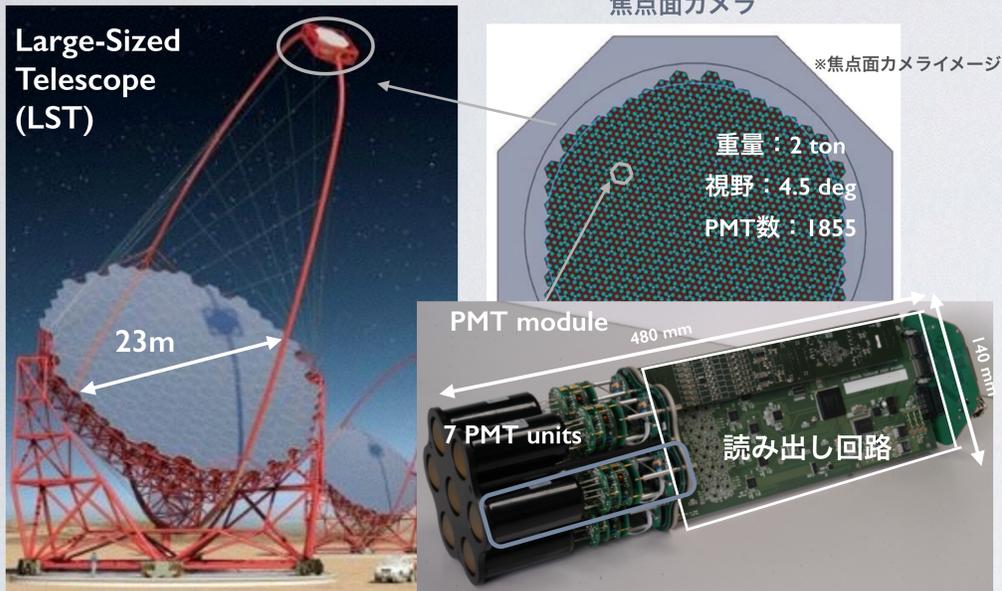


# AI9C CTA計画大口径望遠鏡 初号機用PMTの性能と品質管理



永吉勤, 寺田幸功, 松岡俊介 (埼玉理), 猪目祐介, 掃部寛隆, 山本常夏 (甲南大), 大岡秀行, 高橋光成, 手嶋政廣, 中嶋大輔, 花畑義隆, 林田将明 (東大宇宙線研), 窪秀利, 今野裕介, 斎藤隆行, 土屋優吾, 畑中謙一郎, 増田周 (京大理), 郡司修一, 武田淳希, 門叶冬樹, 中森健之 (山形大理), 澤田真理, 坪根善雄, 馬場彩 (青山大理), 折戸玲子 (徳島大総科), 片桐秀明 (茨城大理), 梅津陽平, 榎田淳子, 辻本晋平, 友野弥生, 西嶋恭司 (東海大理), 小山志勇 (ISAS/JAXA), 他 CTA-Japan Consortium

## 1. 大口径望遠鏡初号機とPMT



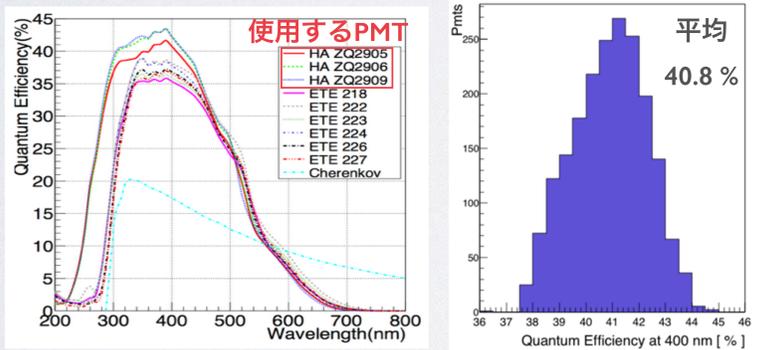
### 1-1 20GeV-1TeVガンマ線観測の難点と 焦点面カメラ搭載PMTに対する要求

20GeV-1TeVの低エネルギー帯域のガンマ線観測の難点は、ガンマ線が作るチェレンコフ光子の密度が低い事と、1つのPMTあたり300MHzのレートで夜光が混入する事である。そのため大口径望遠鏡のカメラに使用されるPMTには、微弱なチェレンコフ光を捉えるための高い量子効率、夜光からガンマ線信号を区別するために速い時間応答、夜光によって発生する擬似信号(アフターパルス)を抑える事が要求される。

