

EUSO焦点面検出器

計算宇宙物理研究室
滝澤慶之

内容

- ・ EUSOミッションの概要
- ・ 焦点面検出器
 - ・ マルチアノード光電子増倍管
 - ・ 読み出し回路
- ・ 我々が欲しい回路

EUSO計画

Extreme Universe Space Observatory



超高エネルギー宇宙線の起源

トップダウンシナリオ

極めて質量が大きく有限な寿命をもつX粒子と呼ばれる素粒子の存在を仮定し、この崩壊により超高エネルギー粒子(陽子、中性子)を生成する。

到来方向は等方的

ボトムアップシナリオ

低エネルギー粒子が、活動銀河核等により加速され
超高エネルギーに達する。

到来方向は異方的

EUSO望遠鏡での観測

遠方、大広角(60°) 広大な検出エリア

$\sim 4.5 \times 10^5 \text{ km}^2 \text{ sr}$

宇宙線観測器として最良

宇宙線バーストに対し3000倍の感度
(AGASA)

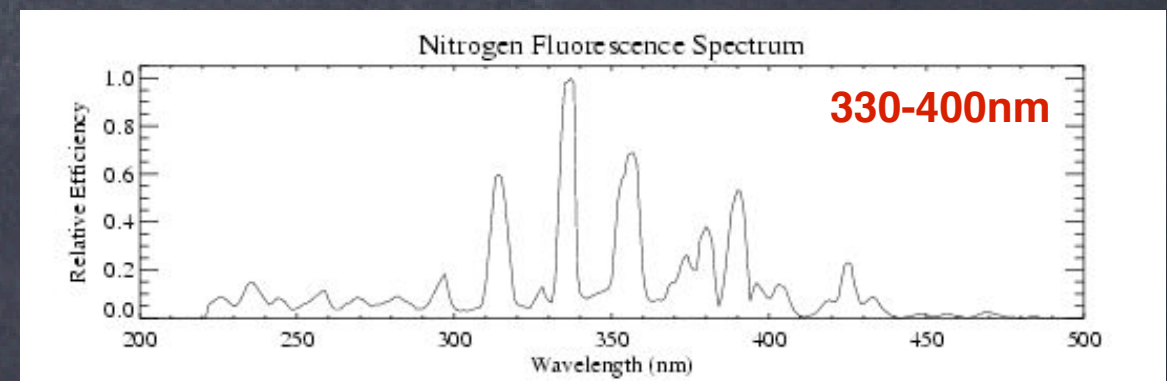
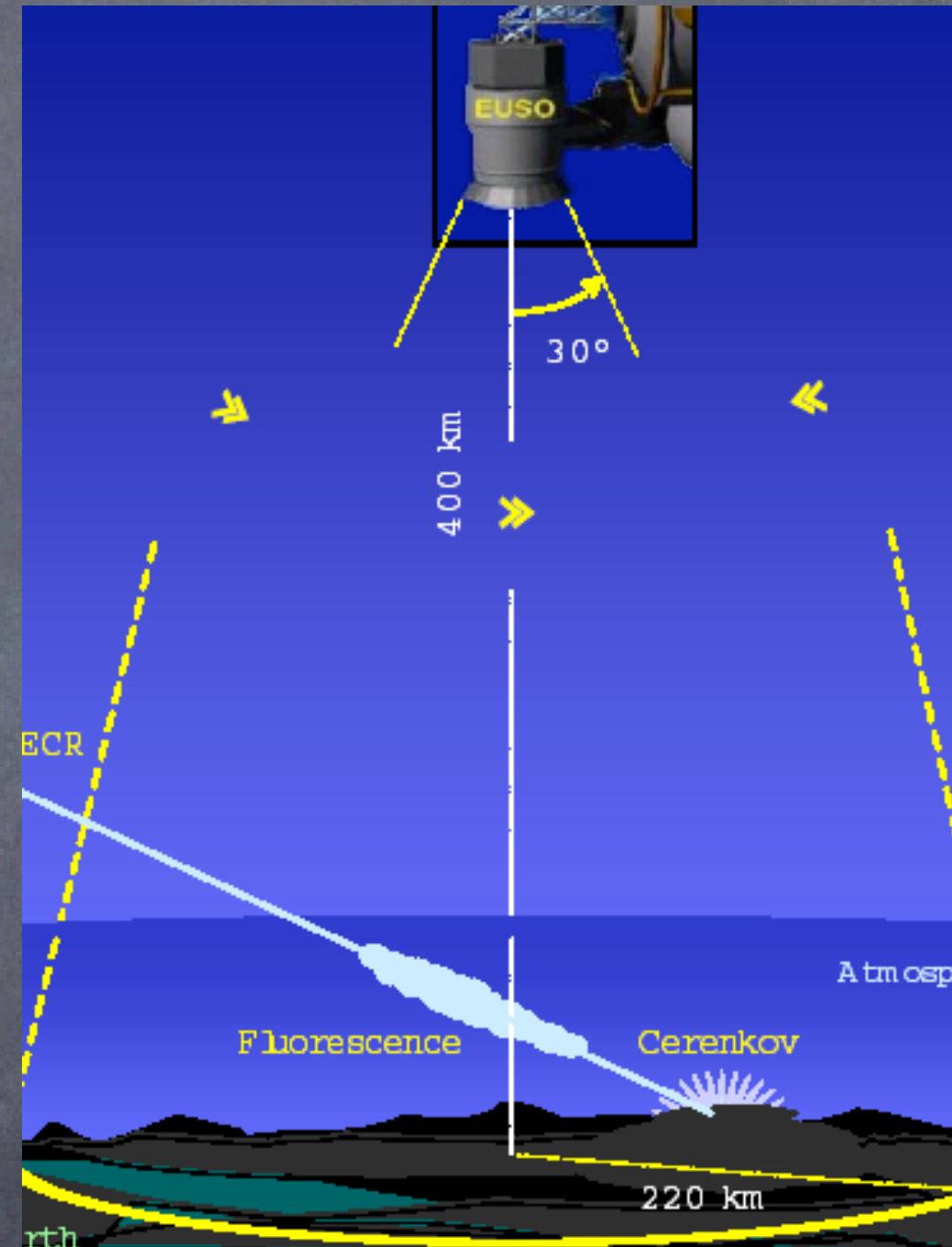
1500 Giga-ton 大気

