



# CALETによる観測の進展状況と 運用の概要報告



田村忠久, 鳥居祥二<sup>A</sup>, 赤池陽水<sup>A</sup>, 小林兼好<sup>A</sup>, 浅岡陽一<sup>B</sup>,  
森正樹<sup>C</sup>, 川久保雄太<sup>D</sup>, MOTZ Holger<sup>E</sup>, 他CALETチーム

神奈川大工, 早大理工総研<sup>A</sup>, 東大宇宙線研<sup>B</sup>,  
立命館大理工<sup>C</sup>, ルイジアナ州立大<sup>D</sup>, 早大国際教育セ<sup>E</sup>

# CALETの運用

◆CALET 打上げ : 2015年 8月19日

◆データ取得開始 : 2015年10月13日

## ◆通常運用

➤スケジュールファイル更新

- 月、水、金: ISS にアップリンク、JST 12時前後に更新

➤WCOC (Waseda CALET Operations Center) Web シフト

- DQC (Data Quality Check) の確認

## ◆特別対応運用

➤ISS 運用対応 (リブースト、デブリ回避、電力削減、アウトガスなど)

➤SEU 等による既知事象 (解決済み)

## ◆永久故障 (打上げ後)

➤IMC 7168 ch のうち 1 ch (+ Gain低下 1ch)

