

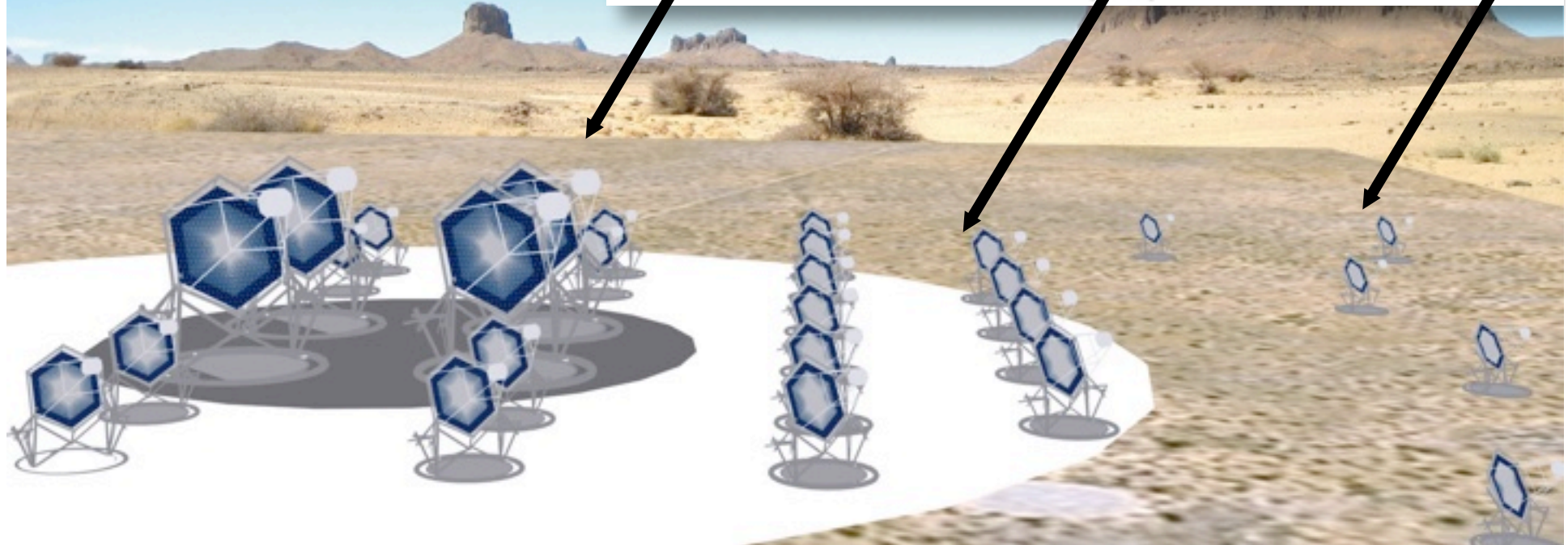
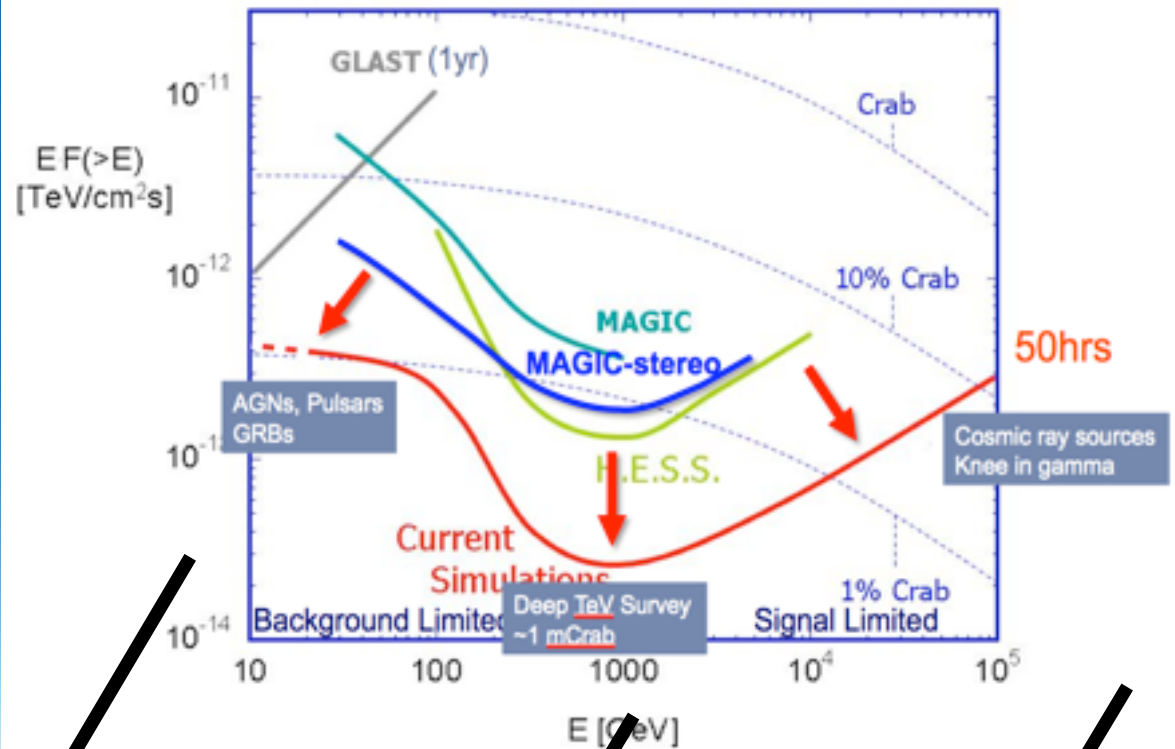
CTA計画日本コンソーシアム立ち上げのため の基礎研究

戸谷 友則 （京大・理） for the CTA Japan consortium

Cerenkov Telescope Array

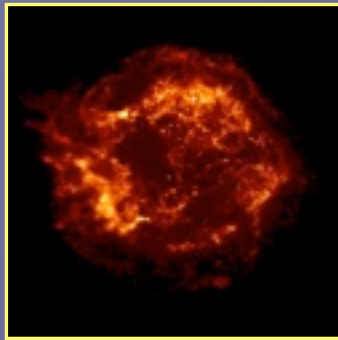
HESS, MAGIC の成功を受け継ぎ、
数十台のチェレンコフ望遠鏡群により、
現在より1桁高い感度で TeV ガンマ線
天文学を推進

