

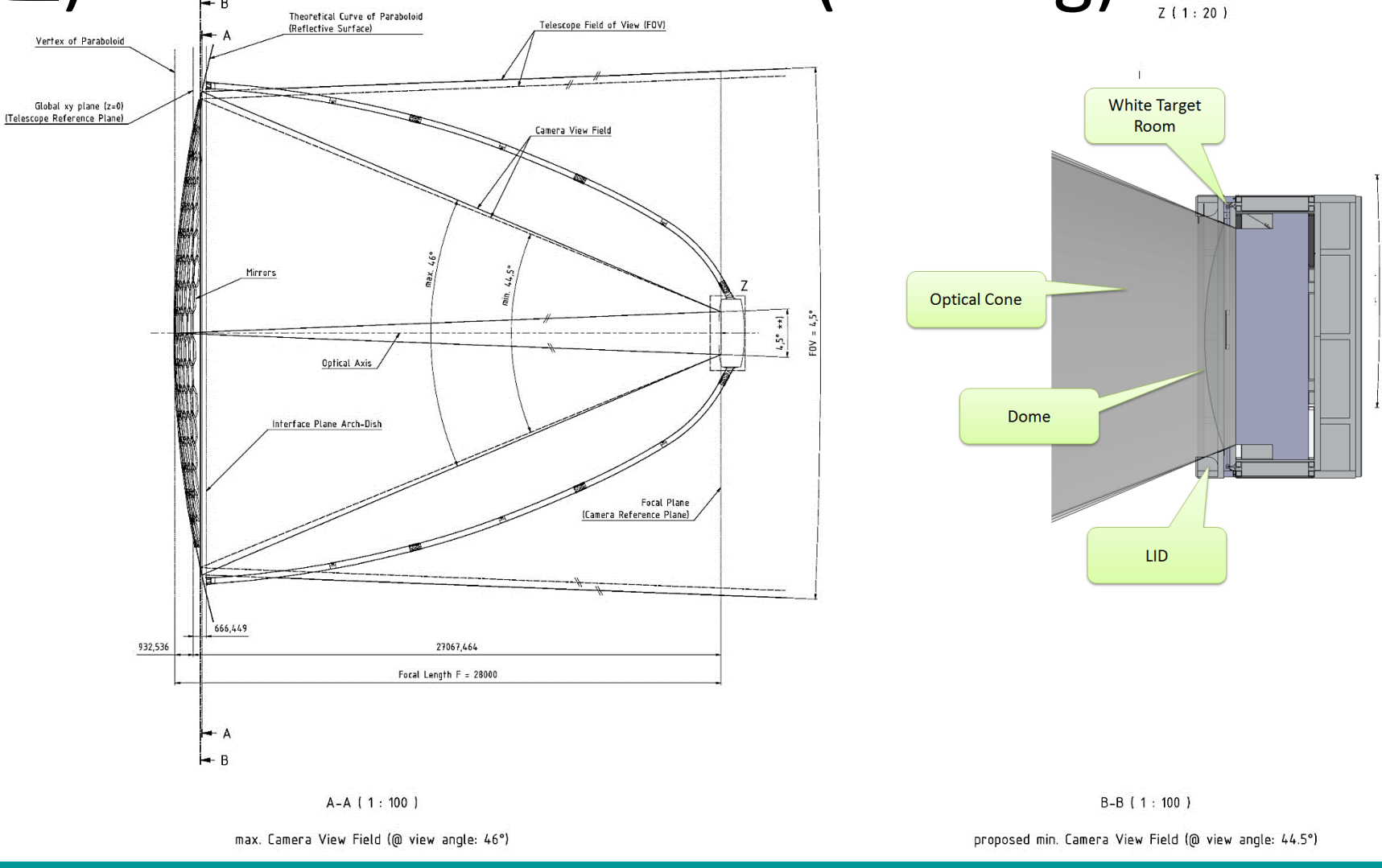
CTA大口徑望遠鏡初号機用カメラの最終デザイン



猪目祐介, 岸田柁, 山本常夏 (甲南大理), 大岡秀行, 高橋光成, 手嶋政廣, 中嶋大輔, 林田将明, Daniel Mazin, Daniela Hadasch (東大宇宙線研), 馬場彩 (東大理), 小山志勇 (ISAS/JAXA), 寺田幸功, 永吉勤 (埼玉大理), 榎田淳子, 辻本晋平, 西嶋恭司 (東海大理), 折戸玲子 (徳島大総科), 片桐秀明, 吉田龍生, Dang Viet Tan (茨城大理), 窪秀利, 今野裕介, 齋藤隆之, 谷川俊介, 増田周 (京大理), 澤田真理 (青山大理), 郡司修一, 