超高エネルギーニュートリノ検出器

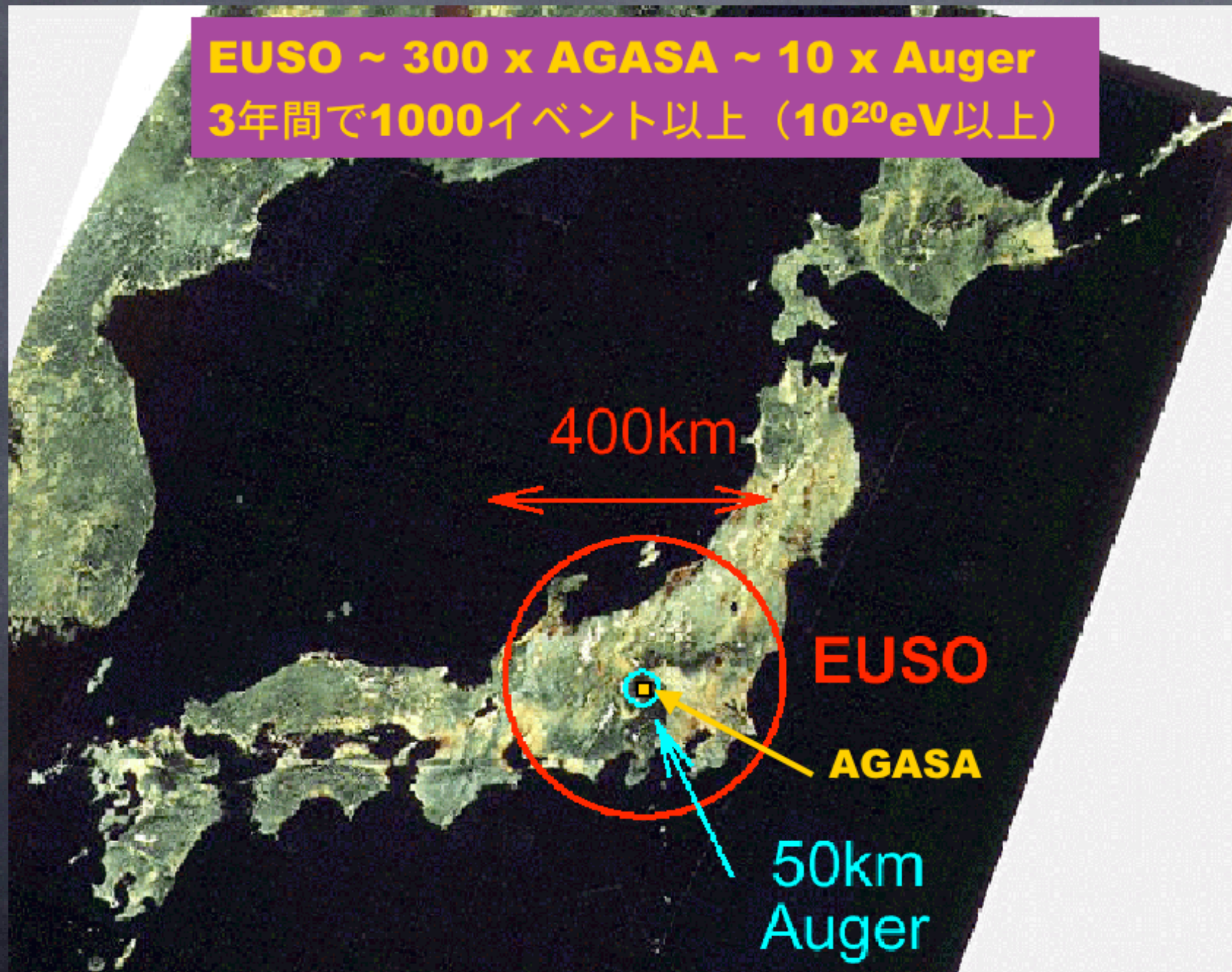
全天観測

南北半球にわたる均一な観測が可能 国際
宇宙ステーション軌道のおかげ!!

