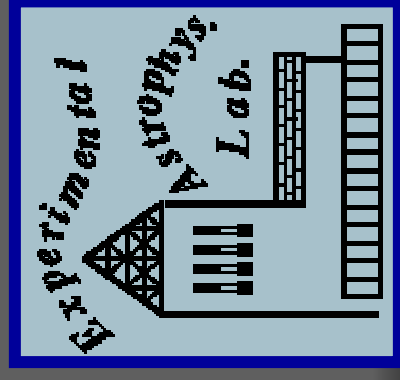


キヤピラリ－の特性測定と X線観測への応用

早川 彰, 石田 学(東京都立大学)

飯塚亮, 見崎 一民, 柴田 亮, 幅 良統, 伊藤 啓

森 英之, 前田 良知, 国枝 秀世(宇宙科学研究所)



キャピラリーの原理

• キャピラリーとは？

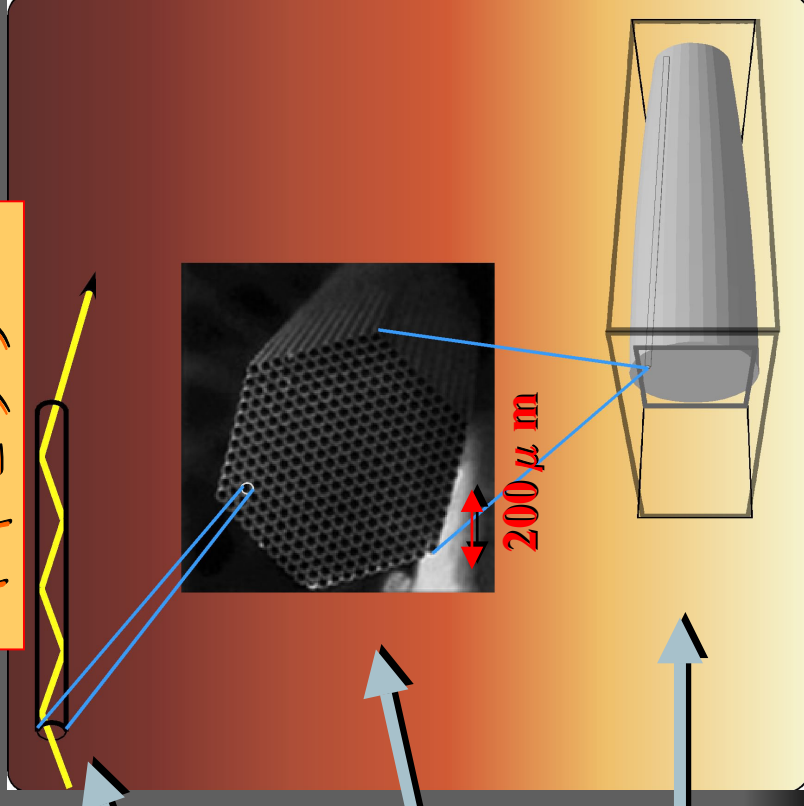
→ 多数の細長い管からなる集光系

滑らかな管の内部を
X線が連続反射しながら伝わる

• 内部構造

1. ガラス管1本($5\sim 50\text{ }\mu\text{m}$)
2. ポリキャピラリー($\sim 500\text{ }\mu\text{m}$)
3. キャピラリー($\sim 10\text{mm}$)

