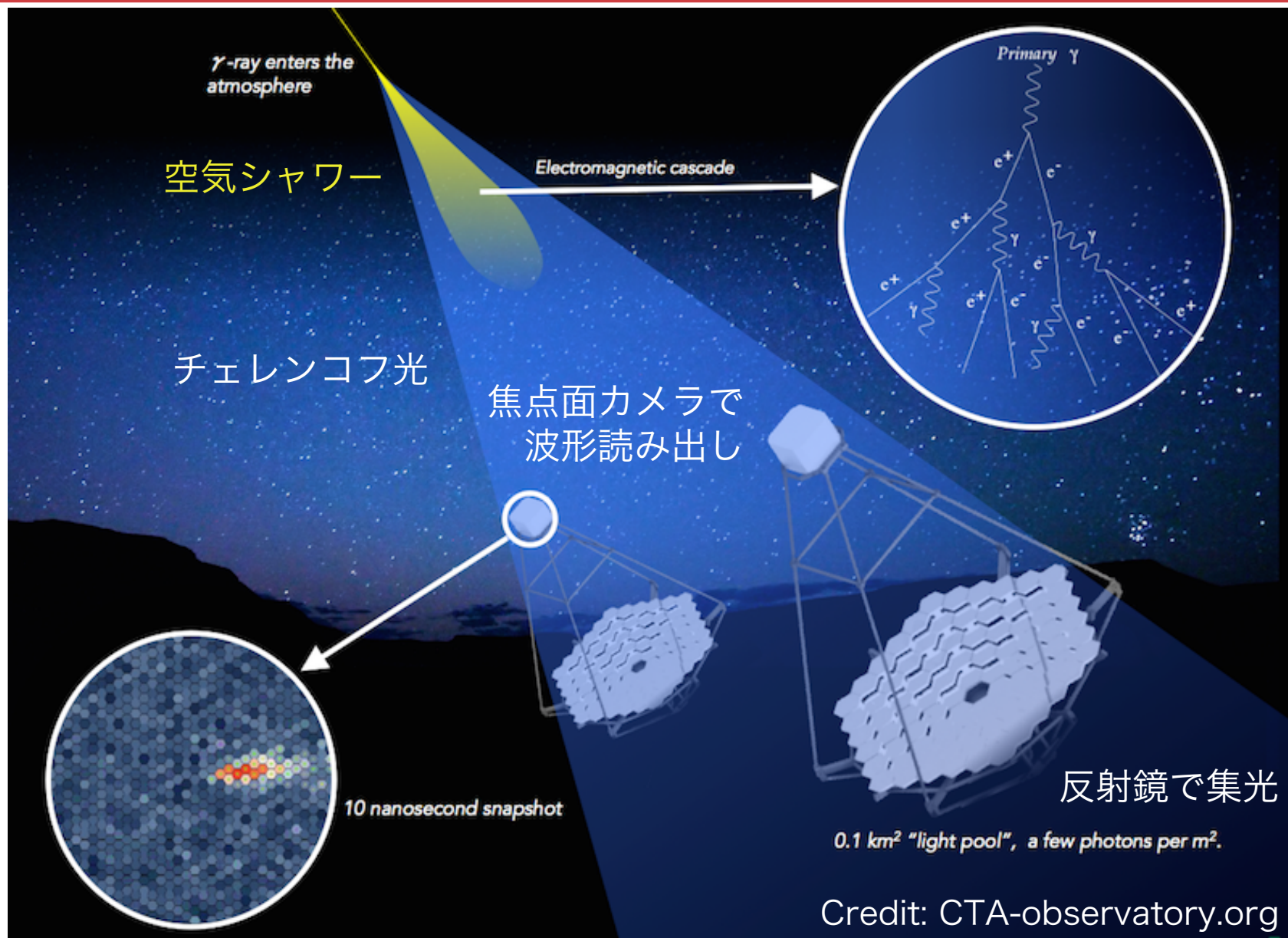


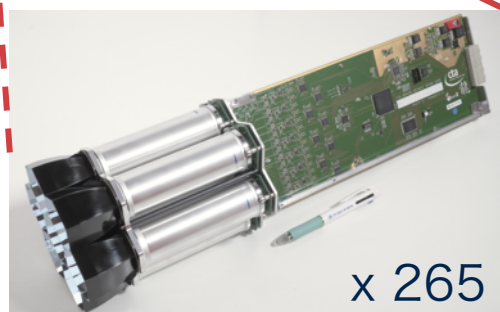
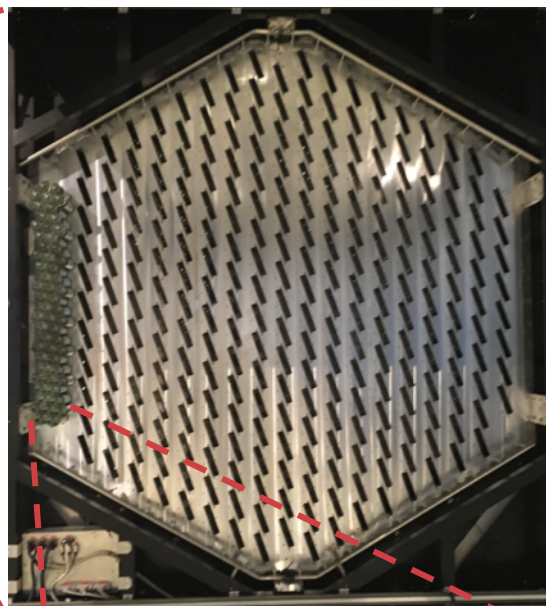
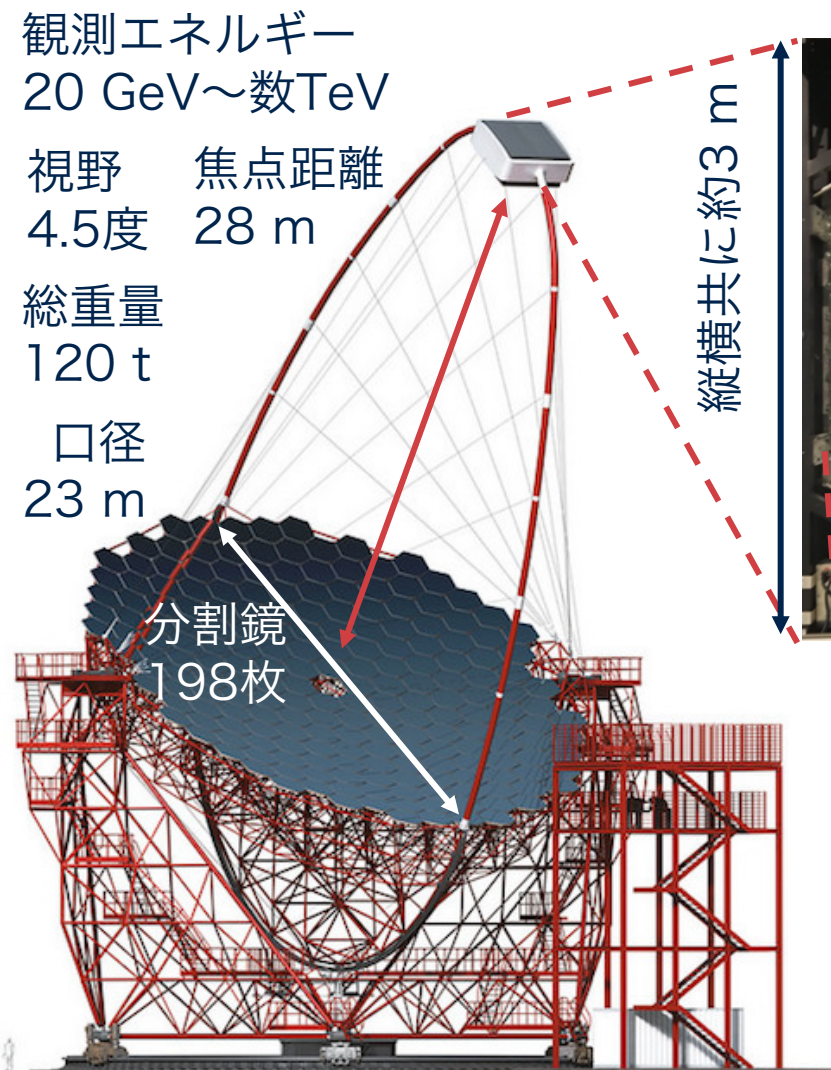
CTA大口径望遠鏡初号機の カメラ最終試験報告

櫻井駿介, 稲田知大, 猪目祐介, 岩村由樹, 大岡秀行, 岡崎奈緒, 齋藤隆之, 澤田真理, 高橋光成, 手嶋政廣, 中嶋大輔, 深見哲志, Daniela Hadasch, Daniel Mazin(**東大宇宙線研**), 奥村暁(名大 ISEE), 折戸玲子(徳島大学), 片岡淳(早稲田大学), 片桐秀明, 鈴木萌, 吉田龍生(茨城大学), 窪秀利, 今野裕介, 野崎誠也, 平子丈, 増田周(京都大学)木村颯一郎, 櫛田淳子, 辻本晋平, 西嶋恭司(東海大学), 郡司修一, 門叶冬樹, 中森健之(山形大学), 小山志勇(ISAS/JAXA), 砂田裕志, 寺田幸功, 永吉勤, 西山楽(埼玉大学), 馬場彩(東京大学), 高原大, 林田将明, 山本常夏(甲南大学), 池野正弘, 内田智久, 田中真伸(KEK, Open-It), 他 CTA-Japan Consortium

