

S3-11

CALETプロジェクト: 「きぼう」曝露部における 高エネルギー宇宙線・ガンマ線観測



鳥居祥二
e-mail: torii.shoji@waseda.jp
早稲田大学

2011/1/6 宇宙科学シンポジウムISAS 1

CALETプロジェクトの経過・現状

- ◆ CALET (CALorimetric Electron Telescope) プロジェクトは、第2期「きぼう」船外実験プラットフォーム (曝露部) 利用ミッションの候補として選定され、2013年のHTVによる打ち上げを目標として、計画フェーズ (planning phase) への進行為承認された。
- ◆ 2010年3月5日に実施された開発移行審査において、CALETプロジェクトは基本設計フェーズ (preliminary design phase) への進行為承認されている。
- ◆ 2010年12月1日にCALETプロジェクトチームが、CALETの開発を促進するため、有人宇宙環境利用ミッション本部・宇宙環境利用センターに設立された。
- ◆ CALETプロジェクトは宇宙環境利用センターと早稲田大学 (をホストする国内外共同研究機関) の共同研究であり、国外では米国 (NASA) とイタリア (ASI) がJAXAとの協定 (LOA) に基づいて参加している。

2

International Collaboration Science Team



Waseda University: S. Torii, K. Kasahara, S. Ozawa, Y. Shimizu, H. Murakami, N. Hasebe, J. Kataoka, K. Mori, Y. Akaoka, T. Suzuki, T. Aiba, M. Nakai, Y. Ueyama, D. Ito, T. Nishida, M. Karube, K. Kondo
JAXA/ISAS: M. Takayanagi, H. Tomida, S. Ueno, J. Nishimura, Y. Saito, H. Fuke, K. Ebisawa, M. Hanyuda
Kanagawa University: Y. Tamura, N. Tateyama, K. Hibino, S. Okuno, T. Yuda
Aoyama Gakuin University: A. Yoshida, K. Yamaoka, T. Katani
Shibaura Institute of Technology: K. Yoshida, A. Kubota, E. Kamioka
ICRR, University of Tokyo: I. Terazawa, M. Takita
Yokohama National University: Y. Katsura, M. Shibata
Hirotsuki University: S. Kurematsu, M. Ichimura
Tokyo Technology Inst.: Y. Tunesada
National Inst. of Radiological Sciences: Y. Uchihori, H. Kitamura
KEK: K. Ioka, N. Kawahara Kanagawa University of Human Services: Y. Komori
Saitama University: K. Mizutani Shinshu University: K. Muneoka
Nihon University: A. Shiomi Ritsumeikan University: M. Mori

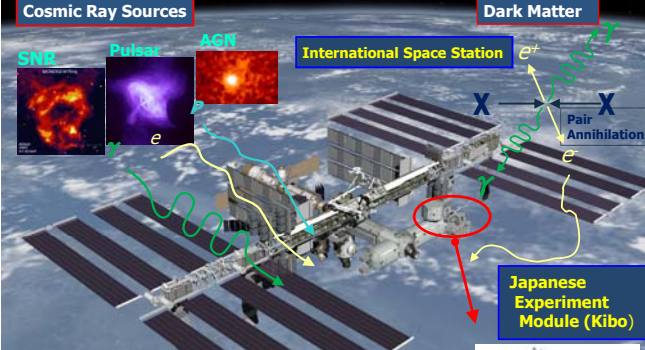


NASA/GSFC: J. W. Mitchell, A. J. Ericson, T. Hama, A. A. Moiseev, J. F. Krizmanic, M. Sasaki (Fermi)
Louisiana State University: M. L. Cherry, T. G. Guzik, J. P. Wefel (ATIC)
Washington University in St. Louis: W. R. Binns, M. H. Israel, H. S. Krawczynski
University of Denver: J. P. Ormes



University of Siena: K. Batkov, M. G. Bagliesi, G. Bigongiari, A. Cidone, R. Ceschi, M. Y. Kim, P. Maestre, P. S. Marrocchi, V. Milicci, R. Zec (AMS, CREAM)
University of Florence and INFN: O. Adriani, L. Bonechi, P. Papini, E. Vanucchi (Pamela)
University of Pisa and INFN: C. Avanzini, T. Latadze, A. Messineo, F. Marsoni
University & INFN Roma Tor Vergata

