

# すばる次世代広視野補償光学システム: 観測装置検討の現状

---

岩田 生 (New Development, Subaru Telescope, NAOJ)

- 広視野近赤外撮像・多天体分光装置 (Super MOIRCS)
- その他の装置の可能性
  - 面分光装置
  - 可視光装置 (Super FOCAS? zzFOCAS??)
  - 熱的赤外線装置 (Super IRCS?)

広視野近赤外線撮像・多天体分光装置

# 広視野近赤外線撮像・多天体分光装置

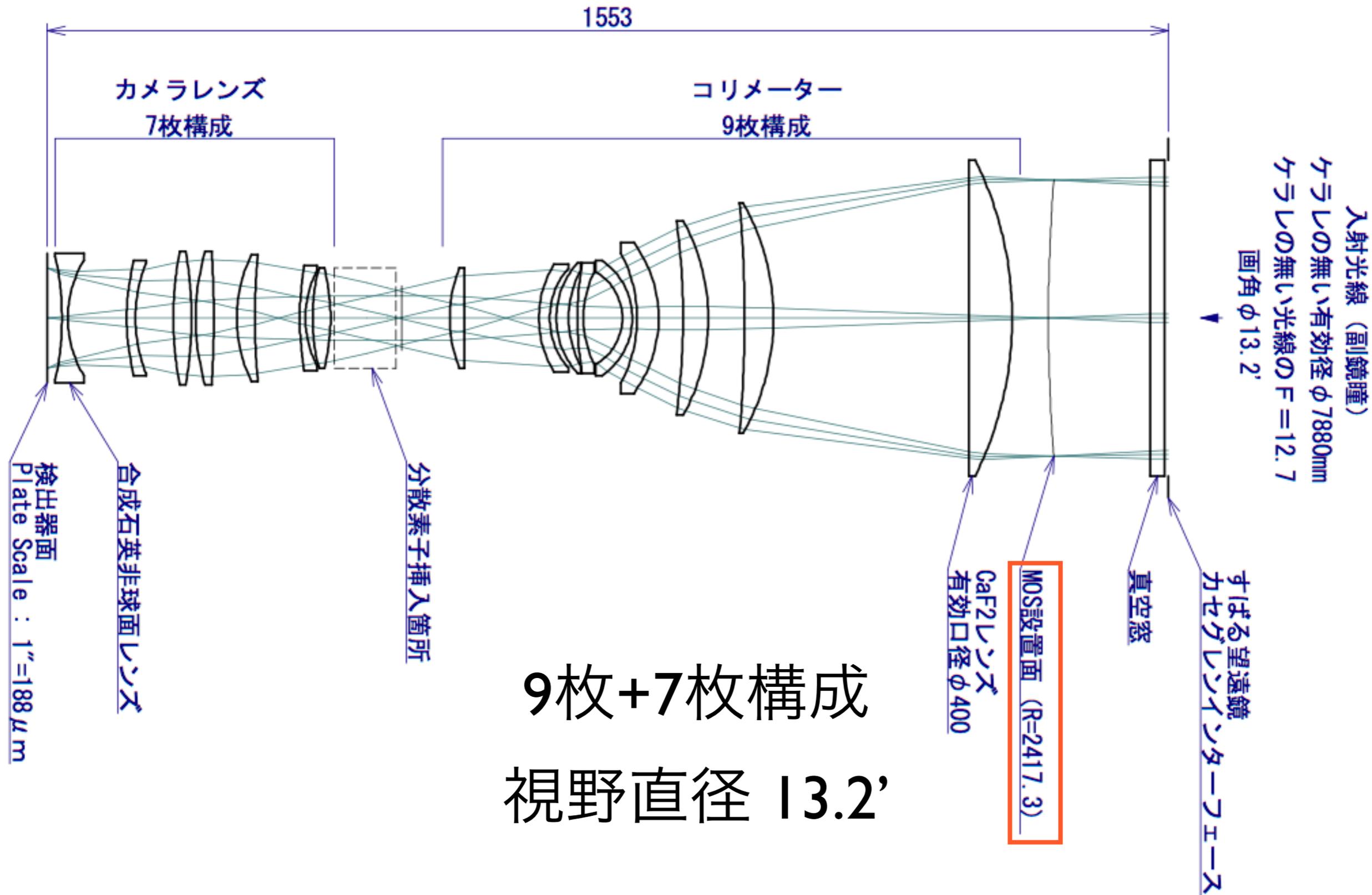
---

- GLAOで達成される $>10'$ シーイング改善を最大限活かす
- すばるのカセグレン焦点で可能な視野の広さの限界を追求する
- 2011年度には光学系検討として
  - 視野分割を行わない
  - 望遠鏡パラメータを変えない場合 / 変える場合