解像型大気チェレンコフ望遠鏡の原理



CTA大口径望遠鏡 (LST)



2018年春季年会まで
PMTモジュールの
較正試験に関する
報告 (2018春季
年会平子講演)

今回の報告

較正試験の終了した
モジュール、カメラ
筐体、水冷システム
および電力供給シス
テム等の統合試験の
報告

x 265
PMTモジュール
= 1855 PMT
+ GHz高速波形
サンプリング回路

焦点面カメラ概要 (前面)

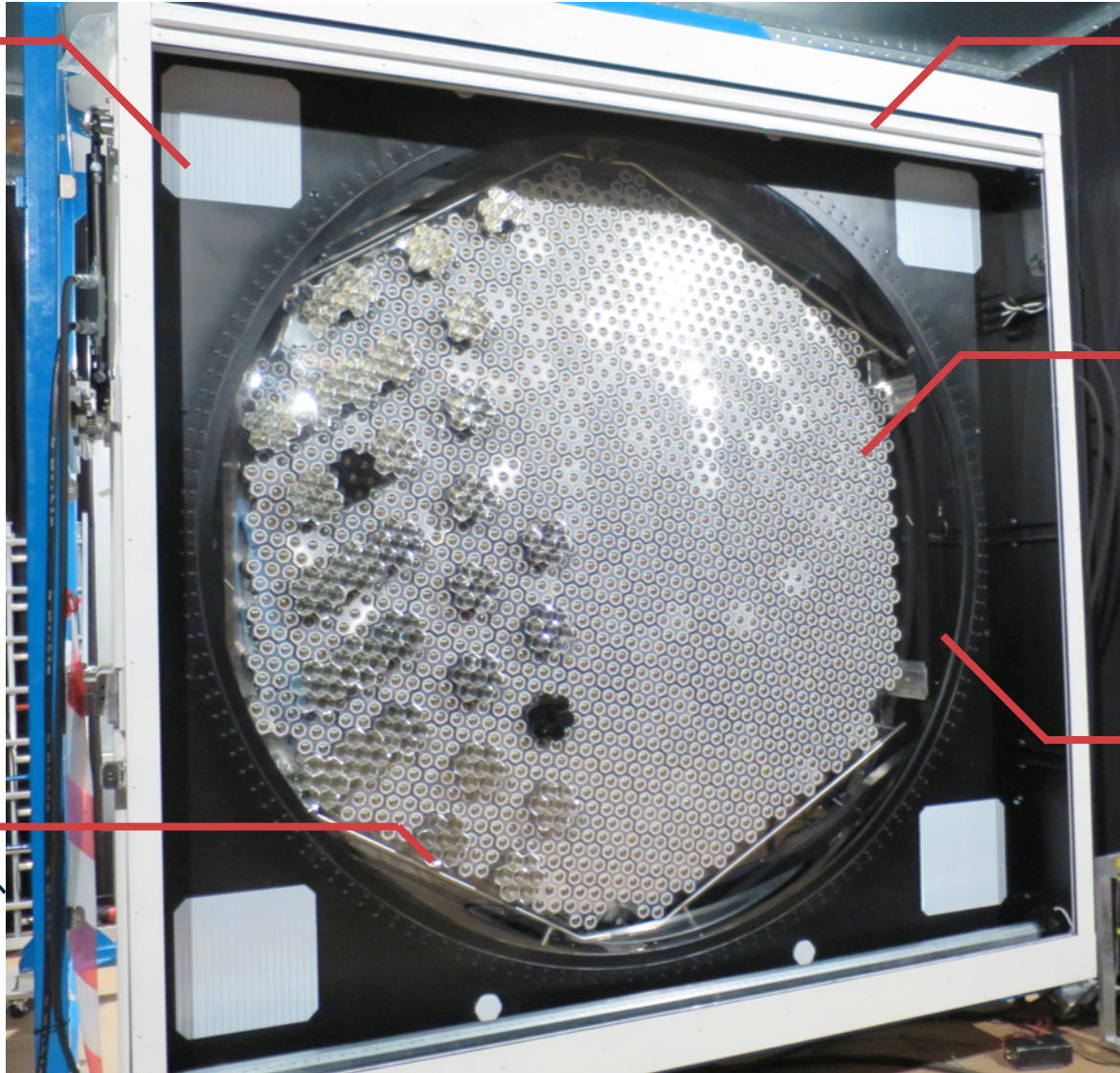
反射標的

レーザーを照射し、反射鏡光軸調整の基準となる
ES (CIEMAT)