➤CHD 28 ch と TASC 736 ch (PWO 192本) は故障無し

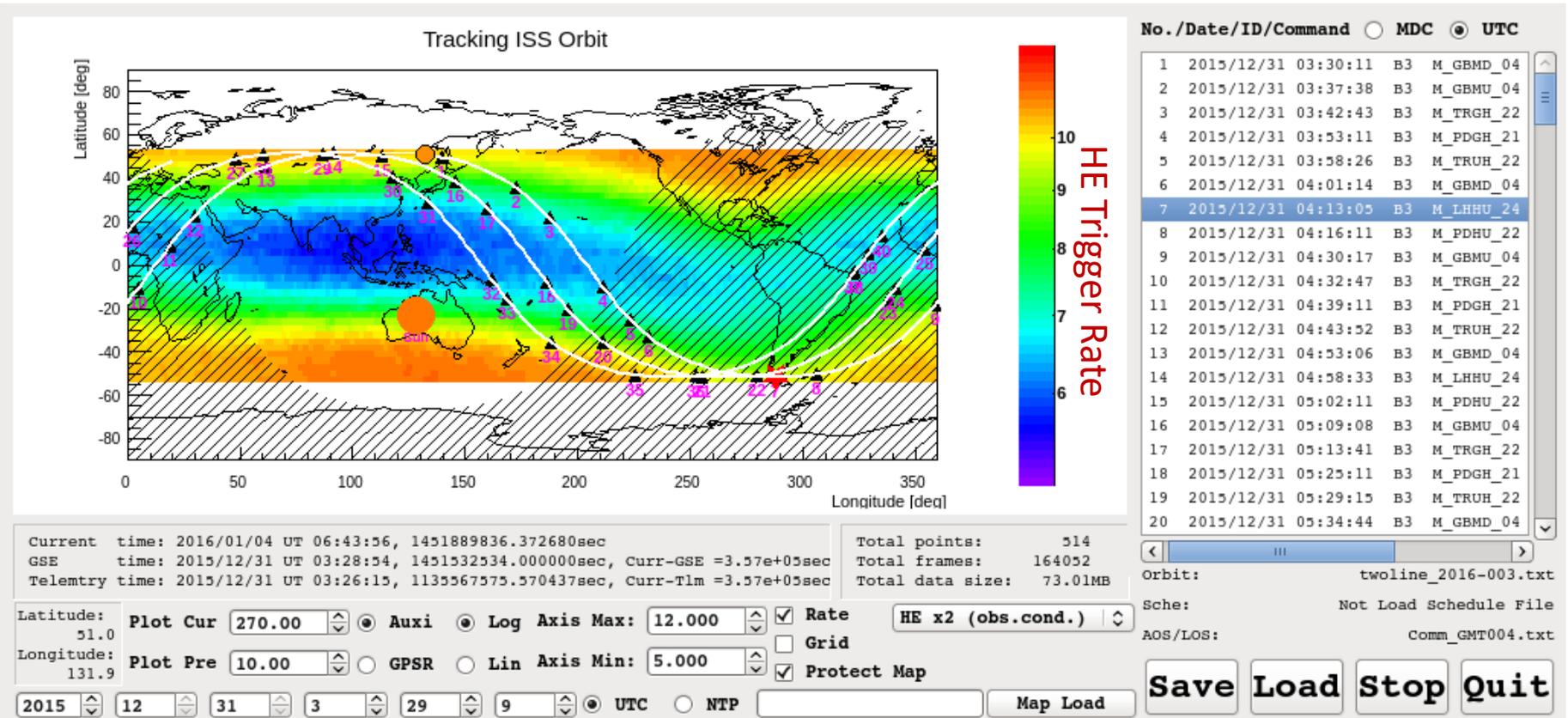
# CALET: 観測スケジュール

## CAL 観測モード

- 高エネルギートリガー (HE) : 常時
- 低エネルギー電子トリガー (LE-電子) : 高緯度 (90秒間)
- 低エネルギーガンマ線トリガー (LE- $\gamma$ ) : 低緯度
- ペDESTALTトリガー : 23分毎
- シングルトリガー (p, He) : 毎日3時間

