

RECENTI RISULTATI E PROSPETTIVE
DELLA ASTRONOMIA X E GAMMA

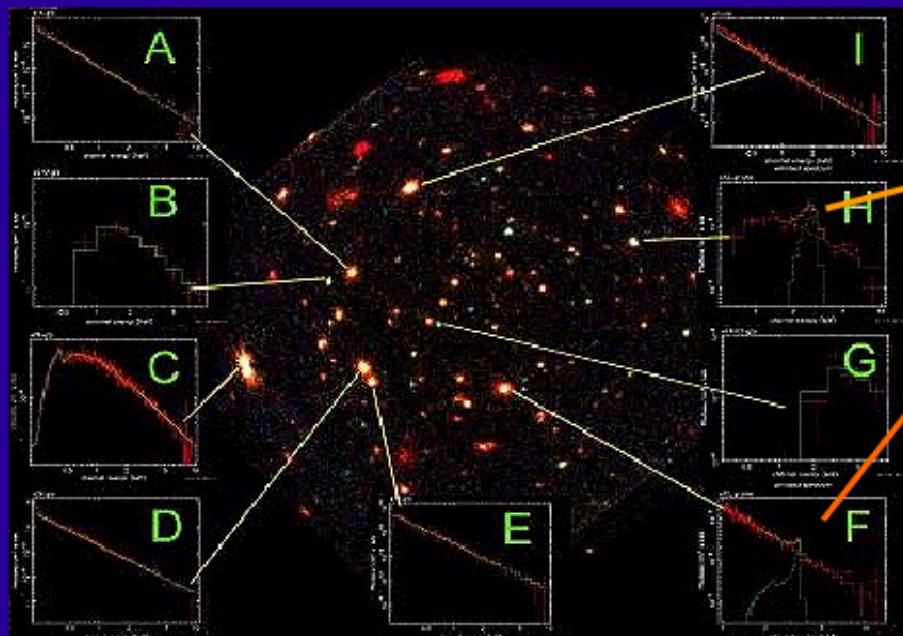
S. Sciortino
INAF-Osservatorio Astronomico di Palermo

XLVII Congresso SAI
Trieste, 14-17 Aprile 2003



Astronomia X ad immagine: Oggi

XMM-Newton: 0.3-10 keV



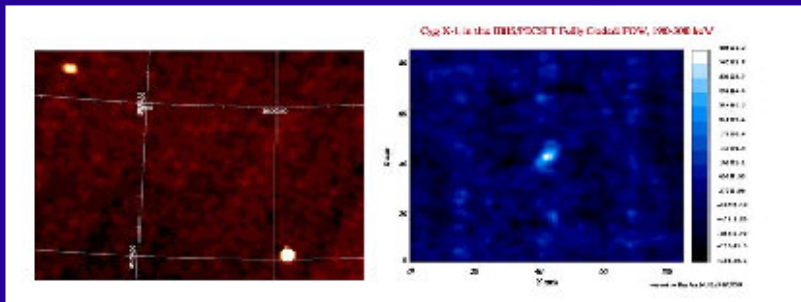
Intense righe di emissione permettono di determinare il redshift e la natura degli oggetti cosmologici osservati

Le sorgenti altamente assorbite (B,C,G) hanno nella banda ottica una prevalenza nel rosso e mostrano una debole presenza di attività ottica

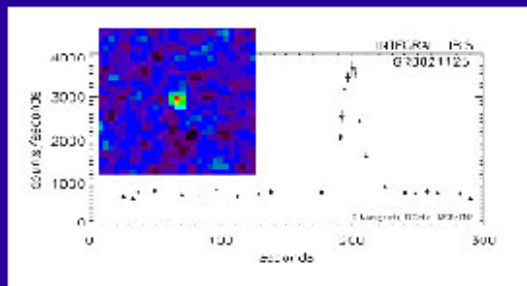
**Lockman Hole: Spettroscopia delle sorgenti di "Background X":
ampia varietà di spettri**