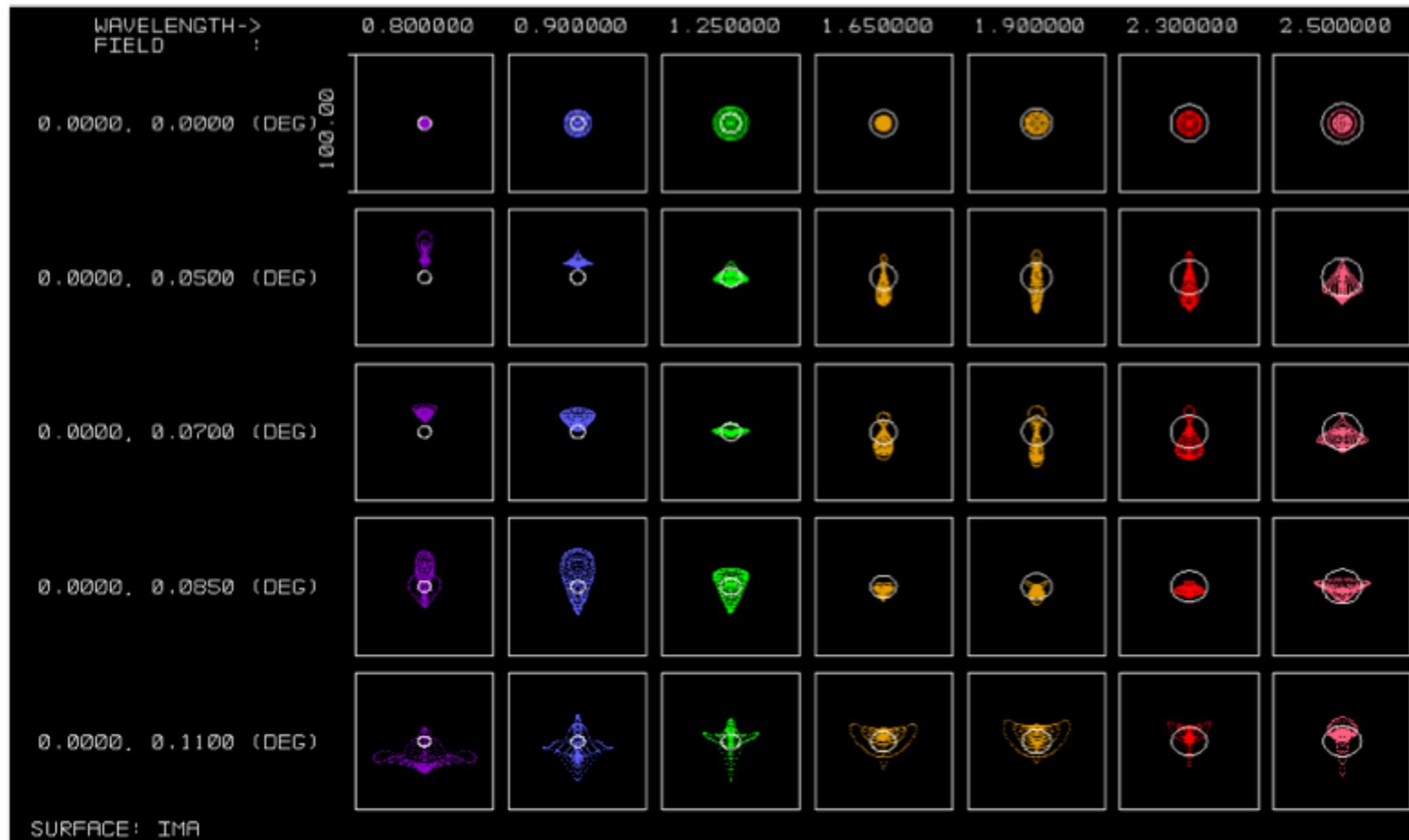
という条件での光学系構成および結像性能の検討を行った。

- 以下の結果は東大 本原さんほかと相談しながら、オプトクラフト山室さんに検討頂いたもの。

# (A-1) 望遠鏡パラメータ無変更・ 