

MizuChe MC study

A.Murakami

Content

- Simulate Shota's measurement.

Motivation

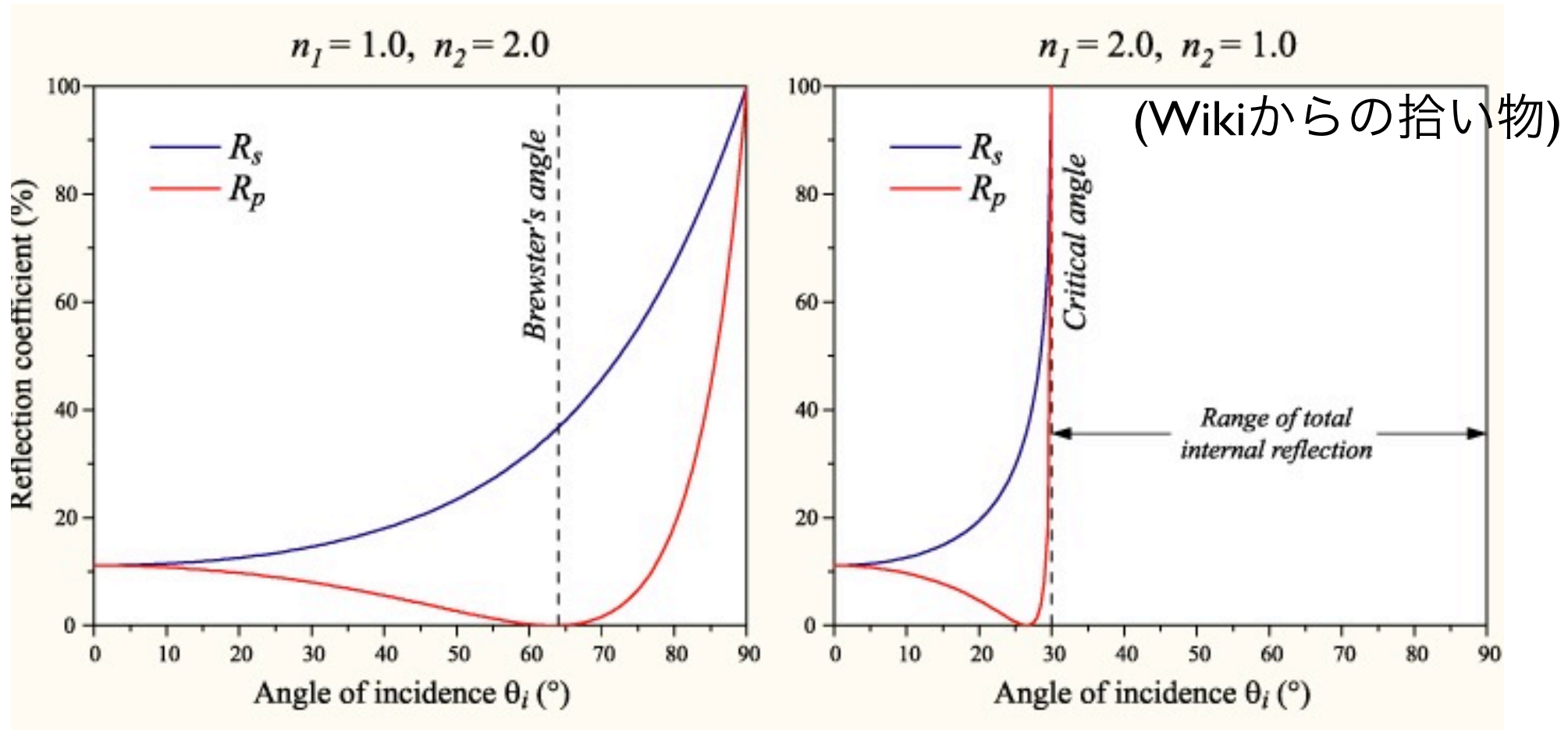
- 高橋くんの測定で得られた光量が見積もりよりも低い原因を探る。

Consider reflection & reflective at each bound

- 各マテリアルの屈折率として次を使用して、各境界での反射・屈折を考える
 - 水：1.33
 - アクリル：1.49
 - ガラス：1.5
 - 空気：1
- 1 GeV muon のチェレンコフ角： $\theta_c = 40.6^\circ$