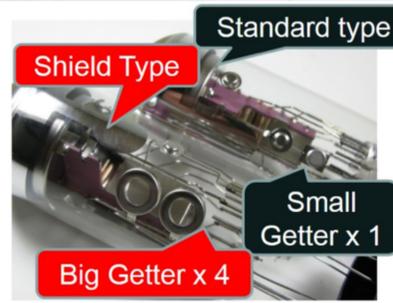
| 項目          | 要求値   |
|-------------|---|
| 量子効率        | > 35% @ peak  |
| 電荷分解能       | $\delta Q/Q < 1$ @ 2p.e., $\delta Q/Q < 0.1$ @ 1000p.e. |
| パルス幅        | 平均 2.5 ~ 3.0 nsec                                       |
| アフターパルス発生確率 | < 0.02% @ 4 光電子以上                                       |

### 1-2 PMT の開発

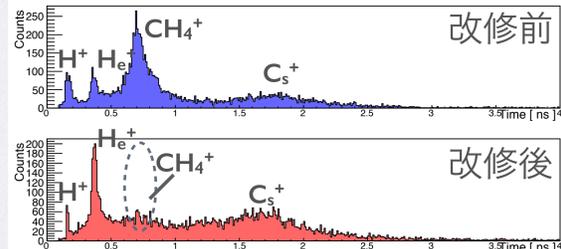
量子効率  
光電面への材質には、スーパーバイアルカリを用い、表面をマッド加工し球面状にする事で、高い量子効率を実現。



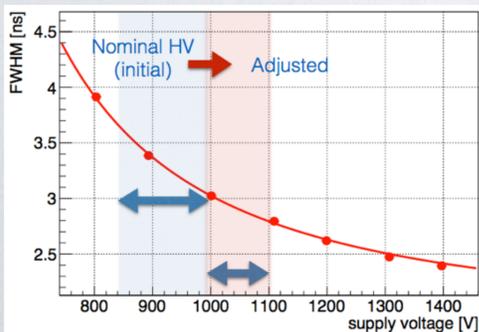
### 低アフターパルスの実現



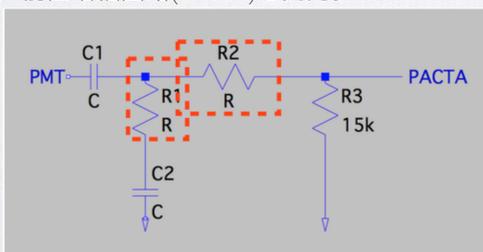
アフターパルスは管内イオンによって発生する。中でも主な要因であるCH<sub>4</sub>を取り除くイオン吸着剤によってアフターパルス発生率を減少させた



### パルス幅問題とその解決



パルス幅はPMTへの印加高電圧(HV)に依存する。PMTのゲインが4万である事と、要求されたパルス幅を実現するために、抵抗分割回路を組み込んだ前置増幅回路(PACTA)を開発。

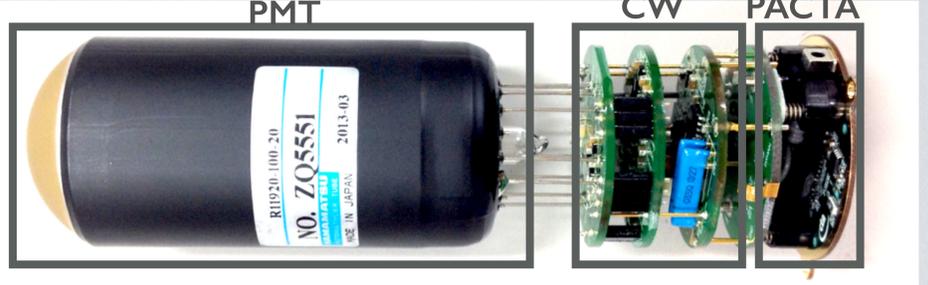


## 2. 品質管理

LST初号機に用意されたPMTは2000本以上ある。焦点面カメラ上での配置決定や、初号機の運用者の利用、PACTAによる効果の確認を目的に、我々は全数の動作試験及び、性能評価、データベース化と品質管理を行った。

