



XMASS実験におけるシミュレーションプログラムの高速化

Keishi Hosokawa from Kobe University

2012/02/20

abstract

- ❖ XMASSシミュレーション現状
- ❖ 課題 ~長過ぎるプロセス時間~
- ❖ 時間過多の原因
- ❖ Geant4.9.5の新機能
- ❖ まとめ

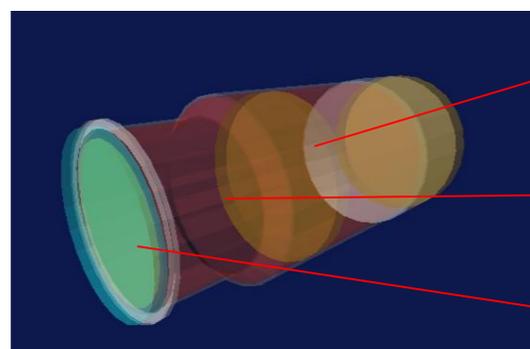
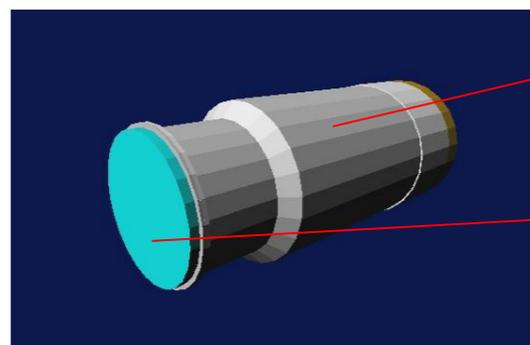
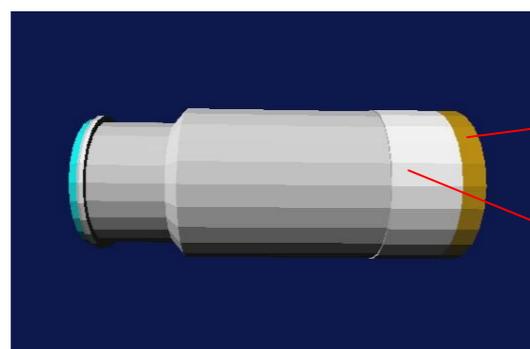
XMASSシミュレーション環境

- ❖ Geant4.9.3.p01
- ❖ Red Hat Enterprise Linux Server 5.6
- ❖ gcc 4.1.2
- ❖ Xeon E5540 (2.53GHz, 4 core) x 2 / computer
 - ❖ 30 computers: 240cpu
- ❖ 8GB memory
- ❖ Data size: ~1000days background = 20~30TB

XMASS detector geometry

Geometry (PMT)

Round PMT



Size is actual one
Tube PMT is new

Cu cover
(brown)

PTFE base
(white)

PMT body
(gray)

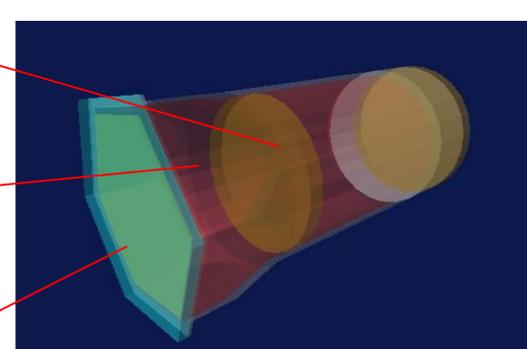
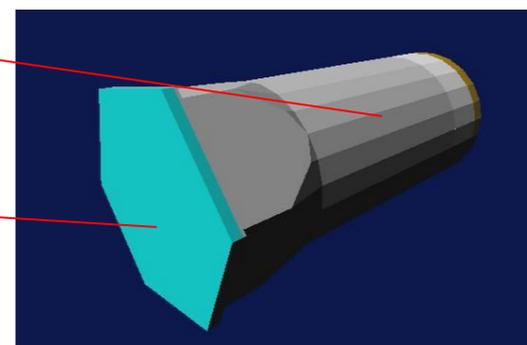
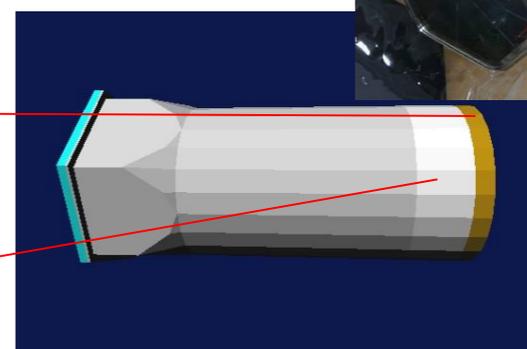
Window
(light blue)

Circuit board
(orange)