典型的な
キャピラリー



目的

X線観測への利用

・詳細な特性測定

- {
- ・焦点サイズ
 - ・透過率
 - ・視野の広さ

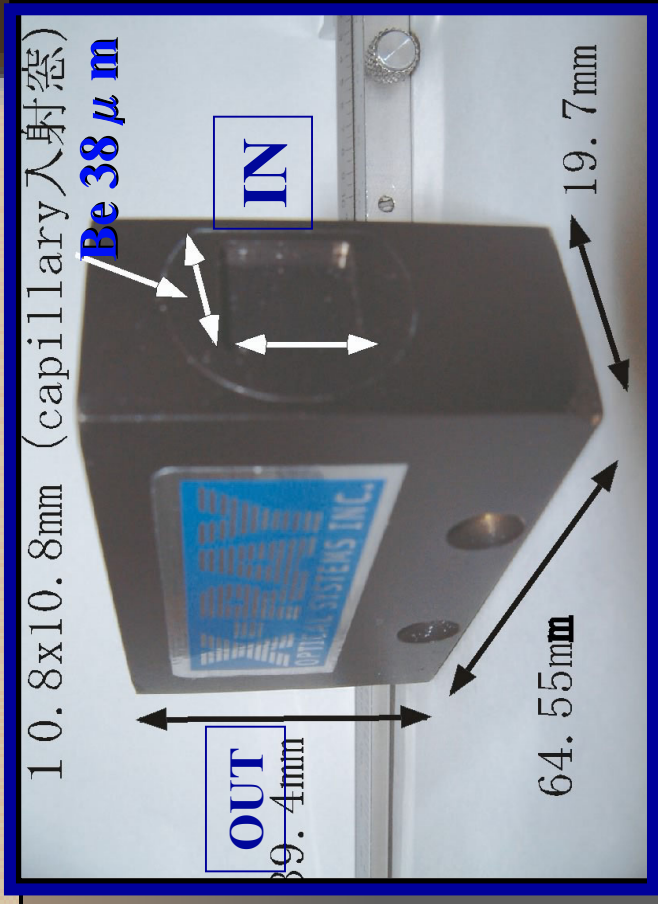
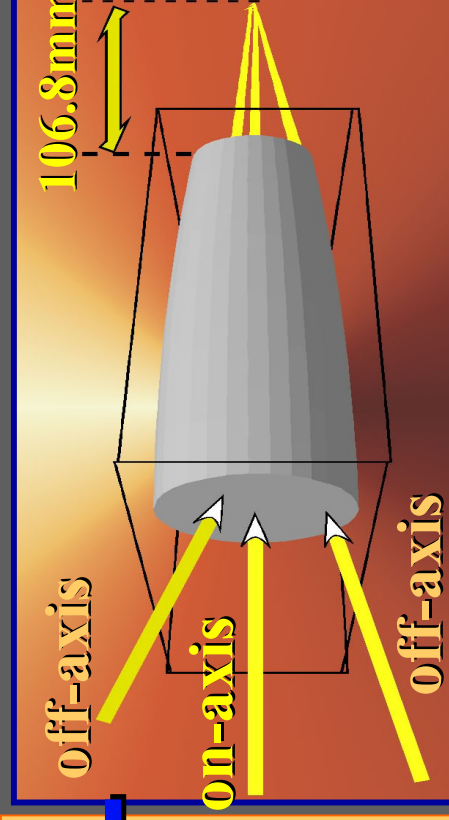
キャピラリーについて

