

# ハイパーカミオカンデに向けた 波長変換アクリルによる光検出効率向上の検証

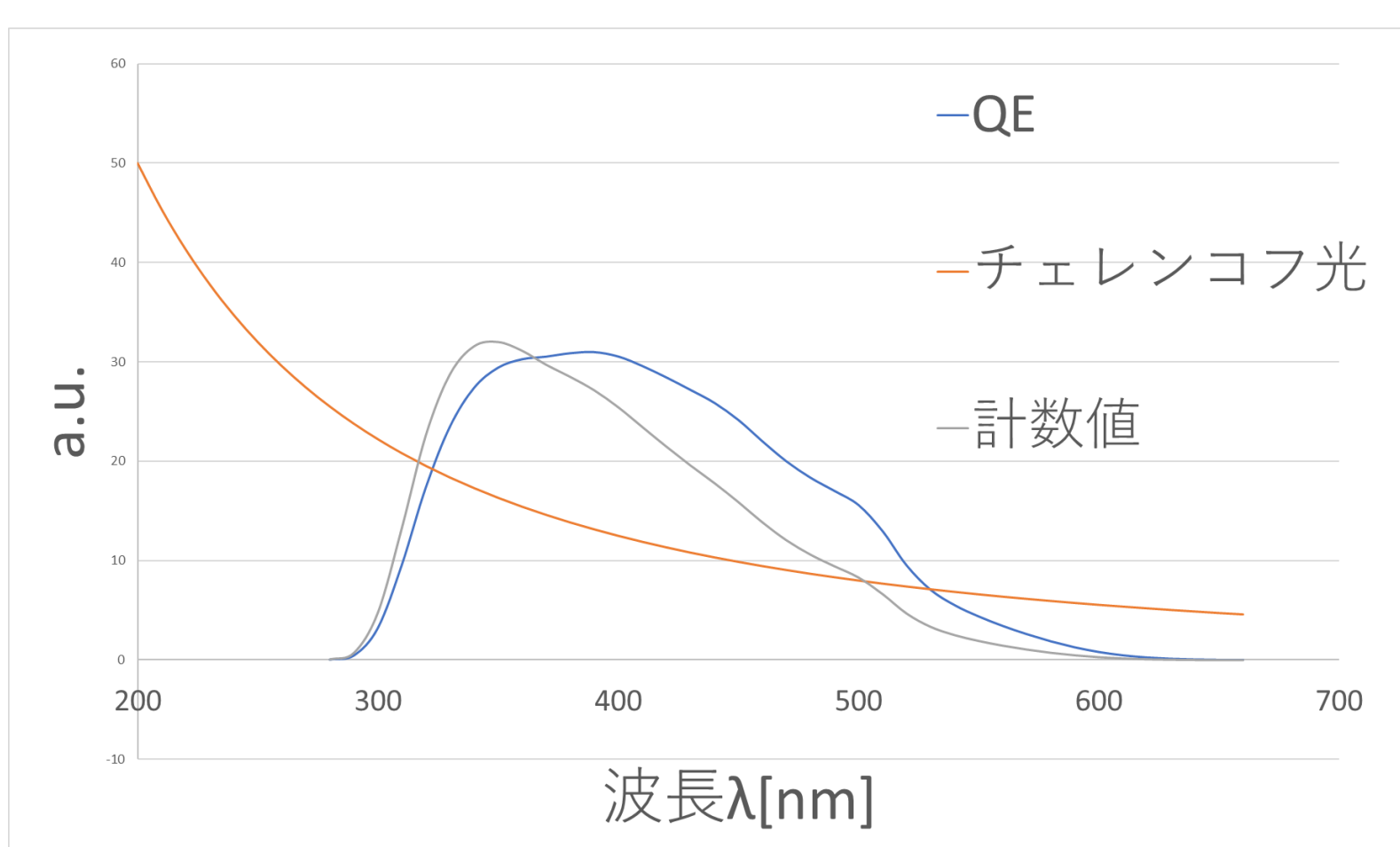
慶應義塾大学理工学部物理学科 西村研究室

前川 雄音

## 1. 目的

ハイパーカミオカンデは陽子崩壊やニュートリノ振動などの観測を目的とする将来計画である。水タンクに備えられた光電子増倍管でチェレンコフ光を検出することで、ニュートリノのイベントを観測する。太陽ニュートリノや天体ニュートリノなどの低エネルギーニュートリノの観測感度改善のため、チェレンコフ光の検出効率の向上が求められる。