像面平坦化レンズ無し

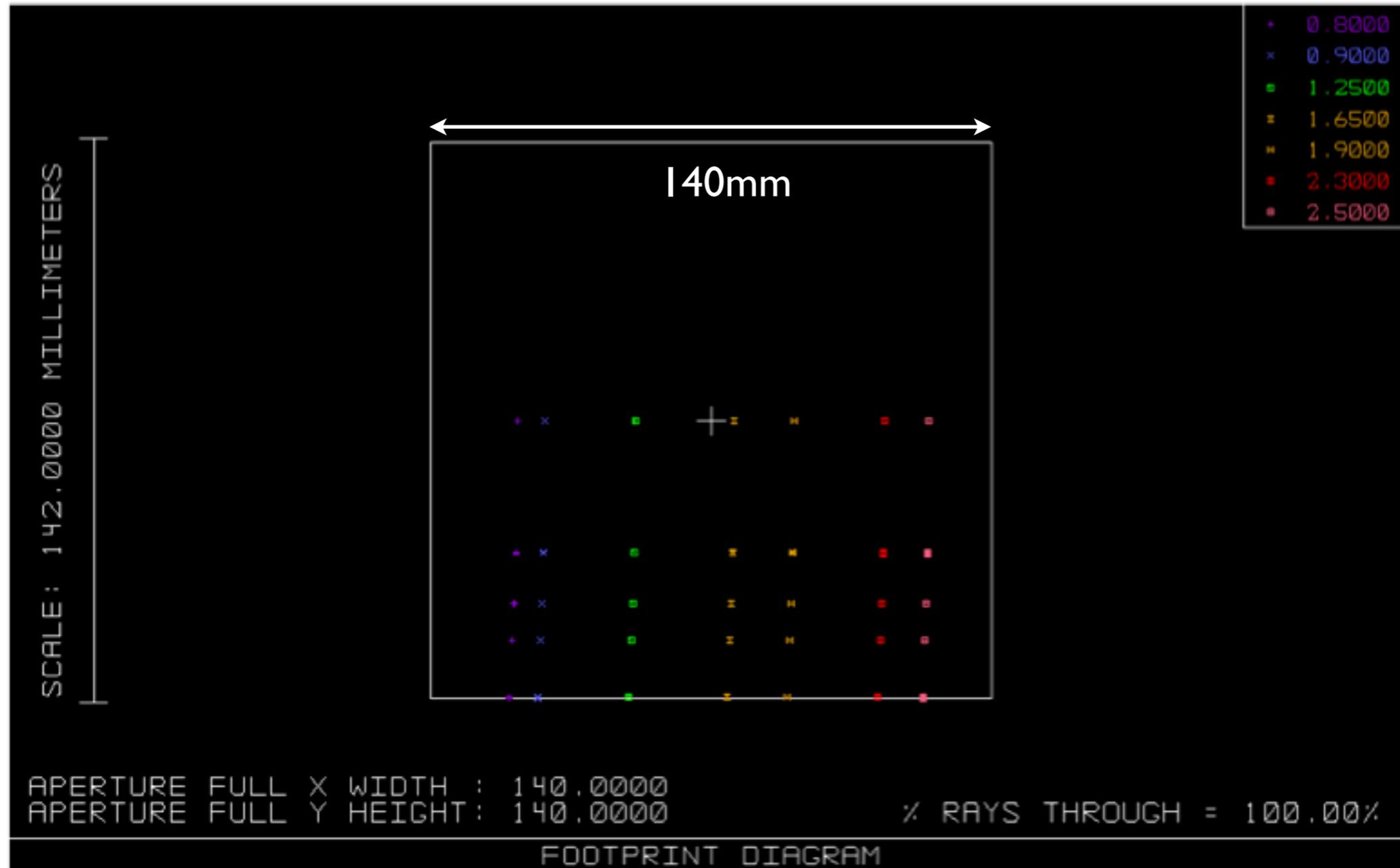


# (A-1) 検出器面スポットダイアグラム

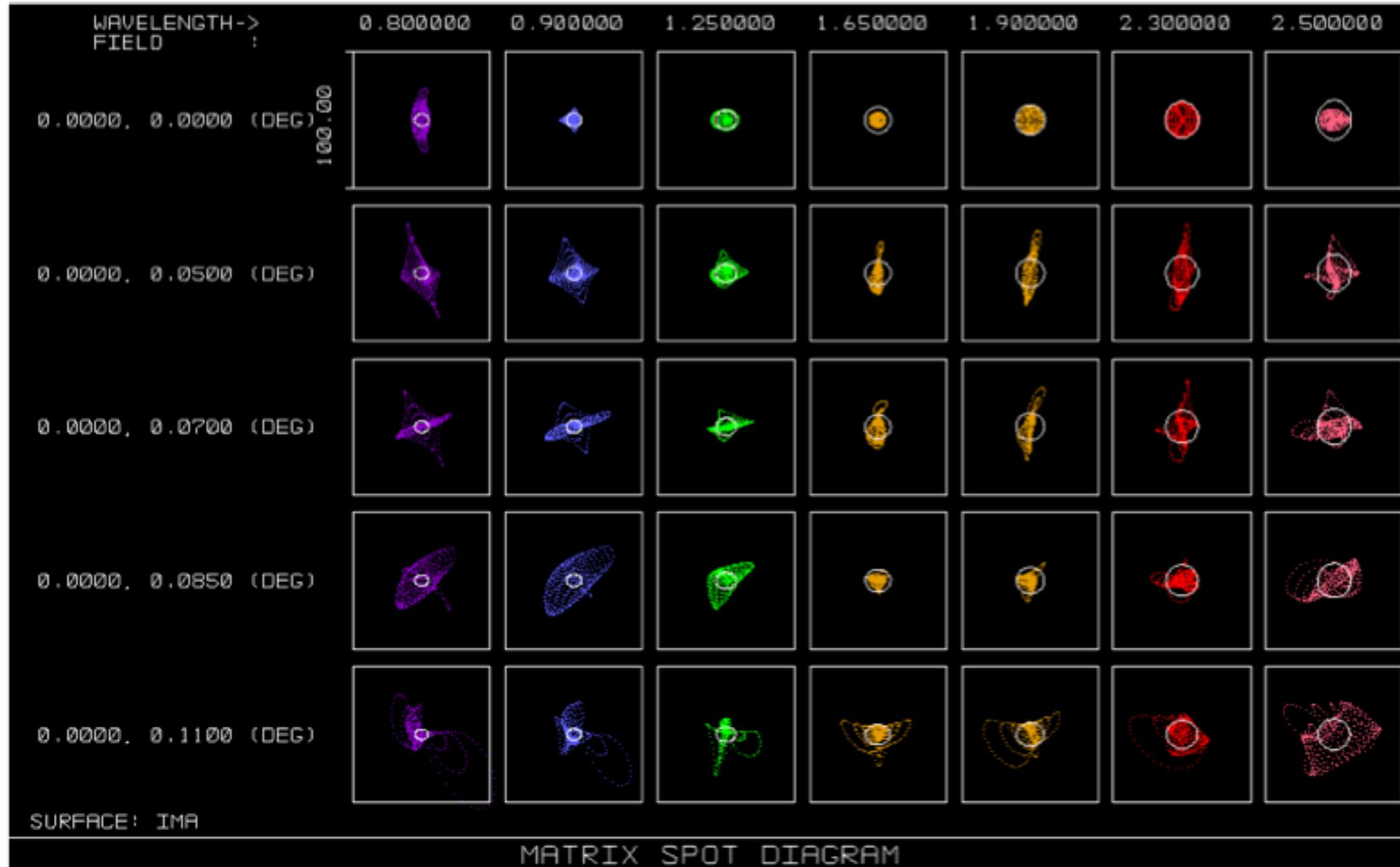


100μm  
=0.53"