- ・X-ray Optical Systems Inc 社製

特徴

- ・集光位置は変わらない

	集光	撮像	焦点距離
ASTRO-E2	○	○	4500~4750mm
Capillary	○	×	106.8mm



測定装置

• 平行X線光源装置

→ 10mm × 10mm X線での発散角 ~1.26°

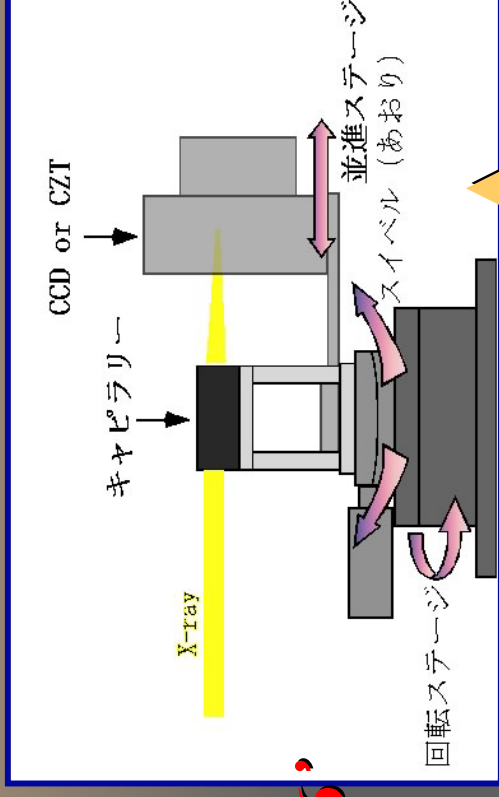
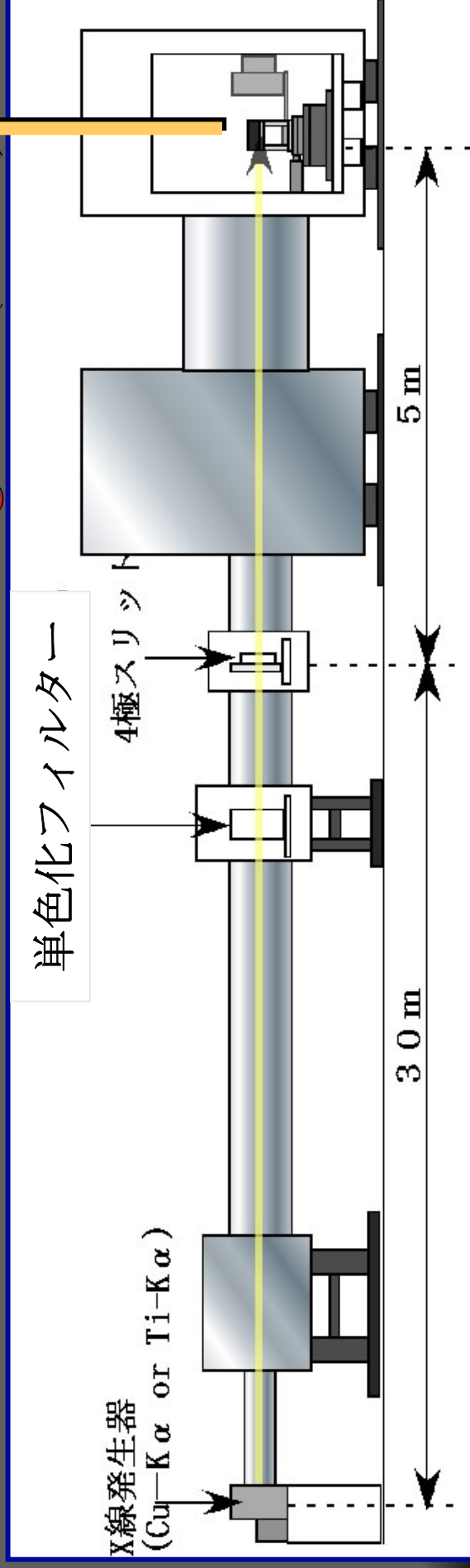
• 検出器

• CCD → イメージ



• CZT → エネルギースペクトル

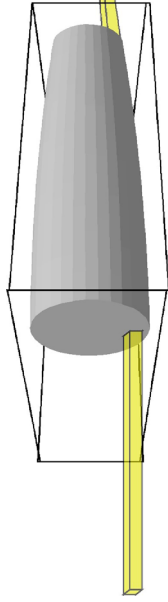
Ni-40 μ m filter で Cu-K α (8.04keV) に単色化
エネルギー分解能 ~13.8% @ Cu-K α (FWHM)



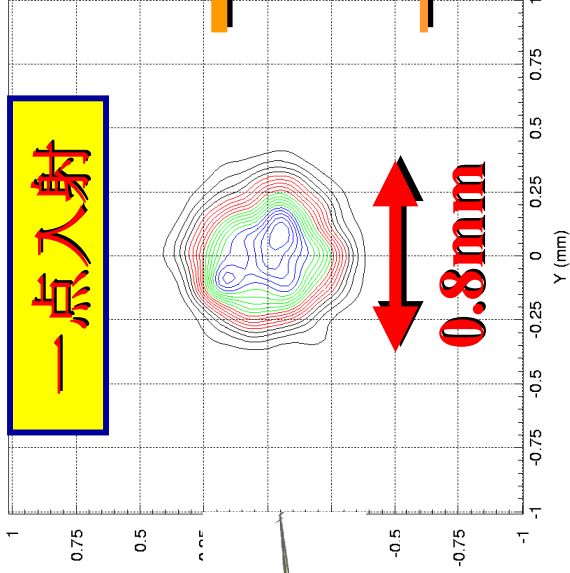
焦点イメージ

(CCD, on-axis)