偏光していない光の反射率 $R = (R_s + R_p)/2$

→ 透過率 $T = (T_s + T_p)/2$

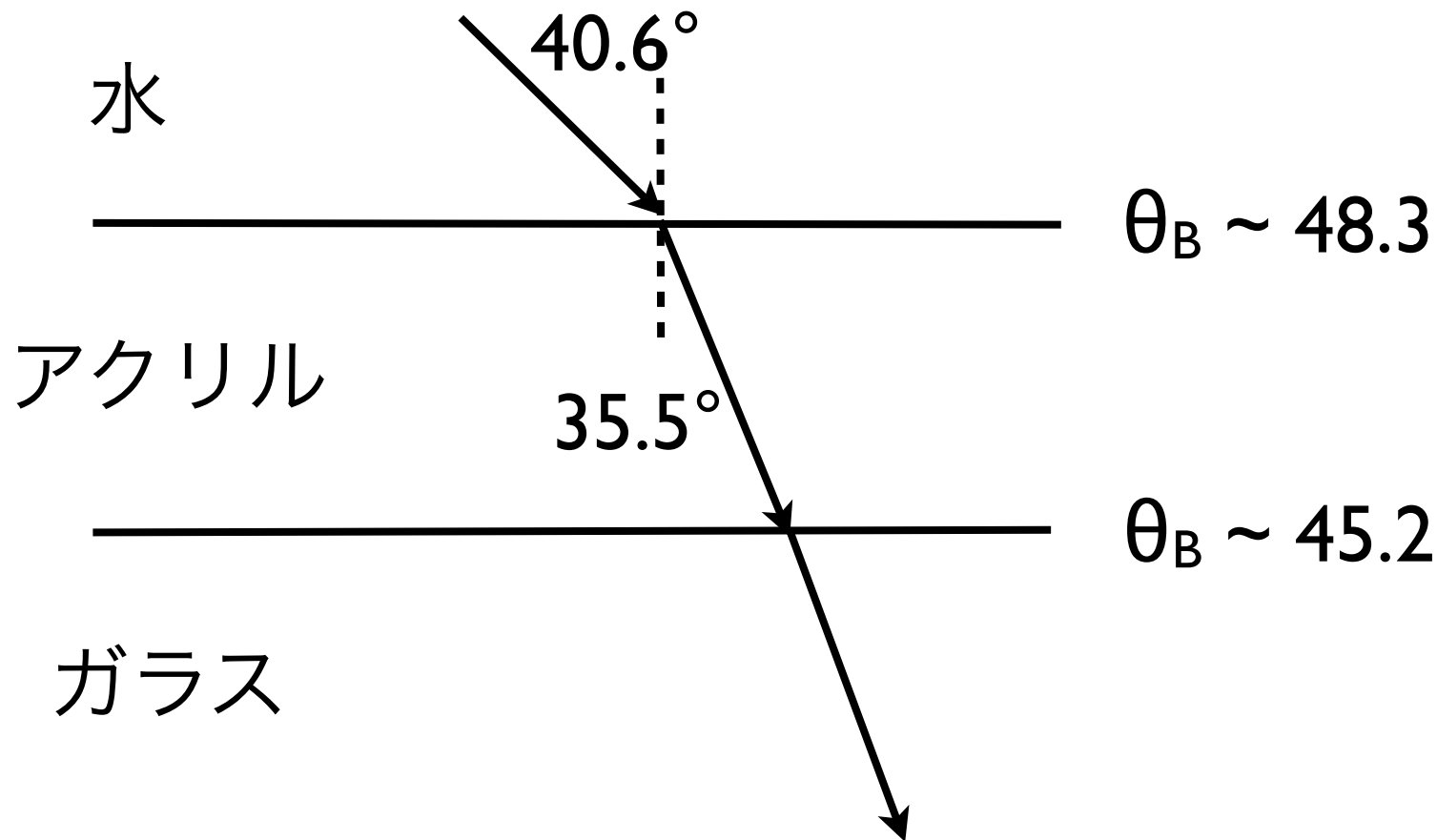


入射角度 > Brewster's angle → R はほぼ一定 = $R_0 \sim 10 \sim 20\%$

入射角度 < Brewster's angle → $R > R_0$. 角度によって R が大きく変わる。

チェレンコフ光

Brewster's angle: θ_B



この場合は全反射は起こりえない。

入射角 $< \theta_B$

チェレンコフ光

Brewster's angle:

全反射:

水

θ_B

θ_r

$\theta_B \sim 48.3$

アクリル

35.5°

35.5°

$\theta_B \sim 33.9$

$\theta_r \sim 42.2$

空気

59.8°

$\theta_B \sim 56.3$

ガラス

アクリルと空気の間で全反射が起こりうる
入射角 $> \theta_B$ 、 $\sim \theta_r$ で反射率が高い

- 空気の層が入っていると、検出される光子の量が大きく変わると思われる。
- そうでなくとも、各領域で屈折率が違うため、ある程度の反射が見込まれる。
- この辺を効果を見るため、MCを改良

