

飛翔体観測による 高エネルギー宇宙線加速天体の研究

研究代表者: 鳥居 祥二(早大理工研)

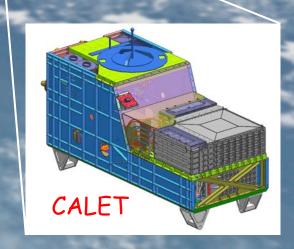
田村忠久(神奈川大工学部)











共同利用研究概要(2014)

- 研究内容
- CALET性能最適化のためのシミュレーション計算
- 発表概要
- CALETプロジェクト
- 軌道上観測シミュレーション計算
- Waseda CALET Operations Center (WCOC)
- まとめ今後の予定
- 予算 旅費 150千円 支出(予定)内容: 研究打ち合わせ、小研究会
- 共同利用 計算機(シミュレーション計算)

参加研究者及び研究補助

早<mark>稲田大学</mark> 笠原克昌、小澤俊介、浅岡陽一、Motz H Martin、植山良貴、仁井田多絵、小林慎太郎、 齋藤優、塚原一樹、下村健太、木村寿利、堀内陽介、山村咲弥、力石和樹、岡田侑子、佐藤文佳、

田中正文、土屋恵里子、大和啓一、神尾泰樹

宇宙線研究所 寺澤敏夫、赤池陽水、瀧田正人 神奈川大学 田村忠久

JAXA/ISAS 福家英之 JAXA/SEUC 清水雄輝

立命館大学 森正樹 弘前大学 市村雅一、倉又秀一

茨城大学 柳田昭平 茨城高専 三宅晶子



CALETによる科学観測

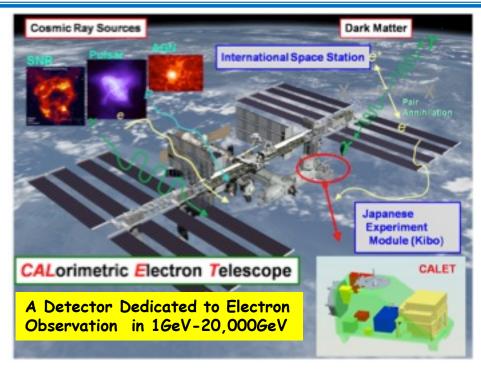


カロリメータ (CALET/CAL)

- 電子: 1 GeV 20,000 GeV
- ガンマ線: 10 GeV 10,000 GeV (ガンマ線バースト: > 1 GeV)
- 陽子・原子核: 数10GeV – 1,000 TeV
- 超重核: Rigidity Cut 以上のエネルギー

ガンマ線バーストモニタ (CGBM)

- 軟ガンマ線: 30 keV 30 MeV
- 硬X線: 3keV 3 MeV



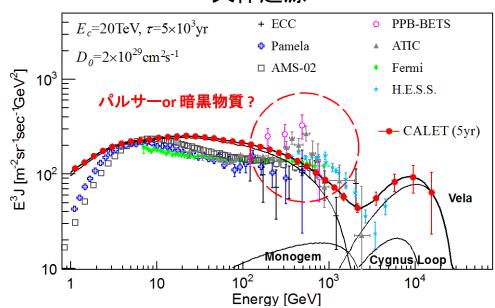
観測目的	観測対象
宇宙線近傍加速源の同定	TeV領域における電子エネルギースペクトル
暗黒物質の探索	電子・ガンマ線の100 GeV-10 TeV領域におけるスペクトルの"異常"
宇宙線の起源と加速機構の解明	電子及び陽子・原子核の精密なエネルギースペクトル、超重核のフラックス
宇宙線銀河内伝播過程の解明	二次核/一次核(B/C)比のエネルギー依存性
太陽磁気圏の研究	低エネルギー(<10GeV)電子フラックスの長・短期変動
ガンマ線バーストの研究	3 keV - 30 MeV領域でのX線・ガンマ線のバースト現象