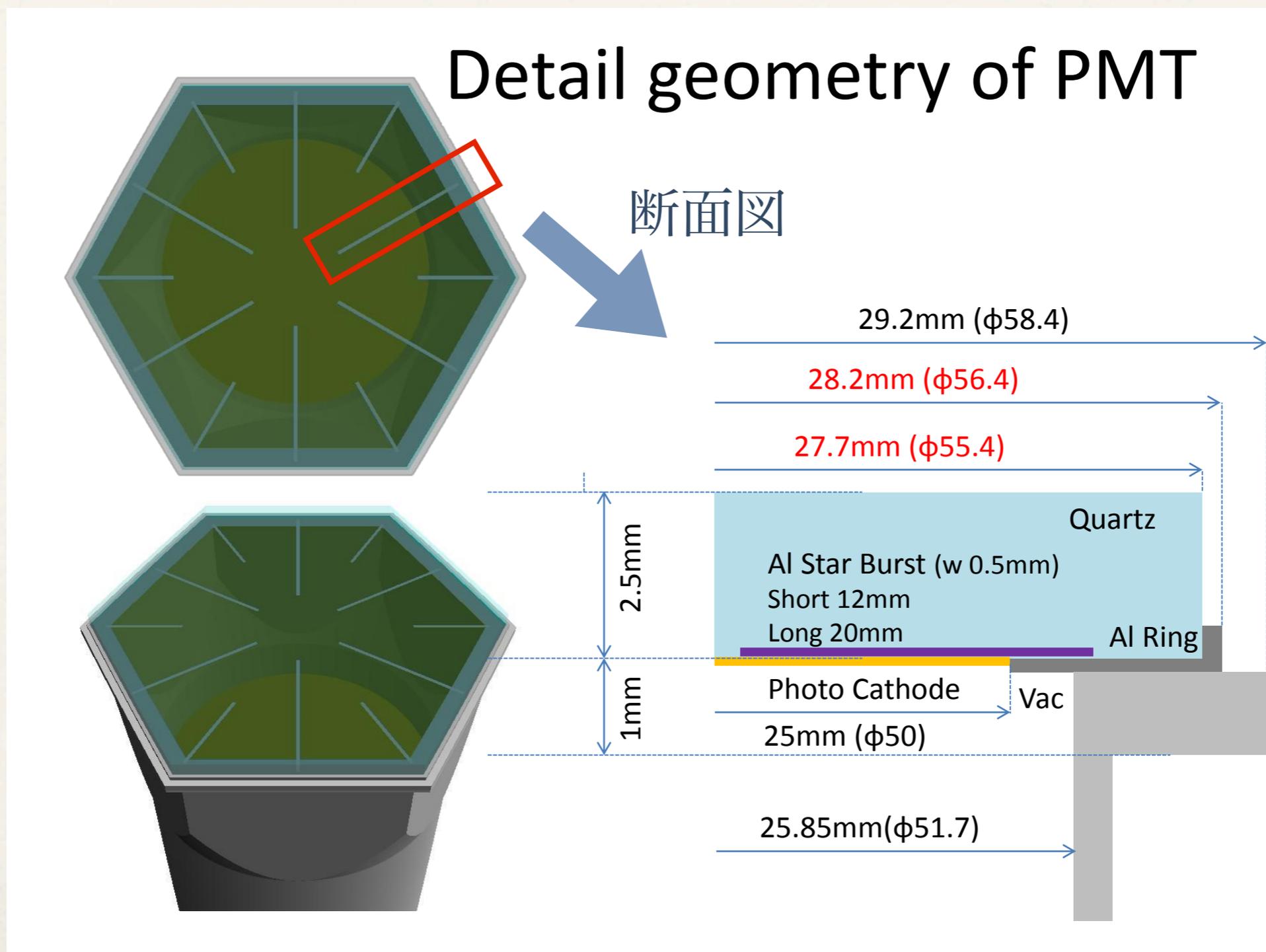
Vacuum
(red)

Photo cathode
(light green)

Hex PMT



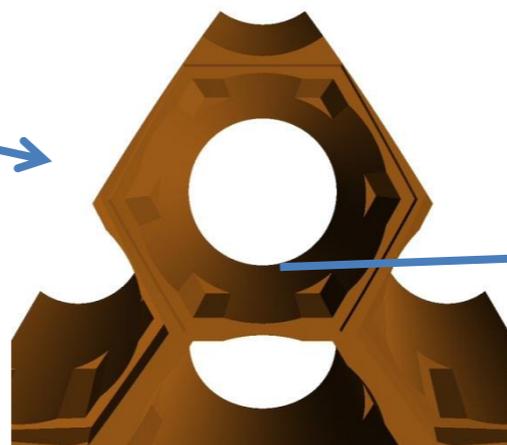
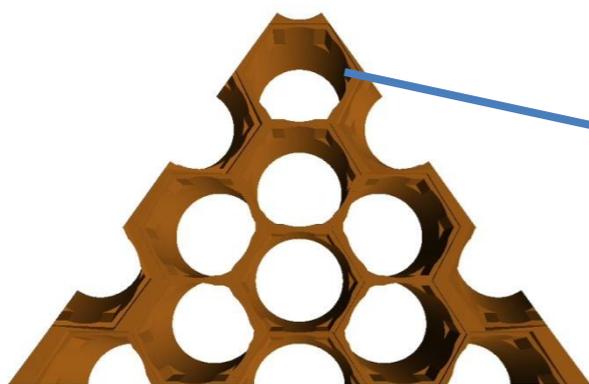
XMASS detector geometry



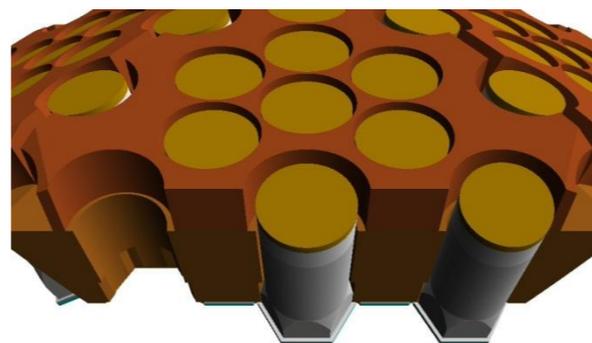
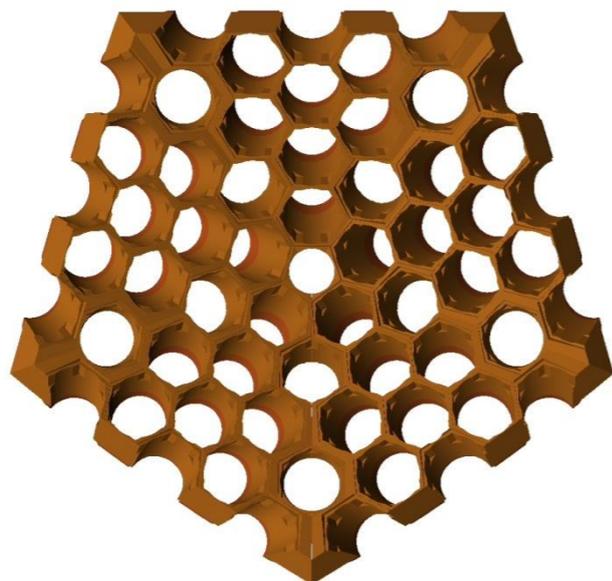
XMASS detector geometry

Geometry (Holder)

