



CALETによる5年間の観測の 進展状況と運用の概要

Status report on the CALET observations
and operations for 5 years



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

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



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のデータ運用

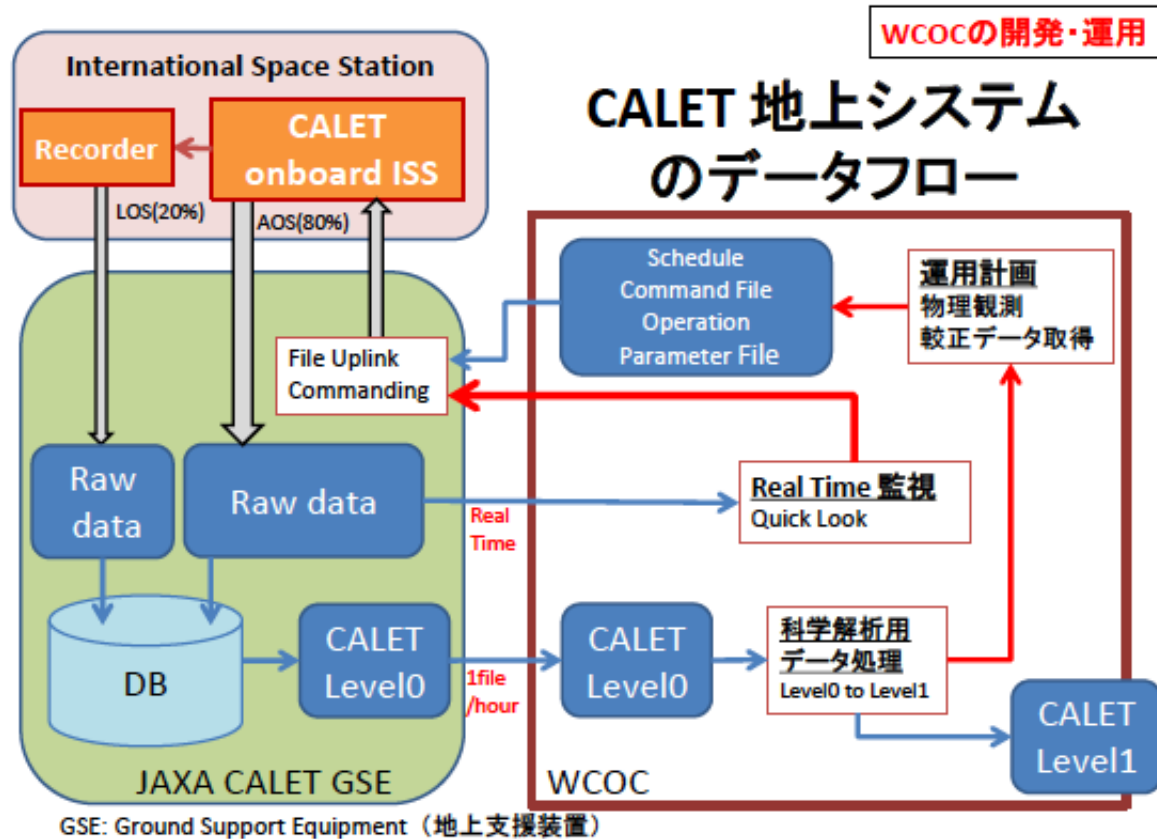
観測データと運用の概要

リアルタイムでダウンリンクされる Raw Data (観測時間の~80%)

- Quick Look による装置機能のリアルタイム監視
- 不具合発見時に安全化のためのコマンド送信

通信時の欠損データを補完した Raw Data (1時間毎に受信)

- 科学解析用データ処理(L0,1,2,3)
- データ処理結果に基づく運用計画の策定 (運用スケジュール、装置設定パラメータ更新)



