



CALETによる10年間の 観測運用についての報告



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, 青山学院大理工^D, 早大国際教育セ^E

観測運用の概要

◆ 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(4日間分)更新

- 2017年まで 月・火・水・木・金
- 2018年から 月・水・金
- ISS にアップリンク後、JST 12時前後に更新

➤ 観測シフト: WCOC(Waseda CALET Operations Center) 早大(喜久井)

- 2018年 3月まで 昼・夜のWCOCシフト(12.5時間)
- 2018年 4月から 昼はWCOCシフト(8時間)、夜はアラート電話シフト(16時間)
- 2018年10月から 昼・夜ともにアラート電話シフト(12時間×2)
- 2019年 5月から Webシフト: DQC(Data Quality Check)の確認(夕方以降)

◆ 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)
- 通信ping不通(ARTテーブル満杯、データ送信は正常)
- SEU 等による既知事象(MDC自動リブート、DAQ停止、データ送信停止)

◆ 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

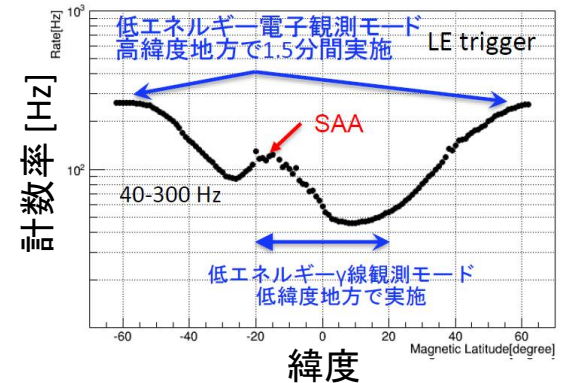
CALET: 観測スケジュール

CAL 観測モード

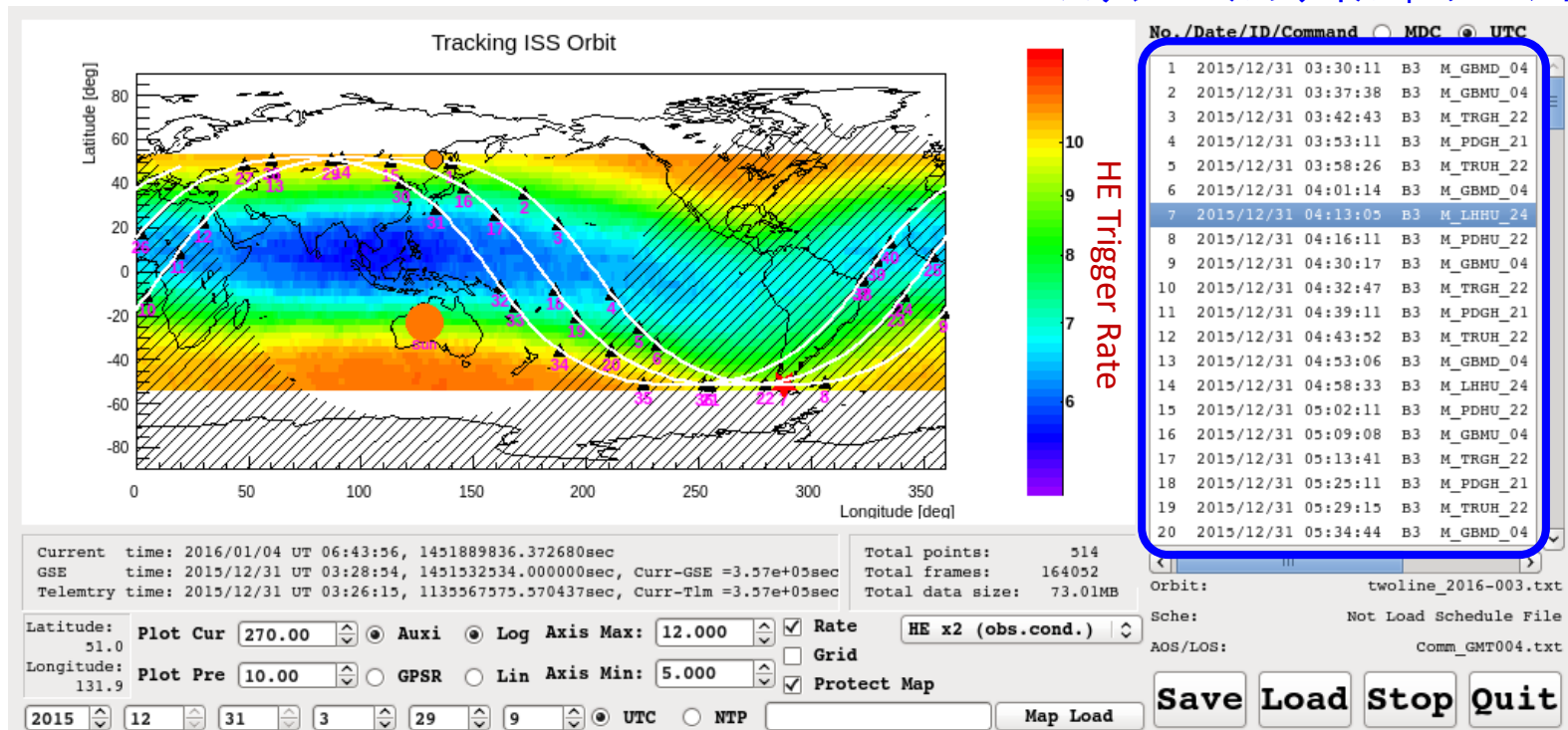
- 高エネルギートリガー (HE) : 常時
- 低エネルギー電子トリガー (LE-電子) : 高緯度 (90秒間)
- 低エネルギーガンマ線トリガー (LE- γ) : 低緯度
- ペDESTALTトリガー : 23分毎
- シングルトリガー (p, He) : 毎日3時間

