

CTA報告34: CTA 大口径望遠鏡のための 焦点面検出器の開発

○梅原克典、片桐秀明、黒田和典、佐々木美佳(茨城大学)、栗根悠介、窪秀利、今野裕介、谷森達、林田将明(京都大学)、上野遥、小山志勇、寺田幸功(埼玉大学)、榎本良治、大岡秀行(東大宇宙線研究所)、手嶋政廣(東大宇宙線研究所、マックスプランク研究所)、奥村暁(宇宙科学研究所)、折戸玲子、菅原隆希(徳島大学)、株木重人、櫛田淳子、小谷一仁、西嶋恭司(東海大学)、郡司修一、門叶冬樹(山形大学)、渋谷明伸、田島宏康、日高直哉(名古屋大学)、高橋弘充、深沢泰司、水野恒史、米谷光生(広島大学)、千川道幸(近畿大学)、千葉順成(東京理科大学)、中森健之(早稲田大学)、馬場彩、山岡和貴、吉田篤正(青山学院大学)、山本常夏(甲南大学)、Razmik Mirzoyan、Olaf Reimann、avid Fink、Thomas Schweizer (マックスプランク研究所)、ほかCTA-Japan Consortium

大口径望遠鏡用焦点面検出器の要求仕様

焦点面カメラ
(ライトガイド
+ 光検出器
+ 読み出し回路)

