

# CTA 報告 100 :

## CTA 大口径望遠鏡初号機用 ライトガイドの量産及び性能評価

---

小野祥弥 (茨城大理)

奥村暁<sup>B, C</sup>, 林田将明<sup>D</sup>, 片桐秀明<sup>A</sup>, 吉田龍生<sup>A</sup>, 稲田知大<sup>D</sup>, 岩村由樹<sup>D</sup>,  
加賀谷美佳<sup>A</sup>, 加藤翔<sup>D</sup>, 岸田柊<sup>E</sup>, 齋藤隆之<sup>F</sup>, 重中茜<sup>A</sup>, 千川道幸<sup>G</sup>,  
長紀仁<sup>A</sup>, 手嶋政廣<sup>D, H</sup>, 中嶋大輔<sup>D</sup>, 野田浩司<sup>H</sup>, 花畑義隆<sup>D</sup>, 深見哲志<sup>D</sup>,  
本橋大輔<sup>A</sup>, 山本常夏<sup>H</sup>, 他 CTA-Japan Consortium

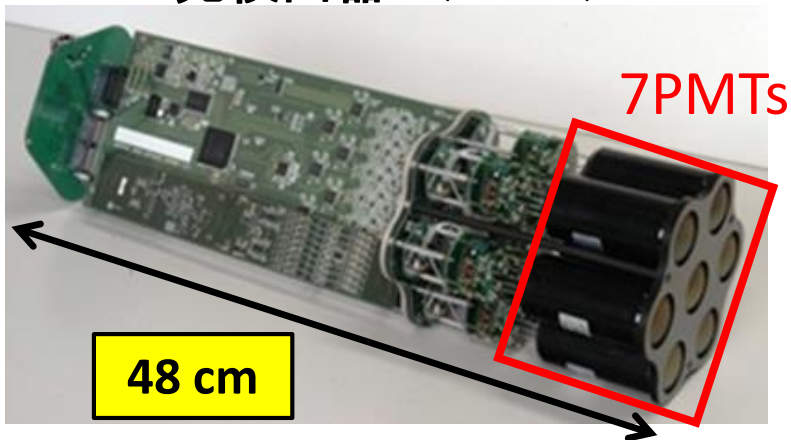
茨城大理<sup>A</sup>, 名大STE 研<sup>B</sup>, MPIK<sup>C</sup>, 東大宇宙線研<sup>D</sup>,

甲南大理工<sup>E</sup>, 京大理<sup>F</sup>, 近畿大理工<sup>G</sup>, Max-Planck-Inst. fuer Phys. <sup>H</sup>