予想検出天体数 > 1000

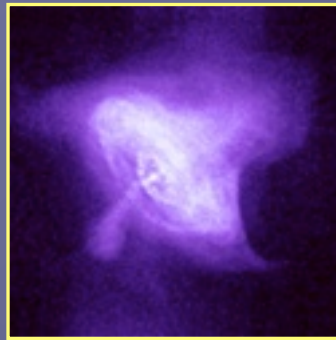


CTA

観測対象 & サイエンス



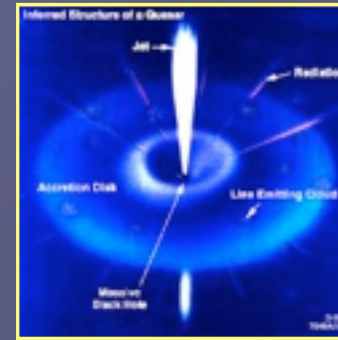
SNRs



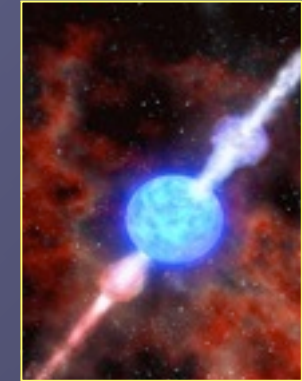
Pulsars
and PWNe



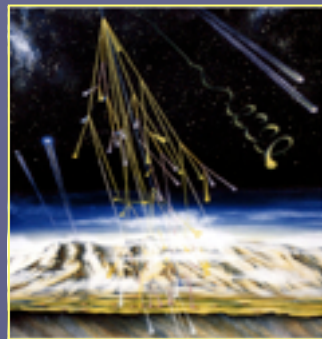
Micro quasars
X-ray binaries



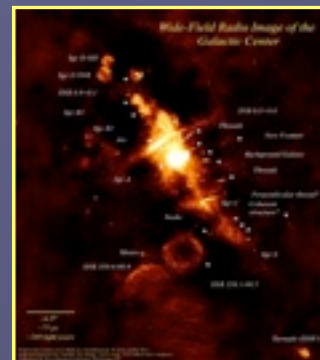
AGNs



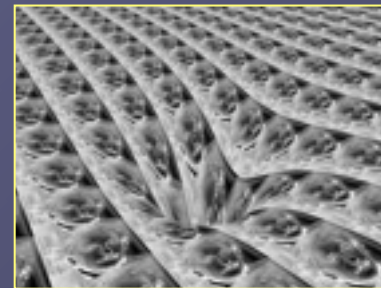
GRBs



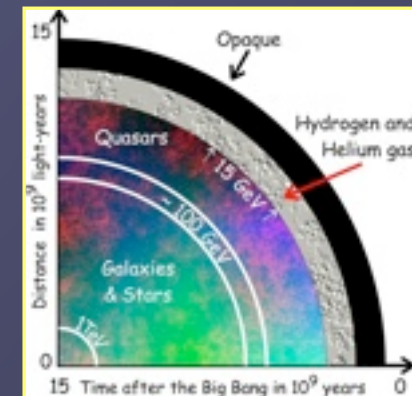
Origin of
cosmic rays



Dark matter



Space-time
& relativity

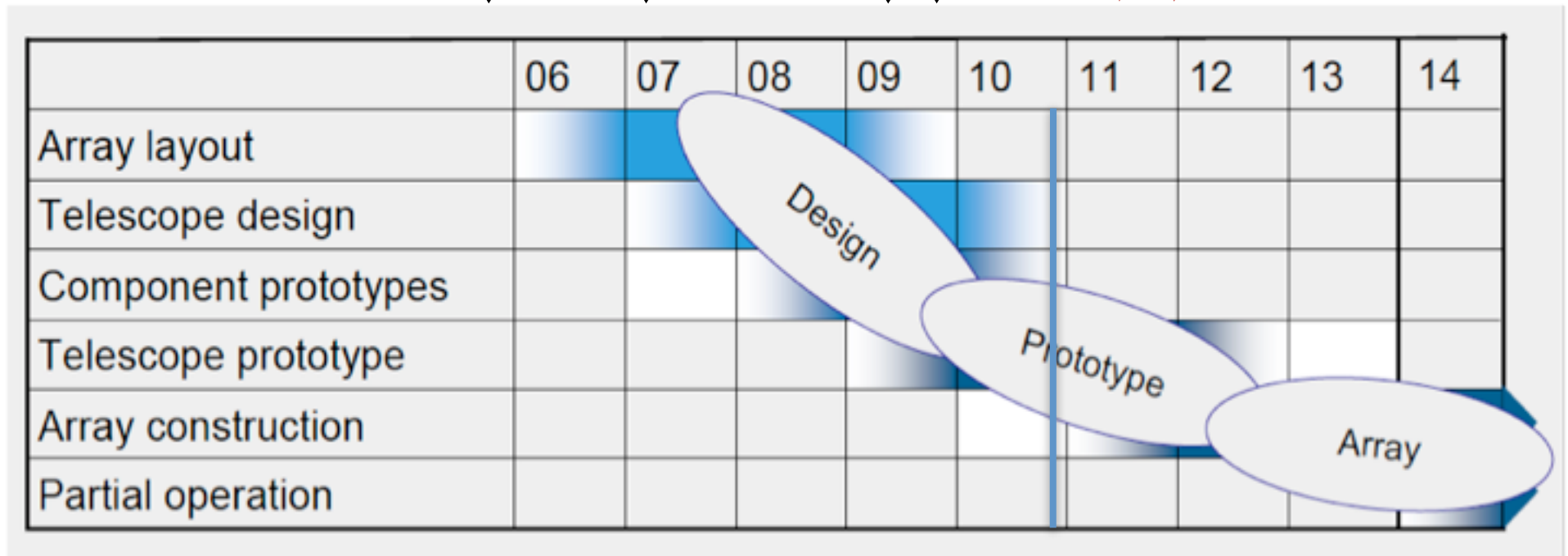
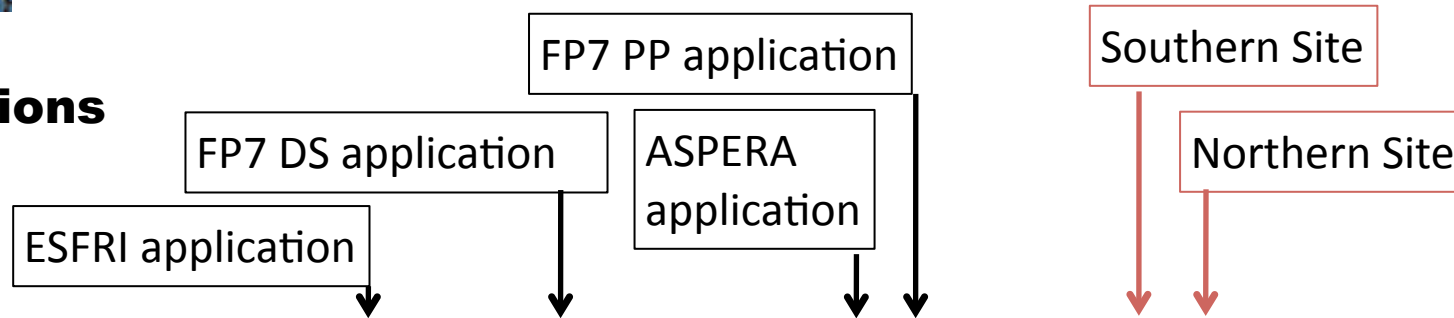


Cosmology

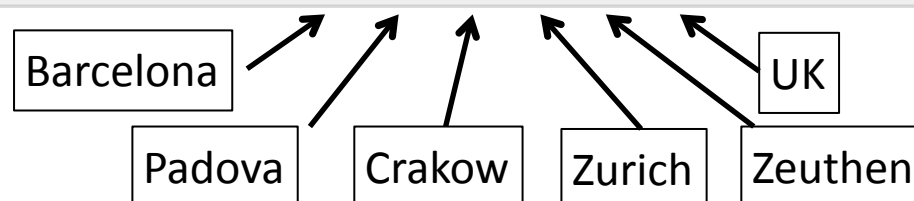


Tentative time schedule

Applications



CTA general meetings



CTA計画全体の進展状況

- preparatory phase (予算5.2 MEuro)がスタート
- プロジェクトオフィス開設 (Heidelberg)

CTA-PP Project Office
at Landessternwarte Heidelberg



CTA-Japan 活動状況

- 組織
 - 53名の研究者 CTA-Japan
 - Executive board
 - PI 戸谷, Co-PI 手嶋、Chair 柳田
 - PHYS WP 井岡、MC WP 吉越、FPI WP 折戸、
 - ELEC WP 窪、CAL WP 田島、MIR WP 手嶋
 - SBO 吉田
- 研究会「ガンマ線天文学～日本の戦略～」
- LOIの執筆

