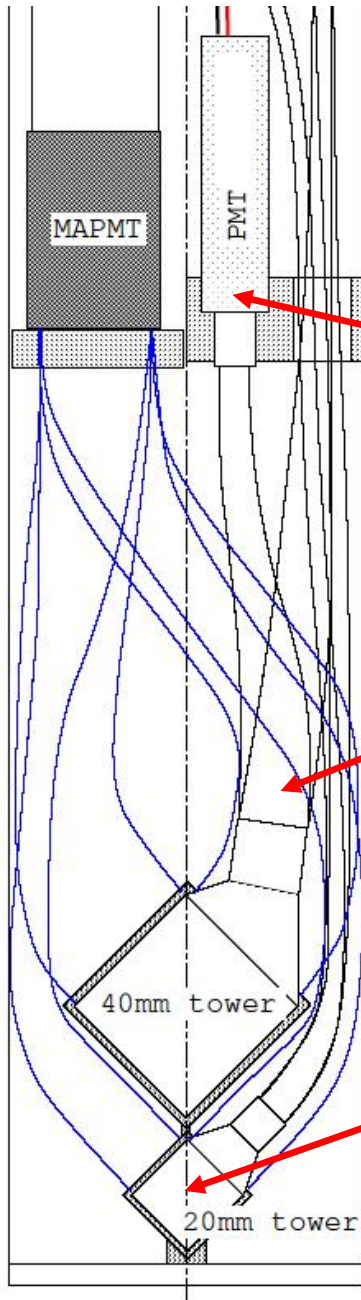
反対側Detector#2



Detectorの被曝量は 10^4 Gy/year

重粒子イオンビームを用いた 放射線ダメージ測定実験

測定対象

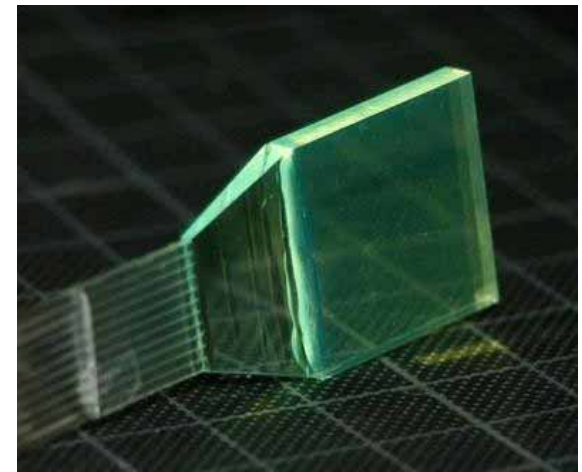


PMT
10Gy/year

Light Guide
10 ~ 10⁴Gy/year

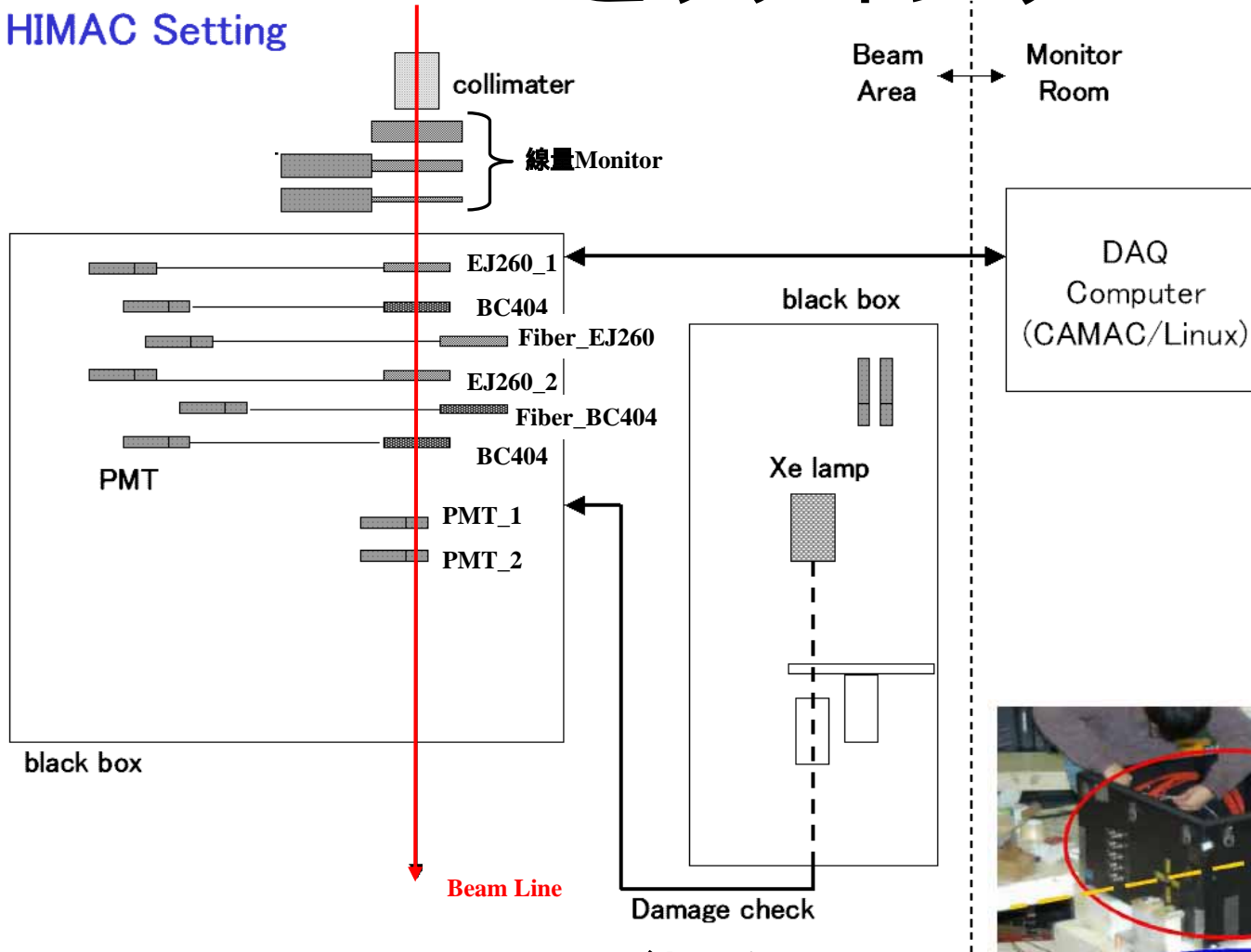
Plastic Scintillator
(Beam Center)
10⁴Gy/year

- 検出器用プラスチックシンチレータ(EJ260) × 2
- 参考用プラスチックシンチレータ(BC404) × 2
- ライトガイド
(クラレ社製クリアファイバー) × 2
- PMT(R7400U) × 2



セッティング

HIMAC Setting



HIMACセッティング概略図

実際の配置



測定方法 ~ 放射線照射 ~

1 RUN

適度な強度で測定対象にビームを当てる



積算線量 (Gy) が目標値に達したらビームを止める



各測定対象の放射線ダメージをチェックする



RUNを繰り返し行い各測定対象に
放射線ダメージを加えていく

重粒子加速器 (HIMAC)

