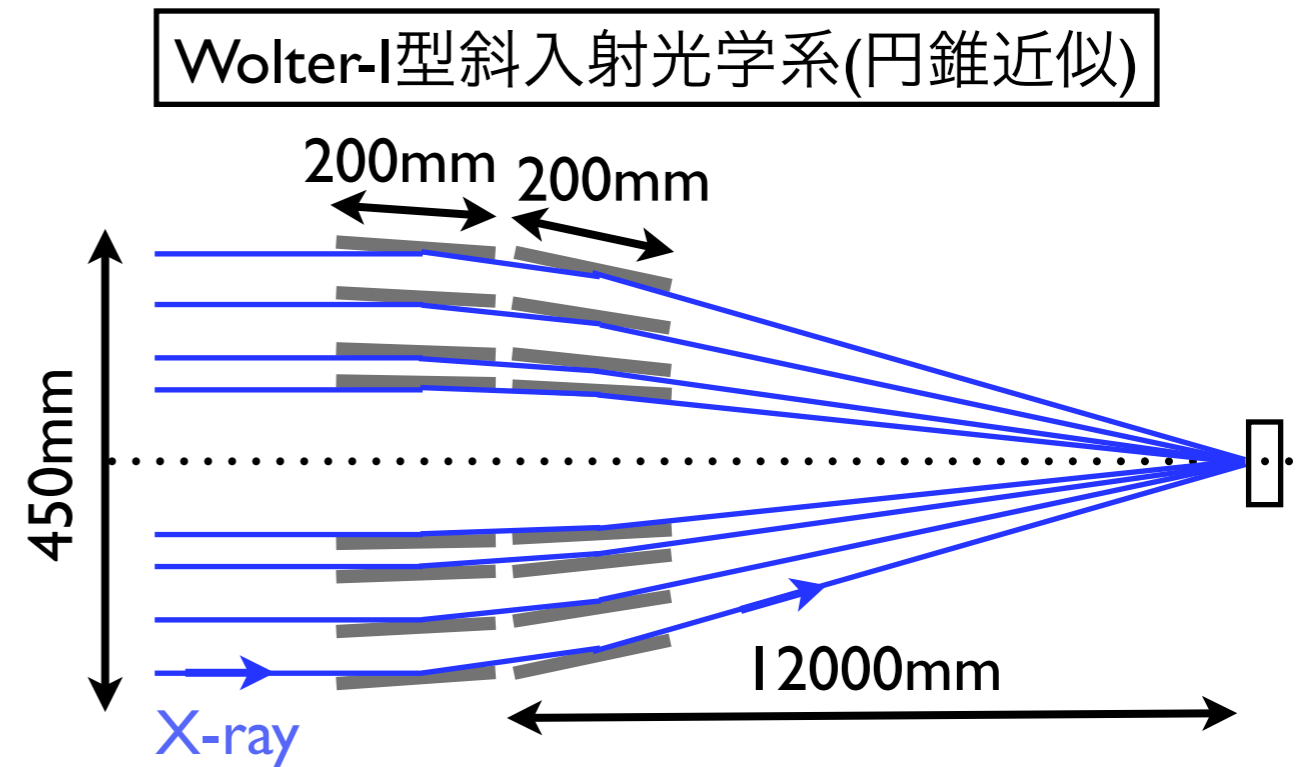
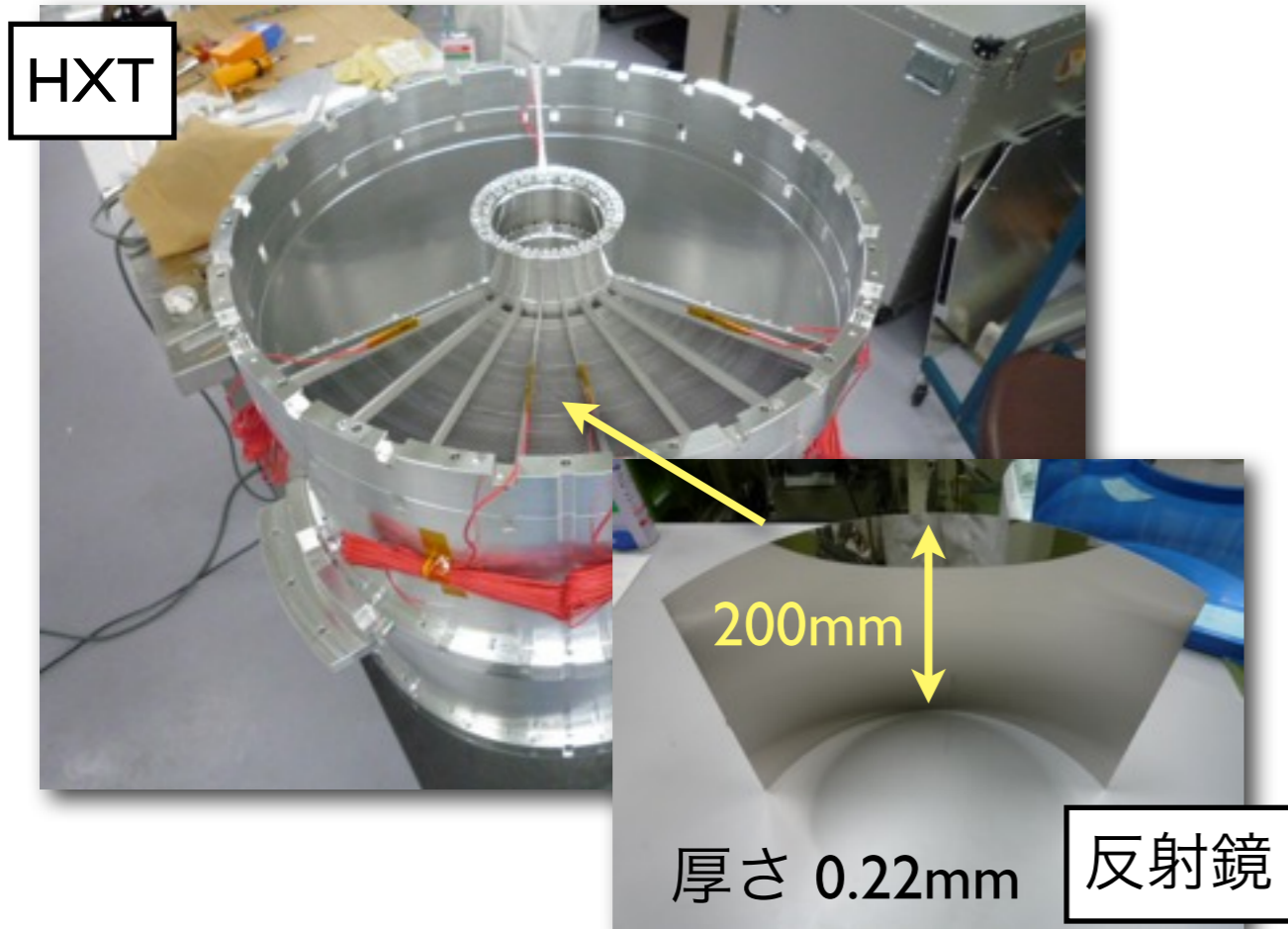