2011/1/6 宇宙科学シンポジウムISAS 3



Cosmic Ray Sources
SNR, Pulsar, AGN, Dark Matter

International Space Station

Japanese Experiment Module (Kibo)

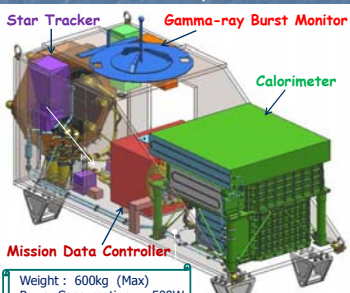
CALorimetric Electron Telescope
A Dedicated Detector for Electron Observation in 1 GeV - 10,000 GeV

CALET

CALET System Design

The CALET mission instrument satisfies the requirements as a standard payload in size, weight, power, telemetry etc. for launching by HTV and for observation at JEM/EF.

CALET Payload



Star Tracker
Gamma-ray Burst Monitor
Calorimeter
Mission Data Controller

Weight: 600kg (Max)
Power Consumption: ~500W

JEM/EF & the CALET Port



Field of View (45 degrees from the zenith)

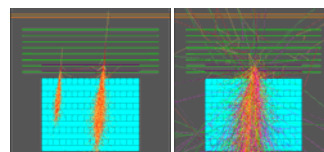
5

CALET Overview

Observation

- Electrons: 1 GeV - 10,000 GeV
- Gamma-rays: 10 GeV - 10,000 GeV (GRB > 1 GeV)
- Gamma-ray Bursts: 7 keV - 20 MeV
- Protons, Heavy Nuclei: several 10 GeV - 10,000 TeV (per particle)
- Solar Particles and Modulated Particles in Solar System: 1 GeV - 10 GeV (Electrons)

Gamma-ray 100 GeV Electron 1 TeV Proton 10 TeV

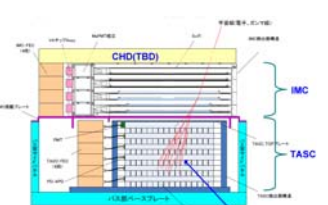


Examples of Simulation Event

Instrument

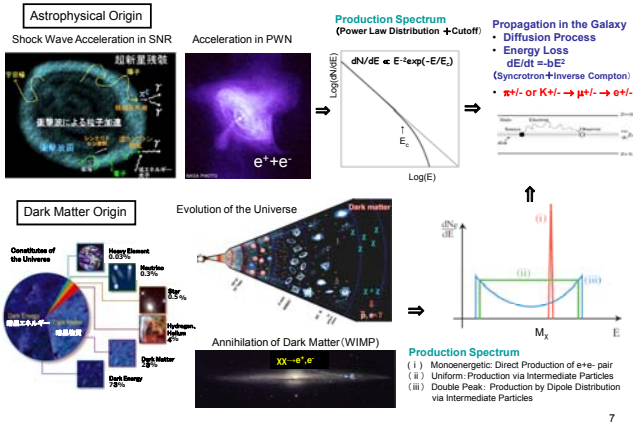
High Energy Electron and Gamma-Ray Telescope Consisted of:

- **Imaging Calorimeter (IMC)** (Arrival Direction, Particle ID)
Total Thickness of Tungsten (W): 3 X₀
Layer Number of Scifi Belts: 8 Layers x 2(X,Y)
- **Total Absorption Calorimeter (TASC)** (Energy Measurement, Particle ID)
PWO: 20mm x 18mm x 326mm
Total Depth of PWO: 27 X₀ (24cm)
- **Charge Detector (CHD)** (Charge Measurement in Z=1-28)
Plastic Scintillator: 32mm x 450mm x 10mm
2 Layers with a coverage of 45 x 45 cm²