CTA Proposal by CTA-Japan

Design Concepts by CTA Consortium

CTA-Japan コンソーシアム 執筆

<http://cta.scphys.kyoto-u.ac.jp>



Design Concepts for the Cherenkov
Telescope Array

CTA-Consortium, arXiv:1008.3703



Design Concepts for the Cherenkov Telescope Array CTA

An Advanced Facility for Ground-Based
High-Energy Gamma-Ray Astronomy

The CTA Consortium

May 2010



arXiv:1008.3703v1 [astro-ph.IM] 22 Aug 2010

CTA Japan の目指す貢献

- Mirror WP (手嶋)
 - LST Prototyping 用のミラー 400m² を日本で生産、供給
- Elec WP (窪)
 - 電子回路システムを日本主導で設計、試験
 - PMTから波形データ出力回路まで繋げたシステムをCTA全体の中で最初に完成させる
- Focal Plane Instrument WP (折戸)
 - 光検出器モジュールの性能評価と改良
 - 日本における量産ラインの確立
- Physics (井岡)
 - 層の厚い理論家を中心に、CTA によるサイエンス検討で存在感を発揮

共同利用研究費の使用状況

- 開発研究費 60 万、旅費 70 万
- 開発研究費
 - プリント基板など Elec 開発経費
 - CTA Japan 計画書印刷費
- 旅費 70 万
 - ブートキャンプ（8 / 23 - 24）
 - 一部を Elec 開発費に移動

ブートキャンプ (8/23-24)

- 装置、ハードの若手を集め、CTA Japan 開発研究推進のため、スパルタ勉強会
- 主な若手参加者
 - 片桐 秀明 (広島大学)
 - 田島 宏康 (名古屋)
 - 折戸 玲子 (徳島大学)
 - 窪 秀利 (京都大学)
 - 郡司 修一 (山形大学)
 - 青野 正裕 (京都大学)
 - 株木 重人 (京都大学)
 - 山本 常夏 (甲南大学)
 - 中森 健之 (早稲田大学)

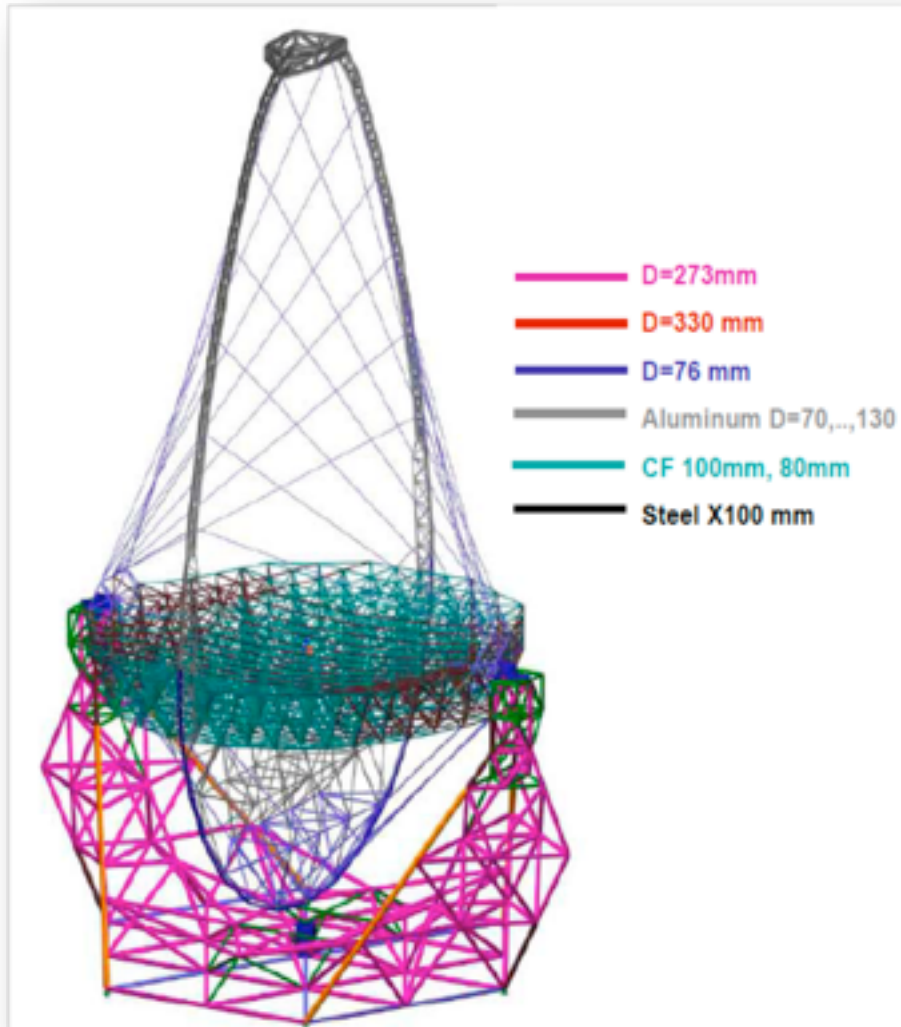


MIR

大口径望遠鏡用ミラーの開発

高精度な分割鏡が必要

23m LST design by MPI Munich



LST (Large Size Telescope)

Carbon Fiber によるスペースフレーム構造

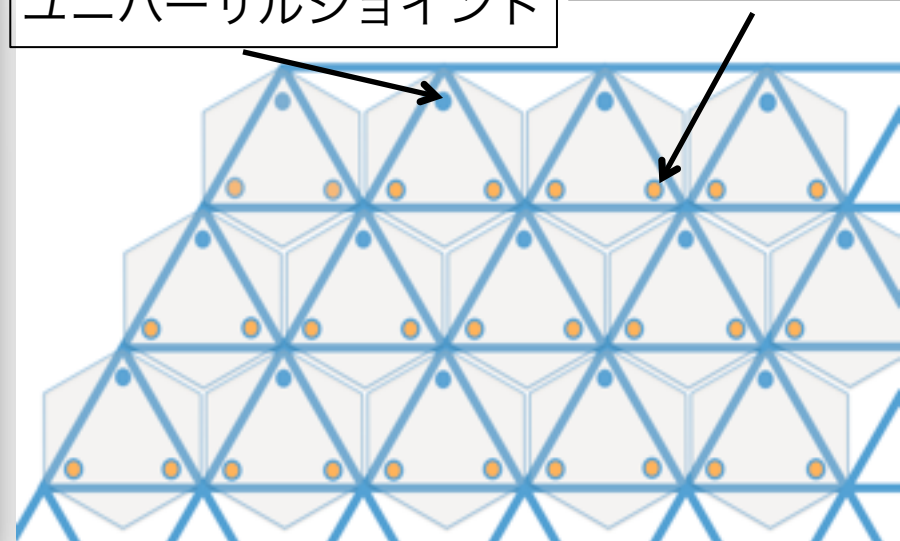
口径23m、焦点距離 27.6m、放物面望遠鏡

1.5m 六角形分割鏡200枚からなる

分割鏡：アクチュエーターによる能動的
方向制御

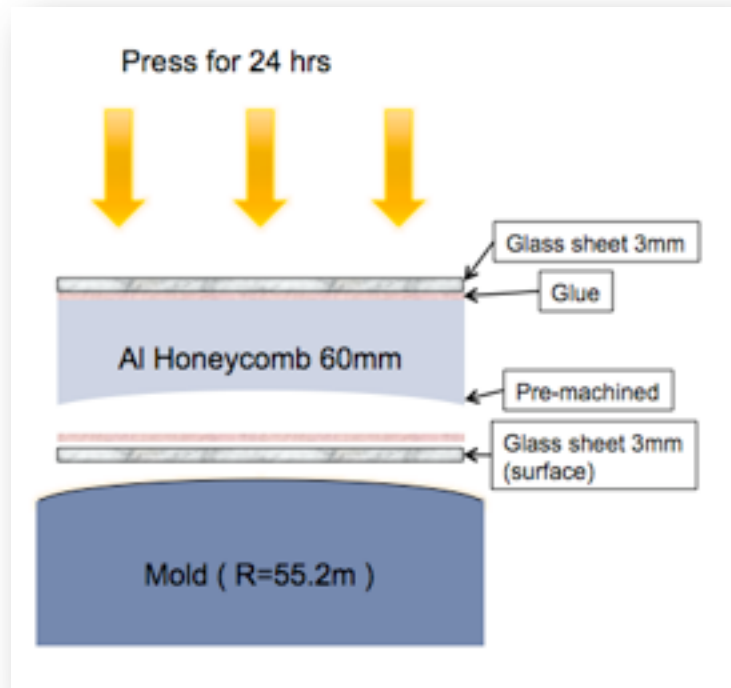
ユニバーサルジョイント

アクチュエーター



Cold Slump 技術による分割鏡の試作

安価、軽量、強固



R=55.4m
(Target R = 55.2+-0.2m)

