

Altas Tecnologías Respaldan a JEM-EUSO



Lentes de Fresnel

Realizando un ancho campo de visión con muy poco peso.

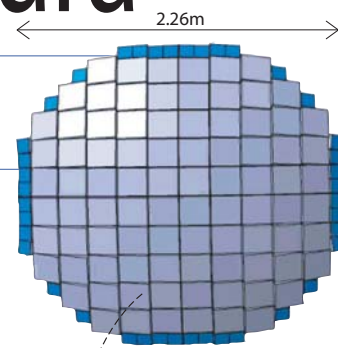
El telescopio JEM-EUSO usará lentes de Fresnel. Una lente de Fresnel es una lente semi-plana que tiene surcos circulares que eliminan la gran masa de un lente cóncavo. Una lente delgada y liviana es necesaria para su uso en el espacio, teniendo las mismas prestaciones ópticas que los gruesos y pesados lentes. JEM-EUSO usa dos lentes de Fresnel curvados y de doble cara de transmisión de luz UV, plásticos y una lente de Fresnel de micro difracción. Este diseño permite la mejor eficiencia para el mayor ángulo de campo de visión. El tamaño de las tres lentes es 2.5m de diámetro, compuesto de una parte central de 1.5m y las lentes anulares circulares exteriores.

Estructura

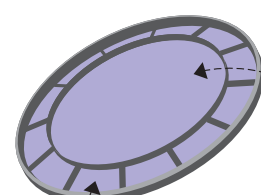
Superficie Focal de Detección

6,000 fotomultiplicadores conforman la superficie focal de detección.

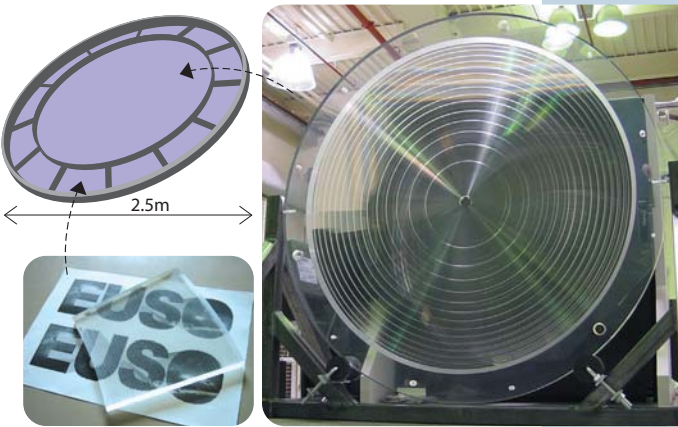
La superficie focal está curvada con un diámetro de 2.26m. Cerca de 6000 fotomultiplicadores multianodo (PMT), de 1 pulgada cuadrada detectan la luz desde diferentes lugares en la atmósfera terrestre. Los PMT más antiguos tienen una eficiencia de detección de 45%. JEM-EUSO y Hamamatsu Photonics han desarrollado conjuntamente PMT's con una eficiencia del 85%.



Superficie Focal
Superficie focal: Consta de 164 módulos, y el número total de PMT es de 5904.



Módulo sensor de luz
Cubre una superficie focal de 2.26m de diámetro con 5904 PMT, cada PMT está compuesto 36 unidades foto sensibles de 6x6.



La configuración de las Lentes centrales y angulares, permite tener el lente mas grande que ha sido fabricado para un solo equipo.

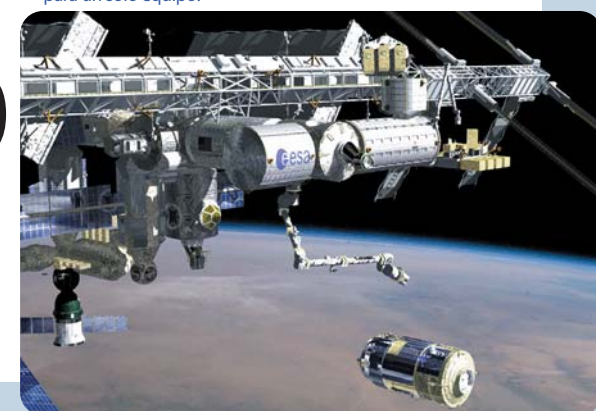


Fotomultiplicadores
La superficie de los PMT tiene un área efectiva de 85%, con píxeles 6x6 con un área total de 26.2 mm cuadrados.