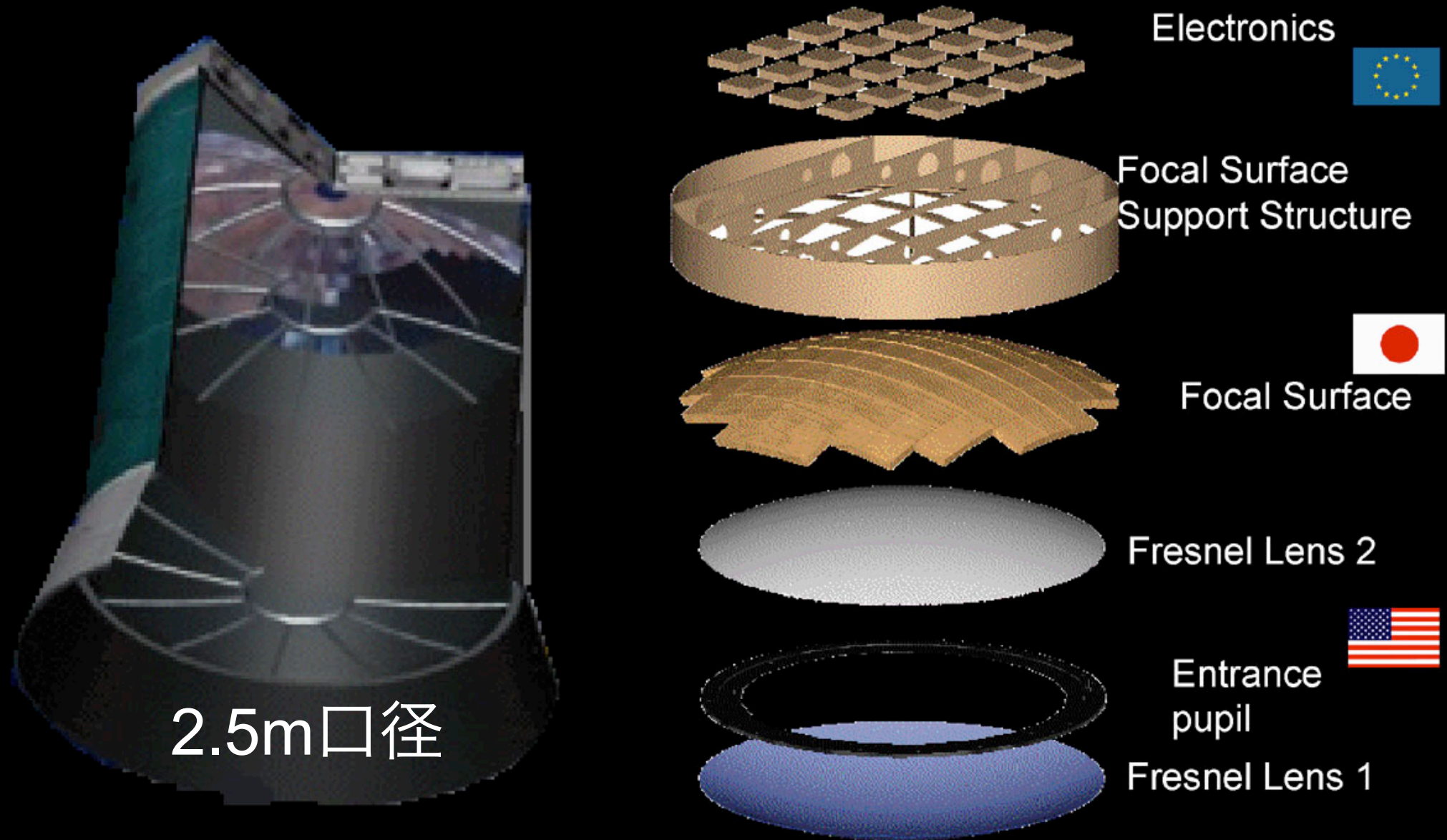
地上観測と相補的観測



EUSOの広大な観測範囲



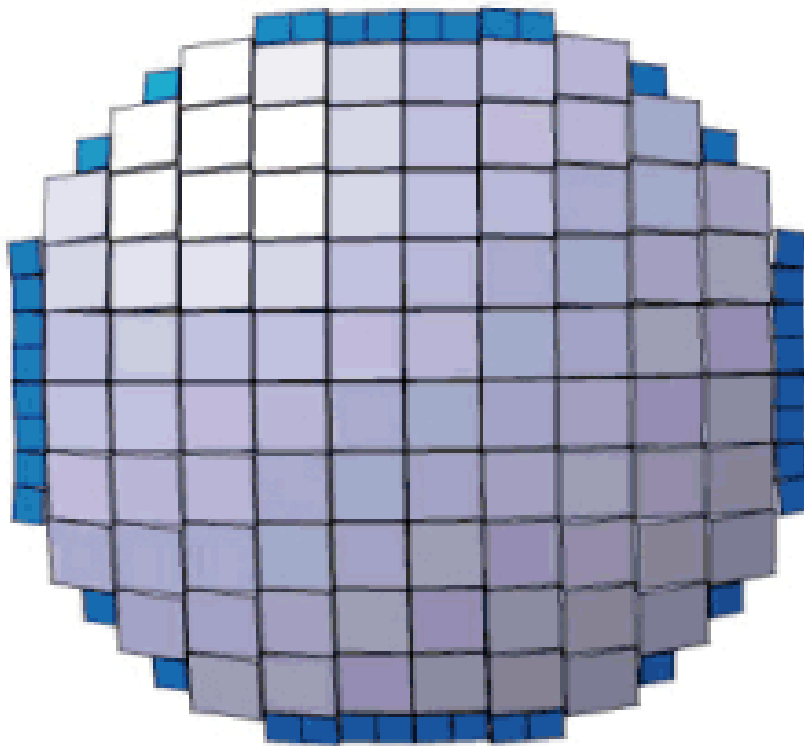
世界の分担



焦点面検出器

Focal Surface detector

(128 PDMs = 0.2M pixels)



Elementary Cell

(2x2 PMTs = 144 pixels)