PSF = 0.04 deg x 0.10 deg
(Target 0.03 x 0.03 deg)
Improvement is necessary



Mold
曲率半径55.2m



First Prototype of 1.5m Hex Mirror

ミラーコーティング

マルチコート、長寿命、高反射率

- 保護膜が強固（寿命10年）

Vacuum chamber and Sputtering machines

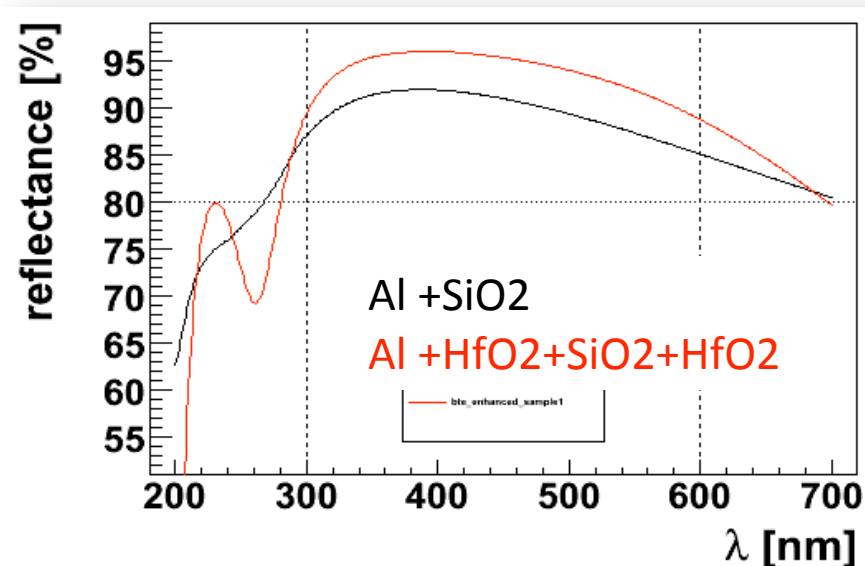
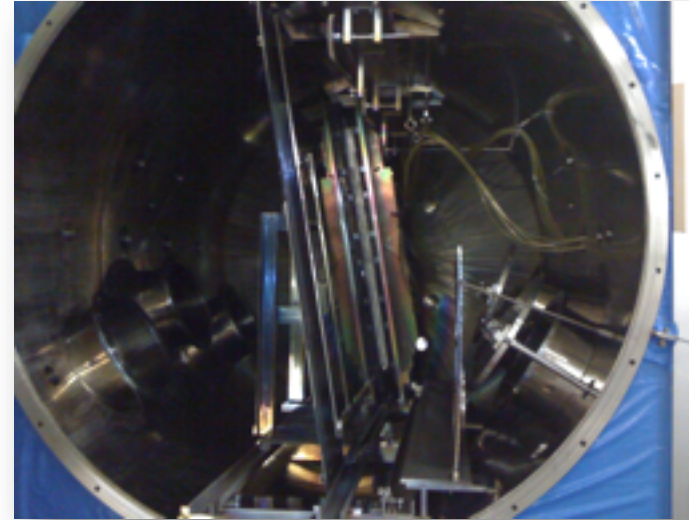
- 高反射率

- Cr 下地（長寿命化）

- Al 反射面

- HfO₂ + SiO₂ + HfO₂ 保護膜
（長寿命化、高反射率）

- Sputtering（強固な膜生成）



ELEC

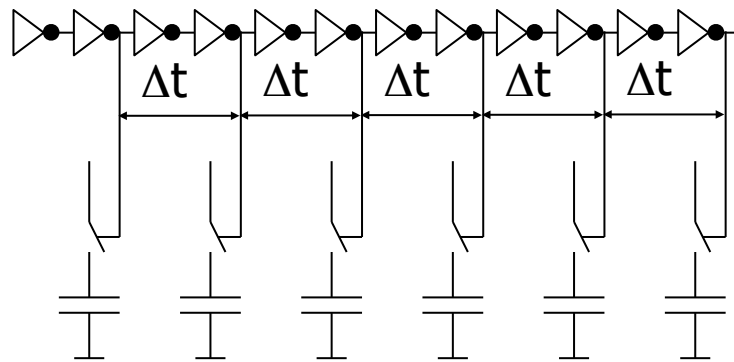
大口径望遠鏡用読み出し回路の開発

要求仕様



- PMT波形高速サンプリング **~2GHz**
- 帯域幅 **>300MHz**
- 低消費電力
- 波形保持(望遠鏡間トリガー生成 $\sim \mu\text{s}$)

アナログメモリ (キャパシターアレイ) ASICの採用

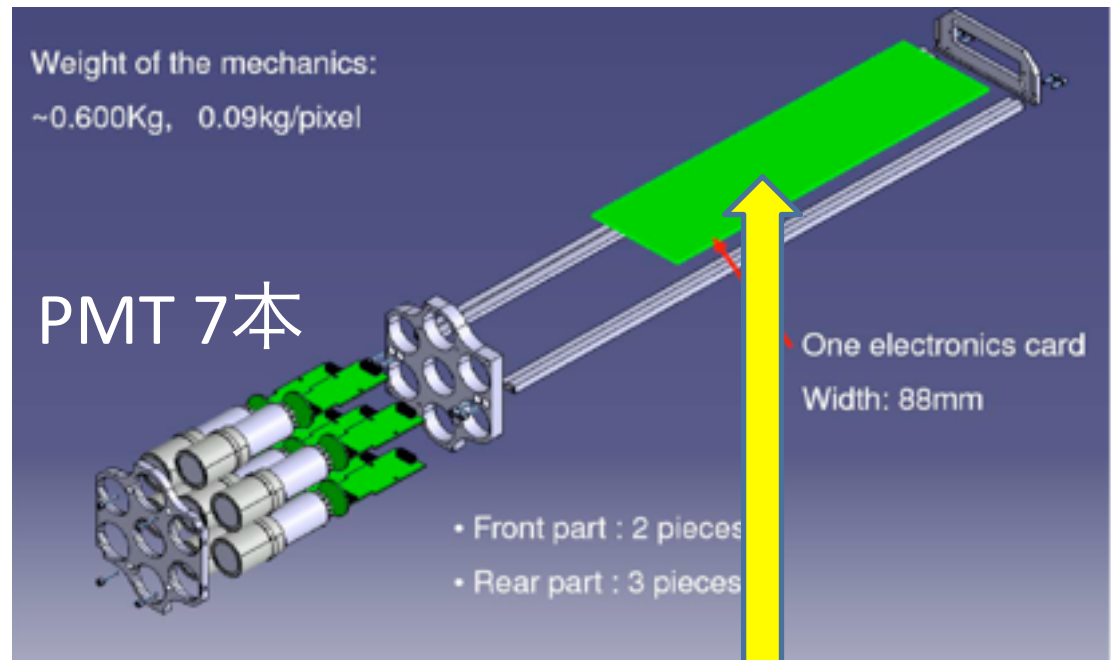
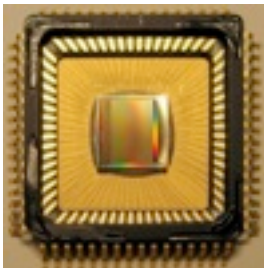