Lanzamiento

El Vehículo de transferencia para la estación espacial internacional de JAXA (HTV) llevará a JEM-EUSO.

El HTV será lanzado por un cohete H-IIB (JAXA) y llevará a JEM-EUSO a la ISS. Los brazos robóticos de la ISS desplegarán a JEM-EUSO en el módulo JEM "Kibo".



Vehículo de transferencia de estación espacial (HTV) acercándose a ISS ©JAXA

Comparación de JEM-EUSO con grandes observatorios terrestres

	AGASA	HiRes	Auger	Arreglos de Telescopio	JEM-EUSO
Organización	Universidad de Tokyo	Universidad de Utah	Consorcio Internacional	Universidad de Tokyo y Universidad de Utah	Consorcio Internacional
Ubicación	Yamanashi, Japan	Utah, USA	Argentina	Utah, USA	Estación Espacial Internacional
Tipo de Detectores	Detectores terrestres	Telescopio terrestre de fluorescencia	Detectores terrestres + Telescopio terrestre de fluorescencia	Detectores terrestres + Telescopio terrestre de fluorescencia	Telescopio Espacial de fluorescencia
Periodo de Operaciones	1990-2004	1997-2006	2005 -	2007 -	Lanzamiento esperado en 2013
Apertura Efectiva (km ² -sr)	150	500	7000	760	125000
Eventos detectados de ultra-alta energía (No./año)	1	0	50 deseados, 3 observados.	10 (esperados)	350 - 1700 (esperados)

Operación de la Misión JEM-EUSO

Altitud	Alrededor de 400km	Número de píxeles de la superficie focal	Alrededor de 0.2 millones
Latitud y longitud de observación	N51° - S51° x para todas las longitudes	Resolución de tierra	Alrededor de 0.8 km
Campo de Visión	60°	Ciclo de servicio	12-25%
Apertura (tamaño terrestre)	0.2 millones Km ²	Duración de la Misión	3 (+2) años
Diámetro del telescopio	2.5m	Masa total	~1.9 ton
Sistema óptico	Dos lentes dobles de fresnel y lentes de fresnel de alta precisión	Uso de potencia	< 1kW

Colaboración Internacional



Japón

RIKEN Konan Univ. Fukui Tech. Univ. Aoyama Gakuin Univ. Saitama Univ. NIRS Univ. Tokyo Tohoku Univ. ICRR, Univ. Tokyo KEK Chiba Univ. NAOJ ISAS/JAXA Kanazawa Univ. Nagoya Univ. STE Lab., Nagoya Univ. Yukawa Inst., Kyoto Univ. Kyoto Univ. Kobe Univ. Kinki Univ. Hiroshima Univ. Hokkaido Univ. Tokyo Inst. Tech.



USA

NASA/MSFC UAH LBL, UCB UCLA Vanderbilt Univ. Univ. Arizona.



Francia

APC-Paris 7 LAL, IN2P3-CNRS



Alemania

MPI Munich Univ. Tuebingen MPI Bonn Univ. Erlangen LMU&MPQ



Italia

Univ. Florence INOA/CNR Univ. Naples IASF-PA/INAF Univ. Palermo IFSI-TO/INAF Univ. Rome "Tor Vergata" INFN Univ. Turin



México

ICN-UNAM BUAP UMSNH



República de Corea

Ehwa W. Univ. Yonsei Univ.



Rusia

SINP MSU Dubna JINR



Suiza

Neuchatel, CSEM IACETH



España

Univ. Alcalá



Polonia

IPJ Podlasie Univ. Kielce Univ. Jagiellonian Univ.



