

CALETIE & SSERELERI

鳥無祥二 他CALETチーム

早稲田大学理工研&先進理工物理 JAXA 宇宙環境利用センター



2015.9.26

日本物理学会秋季大会@大阪市立大学

26pSJ-1



CALET International Collaboration



JAPAN

22 institutions

Aoyama Gakuin University Hirosaki University Ibaraki University Institute for Cosmic Ray Research, University of Tokyo JAXA/Space Environment Utilization Center JAXA / Institute of Aerospace and Astronautical Sciences St. Marianna University, School of Medicine Kanagawa University High Energy Accelerator Research Organization (KEK) Nagoya University National Institute of Radiological Sciences National Institute of Polar Research Nihon University Ritsumeikan University Saitama University Shibaura Institute of Technology Shinshu University Tokiwa University Tokyo Institute of Technology University of Tokyo Waseda University (PI Institute) Yokohama National University



ITALY

5 institutions

University of Siena University of Florence & IFAC (CNR) University of Pisa University of Roma Tor Vergata University of Padova



USA

6 institutions

NASA/GSFC CRESST/NASA/GSFC and University of Maryland CRESST/NASA/GSFC and Universities Space Research Association Louisiana State University Washington University - St Louis University of Denver



2015年9月26日

日本物理学会@大阪市大





The CALorimetric Electron Telescope, CALET, project is a Japan-led international mission for the International Space Station, ISS, in collaboration with Italy and the United States.



The CALET payload is launched by the Japanese carrier, H-II Transfer Vehicle 5 (HTV5) and robotically attached to the port #9 of the Japanese Experiment Module – Exposed Facility (JEM-EF) on the International Space Station.



2015年9月26日



CALET is now on the ISS !





 August 19th: After a successful launch of the Japanese H2-B rocket by the Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA) at 20:50:49 (local time), CALET started its journey from Tanegashima Space Center to the ISS.



2 August 24th: The HTV-5 Transfer Vehicle (HTV-5) is grabbed by the ISS robotic arm.

(4) August 25th: CALET is emplaced on port #9 of the JEM-EF and data communication with the payload is established.



2015年9月26日



日本物理学会@大阪市大

3 August 24th: The HTV-5 docks to the ISS at 19:28 (JSTT).

開発経過と観測スケジュール

	FY2007	FY2008	FY2009	FY2010	FY2011	FY2012	FY2013	FY2014	FY:	2015	FY2016	FY2017	FY2018	FY2019	FY2020
	(H19FY)	(H20FY)	(H21FY)	(H22FY)	(H23FY)	(H24FY)	(H25FY)	(H26FY)	(H2	7FY)	(H28FY)	(H29FY)	(H30FY)	(H31FY)	(H32FY)
マイルストーン	1J/A 1	1 1J	↑ 2J/ ↑ нтv-1	A (技術実証機)				1	IITV-	5				
	▼選定		▼選定	▼Prjチーム	 発足 (2010/ 	12)				₩	定常運用(2	年)	後期運用	¶(TBD)	
CALET開発·運用				▲Prj移行署	」 審査 (2010/7	1 7)				△定	। 常運用移行	l ·審査			
				▲⊿Prj	移行審査 (20	010/10)						△定常	」 常運用終了署	। 審査(後期運	I 【用開始)
	▲MDR					▲ #	」 総括CDR (201	i 2/12)							
							⊿総括CDR	(2013/2)							
							▲⊿総括CDF	#2 (2013/3))						
			▲⊿м	i DR/SRR (200	▲総括P	PDR (2011/8)		▲	開発	已了著	」 昏査				
			≜ S	DR (2010/2)	▲総拮	5PDR F∕U (2	1 2011/10)								
				開発移行審	」 査(2010/3)										
	<	概念検討	討→計画	決定基本設計	 										
MDR:ミッション定義番査 SRR:システム要求審査 SDR:システム定義審査					詳	細設計									
							⊔ 	I -→ FA							
► PDR:基本設計番値 CDR:詳細設計案							製作・	 、、、、、、、、、、、、、、、、、、、、、、、、、、、、、、、、、、、、							
LRR:打上準備完了	_ 「審査]				
										肘場(乍業				

2015年9月26日



The CALET mission will address many of the outstanding questions of High Energy Astrophysics, such as the origin of cosmic rays, the mechanism of CR acceleration and galactic propagation, the existence of dark matter and nearby CR sources.