1st layer triangle from inside

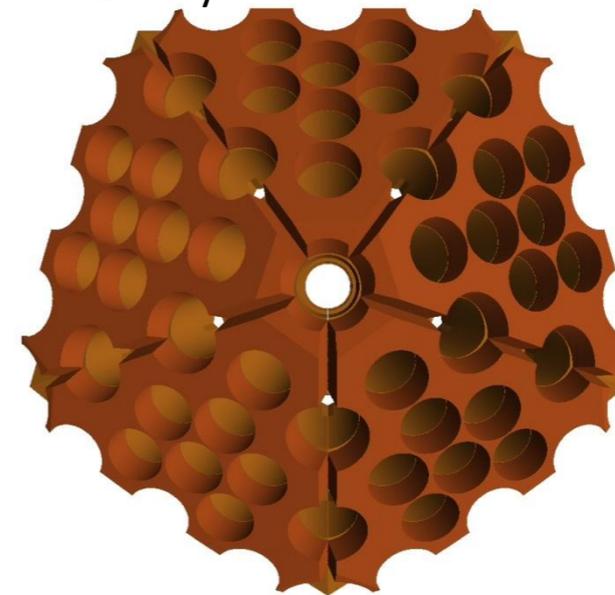


1st layer from inside



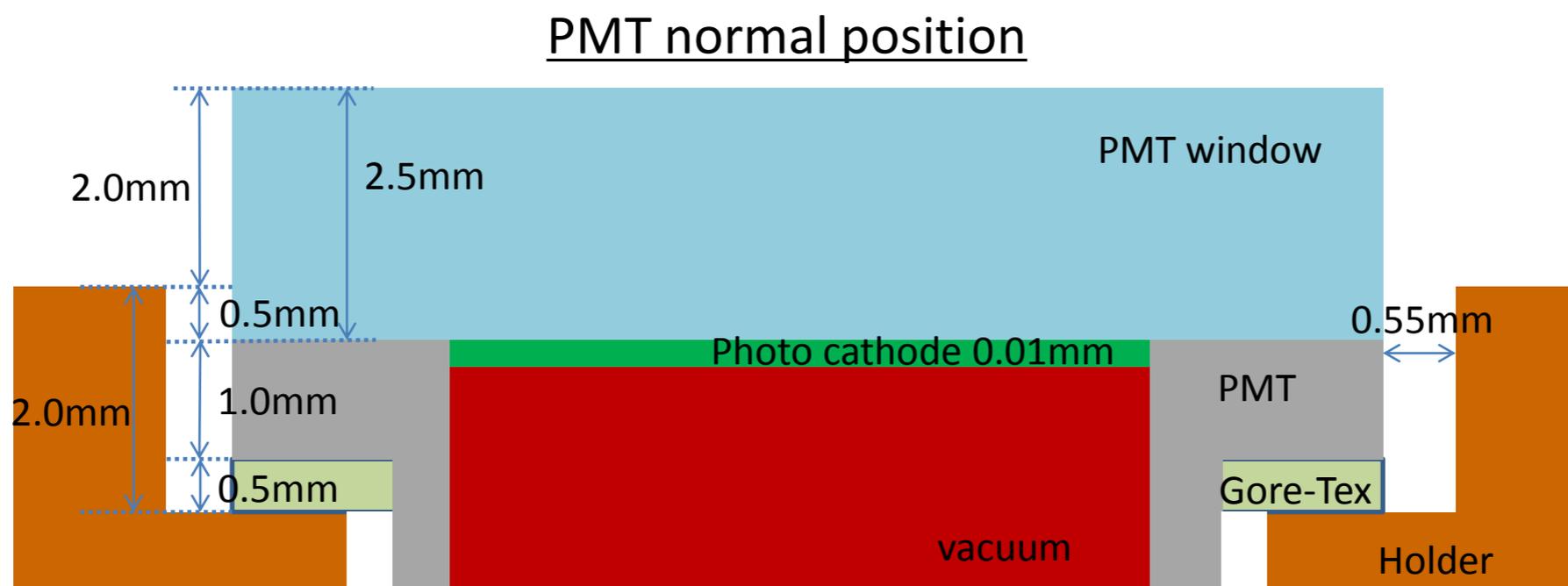
1st, 2nd and PMT from triangle base

2nd layer from outside



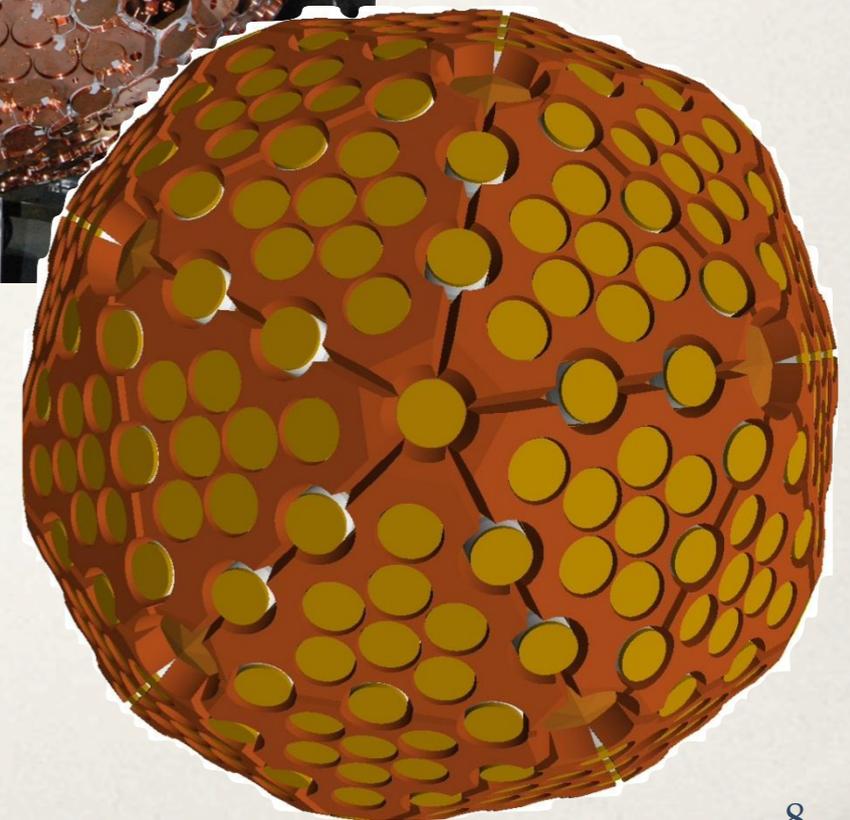
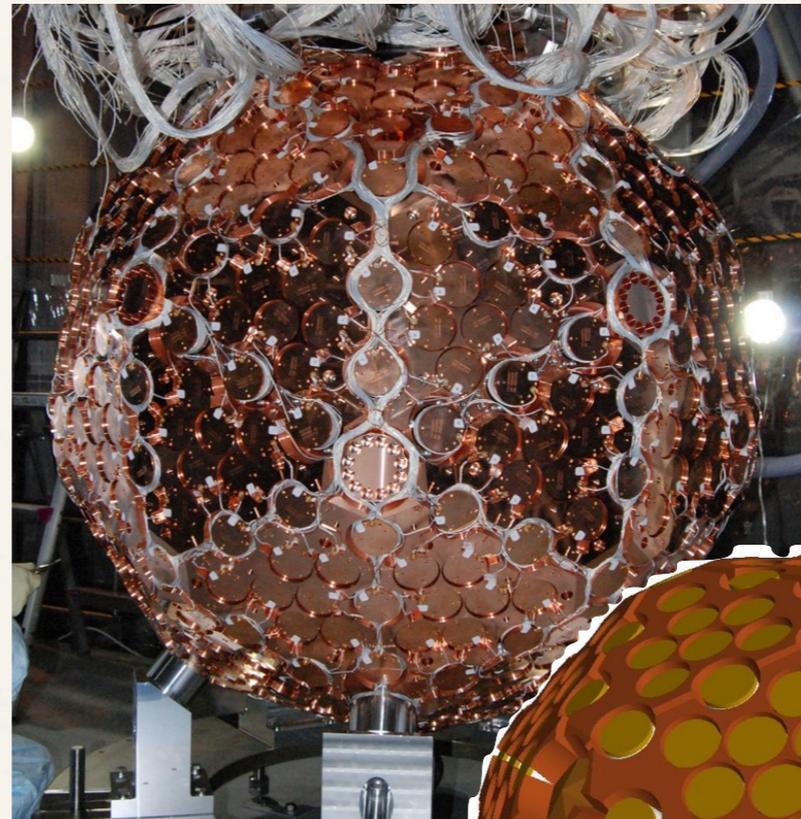
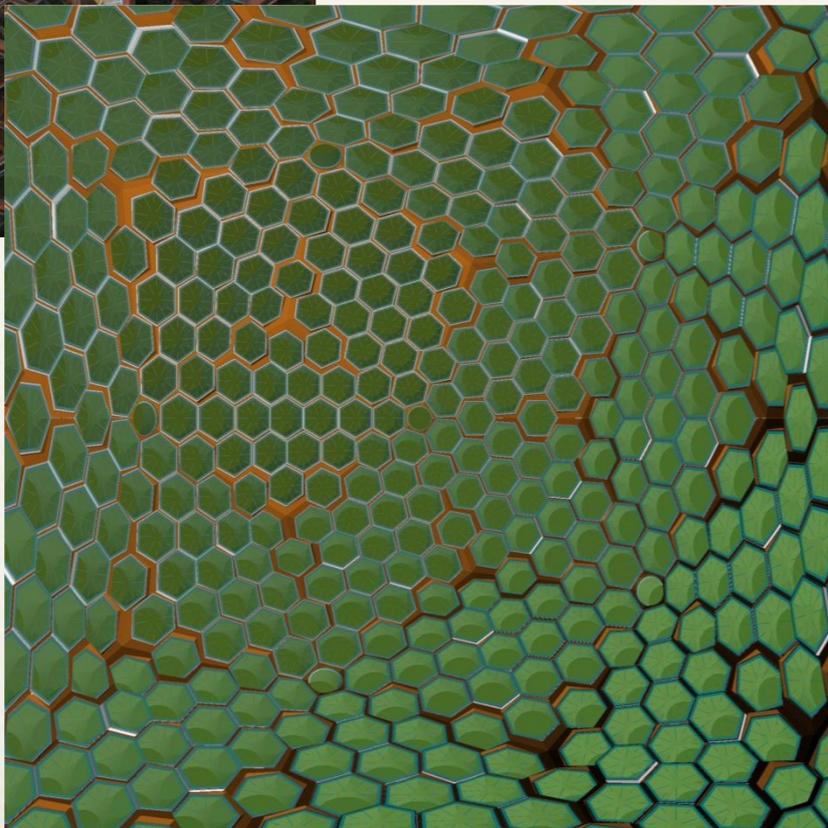
XMASS detector geometry

Geometry (PMT & Holder & Gore-Tex)



- Geometry between PMT and PMT holder
- Gap is exist.