Eslovaquia

Inst. Experimental Physics, KOSICE

Colaboración de JEM-EUSO

Computational Astrophysics Laboratory, RIKEN

2-1 Hirosawa, Wako, Saitama 351 -0198 Japan

Tel : +81-48-467-9417 Fax : +81-48-467-4078

E-mail : jem-euso-staff@riken.jp URL : http://jemeuso.riken.jp/



Nueva Astronomía utilizando la Atmósfera Terrestre como Observatorio Gigante
Observatorio espacial del universo extremo a bordo del módulo experimental Japonés

JEM-EUSO

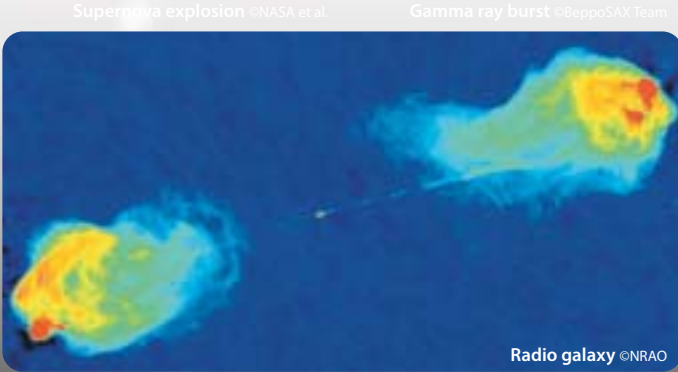
Génesis



Las más altas energías observadas en el mundo, por encima de 10^{20} eV.

Miles de partículas cargadas llegan a la tierra a razón de 1 por m² cada segundo. Son llamadas rayos cósmicos. Su flujo decrece cuando aumenta su energía. Se cree que los rayos cósmicos de energías superiores a 4×10^{19} eV son suprimidos por las pérdidas debido a colisiones con los fotones de la radiación de fondo microondas al viajar por el universo.

Tras el descubrimiento de un rayo cósmico de energía mayor que 10^{20} eV en 1962 por Linsley, una docena más de eventos fueron observados en la década de 1990 por el observatorio AGASA (Akeno-Giant-Air-Shower-Array) de la universidad de Tokio y el experimento Fly's Eye/Hi-Res de la universidad de Utah. El origen de las partículas de más altas energías es hasta ahora desconocido. $*(10^{20}$ eV; 16 Joules de energía pueden calentar 1 cc de agua cerca de 4 °C)



Entre las posibles fuentes candidatas capaces de acelerar partículas a ultra alta energía se podrían incluir objetos desconocidos.



Pulsar ©NASA et al.

(Observatorio Espacial de Universo Extremo a bordo del Módulo Experimental Japonés "Kibo" (JEM))
JEM-EUSO



Estación Espacial Internacional (ISS)

Módulo Experimental Japonés "Kibo" (JEM)

JEM-USO se desplegará en "KIBO" (JEM) de ISS, orbitando la tierra cada 90 minutos aproximadamente a 400 km de altitud.

Observa

Captura luz ultravioleta de una lluvia cósmica

Los rayos cósmicos que impactan la tierra colisionan con los núcleos de las moléculas de la atmósfera y genera numerosos electrones, mesones y rayos gamma. Las partículas secundarias producen una nueva generación de partículas, a través de su paso en la atmósfera. Al rastro completo que deja a su paso se le llama "cascada atmosférica". Un evento cósmico de alta energía a 10^{20} eV genera 100 billones de partículas, que caen al suelo en un radio de 3 km.

Un electrón en una cascada atmosférica excita las moléculas de nitrógeno en la atmósfera, y estas instantáneamente emiten numerosos fotones de fluorescencia ultravioleta a lo largo de su paso. JEM-EUSO captura esta luz remotamente, y toma imágenes del rastro de la cascada cada varios microsegundos como una cámara digital de velocidad extremadamente alta. El incremento y decaimiento de la intensidad de luz a lo largo de una cascada descendiente registra la energía y la dirección de llegada del rayo cósmico.

Rompecabezas

¿Está limitada la teoría de la relatividad? ¿Existen objetos y mecanismos desconocidos?