## 観測器保護 (高緯度・SAA)

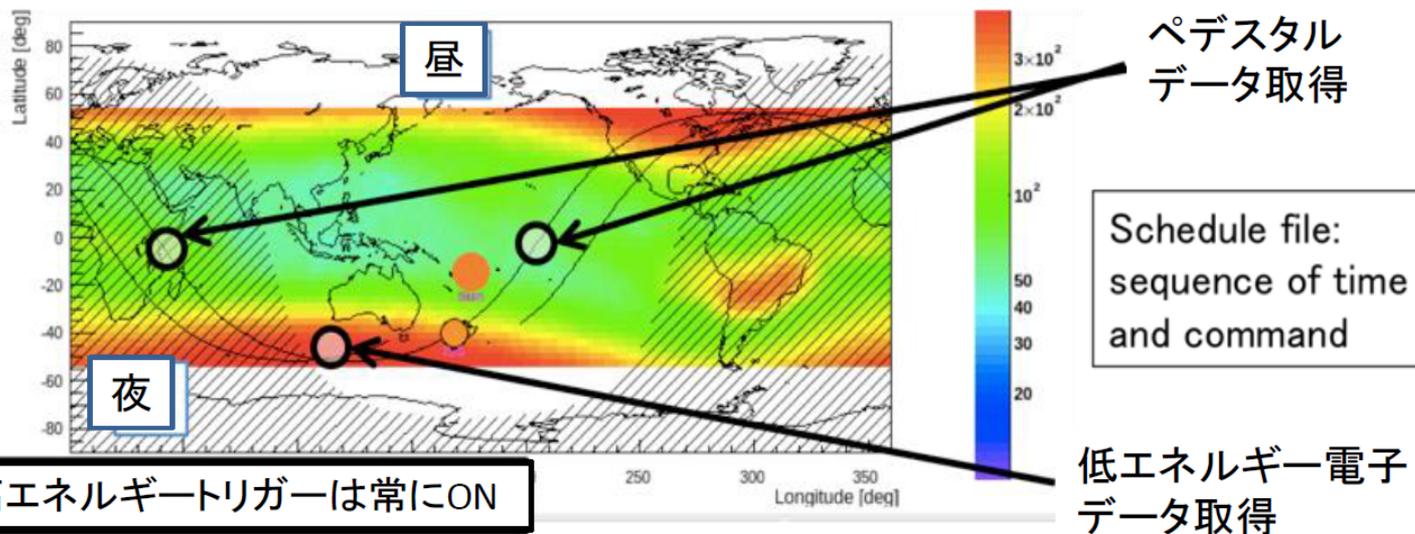
- CGBM HV On/Off





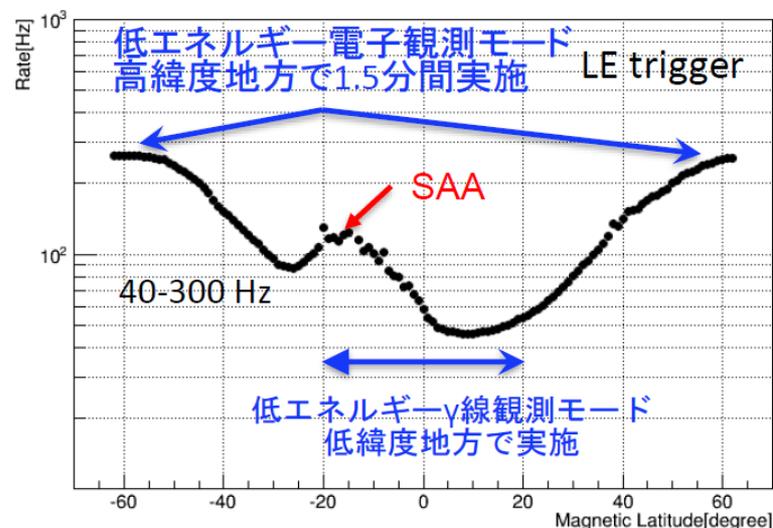
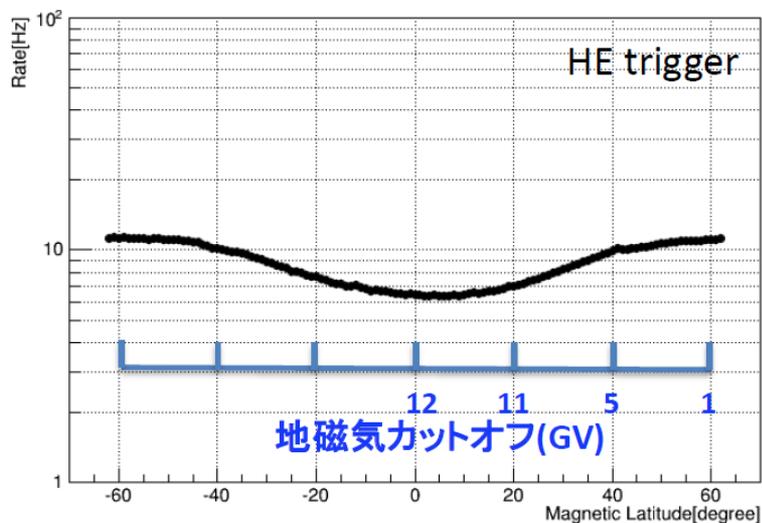
# ISS軌道とCALET軌道上運用