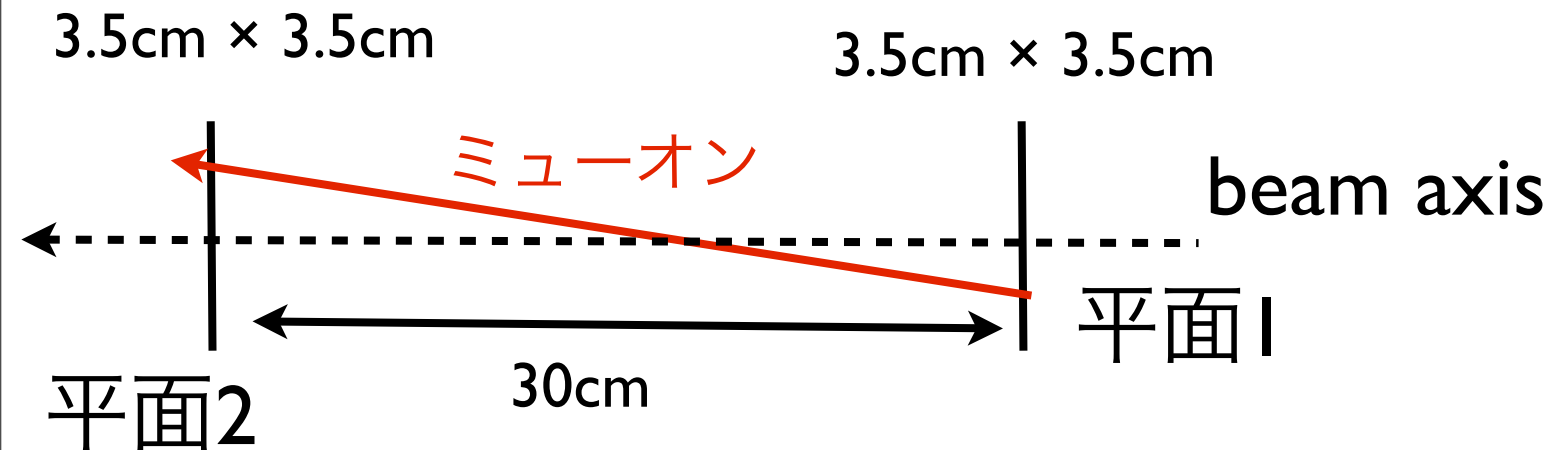
MC setting

- 次のいくつかのセットアップでMC
 - 水－アクリル－PMT窓(ガラス)
 - 水－アクリル－空気の隙間－PMT窓(ガラス)
 - 空気の隙間：0.1mm, 1mm の二通り。
- PMT窓の材質は厚さは 0.1mmにした。
 - PMT窓でのチェレンコフ光の効果を除きたかったため。
 - 厚さ数mmだと