電子・陽電子観測

GeV-TeV領域におけるCALETによる電子観測予測

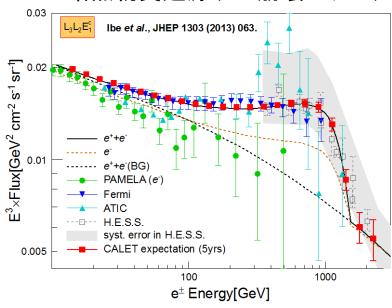
天体起源



- □ TeV領域: 近傍加速源(R<1kpc, T<10⁴year)の検出 候補となる超新星残骸: Vela, Cygnus Loop, Monogem
- □ 10-1000 GeV: 衝撃波加速+伝播過程の定量化 特に数100GeV領域におけるパルサーor暗黒物質による寄与
- 1-10 GeV: 太陽変調の観測

短期: フォーブッシュ減少 長期: 太陽活動

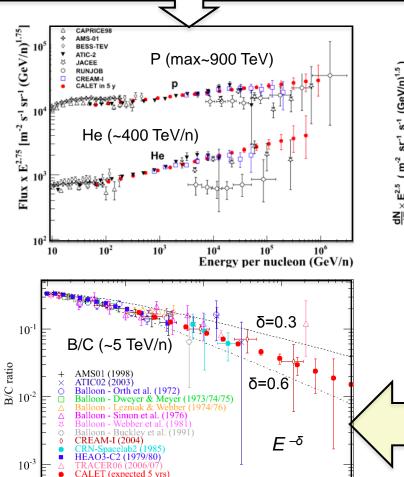
暗黒物質起源(LSP崩壊モデル)



- □ これまでの観測結果と矛盾しないLSP (Lightest Super Symmetric Particle) の崩壊モデルから期待される全電子 スペクトルの検出がTeV領域で可能
- 異方性の測定との併用により、天体 起源か暗黒物質起源かを識別

陽子•原子核観測

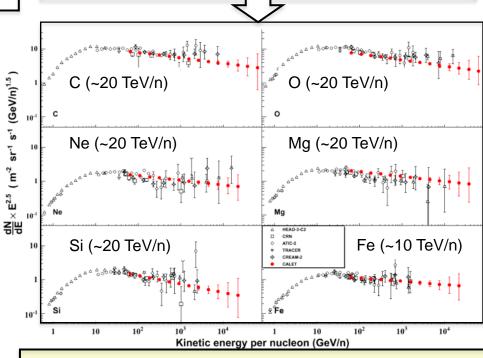
- p、Heの200GeV/nにおける"硬化"の検証
- pとHeのスペクトルにおける冪の差?(加速or 伝播)
- pの100TeV領域でのカットオフ検出(衝撃波加速?)



 10^{2}

Energy (GeV/n)

- 宇宙線成分比のエネルギー依存性(加速+伝播)
- PeV以下にカットオフはあるか?



銀河の磁場構造を決める拡散係数のエネルギー依存性 $(D\sim E^{\delta})$ はB/C比のエネルギー依存性 $(\sim E^{-\delta})$ の観測で求まる。 Kolmogolov Type $(\delta=0.3)$ or Random $(\delta=0.6)$ CALETの5年間の観測で δ による銀河磁場モデルの選別を実現する。

Dec. 13, 2014

10

ICRR共同利用発表会

 10^{3}

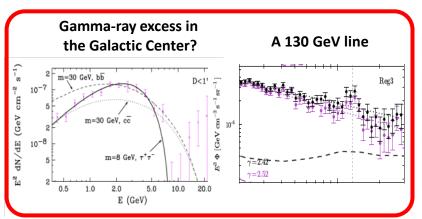


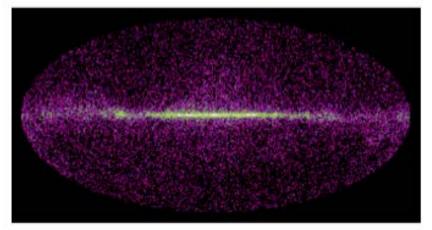
高エネルギーガンマ線観測

CALETのガンマ線観測性能

	10311701711	
エネルギー領域	4 GeV-10 TeV	
有効面積	600 cm² (10GeV)	
視野角	2 sr	
幾何学的因子	1100 cm²sr	
エネルギー分解能	< 3% (> 10 GeV)	
角度分解能	< 0.35 ° (> 10 GeV)	
ポインティング精度	6'	
点源に対する感度	$8 \times 10^{-9} \text{ cm}^{-2} \text{s}^{-1}$	
観測期間(目標)	5 years	