ISS機上から地上システムへのデータフロー



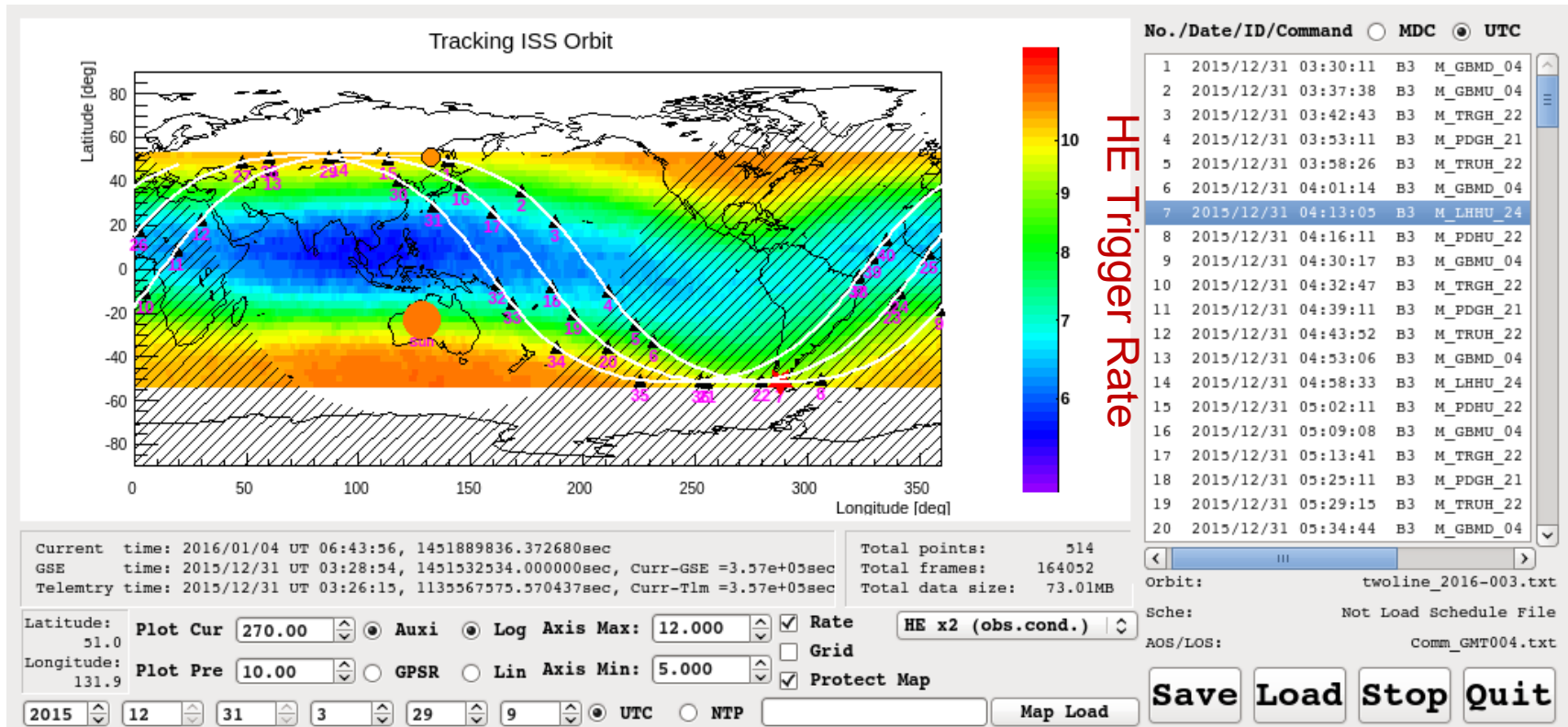
CALET: 観測スケジュール

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- γ) : 低緯度
- ペDESTAL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