# (A-1) 分光結像位置



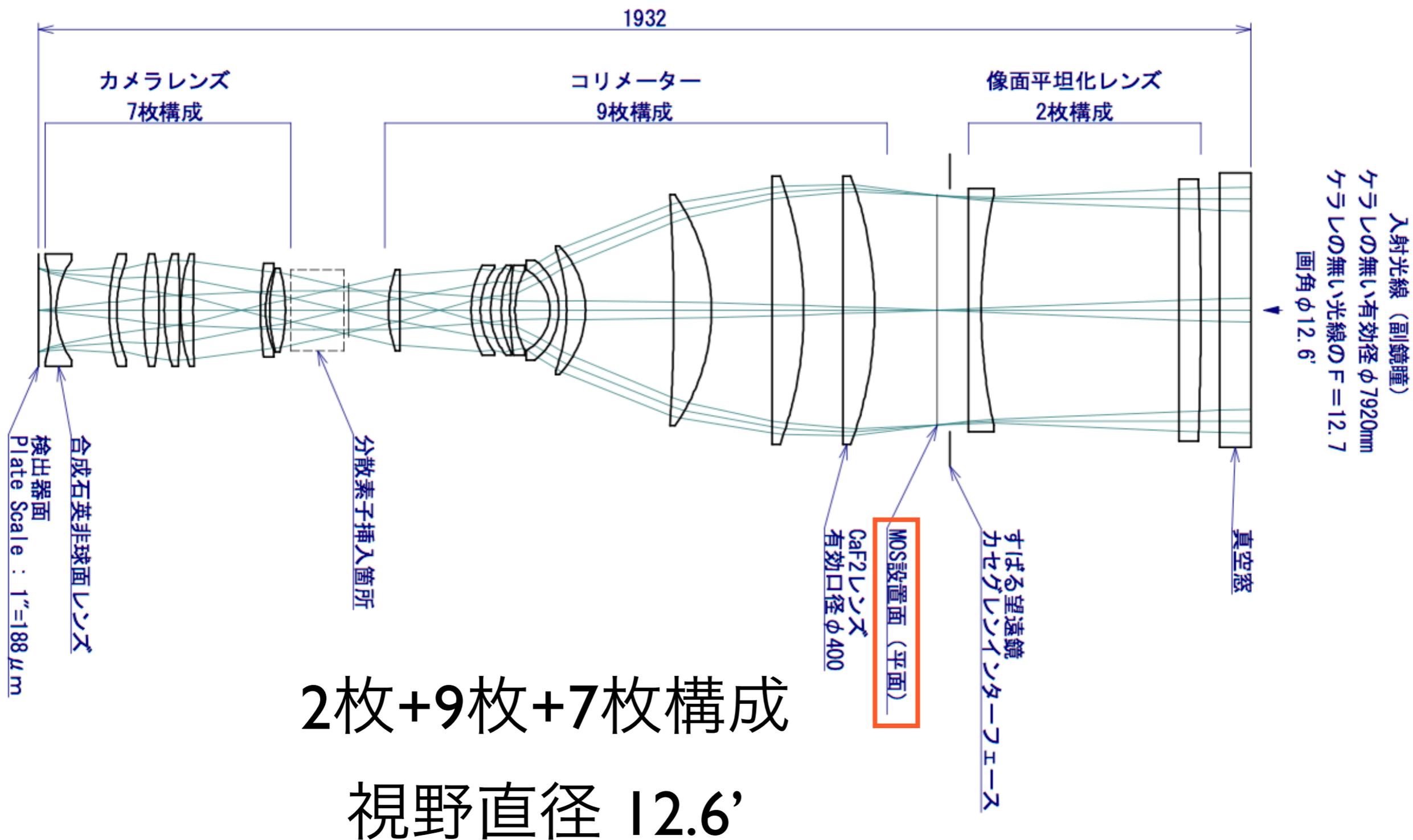
# (A-1) 分光スポットダイアグラム



100μm  
=0.53"

# (A-2) 望遠鏡パラメータ無変更・

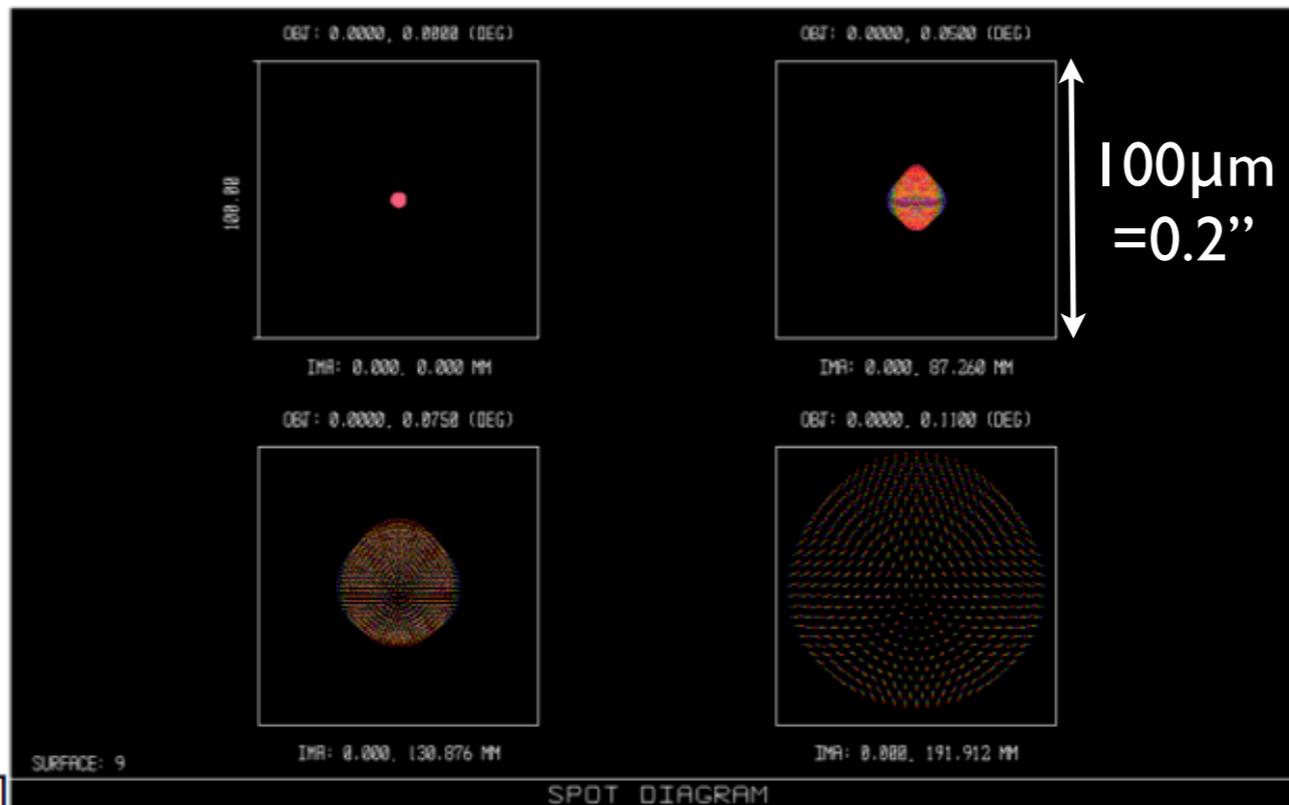
## 像面平坦化レンズあり



# 望遠鏡焦点面(MOSマスク位置)でのスポット

視野中心

3.0'



