

# CTA大口徑望遠鏡のカメラ開発(3)



甲南大学 猪目 祐介

山本常夏, 佐々木浩人(甲南大), 大岡秀行, 荻野桃子, 手嶋政廣, 高橋光成, 中嶋大輔, 花畑義隆, 林田将明(東大宇宙線研), 上野遥, 小山志勇, 寺田幸功, 永吉勤(埼玉大), 折戸玲子(徳島大), 片桐秀明, 田中駿也(茨城大), 榎田淳子, 辻本晋平, 西嶋恭司(東海大), 窪秀利(京大), 郡司修一(山形大), 澤田真理, 坪根義雄, 馬場彰(青山学院), 他 CTA-Japan Consortium

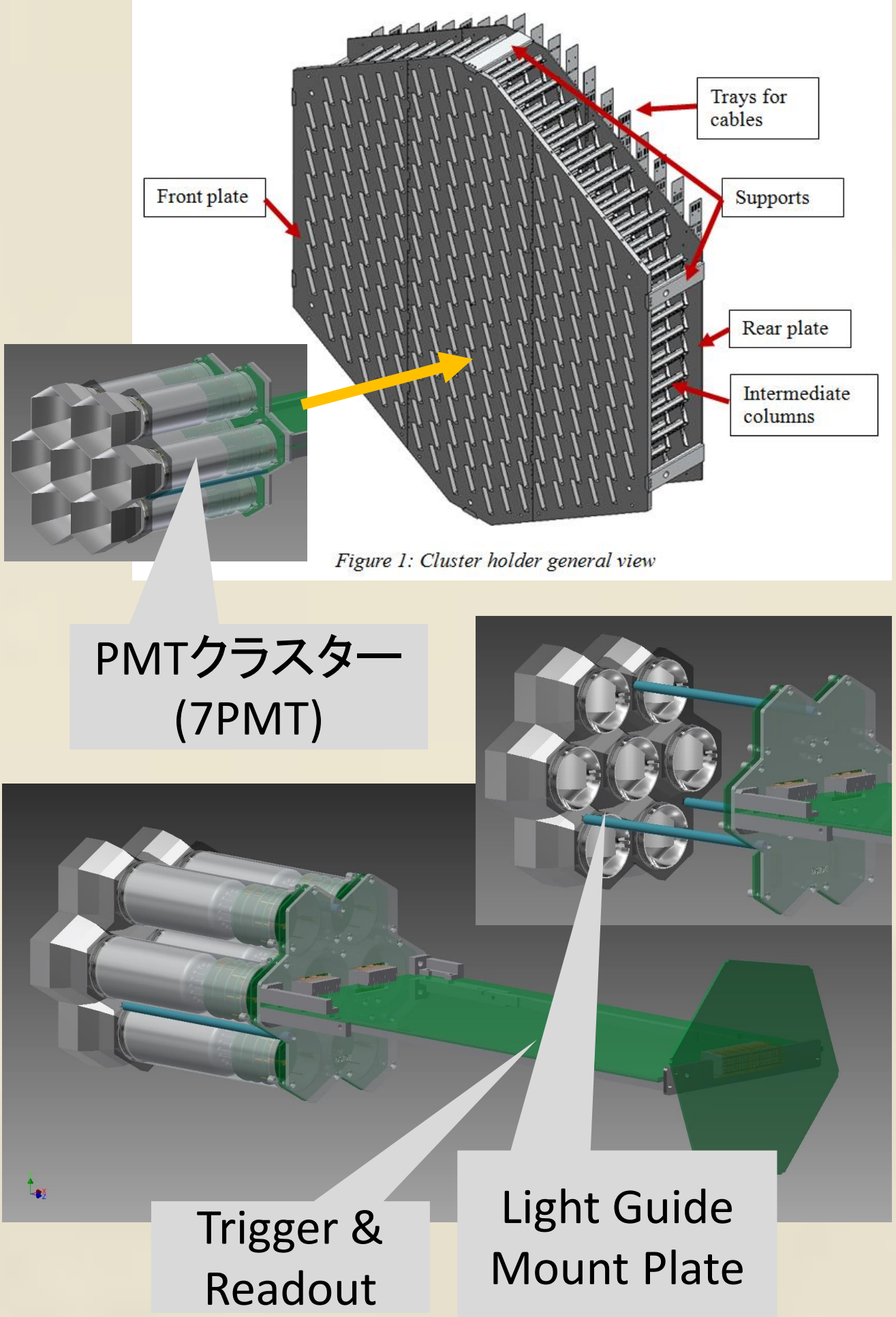
## Abstract

日米欧が中心に25カ国が参加しているCTA(Cherenkov Telescope Array)計画は、世界で最大のTeV領域の超高エネルギーガンマ線天文台を建造して高エネルギー宇宙物理学の更なる発展を目指す国際共同実験である。このCTA計画は大中小3種類のチェレンコフ望遠鏡を複数設置し一つの大きな天文台として運用するもので、日本グループはドイツ・スペインと共に、3種類の中で最も大きく低エネルギー領域を観測するLSTと呼ばれる23m口径望遠鏡の開発を担当しており、焦点面検出器の開発を行っている。