武田淳希, 中森健之 (山形大理), 奥村暁 (名大ISEE), 他CTA-Japan Consortium

焦点面検出器(カメラ)仕様

- カメラ検出面の有効直径 2.2m
- 検出素子(光電子増倍管)数 1855 Pixel
- Pixel size(対辺) 5cm (0.1 deg)



CTA大口徑望遠鏡

(Large-sized Telescope, LST)

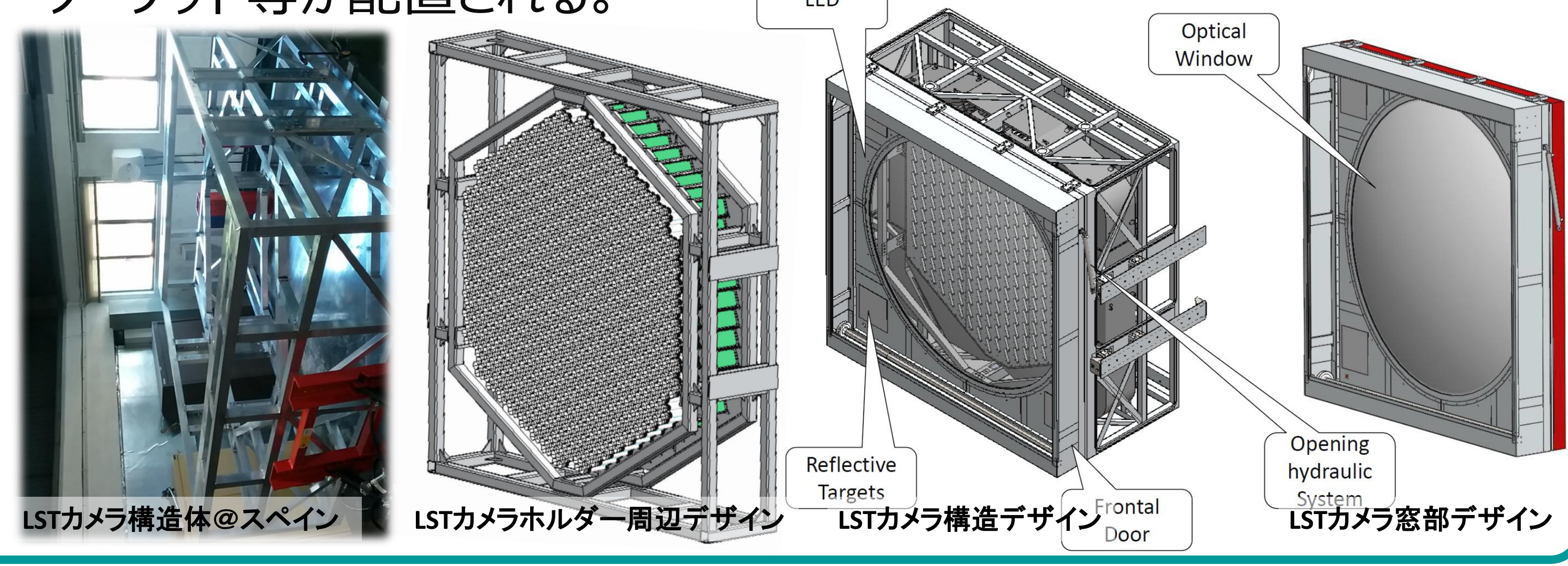
- 反射鏡口径 23m
- 焦点距離 28m
- 望遠鏡総重量 100トン
- 高速回転 180°/20秒
- 観測エネルギー 20GeV - 1TeVのガンマ線
- CTAの南北両サイトに各4台建設