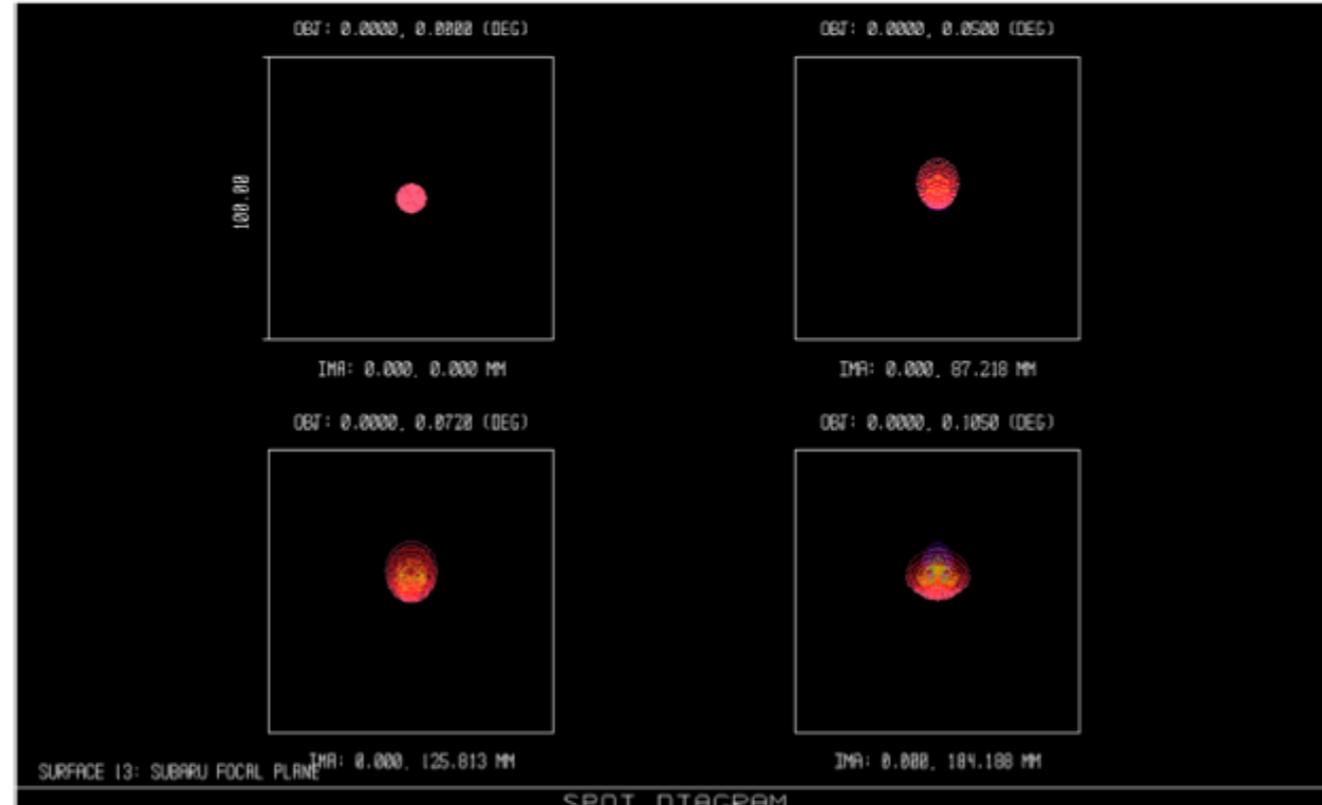
4.5'

6.0'

像面平坦化  
レンズなし

視野中心

3.0'