## 2. 波長変換による光量増加原理



チェレンコフ光の光子数は短波長側に多い。光電子増倍管の量子効率は青色光付近にピークを持つ。

量子効率の低い短波長の光を利用したい。  
→波長変換

図 チェレンコフ光のスペクトルと量子効率

短波長の紫外光を吸収し、青色光を放出する波長変換アクリル(WLS)を使用。

→紫外光の検出感度向上

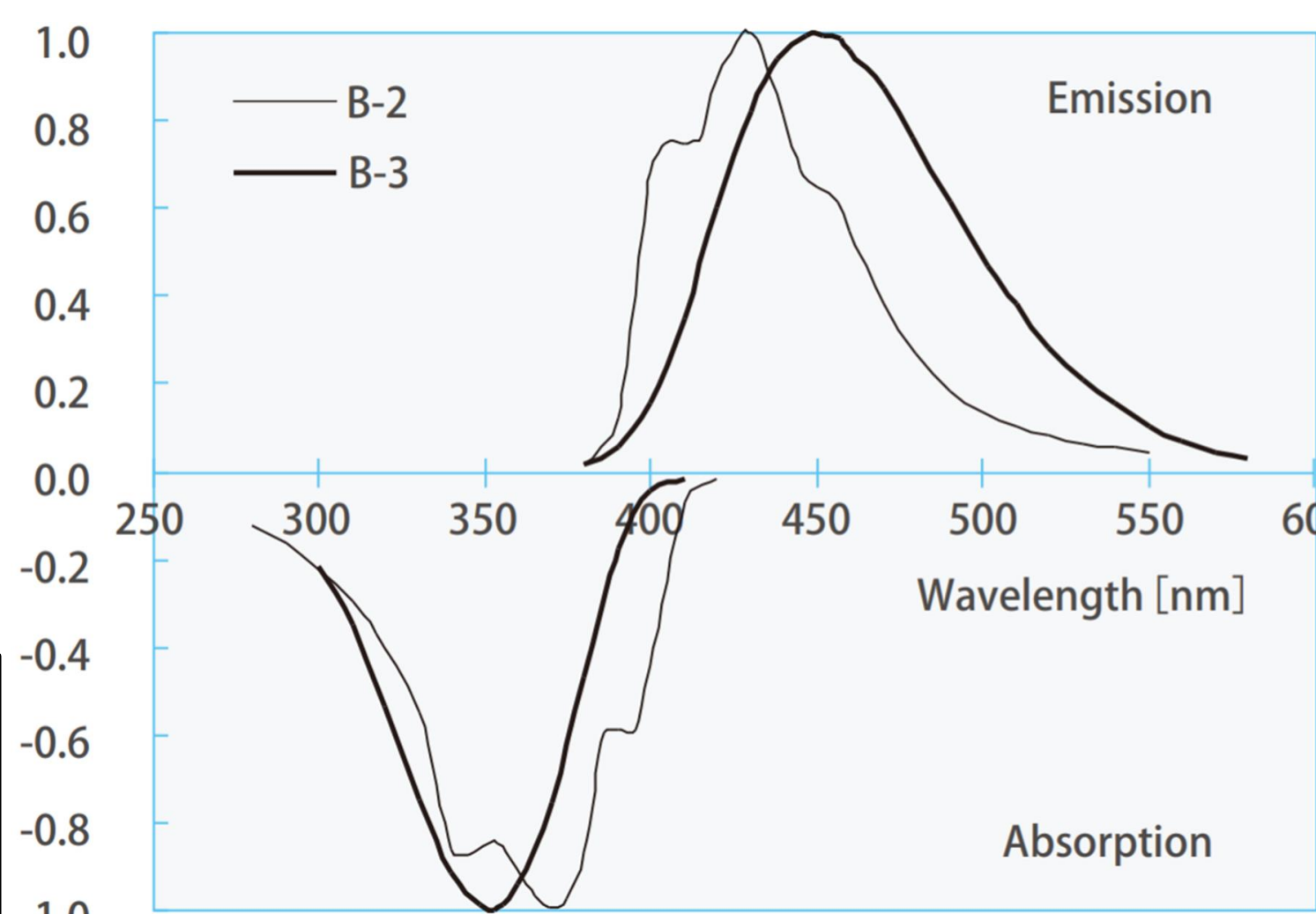


図 波長変換アクリルの吸収・放出スペクトル