軌道傾斜角 : 51.6 degree, ~400 km

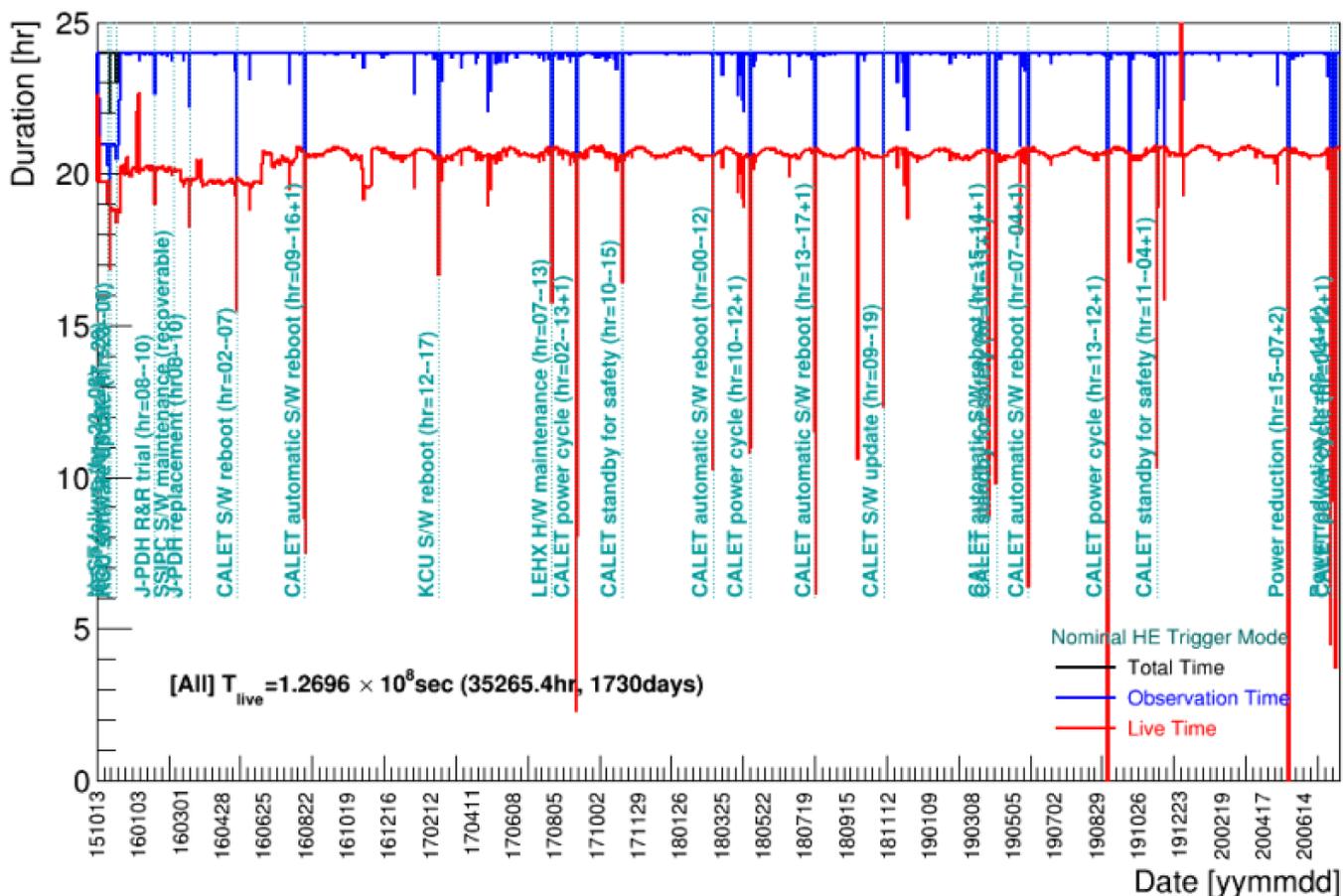


軌道上運用  
のコンセプト

## トリガーレートの地磁気カットオフ依存性

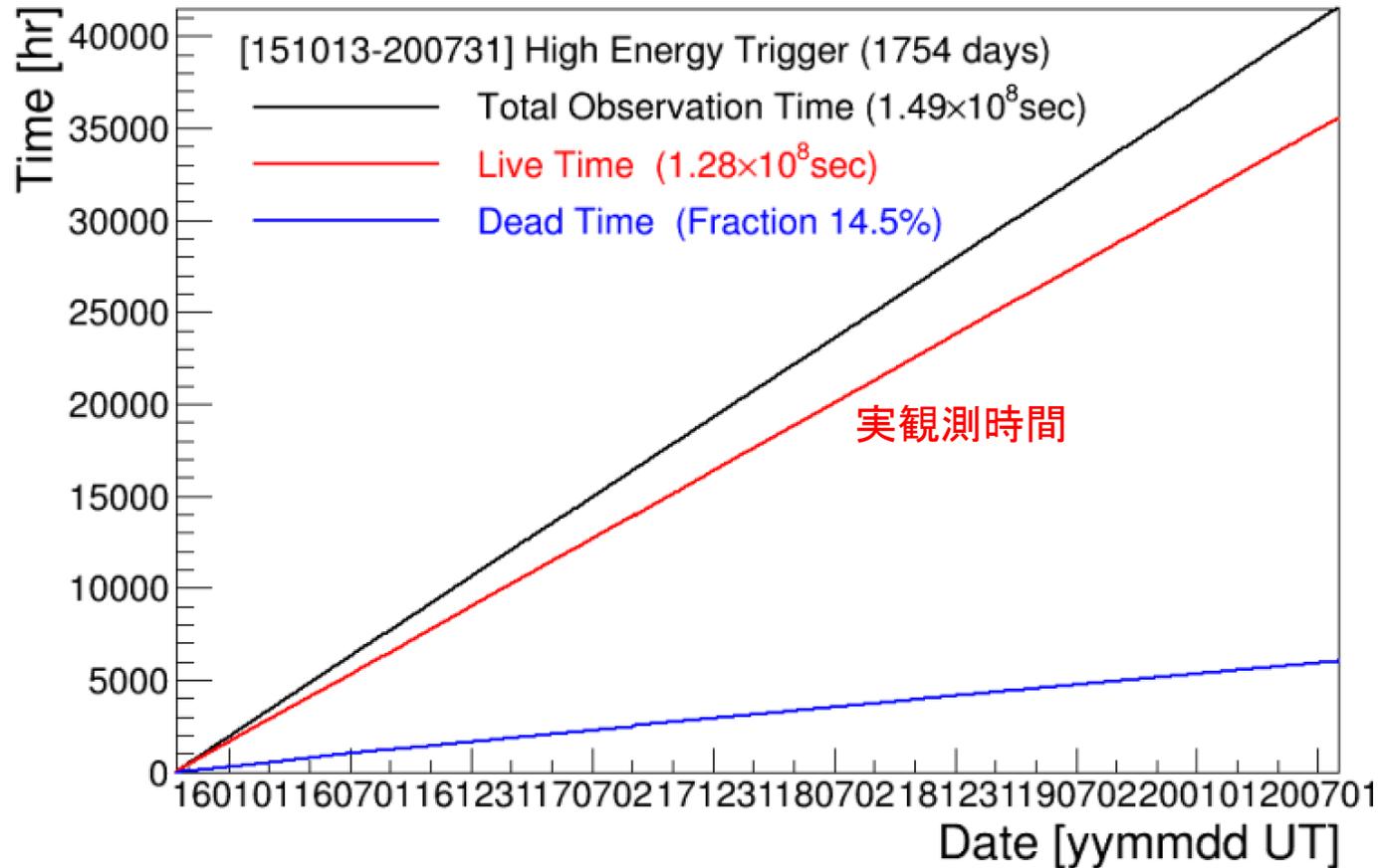


# CALET: 観測時間



- 高エネルギートリガーによる観測計1754日: 2015/10/13–2020/07/31
- 電子観測のエクスポージャ  $S\Omega T$ は $\sim 156 \text{ m}^2\text{sr day}$ に到達
- 高効率観測を継続中(実観測時間/全観測時間 $\sim 86\%$ )
- 高エネルギートリガーにより取得した全イベント数 $\sim 11$ 億例(全データでは24億例)