La supresión de las partículas de las más altas energías fue teóricamente predicha por Greisen, Zatsepin y Kuz'min (supresión GZK) basándose en el hecho de que el universo está cubierto por el fondo cósmico de microondas (CMB), la mayoría proveniente del Big-Bang. Los rayos cósmicos de alta energía colisionan con el CMB y pierden energía tras recorrer 150 millones de años luz (50 Mega parsec), hasta que su energía es reducida a 4×10^{19} eV (hasta ahora la teoría de relatividad especial de Einstein es válida a cualquier energía y en cualquier lugar del universo).

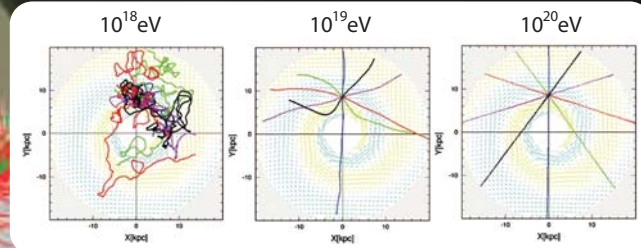
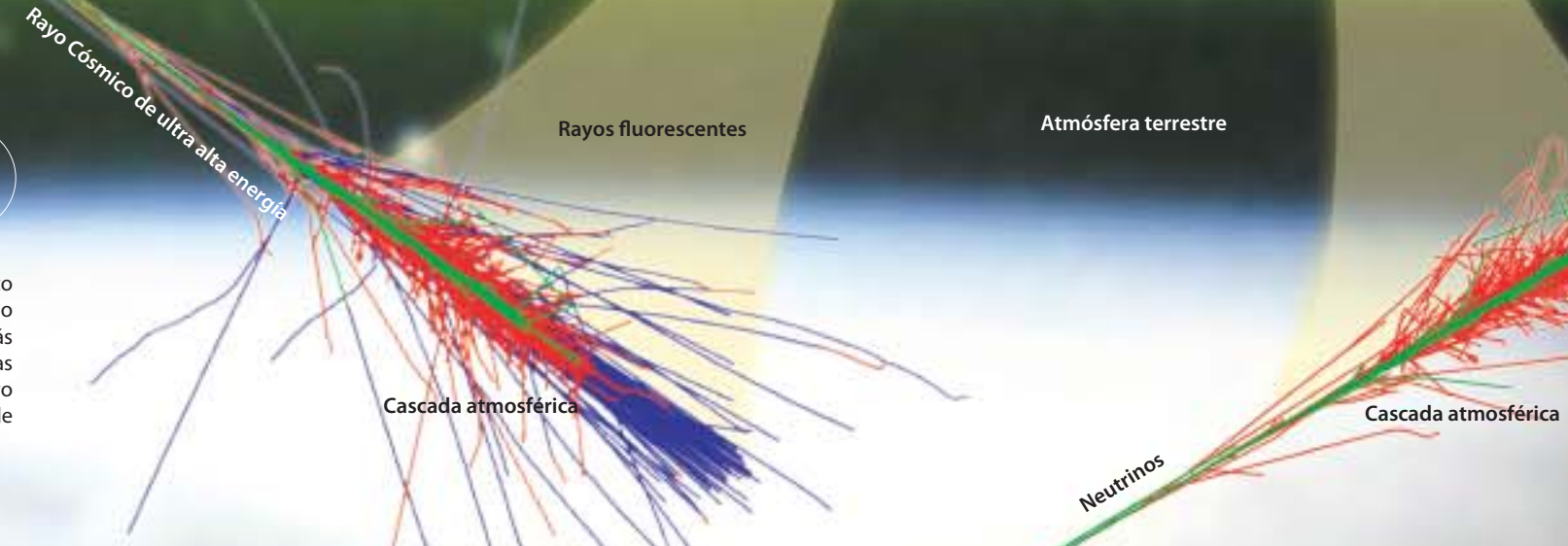
El hecho que partículas con energía significativamente por encima de la supresión GZK hayan sido observadas desafía nuestro conocimiento de física y astrofísica. Puede que haya fuentes de partículas de las más altas energías cerca de nuestra galaxia (alrededor de 50 Mpc). Estas fuentes pueden ser las bien conocidas galaxias más luminosas. (Centaur-A y Virgo M-87), o pueden ser objetos desconocidos. En el caso de que ninguno de los eventos apunte a un objeto conocido, puede tener un origen extraño más allá de la relatividad especial (nuevos objetos o mecanismos de aceleración desconocidos).

