

Nuestra visión más profunda del cielo en rayos X

El telescopio eROSITA ha proporcionado una nueva y nítida vista de los procesos energéticos y potentes de todo el Universo.

El telescopio de rayos X eROSITA, el cual está montado en el observatorio espacial SRG, terminó su primer escaneo completo del cielo en 182 días. Este nuevo mapa del universo energético contiene más de un millón de objetos, lo que representa aproximadamente el doble de fuentes de rayos X que se han descubierto en los últimos 60 años de la historia de la astronomía de este tipo de emisión.

La mayoría de las nuevas fuentes son núcleos activos de galaxias que se encuentran a distancias cosmológicas de la Tierra, y muestran el crecimiento de agujeros negros gigantes a lo largo del tiempo cósmico. Los cúmulos de galaxias en este nuevo mapa se utilizarán para investigar el crecimiento de las estructuras cósmicas y restringir los parámetros cosmológicos.

Más cerca de nuestro planeta, las coronas de las estrellas que tienen muy alta temperatura, las estrellas binarias y los restos de supernova salpican nuestra Galaxia, y ahora tenemos un mapa completo de los bariones con alta temperatura en la Vía Láctea. Esto ha sido posible gracias a la vista de 360 grados proporcionada por el rastreo de eROSITA.

Un millón de fuentes de rayos X que revelan la naturaleza del universo a altas temperaturas: es la impresionante cosecha del primer escaneo de todo el cielo con el telescopio eROSITA. “Esta imagen de todo el firmamento cambia por completo la forma en que vemos el universo energético; vemos una gran cantidad de detalles, la belleza de las imágenes es realmente impresionante”, señaló Peter Predehl, investigador principal de eROSITA en el Instituto Max Planck de Física Extraterrestre (MPE).

La primera imagen completa del cielo tomada por eROSITA es aproximadamente cuatro veces más profunda que la anterior, la cual fue obtenida con el telescopio ROSAT hace 30 años. Asimismo, ha revelado aproximadamente 10 veces más objetos, lo cual representa la misma cantidad de fuentes que han sido descubiertas por todos los telescopios anteriores de rayos X combinados.

Aunque la mayoría de los objetos astronómicos emiten rayos X, el universo de altas temperaturas y energético se ve bastante diferente al que se observa por los telescopios ópticos o de radio. Afuera de nuestra galaxia, la Vía Láctea y la mayoría de los objetos observados y detectados por eROSITA son núcleos activos de galaxias, agujeros negros supermasivos a distancias cosmológicas, y cúmulos de galaxias que aparecen como manchas extensas muy brillantes y cuya emisión en rayos X se debe al gas caliente confinado en los halos de materia oscura que conforman el cúmulo.

La imagen del cielo completo revela con gran detalle la estructura del gas caliente en la propia Vía Láctea y el medio circungaláctico que la rodea. El estudio de estos objetos es crucial para comprender la historia de la formación de nuestra galaxia. El mapa de rayos X de eROSITA también revela estrellas con fuertes coronas calientes magnéticamente activas, estrellas binarias de rayos X que contienen estrellas de neutrones, agujeros negros o enanas blancas y espectaculares restos de supernovas en nuestras galaxias y otras galaxias cercanas, como las nubes de Magallanes.

“Todos esperábamos con impaciencia el primer mapa de eROSITA, ya se han escaneado grandes áreas del cielo en muchas otras longitudes de onda y ahora tenemos los datos en rayos X para igualarlas. Necesitamos estos otros estudios para identificar las fuentes de rayos X y entender su naturaleza”, explicó Mara Salvato, científica del MPE, quien dirige el esfuerzo de combinar los datos de eROSITA con otros telescopios que observan otras partes del espectro electromagnético. Agregó que el estudio

es un tesoro de fenómenos raros y exóticos, tales como diversos tipos de objetos transitorios y variables, por ejemplo, las llamaradas de objetos compactos, la fusión de estrellas de neutrones y las estrellas tragadas por agujeros negros. "eROSITA a menudo ve explosiones inesperadas de rayos X en el cielo. Necesitamos alertar a los telescopios terrestres inmediatamente para comprender qué los está produciendo".

Crear la imagen de todo el cielo ha sido una tarea gigantesca. Hasta ahora, el equipo de operaciones ha recibido y procesado alrededor de 165 GB de datos obtenidos por las siete cámaras de eROSITA. Aunque esta cantidad de datos es relativamente pequeña para los estándares de grandes datos que se manejan en tierra, operar este instrumento en el espacio ha proporcionado sus propios desafíos complejos.