shot muon setting

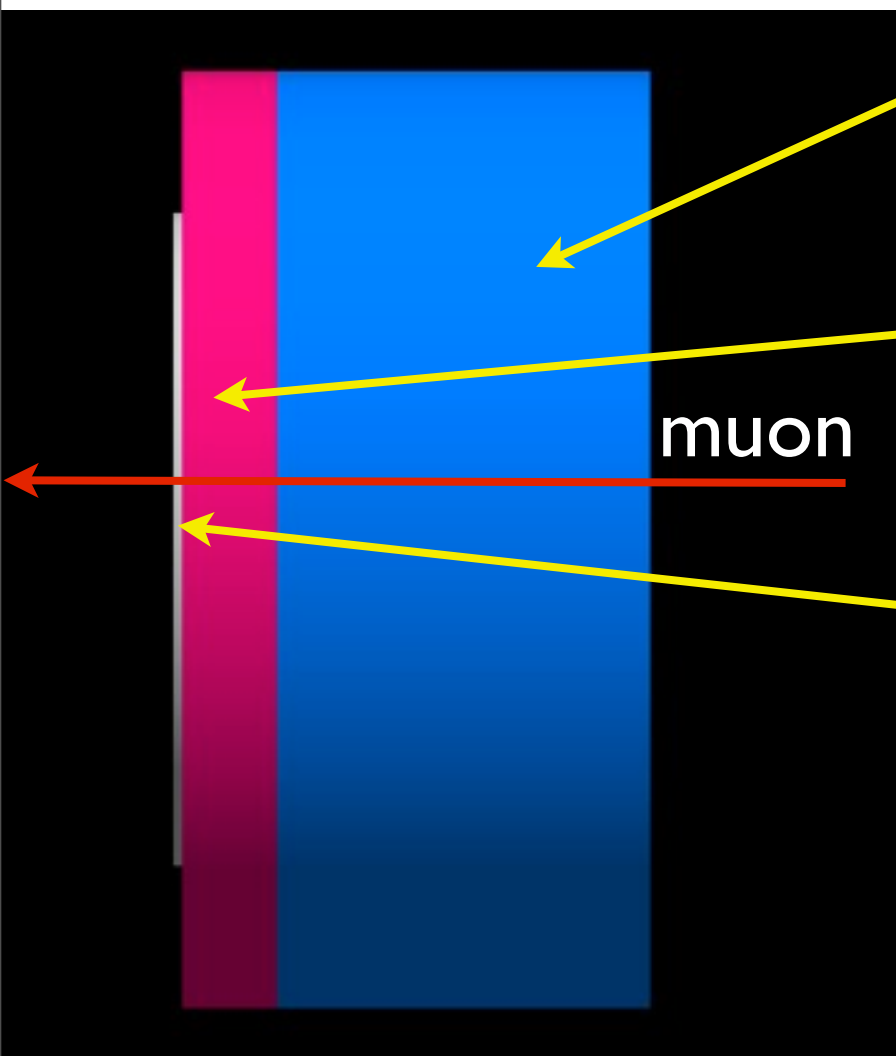
Kinetic Energy : 1 GeV

Init position, direction は以下のようにして決める。



1. 平面1,2 (3.5cm × 3.5cm)の領域内で一様乱数を振り、各平面のミューオンの通過点を決定する。
2. 上記の2点からミューオンの方向を決定。
3. 平面1で選んだ点から、2.の方向でミューオンを打つ。
→ 測定の際のトリガーシンチを想定。