INTEGRAL

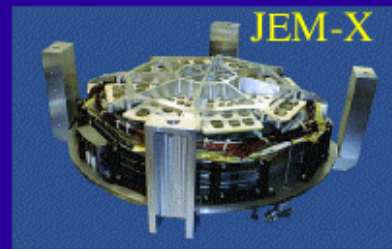
Cyg X-1 e Cyg X-3
visti con IBIS/ISGRI



Cyg X-1 visto con IBIS

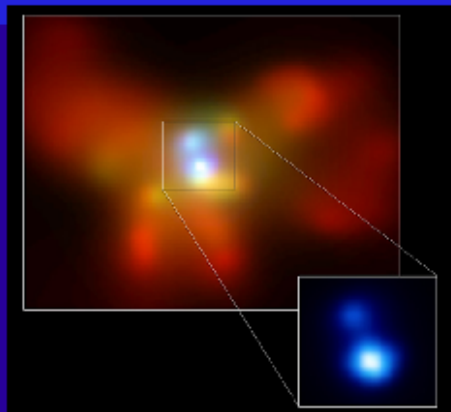


Il primo GRB rivelato
(in tempo reale) il
25/11/2002 con IBIS

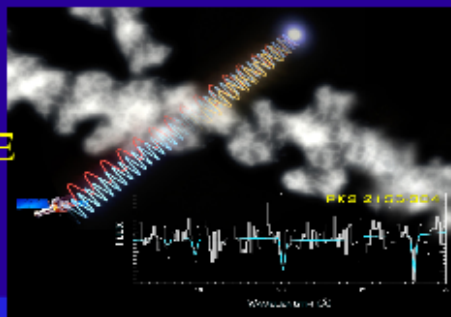


ALCUNI RISULTATI DI CHANDRA: dall'Universo Lontano a quello Vicino

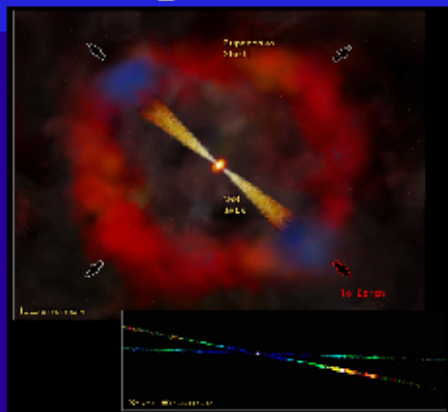
DUE BUCHI
NERI NEL
NUCLEO DI
UNA
GALASSIA



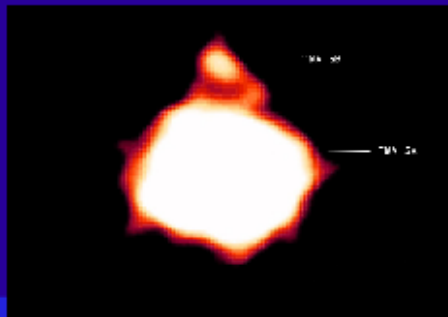
SPETTRO-
SCOPIA PER
RICAVARE LA
COMPOSIZIONE
MEZZO INTER-
GALATTICO.