"Diariamente, monitoreamos y controlamos la salud del instrumento, en cooperación con nuestros colegas en Moscú que son los que operan la misión SRG, lo que significa que podemos responder rápidamente a cualquier anomalía. Gracias a esto, hemos sido capaz de reaccionar a éstas de inmediato para mantener el instrumento sano y seguro, lo cual nos ha permitido obtener los datos con una eficiencia de ~ 97%", explicó Miriam Ramos-Ceja, miembro del equipo de operaciones de eROSITA en el MPE. "¡Es increíble poder comunicarnos en tiempo real con un instrumento que está situado a 1.5 millones de kilómetros de la Tierra! Los datos recogidos por eROSITA se bajan a diario; el equipo inmediatamente realiza controles de calidad de los datos, antes de que los equipos en Alemania y Rusia los procesen y analicen", agregó.

Mientras el equipo analiza el primer mapa de todo el cielo y utiliza las imágenes y los catálogos para profundizar nuestra comprensión de la cosmología y los procesos astrofísicos de altas energías, el telescopio eROSITA continúa su escaneo del cielo en rayos X. "El observatorio SRG ha comenzado su segundo rastreo de todo el cielo, que se completará a finales de este año. En general, durante los próximos 3.5 años planeamos obtener siete mapas similares. Su sensibilidad combinada será mejor por un factor de cinco y será utilizada por astrofísicos y cosmólogos durante décadas", indicó Rashid Sunyaev, científico principal del equipo ruso de SRG.

Kirpal Nandra, jefe del grupo de astrofísica de altas energías del MPE, subrayó: "con un millón de objetos en sólo seis meses, eROSITA ya ha revolucionado la astronomía de rayos X, pero esto es sólo una muestra de lo que está por venir. Esta combinación de área y profundidad del cielo es transformadora; estamos muestreando un volumen cosmológico del Universo a altas temperaturas mucho más grande de lo que ha sido posible hasta ahora. En los próximos años, seremos capaces de explorar aún más lejos, hasta donde las primeras estructuras cósmicas gigantes y los agujeros negros supermasivos se formaron."

Más información:

El 11 de junio de 2020, el telescopio eROSITA completó su primer escaneo de todo el cielo en rayos X. Fue lanzado el 13 de julio de 2019 a bordo de la misión espacial SRG y ahora orbita el segundo punto de Lagrange del sistema Tierra-Sol.

El telescopio opera en modo de escaneo continuo. Durante el primer escaneo de todo el cielo, cada punto del cielo fue expuesto al telescopio eROSITA por una duración promedio de 150-200 segundos. Las regiones cercanas a los polos eclípticos donde se intersectan los grandes círculos trazados por el telescopio en el cielo, fueron observadas repetidamente, acumulando exposiciones de hasta unas pocas horas. SRG continuará escaneando el cielo durante tres años y medio más con eROSITA realizando siete escaneos más de todo el cielo en el proceso.

eROSITA es el principal instrumento a bordo de SRG, una misión científica conjunta ruso-alemana apoyada por la Agencia Espacial Rusa (Roskosmos), por parte de la Academia de Ciencias de Rusia representada por su Instituto de Investigación Espacial (IKI) y el Centro Aeroespacial Alemán (DLR por

sus siglas en alemán). La misión espacial SRG fue construida por Lavochkin Association (NPOL) y sus subcontratistas, y es operada por NPOL con el apoyo del Instituto Max-Planck de Física Extraterrestre (MPE).

El desarrollo y construcción del instrumento de rayos X eROSITA fue dirigido por el Instituto Max Planck de Física Extraterrestre (MPE), con contribuciones del Observatorio Dr. Karl Remeis Bamberg, el Observatorio de la Universidad de Hamburgo, el Instituto Leibniz de Astrofísica Potsdam (AIP) y el Instituto de Astronomía y Astrofísica de la Universidad de Tübingen, con el apoyo de DLR y la Sociedad Max Planck. El Instituto Argelander de Astronomía de la Universidad de Bonn y la Ludwig-Maximilians – Universidad de Munich también participaron en la preparación científica para eROSITA.

Los datos de eROSITA que se muestran aquí se procesaron utilizando el sistema de software eSASS desarrollado por el consorcio alemán eROSITA.

Contactos

Dr. Andrea Merloni

Instituto Max Planck de Física Extraterrestre

Tel: +49 (0) 89 30000-3893

Correo electrónico: am@mpe.mpg.de

Dr. Peter Predehl

Instituto Max Planck de Física Extraterrestre

Tel: +49 (0) 89 30000-3505

Móvil +4915112113639

Correo electrónico: ppredehl@mpe.mpg.de

Prof. Dr. Kirpal Nandra

Instituto Max Planck de Física Extraterrestre

Tel: +49 (0) 89 30000-3401

Correo electrónico: knandra@mpe.mpg.de

Para imágenes y subtítulos, consulte la página web de MPE:

<http://www.mpe.mpg.de/7461761/news20200619>

Kit de imágenes para la prensa

1 Todo el cielo

El universo energético visto con el telescopio de rayos X eROSITA.