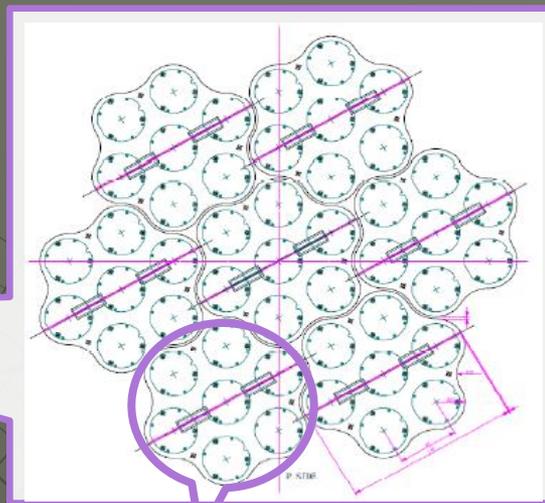
CTA報告37
黒田
本講演

CTA報告35
萩原

CTA報告36
加賀谷

分割鏡

~23 m



光検出器の
使用総数
1855本

光検出器モジュールの開発

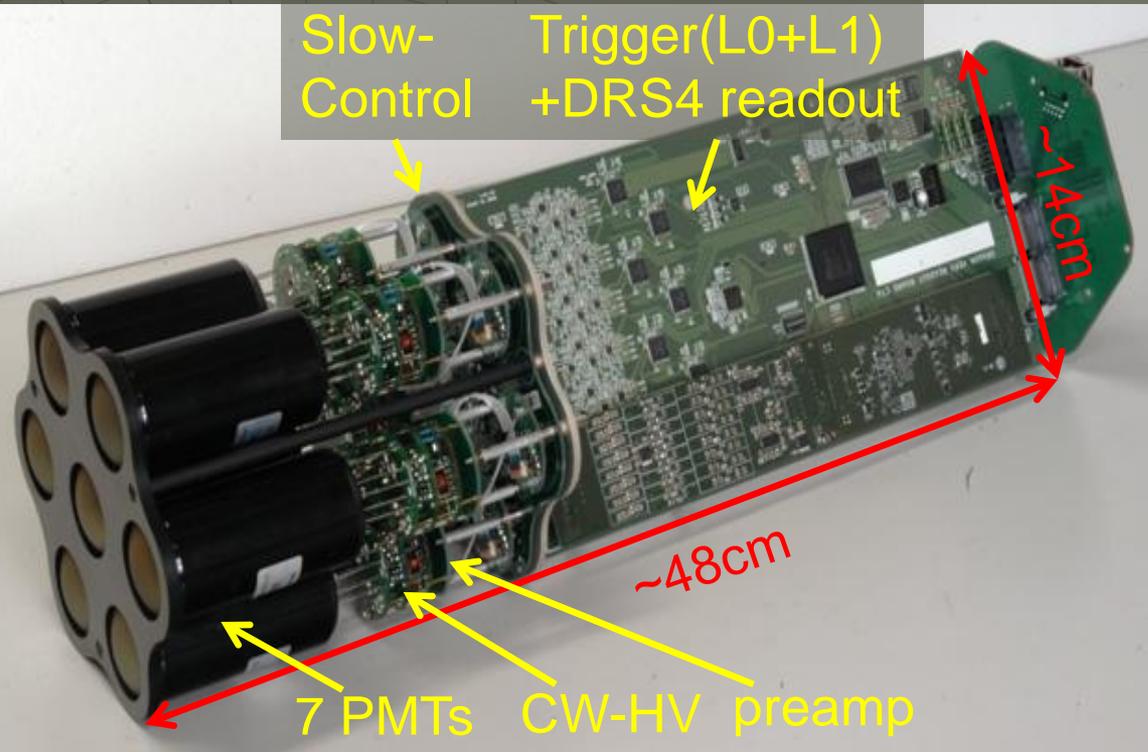
光検出器 + 読み出し回路

- 高感度検出器
- 高速読み出し回路(2GS/s, >500MHz)
- 省電力(2W/channel)
- 低コスト
- コンパクト
- 軽量

インストールと
メンテナンスが
容易に可能

およびカメラ本体、冷却系の開発

(1) 光検出器モジュールの開発



- 光電子増倍管 (PMT)
 - 省電力高圧回路
 - 高速プリアンプ
 - モニタ・制御部
 - 高速読み出し回路
- を1クラスタとして開発

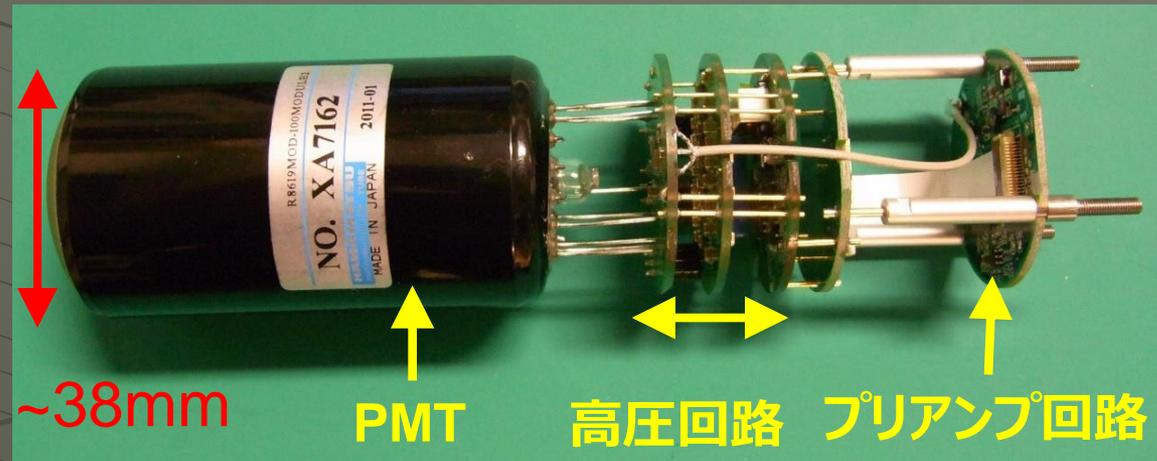
LSTでは265クラスタ
使用予定

開発状況

- PMT+省電力高圧回路 ← ほぼfix : 前回(2011秋) 報告済み
- 高速プリアンプ ← 要求を満たす新しいプリアンプの評価試験中
- モニタ・制御部 ← プリアンプに合わせて変更予定
- 高速読み出し回路 ← v.2からv.3へ (CTA報告35:萩原)

光検出器+高圧回路開発 (報告済み)