本実験ではB-2を使用

## 3. 光検出効率測定のための方法・装置

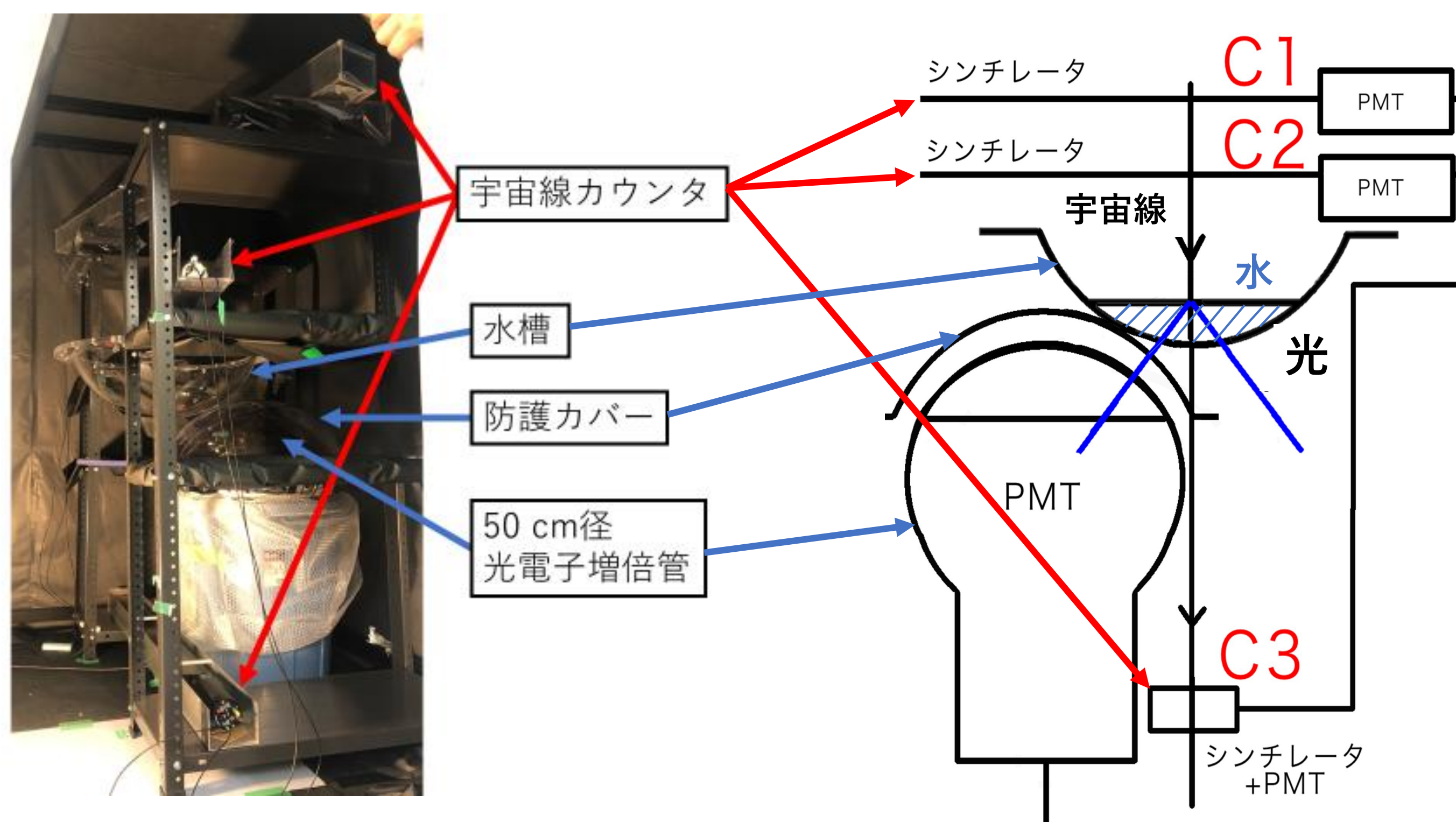
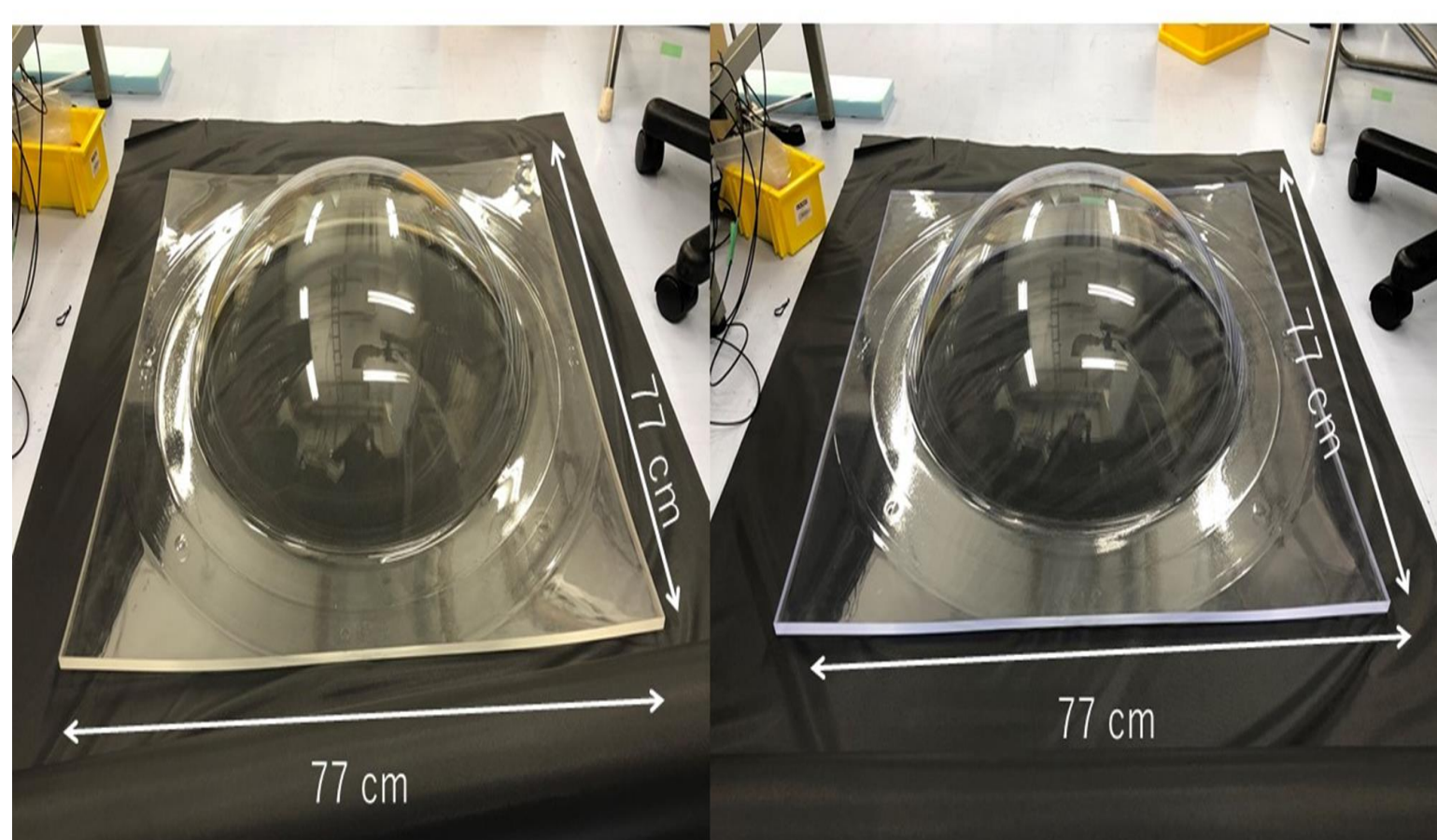