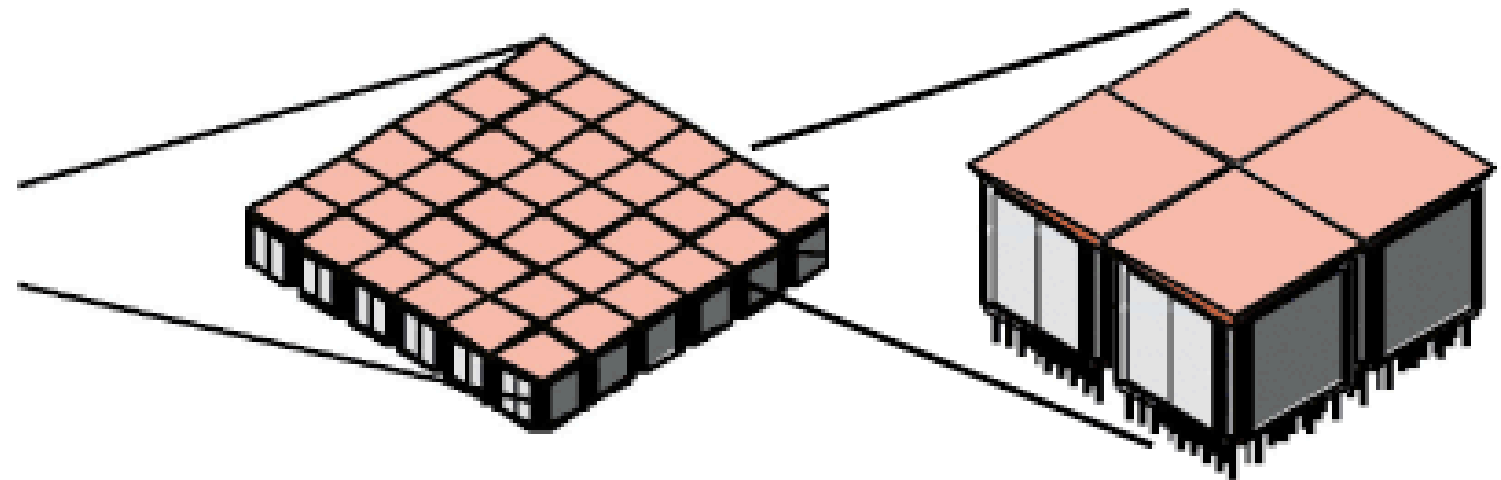
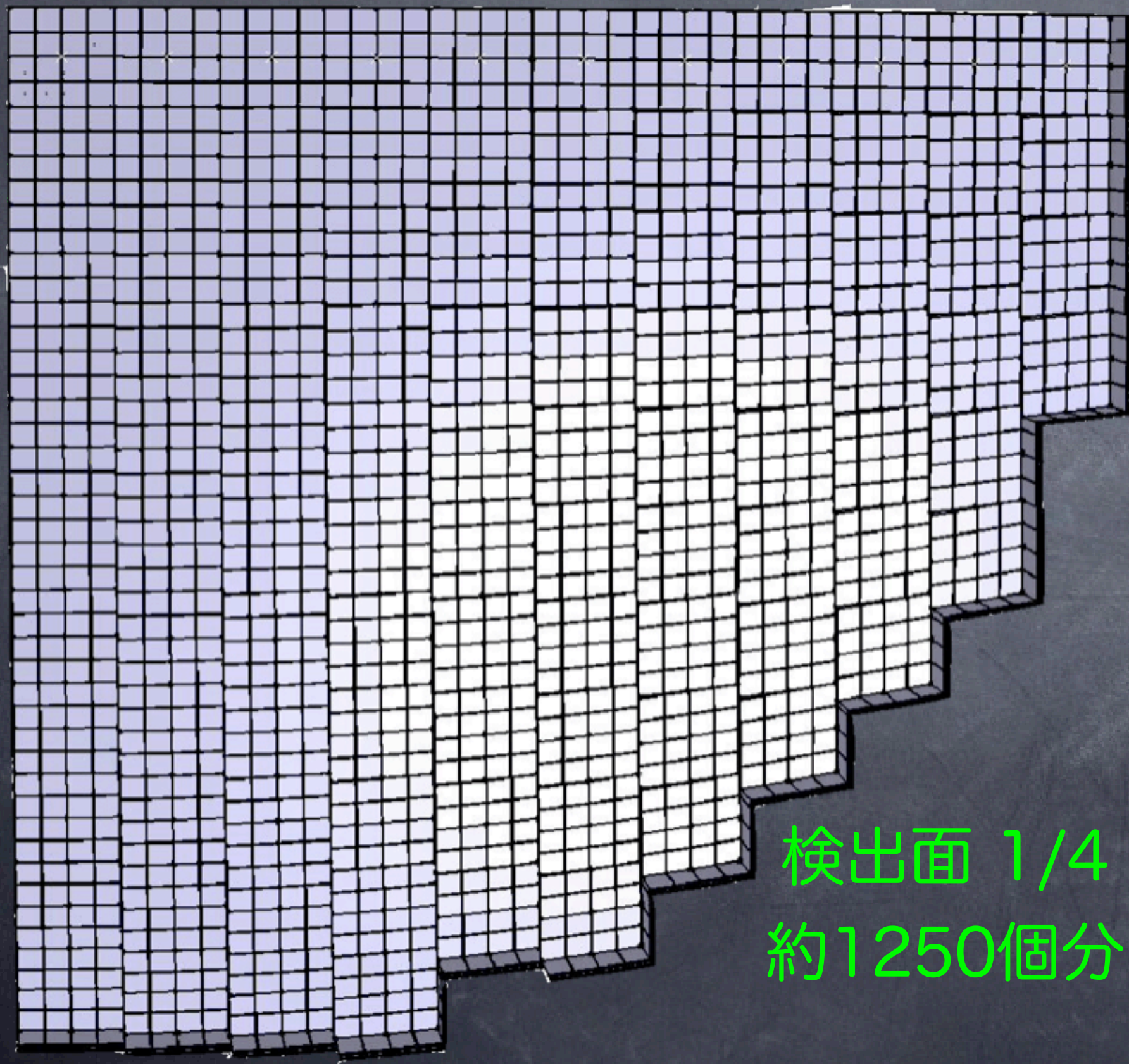