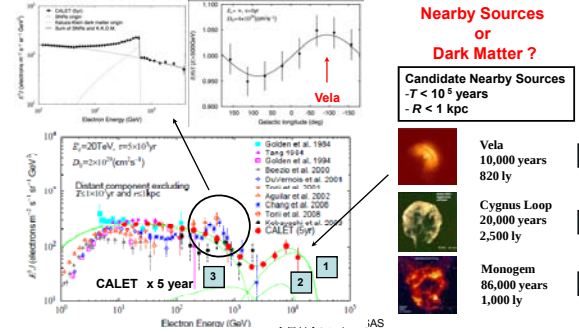
6

Electron & Positron Observation



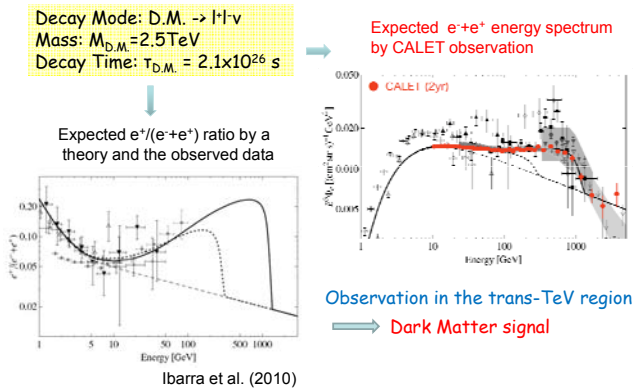
Observations of Electrons (+Positrons) with CALET

- Explore the region beyond 1 TeV of the spectrum with low background (10^5 rejection) and high energy resolution ($\sim 2\%$)
- Accurate spectral shape measurements in the TeV region and of the spectrum down to 1 GeV
- Anisotropy measurements to validate possible evidence of nearby source(s)



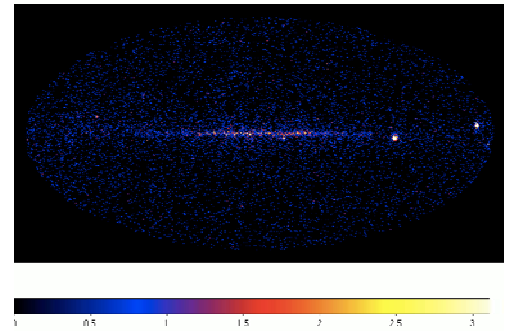
8

Electron and Positron from Dark Matter Decay

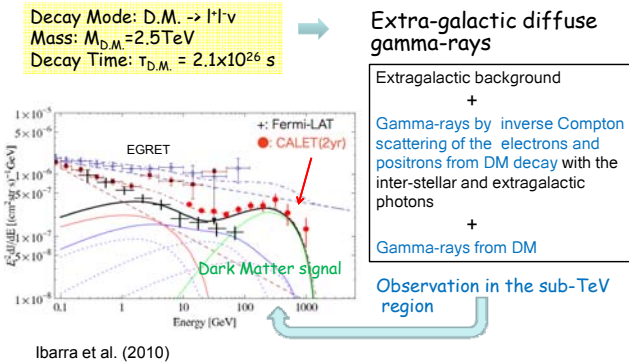


9

Gamma-ray Detection Capability

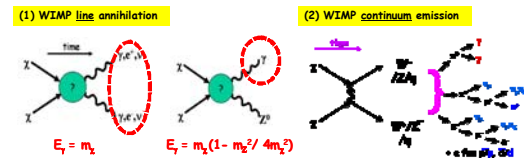


Extragalactic Diffuse Gamma-rays from Dark Matter Decay



11

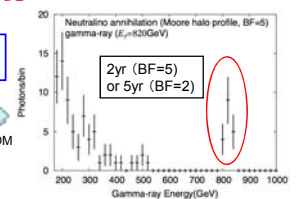
Gamma-ray line from Dark Matter



Excellent energy resolution with CALET
($\sim 2\%: 10 \text{ GeV} \sim 10 \text{ TeV}$)

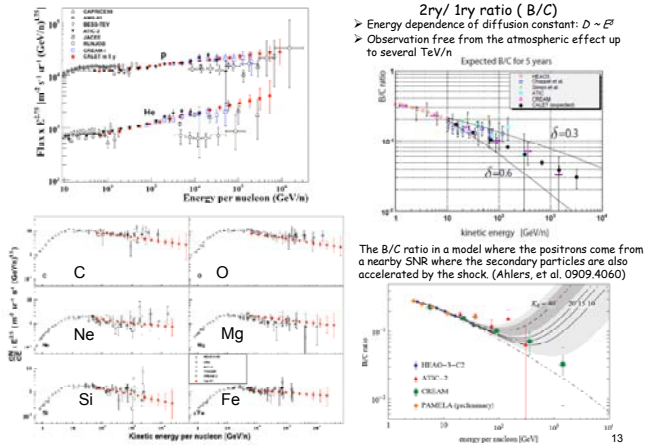
Detection capability of gamma-ray line due to DM annihilation