図 実験のセットアップ

水中で発生したチェレンコフ光を測定するために、ハイパーカミオカンデで使用する50 cm径光電子増倍管を用いた測定を行う。

ハイパーカミオカンデの測定を再現

50 cm径光電子増倍管を覆う防護カバーは2種類用意し、従来のアクリルとWLSを使用してチェレンコフ光を測定し、検出光量の違いを調べる。



防護カバー

左：従来のアクリル 右：波長変換アクリル

## 4. 測定

宇宙線が水中を通過して発生したチェレンコフ光を測定したい

水を入れて測定 — 水を抜いて測定(BG)

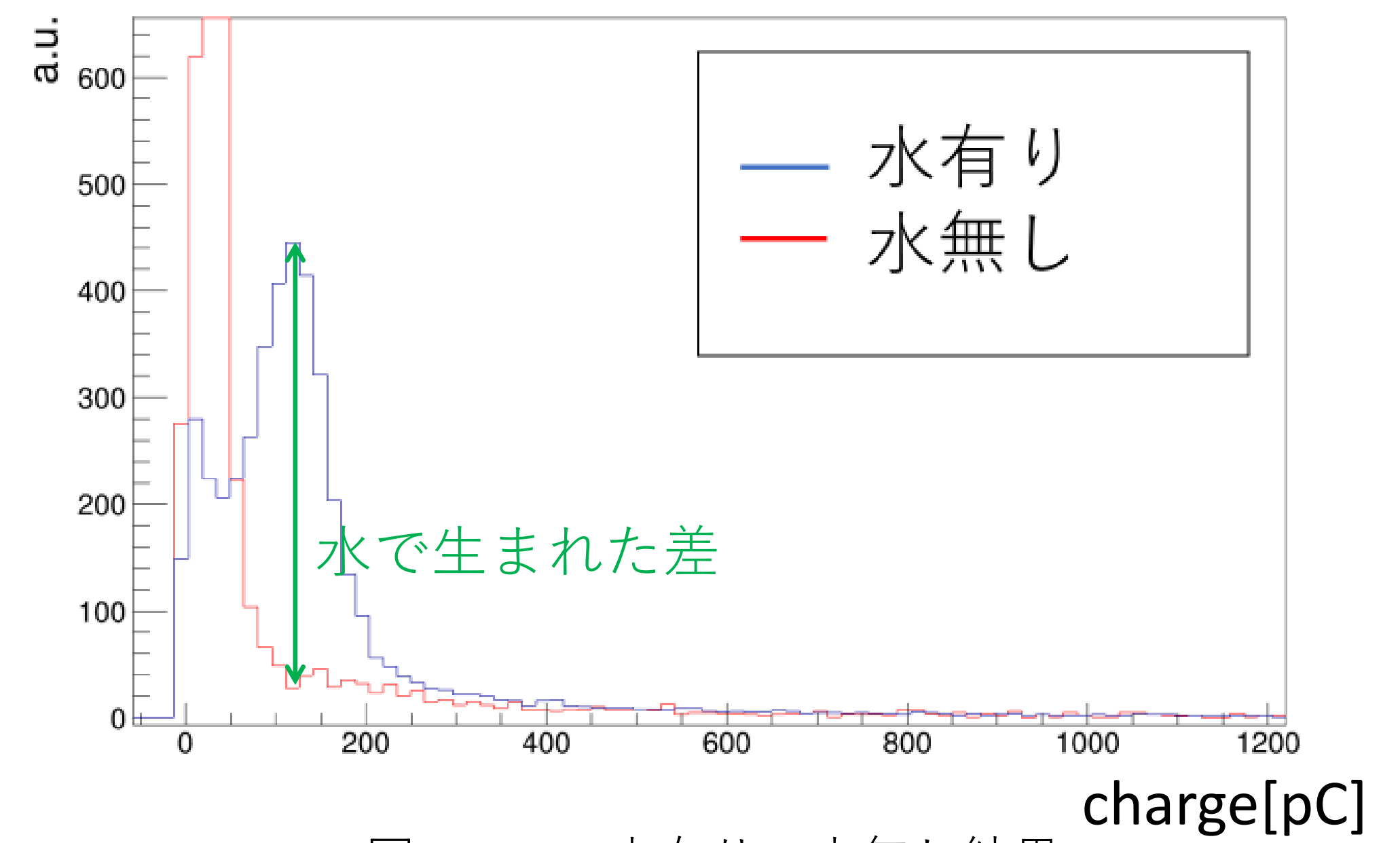
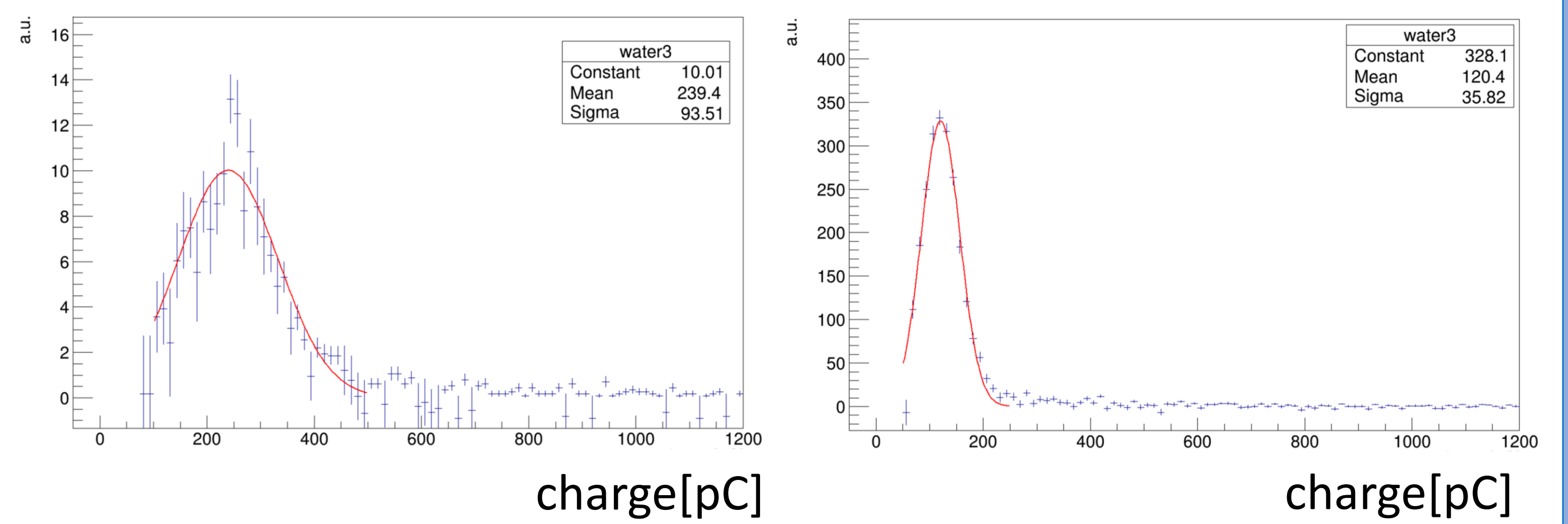