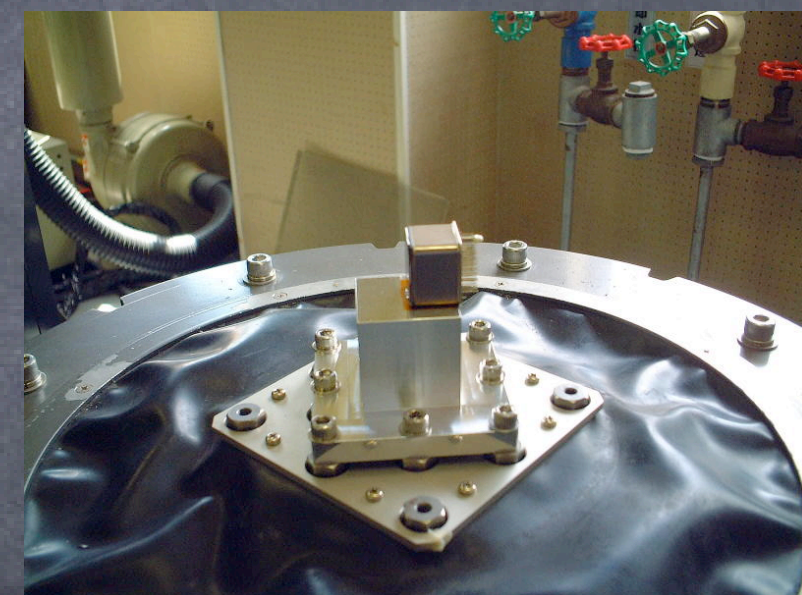
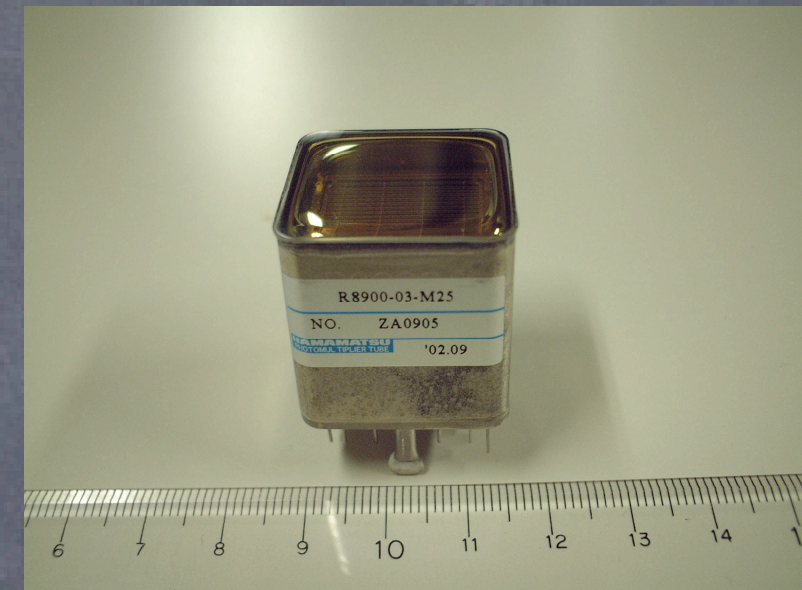
Photo-Detector Module

(3x3 ECs = 1296 pixels)

約5000個のMAPMTを動かす



検出面 1/4
約1250個分

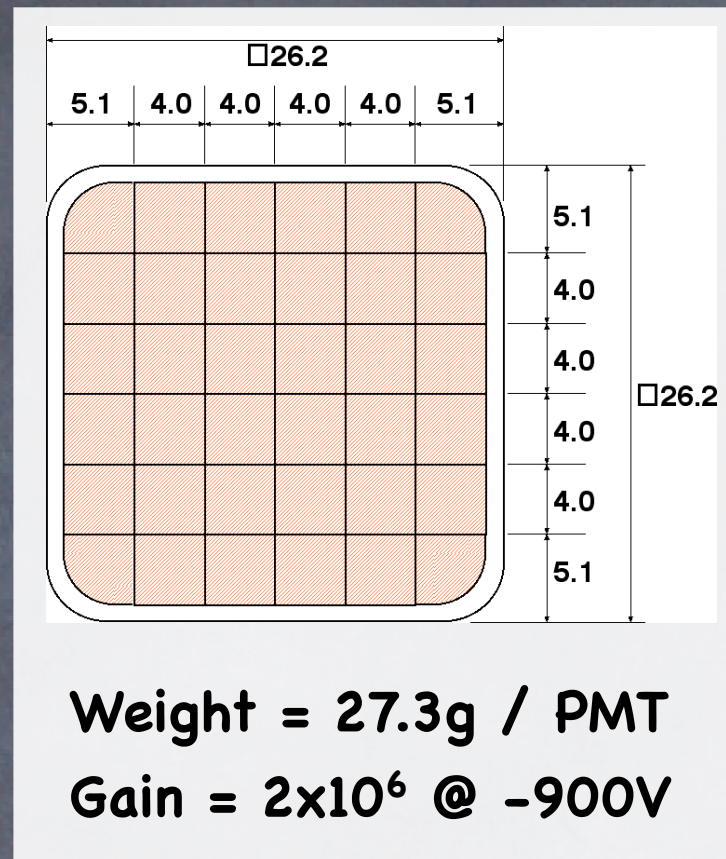
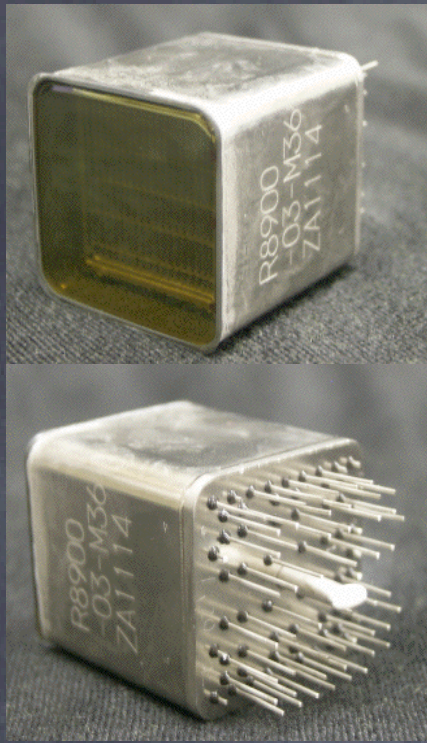