CTA計画では、観測エネルギー領域によって異なる望遠鏡が複数建設されるが、その中で最も低エネルギー領域を観測する解像型大気チェレンコフ望遠鏡がこのLSTである。

大口徑望遠鏡用カメラデザイン

- PMT module 265個(1855Pixel)を納める。
- カメラ前面は窓(透過率90%)で覆われる。
- 最前面にはリモートで開閉可能なシャッターや、光学系校正用のLED・ターゲット等が配置される。



LSTカメラ構造体@スペイン

LSTカメラホルダー周辺デザイン

LSTカメラ構造デザイン

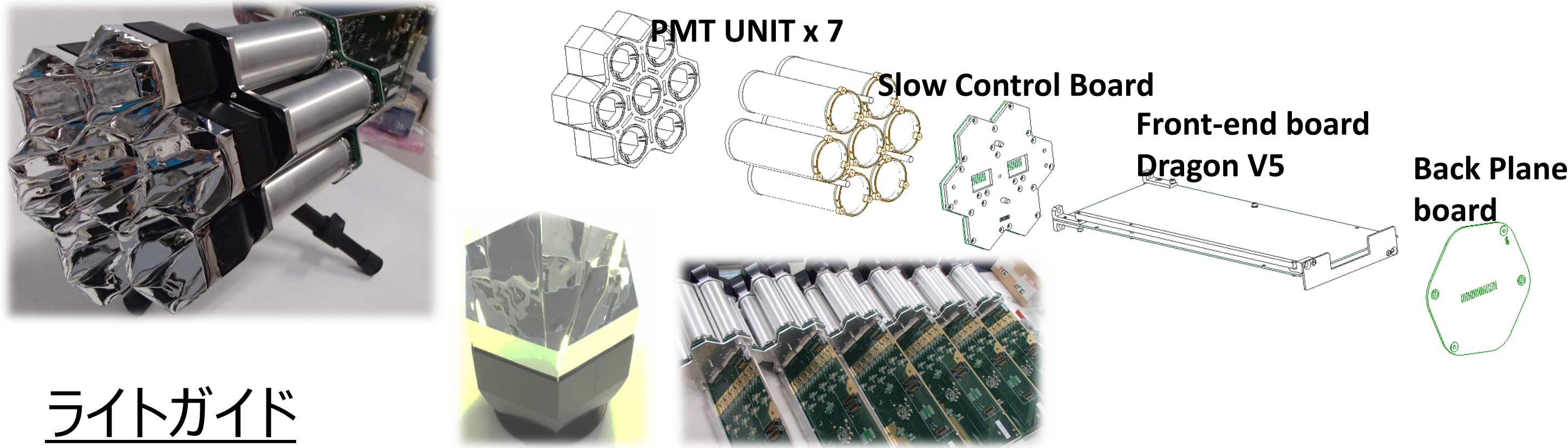
Frontal Door

Opening hydraulic System

PMT module デザイン

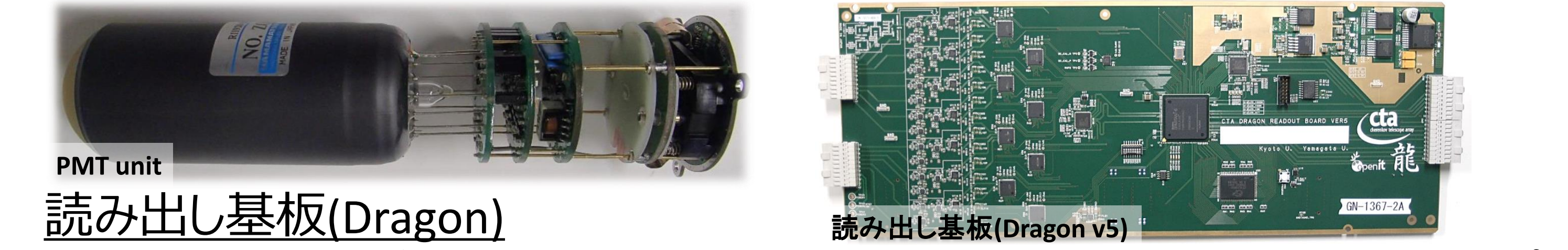
- 1台のPMT moduleには光電子増倍管(PMT)が7本取り付けられる。ライトガイド・PMT・読み出し基板とフレームから構成される。