観測器保護

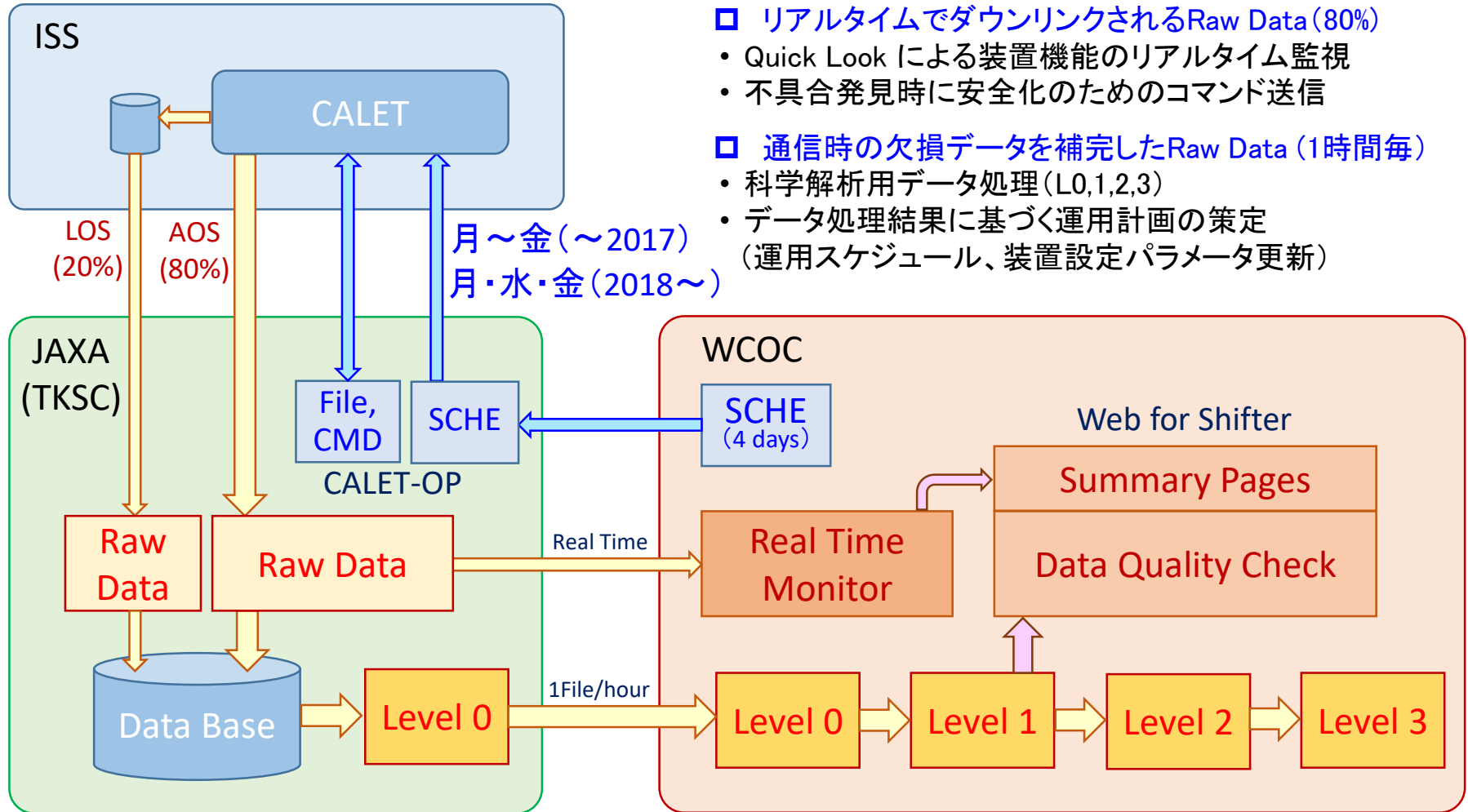
- CGBM HV On/Off : 高緯度・SAA



スケジュールファイル中のコマンド列



CALETのデータ運用(～2020年)



- リアルタイムでダウンリンクされるRaw Data (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)
 - 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)

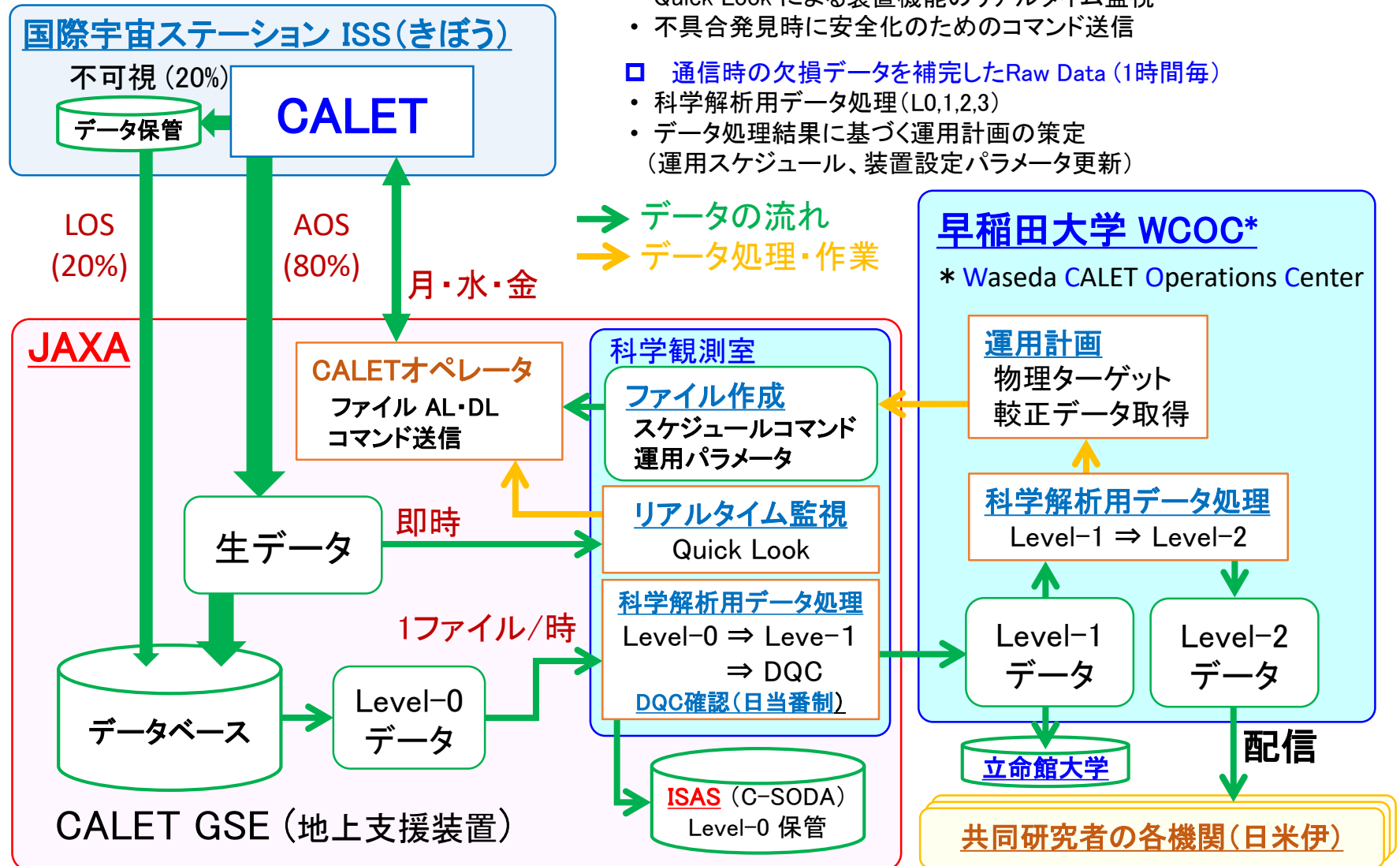
CALET のデータ運用(2020年～)