Espacio

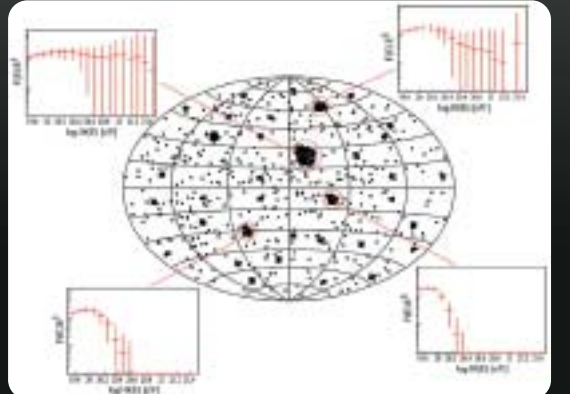
Observando la tierra desde la estación espacial internacional

JEM-EUSO ha sido planeado para resolver la cuestión sobre la supresión-GZK y para identificar el origen astronómico de estas partículas. JEM-EUSO puede detectar 1000 partículas por encima de 7×10^{19} eV en una misión de 3 años. La energía y su dirección serán medidas con exactitud para aclarar el origen de las partículas de las más altas energías. El módulo experimental Japonés (JEM Japan Experiment Module) en la estación espacial internacional albergará a JEM-EUSO. Este telescopio astronómico no está dirigido al universo, en lugar de eso observa hacia la

superficie de la tierra. Mientras que un observatorio astronómico contempla al universo desde la tierra, JEM-EUSO observa el universo mirando a la tierra, ya que la atmósfera terrestre es el detector más grande empleado en nuestra búsqueda para entender el origen de estas partículas elusivas que provienen del universo. JEM-EUSO es un nuevo tipo de observatorio astronómico, llamado telescopio astronómico de observación terrestre.



Partículas cargadas con bajas energías son desviadas por el campo magnético, pero aquellas con una energía por encima de 10^{19} eV viajan a lo largo de toda la trayectoria con baja influencia de los campos magnéticos, de este modo mantiene la información de dirección de origen.

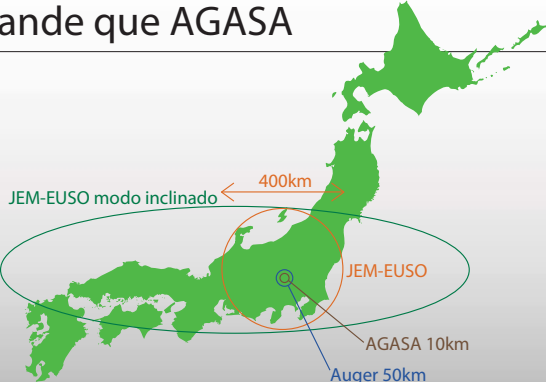


Dirección esperada del origen de las partículas de ultra alta energía (1000 eventos con JEM-EUSO). Múltiples grupos de eventos juntos, pueden indicar su posible origen

Avance

La apertura de JEM-EUSO es 1000 veces más grande que AGASA

Una gran área de observación es necesaria para detectar los extraños eventos de las más altas energías. El instituto de investigación de rayos cósmicos de la Universidad de Tokio ha construido un experimento que consiste en una red de Telescopios, con un área de 760 km², en Utah, USA, el sucesor de AGASA. El más grande actualmente funcionando, con un área de 3500 km², comenzó en el 2005 en Argentina, es el Observatorio Pierre Auger. (Pierre Auger fue un científico francés, el primero en descubrir las cascadas atmosféricas, hace 70 años). Los observatorios situados en la superficie están limitados a observar el hemisferio norte o sur, pero no ambos.