水-アクリル-PMT窓



水層：厚さ4cm、 $\Phi 10$ cm

屈折率：1.33~1.36

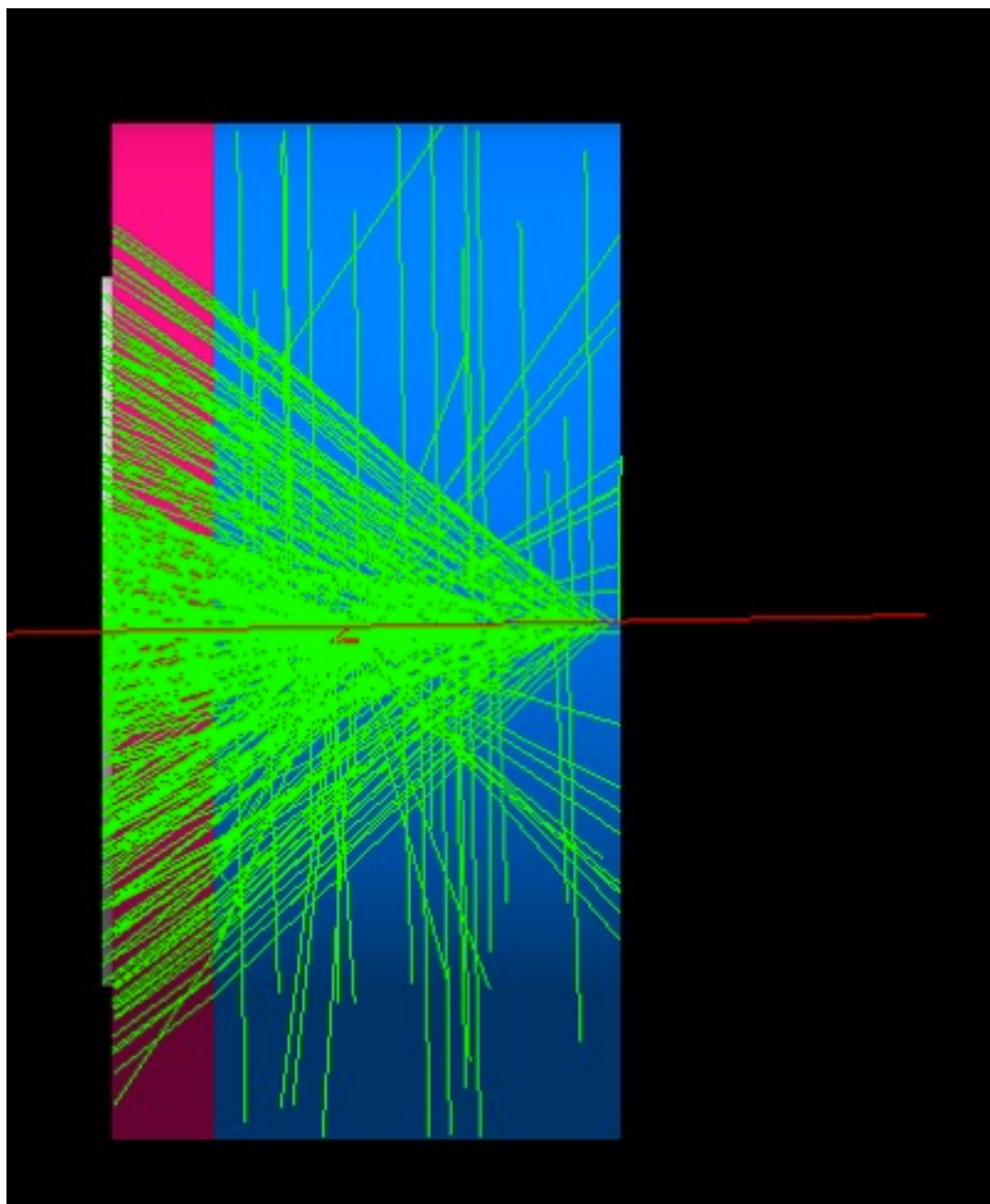
アクリル層：厚さ1cm、 $\Phi 10$ cm

屈折率 $\sim 1.5 \sim 1.53$

PMT Window：厚さ1mm、 $\Phi 7$ cm

材質：ガラス

屈折率：1.5



of optical photons produced in this event : 2511

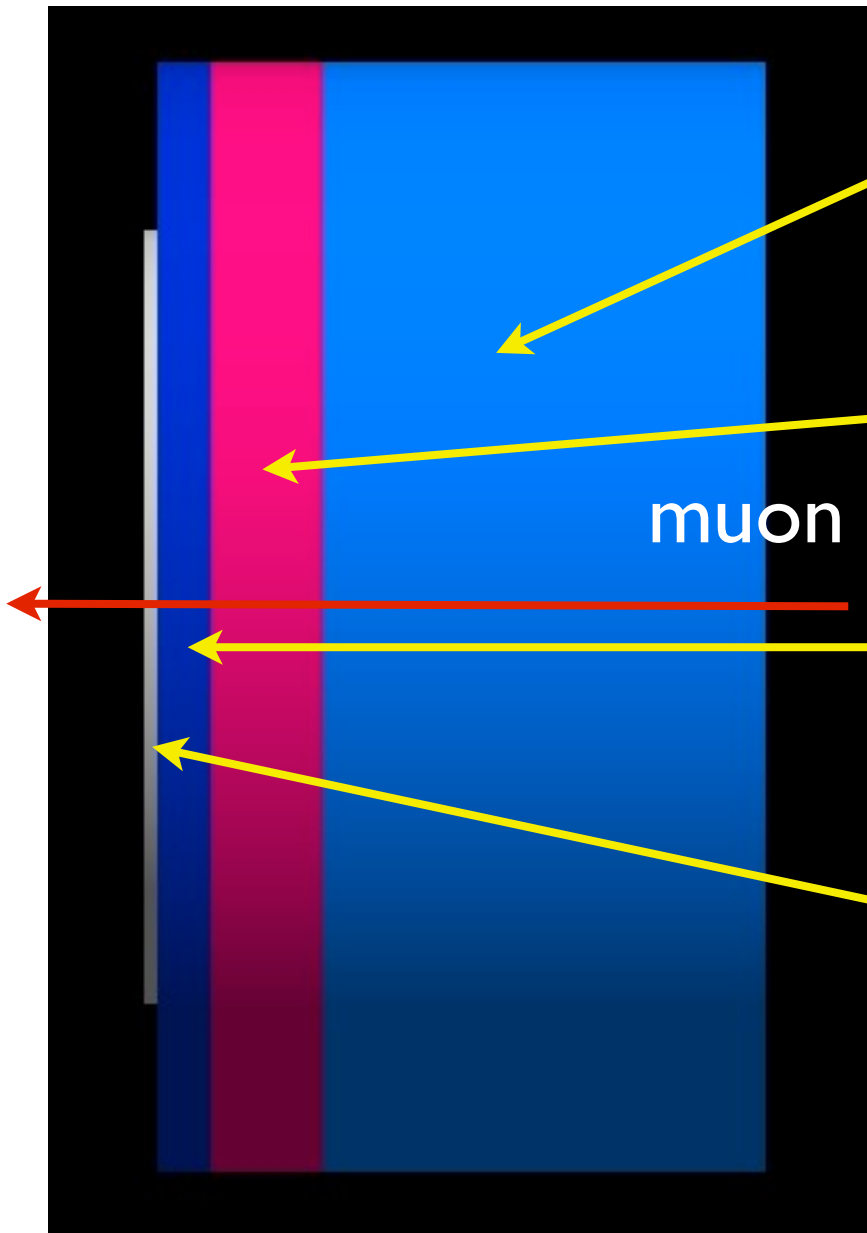
of photo-electrons produced in this event : 463

Print hit information in this Event ###
PMT#: 0 P.E.: 304

何回か振ってみる

→ P.E. at PMT ;
290~330 p.e.