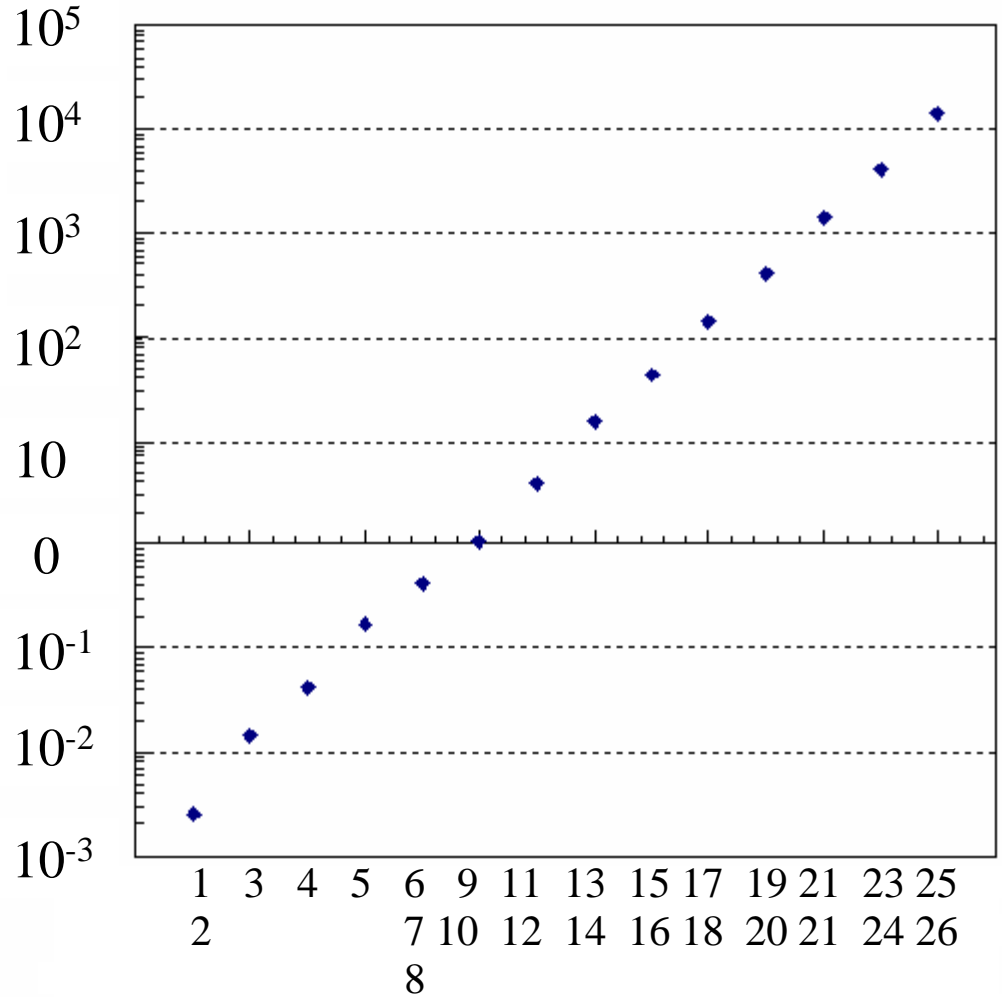
Beam Data:

C¹²イオンビーム

290(MeV/neucleon)

10³ ~ 10⁹ (ppp)

積算線量
(Gy)