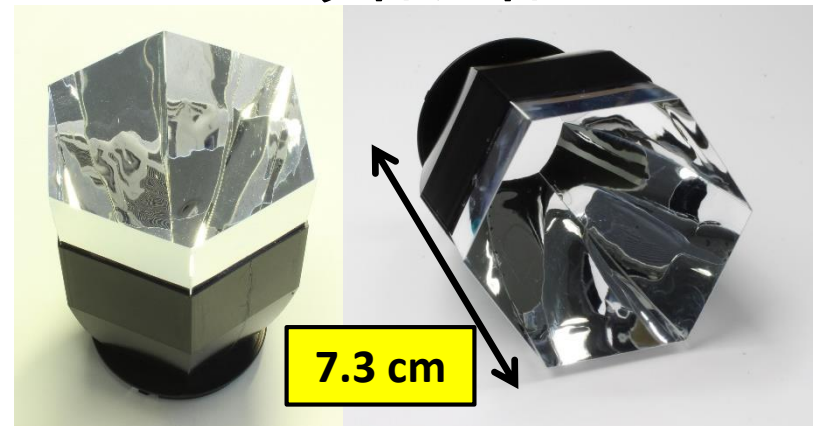
# 大口径望遠鏡用ライトガイド

大口径望遠鏡に搭載する 1855本の光電子増倍管 (PMT)  
全てに集光用部品「ライトガイド」を装着する

光検出器モジュール

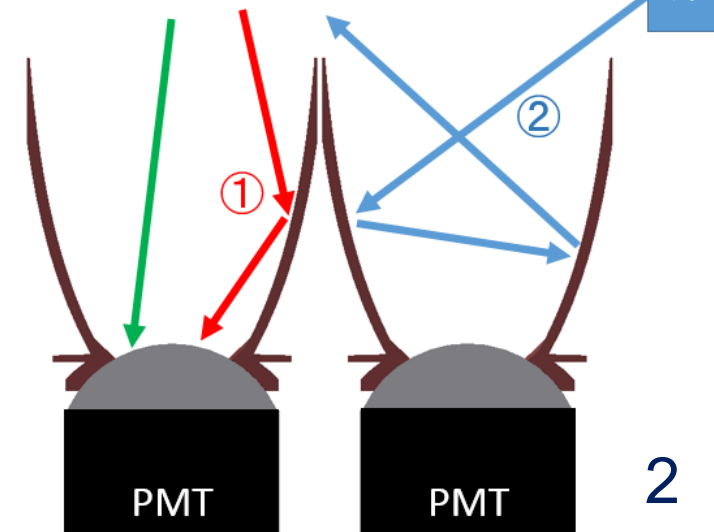


ライトガイド



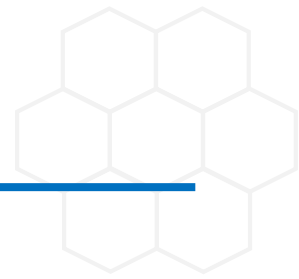
## ライトガイドの役割

- ① 焦点面のデッドスペースを低減
- ② バックグラウンドとなる主鏡以外から入る光を低減



# 開発状況の概要

---



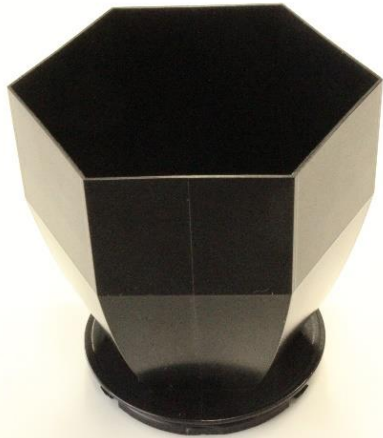
## 前回の報告

- シミュレーションを基にライトガイドの曲面形状を決定。Winston Cone よりも cutoff angle 付近の性能が良い曲面が完成した。
- ライトガイド内側の鏡面として、反射率が非常に高い反射フィルムを採用。これに UV コーティングを施した。

## 今回の報告

- 5年間の基礎研究や試作を経て、大口径望遠鏡初号機向けに 1855 個のライトガイド量産を開始した。
- 量産品の一部について PMT を用いて性能評価した。

# ライトガイドの材料

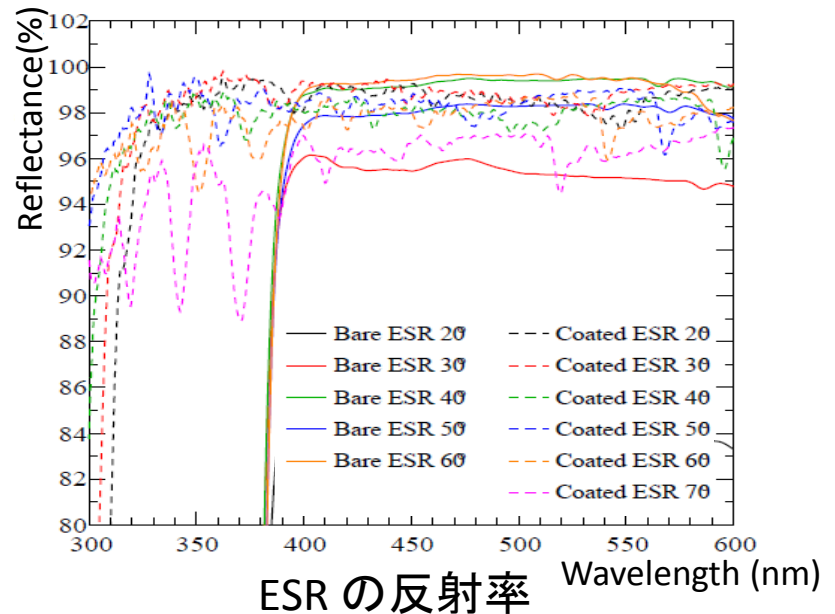


プラスチックコーン

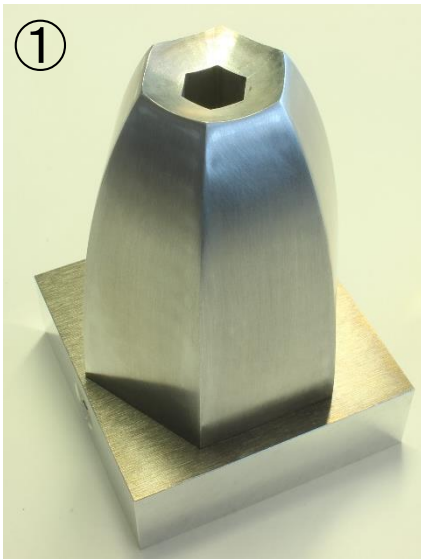
- 射出成形によりプラスチック製のコーンを造形済み。
- 反射材として、ESR (3M社) に UV コーティングを施した高反射フィルムを採用。反射率：90-98%