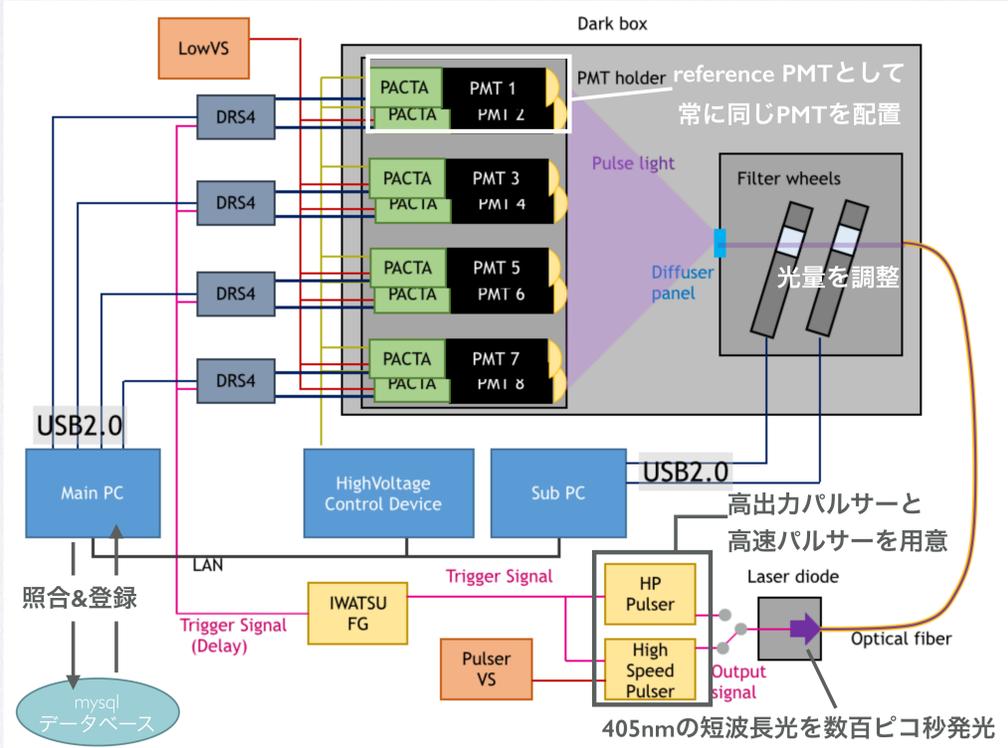
### 2-1 PMT UNIT

PMTと昇圧分圧回路(CW)に、PACTAを半田付けし、PMT UNITとして開発

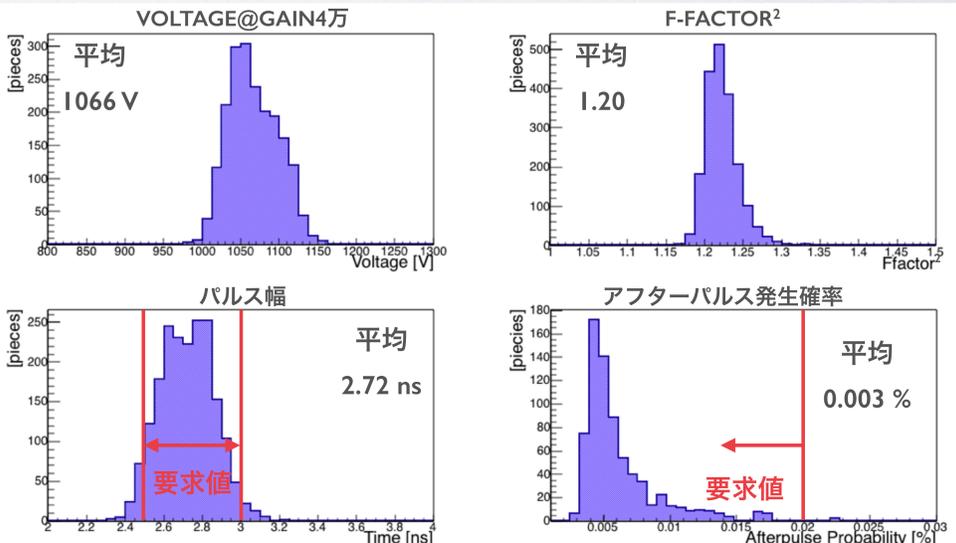


### 2-2 試験項目と試験系

品質管理での試験項目は、PMTの基本特性であるHV-Gain曲線、標準動作ゲインでのパルス幅、PMTの電荷分解能をしめすF-Factor、イオン吸着材の効果を確認するためのアフターパルス発生確率である。これらの項目を効率的に測定するために、複数本の同時測定、PMTへの電圧供給、照射する光量の調整を行うために試験系を開発した。



### 2-3 試験結果



## 3. まとめと今後

LST初号機用に用意された約2000本について品質管理として、PACTAの取り付け、動作試験及び、性能評価試験を行った。試験の結果、95%以上のPMTについては問題なく動作する事を確認した。さらに要求値を満たすよう改修を行ったアフターパルスと、パルス幅について、要求を満たしている事が分かった。今後は、動作不良であるPMTの原因追求と、焦点面カメラ構築時や、運用時のために試験したデータの整理、本試験結果をもとに焦点面カメラでのPMT配置を決定していく。