リアルタイムでダウンリンクされるRaw Data (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

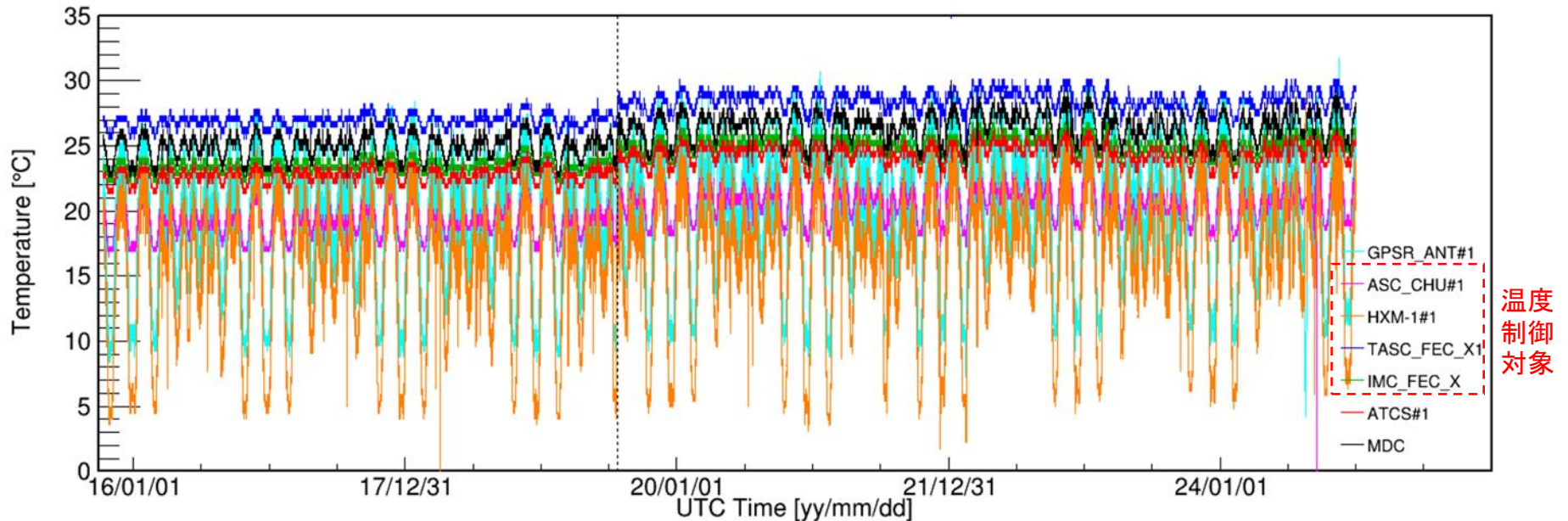
通信時の欠損データを補完したRaw Data (1時間毎)

- 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)



熱制御

- ・温度安定性: 検出器の校正上重要
- ・JEM曝露部提供のATCS(能動的熱制御)機能で十分安定
- ・全て規定温度内に入っている



過去9年間の主要機器温度プロフィール

※) 2019年7月26日から、ISSの電力削減に伴うATCSの流量削減のため、温度が平均的に約1.6°C高くなっているが、規定温度内であり検出器校正に問題はない。

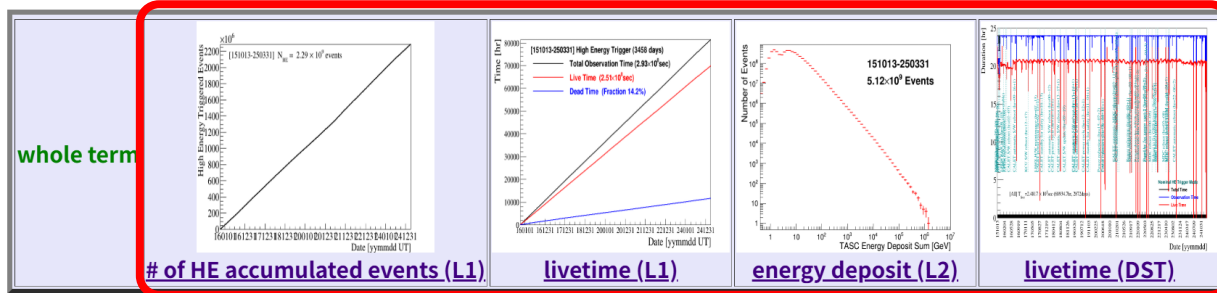
CALET WCOG Web Tool

CALET data quick check

Last update: 2025/09/07 15:02:02

CALET data check (Data with each month can be seen in the links below.)

全期間



CALET data # of HE accumulated events check (L1)

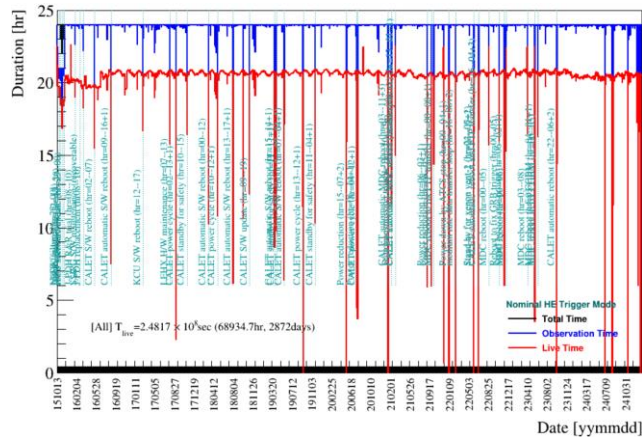
月別

2015										Oct.	Nov.	Dec.
2016	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
2017	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
2018	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
2019	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
2020	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
2021	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
2022	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
2023	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
2024	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
2025	Jan.	Feb.	Mar.									