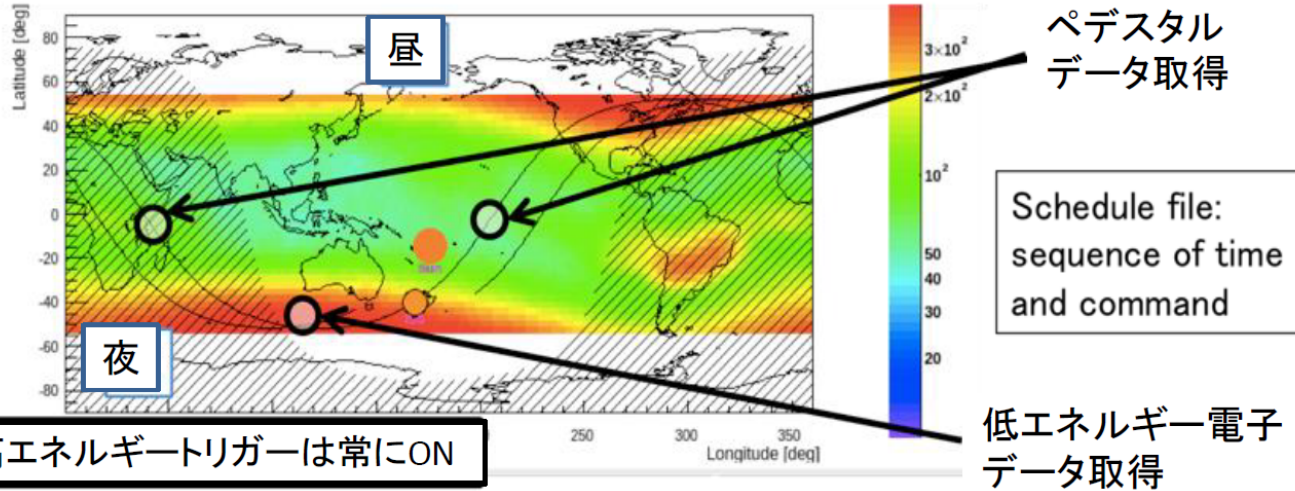




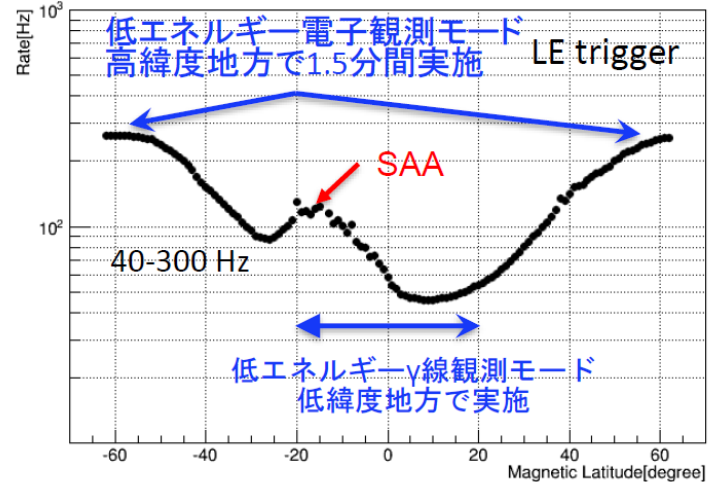
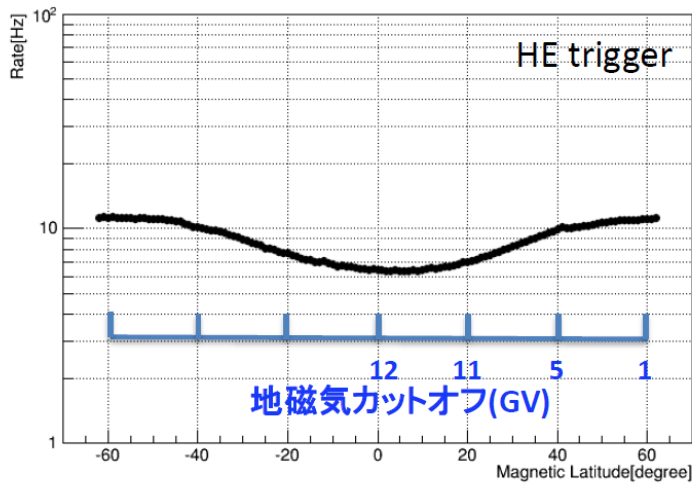
ISS軌道とCALET軌道上運用