SPETTRO-
SCOPIA AD
ALTA RIS.
DELLA
EMISSIONE
DI UN GRB

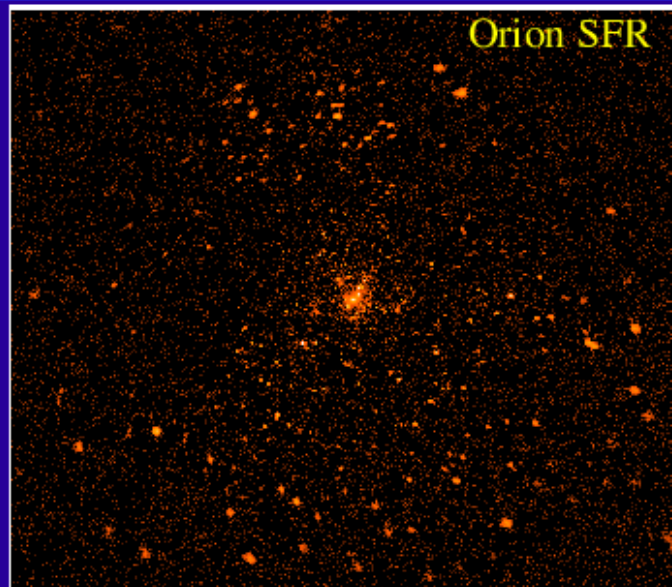
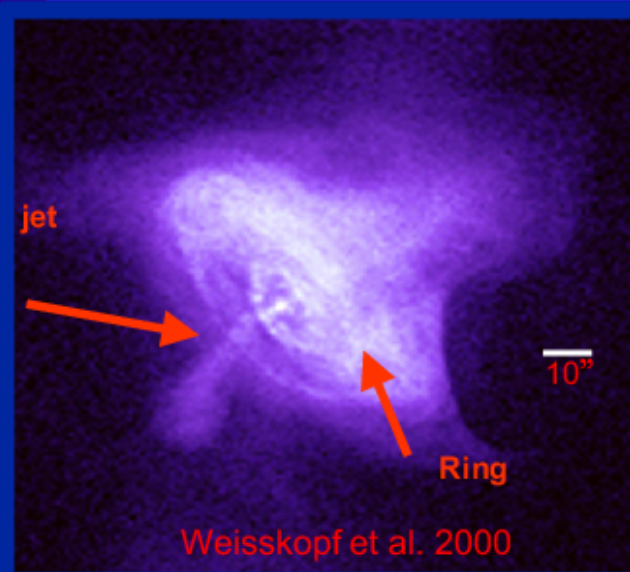