Science Objectives	Observation Targets
Nearby Cosmic-ray Sources	Electron spectrum into trans-TeV region
Dark Matter	Signatures in electron/gamma energy spectra in the several GeV – 10 TeV range
Cosmic-ray Origin and Acceleration	p-Fe energy spectra up to 10 ¹⁵ eV and trans-iron elements (Z=26-40) at a few GeV
Cosmic-ray Propagation in the Galaxy	B/C ratio above TeV /nucleon
Solar Physics	Electron flux below 10 GeV
Gamma-ray Transients	Gamma-rays and X-rays in the 7 keV - 20 MeV range
2015年9月26日	日本物理学会@大阪市大 6



CALETフライトモデルの構成





日本物理学会@大阪市大



システム機能・性能



仕様・性能の概要

	項目	仕様	備考
主要機能	地上からのコマンド、 テレメトリ機能	JEMOCSを介して地上からコマンド送信による制御、テレメトリ受信 による監視が可能である。	
	ミッション機器の監視、 制御機能	JEMペイロードバス2によりMDCを経由し、各ミッション機器の制御、 監視が可能である。また、ミッション機器に時刻データと姿勢データ を配信できる。	
	safing	Load shedはない(CALETには実装ありだが、JEMにてサポートなし)	
インタフェース 機能	電力インタフェース	JEM-EF:実験用電源 サバイバル電源 待機時 180W以下(スタンバイ)	
	通信インタフェース	低速系(H&S含む):1ch(実験データ20kbps~50kbps,対応CCTは 50kbps設定) 中速系:1ch(300~600kbps:デフォルト600kbps) ビデオ出力:N/A 高速系データ出力:N/A ファイル転送:低速系および中速系ICSリンク(FTPによる)	
	機械的インタフェース	JEM-EF: PIUタイプB-EP取付 EFU # 9(異常時はEFU # 3) JEM-RMS: FRGF接続 HTV:HCAM-P×4、HCSM-P×1	
	熱的インタフェース	受動的熱制御(PTCS)および能動的熱制御(ATCS) サーモスタットによるヒータ制御	
リソース	形状	1850L×800W×1000H mm	
	重量	650kg以下	
	消費電力	650W以下	



CALET Instrument Characteristics



1 TeV electron shower

	CHD (Charge Detector)	IMC (Imaging Calorimeter)	TASC (Total Absorption Calorimeter)
Function	Charge Measurement (Z=1-40)	Arrival Direction, Particle ID	Energy Measurement, Particle ID
Sensor (+ Absorber)	Plastic Scintillator : 14 × 1 layer (x,y) Unit Size: 32mm x 10mm x 450mm	SciFi : 448 x 8 layers (x,y) = 7168 Unit size: 1mm ² x 448 mm Total thickness of Tungsten: 3 X ₀	PWO log: 16 x 6 layers (x,y)= 192 Unit size: 19mm x 20mm x 326mm Total Thickness of PWO: 27 X ₀
Readout	PMT+CSA	64 -anode PMT(HPK) + ASIC	APD/PD+CSA PMT+CSA (for Trigger)@top layer



Calorimeter Flight Components







14 × 1 layer (x,y) = 28 32mm x 10mm x 450mm



448 x 8 layers (x,y) = 7168 1mm² x 448 mm



16 x 6 layers (x,y)= 192 19mm x 20mm x 326mm









CALET/CAL Shower Imaging Capability (Simulation)



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 Expected Performance by Simulations -electrons & gamma-ray -













CALETフライトモデル(MLI無し)



CALETフライトモデル(MLI有り)

種子島宇宙センターでHTV パレットに設置されたCALET



2015年9月26日



Overview of Trigger modes for CALET



(*) In addition to above 3 trigger modes, heavy modes are defined for each of the above trigger mode. They are omitted here for simple explanation.