ASTRO-H/HXT 搭載用 反射鏡製作の現状 (2)

加藤大佳、古澤彰浩、宮澤拓也、幅良統、松本浩典、田原譲、國枝秀世、
山下広順 (名古屋大学)、石田直樹、鈴木章夫 (玉川エンジニアリング)、
森英之、田村啓輔、前田良知、石田学 (ISAS/JAXA)、栗木久光 (愛媛大学)、
上杉健太郎、鈴木芳生 (JASRI/SPring-8)、岡島崇 (GSFC/NASA)、
他 ASTRO-H/XRT チーム

ASTRO-H 搭載用 HXT



- HXT 1台あたり1278枚の反射鏡を搭載
- 2010年7月 反射鏡の大量生産を開始
- 結像性能：**1.7分角**

結像性能の劣化要因

1. 反射鏡の鏡面形状誤差

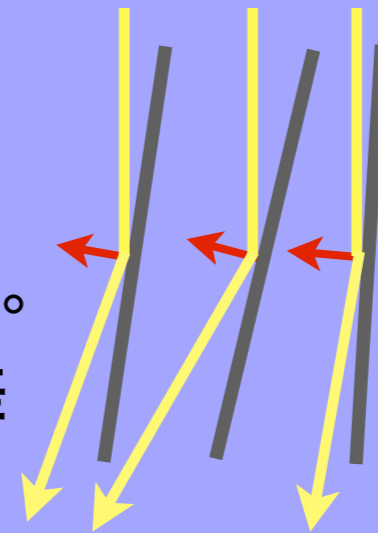
反射鏡の法線方向に角度分布が生じ、像が広がる。



2. 反射鏡位置決め誤差

各反射鏡の平均法線がばらつき、結像位置がばらつく。

原因：反射鏡を支えるバーの溝の遊び + 鏡面形状誤差



3. 方位角方向の調整誤差

4. 光学系の円錐近似

ASTRO-H / HXT
要求性能：1.7'

