

マイクロマシン技術を用いた 超軽量・高角度分解能X線望遠鏡の開発

首都大学東京 宇宙物理実験研究室 M1

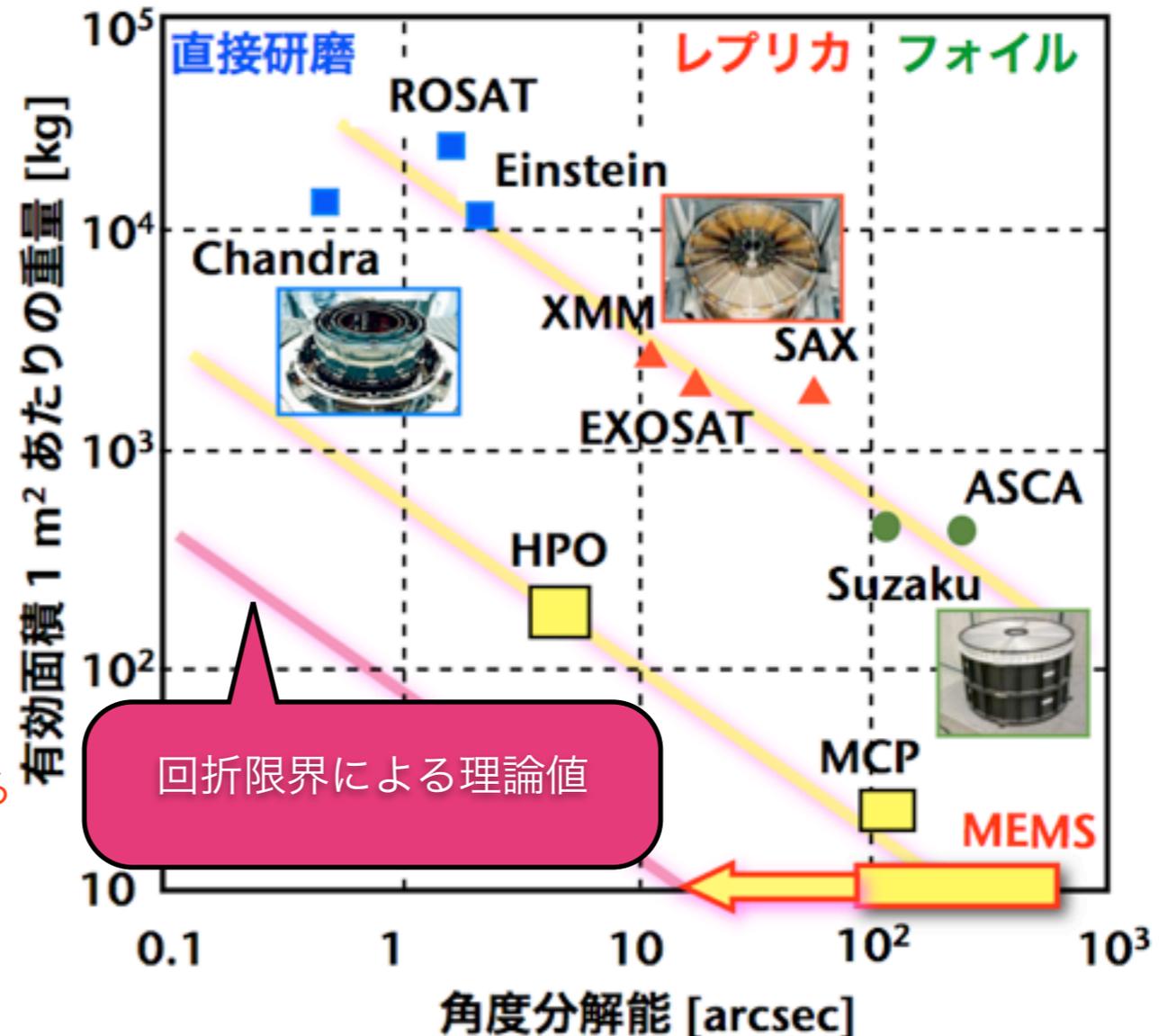
小川 智弘

- ・ X線：物質に対する屈折率 < 1
→ 斜入射光学系
- ・ 従来の望遠鏡：
面積 $\sim 1000 \text{ cm}^2$
角分解能 0.5~120 秒角
→ 多数の反射鏡(数 ~ 1000 枚)
- ・ 宇宙X線：人工衛星
→ 打ち上げ/製作コスト大