2GHz $\Rightarrow \Delta t = 0.5\text{ns}$

PSI(S.Ritt)が開発

したDRS4を採用

- キャパシター1024個
×8系統内蔵
- 18mW/系統

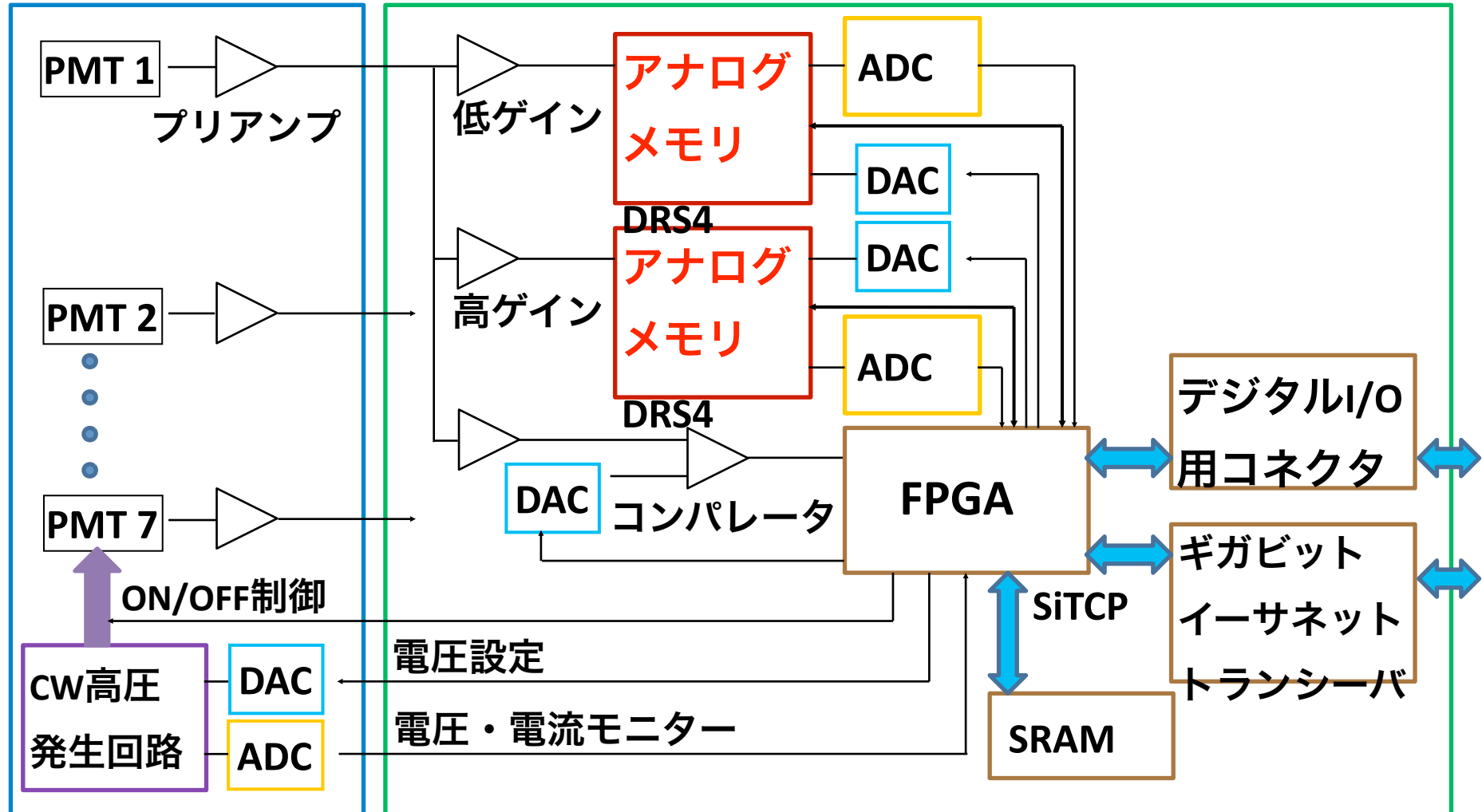


アナログメモリ読み出し回路を開

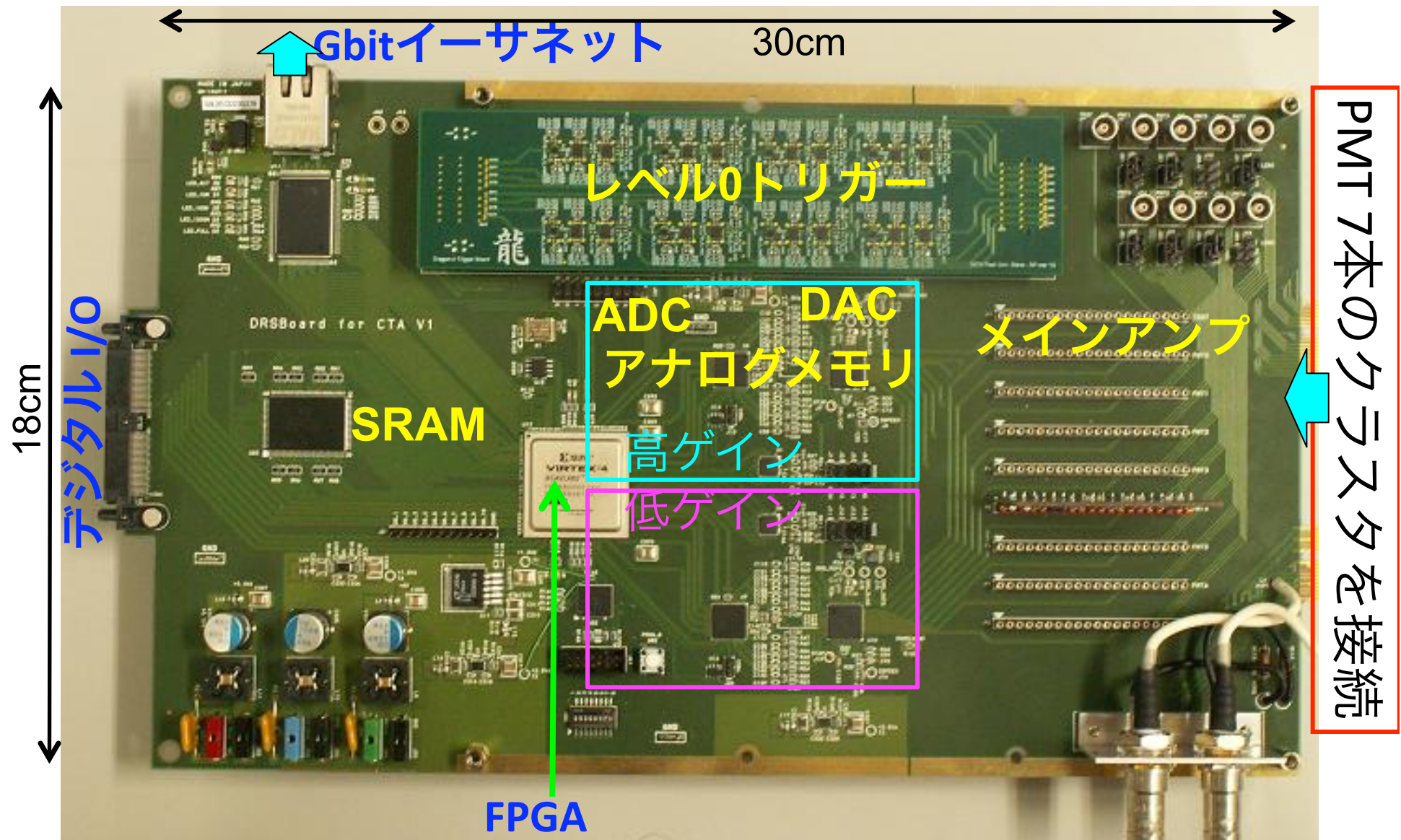
PMT読み出し回路

PMTクラスタ

アナログメモリ読み出しボード