その他に
PSF校正用
スクリーンが
搭載される

水冷パイプ

冷水を循環させ、
カメラ内部の
温度を保つ
ES (CIEMAT)

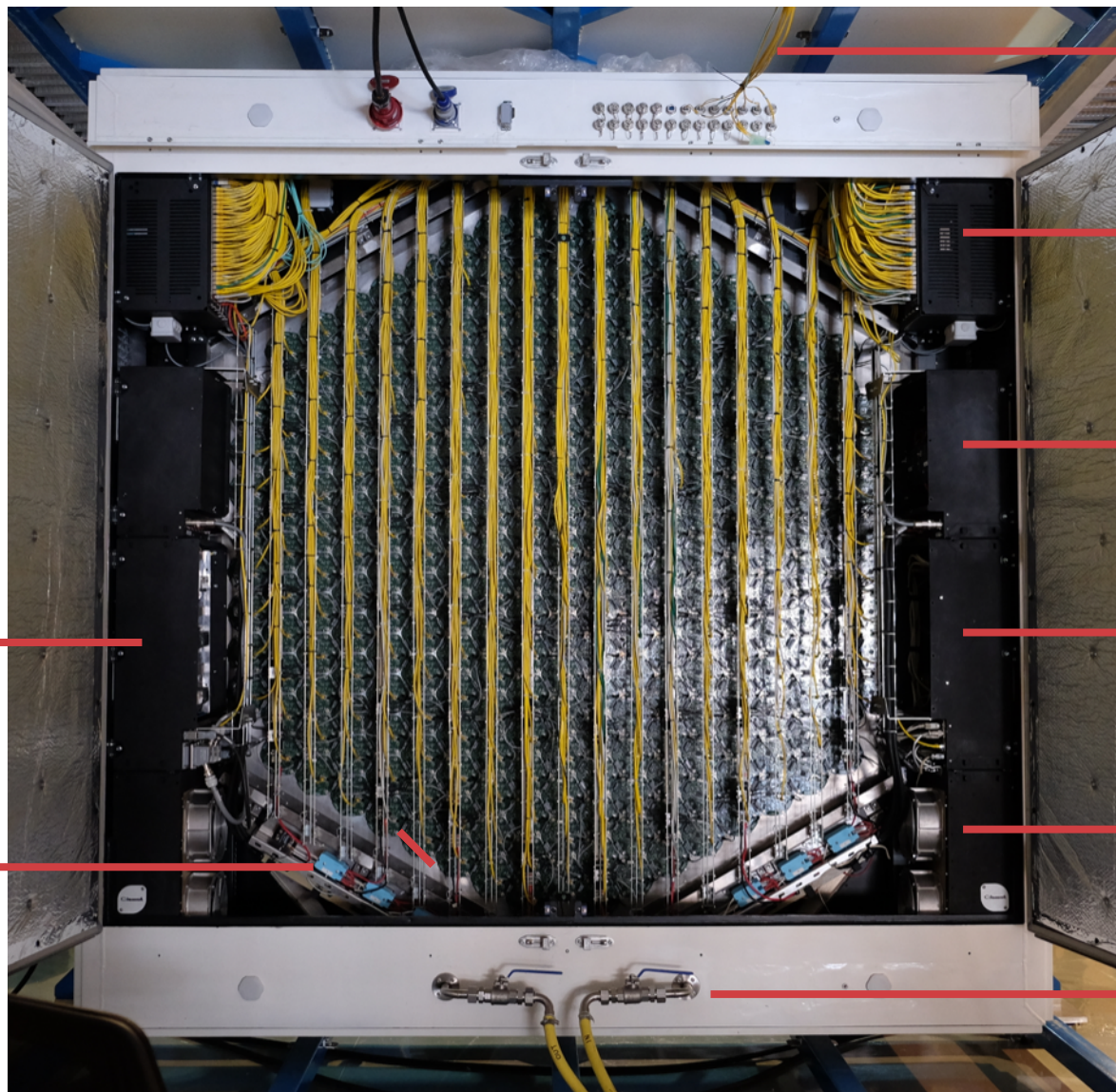


シャッター
ES (CIEMAT)

PMT
モジュール
JP, IT, ES

入射窓
チェレンコフ光
を効率良く透過
>90%, 350 nm
JP

焦点面カメラ概要（後面）



光ファイバ

ネットワーク
スイッチ

24 V電源

埋込型
カメラ制御
システム
FR (LAPP)