最近発表された暗黒物質起源を示唆する Fermi/LATによる銀河中心からのガンマ線

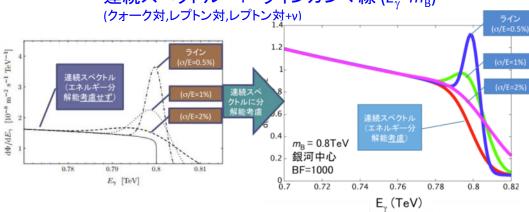




1年間の銀河拡散成分の観測予測 ~25,000 photons

3.1 6.2 9.3 12 16 19 22 25 28 *) 銀河系外拡散成分(EGB) は~7,000 photons/yr Fermi/LATを越えるTeV領域までの観測が可能

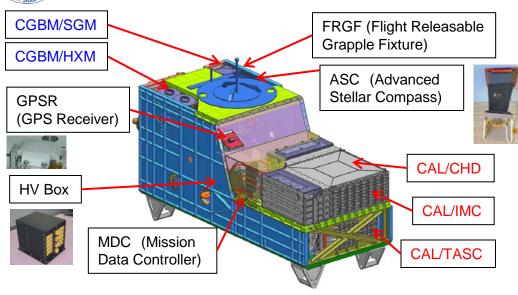
Kaluza-Klein dark matterからのガンマ線信号予測 連続スペクトル + ラインガンマ線 (E,=m_B)

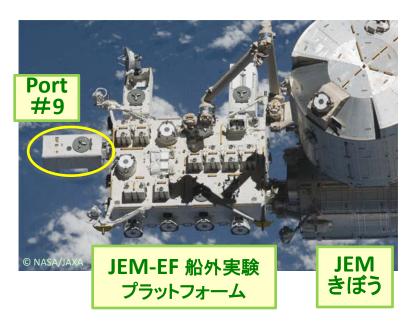


エネルギー分解能が良くないとライン構造は特徴的に見えない

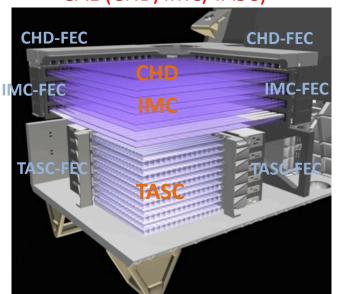


CALET ペイロード





CAL (CHD/IMC/TASC)



CGBM

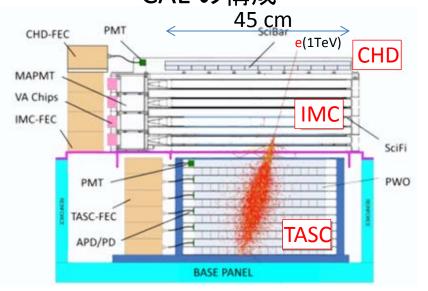


- JEM標準ペイロード 1850L×800W×1000H
- 重量 650 kg(最大)
- ·消費電力 650 W(標準)
- 通信速度:中速系 600 kbps ∕ 低速系 35 kbps
- ・HTV 5号機で打上げ予定
- JEM-EF Port #9 に取り付け
- ・観測期間2年以上(目標5年間)



CALET 主検出装置 CAL (CHD + IMC + TASC)

CAL の構成



- 視野角 45° (天頂角)
- 幾何学因子 SΩ = 0.12 m² sr (電子)