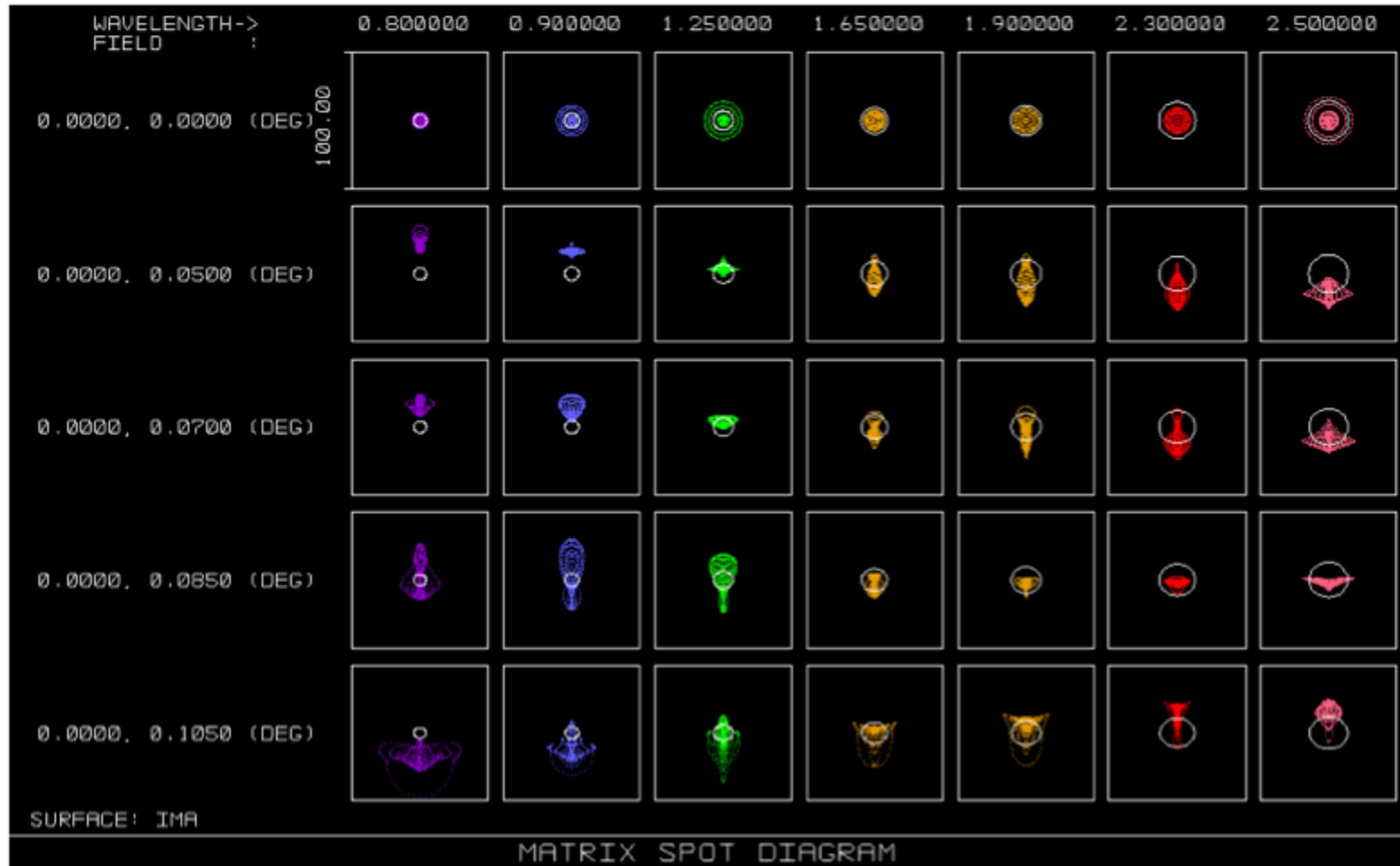


4.5'

6.0'