RUN

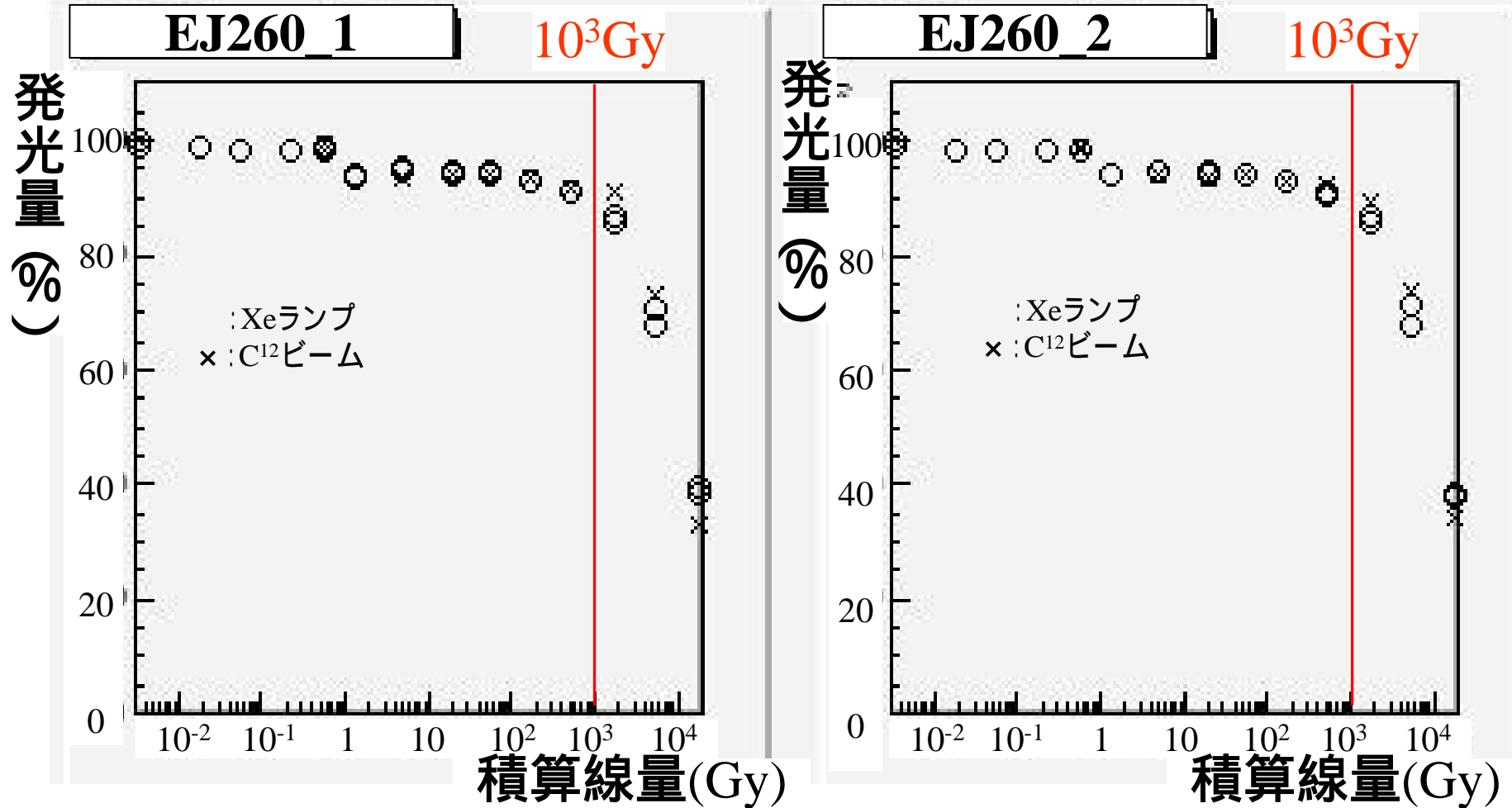
測定方法 ～ダメージの評価～

放射線ダメージの評価

- Xeランプ光に対する応答の評価
(シンチレータ(350nm)、PMT(可視光))
- 微弱ビーム(10^3 pppの C^{12} イオンビーム)で
シンチレータ発光量の評価