循環用ファン
ES (CIEMAT)

冷却水用ホース

各種ブレーカ

モジュール電源
スイッチ
ES (IFAE)

焦点面カメラ統合試験の流れ

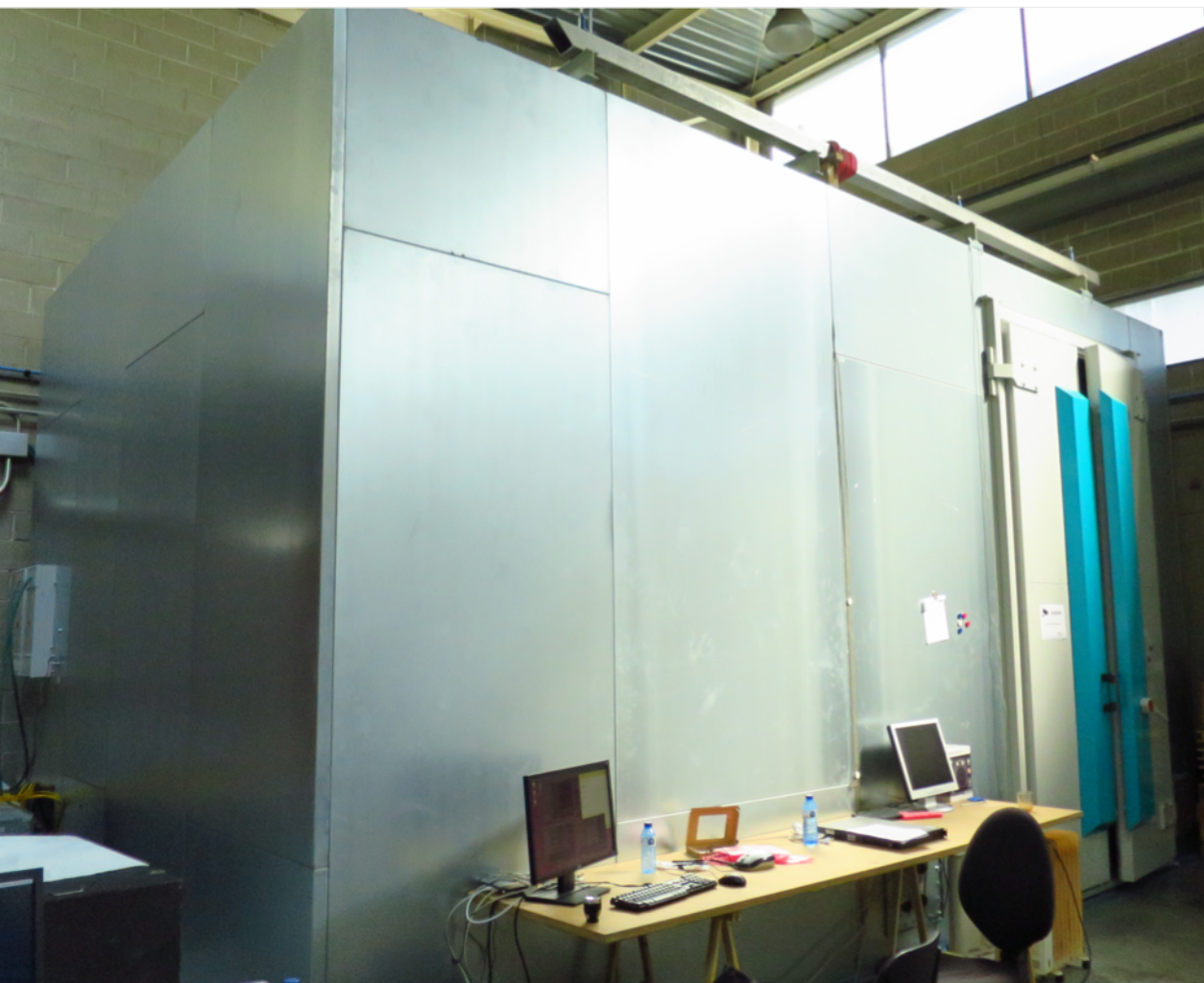


現在

- * PMTモジュール統合試験：スペイン領テネリフェ島、IAC
2017年11月まで（2018年春季年会平子講演）
- * 焦点面カメラ統合試験1：バルセロナ、IFAE
2018年4月から7月
- * 焦点面カメラ統合試験2：スペイン領ラ パルマ島、Mirca
2018年8月から9月
- * 望遠鏡へのカメラインストール：ラ パルマ島、
ロケ デ ロス ムチャチョス天文台
2018年9月後半