• 1mm × 1mm X線



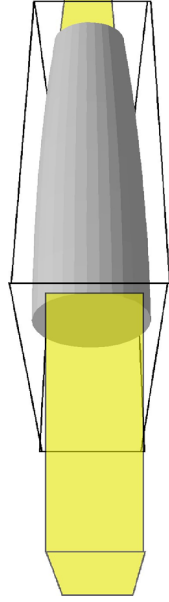
FWHM=0.4mm



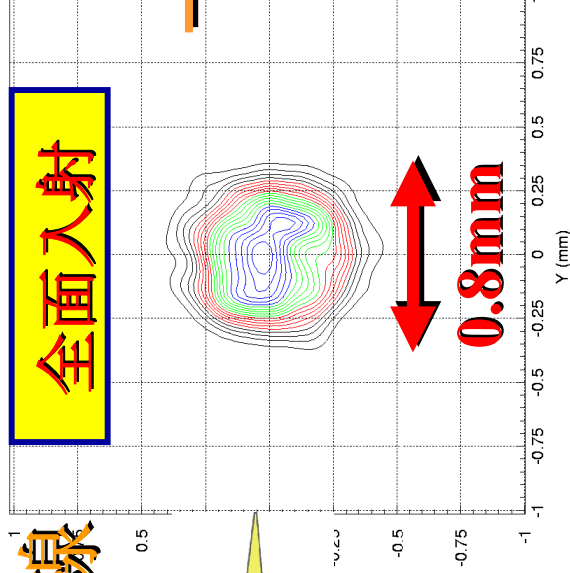
一点入射

0.8mm

• 10mm × 10mm X線



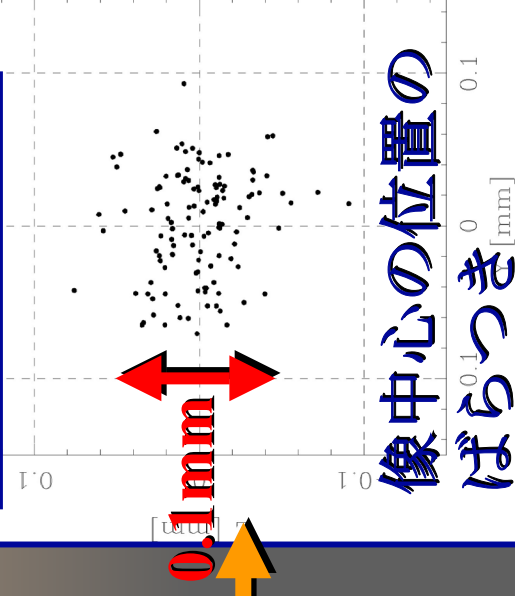
FWHM=0.4mm



全面入射

0.8mm

全面スキャン



0.1mm

像中心の位置のばらつき

集光像の大きさは変わらない！

集光像の大きさを決めているのはポリキャピラリーの出口での発散角

透過率 (CZT, on-axis)

- 透過率の求め方

Capillary透過スペクトル

透過率 =

ダイレクタスペクトル

- 透過率を支配している要因

- 幾何学的な開口面積
- Be(76 μ m)窓による吸収
- SiO₂ (capillaryの主成分)の反射率
- キヤピラリー一内部での { 反射回数 { 反射角