浜松ホトニクス社製
光電子増倍管
R11920-100CW

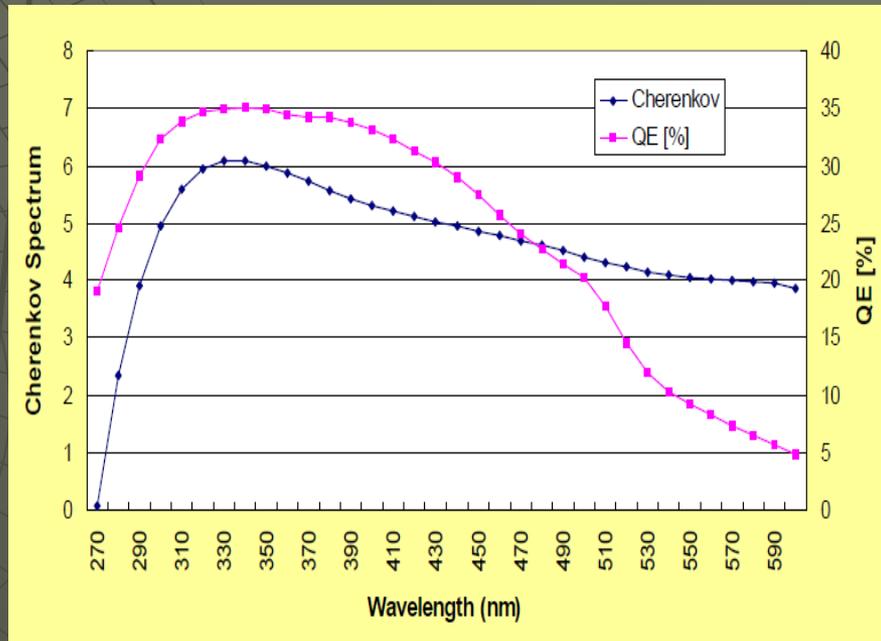


PMT仕様、性能

- 1.5インチスーパーバイアルカリ光電面
- ラインフォーカスダイノード 8段
- 量子効率 > 35%
- アフターパルス < 0.05% (> 4 p.e.)
- パルス幅 2.5~3ns (FWHM)
- Frosted Concave-convex Window
- 時間特性 TTS < 1.3ns
- 寿命 > 10years
- 動作ゲイン 4×10^4

デザインは
ほぼfix

量子効率曲線



現在のクラスタに使用されているプリアンプ

CTAの 要求

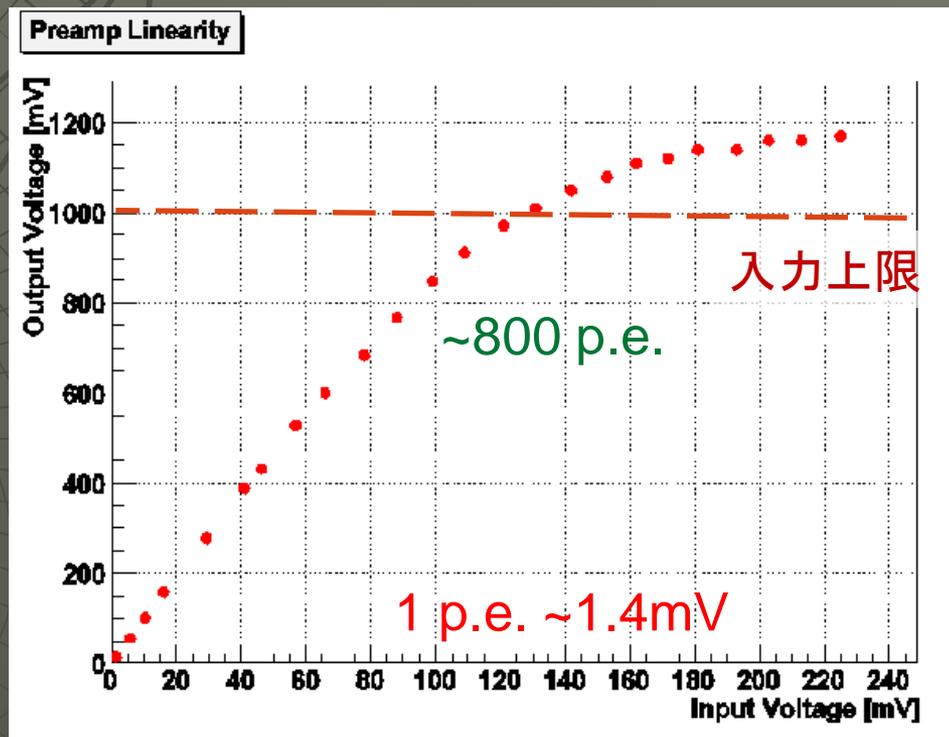
- 広いダイナミックレンジ(1~3000 photo electron)
- 低ノイズ
- 高速応答(帯域500MHz 以上)
- 低消費電力(≈100mW)

CTA では目的の検出感度を達成するために、このような要求仕様を課している



LEE-39+プリアンプボードの仕様

- 消費電力 ≈ 175mW
(5[V] × 35[mA])
- ゲイン 18.3 dB (4GHz)
20.8 dB (2GHz)