- Goretex is implemented.

XMASS detector geometry



Motivation

- ❖ **非常に長いプロセス時間**

- ❖ **検出器の非常に複雑な構造まで反映**されている。

- ❖ 発生した全てのphotonを追いかける。

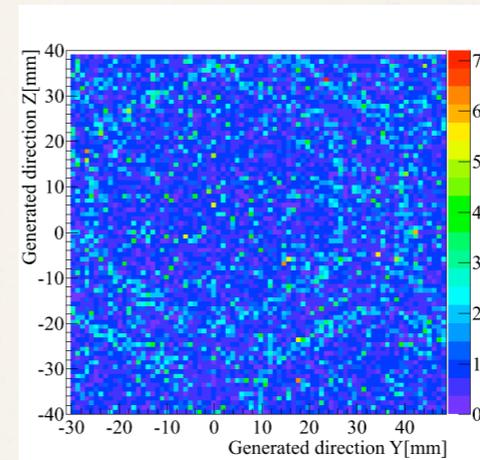
QEは光電面で吸収が起こってから適用される。

- ❖ U系列のBG(20崩壊)に~4.2分、キセノン中でエネルギーを落として発光するのが10.4回、1回当たり平均~150000 photonが発生する。

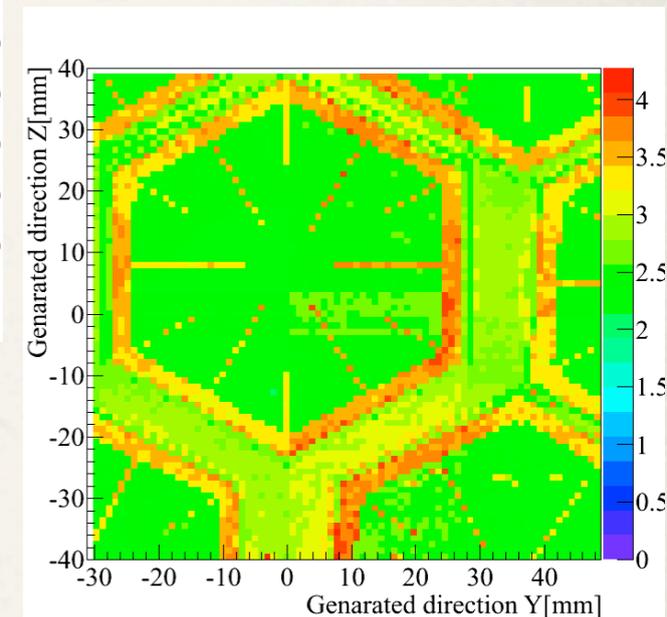
- ❖ 100日分だと300~400万崩壊。400~600 day*cpu、200CPUで2~3日(U系列のみ)PMTからの全てのバックグラウンド100日分で**一ヶ月程度**かかると予想される。