CHD Charge Detector

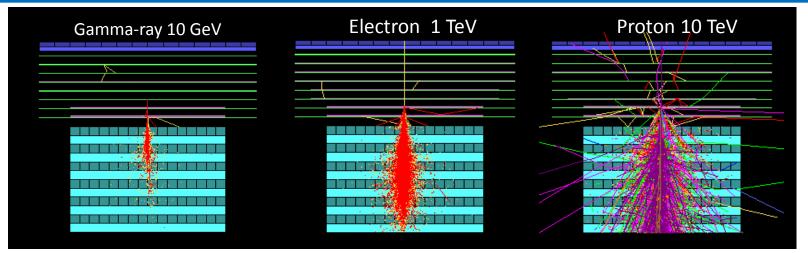
IMC Imaging Calorimeter

TASC Total Absorption Calorimeter

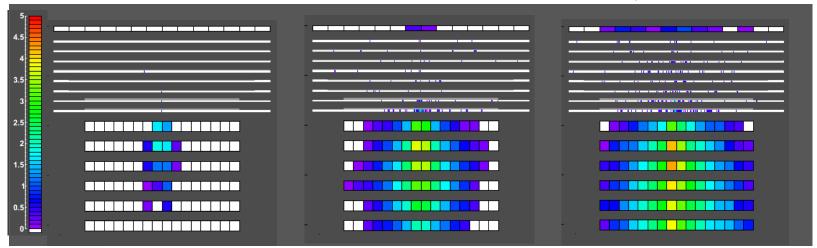
	機能	検出器	読出し
CHD	電荷測定 (Z=1-40)	プラスチックシンチレータ(1本:32×10×450mm³) 14 本×1 層(X,Y) = 28 本	PMT + CSA
IMC	入射角、 粒子判定	シンチファイバー(1本: $1 \text{mm}^2 \times 448 \text{mm}$) 448	64-anode PMT + ASIC
TASC	エネルギー測 定、粒子判定	PWO(1本:19mm×20mm×326mm) 16 本×6 層(X,Y) = 192 本 全層合計 27X ₀ (1.35λ _I)	PMT + CSA (Top), APD/PD + CSA



CALET/CAL シャワーイメージング(シミュレーション)



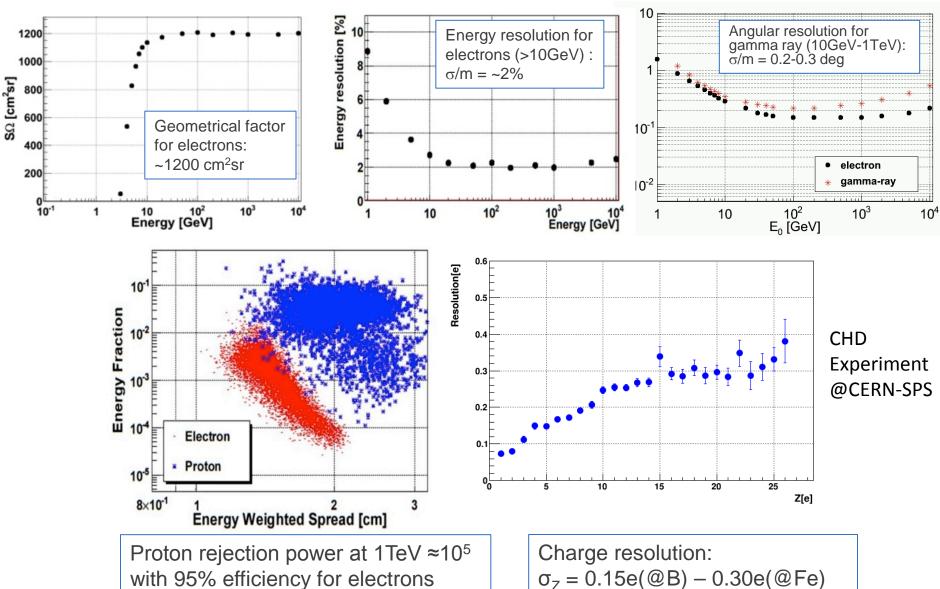




- Proton rejection power of 10⁵ can be achieved with IMC and TASC shower imaging capability.
- **Charge of incident particle is determined to \sigma_z=0.15-0.3 with the CHD.**