軌道傾斜角 : 51.6 degree, ~400 km

軌道上運用
のコンセプト

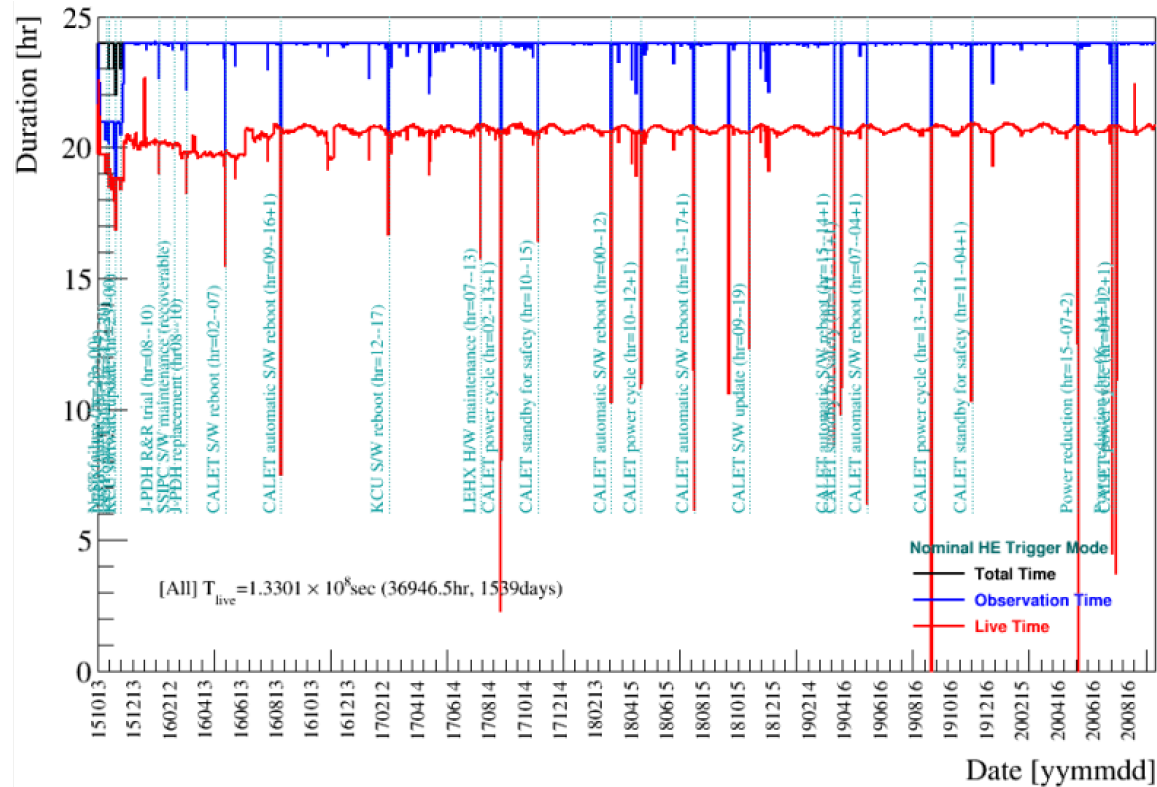


トリガーレートの地磁気カットオフ依存性





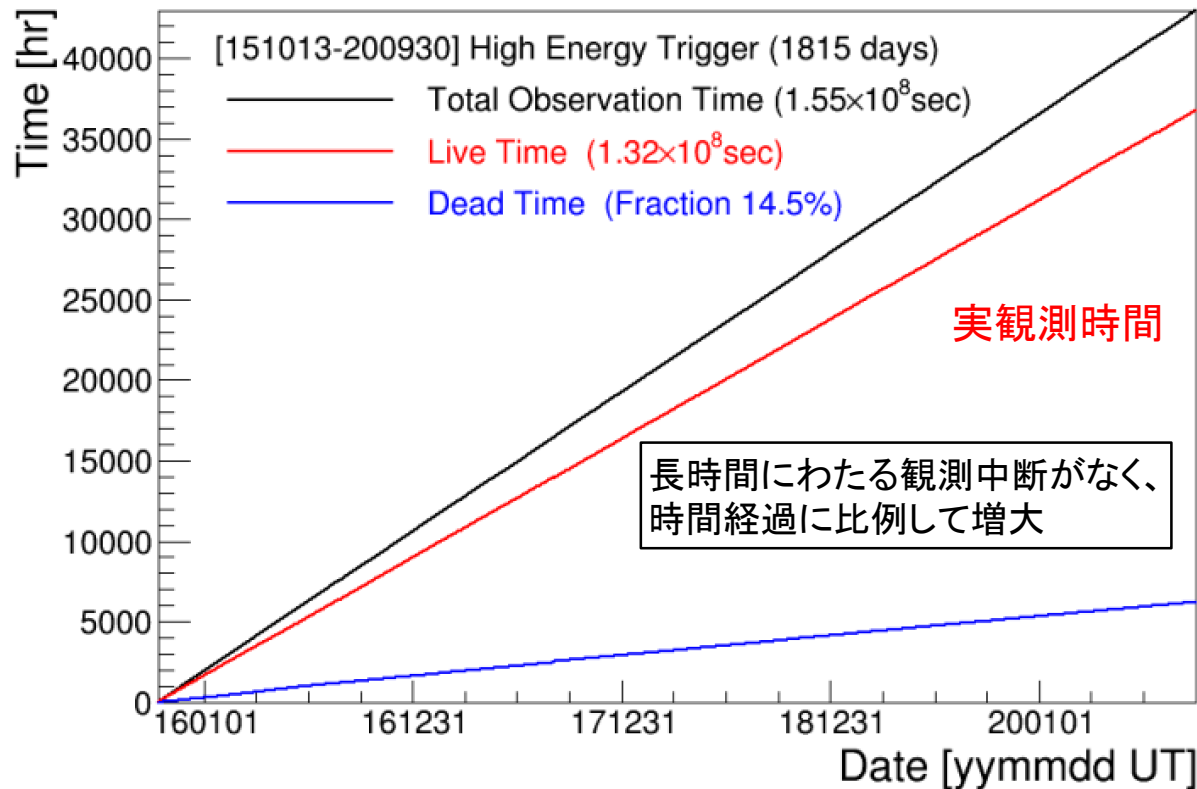
CALET: 観測時間



- 高エネルギートリガーによる観測計1815日: 2015/10/13—2020/09/30
- 電子観測のエクスポージャ SQTは $\sim 160 \text{ m}^2\text{sr day}$ 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 ~ 11.7 億例(全データでは25.3億例)