CALET Data Check

Latest as of 2025/09/14

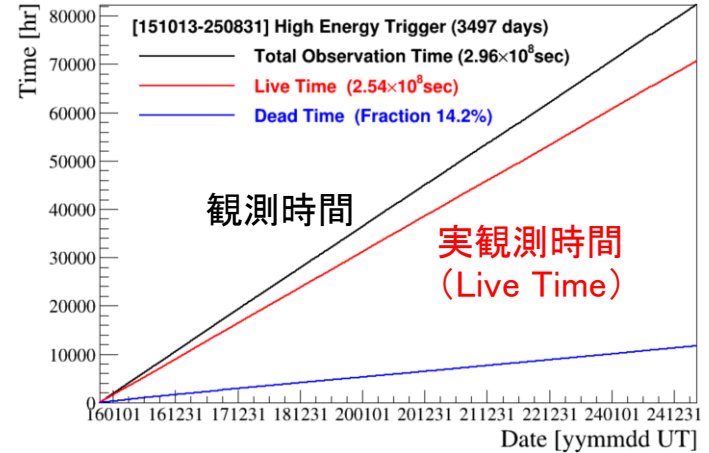
日毎の観測時間(DST)



観測時間

実観測時間
(Live Time)

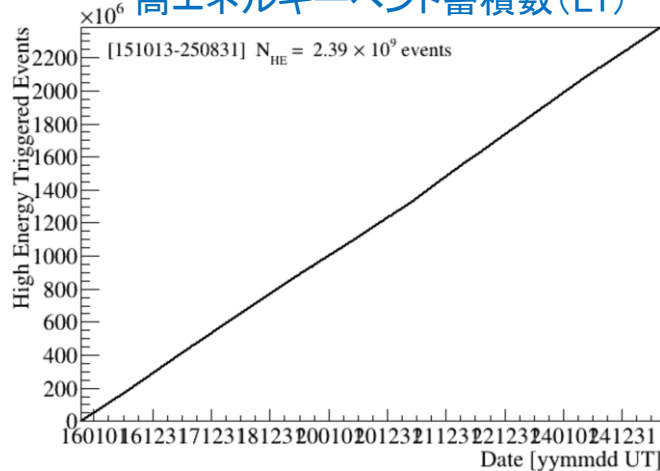
観測積算時間 (L1)



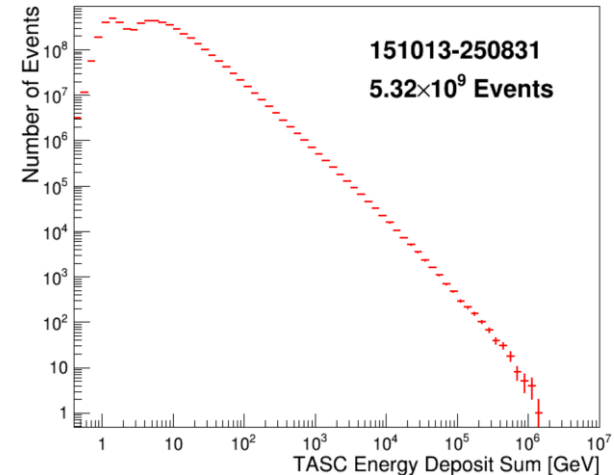
観測時間

実観測時間
(Live Time)

高エネルギーイベント蓄積数(L1)

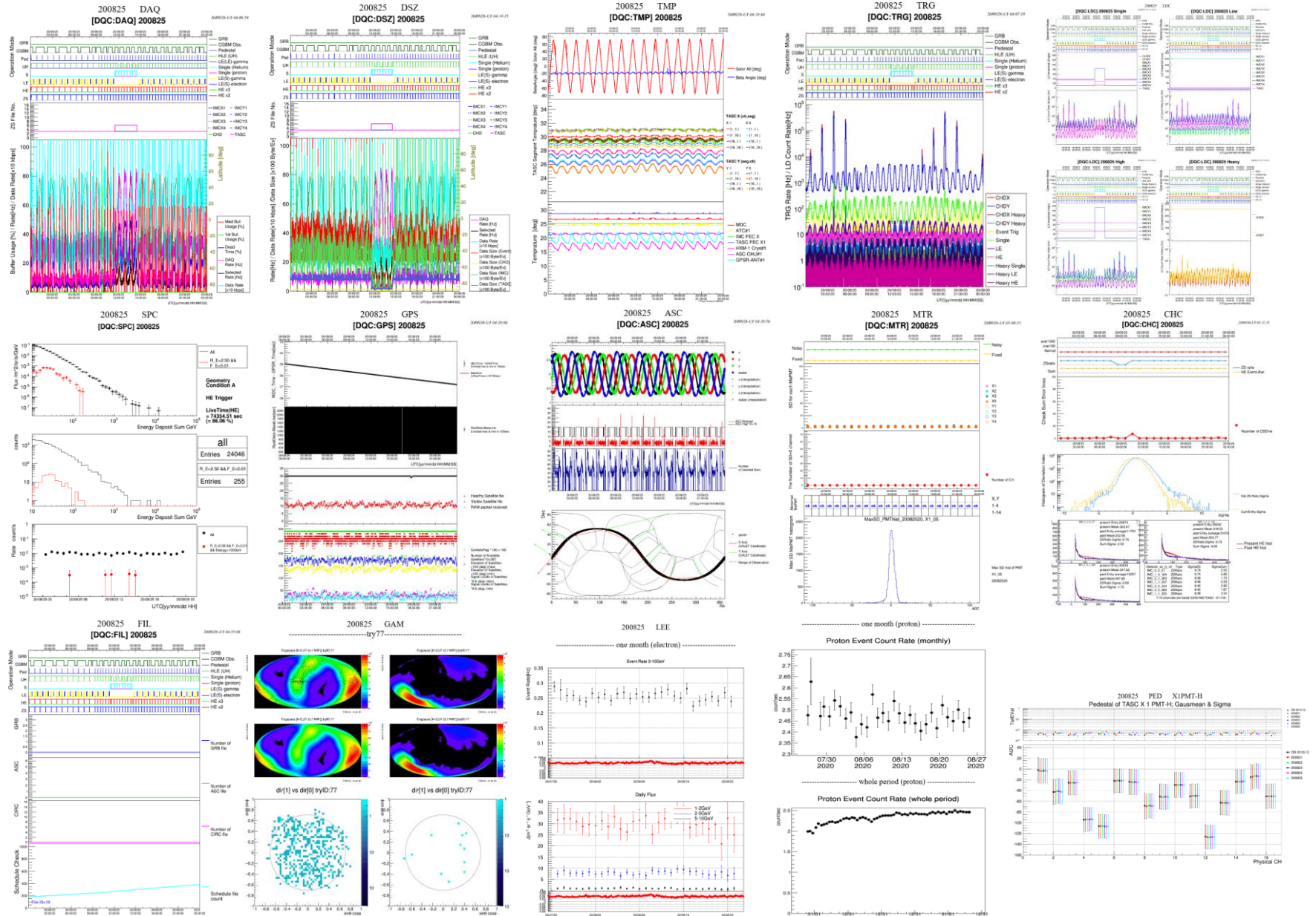


TASCでのエネルギー損失(L2)