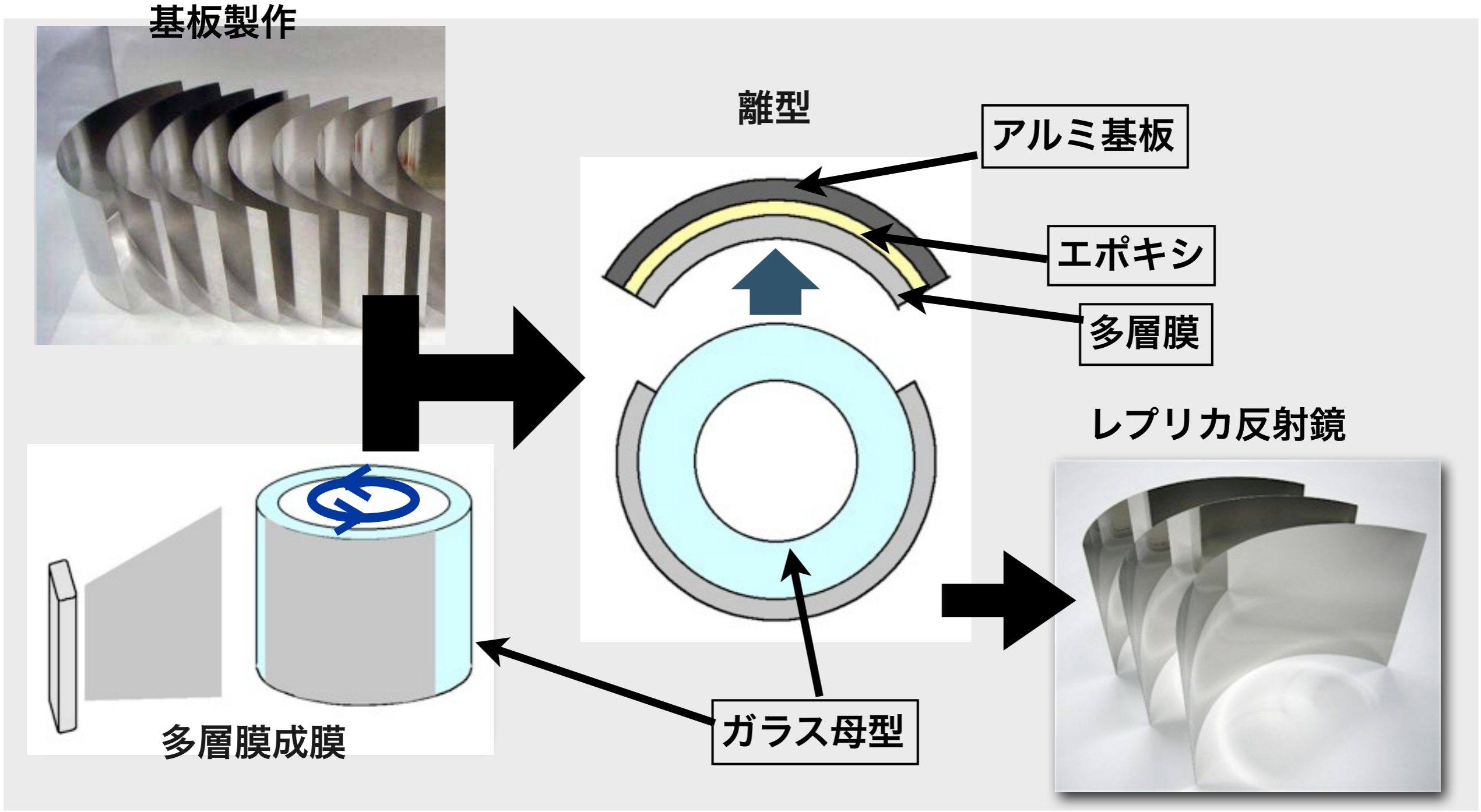
1.2'

1.2'

0.3'

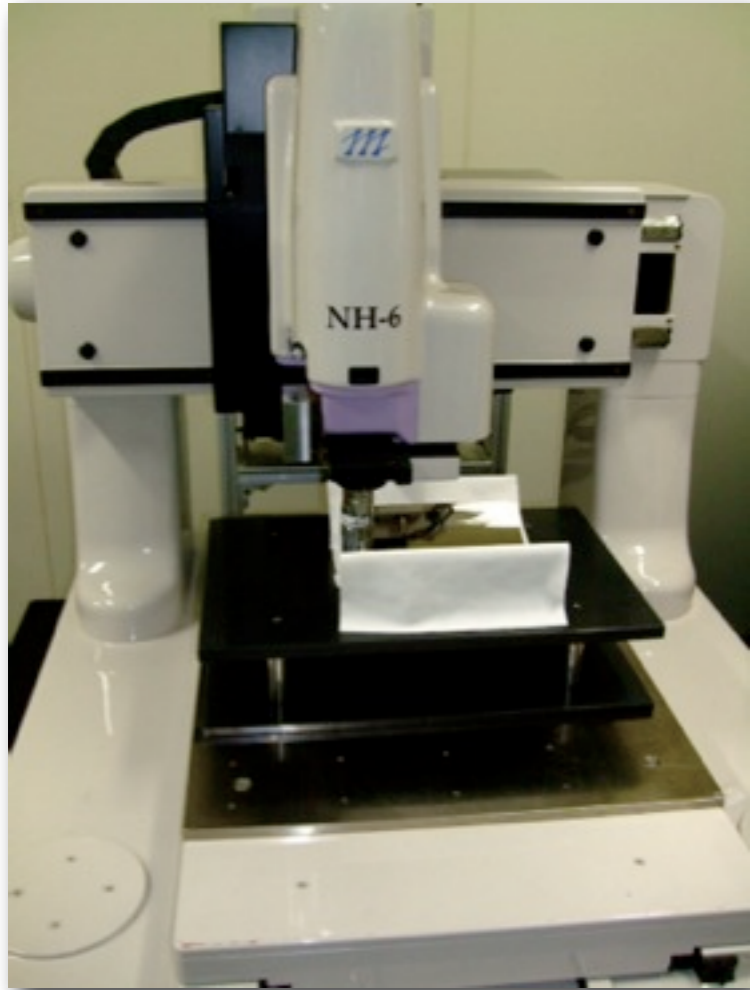
0.3'