CALET 期待される性能(シミュレーション)

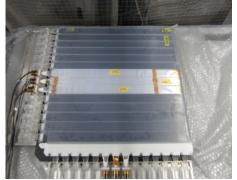


Dec. 13, 2014 ICRR共同利用発表会 10

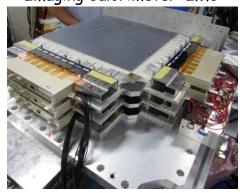


CERN Beam Test using the Structure & Thermal Model (STM)

Charge Detector: CHD



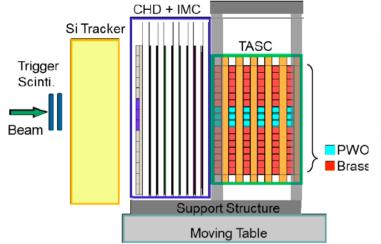
Imaging Calorimeter: IMC



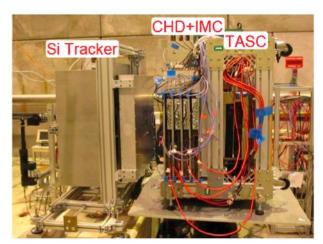
Total Absorption Calorimeter: TASC



Schematic Side View of the Beam Test Model

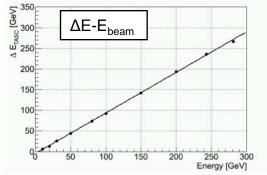


Beam Test Model at CERN SPS H8 Beam Line

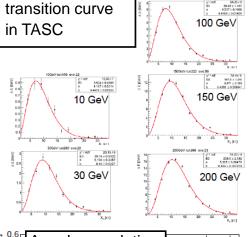


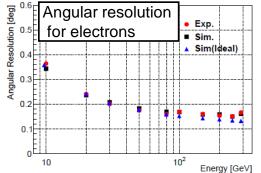
ICRR共同利用発表会

Beam Test Results