水—アクリル—(空気)—PMT窓



水層：厚さ4cm、 $\Phi 10$ cm

屈折率：1.33~1.36

アクリル層：厚さ1cm、 $\Phi 10$ cm

屈折率 $\sim 1.5 \sim 1.53$

空気層：(この図では厚さ5mm)、 $\Phi 10$ cm

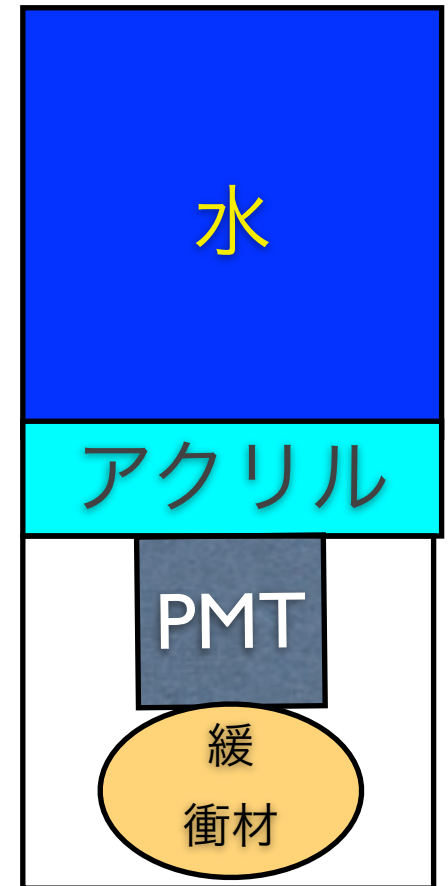
屈折率 ~ 1

PMT Window：厚さ1mm、 $\Phi 7$ cm

材質：ガラス

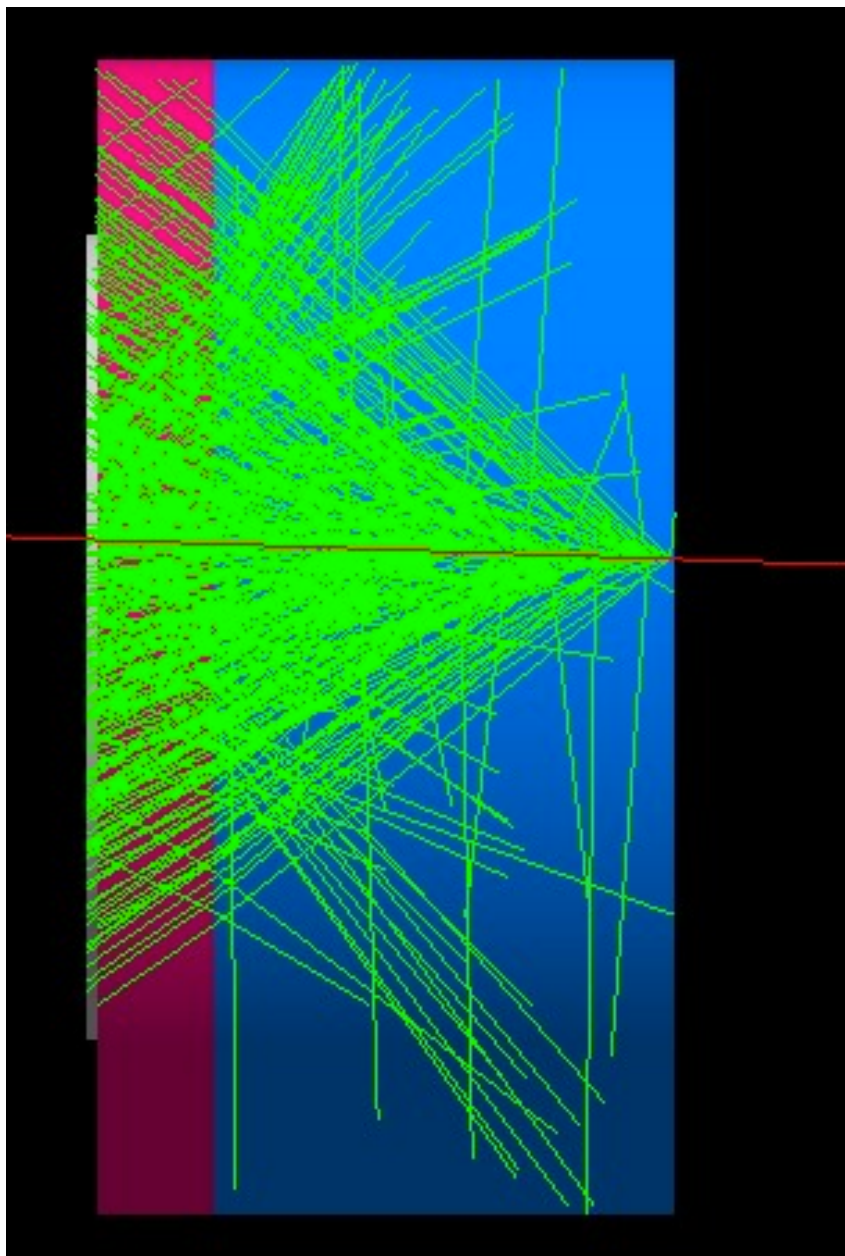
屈折率：1.5

- 実際の測定のセットアップでは、アクリルの板にPMTを押し付け、下から緩衝材で支えた。