レプリカ法による反射鏡製作

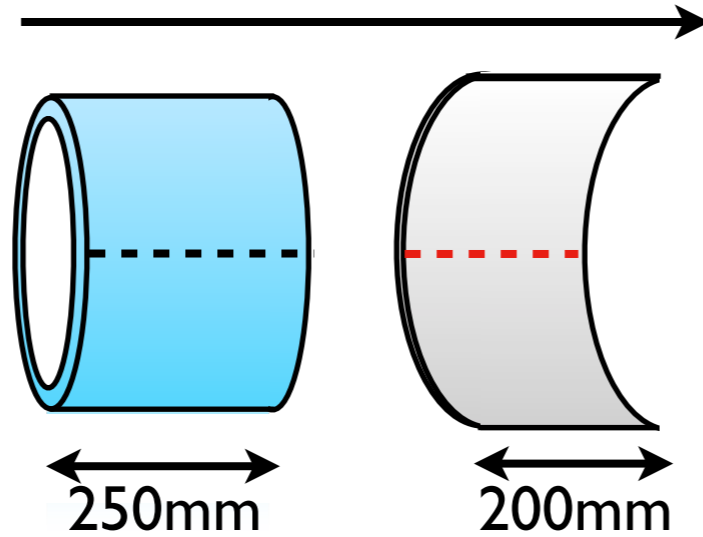


反射鏡の鏡面形状

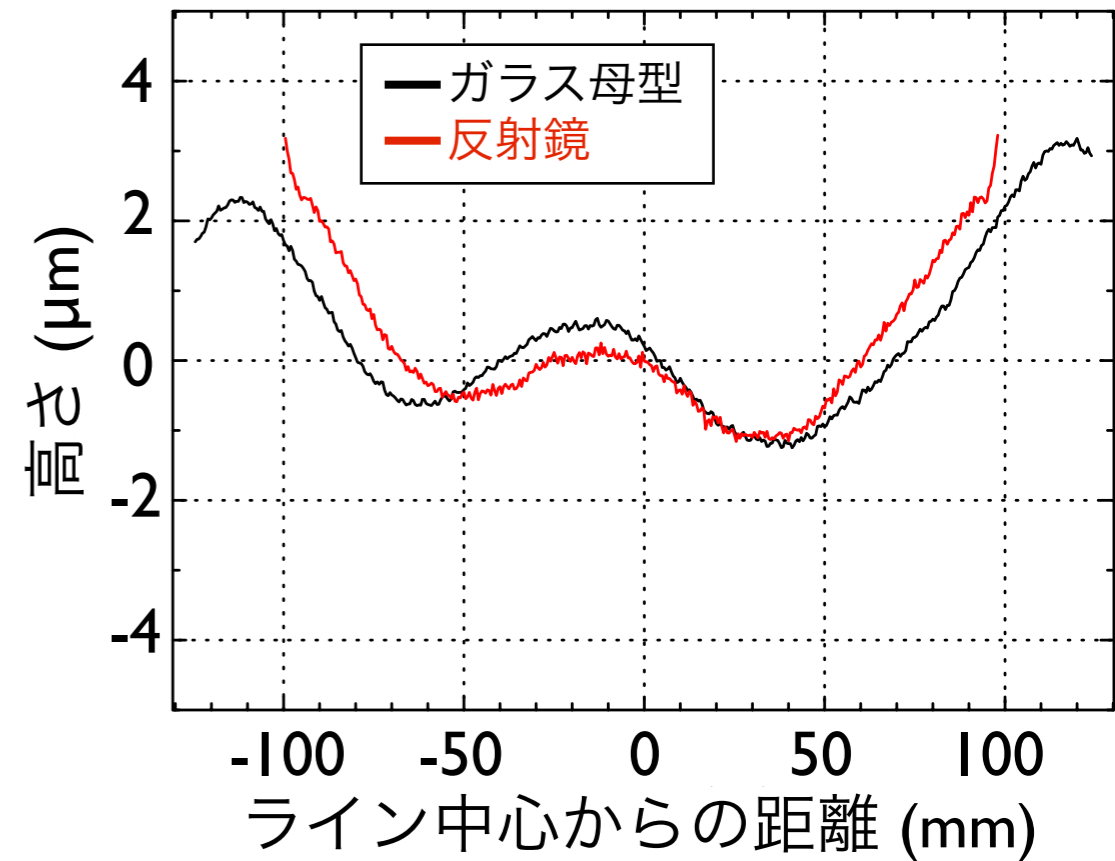
非接触式3次元形状測定装置



対応するラインを測定



ガラス母型と反射鏡の表面形状

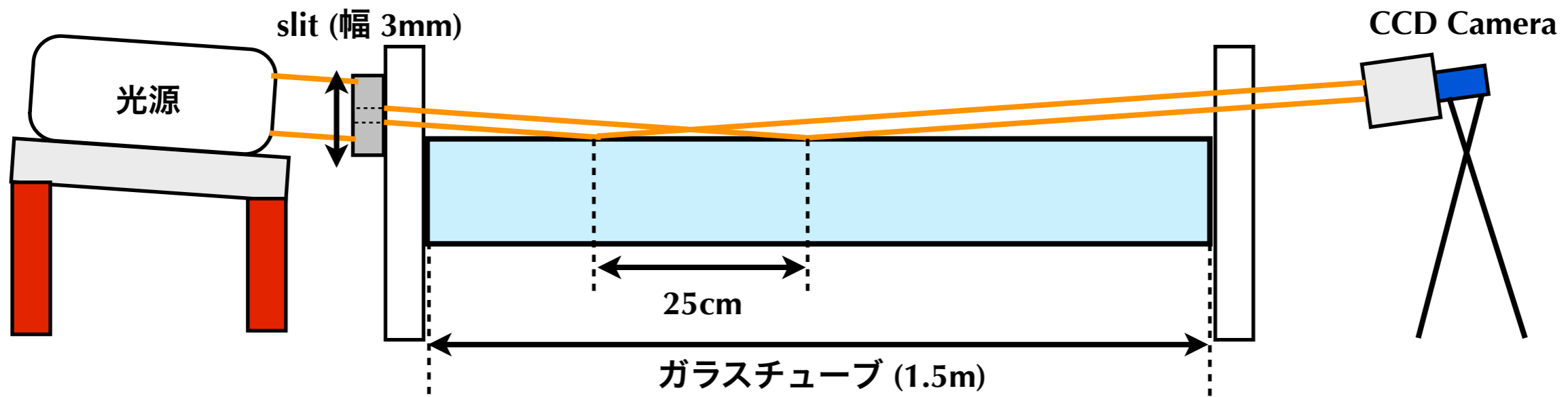


・レプリカ法では、鏡面形状はガラス母型の表面形状によって制限される
→反射鏡性能の向上には、**表面形状の良い母型**を選別し製作する必要がある

・なかなか要求精度を満たす母型が見つからないことが課題となっていた

可視光測定によるガラス選別

(※ 測定時間 : 約10分)



形状が良い場合の反射像