EMISSIONE
CORONALE
DA OGGETTI
SUB-
STELLARI



Astronomia X ad immagine: Oggi

CHANDRA: 0.1 - 8 keV

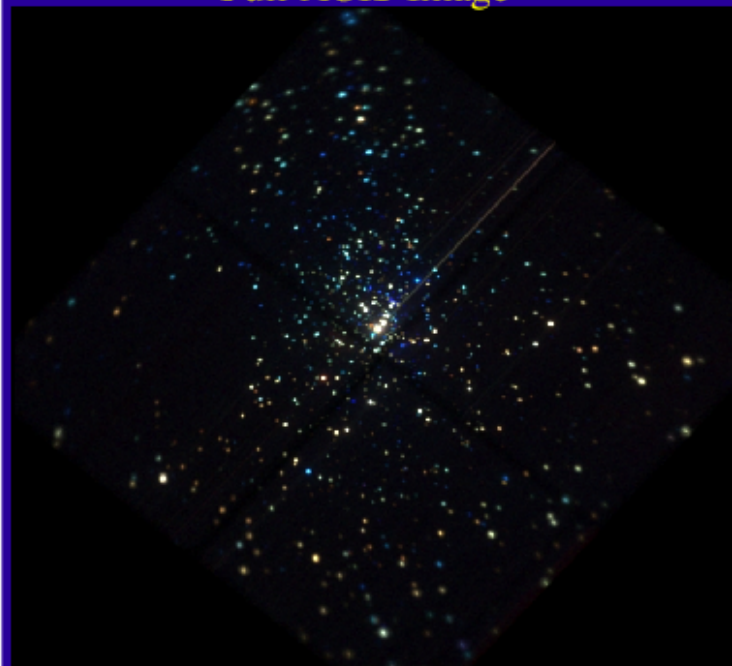


E' possibile "vedere" fenomeni fisici **inaccessibili finora**

E' possibile studiare **per la prima volta** migliaia di sorgenti per campo

Chandra Orion Ultra-deep Pointing: a 12 day long observation⁽¹⁾

Full ACIS Image



Zooming in

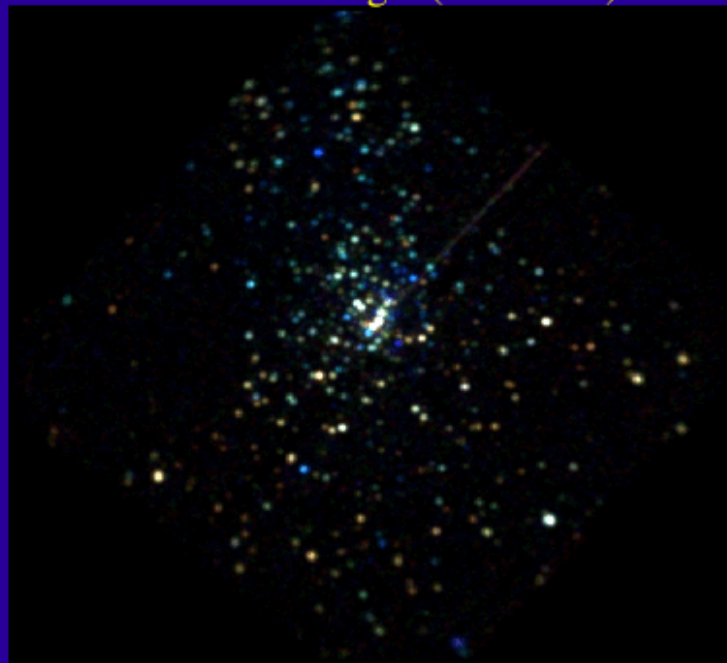


About 1400 sources found in the f.o.v.

(1) PI: E. Feigelson leading a large int. team including Penn State Univ./CFA/INAF-OAPA

Chandra Orion Ultra-deep Pointing: a 12 day long observation

Full ACIS Image (135x 7 ks)



Zooming in (135 x 7 ks)



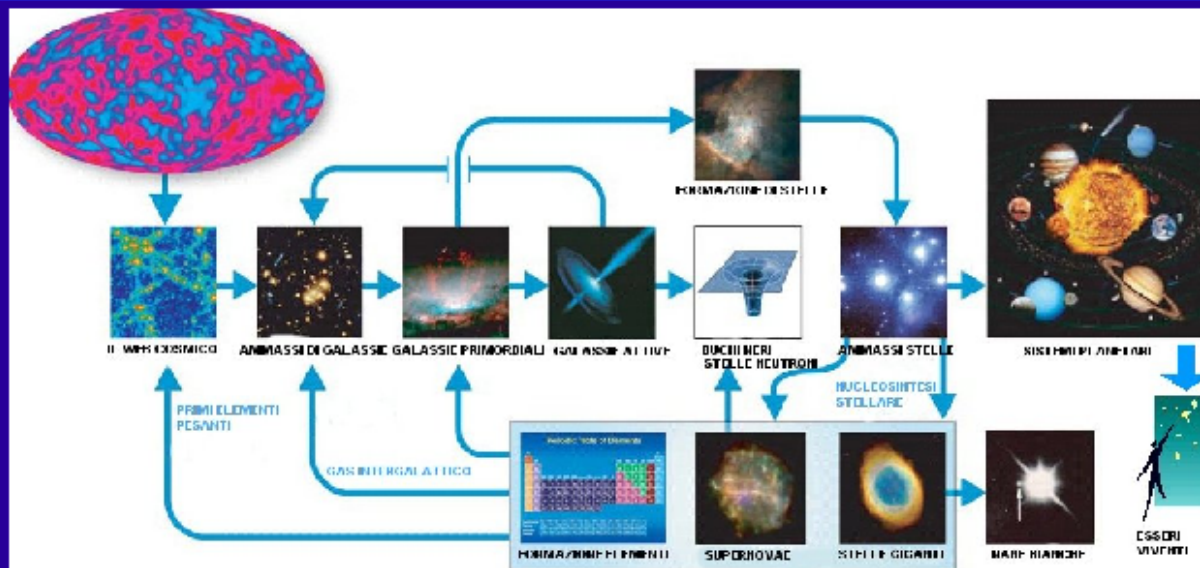
Systematic Variability Studies can be performed

Variability movies courtesy of E. Flaccomio (OAPA)



Perche` l'Astronomia X e Gamma ?

Il ciclo cosmico della materia ed energia nell'Universo



..... determina la struttura ed evoluzione dell'Universo, sia a scale cosmologiche che locali. L'astronomia X e gamma fornisce una visione diretta di tutti gli elementi del ciclo cosmico (tranne per l'evoluzione della vita): un riferimento cruciale per la comprensione dell'Universo.