ESR : レーザーカッターで切断



# オス型を用いた製作



- ① オス型治具を使用する。  
これにより ESR を貼り付ける際、6面全体を均一に押すことが出来る。
- ② オス型に ESR を巻き付ける。



- ③ オス型に巻き付けた ESR に糊（シリコーン系接着剤）を塗布する。
- ④ プラスチックコーンを被せてから圧着する。



# ライトガイド完成品



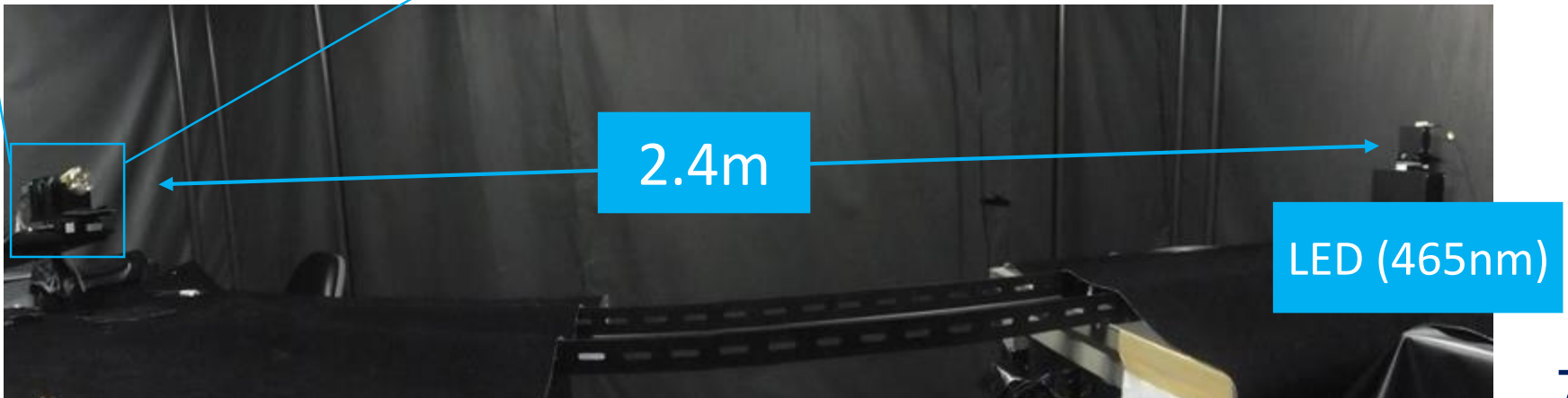
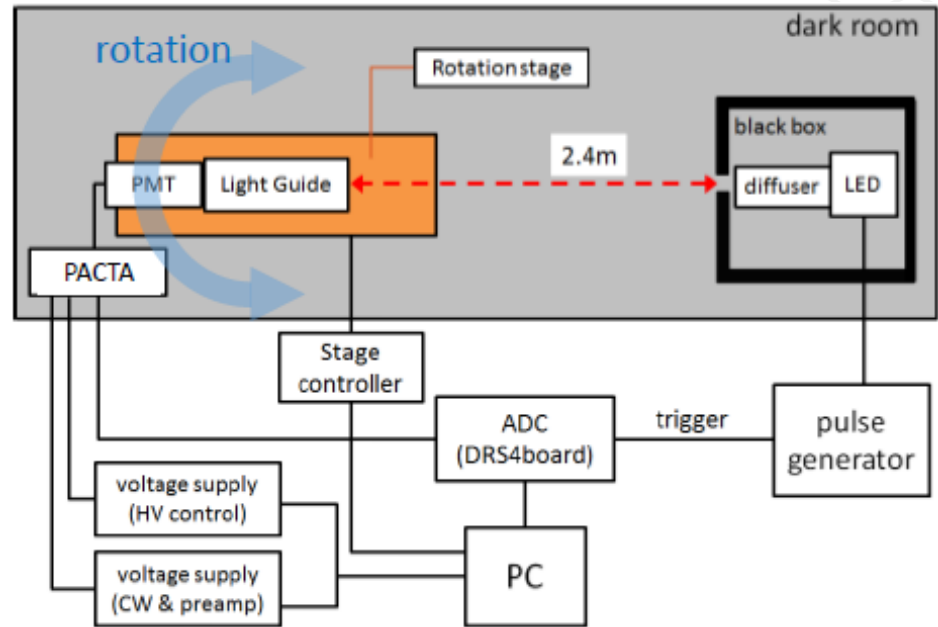
製作済み個数 : 146 ( / 1855)