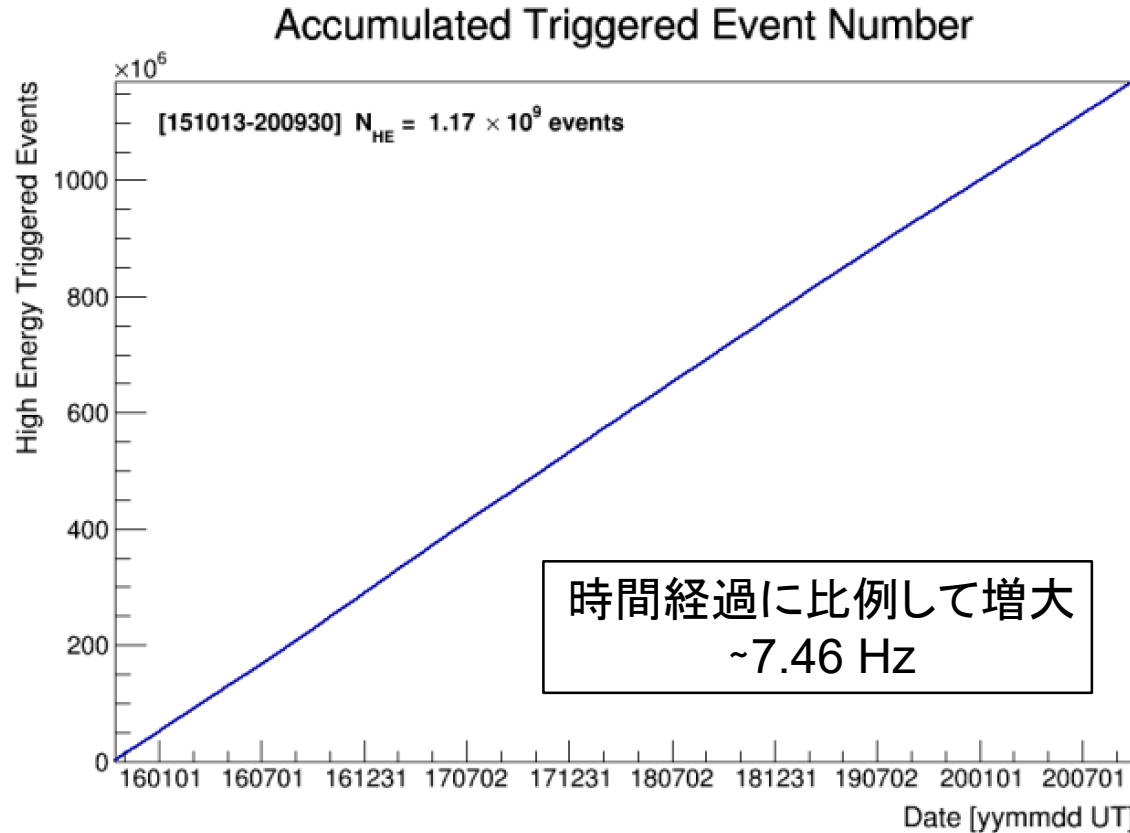
CALET: 観測時間



- 高エネルギートリガーによる観測計**1815日**: 2015/10/13—2020/09/30
- 電子観測のエクスポージャー $S\Omega T$ は $\sim 160 \text{ m}^2\text{sr day}$ 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 ~ 11.7 億例(全データでは25.3億例)