Il ruolo dei ricercatori italiani

- Visibilità internazionale grazie 1) alla missione BeppoSAX e al successo con gli studi di GRBs, e 2) alla partecipazione di qualificati gruppi italiani (CNR ed INAF) alla ideazione e realizzazione di strumenti in volo con grande successo quali XMM-Newton, Chandra, INTEGRAL
- Importanti progetti in corso di realizzazione (INFN, CNR ed INAF): SWIFT, AGILE , GLAST
- Coinvolgimento nella fase di studio delle due maggiori missioni per Astronomia X dei prossimi 10-15 anni: Constellation-X (NASA) e XEUS (ESA-JAPAN) grazie all'alto livello di qualificazione tecnologica e scientifica.
- Elevato il numero dei programmi di osservazione per Chandra, XMM-Newton, INTEGRAL con PI o Co-I italiani.
- Elevato il numero dei ricercatori italiani invitati come membri dei TAC di missioni quali Chandra, XMM-Newton, etc.

La sensibilita` limite dell'Astronomia X in 40 anni e` cresciuta di 9 decadi (22.5 mag) . Che Prospettive, che Scienza ?

- Grandi aree di collezione ed elevata ris. angolare per **Spettroscopia** ad elevata (2-5 eV) risoluzione fra 2-10 keV ed elevatissima ($R > 1-2 \cdot 10^3$) risoluzione fra 0.1-2 keV (primo passo: ASTROE-2, poi: Con-X, XEUS, ??)
- **Imaging a $E > 10$ keV** con specchi (multilayer) con sensibilita` limite ~ 100 maggiore di quelle finora raggiunte (MIDEX-class), Osservazioni simultanee nella banda $E \sim 0.5-10$ keV sono cruciali;
- **Polarimetria** nei raggi X in una banda ampia ($E \sim 0.3-20$ keV) (SMEX-class o piano focale grandi telescopi);
- **Survey di grandi aree contigue di cielo**, con telescopi a grande campo e con risoluzione angolare migliore di XMM-Newton . Sensibilita` limite migliore di $\sim 10^{-15}$ erg/sec/cm² (MIDEX-class).
- **Necessita` di una missione con Ris. Angolare Chandra-like**

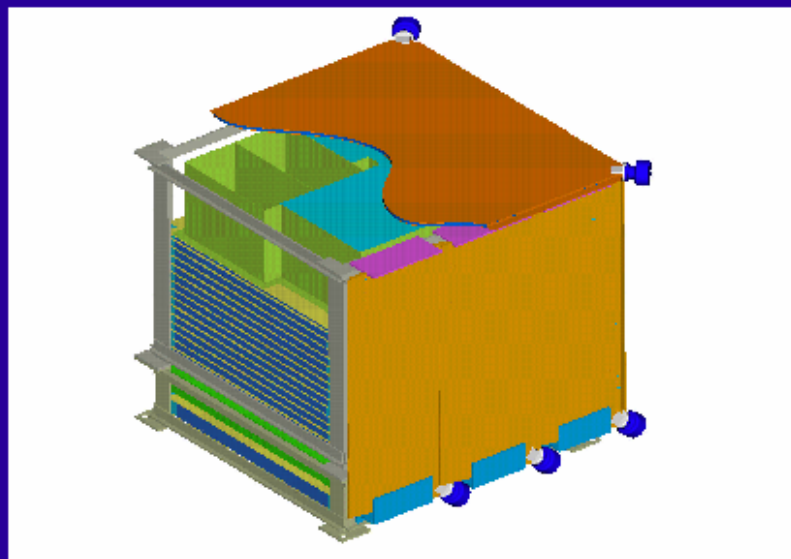
Prospettive della Astronomia nei raggi Gamma e AGILE

Gamma-Ray Astronomy in the 30 Mev- 30 Gev range needs:

1) arcminute angular resolution, and 2) source monitoring capabilities
AGILE, planned to be launched in the summer 2005, is the small national mission (PI: M. Tavani) dedicated to the study of the Gamma-Ray sky above 30 Mev (GRID detector 3 sr fov, source loc. accuracy 5-20 arcmin). A 10-40 keV X-ray Imaging detector (Super-AGILE, ~ 0.8 sr fov, source loc. accuracy 2-3 arcmin) will increase the ability to study hard sources. AGILE is a collaborative program of IASF-CNR & INFN.