- 空気の層の厚さを変えて、PMTに入ってくる光量を見してみる。

空気層: 0.1mm



of optical photons produced in this event : 2234

of photo-electrons produced in this event : 405

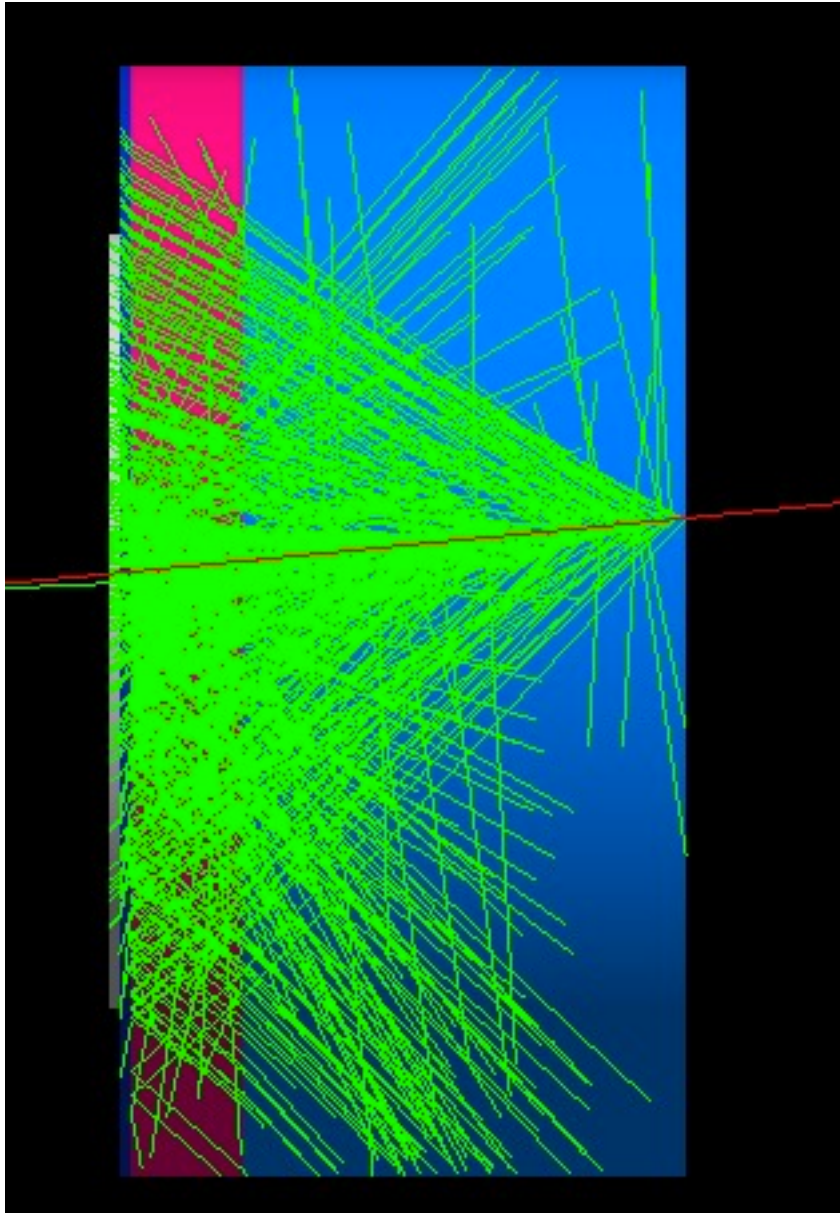
Print hit information in this Event ###
PMT#: 0 P.E.: 184

何回か振ってみる

→ P.E. at PMT ;
180~240 p.e.