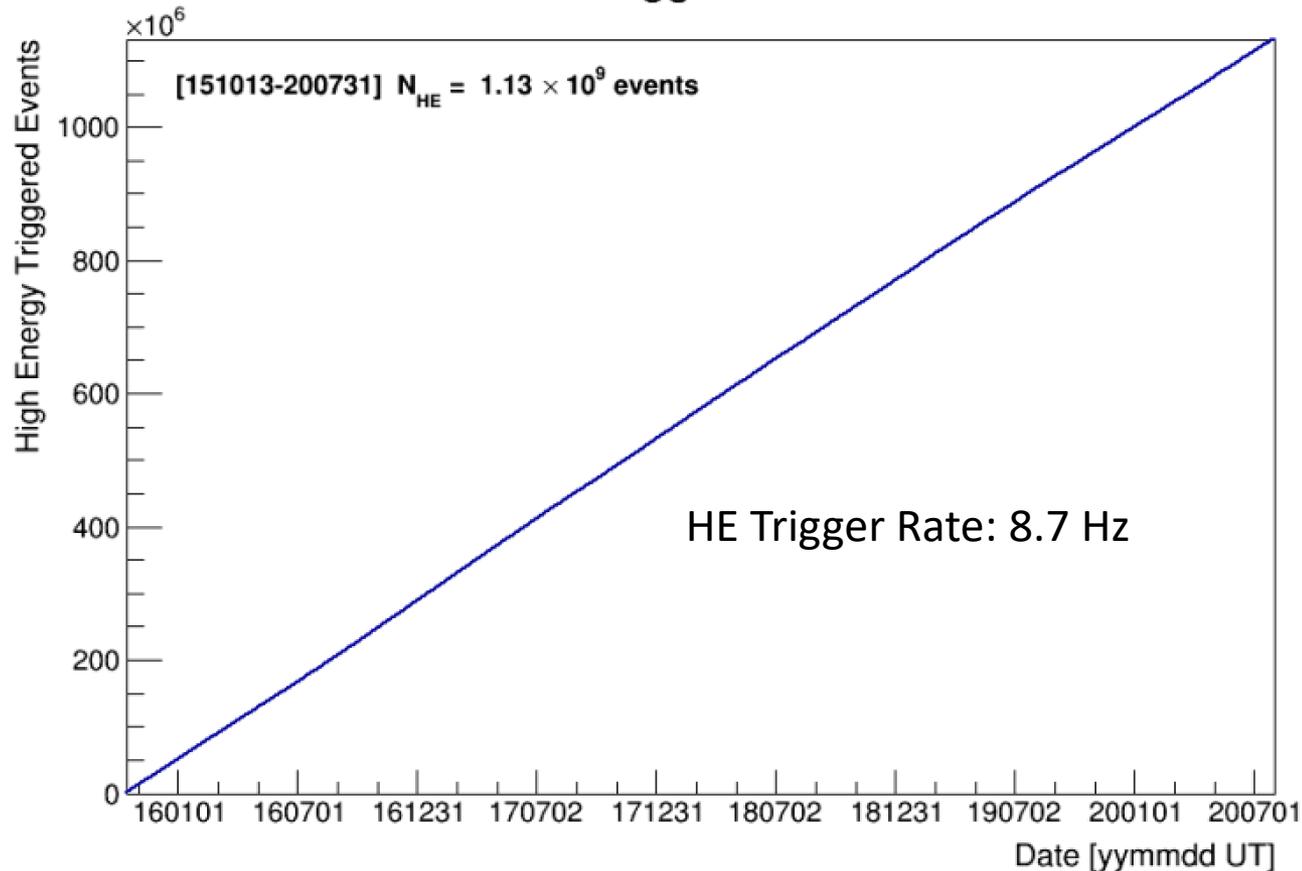
# CALET: 観測時間



- 高エネルギートリガーによる観測計**1754日**: 2015/10/13—2020/07/31
- 電子観測のエクスポージャ  $S\Omega T$ は $\sim 156 \text{ m}^2\text{sr day}$ に到達
- 高効率観測を継続中(実観測時間/全観測時間 $\sim 86\%$ )
- 高エネルギートリガーにより取得した全イベント数 $\sim 11$ 億例(全データでは24億例)