形状が悪い場合の反射像

射影

0.10

HPW=0.33'

HPW=3.99'

0.05

0

-4

-2

0

2

4

[分角]

(※ 量産に使える基準 : 1.0' 以下)

可視光測定によるガラス選別

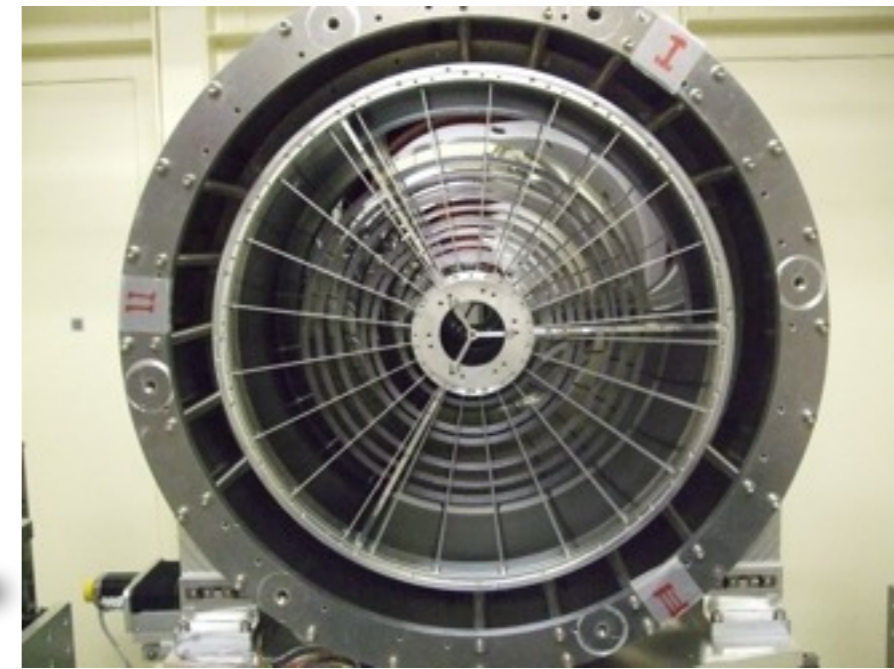
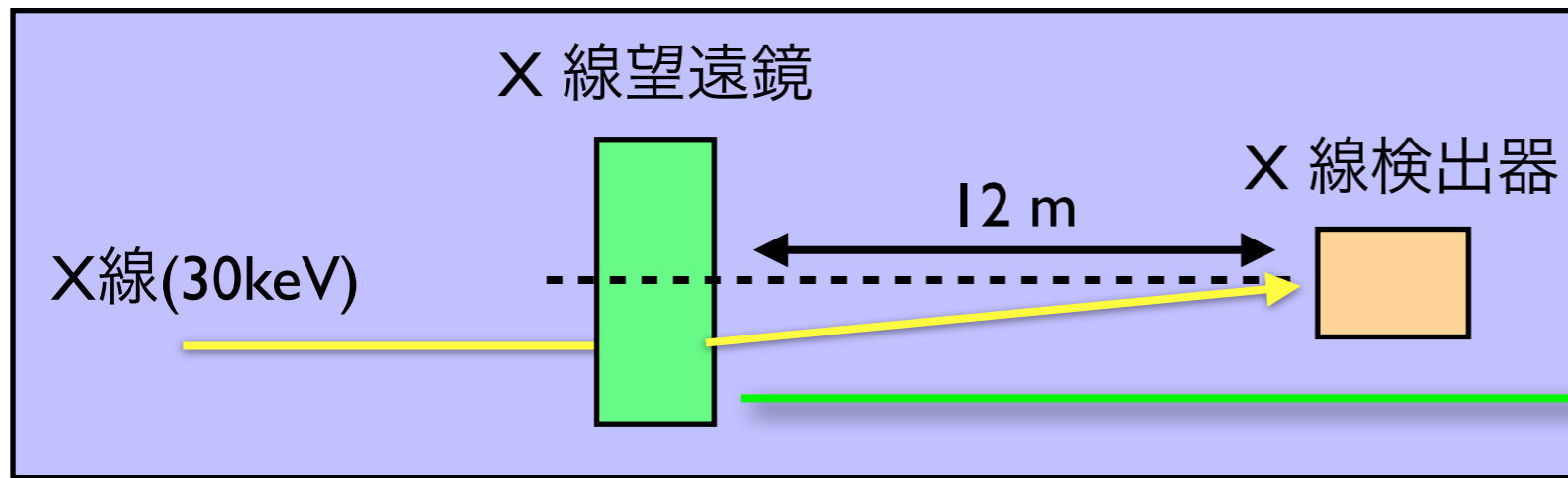
ガラス直径 (mm)	基準を満たす本数 (2011年2月末)	基準を満たす本数 (2011年8月末)
120	0	8
125	0	1
130	1	8
135	4	9
140	0	9
145	0	4
150	9	9
155	0	0
160	0	3
165	0	3
170	0	8
180	8	8
190	6	6