Process time and step number

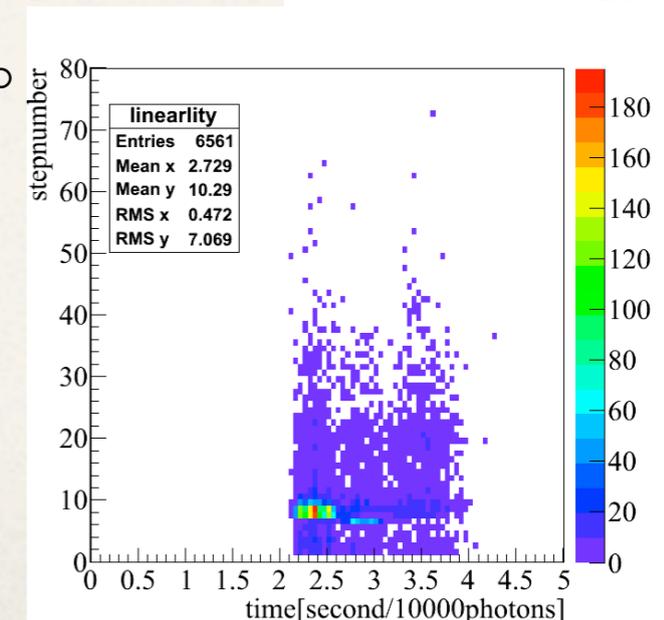
- ❖ 検出器中心からPMT表面に向けて直接 photonを発生させて、プロセス時間 [sec/10000photons]とステップ数を計測。