空気層との境界での
反射により光量減

空気層: 1mm



of optical photons produced in this event : 2632

of photo-electrons produced in this event : 491

Print hit information in this Event ####
PMT#: 0 P.E.: 186

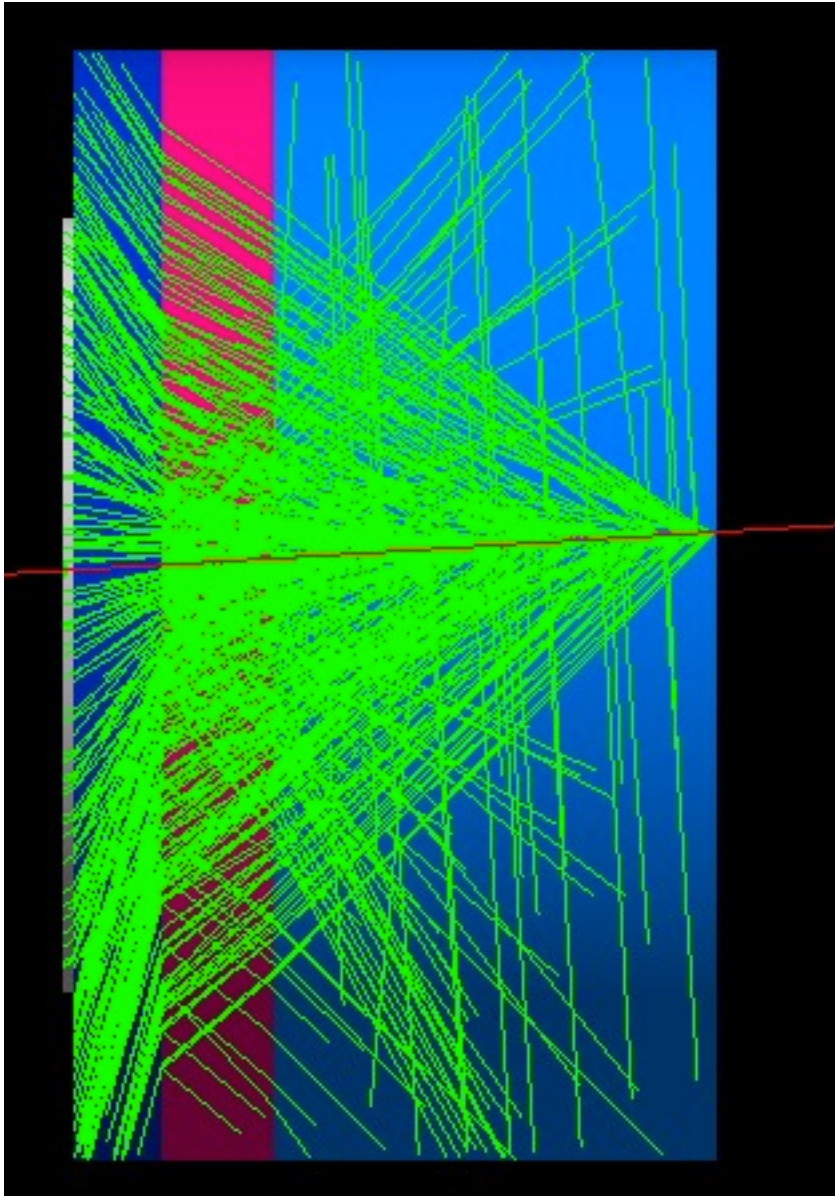
何回か振ってみる

→ P.E. at PMT ;

160~220 p.e.

→ 測定値の2倍程度

空気層: 8mm



of optical photons produced in this event : 2185

of photo-electrons produced in this event : 433

Print hit information in this Event ####
PMT#: 0 P.E.: 80

何回か振ってみる

→ P.E. at PMT ;
60~110 p.e.

これはちょっとやりすぎ...

- 屈折率の違いからくる反射の影響を考慮すべき。
- 特に空気の層が少しでもあると、そこで全反射が起こる可能性が出てくる。
 - まあ、当たり前っちゃ当たり前...
- 一旦MCをいじるのはやめて、私は私で他の優先順位の高い Study を進める。