AGILE will allow **a)** to monitor AGN (~100 found in a 3 year programs), **b)** to study GRBs, diffuse galactic and extragalactic emission, Gamma-ray pulsars, and other yet non-identified gamma-ray sources near the Galactic plane, and **c)** to search for non-blazar gamma-ray variable sources in the Galactic plane.

AGILE



- ◆ Excellent gamma-ray imaging
- ◆ Excellent gamma-ray timing
- ◆ Simultaneous hard X-ray and gamma imaging

GLAST

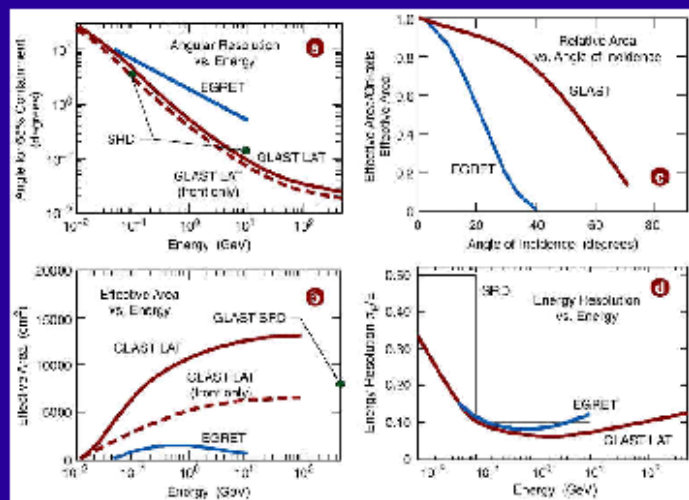
GLAST LAT Project DOE/NASA Baseline Preliminary Design Review, January 8, 2002

Science Performance Requirements Summary

From the SRD:

Parameter	SRD Value	Present Design Value
Peak Effective Area (in range 1-10 GeV)	>6000 cm ²	10,000 cm ² at 10 GeV
Energy Resolution 100 MeV on-axis	<10%	8%
Energy Resolution 10 GeV on-axis	<10%	8%
Energy Resolution 10-300 GeV on-axis	<20%	<16%
Energy Resolution 10-300 GeV off-axis (>60°)	<6%	<4.5%
PSF 88% 100 MeV on-axis	<3.5'	3.3' (front), 4.84' (total)
PSF 88% 10 GeV on-axis	<0.15'	0.085' (front), 0.115' (total)
PSF 95/99 ratio	<3	2.1 front, 2.6 back (100 MeV)
PSF 99/normal ratio	<1.7	1.6
Field of View	>2sr	2.4 sr
Background rejection (E>100 MeV)	<10% diffuse	6% diffuse (adjustable)
Point Source Sensitivity (>100 MeV)	<6x10 ⁻⁴ cm ⁻² s ⁻¹	3x10 ⁻⁴ cm ⁻² s ⁻¹
Source Location Determination	<0.5 arcmin	<0.4 arcmin (against background)
GRB localization	<10 arcmin	5 arcmin (against background)

Document: LAT-PR-00401 Section: 3.0 Science Requirements & Instrument Design 39



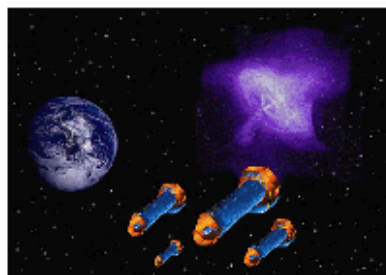
Constellation-X



Spettroscopia in raggi X ad alta risoluzione su un'ampia banda per studiare:

- *Buchi Neri: gravitazione e relativita` in condizioni estreme*
- *Materia oscura nell'universo*
- *Produzione e ciclo evolutivo degli elementi*

Constellation-X



“Un VLT in raggi X”



- 4 satelliti identici orbitanti attorno L₂,

-> meno costi e meno rischi di “failure”