プロセス時間分布

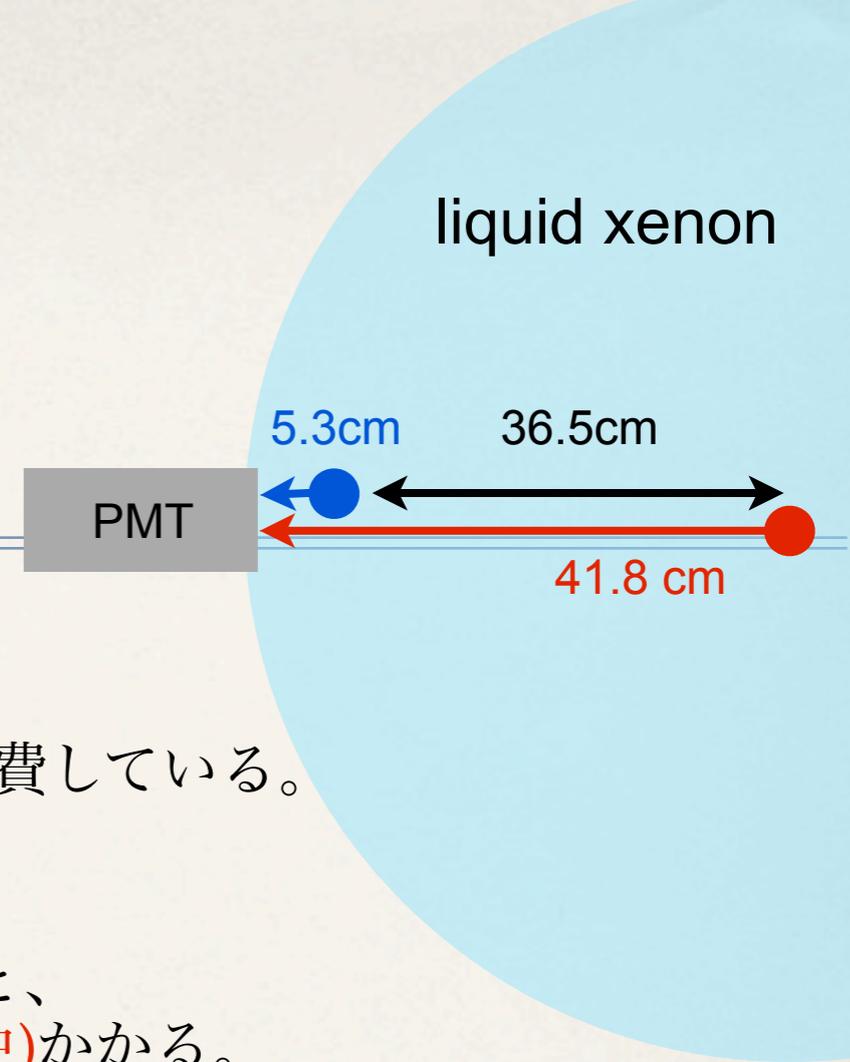


- ❖ PMT表面の **ジオメトリがプロセス時間に影響**。
- ❖ ステップ数と時間の線形性はなし。
-> **どこかの1ステップに時間を取られている。**

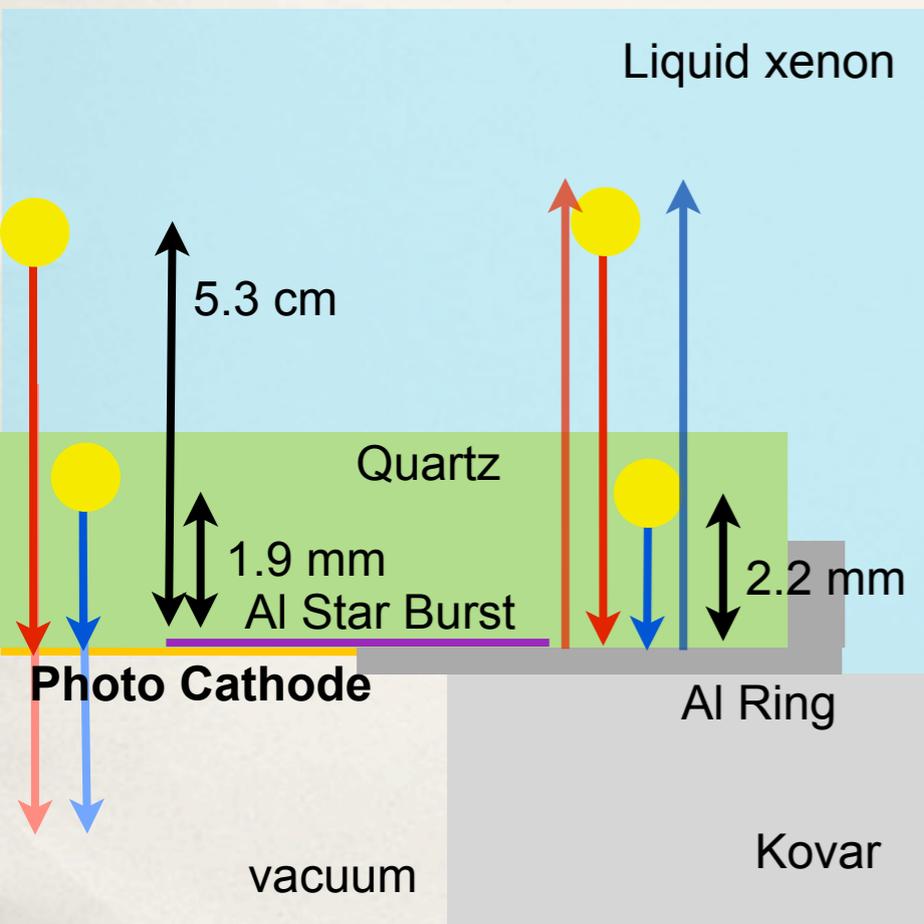


step数 VS プロセス時間

What is the reason?



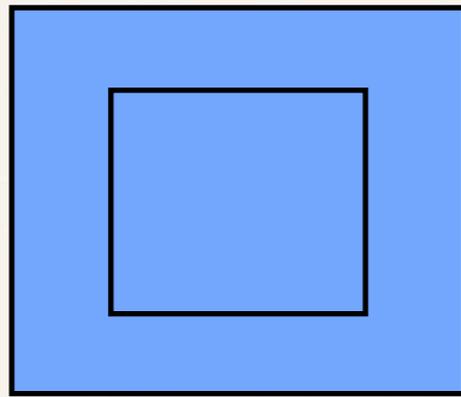
- ❖ 場所を変えてphotonを発生させ、プロセス時間を計測した。
- ❖ **液体キセノンとPMT窓の境界面**でプロセス時間を大量に消費している。
- ❖ **PMT窓のcoverageは約70%**と高いので、強く影響する。
U系列を20崩壊(15000photonをLXeで約10.4回発光)だと、
photonの境界面でのプロセスだけで約2.7分以上(4.2分中)かかる。



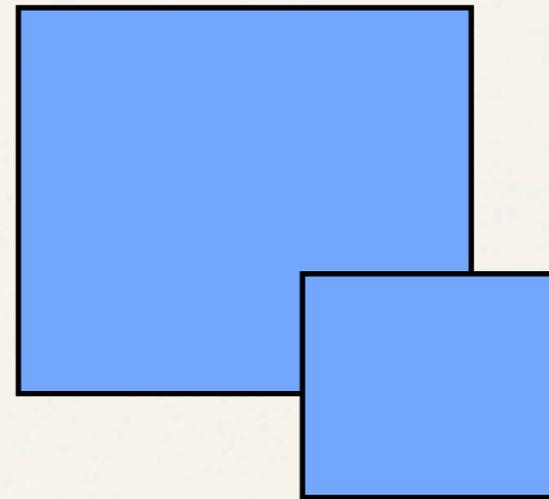
Process	Time [s/10000photons]
1. LXe中の移動(/10cm)	0.1以下
2. LXe -> PMT窓	1.3 ~ 1.7
3. Alでの反射	1.5
4. Offset	~0.2

Boolean operation (Geant4 tool)