本講演の
内容

カメラ統合試験1：バルセロナIFAE



実施項目

水冷システム、
カメラ制御システム、
モジュール電源供給用
電気回路の試験

シャッターの動作試験

日本グループの主な貢献

モジュールの動作確認、

カメラ全体からの

同時データ取得

波形サンプリング回路の

ファームウェアバグ修正

IFAEに設置された大型暗箱

ファラデーケージとなっており内部にカメラ筐体が設置

カメラ統合試験1：バルセロナIFAE

* モジュールの動作確認

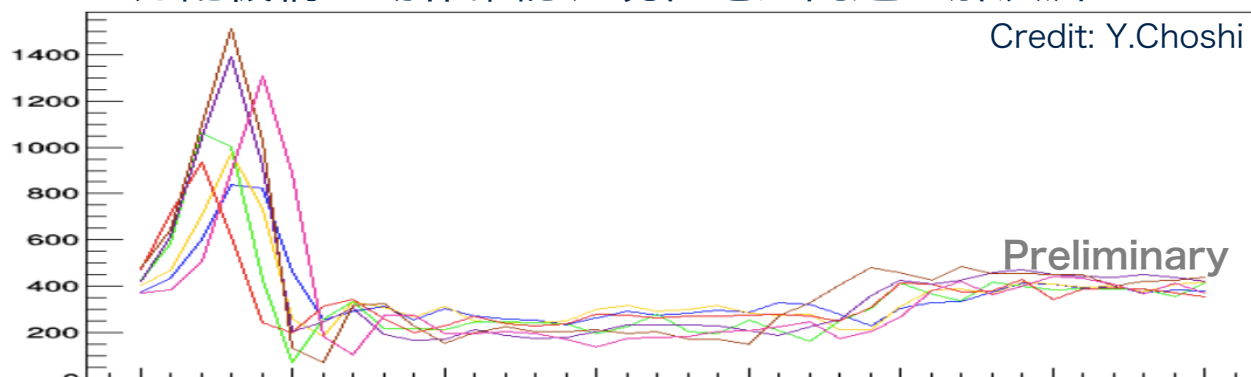
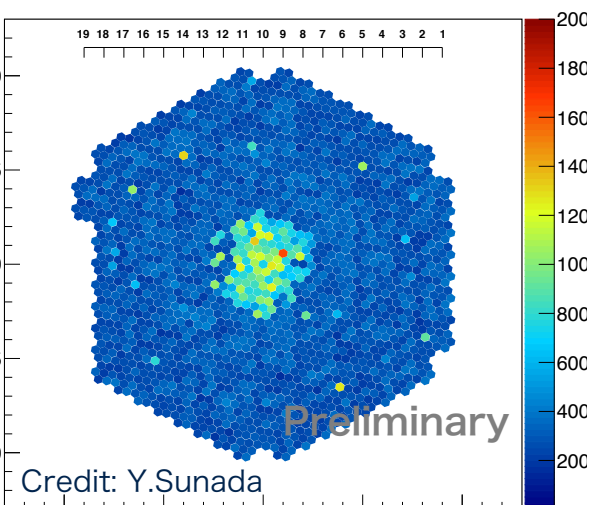
- * 波形サンプリング回路に対して出荷時と同様の品質検査を実施
動作に問題ないことを確認

* 波形サンプリング回路ファームウェアの問題修正

- * サンプリング回路の出力ADCが0になってしまう問題が確認された
この原因を突き止めファームウェアを修正、解決済

* カメラ全体からの同時データ取得 (LED Flasher Test)

- * 電力供給に問題のあった6つを除く259モジュールで同時に波形データのサンプリングとその読み出しを行い、記録することに成功
＝ 通信系統およびトリガー分配機構の動作確認、現在電力問題は解決済