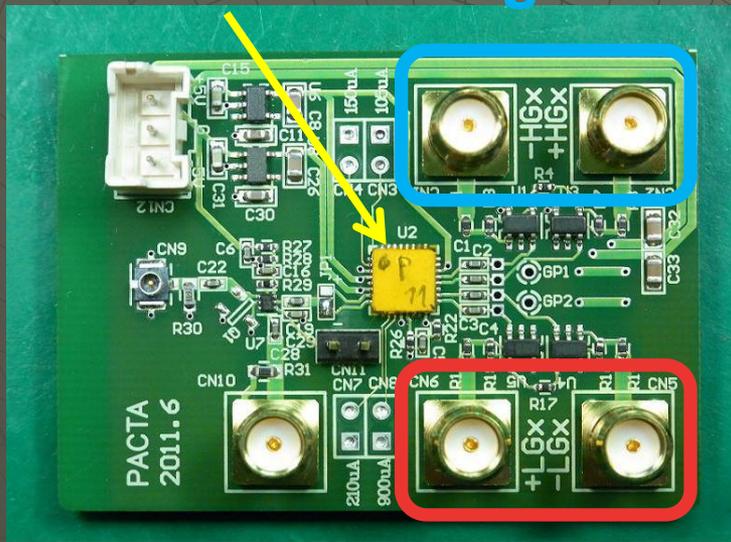
要求を満たしきれしていない

今後使用を検討しているプリアンプ

スペインで制作されたより**低消費電力**
なASIC Chip を用いたテスト基板

ゲインの異なるHigh Gain と Low Gain
の2系統を用いることにより、ダイナミック
レンジが拡張され要求をクリア

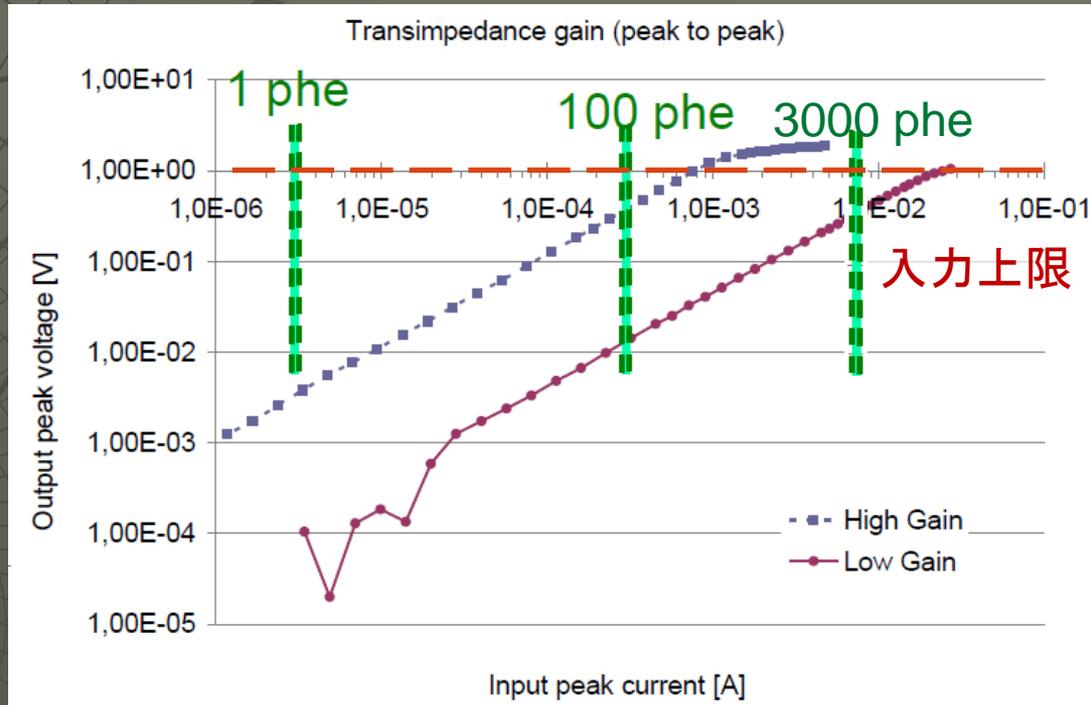