ガラス直径 (mm)	基準を満たす本数 (2011年2月末)	基準を満たす本数 (2011年8月末)
200	0	1
215	0	0
225	4	4
240	0	3
250	0	5
270	0	4
300	0	1
315	0	0
325	0	0
350	0	0
365	0	0
390	0	1
415	0	0

- ・ 2011年4,5月に可視光測定を用いてガラスの選別、購入を行った
- ・ **結果、多くの径で基準を満たすガラス母型を揃えることができた**

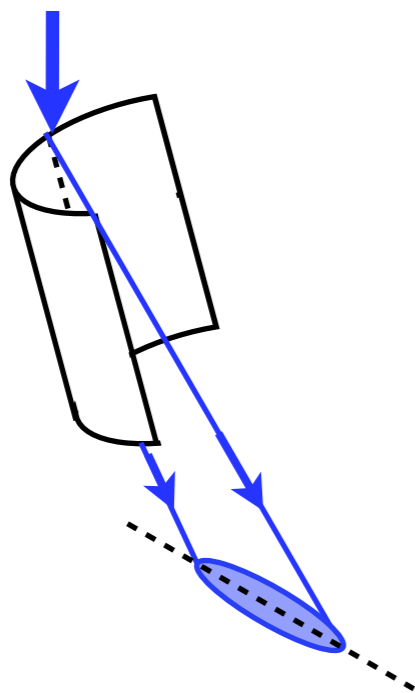
SPring-8 における性能評価

検出器側から見た望遠鏡



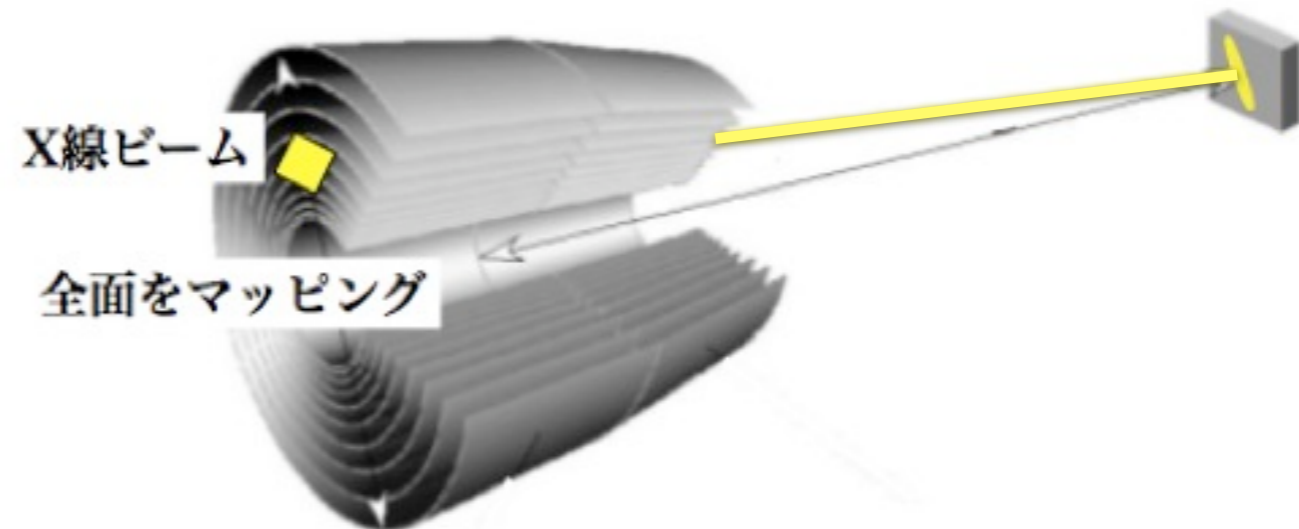
spot image 測定

- 各鏡の形状誤差による像の広がりを評価
- 微小な X 線ビームで円周方向に走査



全面測定(Raster Scan)