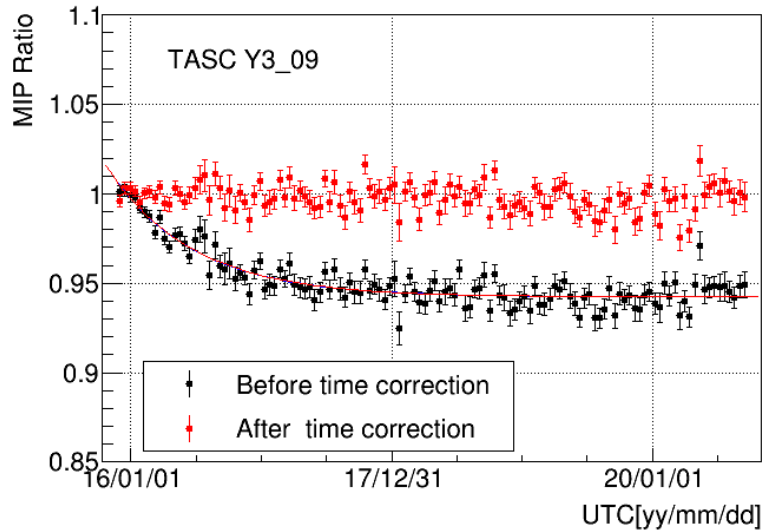
- 高エネルギートリガーによる観測計**3497**日: 2015/10/13—2025/08/31
- 電子観測のエクスポージャ ΩT は $\sim 310 \text{ m}^2 \text{sr day}$ に到達
- 高効率観測を継続中(実観測時間/全観測時間 $\sim 86\%$)
- 高エネルギートリガーにより取得した全イベント数 ~ 23.9 億例 (全データでは53.2 億例)

Data Quality Check [DQC]

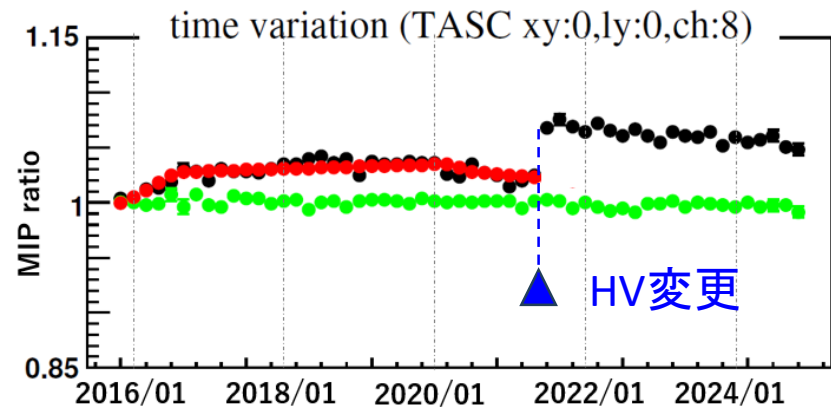
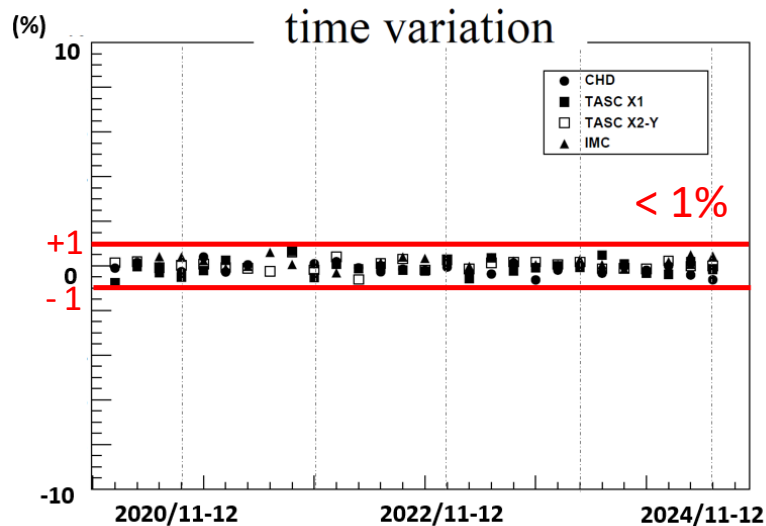
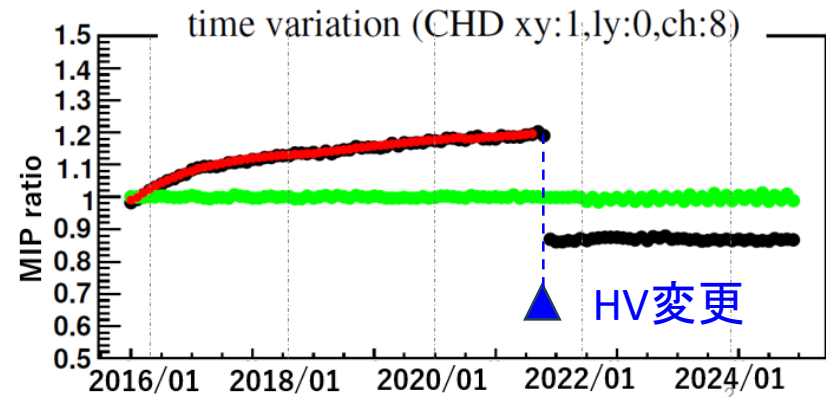


ゲイン較正 (シングルランによる 1 MIP 較正)