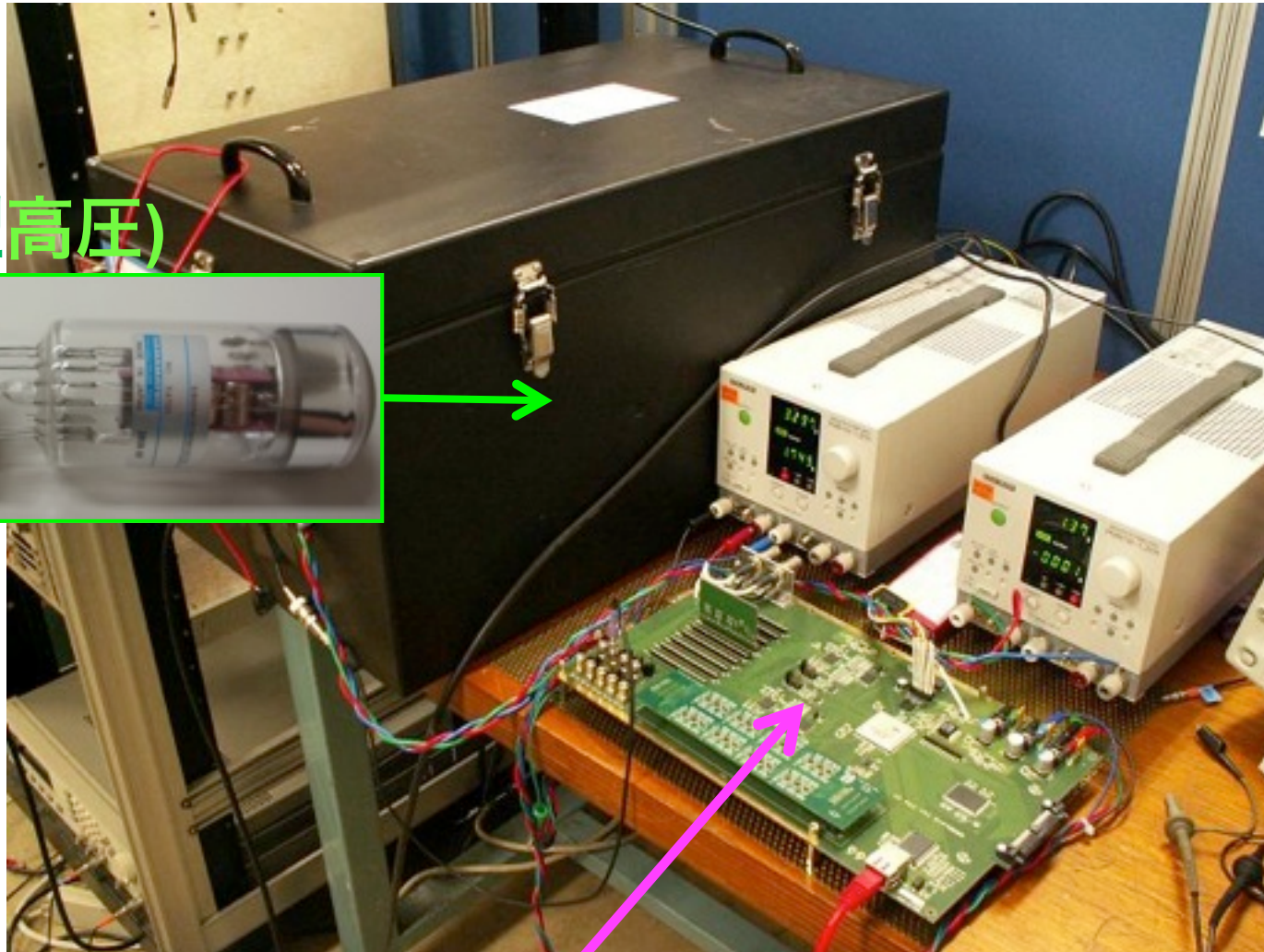


アナログメモリ読み出しボード



PMT + 読み出し回路

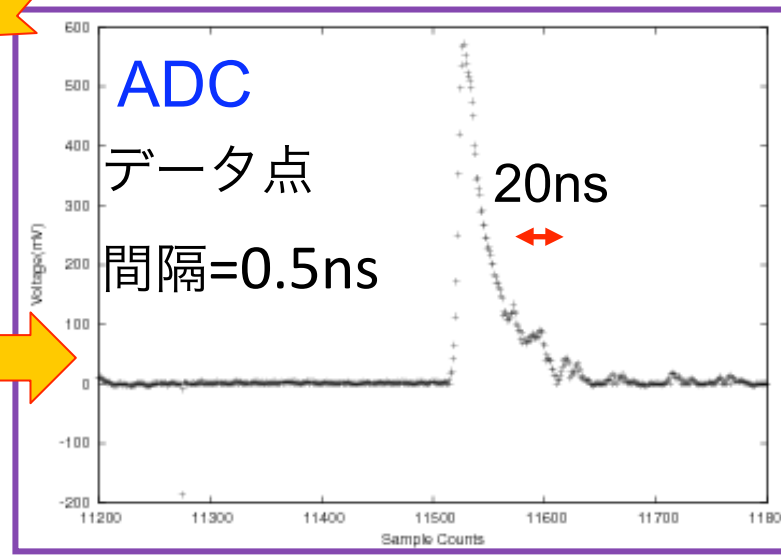
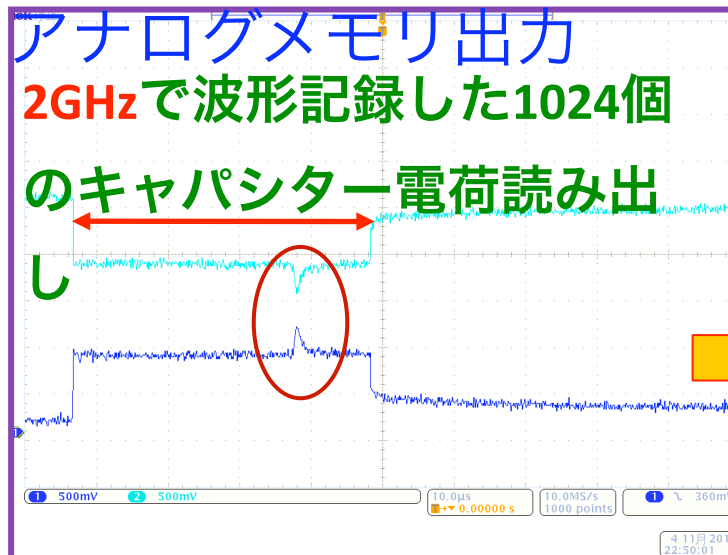
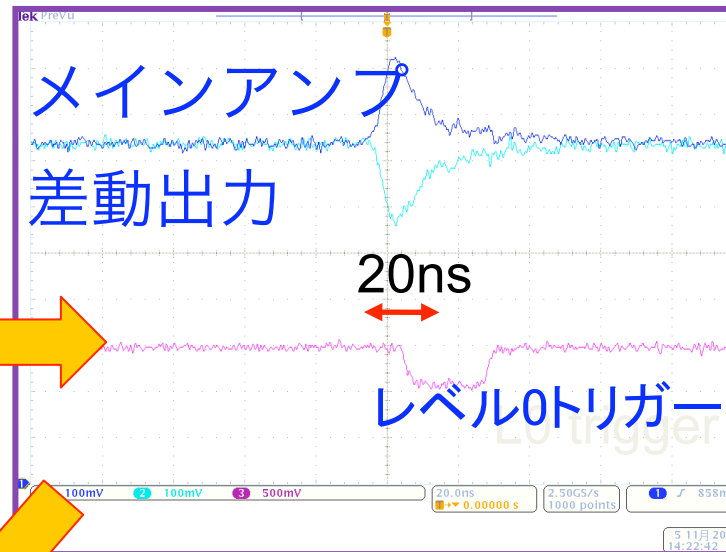
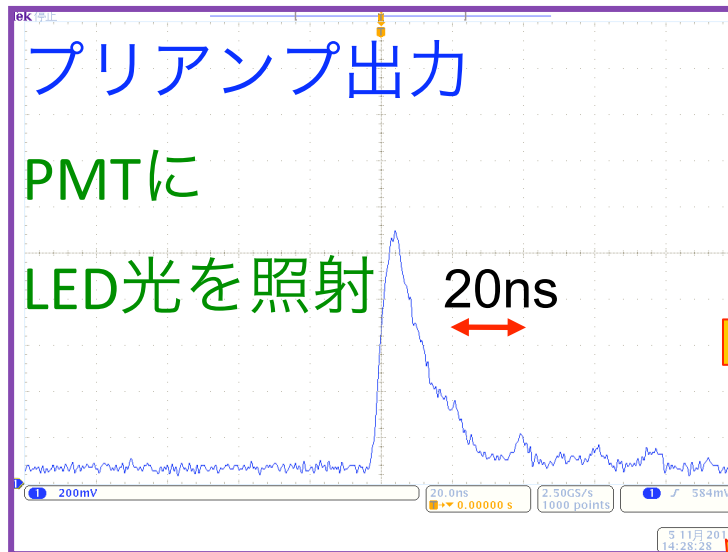
PMT
(Cockcroft
-Walton型高圧)