振動試験をするMAPMT



宇宙打上に対する耐振
動性の確認

Multianode Photomultipliers

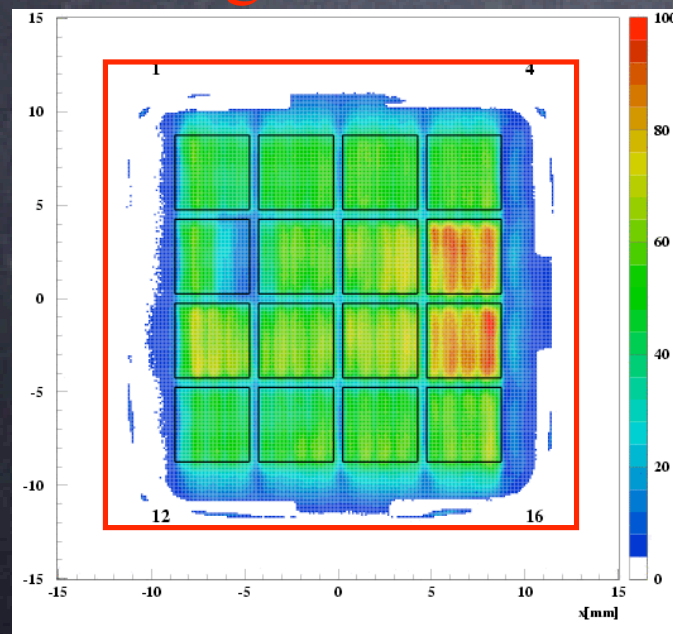


R8900-M36

光電面と1st Dynの間に弱電界を形成し有効面積を増大させることに成功

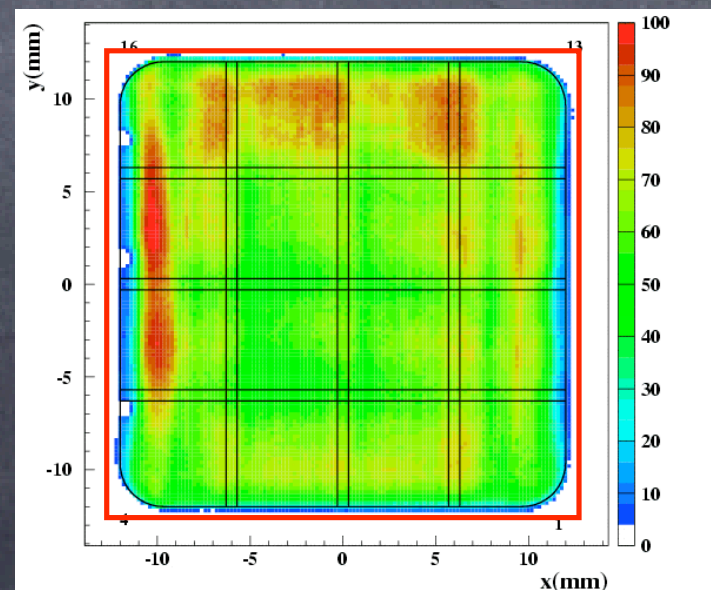
Gain Map

Filling factor 45%



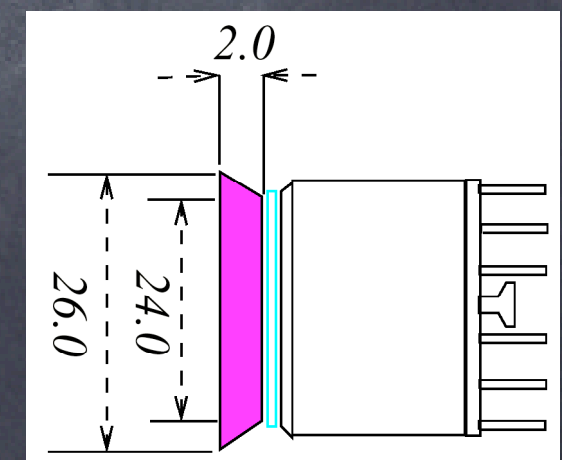
R7600-M16

83%



R8900-M16

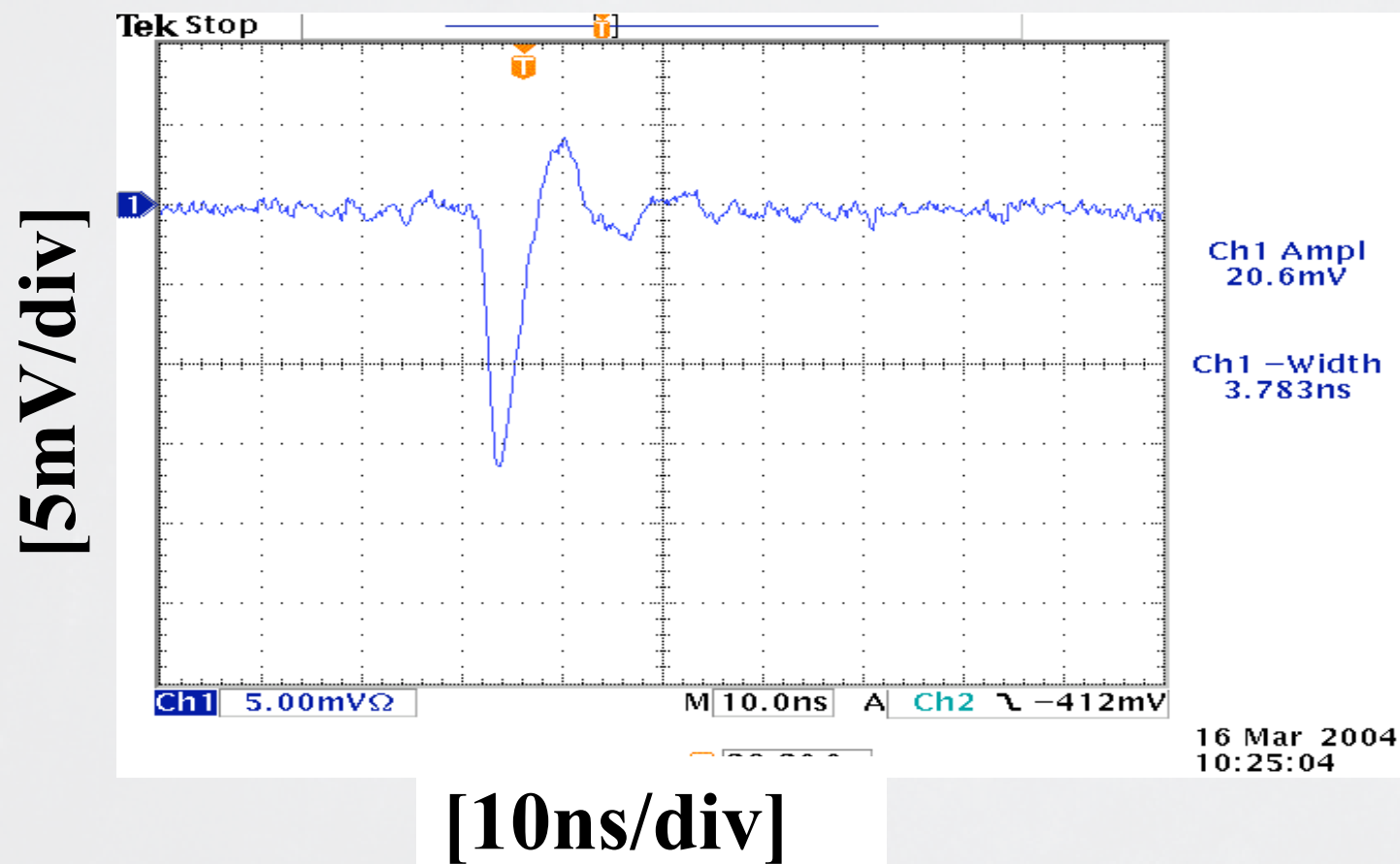
95%



Uniformity

1 : 2

出力信号



R8900-03-M36

Pulse Shape (1p.e.)