7個 = 1 クラスタ



年度内に望遠鏡 **1台分** のライトガイドを製作する予定。  
**= 1855個**

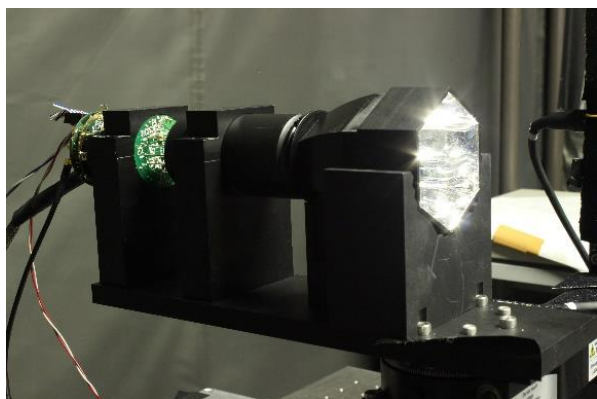
# PMT による性能評価 Set Up



# 性能の指標：収集効率

ライトガイドの性能を示す指標として、入射した光に対する収集効率 (CE) を次のように定義している。

$$CE(\theta) = \frac{\text{PMT 出力}_{\text{LG}(\theta)}}{\text{PMT 出力}_{\text{Mask}(\theta=0)}} \times \frac{1}{\cos \theta} \times \frac{1}{3.7158}$$



PMT + ライトガイド



PMT + 六角穴マスク

↓

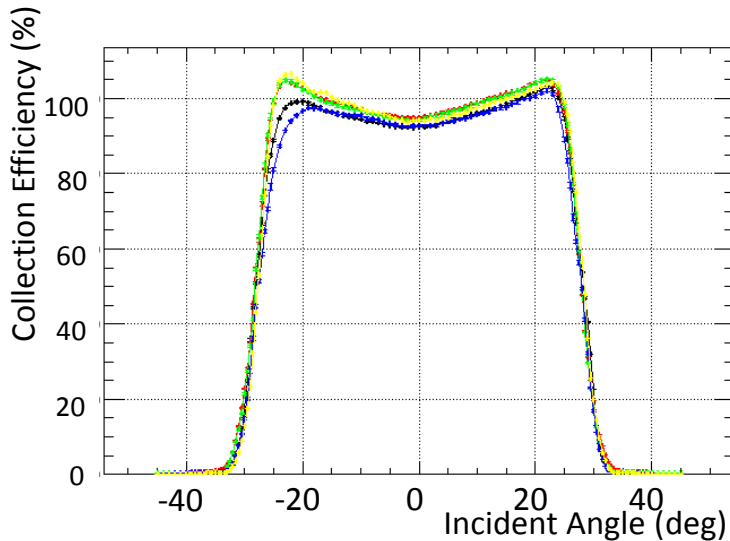
$$\frac{\text{ピクセル面積}}{\text{Mask 六角穴面積}}$$

ピクセル面積 = 対辺間距離が **50mm** の正六角形  
Mask 六角穴面積 = 3Dプリンタで製作したマスク穴の面積



# 収集効率測定結果

製作したライトガイドのうちの5個についての測定結果



正面入射 ( $\theta=0$ )

LG No.	収集効率 (%)
7	92
24	95
36	94
88	93
116	94

- ライトガイドに対する入射角  $\theta$  (deg) を  $-45 \leq \theta \leq 45$  の範囲で変えながら収集効率を測定した。
- cutoff-angle = 25.8 deg

## 課題

- 個体によって収集効率が異なるのは、製作時の糊の量の差異によって鏡面に凹凸が生じているためであると考えられる。
- 今回は 465nm の光源を使用したけど、UV 帯の波長が重要なので今後は光源を変更して測定する。