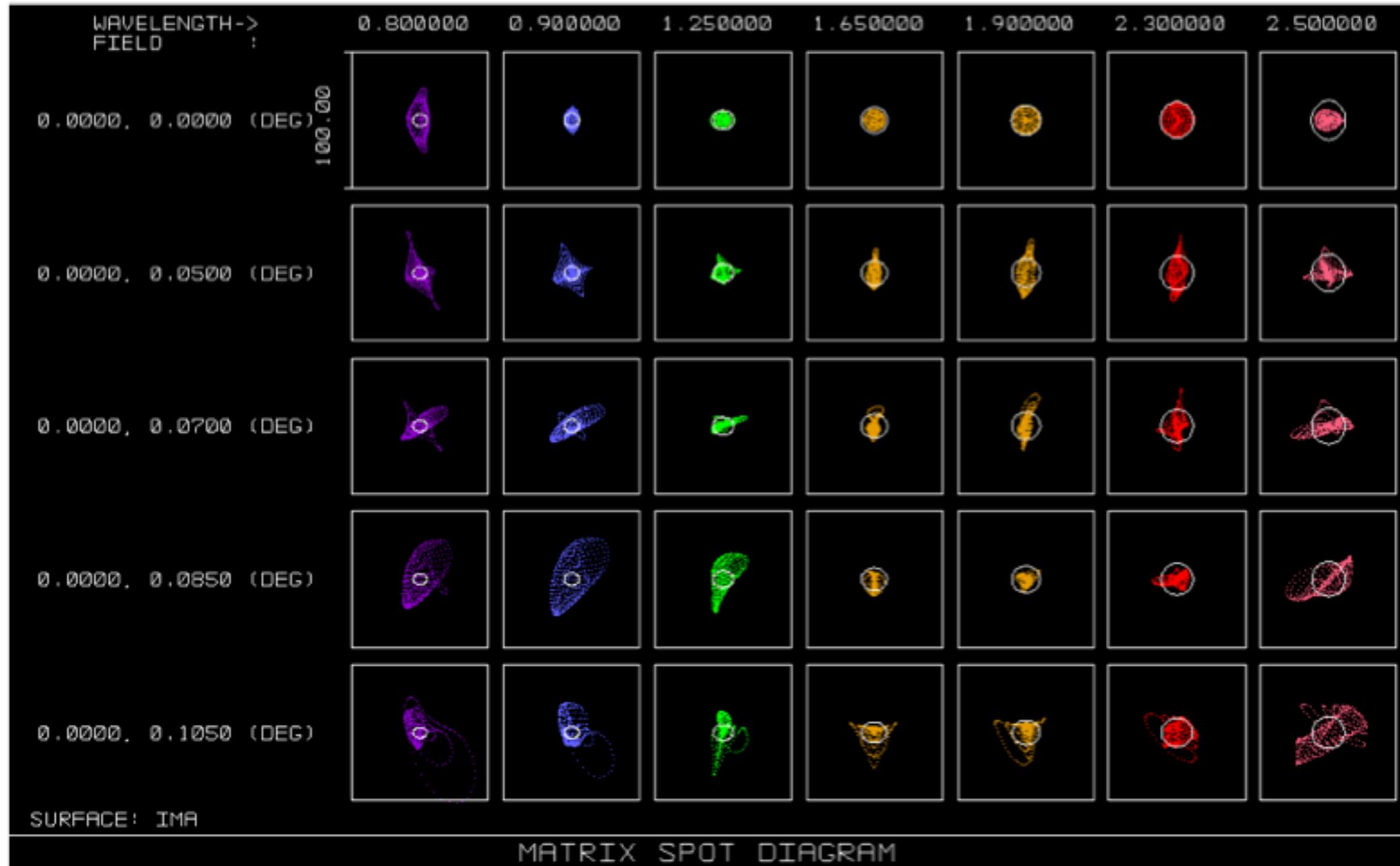
像面平坦化  
レンズあり

# (A-2) 検出器面スポットダイアグラム



↔  
100μm  
=0.53"