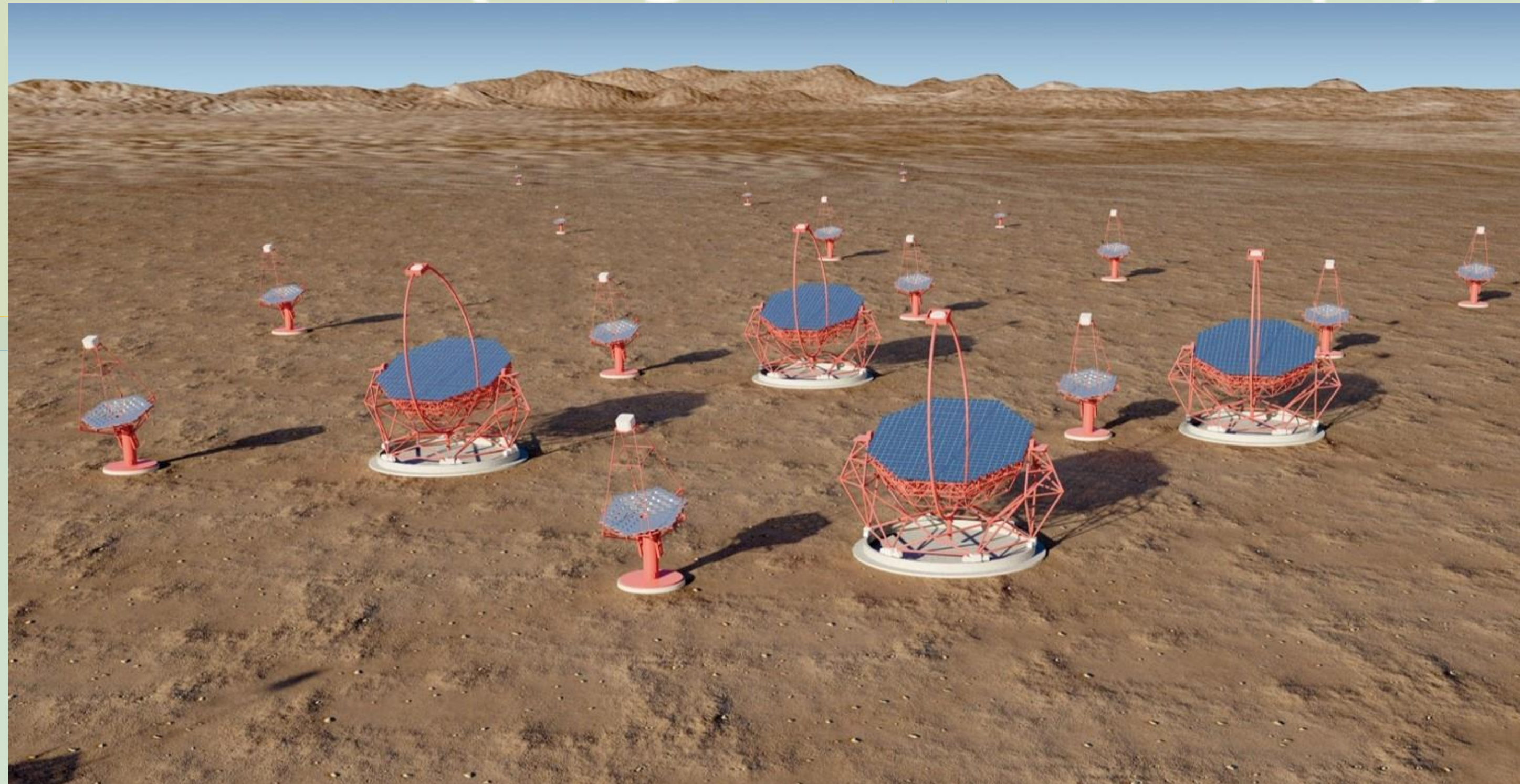
## Cluster

### CTA - LST用カメラ

- PMT 7本を1つのクラスターとして、265クラスターを搭載。
- 1855Pixels
- 視野角4.5度、分解能0.11度
- 消費電力6kW
- 4usバツファ@1GS/s可能なステレオトリガーを採用。