Light Guide x 7



ライトガイド

Winston Coneの内側にはESRと呼ばれる、反射効率が非常に高い薄膜反射フィルムを接着しており、さらに追加コーティングにより観測対象となる紫外線波長領域で集光効率95%以上を達成している。



読み出し基板(Dragon)

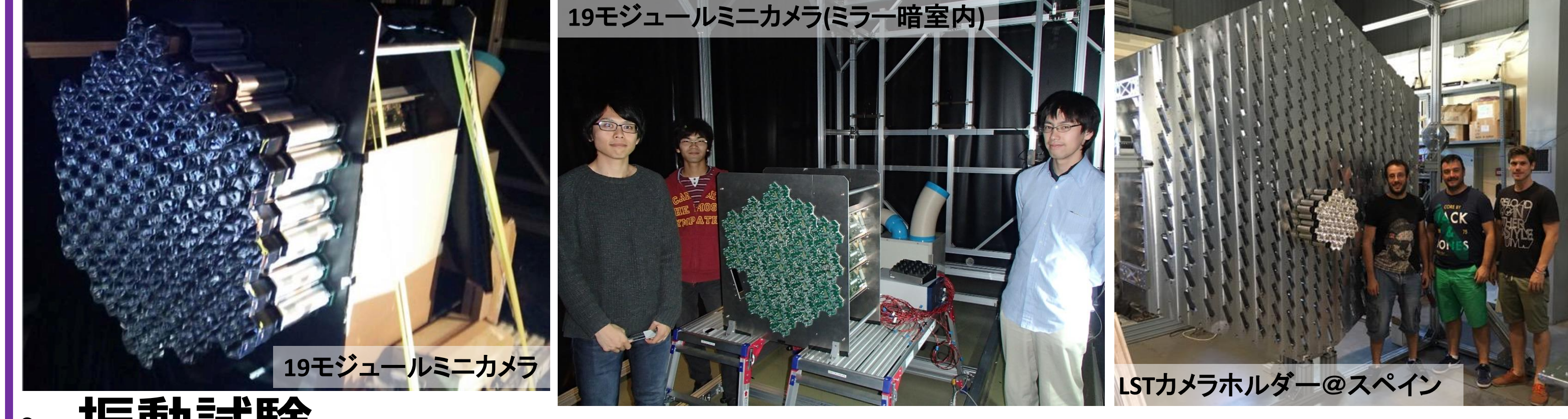
夜光等のBGノイズ除去と低消費電力を両立させるために、GHzの高速サンプリングが可能なアナログメモリDRS4チップを採用した。

1枚の基板で7本のPMTのサンプリングとそのトリガー信号生成を行い、PMT信号はSiTCP技術を用いたEthernetを経由して伝送される。

- PMT unit (検出素子として、1.5インチ径の光電子増倍管を採用) 大気チェレンコフ光(数ns/Event)を高精度に観測するため、高い速度応答性と最大45%という高い量子効率を実現し、LSTの要求値を満たしている。PMTはHV制御が可能な電源回路とPreAMPを個別に搭載している。