- 望遠鏡全体の性能を評価
- 10mm 四方のX線で全面をマッピング

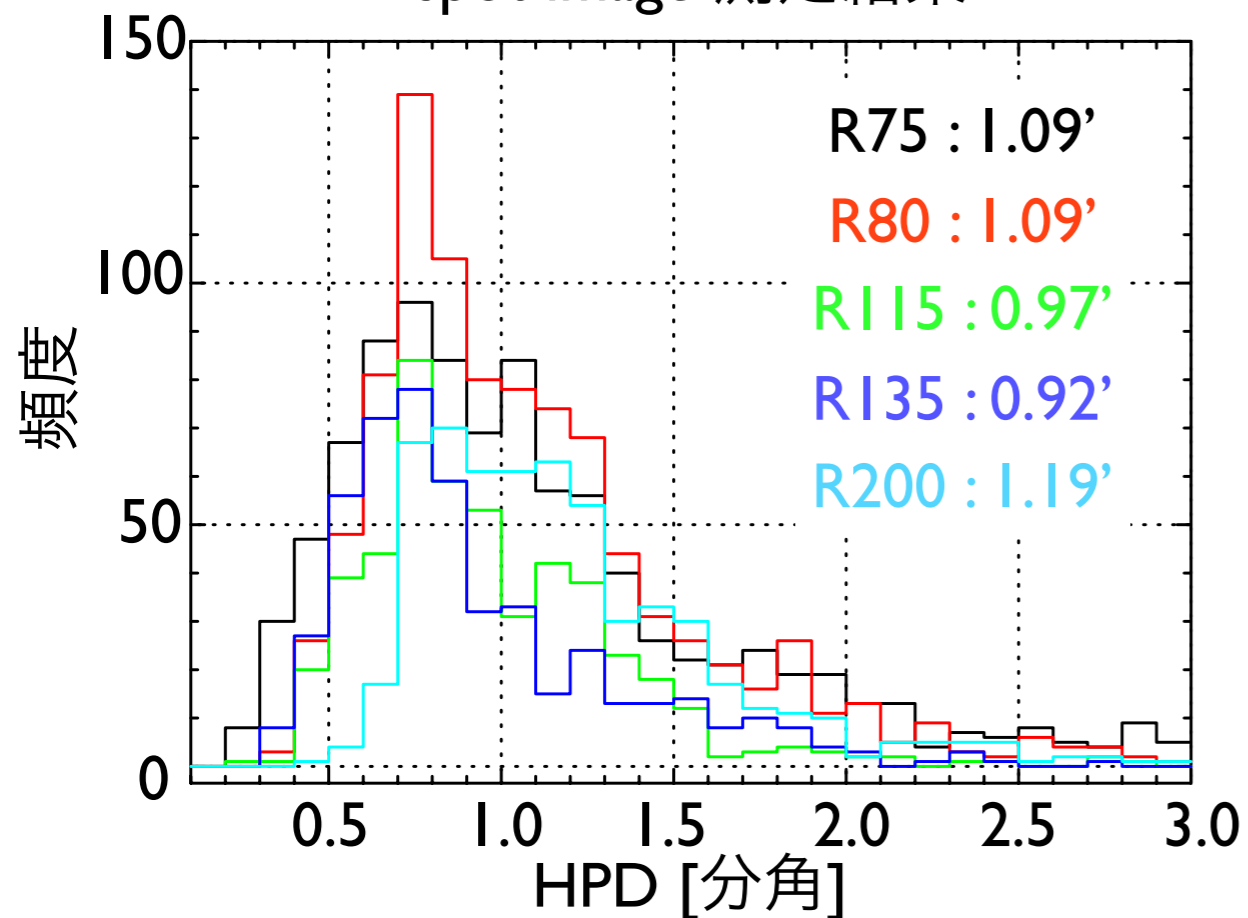


SPring-8 における性能評価

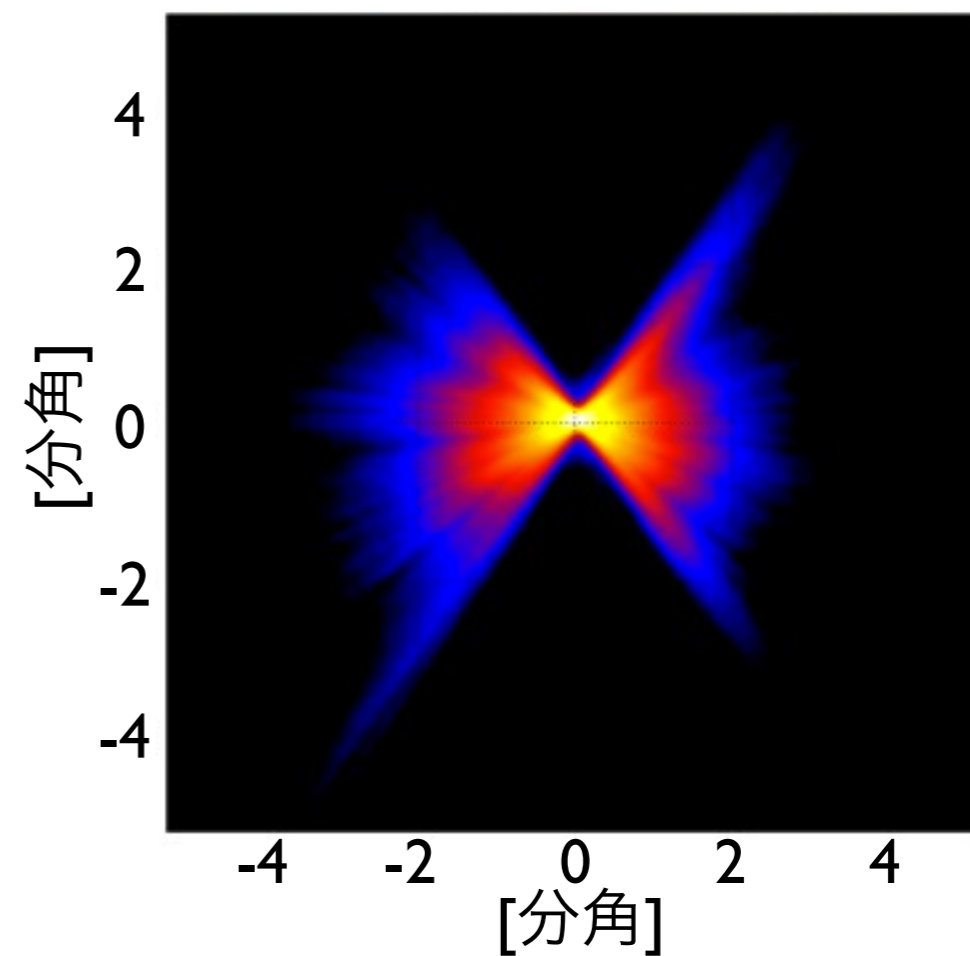
spot image 測定(1回反射)