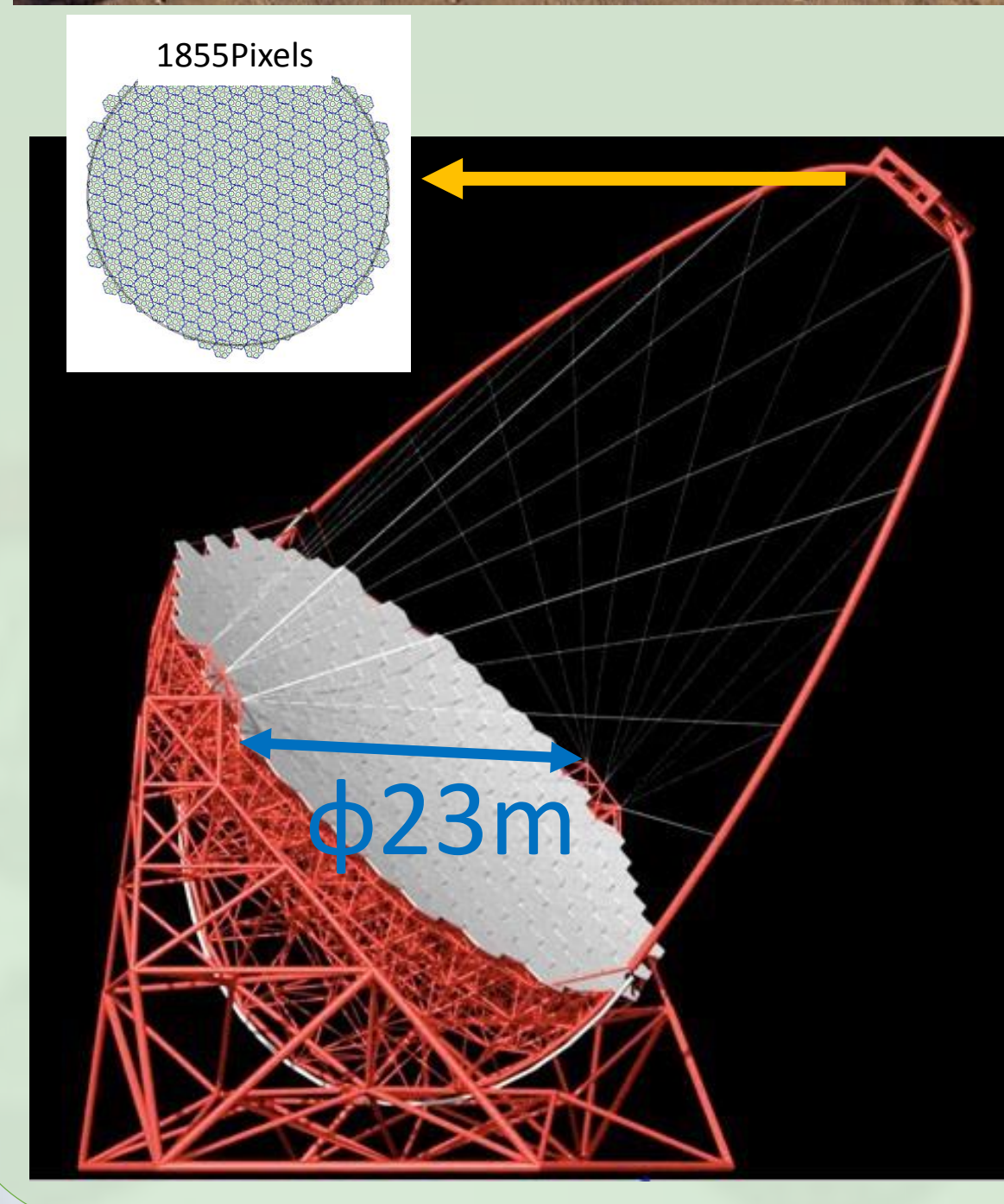


## CTA-LST(Large Size Telescope)

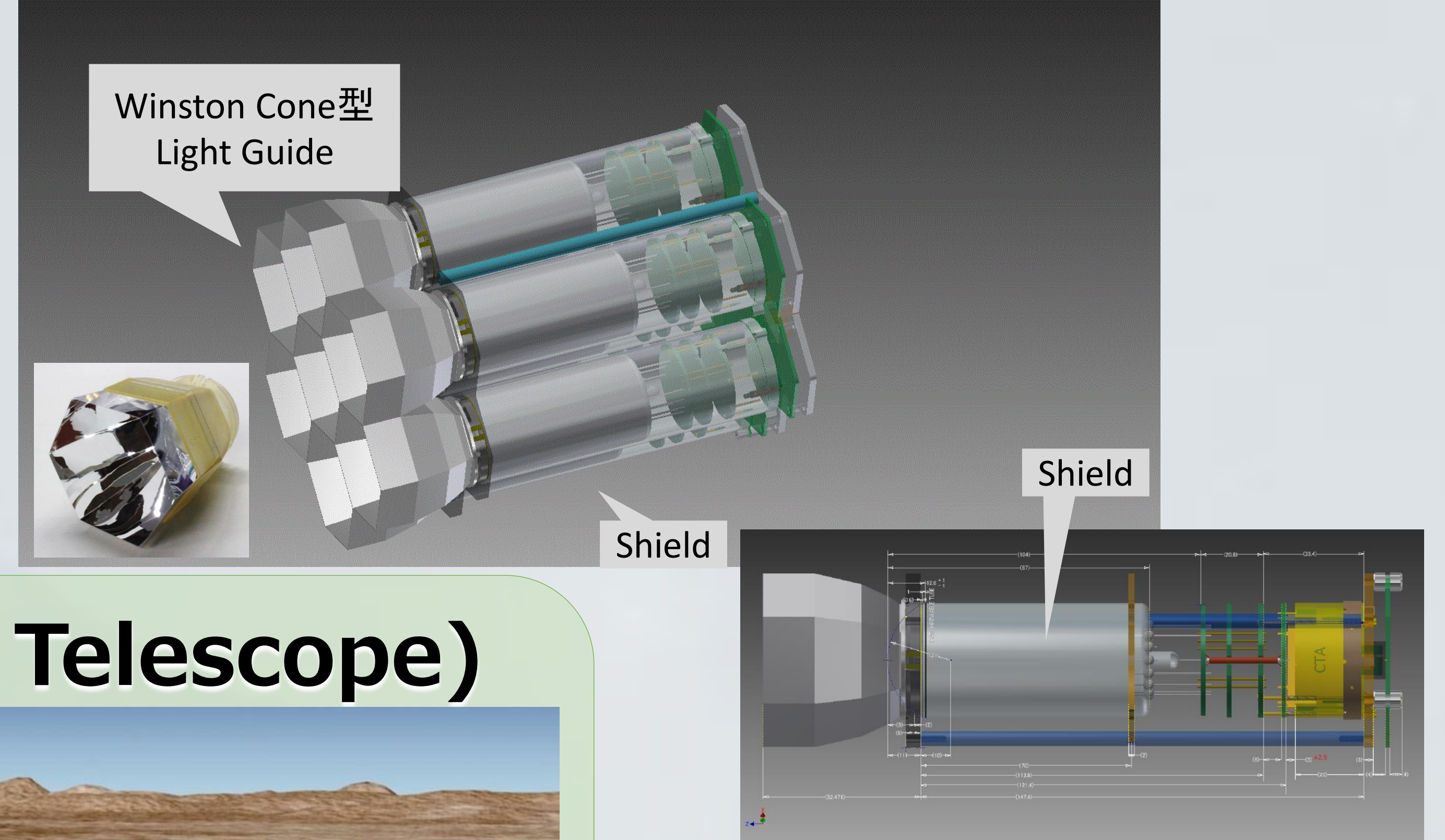