Best fit

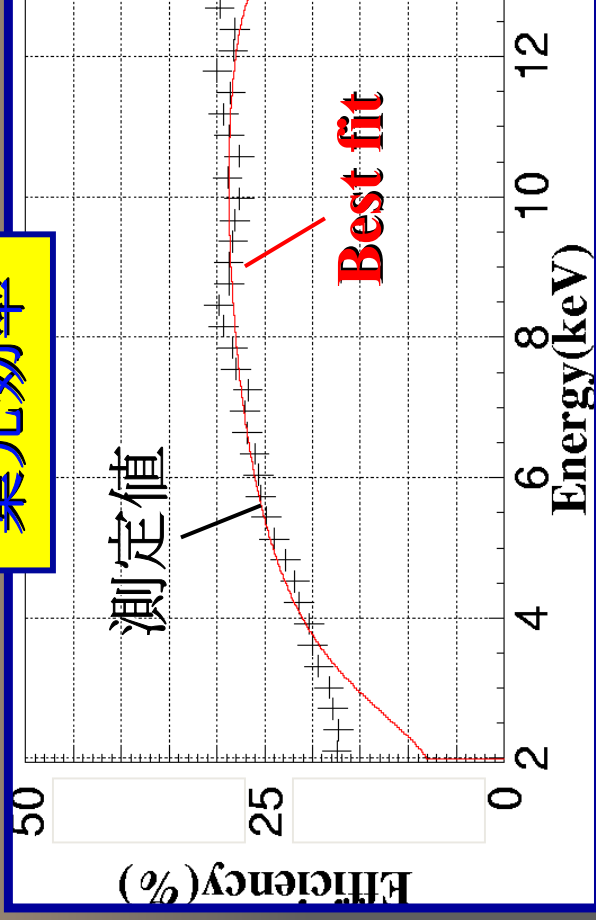


• 反射角 → 0.12度

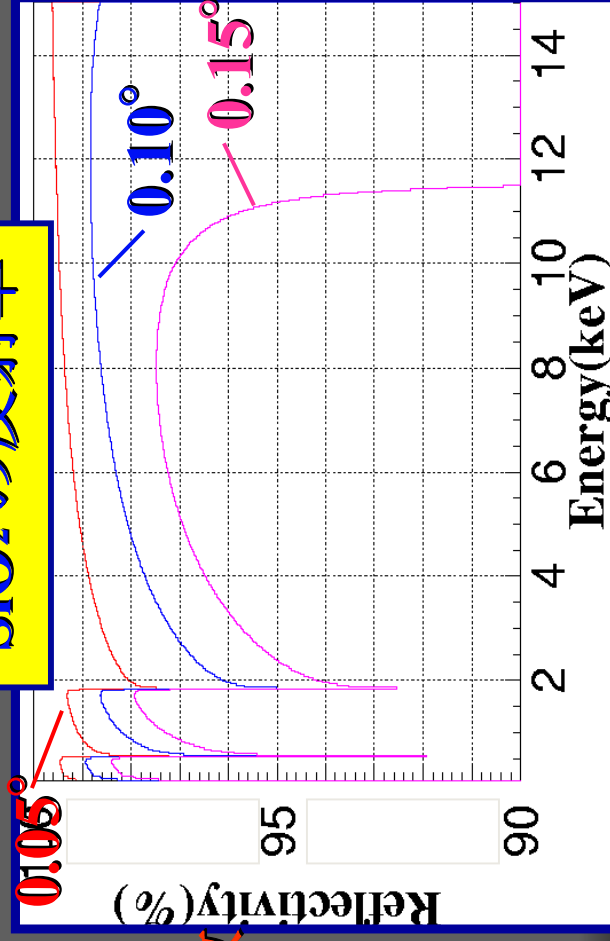
• 反射回数 → 14回

• 開口面積 → 36%

集光効率



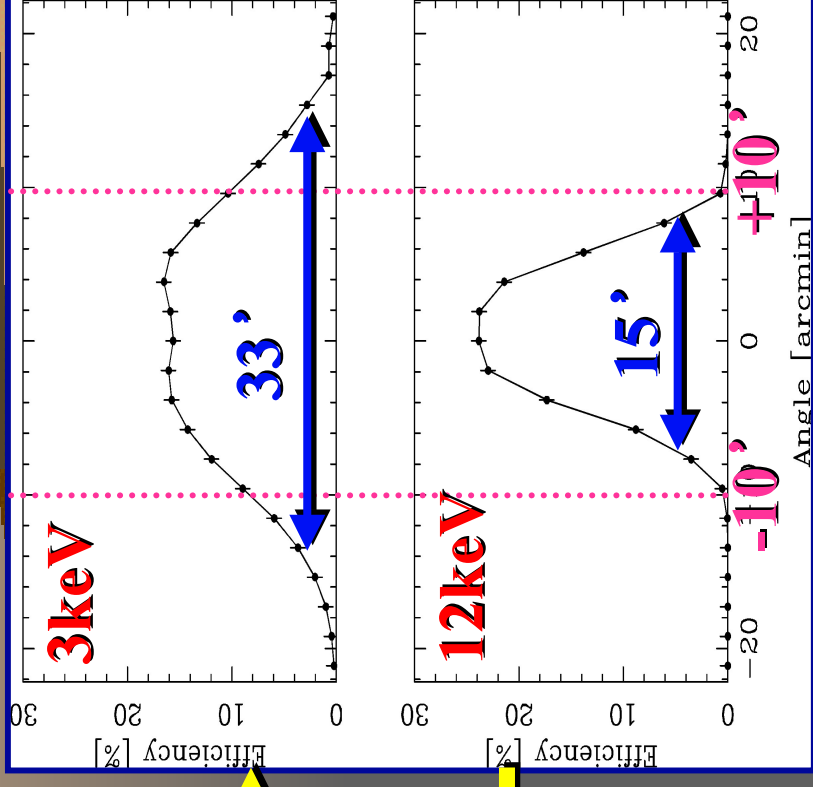
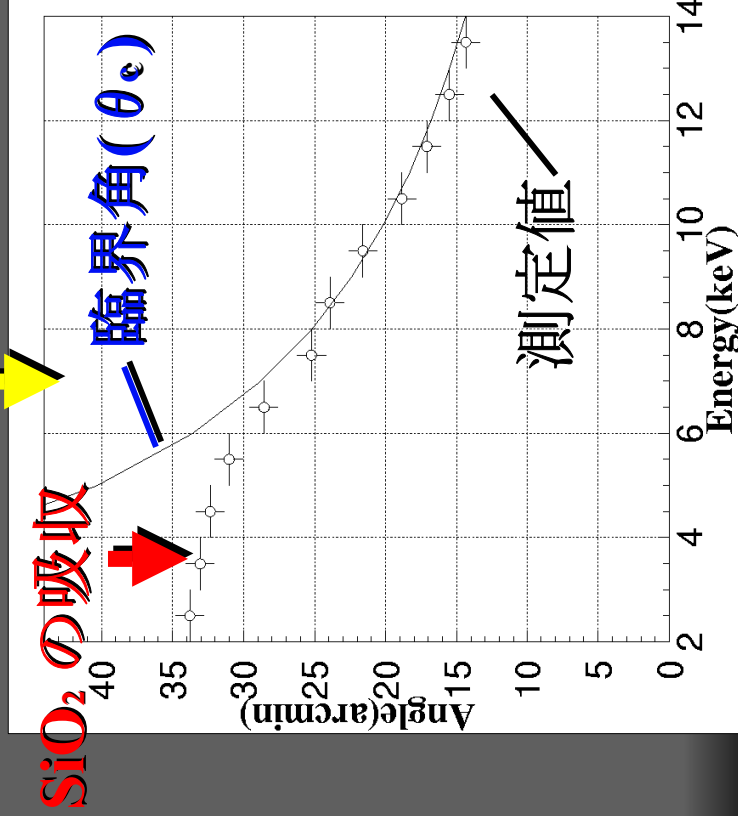
SiO₂の反射率



視野の広さ (CZT, off-axis)

±20' の範囲でキャピラリーを傾け
透過率の角度レスポンスを求める。

透過率が1/10となる角度を
エネルギーに対しplotする。



• 高エネルギー

→ 臨界角 θ_c (全反射する最大角)

$$\theta_c \propto \sqrt{\rho/E}$$

• 低エネルギー

→ 多数回反射による吸収

まとめ

- 焦点サイズ : 0.8mm (FWHM : 0.4mm)
- 透過率 : 17-28% (2-13keV)
- 視野の広さ : 15-35' (2-14keV)

X線観測への応用

キャピラリーの特徴

- 短焦点距離
- 高エネルギーまで
集光可能
- 軽量

- 小型衛星による
高エネルギー
広視野サーベイ観測
- Diffuse sourceの観測