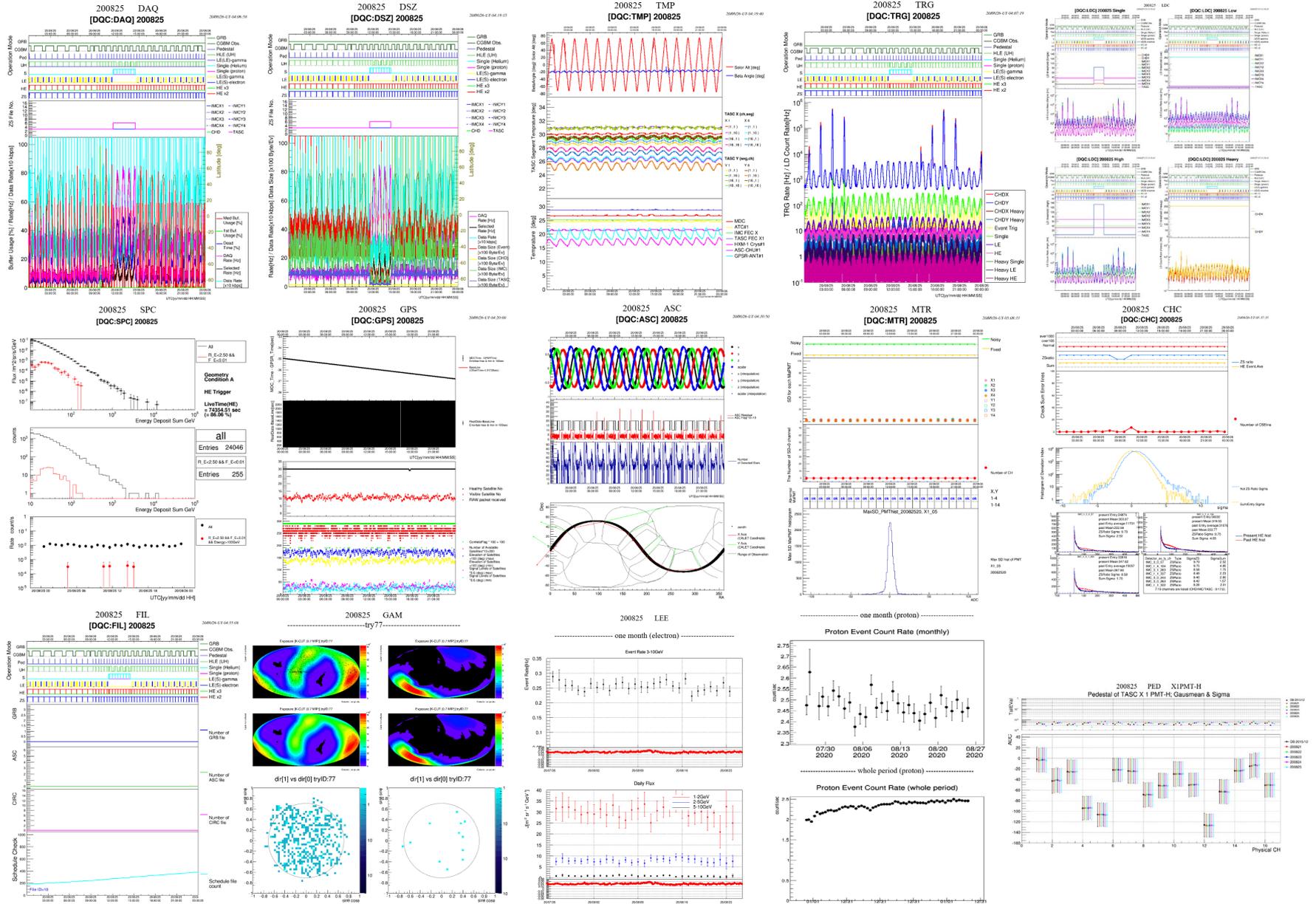
# CALET: 高エネルギートリガー取得イベント蓄積

## Accumulated Triggered Event Number



- 高エネルギートリガーによる観測計**1754**日: 2015/10/13—2020/07/31
- 電子観測のエクスポージャ  $S\Omega T$ は $\sim 156 \text{ m}^2\text{sr day}$ に到達
- 高効率観測を継続中(実観測時間/全観測時間 $\sim 86\%$ )
- **高エネルギートリガーにより取得した全イベント数 $\sim 11$ 億例** (全データでは24億例)