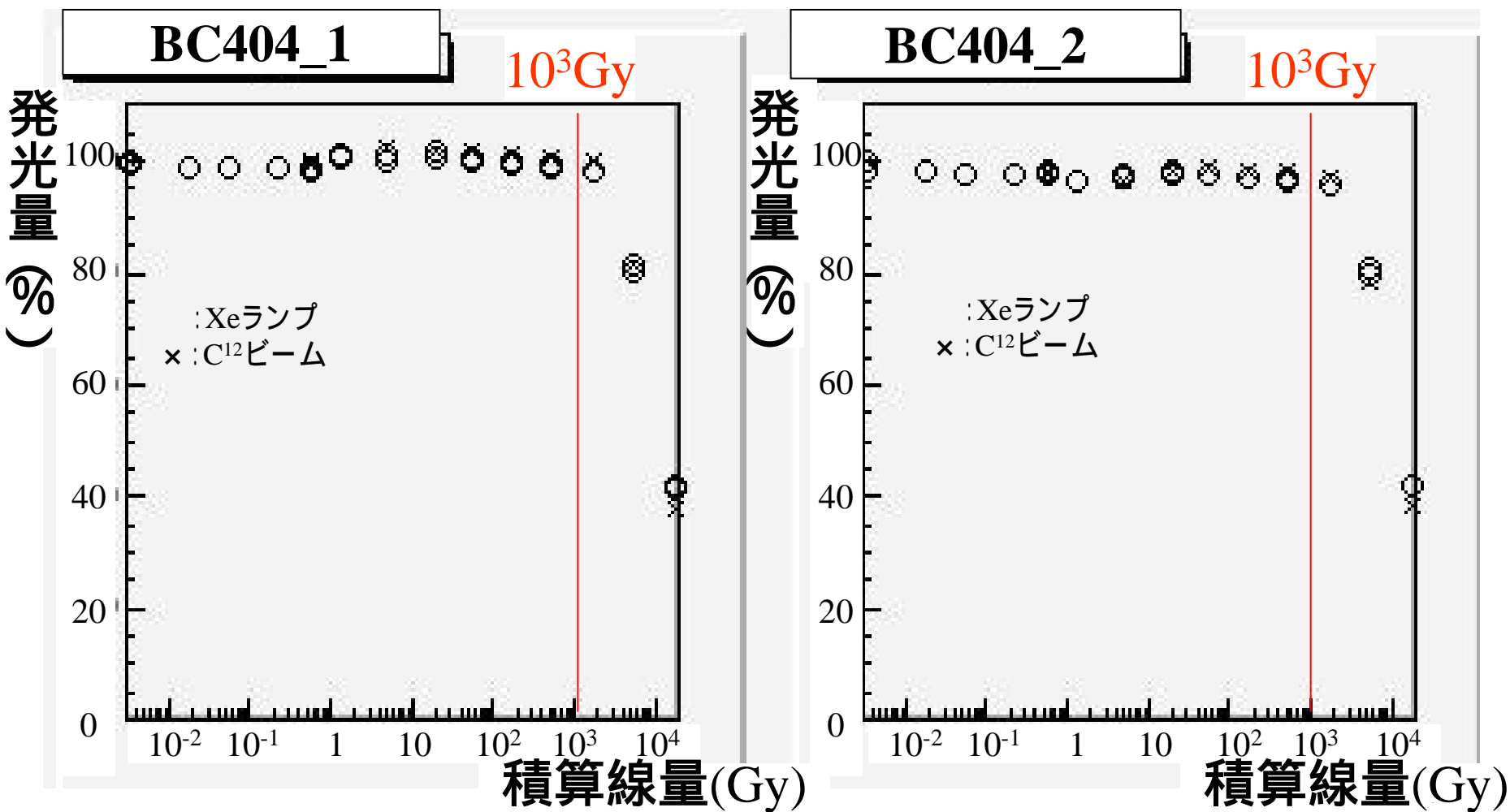
以上の2パターンで放射線ダメージを評価した

測定結果 ~ EJ260 ~



ビーム照射前の発光量を100(%)とする

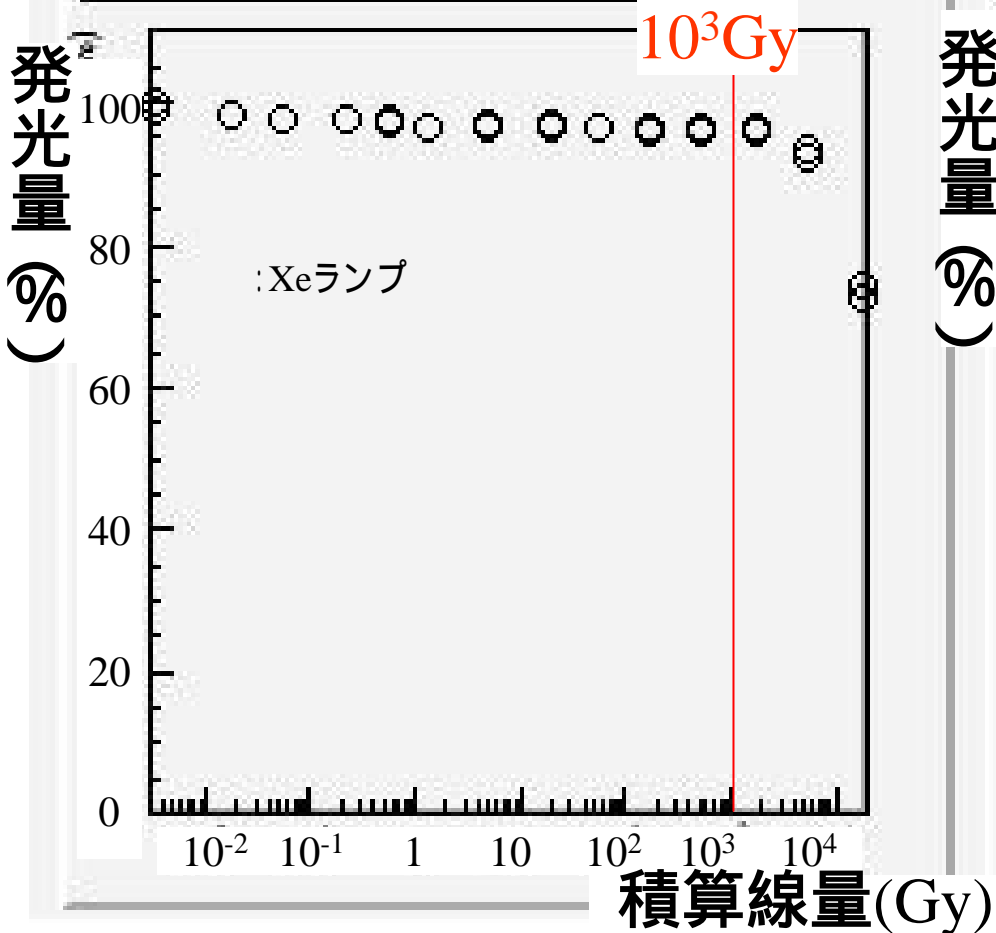
測定結果 ~ BC404 ~



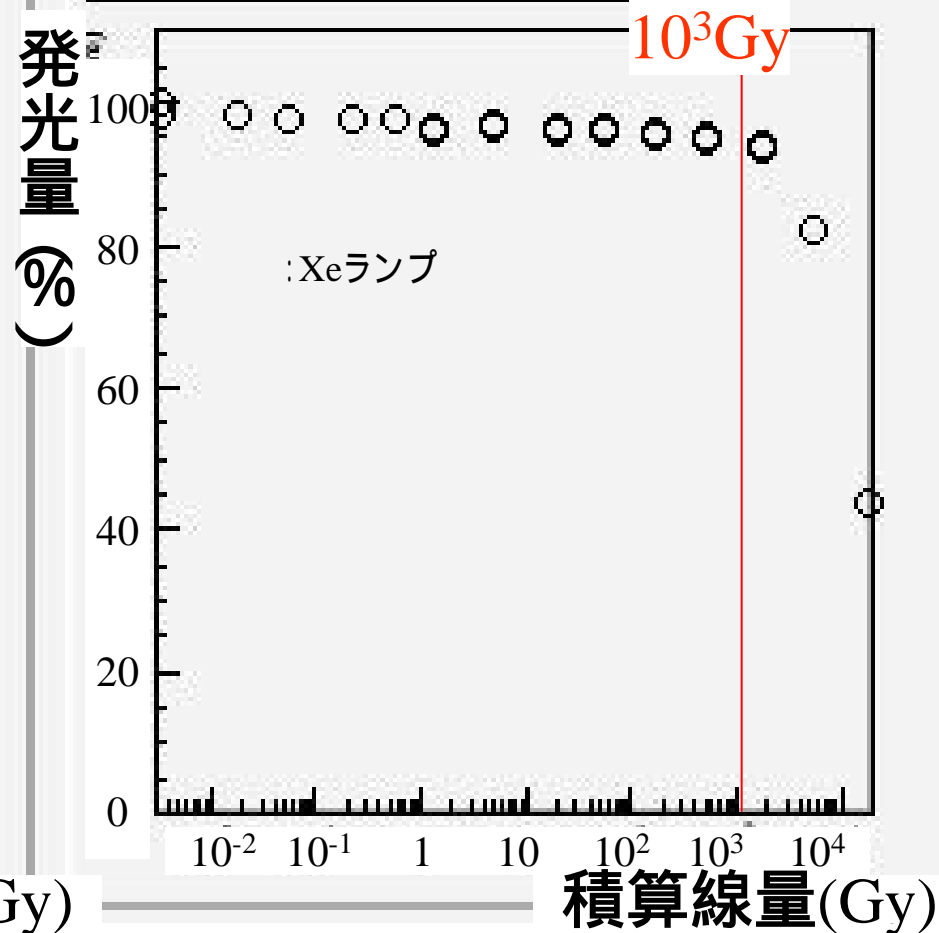