LSTはCTAの3種類ある望遠鏡の中で最も大きく、最も低エネルギー領域を観測する望遠鏡である。特徴として、大口徑・高分解能・高感度であることが挙げられる。

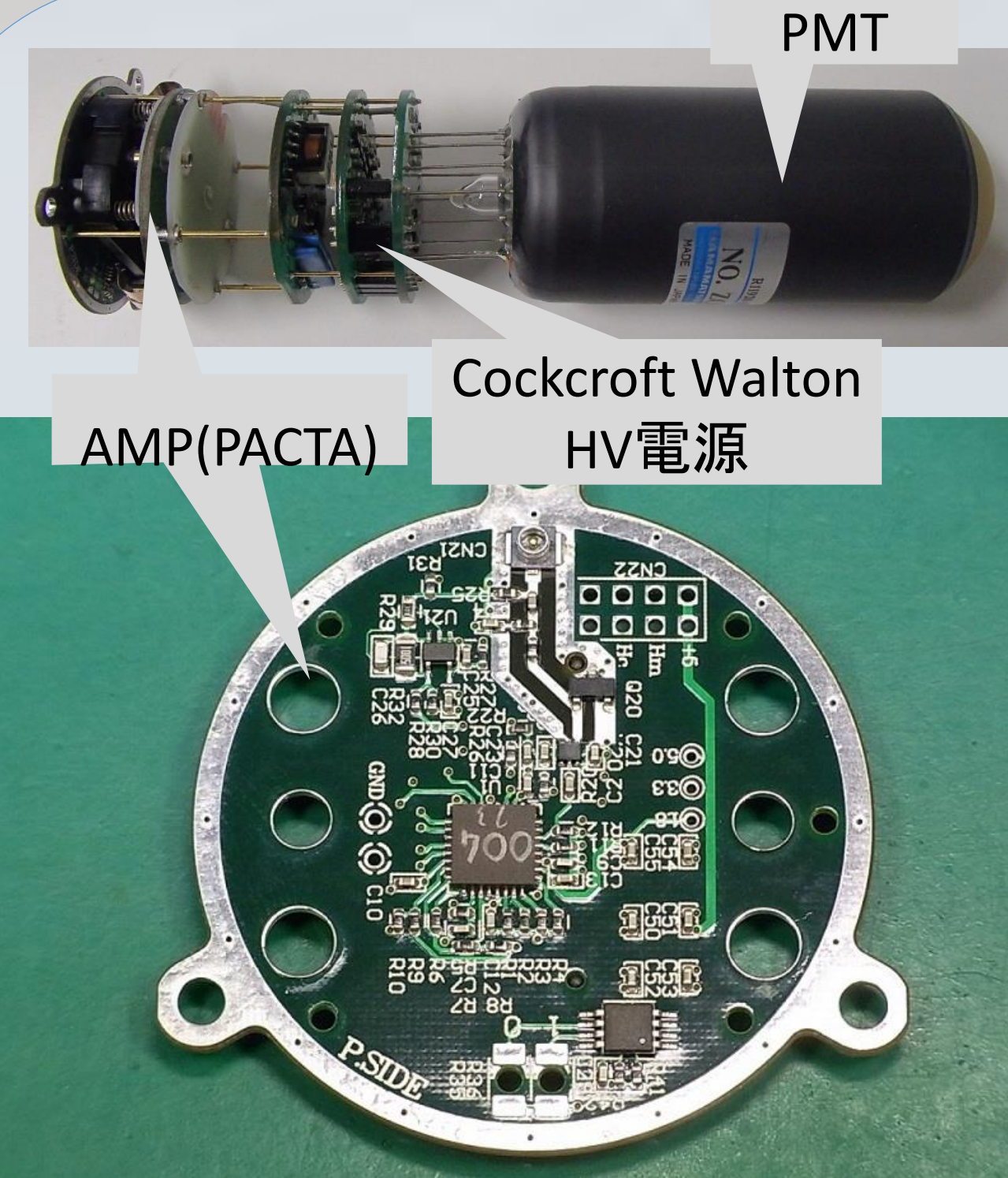
- 直径23m、重量~100t
- 30年の耐久年数を目指す
- 最短20秒で天球のどの向きに対しても回転が可能
- 焦点面に1855画素を持つカメラを備える