Electron shower



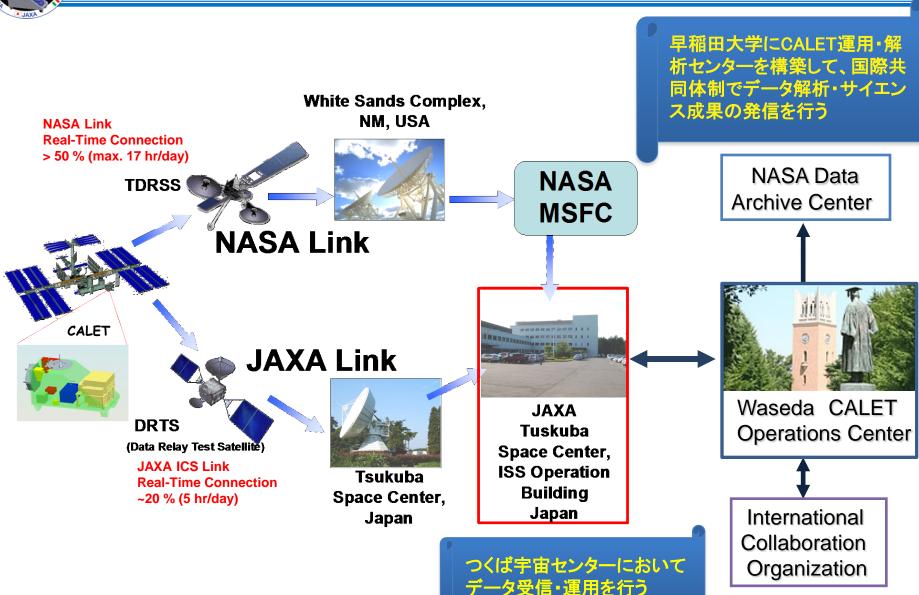




Dec. 13, 2014

データダウンリンクとCALETデータ解析



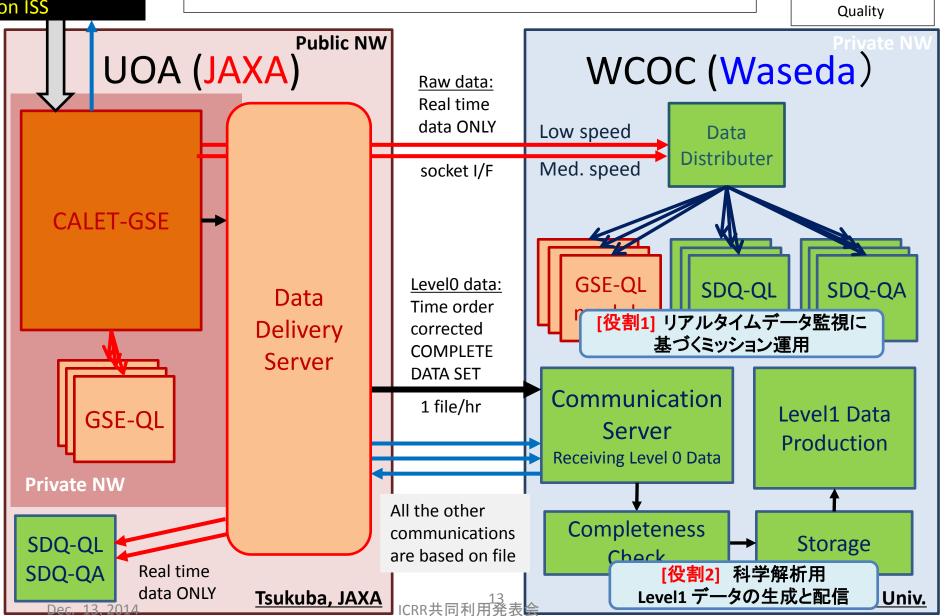


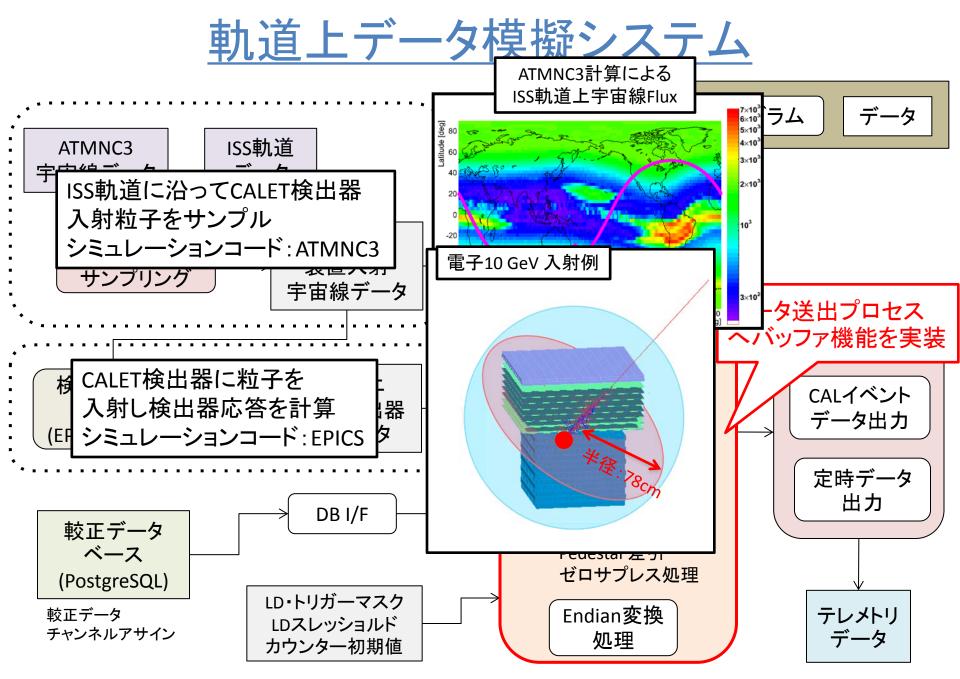


CALET 地上運用システム概要

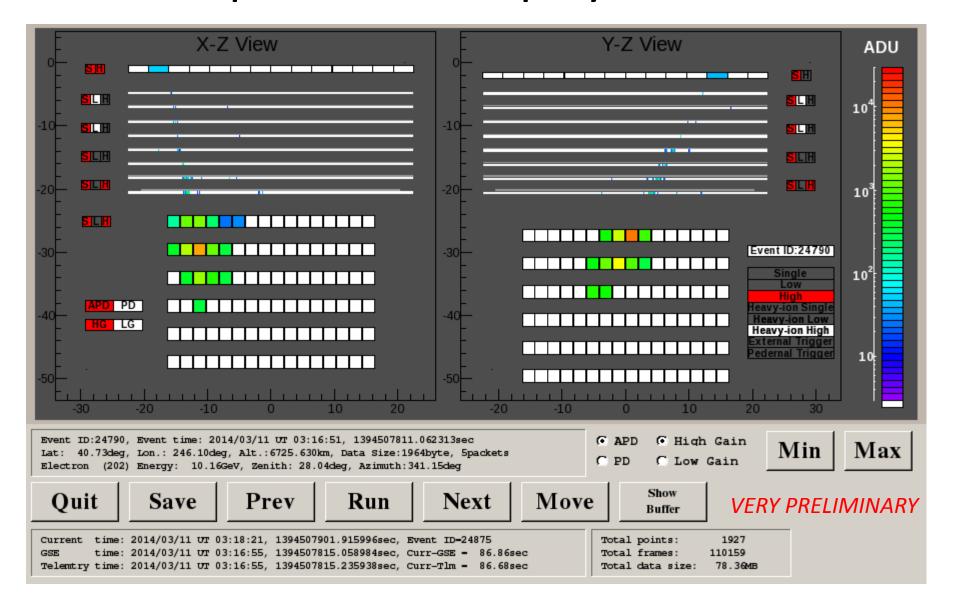
ver. 130726

QL: Quick Look
QA: Quick Analysis
SDQ: Science Data
Quality





QL Example: Event Display [temporary version]



General Alerts of Transients



MSFC/NASA

DRTS

CGBM data

•TH: Timing Histogram

• PH: Pulse height Histogram

GRB triggered data

JAXA Tsukuba SC

CALET Grnd Sys. in UOA

CGBM Data Processing

in

Waseda CALET **Operations Center** (WCOC)



Counterpart search