- Area efficace: 3 m² @ 1 KeV

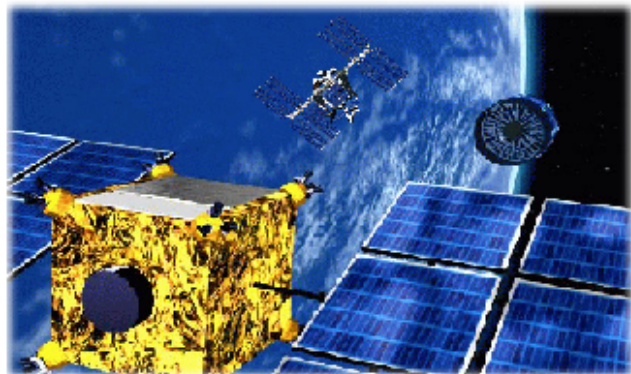
25-100 volte maggiore di Chandra/XMM per spettroscopia ad alta risoluzione

- Risoluzione spettrale $\Delta E/E$: 300 – 3000 -> **5 volte** meglio di AstroE2 @ 6 keV -> utilizzo di rivelatori criogenici (calorimetri) e reticoli ad alta dispersione

- Banda di lavoro: 0.2 – 80 KeV

Sensibilita` tra 10 e 40 KeV **100 volte meglio** di BeppoSAX/PDS mediante l'impiego di ottiche focalizzanti “multilayer”

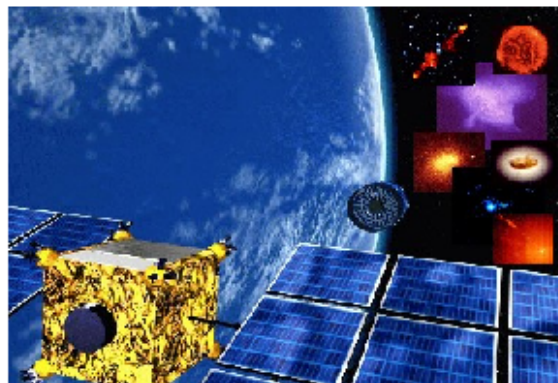
XEUS - ALMA-like facility nei raggi X



XEUS si inserisce nel main-stream dello sviluppo della Astronomia nei prossimi 15-20 anni che vede la realizzazione di grandi facility osservative di interesse e coinvolgimento **mondiale**, come ALMA, JWST, etc. XEUS sarà il più avanzato osservatorio per astronomia X.

- XEUS è in fase di studio da parte di 3 WGs di ESA: Scienza, Ottiche, Rivelatori. Ricercatori Italiani sono stati invitati a partecipare dallo ESA-XEUS Steering Committee, onde riaggiornare gli obiettivi scientifici e la strumentazione alla luce dei risultati di Chandra e di XMM-Newton **Cruciale il ruolo di ASI per permettere la partecipazione dei ricercatori italiani a queste attività e a quelle di ricerca e sviluppo (ottiche, rivelatori, etc.).**
- La comunità giapponese ha espresso la sua volontà di partecipare alla realizzazione di XEUS.
- La comunità statunitense sta valutando una partecipazione via NASA

XEUS - Scienza



**OVVERO CAPIRE
L'UNIVERSO IN CUI
VIVIAMO !**

Alcuni dei temi di ricerca "caldi" che XEUS permettera' di affrontare includono oggetti a distanze cosmologiche e nella Galassia:

- I primi sistemi di materia oscura confinati gravitazionalmente e la loro evoluzione fino agli ammassi massicci all'epoca presente
- L'evoluzione della sintesi dei metalli fino all'epoca presente tramite osservazioni di gas caldo entro gli ammassi
- Caratterizzazione della massa, temperatura e metallicita' del mezzo intergalattico, probabilmente contenuto in filamenti, attraverso la spettroscopia X di righe in assorbimento.
- Rivelazione di buchi neri nei primi AGN e stima della loro massa e rotazione
- Studi ad alta risoluzione spettrale e temporale di sorgenti nella Galassia
- Studi degli effetti dei raggi X sui processi di formazione stellare e planetaria