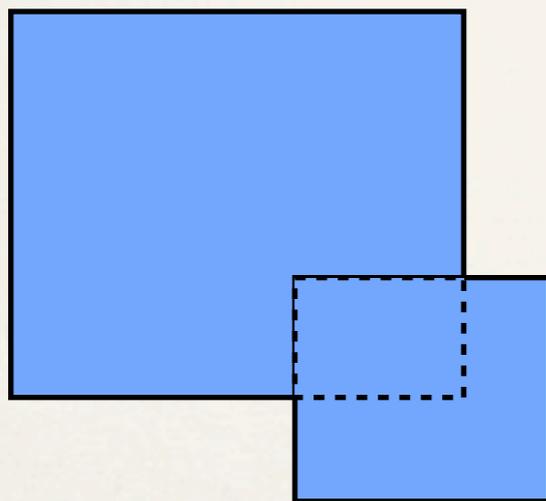
okey



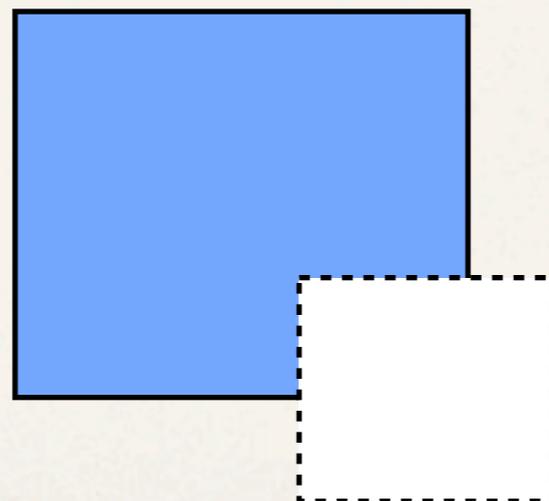
bad



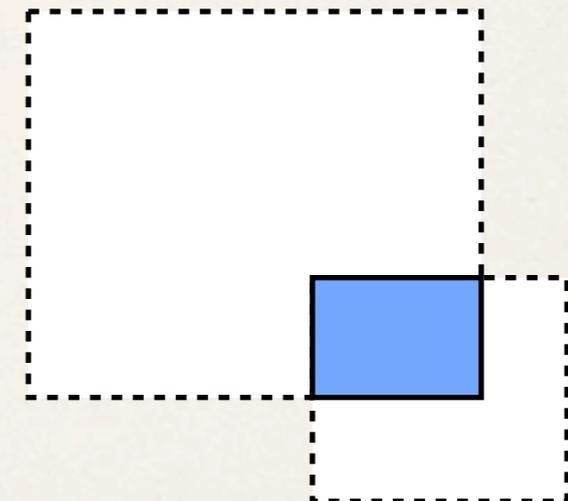
G4UnionSolid



G4SubtractionSolid



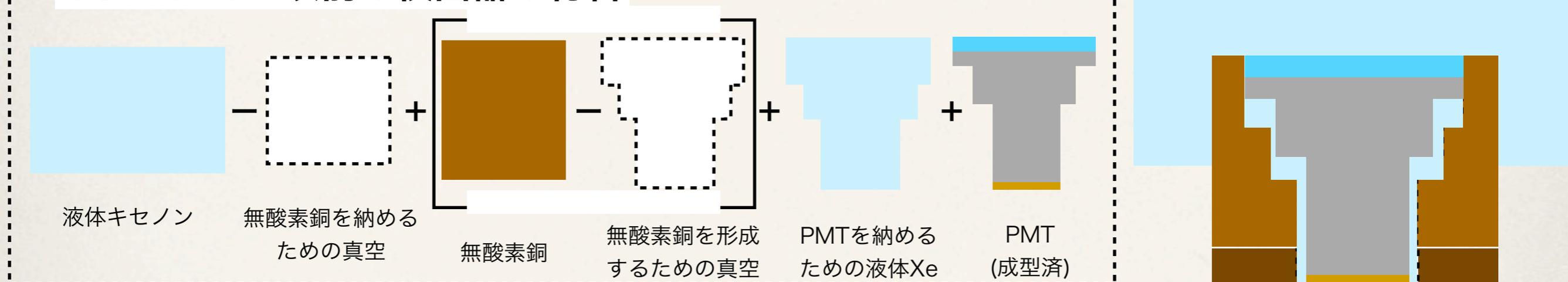
G4IntersectionSolid



- * Geant4ではvolume同士の重なりは許可されていない。
- * このような機能を用いる事で、複雑なgeometryの作成が可能となる。

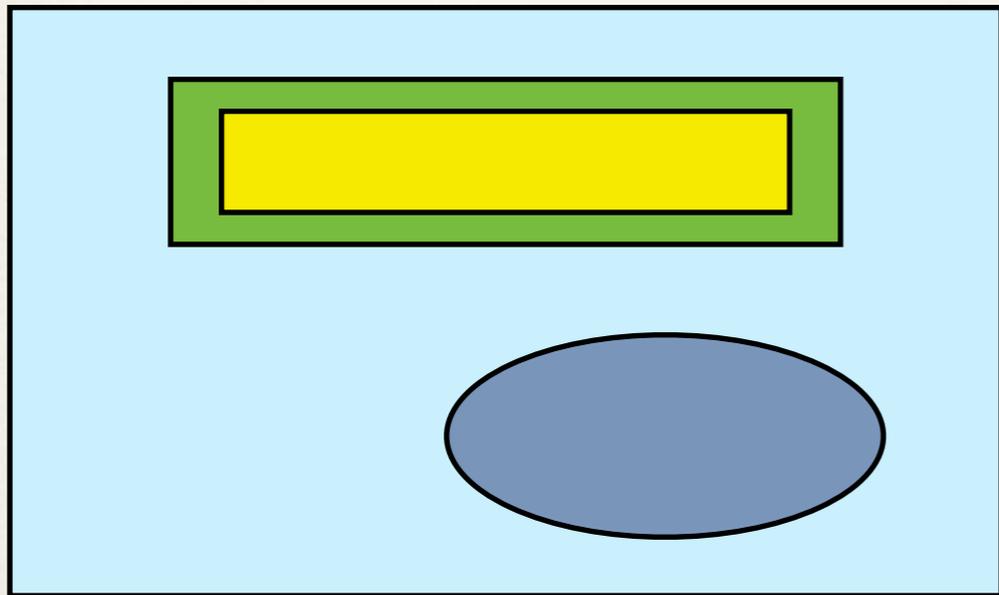
Boolean operation in XMASS

Geant4.9.4以前の検出器の材料

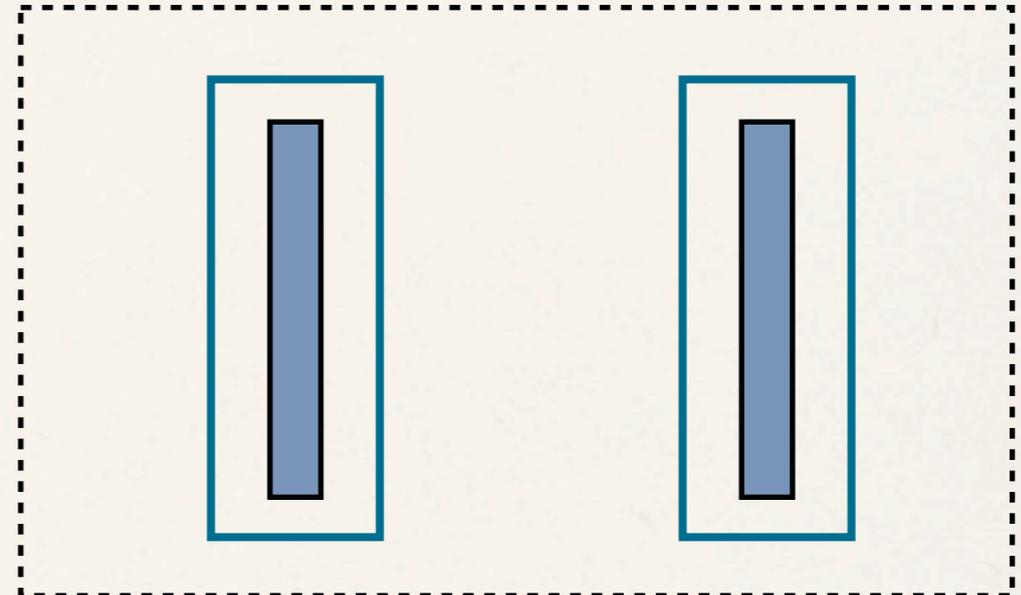


- ❖ 現行のXMASS MCでは、詳細な構造を反映させるためにG4SubtractionSolidなどboolean operationを多用する事になる。
 - ➡ Geant4では、境界面でのステップの間にbooleanの判定がかかる。
 - ➡ Boolean operationを減らせば早くなるだろう。