PACTAv1.1 **High Gain**



Low Gain

Gasconプリアンプボードの仕様

- 帯域500MHz以上
- 消費電力 **150 [mW]**

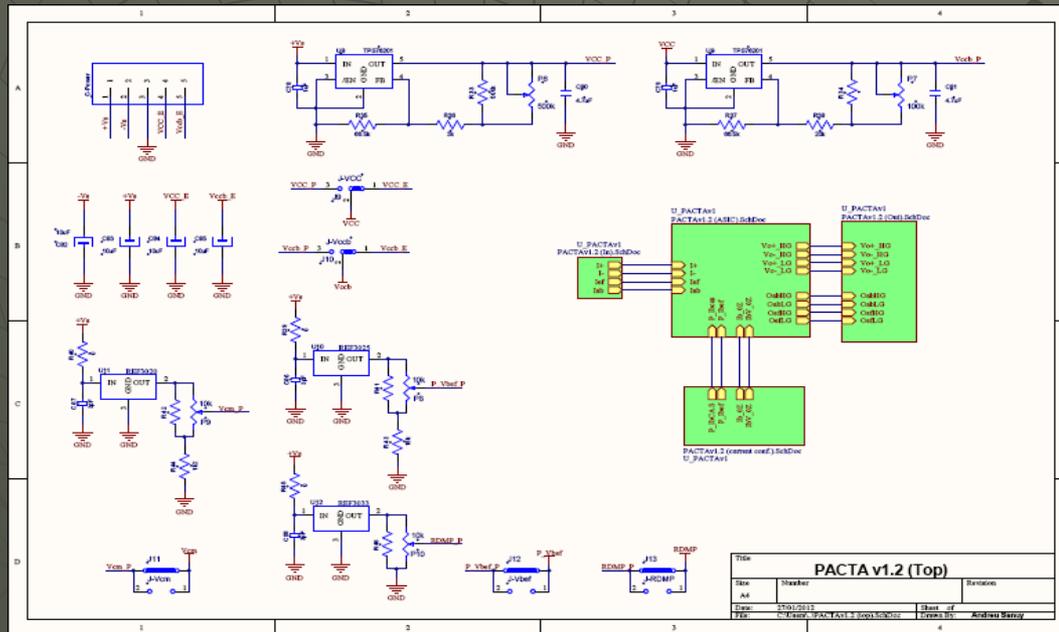


現在さらにバージョンアップしたプリアンプの試験を行う予定

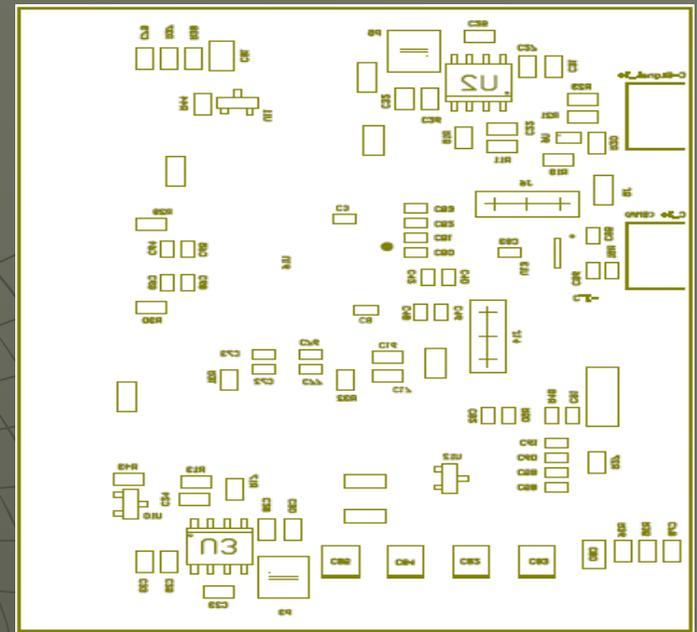