Los detectores de estos observatorios han casi alcanzado la extensión máxima posible en la tierra. Un observatorio espacial para detección remota, JEM-EUSO, da un gran paso en el área de observación, desde 100,000 a 500,000 km² (más de 1000 veces AGASA) teniendo una posición privilegiada a 400 km en el cielo y con un ancho campo de visión de 60°. La estación espacial vuela sobre ambos hemisferios, norte y sur. Una observación uniforme de todo el cielo por un solo detector, nos permitirá buscar correlaciones con todos los objetos conocidos.

Retos

Resultados desde el telescopio espacial JEM-EUSO

Astronomía por partículas cargadas en el universo

Las partículas cargadas de bajas energías son desviadas por los campos magnéticos en el espacio galáctico e intergaláctico. La información direccional de su origen se pierde. Sin embargo, las partículas de las más altas energías son poco desviadas, y por eso retienen la dirección a su origen. De esta forma, las partículas de las más altas energías son útiles como mensajeros cósmicos para astronomía, junto con la luz visible, rayos x, y la luz infrarroja.

Para explicar el origen de las partículas de tan alta energía, varios candidatos han sido propuestos, estos incluyen supernovas, rayos-gamma, ráfagas, núcleos de galaxias activas, pulsares, y recientemente colisiones de radio galaxias y sus agujeros negros súper-masivos centrales. La mayoría de estos son sin embargo, incapaces de acelerar partículas más allá de 10^{20} eV por los mecanismos conocidos. Existe consenso de que debe haber algún mecanismo desconocido de aceleración o bien estas deben provenir de un mecanismo de otro tipo que no sea de aceleración.

Exploración de neutrinos a las más altas energías

Los neutrinos rara vez interactúan con la materia y no están sujetos al corte GZK. Ningún neutrino a tan altas energías ha sido observado hasta hoy debido al bajo rendimiento con la limitante de la masa del detector. Neutrinos de ultra alta energía serán observables con JEM-EUSO ya que la atmósfera terrestre nos da una masa de detección suficientemente grande para detectar unos pocos eventos por año.

Frontera energética – más allá de la física del LHC

El acelerador de partículas más grande construido por el hombre, El LHC (Large Hadron Collider), comenzó a funcionar en el 2008. Puede generar partículas de altas energías para experimentar con la física fundamental. Los rayos cósmicos de las más altas energías descubiertos hasta ahora tienen energías de laboratorio que son de 3 órdenes de magnitud más altas. Las partículas estudiadas por JEM-EUSO son por tanto las más energéticas que conocemos y son la frontera de la física fundamental.

Monitorrear la iluminación de la atmósfera para todo el planeta

JEM-EUSO puede detectar eventos de iluminación transitorios en el cielo nocturno: ejemplos de estos son descargas eléctricas, meteoritos, o resplandor del aire. Las descargas eléctricas ocurren entre las nubes y la tierra. Algunos de los eventos más asombrosos de iluminación son las descargas de gran escala en lo alto de la atmósfera, llamadas Blue-jets, sprites, y emisiones de luz y perturbaciones de muy baja frecuencia causados por fuentes de pulso electromagnético. Estos eventos salen de las nubes hacia el espacio exterior. La frecuencia y en donde ocurren será monitoreado, para ayudar a la exploración de las causas de estos fenómenos. Los meteoritos son sólidos pequeños del espacio que llegan a la atmósfera terrestre. Observaciones de su tamaño y espectro de fluorescencia nos enseñarán acerca de su asteroide madre, y otras fuentes en el sistema solar.



Una descarga interesante: Fenómeno de dispersión zanahoria. Photo provided by Koji Ito (Suginami-ku, Tokyo).

JEM-EUSO en la estación espacial internacional, explora el origen de las partículas de más alta energía en el universo.

Atmósfera terrestre fotografiada desde el Transbordador Espacial de la NASA.