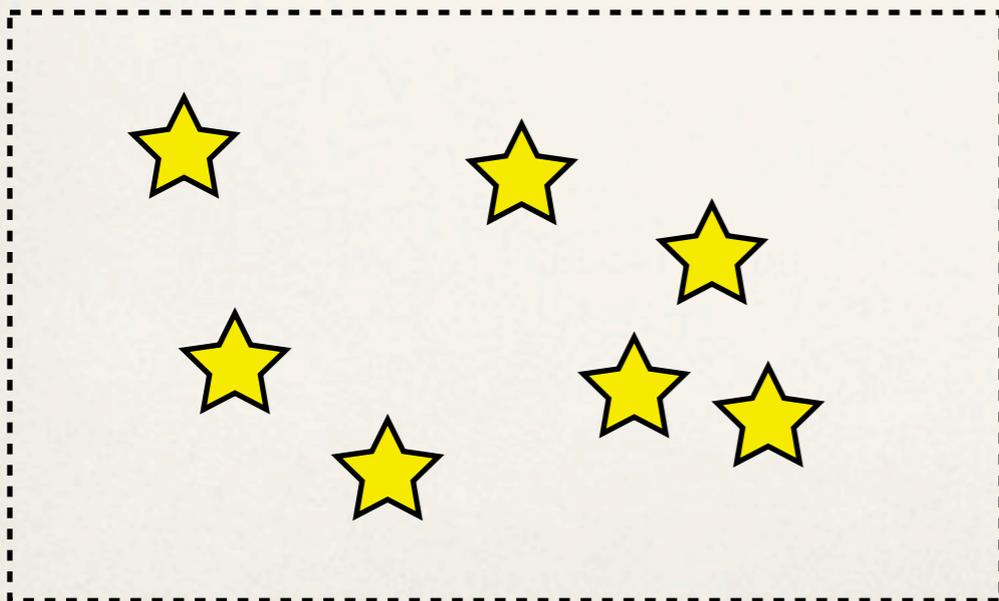
Parallel World geometry (Geant4.9.5新機能)



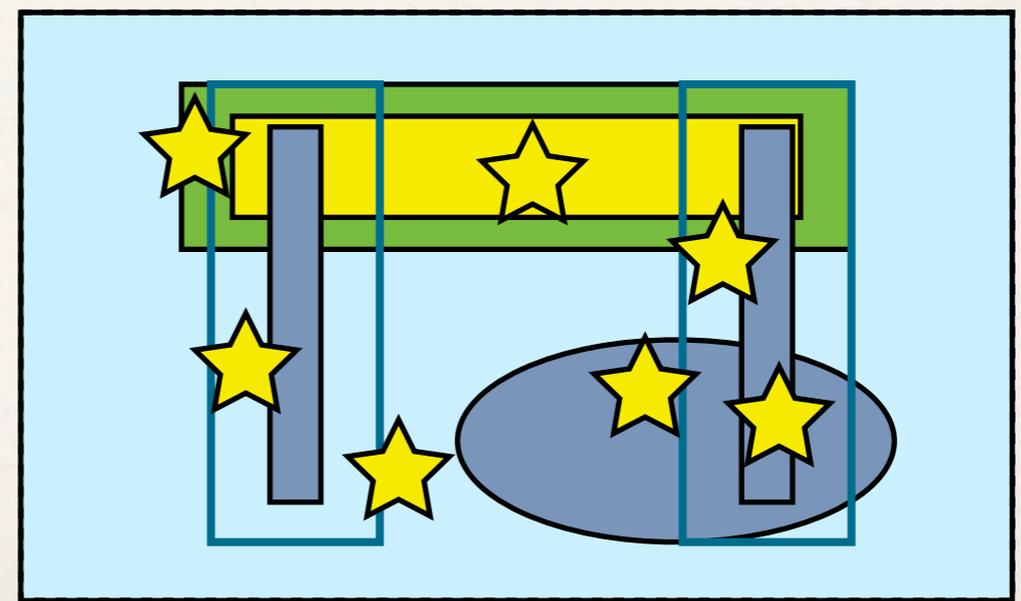
World



Parallel World - I

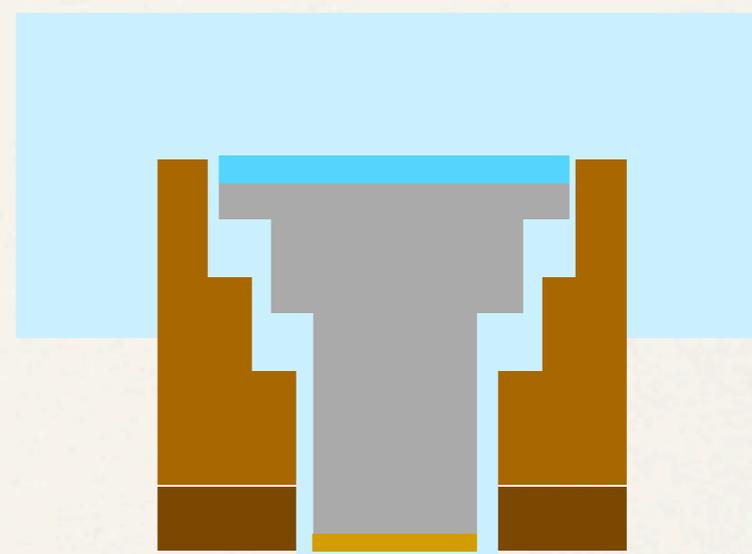


Parallel World - II



Tracking time

XMASS using Parallel world



- ❖ 検出器のgeometryを作る行程数削減、コードの簡単化
 - ❖ boolean operationを削減できる。
- ❖ 現在、XMASSシミュレーションをGeant4最新版に対応するよう、upgrade中。
- ❖ upgrade後、新機能の試験を行う。

Future

- ❖ XMASSシミュレーションのGeant4.9.5への対応
 - ❖ ほぼ完了。
- ❖ XMASS計算機へのGeant4.9.5のインストール
- ❖ 新機能使用前後のプロセス時間を比較。

summary

- ❖ XMASS実験でのモンテカルロシミュレーションではプロセス時間が長過ぎるという問題があり、その原因を調べた。
 - ❖ 原因はジオメトリにある。
液体キセノンとPMT間の境界で約1.5[s/10000photons]
- ❖ Geant4の新機能を用いる事で高速化が見込める。
- ❖ 学会で結果を報告する予定なのでぜひ聞きに来てください。