# 今後の課題：品質管理



- 製作したライトガイドは、1つ1つその性能を確かめる必要がある。
- PMT を用いる測定は、1個あたり2時間掛かるため全個体の性能を確かめるのは困難。



×

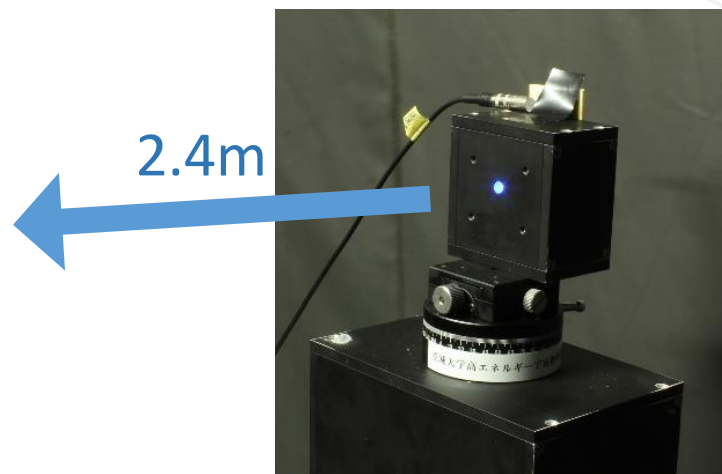
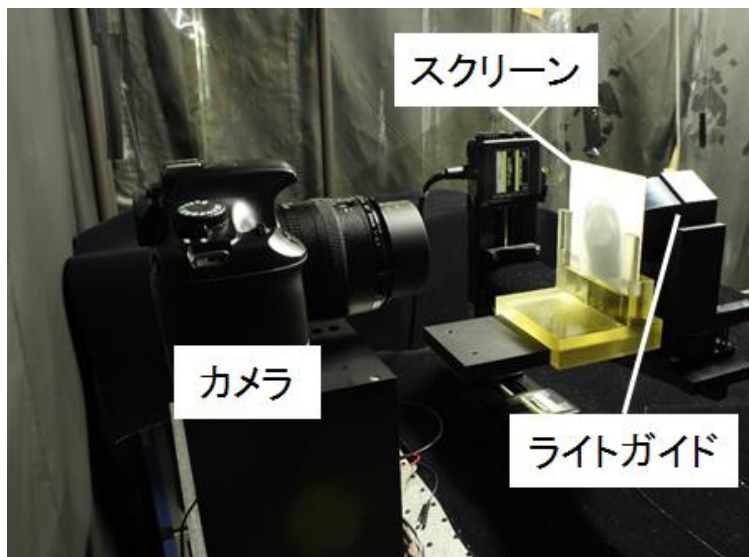
1855



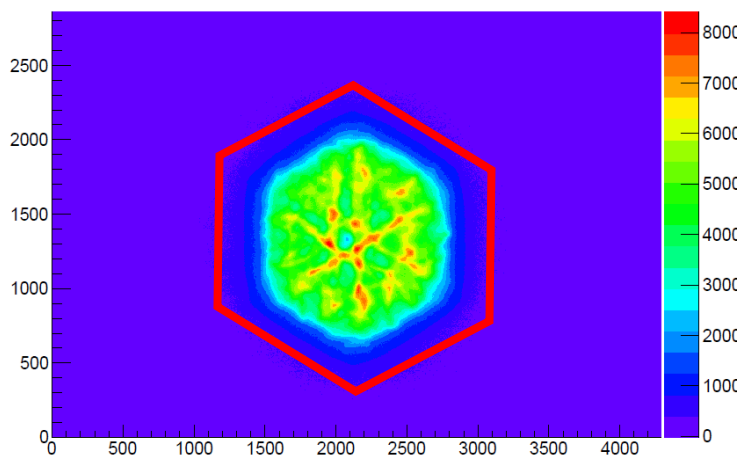
比較的短時間で測定が出来る方法を考案、確立中

ライトガイドで集めた光をスクリーンに結像させ、  
デジカメで撮影した画像データから光量を積分する。

# デジカメによる結像撮影



光源 ( LED : 465nm )



- 撮影した画像データから光量を積分して、ライトガイドの性能の指標とする。
- 現在はこの評価方法を確立中である。



# まとめと今後

---

- ライトガイドの製作方法を確立した上で、大口径望遠鏡初号機向けに量産を開始しこれまでに146個製作した。今後も量産を継続し、年度内に約2000個製作する。
- 製作したライトガイドのうち、5個について入射光の収集効率を測定したところ、結果にばらつきがあることが分かった。ライトガイド製作の精度を高める必要がある。
- UV 帯の光源でも収集効率の測定をする。
- 量産したライトガイド全個体の性能を検査するべく、結像を撮影する方法を確立中。