Pulse height ~15.6mV

Rise time (10% - 90%) ~1.6ns

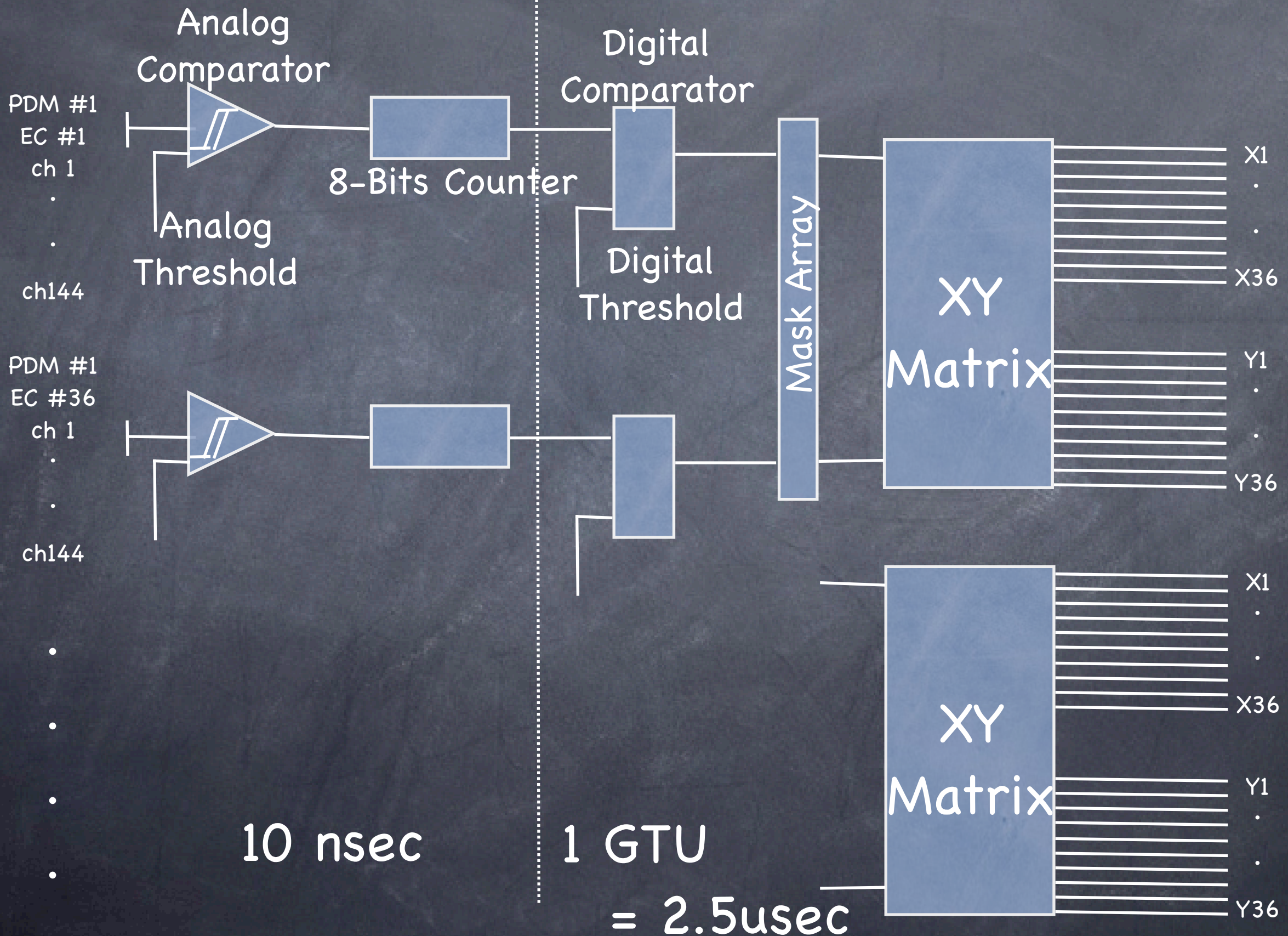
Fall time (90% - 10%) ~2.3ns

Width (FWHM) ~3.4ns

読み出し回路

ノイズとsingle Pheイベントの分離

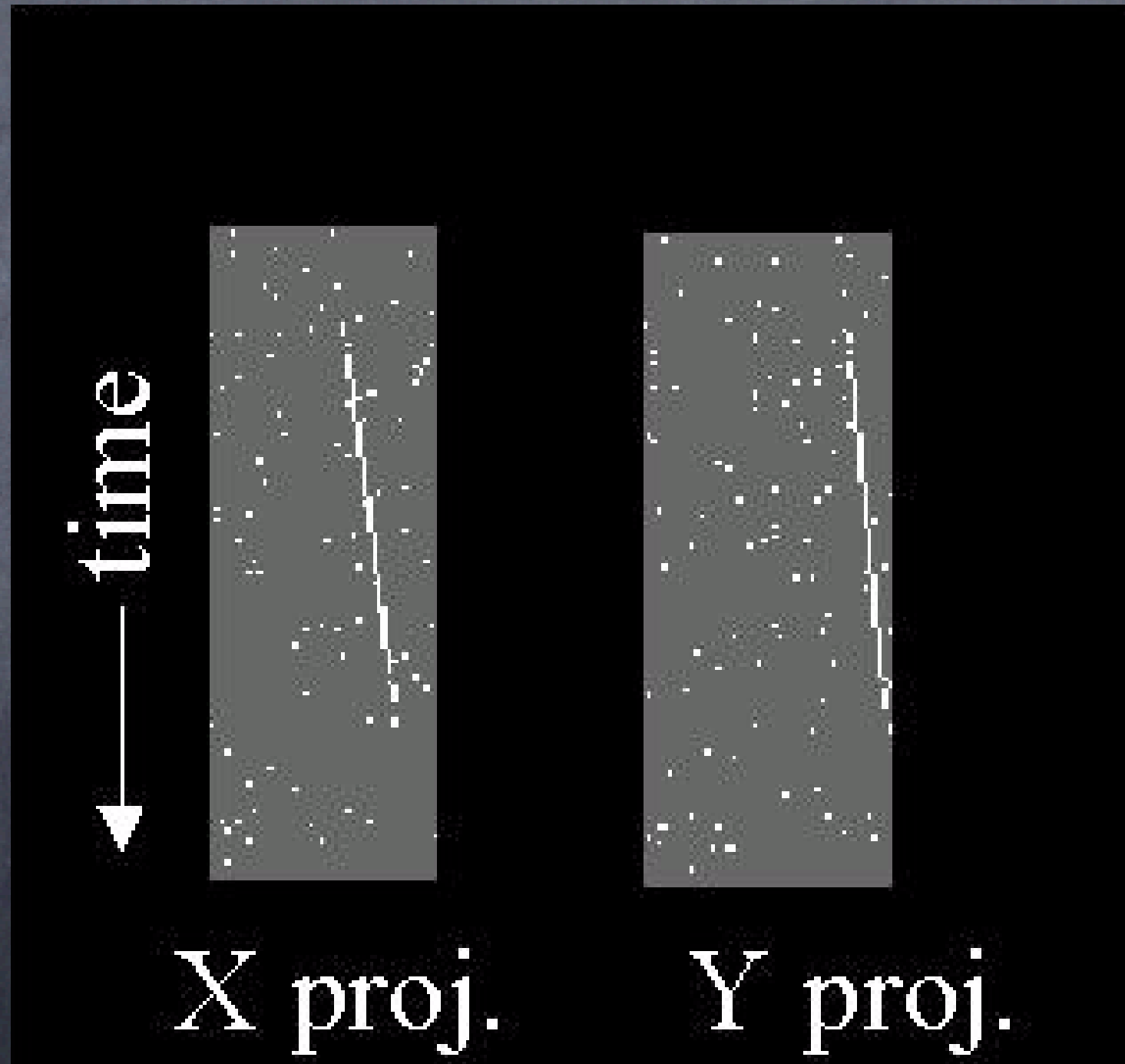
大気夜光などBGイベントの排除



エレクトロニクス for EUSO-Japan

- Flight modelでは、欧州が担当予定
 - EUSO-Jは、MAPMTの性能評価、トリガ法の探索
- 現時点では、宇宙仕様は考えない
 - 宇宙仕様であればうれしい
- 動作性能は、Flight modelと同じ or 付加機能付き

シャワー判定 (Trigger システム)



基本仕様

PMTの出力を、光子計数法で読み出す セルフトリガ生成用(シャワー判定) のロジック回路 ASIC + FPGA

カウンター + シャワー判定

必要事項

- 1 最小構成は、 $12 \times 12 = 144$ チャンネル(forデジタル), 4チャンネル(forアナログ)
- 各デジタルチャンネルには、電流アンプ (input 20mA max for 1p.e., gain 2.0?)
- 電流コンパレータ (可変閾値、10ns)
- カウンタ(8bits)
- デジタルコンパレータ
- 2.5us毎にカウンタ出力が (X,Yで投影されて)リングメモリに書き込まれる
- 各アナログチャンネルには、電流アンプ
- 1 or 9構成単位で、セルフトリガ生成

ECR signal description

Signal, typical: 2000 photons in $\sim 60 \mu\text{s}$.

Maximum signal duration: $\sim 200 \mu\text{s}$.

Maximum number of photons in signal: ~ 10000 photons.

Intensity (in one pixel) typical: 100 photons/ μs

Intensity (in one pixel) maximum: 500 photons/ μs

おわり