El primer rastreo de todo el cielo por eROSITA se realizó durante un período de seis meses. Esto se logró al dejar que el telescopio rotara continuamente, lo que proporcionó una exposición uniforme de aproximadamente 150-200 segundos sobre la mayor parte del cielo, con los polos eclípticos siendo escaneados más profundamente.

A medida que eROSITA escanea el cielo, la energía de los fotones recolectados se mide con una precisión que oscila entre el 2% y el 6%. Para generar esta imagen, el cielo se proyecta sobre una elipse con el centro en la Vía Láctea en el medio y el cuerpo de la Galaxia se extiende horizontalmente (la llamada proyección Aitoff), y los fotones han sido codificados por colores según su energía (rojo para las energías 0.3-0.6keV, verde para 0.6-1keV, azul para 1-2.3keV).

La imagen original, con una resolución de aproximadamente 10 segundos de arco y un rango dinámico correspondiente de más de mil millones, se suavizó (con una Gaussiana de FWHM igual a 10 minutos de arco).

El resplandor rojo difuso que se aleja del plano galáctico es la emisión del gas caliente en la vecindad del Sistema Solar (la llamada Burbuja Local). A lo largo del plano, el polvo y el gas absorben los fotones de rayos X de menor energía, de modo que sólo se pueden ver las fuentes emisoras de alta energía, y su color aparece azul en la imagen. El gas más caliente cerca del centro galáctico, que se muestra en verde y amarillo, lleva impresa la historia de los procesos más enérgicos en la vida de la Vía Láctea, tales como explosiones de supernovas, que expulsan gas fuera del plano.

Atravesando este turbulento, caliente y difuso medio, hay cientos de miles de fuentes de rayos X, que aparecen en su mayoría blancas en la imagen, y que están uniformemente distribuidas en el cielo. Entre ellas, los distantes núcleos activos de galaxias (incluidos algunos que emitieron su luz en un momento en que el Universo tenía menos de una décima parte de su edad actual) son visibles como fuentes puntuales, mientras que los cúmulos de galaxias se revelan como nebulosidades de rayos X extendidas.

En total, cerca de un millón de fuentes de rayos X han sido detectadas en la imagen de eROSITA, un tesoro escondido que mantendrá a los equipos científicos ocupados durante los próximos años.

© Jeremy Sanders , Hermann Brunner y el equipo eSASS (MPE); Eugene Churazov , Marat Gilfano (en nombre de IKI)

2 Restos de supernova de Vela y Puppis

Debido a su tamaño y a su cercanía a la Tierra, el "remanente de supernova Vela" que se muestra en esta imagen es uno de los objetos más prominentes del cielo de rayos X.

La supernova Vela explotó hace unos 12 mil años y se encuentra a una distancia de 800 años luz. Se superpone con al menos otros dos remanentes de supernovas: Vela Junior (en la imagen vista como un anillo azulado en la parte inferior izquierda) y Puppis-A (arriba a la derecha).

El Vela Junior fue descubierto hace sólo 20 años. Este objeto está tan cerca de la Tierra que restos de esta explosión se encontraron en los núcleos de hielo polar.

Las tres explosiones de supernovas produjeron tanto los remanentes de supernovas de rayos X como las estrellas de neutrones, que son las fuentes puntuales brillantes situadas en los centros de los

remanentes. La calidad de los nuevos datos de eROSITA de este "cementerio estelar" dará a los astrónomos muchos nuevos y emocionantes conocimientos sobre los procesos físicos que operan en el plasma caliente de las supernovas, así como para explorar las exóticas estrellas de neutrones.

© Peter Predehl , Werner Becker (MPE)

3 Gran Nube de Magallanes

Imagen en falso color de la Gran Nube de Magallanes (LMC por sus siglas en inglés), nuestra galaxia vecina más cercana. Esta imagen cubre un área más grande que la primera imagen obtenida por eROSITA el año pasado, por un factor de aproximadamente cien. Los astrónomos ahora pueden explorar toda la galaxia, en particular su población de binarias en rayos X, así como las ricas estructuras observadas en la emisión difusa que surge de la fase caliente del medio interestelar. Entre las fuentes más brillantes se encuentran las binarias de rayos X, que fueron las primeras que se descubrieron en la LMC , así como los restos de supernova.