- 半径75~200mmの5バンドを測定
- 各バンドにつき10~20枚測定
- 目標 : 0.85'

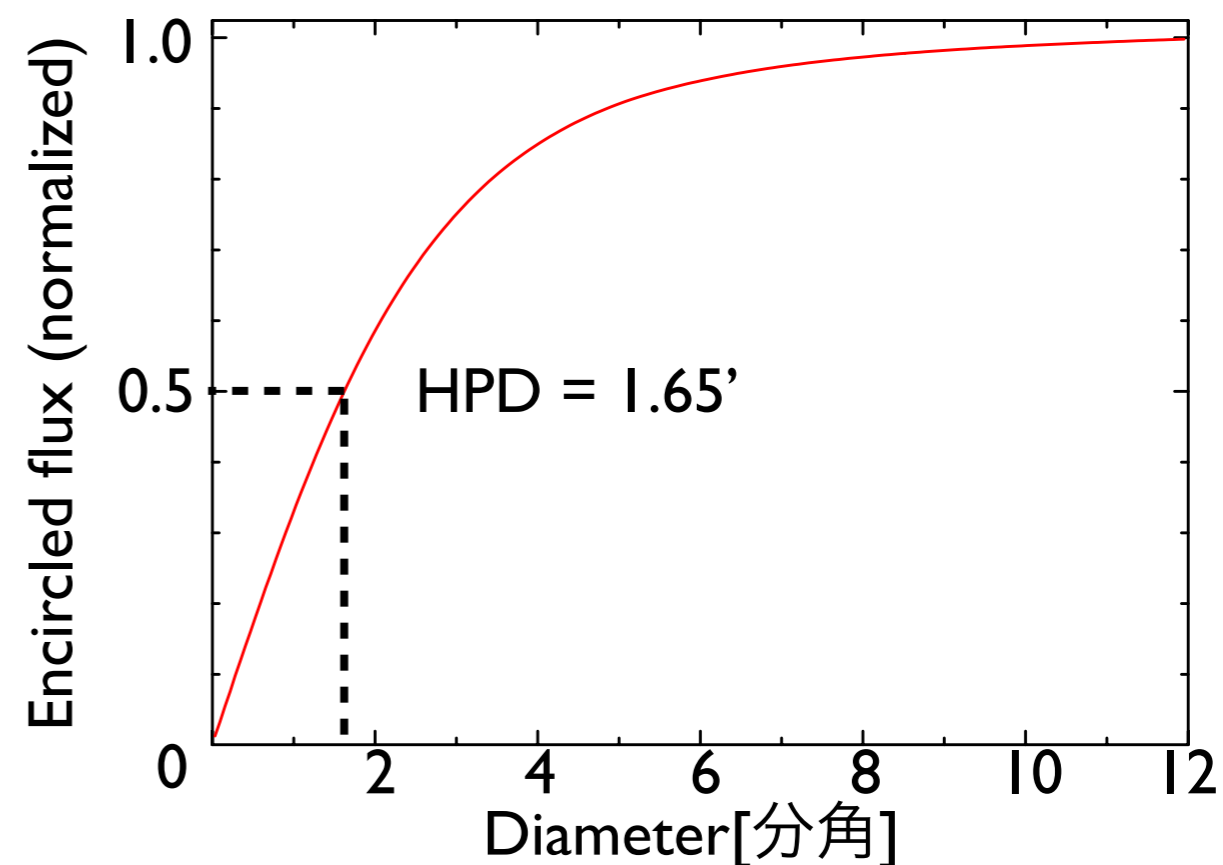
spot image 測定結果



raster scan 焦点面イメージ



raster scan EEF (R64-166, 30keV)



まとめ

ガラス母型について

- ・ 要求精度を満たすガラス母型が無い径では、反射鏡製作を行えなかった
- ・ 可視光測定を導入により、従来よりも速く選別することができるように
- ・ **結果、多くの径で基準を満たすガラスチューブを揃えることができた**

現状の望遠鏡性能について

- ・ 反射鏡単体での形状誤差による像の広がり目標値(0.85')に届いていない
- ・ 望遠鏡全体(segment I)での結像性能は要求を満たしている