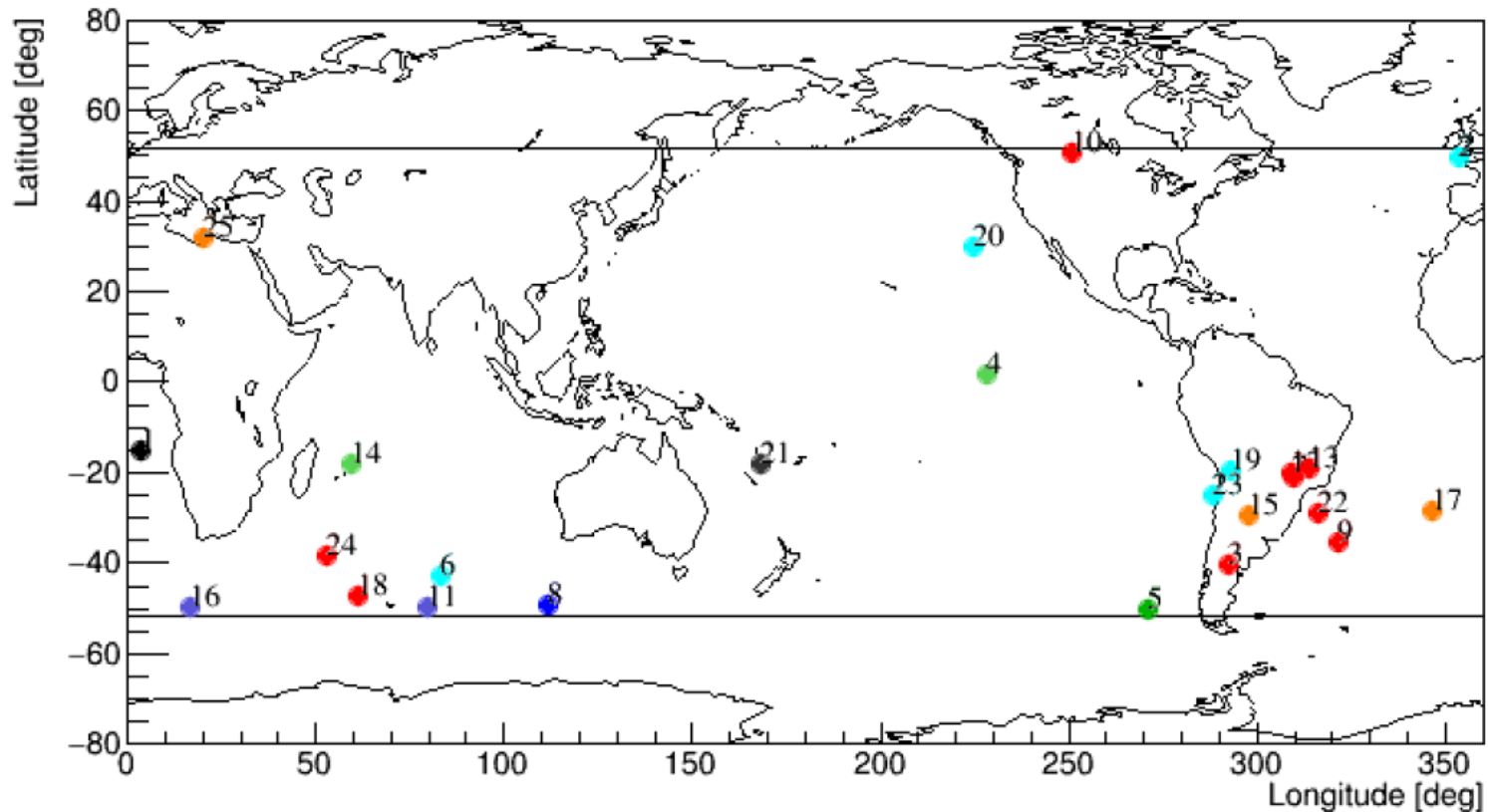
TASC の 1 MIP 較正例 (経年変化)



ゲイン経年変化に対するHVの変更例

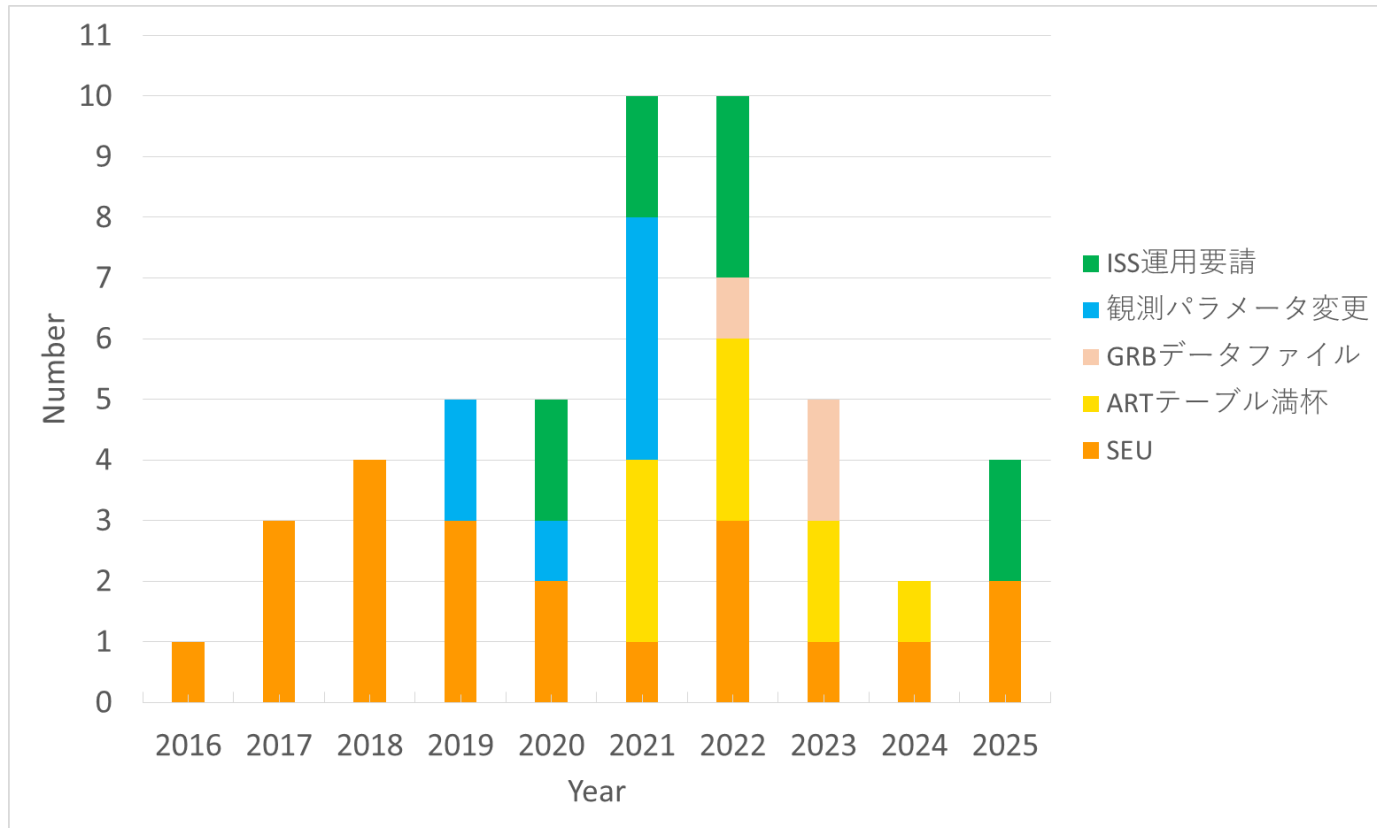


特別対応 (リポート対応事象)