アナログメモリ
読み出しボード

Gbitイーサネット (SiTCP)

PMT波形のアナログメモリ読み出し



PMTから、波形データのイーサネット転送まで完成したシステムをCTA
全体の中で最初に発表した(11月)

FPI

Focal Plane Instrument(FPI)

LST焦点面カメラ構造

カメラ径2.7～3.3m、ピクセルサイズ(<50mm, <0.10°),
～3000ピクセル、視野4～5°

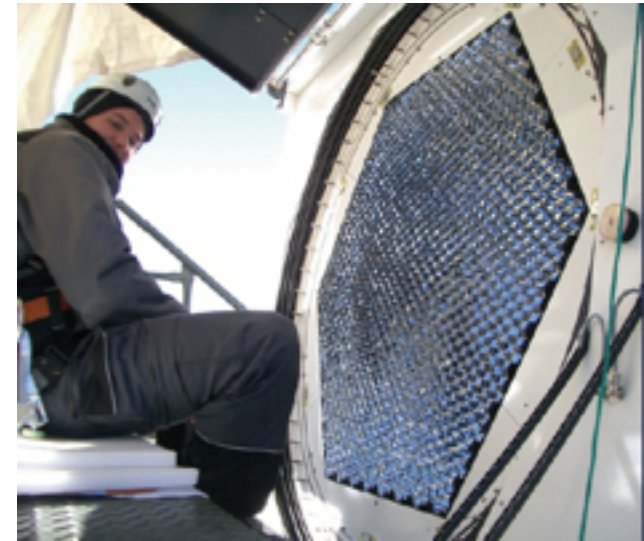
光検出器への要求

有感波長領域300～600nm、ピーク量子効率35%以上
アフターパルス 2×10^{-4} 以下、パルス幅2.5～3ns(FWHM)
時間分解能1.3ns(TTS, 1 p.e.)以下、
長寿命、動作ゲイン $\sim 4 \times 10^4$

本年度は、

- 1.高量子効率光電子増倍管の開発
- 2.省電力高圧の開発
- 3.光検出器クラスターの開発

を行ってきた。



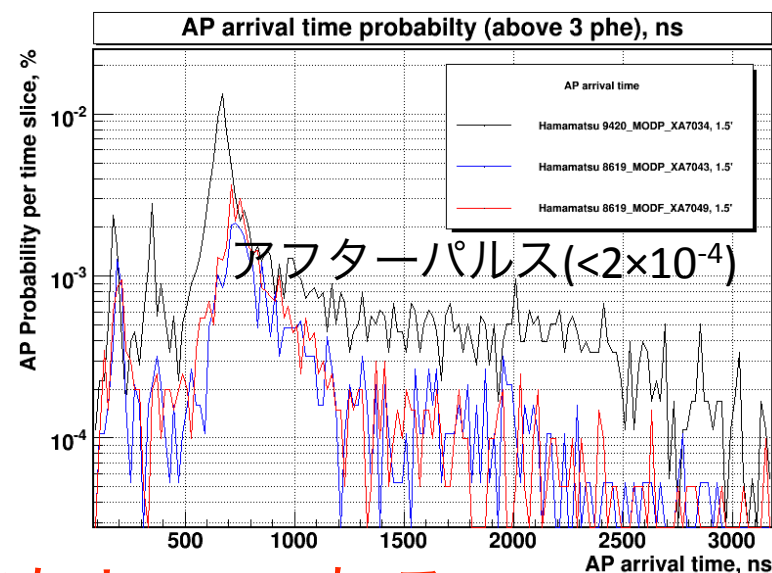
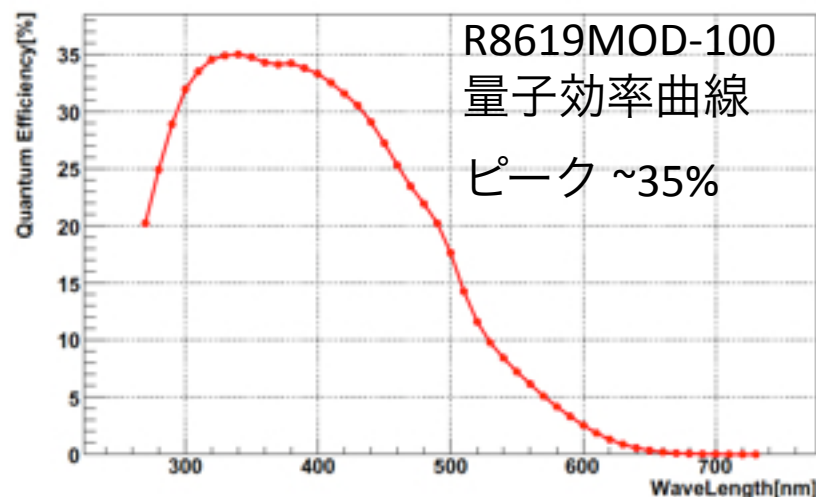
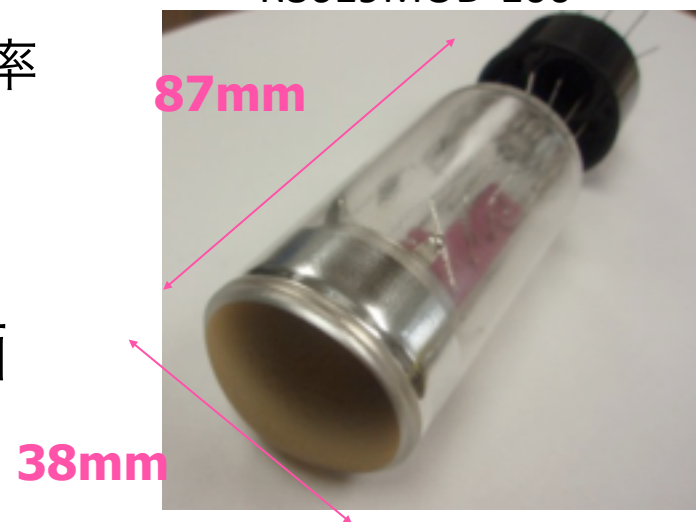
焦点面カメラ(MAGIC-II)