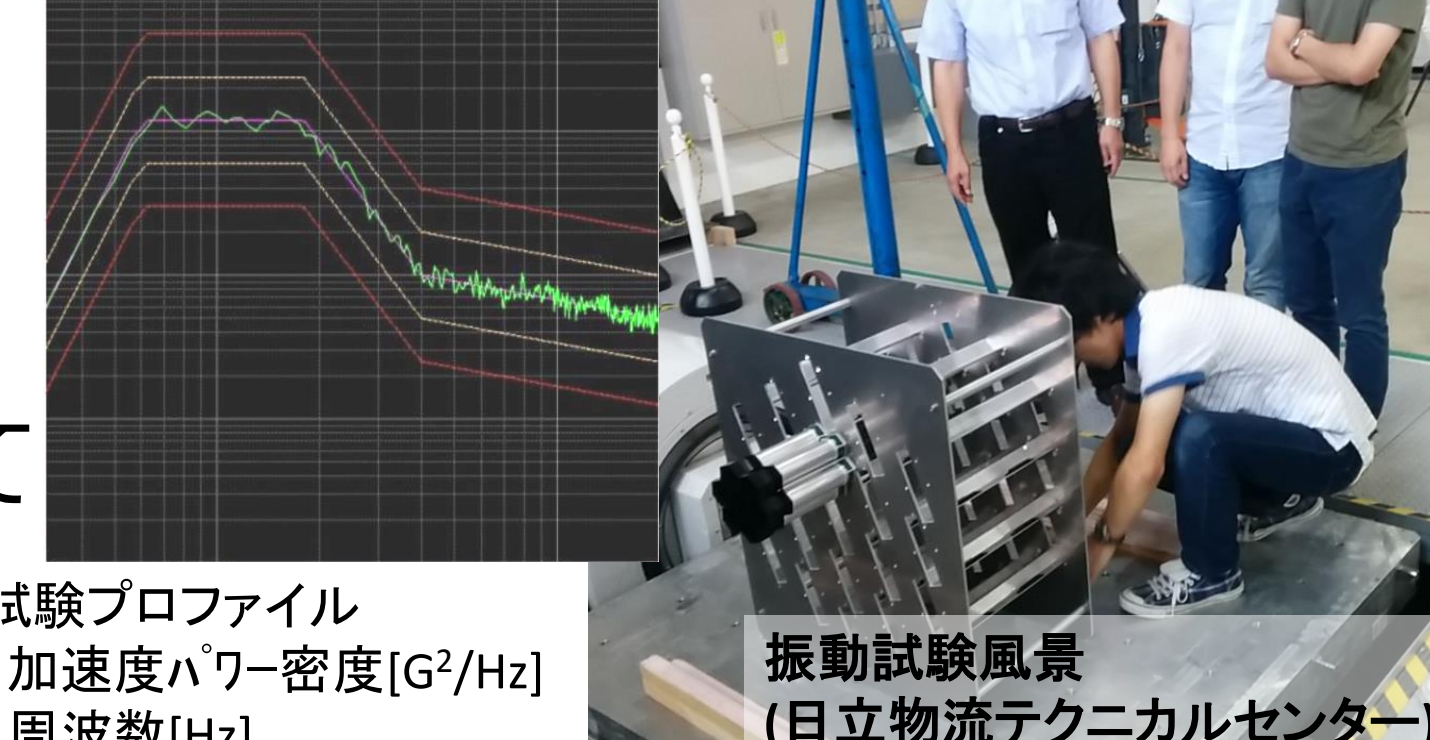
ミニカメラ

カメラとして運用した際のPMT moduleの性能評価を行うために、大口徑望遠鏡に搭載されるカメラの1/14となる、19モジュールのミニカメラを構成した。