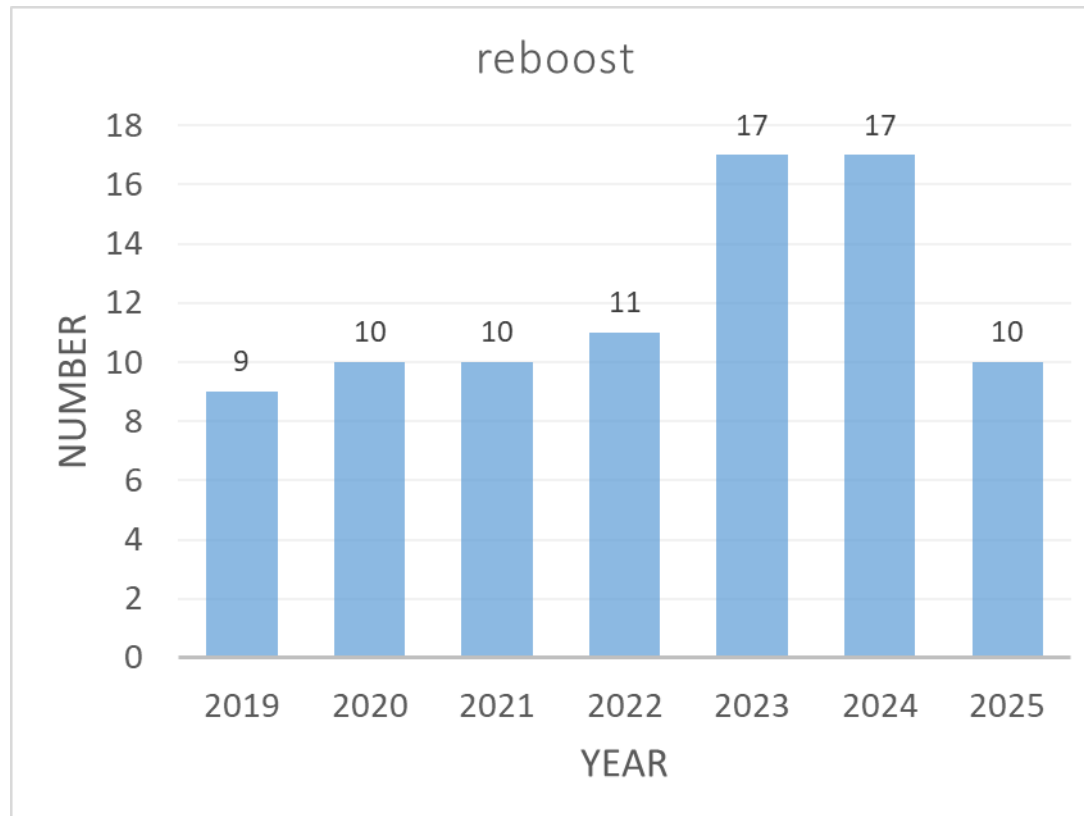
- ・SEUによる不具合が、高緯度帯やSAAで発生
- ・MDCリポートで対処

特別対応 (Reboost, PDAM 除く)

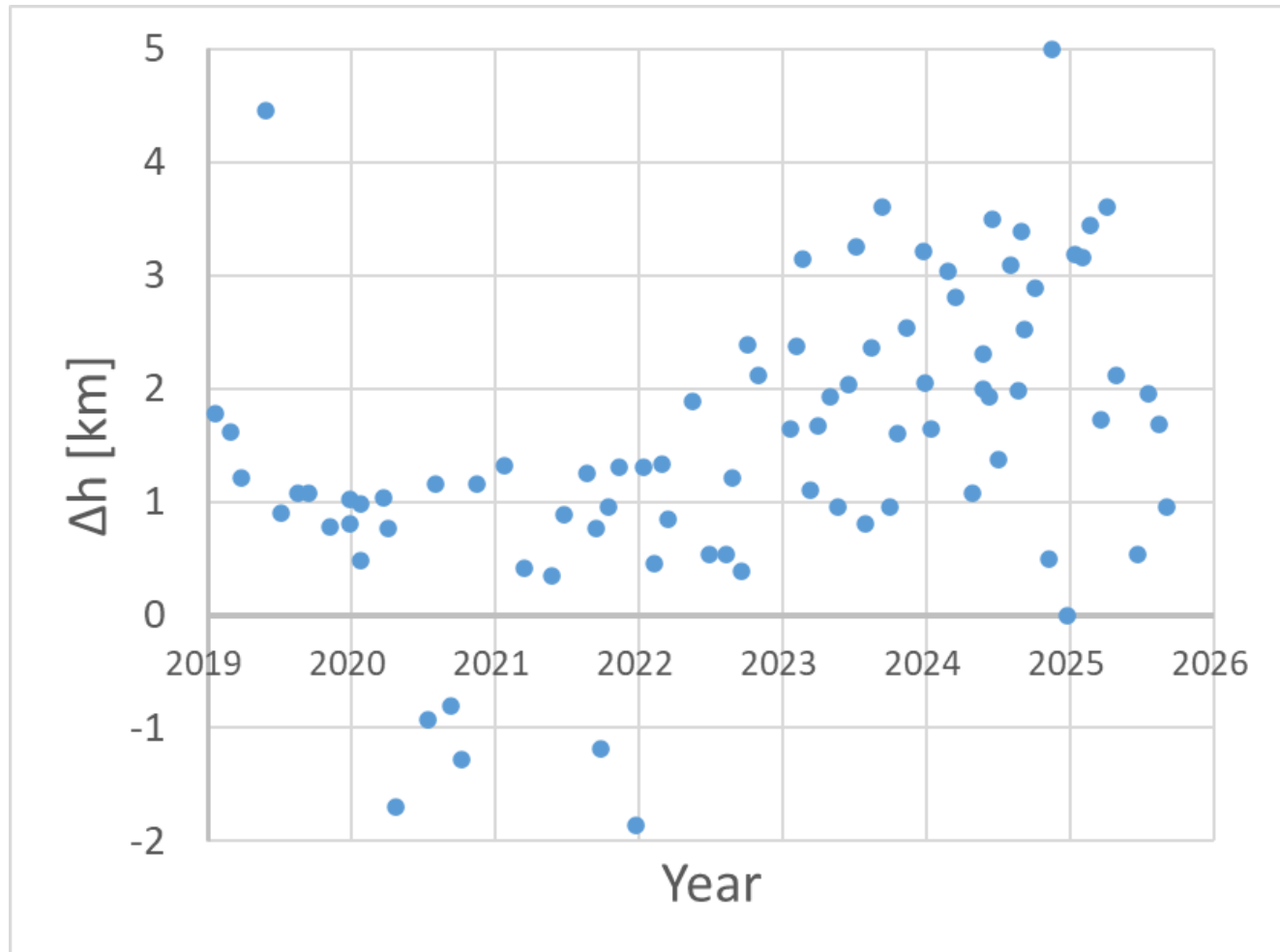


- ・観測機器関連 40 回
 内 SEU関連 21 回 (2.1 回 / 年)
- ・ISS運用関連 9 回

Reboost 実施回数



Reboost 高度変化



PDAM

(Pre-determined Debris Avoidance Maneuver)