図 WLSの水有り、水無し結果

引き算の結果をガウス関数でフィッティングした。



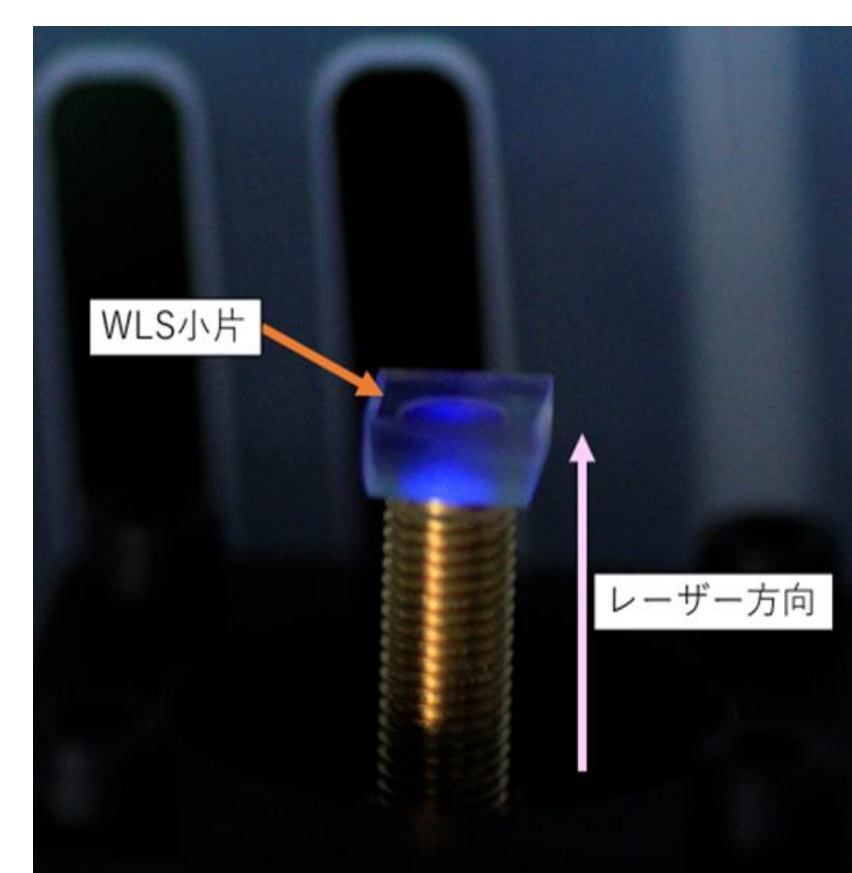
左 従来のアクリルでの測定結果

右 WLSでのチェレンコフ光測定結果

	mean/pC	sigma/pC	比率
従来のアクリル	239.4	93.5	1.00
WLS	120.4	35.8	0.50

波長変換アクリルを使用したものは  
**50%の検出光量低下**

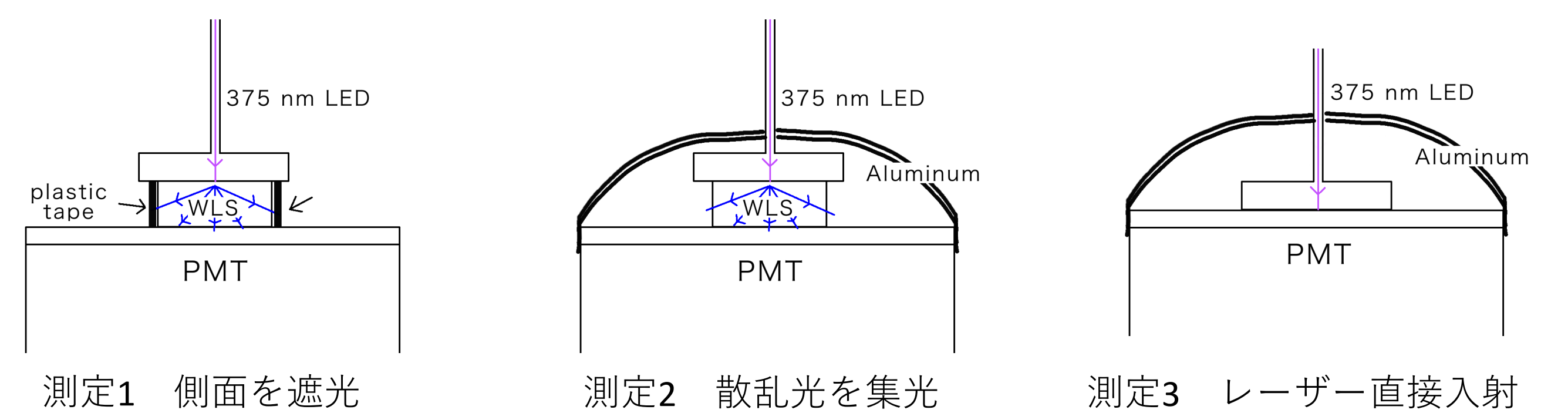
## 6. 散乱光の測定



波長変換された光は散乱されている  
→WLS小片を用いて散乱光の測定

375 nmのレーザーを小片に入射して

- 1: 側面の遮光
- 2: アルミによる集光
- 3: レーザー光を直接測定



測定1 側面を遮光

測定2 散乱光を集光

測定3 レーザー直接入射

	Entries	mean/pC	sigma/pC	3に対する比率
1:B-2 黒テープ	12221	273.9	1.8	0.56
2:B-2 アルミ覆い	11644	436.4	1.6	0.89
3:LED直接	9535	487.8	1.9	1.00

側面を遮光したもの→直接入射の**56%**  
散乱光を集光することで**89%**に向上

散乱光を確認

## 7. 結論

検出光量低下の主な原因は波長変換による散乱であると言えた。散乱光の集光手段の開発が課題となる。