## LightGuide/Shield



- PMTの受光面には、集光率を上げるためにWinston Cone型 Light Guideを採用。
- アルミ製パイプをPMTのカバーとして用いる。このアルミパイプはPreampのアースラインと繋がっており、外部からのノイズを遮断するシールドの役割を担っている。



前置増幅回路(Preamp)として、低電力・低ノイズASICであるPACTAを採用。

### PMTのPulse width問題

1. PMTからのパルス幅が広いと信号の積分時間が長くなるため、ノイズとなる夜光の影響を受けやすい。よってsingle photon信号のパルス幅を3nsに収めたい。
2. PMTのHVを上げると光子から変換された電子が内部で加速される。このためHVが高いほど信号のパルス幅を狭くすることが出来る。
3. 後段の回路のダイナミックレンジ等を考慮し、高いHVのままGainを設定値である40,000にしたい。

→Preamp前で信号を減衰させることで高HVかつ適切なGainを実現。

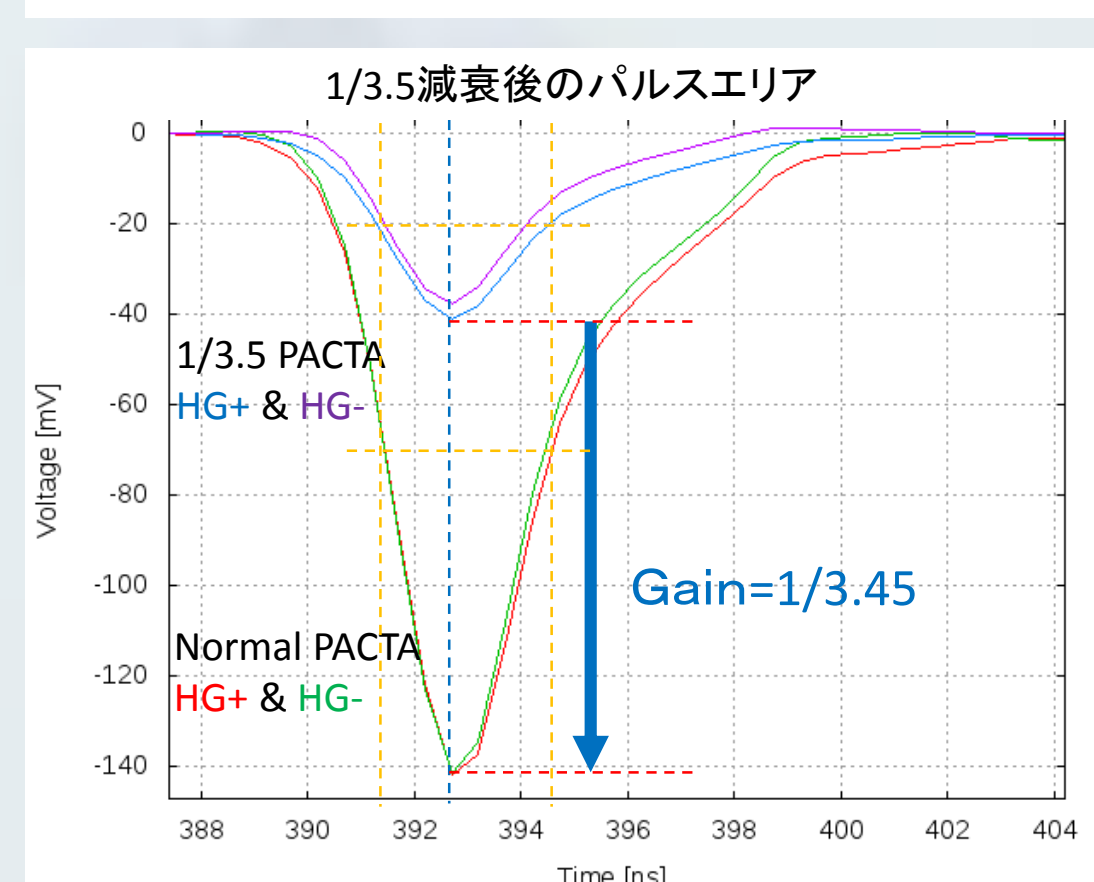
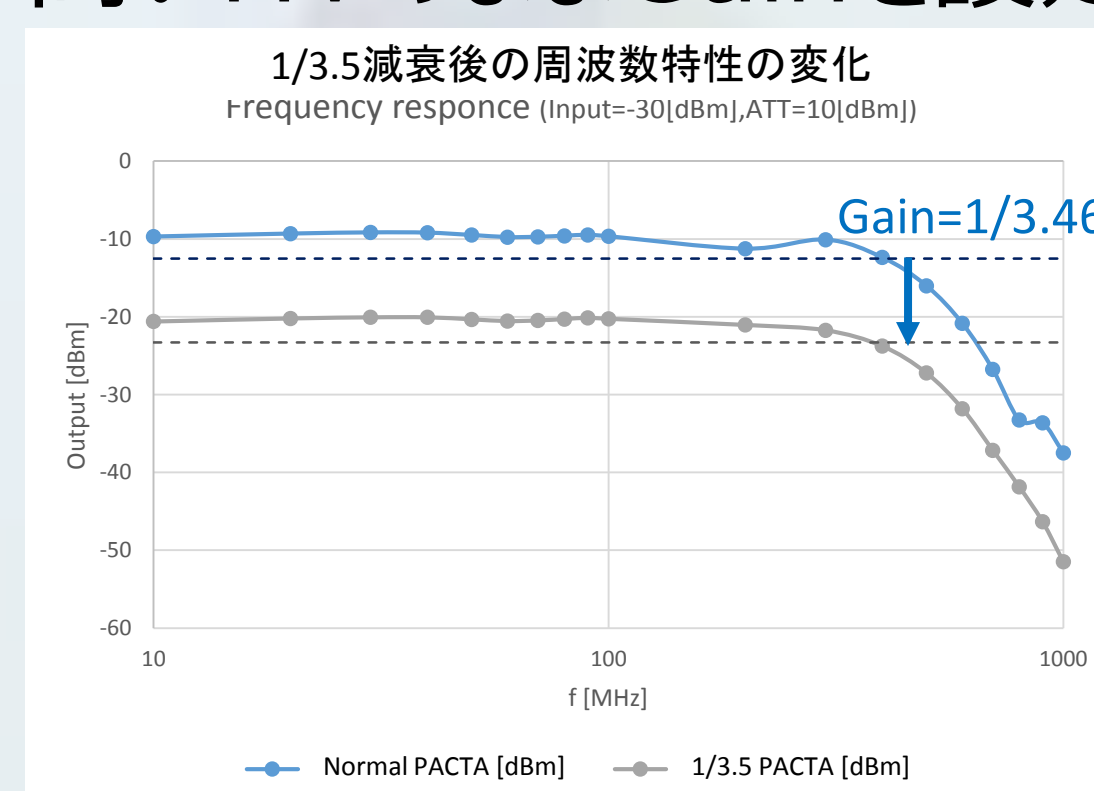
- 実際に、信号を1/3.5に減衰する回路に組み込んでテストを行った。

→パルスエリア: Peak、-141.9[mV]に対して1/3.5減衰で-41.1[mV] = **1/3.45減衰**  
• width(FWHM)に関しても図のように変化無し。