Expected gamma-ray line for DM ($m=820 \text{ GeV}$) annihilation by CALET observation
(ref. Bergstrom et al. 2001)

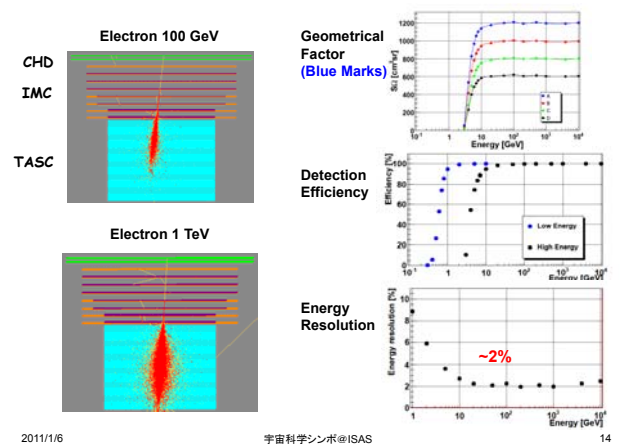


12

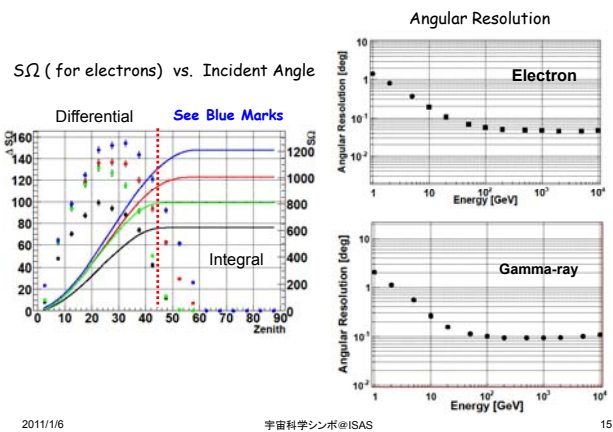
Proton and Nucleus Observation (5years)



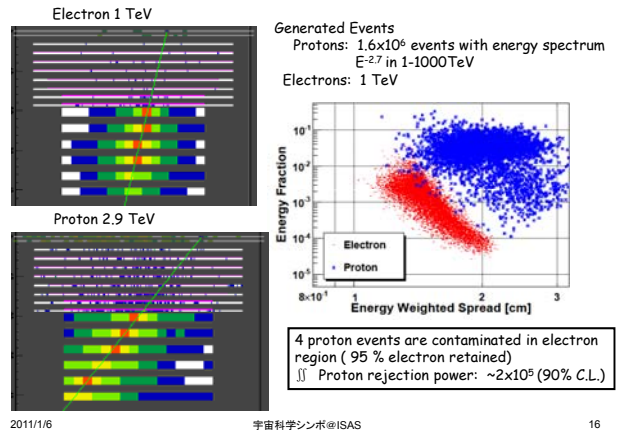
CALET Performance for Electron Observation



CALET Performance for Electron Observation (2)



Proton Rejection Power for 1 TeV Electron



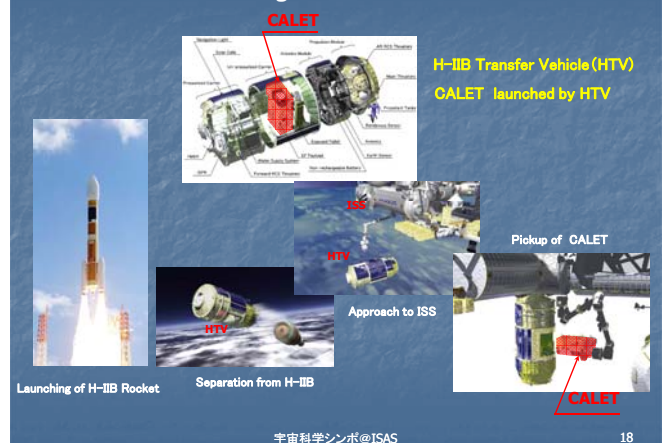
Comparison of Detector Performance for Electrons

CALET is optimized for the electron observation in the tran-TeV region, and the performance is best also in 10-1000 GeV.