Further follow up observations in longer EM wavebands



GCN, ATel, Web

•GCN:

Gamma-ray Coordinates Network

• ATel:

Astronomer's Telegram



まとめと予定

- CALETはTeV領域の電子・ガンマ線観測により近傍加速源と暗黒物質の探索を行う ほか、陽子・原子核の観測を1000TeV領域まで実施して宇宙線の加速・伝播機構の 解明を行う。さらに、太陽変動やガンマ線バーストのモニター観測を実施する。
- CALETは、これまでの気球実験(BETS,PPB-BETS)の経験をもとに開発されており、 日本で初めての宇宙空間における高エネルギー宇宙線観測プロジェクトである。
- CALET は、JAXA有人宇宙ミッション本部宇宙環境利用センターと早稲田大学の 共同研究によるプロジェクトであり、神奈川大学を始めとする国内研究機関に加えて、 JAXAが米国NASA及びイタリアASIと協定を結んで、米伊の研究機関が参加して 実施している。
- CALETは、搭載装置(PFM)の製作を終了して、つくば宇宙センターにおいて総合システム 試験(音響、熱真空、EMC、データ送受信)を実施中である。システム試験完了後は、種子 島宇宙センターへの輸送後、HTVに搭載してH-ⅡBロケットで打ち上げる予定。