測定結果

～ ライトガイドの放射線ダメージ～

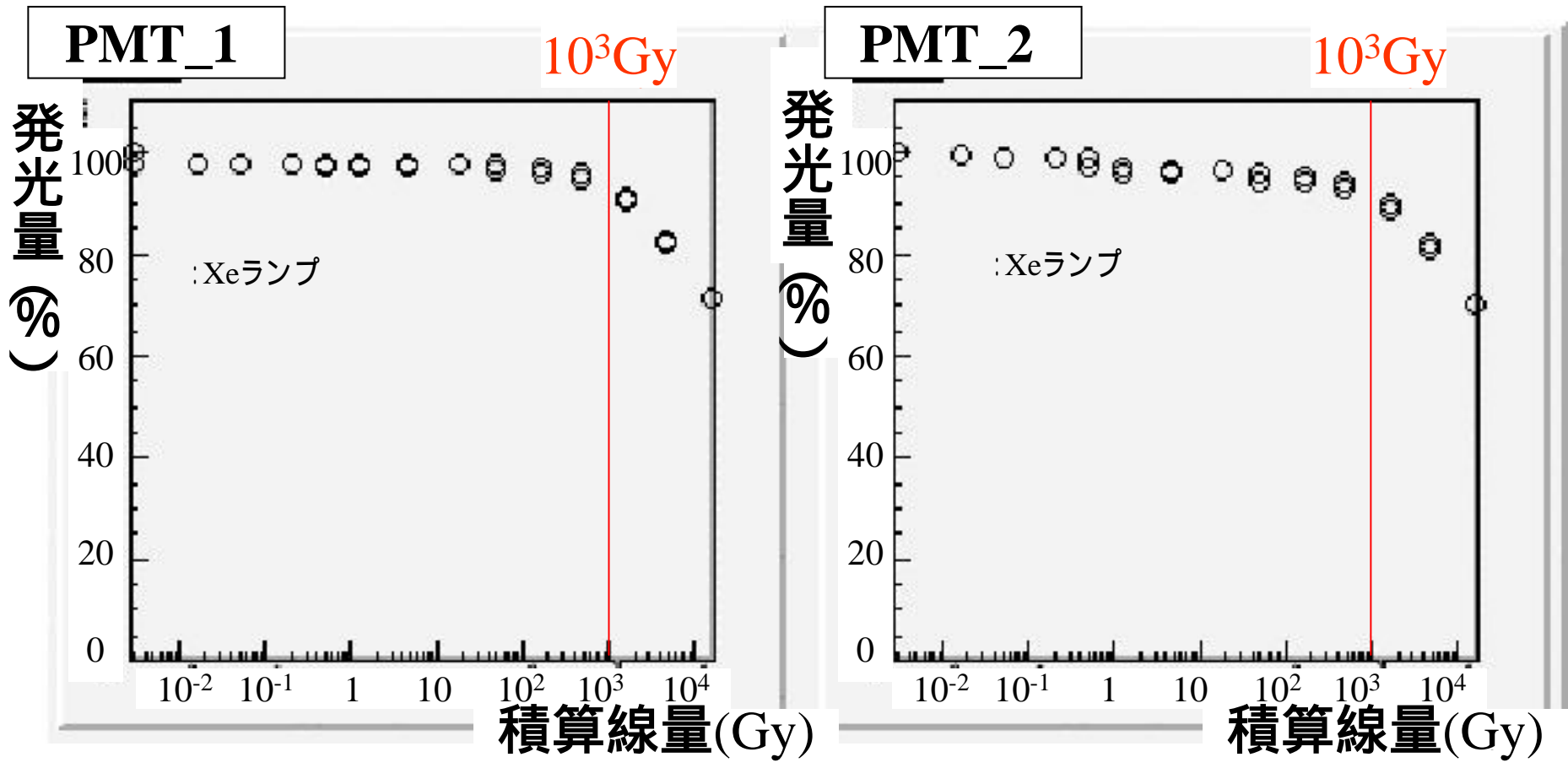
Fiber_EJ260



Fiber_BC404



測定結果 ~ PMTの放射線ダメージ ~



まとめ

- 今回の実験で明らかなこと
 - シンチレータ (EJ260, BC404)、PMT、ライトガイドは重粒子線によりダメージを受けた。
 - シンチレータ、PMT、ライトガイドは 10^3Gy の放射線被曝より得られる光量が10%以上減少する。
 - 実際のLHCf実験においてデータ取得に必要な照射時間は一週間程度であり、被曝線量は $2 \times 10^2\text{Gy}$ 程度であるので問題は無い。
 - 今回の実験で残った課題
 - シンチレータの放射線ダメージ回復
 - 放射線ダメージが積算線量によるものなのか、線量率によるものなのか
- 10月末に再度実験を行う