Detector	Energy Range (GeV)	Energy Resolution	e/p Selection Power	Key Instrument (Thickness of CAL)	SQT (m ² srday)
PPB-BETS (+BETS)	10 -1000	13% @100 GeV	4000 (> 10 GeV)	IMC : (Lead: 9 X ₀)	~0.42
ATIC1+2 (+ ATIC4)	10 - a few 1000	<3% (>100 GeV)	~10,000	Thick Seg. CAL (BGO: 22 X ₀) + C Targets	3.08
PAMELA	1-700	5% @200 GeV	10 ⁵	Magnet+IMC (W:16 X ₀)	~1.4 (2 years)
FERMI-LAT	20-1,000	5-20 % (20-1000 GeV)	10 ³ -10 ⁴ (20-1000 GeV) Energy dep. GF	Tracker+ACD + Thin Seg. CAL (W:1.5X ₀ +CsI:8.6X ₀)	300@TeV (1 year)
AMS (less capability in PM model)	1-1,000	~2.5% @100 GeV	10 ⁴ (x 10 ² by TRD)	Magnet+IMC +TRD+RICH (Lead: 17X ₀)	~100(?) (1year)
CALET	1-10,000	~2% (>100 GeV)	~10 ⁵	IMC+Thick Seg. CAL (W: 3 X ₀ +PWO: 27 X ₀)	220 (3 years)

17

Launching Procedure of CALET



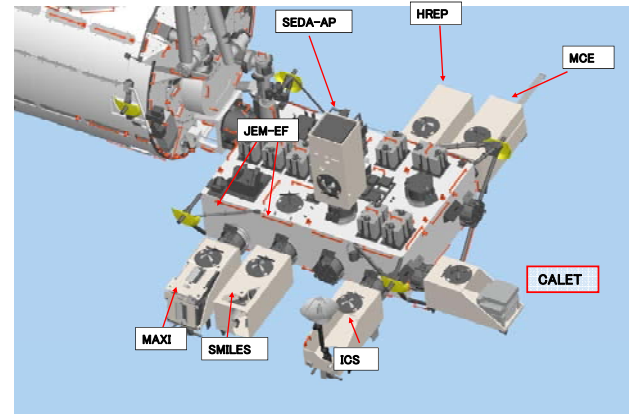
18

Japanese Experiment Module Overview



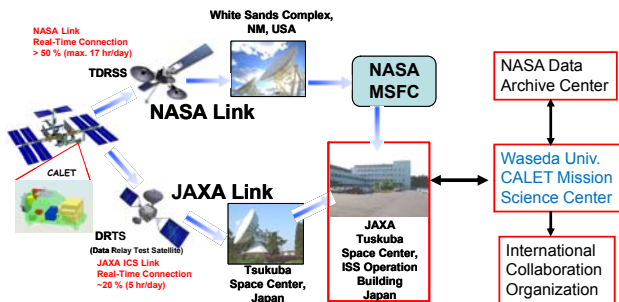
19

Future Plan of JEM/EF (~2013)



20

Concept of Data Downlink



21

まとめ

- 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は日本で初めての宇宙空間における本格的宇宙線観測プロジェクトであり、2013年度内の打ち上げ後5年間の観測により、これまで実現できなかった高精度、高統計な観測を目指している。
- CALETは、JAXA有人宇宙環境利用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であり、宇宙科学研究所の支援を受けている。
- 米国NASAからISSにおける協力としてCALETミッション支援の予算(APRA)が承認されており、イタリアASIとも共同研究の枠組みが構築されている。
- CALETは、現在基本設計フェーズにあり、宇宙環境利用センターのプロジェクトとして順調に開発が進められている。

ポスター発表

- P3-010 CALETによる太陽磁気圏の観測
古森良志子 (神奈川県立大) 他
- P3-011 CALET: シミュレーションによる検出器性能評価
赤池陽水 (早稲田大) 他
- P3-012 CALETによる宇宙線の起源、加速、伝播機構の解明と暗黒物質の探索
吉田健二 (芝浦工大) 他
- P3-013 CALET: ガンマ線バーストモニター (CGBM)
山岡和典 (青学大) 他
- P3-014 CALET: イメージングカロリメータ (IMC) 前置回路
奥野祥二 (神奈川大) 他
- P3-015 CALET: CERN-SPSビーム実験による検出器機能評価
植山良貴 (早稲田大) 他
- P3-016 CALET: 全吸収型カロリメータ (TASC) 読み出しシステム
片寄祐作 (横浜国大工) 他
- P3-017 CALET: 全吸収型カロリメータ (TASC) 前置回路
伊藤大二郎 (早稲田大) 他