Auto Trigger (Pedestal/Test Pulse)

- For calibration: ADC offset measurement (Pedestal), FEC's response measurement (Test pulse)

Predominantly, timestamped changes of trigger setting are described in schedule command file. It makes possible to take pedestals, penetrating particles, low energy electrons at high latitude, and other dedicated data in addition to the most important high energy shower data.



- Optimization of observation condition
 - Stable and continuous data taking to accumulate HE electron events is the primary and the most important task of the nominal operation.
 - Need to schedule calibrations runs (pedestal, penetrating p/He)
 - We can think of other trigger mode as long as it does not affect high energy electron data statistics to maximize the outcome
- Every day observation plan
 - realization with schedule command file
 - changing of observation mode





High Energy Shower Trigger (HE)

Trigger mode can be set independently for HE, LE and Single (SI)

1. Trigger Mask

Selects trigger mode for which data acquisition is initiated. (logical OR)

2. LD* Mask

Selects LDs to be required in the coincidence for trigger

3. LD* threshold

Discriminator threshold for each LD is adjustable (for simplicity shown in MIP)

(* LD: Lower Discriminator)

Considering the shower development, large energy deposit is required in the middle of the detector

- •Selects shower events
- •Severely suppress background
- •Realizes large viewing angle



Nominal trigger setting to take electron data above 10 GeV (Trigger efficiency is 95% at 10GeV)



Low Energy Shower Trigger (LE)

Flexible setting of coincidence to be requiis possible with LD mask

1. Trigger Mask

Selects trigger mode for which data acquisition is initiated. (logical OR)

2. LD* Mask

Selects LDs to be required n the coincidence for trigger

3. LD Threshold

Discriminator threshold for each LD is adjustable (for simplicity shown in MIP)

(* LD: Lower Discriminator)

Same as HE, but requiring all LD to generate trigger signal



Example of Trigger Setting



Nominal trigger setting to take electron data above 1 GeV at high latitude (Trigger efficiency is 95% at 1GeV)



Data Downlink Using TDRSS and DRTS



日本物理学会@大阪市大

CALET dataflow from orbit to ground

LOS(20%)



GSE: Ground Support Equipment(地上支援装置)

初期運用フェーズスケジュール (8/19-11/17)

打上後 日数	月日	スケジュール
1	8.19	Launch, Aviation, Docking
6	8.25	MDC Power on, Check-out w/o HV and Test of Operations
34	9.22	Check-out w HV (CGBM⇒ CAL)
47	10.05	Test Observations for 3 days
50	10.08	Calibration and Parameter Setting
62	10.20	Nominal Operations
90	11.17	Minimum Mission Success

- □ Constraint for CAL HV activation to wait 35 days for sufficient vacuum condition
- □ Starting routine observation operations 90 days after launch
- Calibration by protons and other heavy nuclei will be investigated in detail including the dependence of temperature, position and latitude during 2 weeks
- Scheduled to obtain "minimum mission success" observation result in 90days after launch



まとめと予定

- CALETはTeV領域に及ぶ電子・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・伝播機構の包括的な解明を行う。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、JAXAと早稲田大学の共同研究によるプロジェクトである。国際共同ミッションとして、JAXAが米国NASA,イタリアASIと協定を結んで実施している。
- □ つくば宇宙センターにおけるシステム試験終了後、JAXAにおける「開発完了審査」を 経て、種子島宇宙センターへ輸送をおこなった。そして、2015年8月19日にHTV5号 機に搭載しH-IIBロケットですち上げられ、船外実験プラットフォーム#9ポートに設置 された。
- □ 現在つくば宇宙センターユーザ運用エリア(UOA)と早稲田大学CAET Operations Center (WCOC)において、初期運用(チェックアウトフェーズ)を実施している。10月 初旬からサイエンスデータの取得を実施し、90日間の運用でミニマムサクセスを達 成する予定である。その後は、2年間の観測でフルサクセスを達成し、その成果によ り5年間の観測を実現する予定である。