今後使用を検討しているプリアンプ

新しいバージョンのチップ (PACTAv1.2) を搭載したプリアンプテスト基板の製作を、スペインのバルセロナ大と日本グループで行っている

回路図



PCB レイアウト



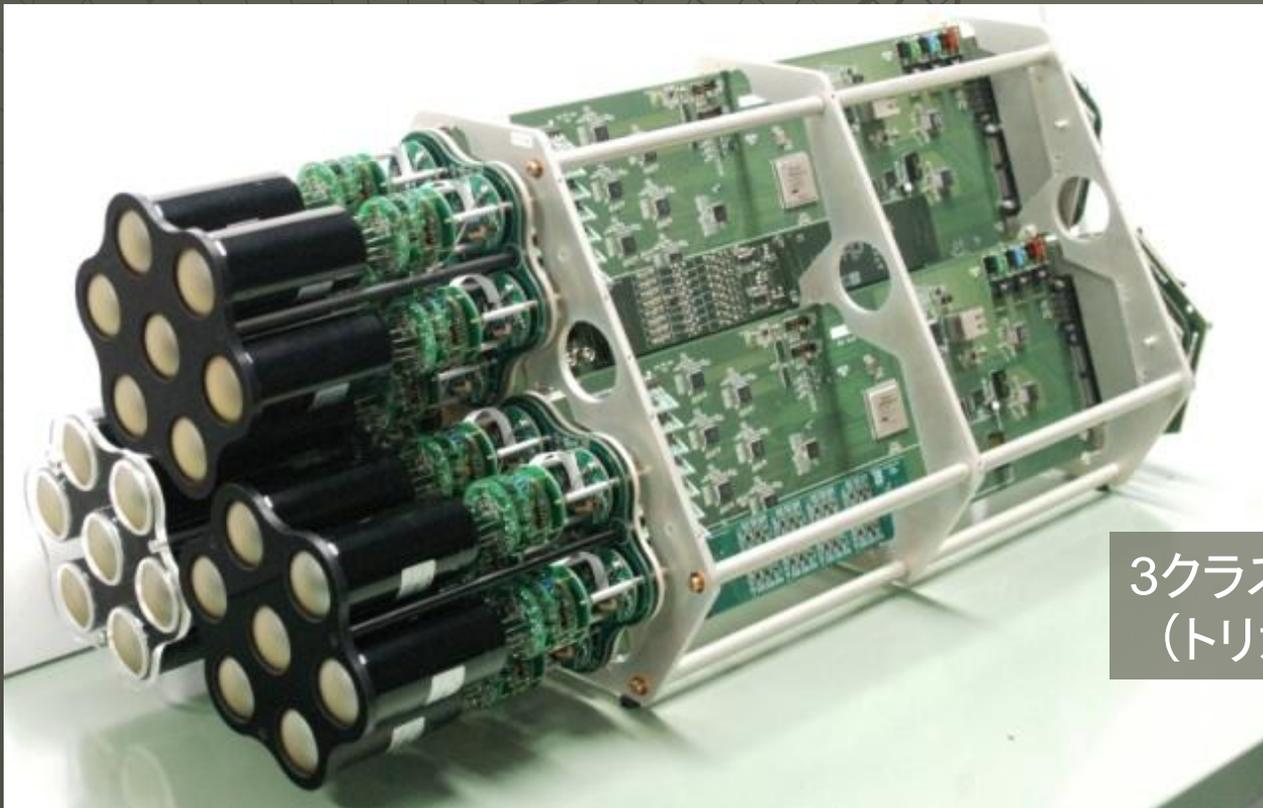
- 回路図とPCBレイアウトはfix
- テスト基板が出来上がり次第、評価試験を行う