上図：中心に近いモジュールの7ピクセル分の波形

左図：ピクセルごとの平均波高分布*

カメラ統合試験2：ラ パルマ島Mirca



* 実施項目

- * トリガー分配基板の校正試験
- * 水冷システムの動作確認
- * カメラ制御システムの動作確認

* 日本グループの主な貢献

- * PMTモジュールへのライトガイド取付
- * カメラ筐体へのPMTモジュール挿入
- * LEDパルスを使った波形記録

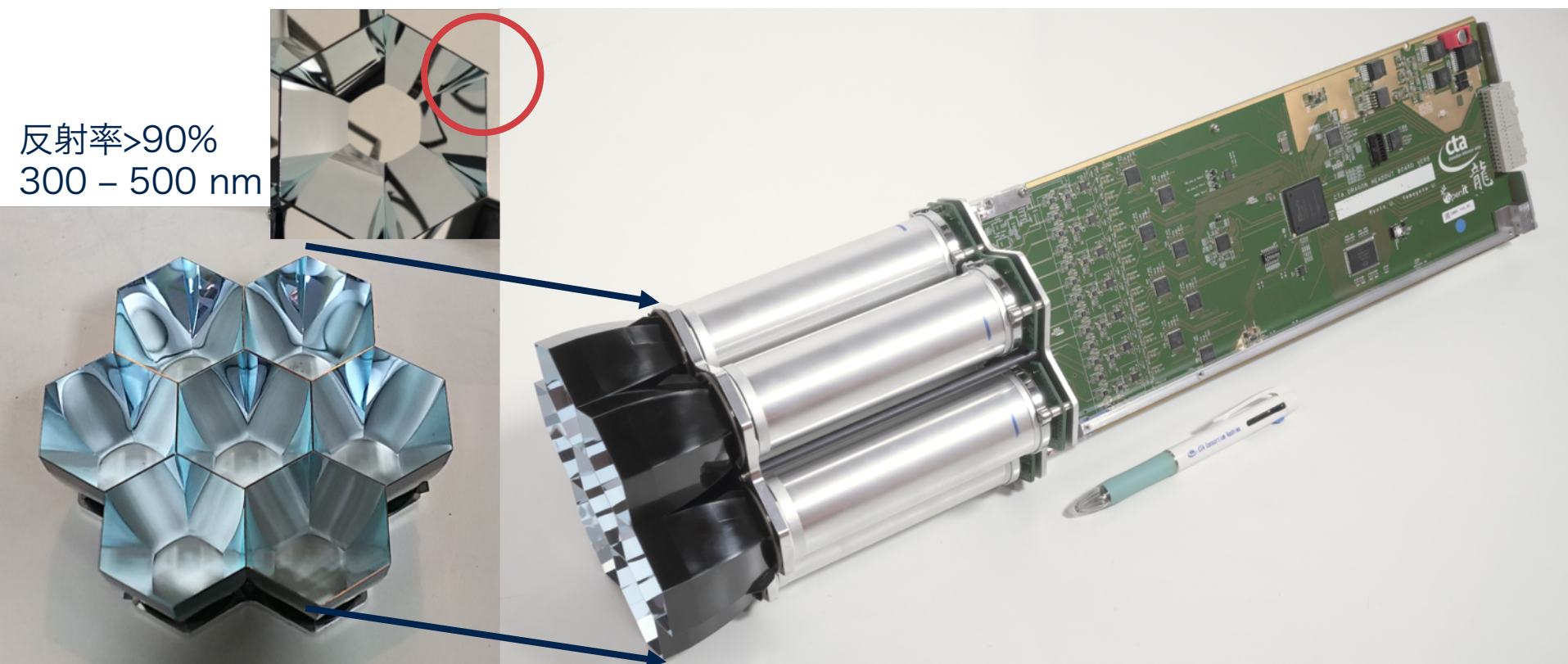


Mirca作業スペース

カメラ統合試験2：ラ パルマ島Mirca

* PMTモジュールへのライトガイド取付

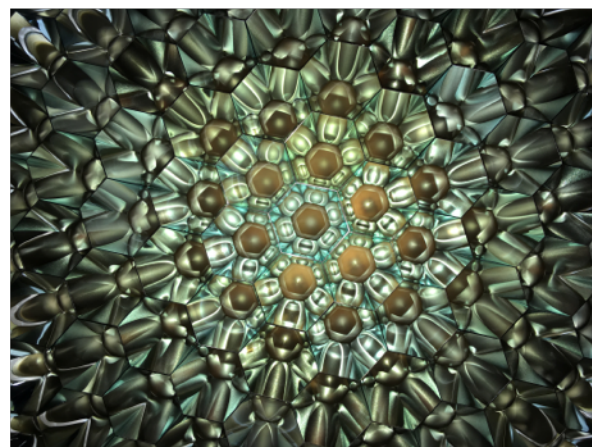
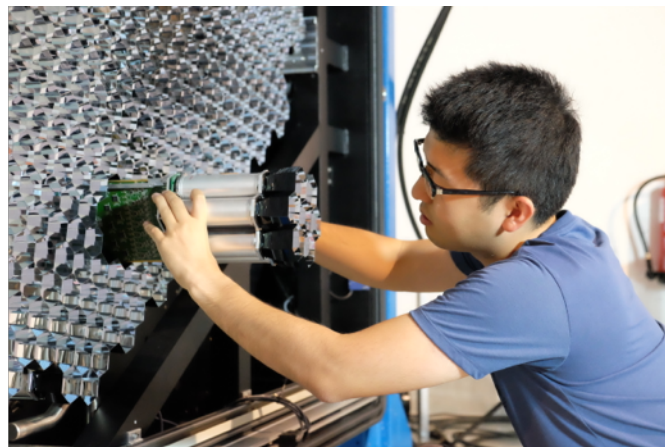
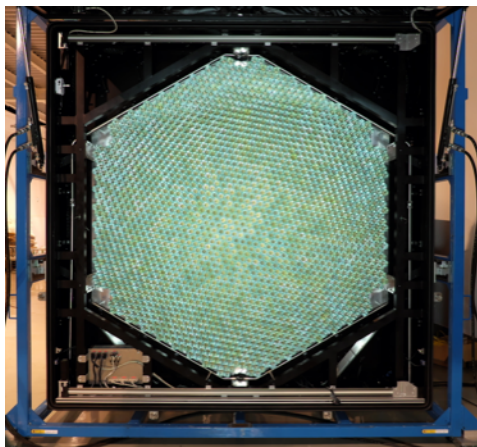
- * カメラヘインストールする265モジュール全てにライトガイドの取付けが完了
- * インストール時にいくつか組立不良の問題を発見したが、その全てを解決した