↓ 2021/11/15 ロシアによる衛星破壊実験

対衛星攻撃兵器 ASAT

→ コスモス1408 @ 485 km

→ デブリ>1500個+数万個の微細デブリ



まとめ

- CALETは所期の装置性能を維持したまま、10年間宇宙ステーションにて観測継続中
- シングルランによる 1 MIP 較正を行い、各出力の経年変化を把握して、 $\pm 1\%$ の精度でゲイン補正
- 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、JAXAとの連携で迅速に正常復帰の処置がとられている

backup charts

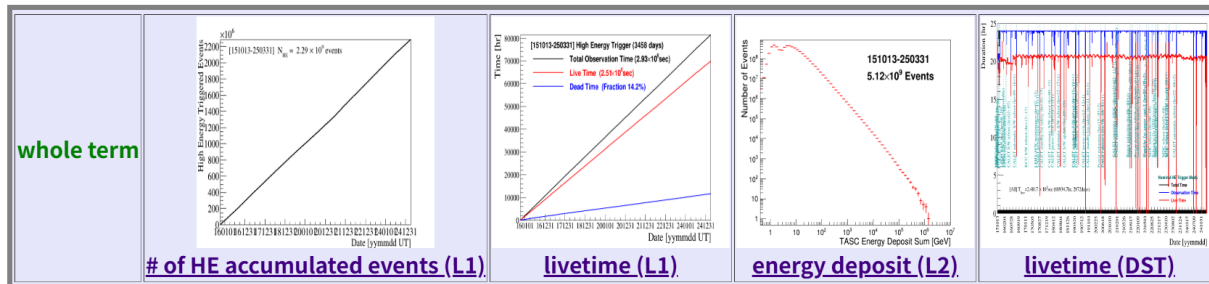
CALET WCOG Web Tool

CALET data quick check

Last update: 2025/09/07 15:02:02

CALET data check (Data with each month can be seen in the links below.)

全期間



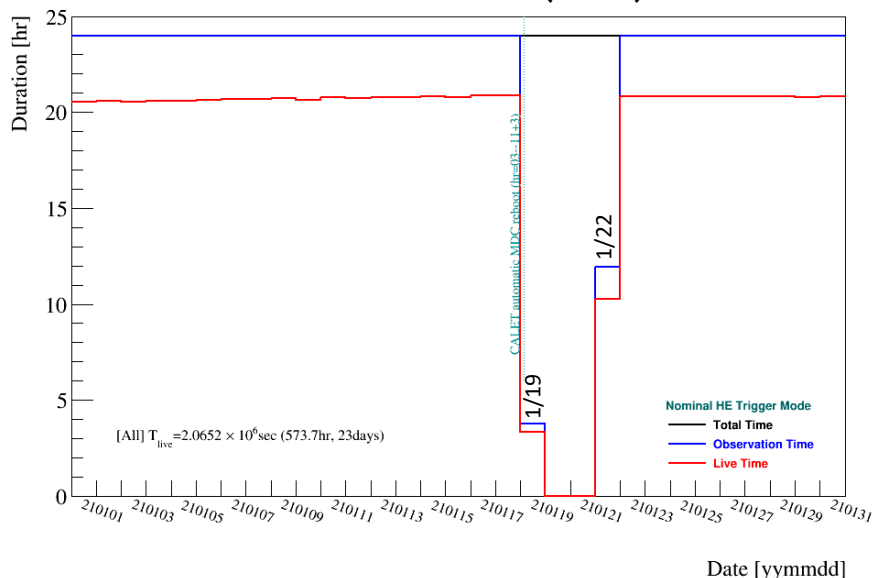
CALET data # of HE accumulated events check (L1)

月別

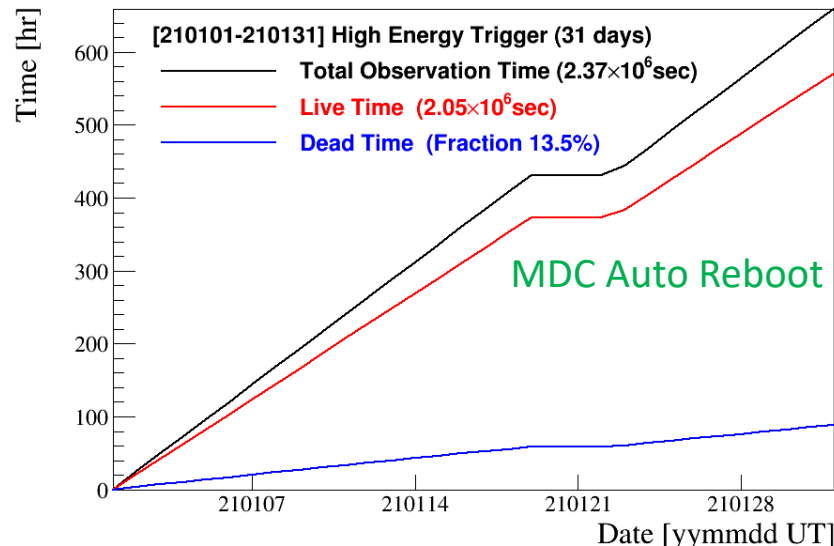
2015										Oct.	Nov.	Dec.
2016	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
2017	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
2018	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
2019	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
2020	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
2021	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
2022	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
2023	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
2024	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May.	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
2025	Jan.	Feb.	Mar.									

Monthly Data Quick Check

2021年 1月1日~1月31日
Live Time (DST)



Live Time (L1)



MDC (Mission Data Controller) の Auto Reboot

- 南高緯度帯でのSEU
- 通常は翌日中に復帰
- 2021/01/19の自動リブートの復帰作業は、ISS機上LapTopの都合(ftp SW)により2021/01/22に実施