今後PMTユニットへの実装のため、回路設計を行う予定

(2) ミニカメラプロジェクト

19クラスタによるミニカメラの製作

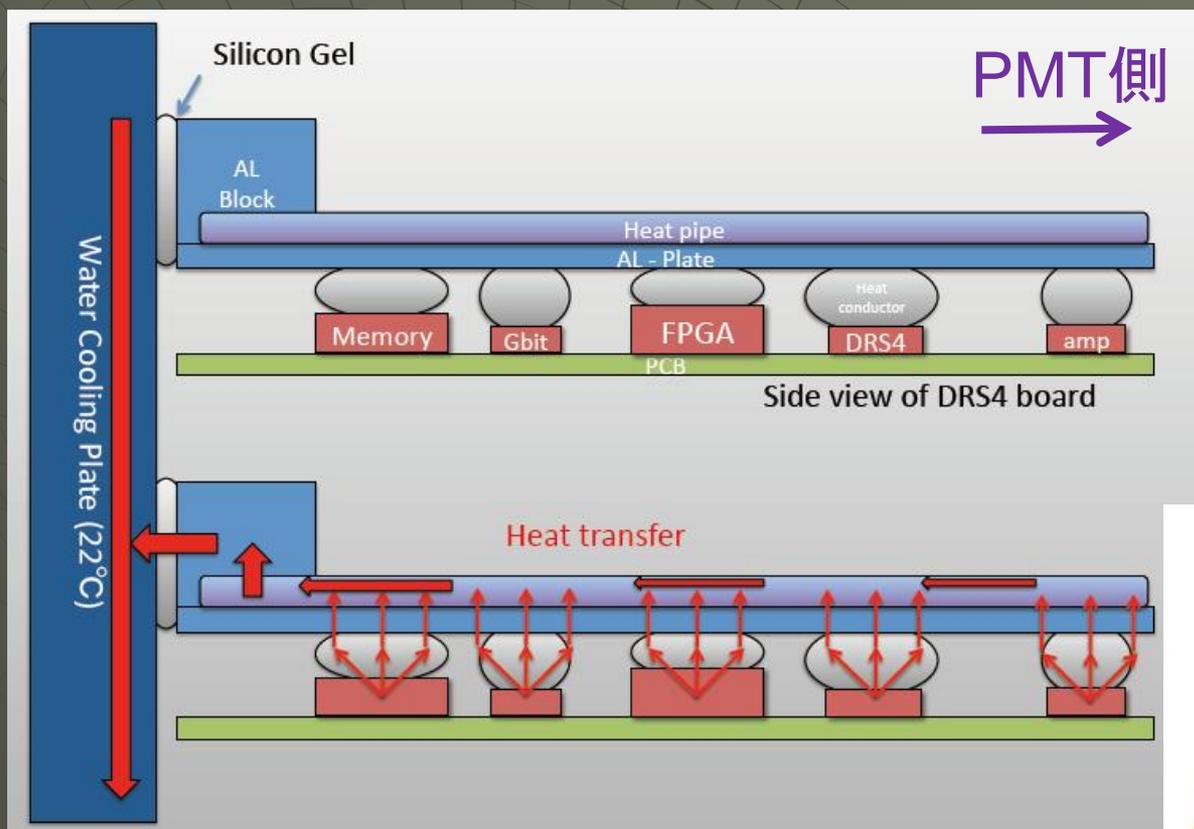
- 冷却システムの性能評価
(1クラスタあたりの発熱 14 W (+環境温度))
- 複数クラスタ制御、トリガ動作試験
⇒カメラ設計の実現性を実証する



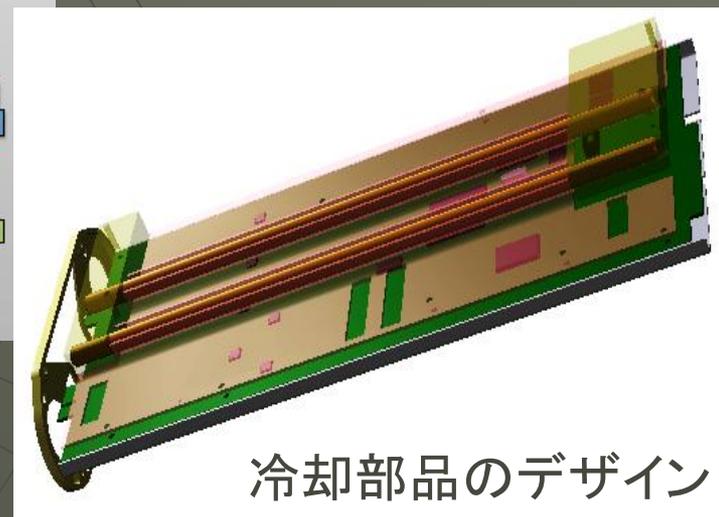
3クラスタによる小規模カメラ
(トリガ動作試験予定)