© Frank Haberl , Chandreyee Maitra (MPE)

4 Supercúmulo de Shapley

El supercúmulo de galaxias Shapley es una de las concentraciones de galaxias más masivas en el universo local a una distancia de aproximadamente 650 millones de años luz ($z \sim 0.05$).

Cada una de las docenas de estructuras extendidas es en sí misma es un cúmulo de galaxias, que consta de entre 100 y 1000 de galaxias individuales, cada una de las cuales denota una intersección de filamentos que forman la estructura a gran escala en el Universo.

Esta imagen se extiende 22 grados a través del cielo (más de 40 veces el tamaño de la luna llena), lo que se traduce en unos 240 años luz a la distancia del supercúmulo Shapley. Las imágenes de la izquierda muestran un zoom de las de los cúmulos más masivos del supercúmulo de Shapley.

© Esra Bulbul , Jeremy Sanders (MPE)

5 Anillo de dispersión de polvo

El anillo brillante en el centro de esta imagen de 7 grados de ancho fue descubierto después de que eROSITA escaneara esta región del cielo en febrero de 2020. El anillo es causado por rayos X dispersos en una nube de polvo en el plano de la Vía Láctea.

El origen de la radiación es el débil objeto azul en el centro del anillo, que se supone que es un agujero negro rodeado por una estrella compañera. Un año antes de la observación de eROSITA , otros telescopios de rayos X registraron una explosión masiva de este objeto ; durante unas semanas fue más de 10 mil veces más brillante que en la actualidad.

En su viaje de miles de años, una pequeña fracción de la radiación de la explosión fue dispersada por una nube de polvo; los rayos X dispersos llegaron un año después de la radiación directa del estallido, como un eco.

Este viaje adicional provoca el anillo aparente que crecerá con el tiempo antes de volverse demasiado débil para ser observable. En el pasado se observaron algunos anillos de dispersión de polvo, pero con

un diámetro angular de más del doble del tamaño de la luna llena, la nueva estructura es, por mucho, la más grande de su tipo. El modelado del anillo puede ayudar a medir una distancia precisa a la binaria de rayos X del agujero negro.

© Georg Lamer , Leibniz-Institut für Astrophysik Potsdam

6 Nebulosa Carina

La nebulosa de Carina y su entorno interestelar visto con eROSITA (rojo: 0.2 - 0.5 keV, azul: 0.5 - 1.0 keV, verde: 1.0 - 2.0 keV). La nebulosa de Carina es una de las nebulosas difusas más grandes de la Vía Láctea y alberga una gran cantidad de estrellas masivas y jóvenes.

La más brillante de las estrellas (también en rayos X) es Eta Carinae, un sistema binario que consta de dos estrellas masivas, en las que chocan los vientos de las estrellas. La emisión azulada vista a la izquierda de la nebulosa es la emisión de rayos X de un cúmulo abierto de estrellas.

© Manami Sasaki, Observatorio Dr. Karl Remeis / FAU

Hoja informativa de eROSITA

Telescopio eROSITA:

Inicio del proyecto: 1 de abril de 2007 (financiación DLR aprobada)

Adopción de la Misión SRG: 18 de agosto de 2009 (contrato firmado entre DLR y Roscosmos)

Módulos de espejo: 7 (con 54 espejos anidados cada uno)

Suavidad de los espejos: ~ 0.3 nm

Cámaras: 7 pnCCD con 384 x 384 píxeles cada una

Campo de visión: ~ 1 grado de diámetro

Temperatura de funcionamiento: alrededor de -85 ° C

Rango de energía: 0.2-8 keV

Lanzamiento: 13 de julio de 2019

Inicio de la puesta en marcha de la cámara: 22 de agosto de 2019

Inicio de la operación de las 7 cámaras: 13 octubre 2019

Órbita: alrededor de L2

Nave espacial: Spectrum-Roentgen-Gamma (junto con el telescopio ART-XC)

eRASS-1: primer escaneo de todo el cielo SRG / eROSITA

Inicio: 13 de diciembre de 2019

Fin: 11 de junio de 2020

Días para completar la imagen de todo el cielo: 182

Datos descargados (solamente eROSITA): ~ 165 Gb

Número de comandos emitidos (solo eROSITA) : > 15000 (TBD)

Fotones recolectados: ~ 400 millones (en el rango de energía 0.12-5 keV)

Exposición promedio: 180 segundos

Fuentes detectadas: 1.1 millones

Resumen de las fuentes:

- 77 % de núcleos activos de galaxias.
- 20 % de estrellas con fuertes coronas calientes magnéticamente activas.
- 2 % de cúmulos de galaxias.
- otros: binarias de rayos X brillantes, restos de supernova, extensas regiones de formación estelar, transitorios (p. ej., estallidos de rayos gamma).