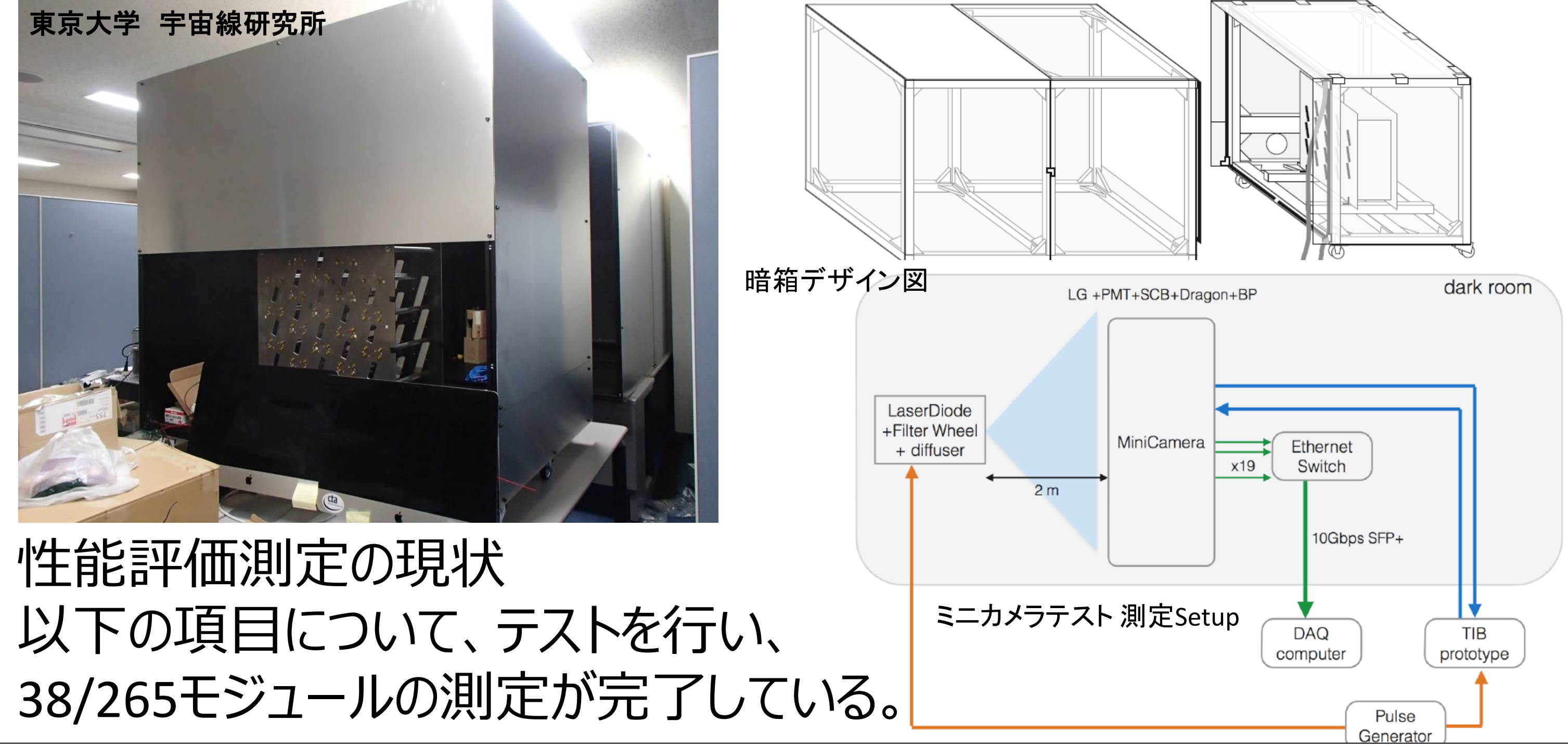
振動試験

2000kmの未舗装路輸送に相当するランダム振動試験(JIS Z 0200参考)をミニカメラの3軸に対して個別に行い、ネジ・構造体の緩み及び通電において問題ないことが確認された。