(3) 冷却システム

多数のクラスターを使用するため、発熱により温度が上昇してしまう
⇒ 温度の上昇を防ぐ冷却システムが必要



ヒートパイプ+アルミプレート

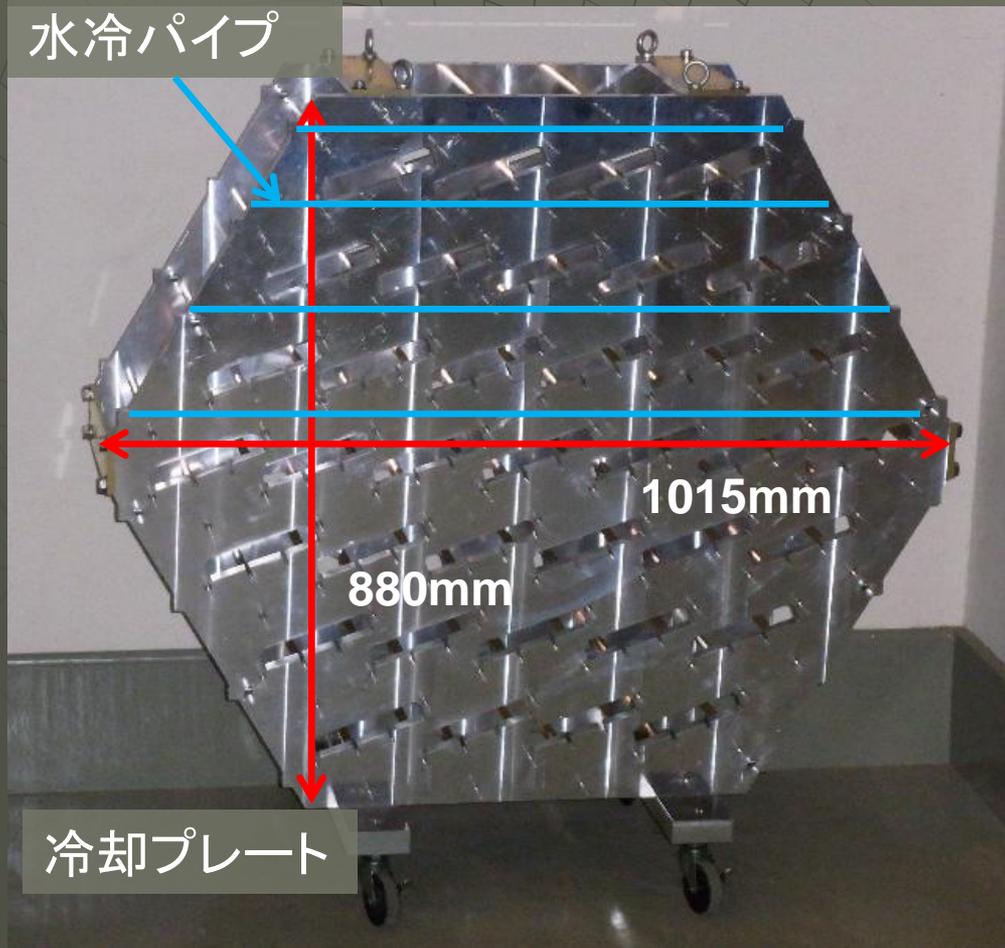


冷却部品のデザイン

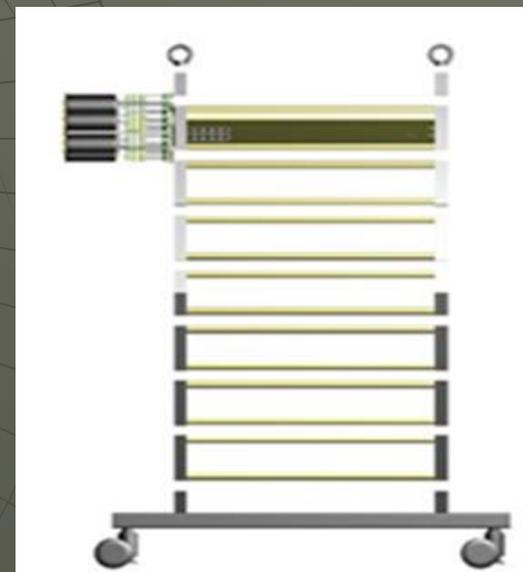
- 基板素子から冷却プレートへの熱パスを確保
- 簡易実験では30~50°Cに基板温度を維持

(3) 冷却システム

冷却システムの性能評価を行うために現在開発が進行中



クラスター挿入時のイメージ図



まとめ

- 日本グループでCTA-LSTのための光検出器モジュールを製作中、最終仕様に向けて改良を進めている。
- PMTの設計がほぼ完了。
来年度から量産、calibration体制に移行していく。
- 低消費電力かつ広いダイナミックレンジをカバーするため、スペイン製プリアンプの採用を検討。PMTユニットへの実装のため、回路設計を行っている。
- ミニカメラ製作に向け、3クラスタカメラが完成。
クラスタ間のトリガ動作試験を行う予定である。
今後は、複数クラスタでの同時読み出し、冷却部品の実装を行っていく。

2014年のプロトタイプ望遠鏡の建設に向け、ミニカメラでの設計実証、各部デザインの最終調整、またcalibrationシステムの開発を進めていく。