軽量($< 10\text{-}20 \text{ kg}$)・高性能な望遠鏡が必要

軽量化のアイディア：「マイクロポア光学」
微細穴を薄い基板の上に構築し、側壁を鏡として用いる
独自の MEMS* X線光学系を提唱し開発

* Micro Electro Mechanical Systems



MEMS X線光学系の製作過程

Step 1 : DRIE, X線LIGAプロセス
微細穴構造体

~5-20 μm
~300-1000 μm

TOHOKU UNIVERSITY
JAXA
AIST R

平滑化

Step 2 : 側壁の平滑化

水素
アニール

磁性流体
磁気流体研磨
磁場

TOHOKU UNIVERSITY
UF UNIVERSITY OF FLORIDA

球面変形

Wolter I型光学系 X線

1段目
2段目
焦点

300 - 500 μm
曲率半径 : 0.5 - 10 m

Step 4 : アライメント

TOHOKU UNIVERSITY
AIST

多段に重ねて
Wolter I型望遠鏡

X線

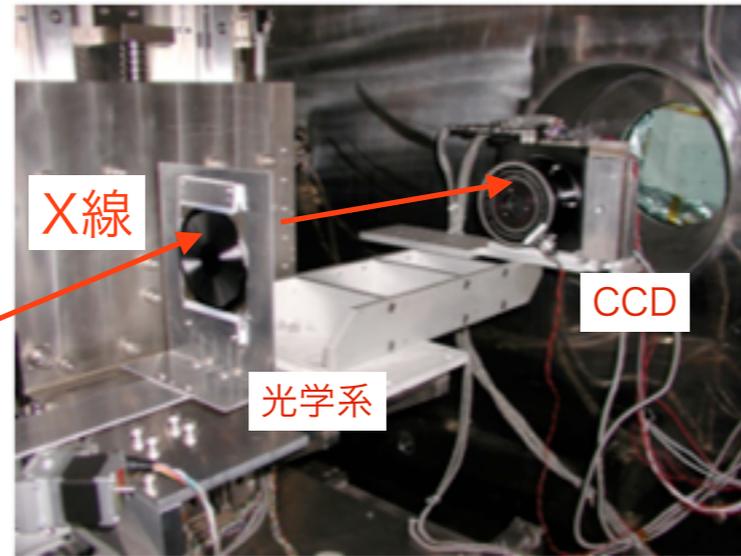
高温塑性変形
弾性変形

Step 3 : 球面変形

KYOTO UNIVERSITY
FOUNDED 1897

・ 軽量 ・ 鏡の大量生産が可能 ・ 一体成形

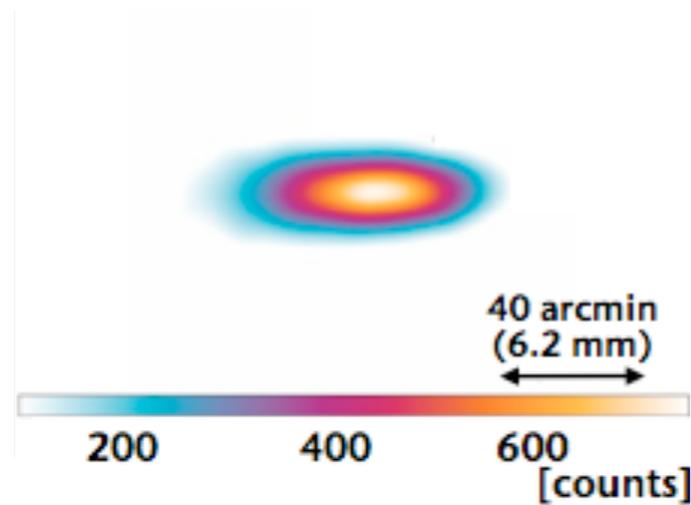
1段のX線結像の実証と表面形状改善



変形した光学系を使用し
宇宙研の30mビームラインでAl-K α 1.49 keVに対する
一段目の結像実験を行った。

変形した光学系

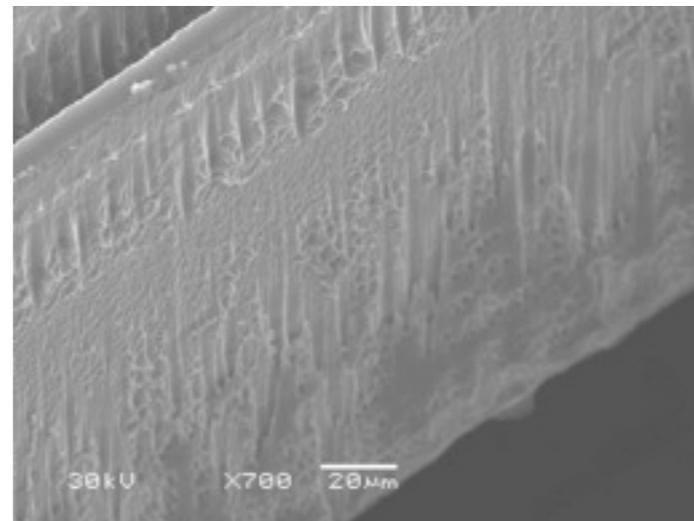
CCDで取得したイメージ



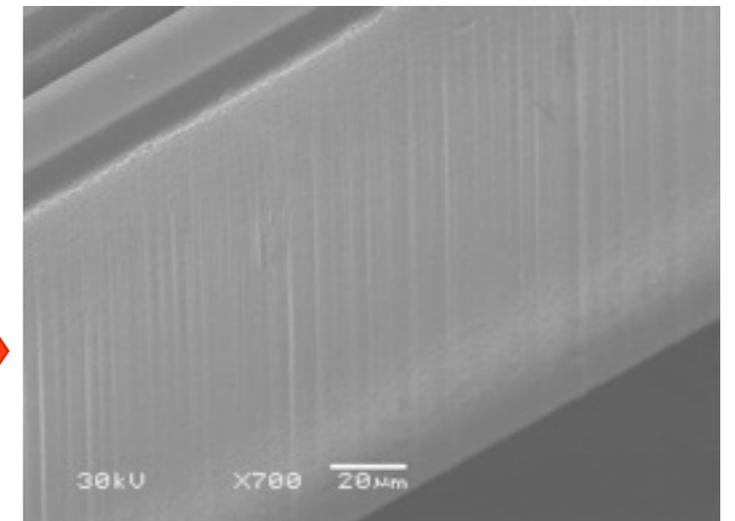
この手法によるX線結像に成功した。
HPD : ~20 arcminと改善が必要
→表面粗さの改善に着手した

D-RIEのレシピの最適化

mirror系レシピ



High Aspect系レシピ



mirror系からHigh Aspect系にしたこと
で粗さの改善をすることができた

次は2段でのX線結像を目指す