ミニカメラテスト

現在ミニカメラが収まる高さ1.5mの暗箱を用意して、発光時間幅300psの高速なパルス光源を用いたミニカメラの性能評価測定を行っている。

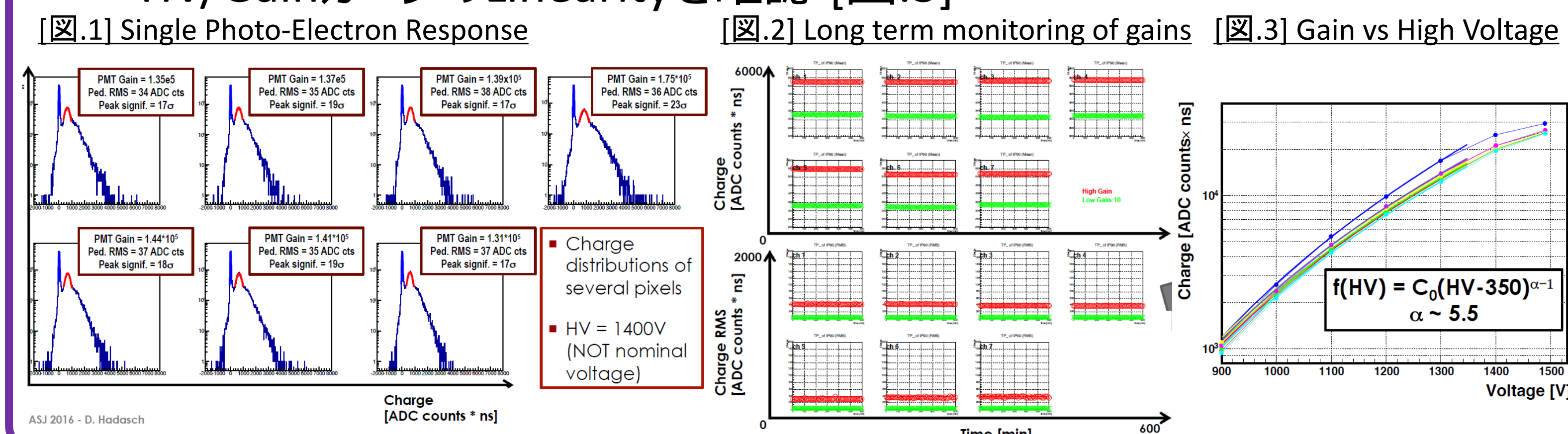


性能評価測定の現状

以下の項目について、テストを行い、38/265モジュールの測定が完了している。

- 取り付け時の干渉や組み立てを検証するメカニカルテスト
- PMT Moduleの動作確認とDragonのDRS4によるPMT性能評価の再現性、センサー情報取得、サンプリングテスト
- 複数のPMT Moduleの同時運用とトリガーテスト、ノイズチェック
- LSTで使用予定の電源とLANスイッチングハブを用いた負荷及びネットワークの通信テスト
- その他、ハードウェアやエレクトロニクスについて不具合の有無

- 1Phe測定での鮮明な分解能 [図.1]
- 10時間の長時間測定による安定性(→ゲイン変動2%未満) [図.2]
- HV/GainカーブのLinearityを確認 [図.3]



CTA-LST建設スケジュール

	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Project Phase	Design									
LST-1	Prototyping/construction LST-1									
Construction	Official CTA Construction Phase									
Operation	Mono-partial operation									
Full Operation	Construction of LST 2- LST 8									

2016/11までに、国内生産分のPMT moduleの組み立てと評価の完了

2017/5までに、全てのカメラ部品をスペインに集める

2017/6までに、カメラの組み立てを完了

全ての望遠鏡組み立てが完了して、LST初号機のファーストライトが行なわれる見通し。

まとめ PMT Moduleを用いて、電氣的試験や複数のPMT Moduleを組み合わせた実運用を想定した性能評価試験を行っている。スペインでのカメラ組み立てに向けて、日本からは性能評価測定の完了したPMT Moduleとカメラ窓の用意を行うことになっており、既にミニカメラテストで性能評価測定の完了した35モジュールについてはスペインに発送されて現地での取り付け確認と性能評価が行われている。