→周波数特性: Peak-3[dbm]、-12.5[dbm]に対して1/3.5減衰で-23.3[dbm] = **1/3.46減衰**

**パルスエリアは、予定通り1/3.5に減衰できている。**

## Preamp



カメラの素子として使用するPMTには、浜松ホトニクス製のR11920を採用。

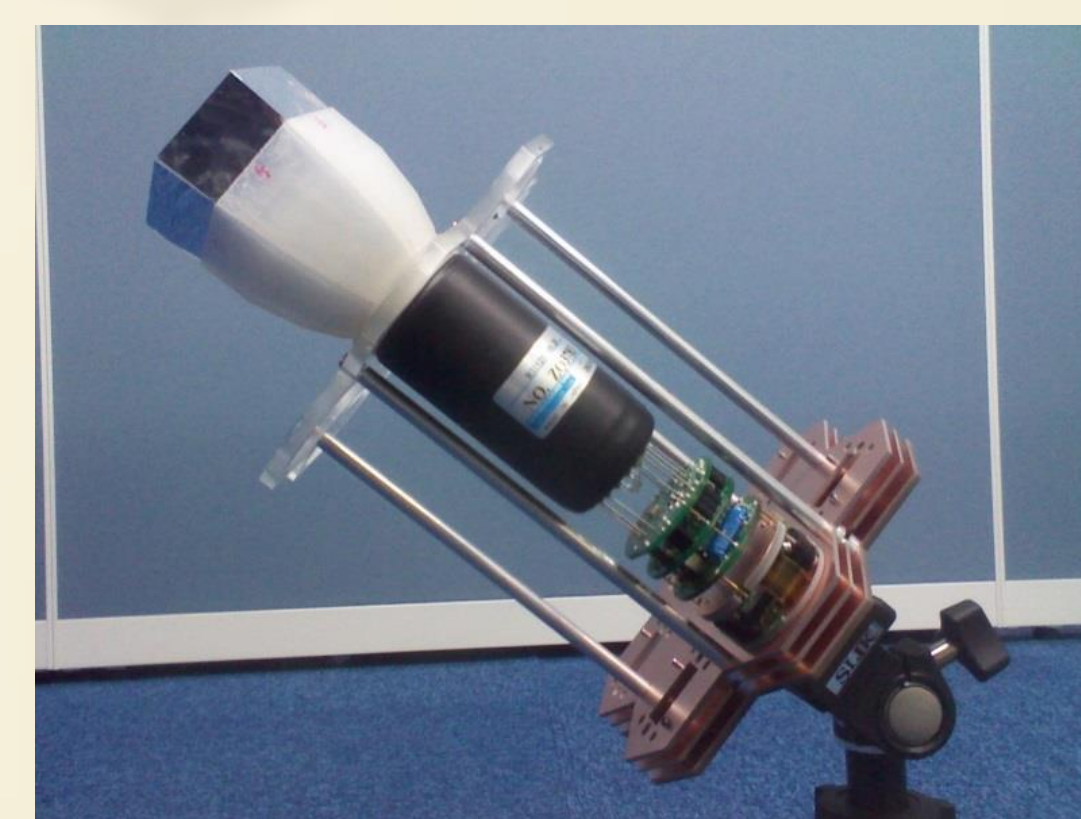
このPMTは現在2000本が生産されており、Gainのばらつきを測定して後段回路にあわせた減衰を行い、Gainを設定値に合わせなければならない。

このため、CTA-Japan内でPMTのQuality Checkが行われている。

### PMTの性能のばらつきについて

Quality Checkの結果から、以下のようPMTを設置する案が出ている。

- 特性の似たPMT同士をクラスターにしてまとめる。
- 感度の良いクラスターをカメラの中心に集めることで観測精度を上げる。



現在生産されているPMTの量子効率(Q.E.)はピーク値にて、要求値35%に対して36~45%。

また浜松ホトニクスの改良により、AfterPulseは要求値である0.02%以下に抑えられている。

**→要求スペックを満たすPMTが生産されている。**

## PMT