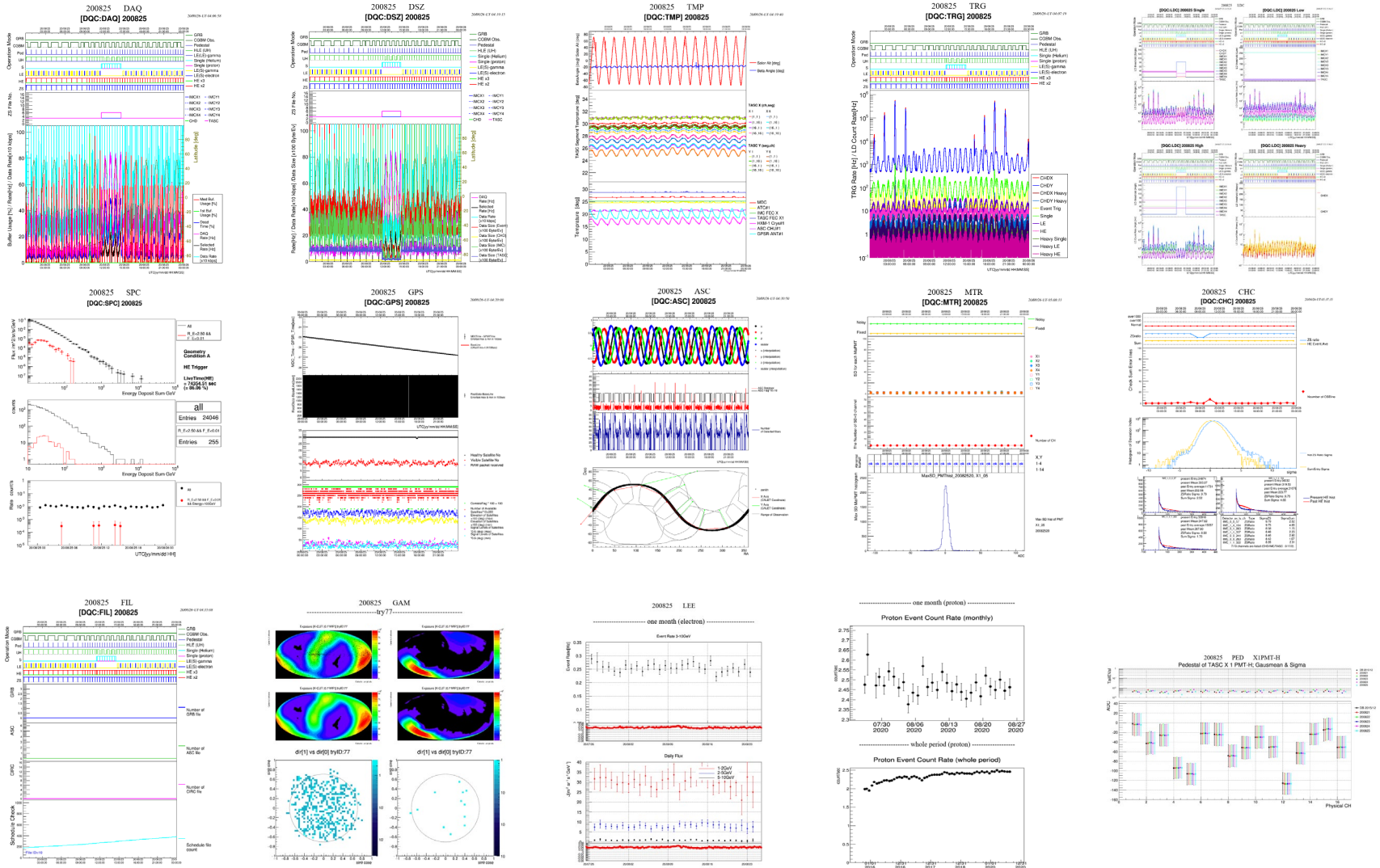
高エネルギートリガー取得イベント蓄積



- 高エネルギートリガーによる観測計**1815日**: 2015/10/13—2020/09/30
- 電子観測のエクスポージャ $S\Omega T$ は~160 $m^2sr day$ に到達
- 高効率観測を継続中(実観測時間/全観測時間~86%)
- **高エネルギートリガーにより取得した全イベント数~11.7億例** (全データでは25.3億例)



[DQC] Data Quality Check (for Web Shift)





既知事象

カロリメータ運用時における不具合履歴

非常に安定に動作しているが、観測5年間で以下に示すような不具合が識別されている。

軌道上CALET

不具合識別方法

- | | |
|---|--------------------|
| 1. TASC APD local breakdown (2015-2016) | DQC |
| 2. Low rate sampling of periodic data (2015/12) | Trend |
| 3. IMC VA-ASSY oscillation (2016/2, 2018/1) | Event Display |
| 4. File descriptor full (2016/5) | ExPO |
| 5. MDC automatic reboot (2016/8, 2018/3, 2019/4, 2019/5) | AOS/Offline, LR |
| 6. IMC VA-ASSY fixed ADC output (2017/3, 2019/7) | Event Display |
| 7. Telemetry zero-fix for every 64bit (2017/9) | Trend |
| 8. MDC data transmission failure (2018/5, 2019/9, 2020/7) | BW, Trend |
| 9. GPSR automatic reboot (raw data output) | DQC |
| 10. Temperature fall below caution limit (SGM) | T, Trend |
| 11. TASC APD fixed ADC output (2019/03, 2020/5) | Ped, Event Display |

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

データ転送系

不具合識別方法

- | | |
|--|-------------------|
| 12. Troubles in communication device in data transmission path | AOS/Offline |
| ➢ ISS, TDRS, Ground line | |
| • Contact from ExPO | |
| 13. Troubles in JAXA-GSE | AOS/Offline, LR |
| ➢ IF/FECV servers communication error | L0 |
| ➢ DB server hang-up | |
| • Could only be noticeable by WCOC | |
| 14. Troubles in WCOC | AOS/Offline, LR |
| ➢ Real time: socket relay failure | L0 |
| ➢ L0 data: disk failure (full), network cut | |
| 15. Issues in command schedule file | Trend/Buffer Full |
| ➢ Mistake in orbit prediction (2016/1, 2016/5) | |

- ・軌道上における不具合は、ほとんどがSEUによるものであり、各機器の再立ち上げにて正常復帰している。これまでの発生頻度は11回/5年であり1年間あたり2.2回程度である。
- ・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。



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