# Data Quality Check [DQC]



# 既知事象

非常に安定に動作しているが、観測5年間で以下の不具合が発生

## 軌道上CALET

### 不具合識別方法

## データ伝送系

### 不具合識別方法

- |  |                    |  |                   |
|--|--------------------|--|-------------------|
| 1. TASC APD local breakdown (2015-2016)        | DQC                | 12. Troubles in communication device in data transmission path | AOS/Offline       |
| 2. Low rate sampling of periodic data(2015/12) | Trend              | – ISS, TDRSS, Ground line                                      |                   |
| 3. IMC VA-ASSY oscillation (2016/2, 2018/1)    | Event Display      | • Contact from ExPO  |                   |
| 4. File descriptor full (2016/5)               | ExPO               | 13. Troubles in JAXA-GSE                                       | AOS/Offline, LR   |
| 5. MDC automatic reboot (2016/8, 2018/3)       | AOS/Offline, LR    | – IF/RECV servers communication error                          | LO                |
| 6. IMC VA-ASSY fixed ADC output (2017/3)       | Event Display      | – DB server hang-up  |                   |
| 7. Telemetry zero-fix for every 64bit (2017/9) | Trend              | • Could only be noticeable by WCOC                             |                   |
| 8. MDC data transmission failure (2018/5)      | BW, Trend          | 14. Troubles in WCOC   | AOS/Offline, LR   |
| 9. GPSR automatic reboot (raw data output)     | DQC                | – Real time : socket relay failure                             | LO                |
| 10. Temperature fall below caution limit (SGM) | T, Trend           | – LO data : disk failure (full), network cut                   |                   |
| 11. TASC APD fixed ADC output (2019/03)        | Ped, Event Display | 15. Issues in command schedule file                            | Trend/Buffer Full |
|  |                    | – Mistake in orbit prediction (2016/1, 2016/5)                 |                   |

(\*) AOS/Offline, BW (bandwidth), T (temperature) indicates warning from QL Summary Alert System

- 全て一時的な不具合であり、永久故障につながるものはない
- 迅速に不具合を識別して解決することによって、質の高い観測運用を継続している

# 特別対応運用(今年度上半期)

1. 20/04/03 ISSリブースト対応
2. 20/04/17 閾値変更
3. 20/04/19 ISSリブースト対応
4. 20/05/18 SEU対応(FEC Power Cycle)
5. 20/05/24 電力対応
6. 20/07/04 ISS PDAM(デブリ回避\*)対応  
\*Pre-Determined Debris Avoidance Maneuver
7. 20/07/12 ISSリブースト対応(Deboost)
8. 20/07/21 電力対応
9. 20/07/28 SEU対応(MDC Power Cycle)
10. 20/07/30 ISSリブースト対応
11. 20/08/26-29 ハリケーン対応
12. 20/09/11 ISSリブースト対応

- ・観測機器関連 3回  
SEU発生頻度 11回/4年11カ月  
=2.2回/年
- ・ISS運用関連 9回  
(内 リブースト対応 6回)

# まとめ

- CALETは所期の装置性能を維持したまま、5年近く宇宙ステーションにて観測継続中
- リブーストや電力削減などのISSの運用に関連する対応は、JAXAとの連携で適切に実施されている
- 不具合発生時は観測データの確認で速やかに識別され、JAXAとの連携で迅速に正常復帰の処置がとられている