カメラ統合試験2：ラ パルマ島Mirca

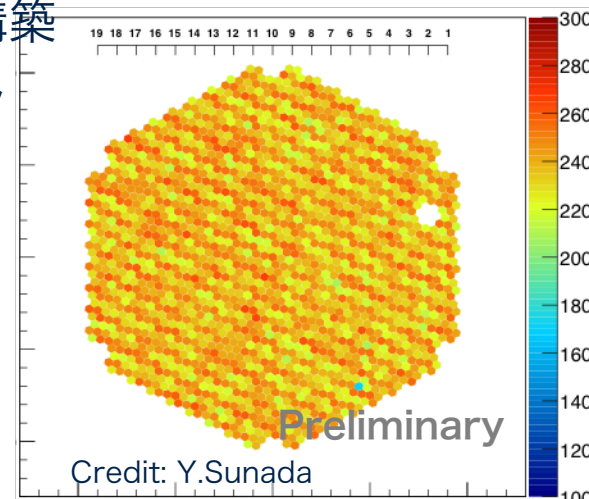
* カメラ筐体へのPMTモジュールインストール

- * 品質試験を通過した265モジュールをカメラ筐体ヘインストールした



- * この際、カメラ中心部の量子効率が高くなるようモジュールを配置、カメラのトリガーレートを考慮し、ネットワークを構築
- * インストール後、全モジュールから波形同時読み出し可能か試験用パルスを使用して試験
- * 最終的に265モジュールとの同時通信に成功(1 kHz) トリガー分配も正常に行われている。
問題あったモジュールは修理済（右図）

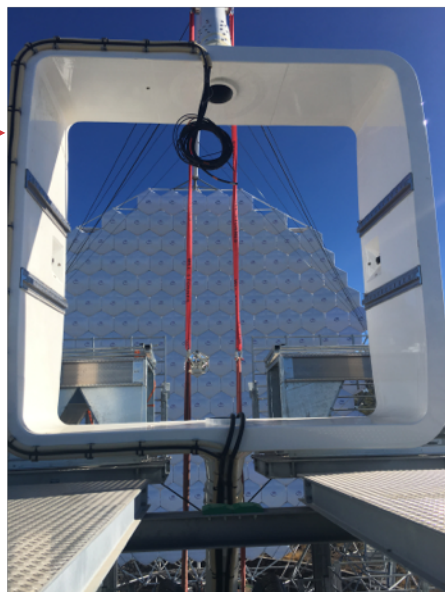
右図：試験用パルスの波高分布(264mods)



LST初号機の建設状況とインストール

建設時のようす
2018年6月

カメラフレーム
2018年9月



MAGICとLST初号機
スペイン領ラ パルマ島
ロケ デ ロス ムチャチョス天文台
標高 2200 m



- * 構造体の建設、鏡の取り付けが完了し即座にカメラインストールが可能
- * インストール後に水冷、電力およびネットワークシステムの配線が行われる

まとめ

- * 本年4月からLST初号機焦点面カメラの統合試験を開始
 - * カメラ筐体、水冷機構、トリガー分配基板：Spain (CIEMAT)
 - ネットワークケーブル、電源機構：Spain (IFAE)
 - カメラ制御システム：France (LAPP)
 - PMTモジュール：Japan、を組み上げ
- * 最終試験地ラ パルマでは水冷、カメラ制御および電源システムは問題なく動作しており、265モジュールからのデータ同時読み出しを確認した。
- * カメラは望遠鏡アーチ先端に来週月曜日からインストール予定
- * 10月からコミッショニング運転開始