1.光電子増倍管の開発

浜松ホトニクス社と協力し、CTA用高量子効率
光電子増倍管の開発を行っている。

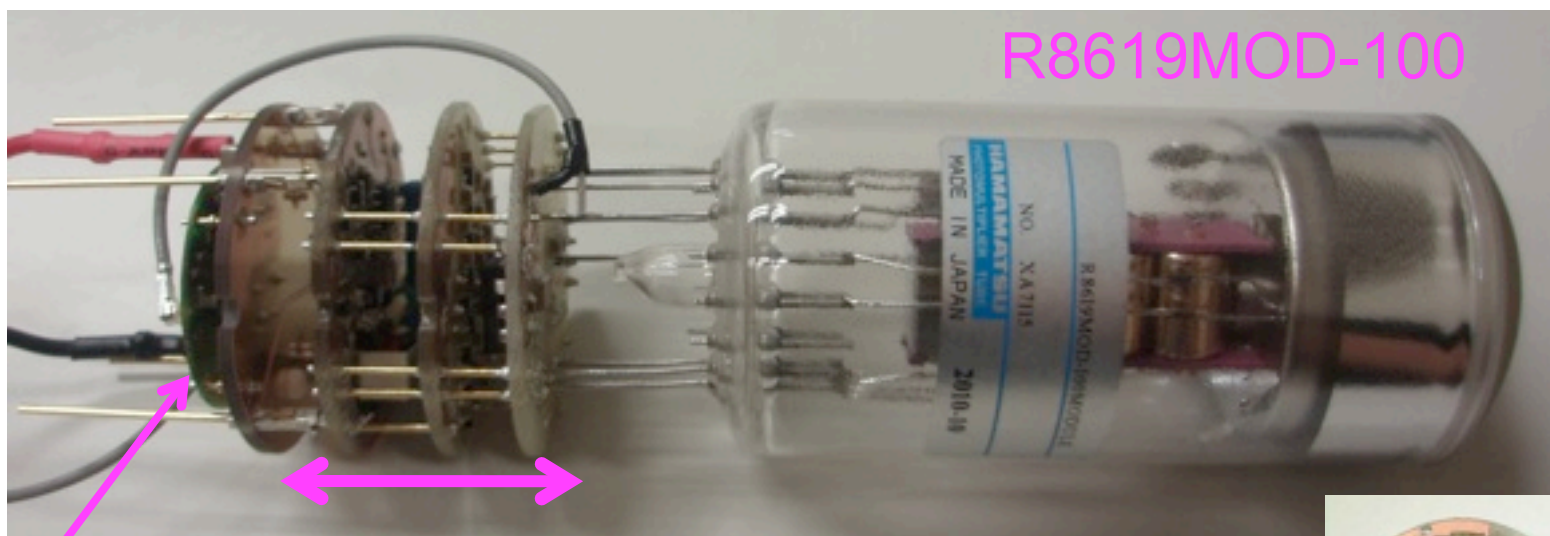
Hamamatsu R8619MOD-100
1.5インチスーパーバイアルカリ光電面
ダイノード8段

R8619MOD-100



要求性能を満たしつつある。

2.省電力高圧の開発



R8619MOD-100

1st Version PCB

プリアンプ 高圧モジュール(PCB3枚により構成)

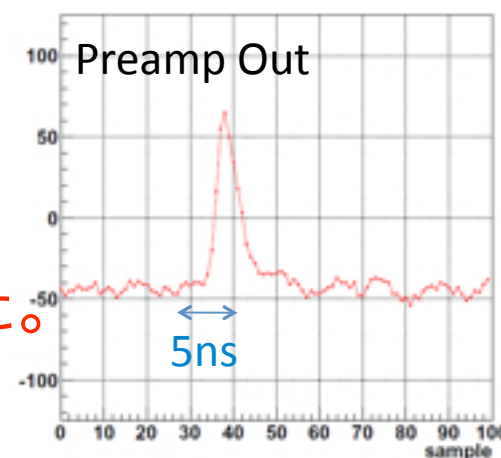
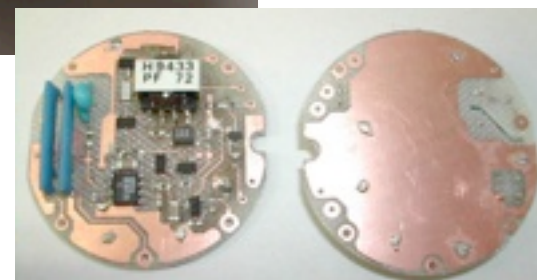
Cockcroft-Walton型高圧

電圧分配 300V(Zener):1:2:1:1:1:1:2:1

5V電源、0~1.5V入出力により0~-1.5kVコントロール・モニタ

消費電力 50mW

光電面-初段ダイノード電位反転によるシャットオフ機能

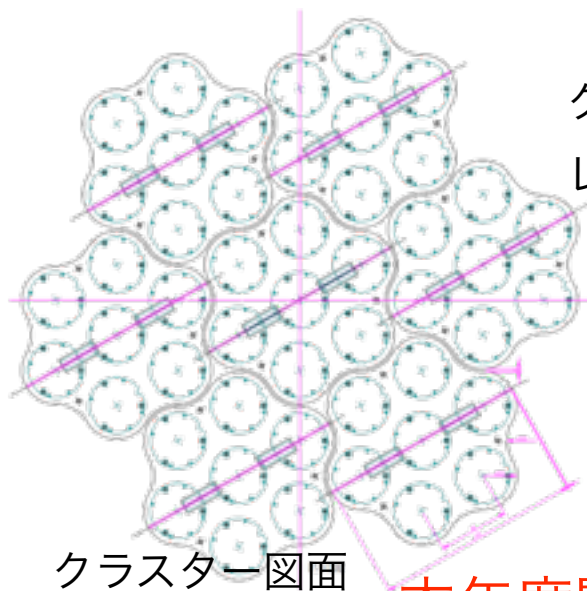


本年度、プロトタイプを製作し動作を確認した。

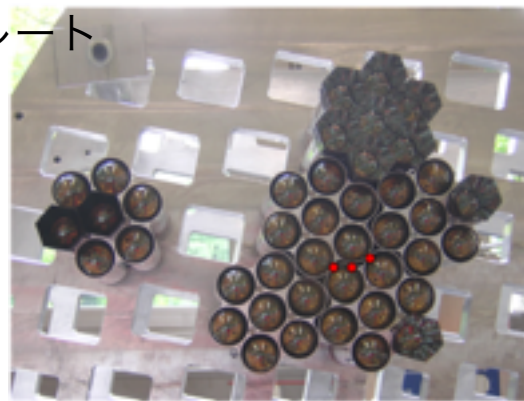
今後最適化を行う。

3.光検出器クラスターの開発

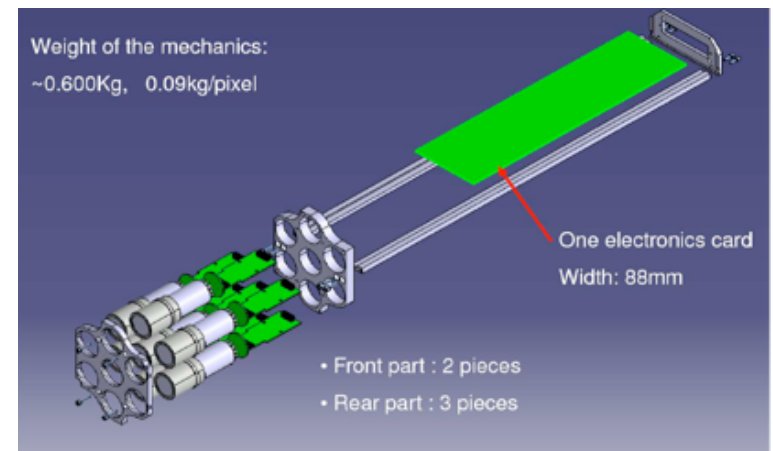
- 7本の光電子増倍管を一束とし、スローコントロール、高速読み出し回路を搭載。シーリング及びクーリングされたカメラ本体にインストールする。
- スローコントロール基板(プリアンプ、高圧制御、高圧モニタ、アノード電流モニタ、温度モニタ、テストパルス制御)を開発中



クラスターとカメラ冷却プレート



クラスター構成



本年度開発を開始。年度内にプロトタイプを製作予定。

今後の展望

- 科研費・特別推進 申請中（代表・手嶋）
 - c.f. 欧州での preparatory phase 予算 5.2 MEuro
 - このタイミングで予算がつけば、日本は大きな存在感
 - この一年で CTA-Japan 内での準備研究も進んでいる