# (A-2) 分光スポットダイアグラム



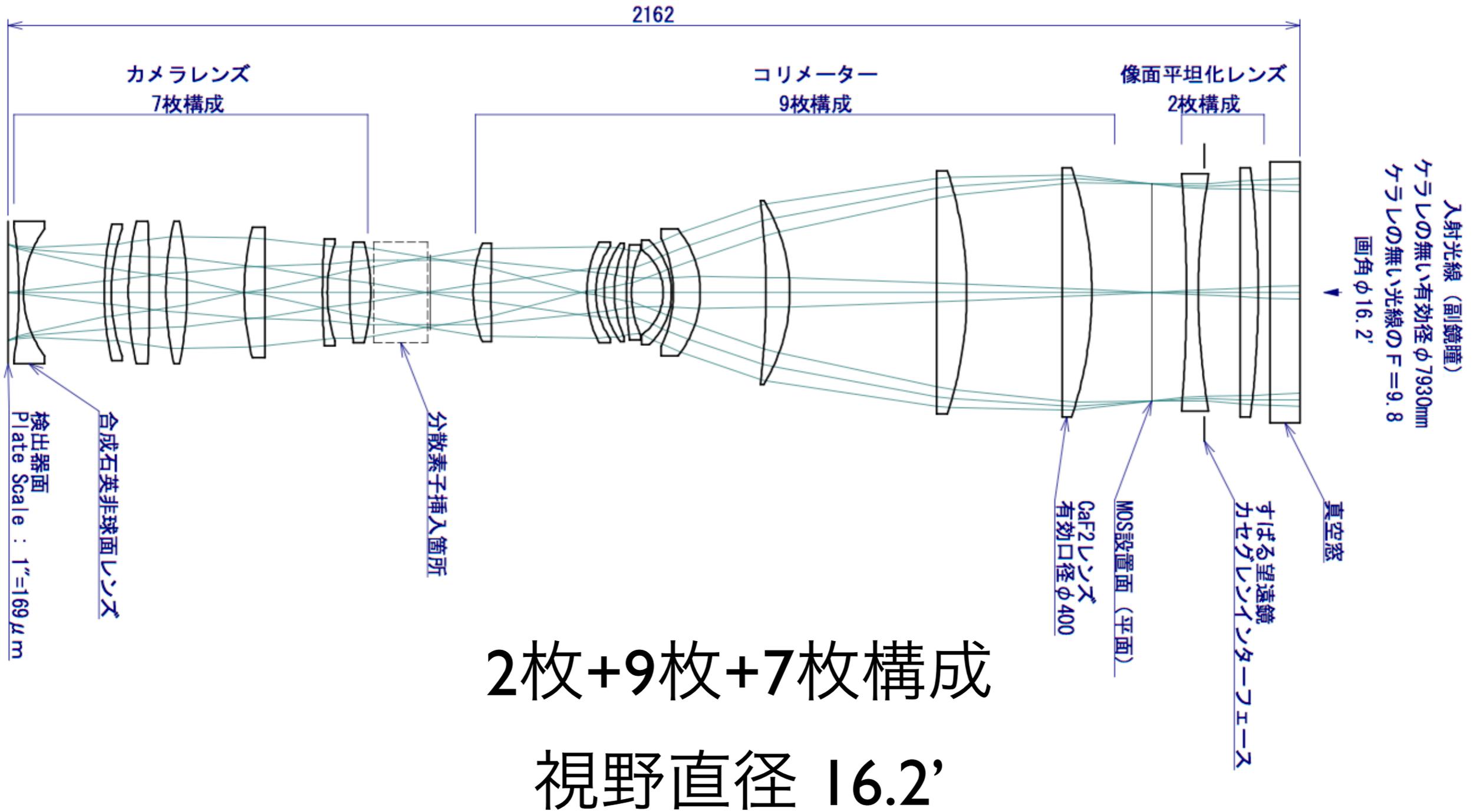
↔  
100μm  
=0.53''

# 望遠鏡パラメータを変更する場合

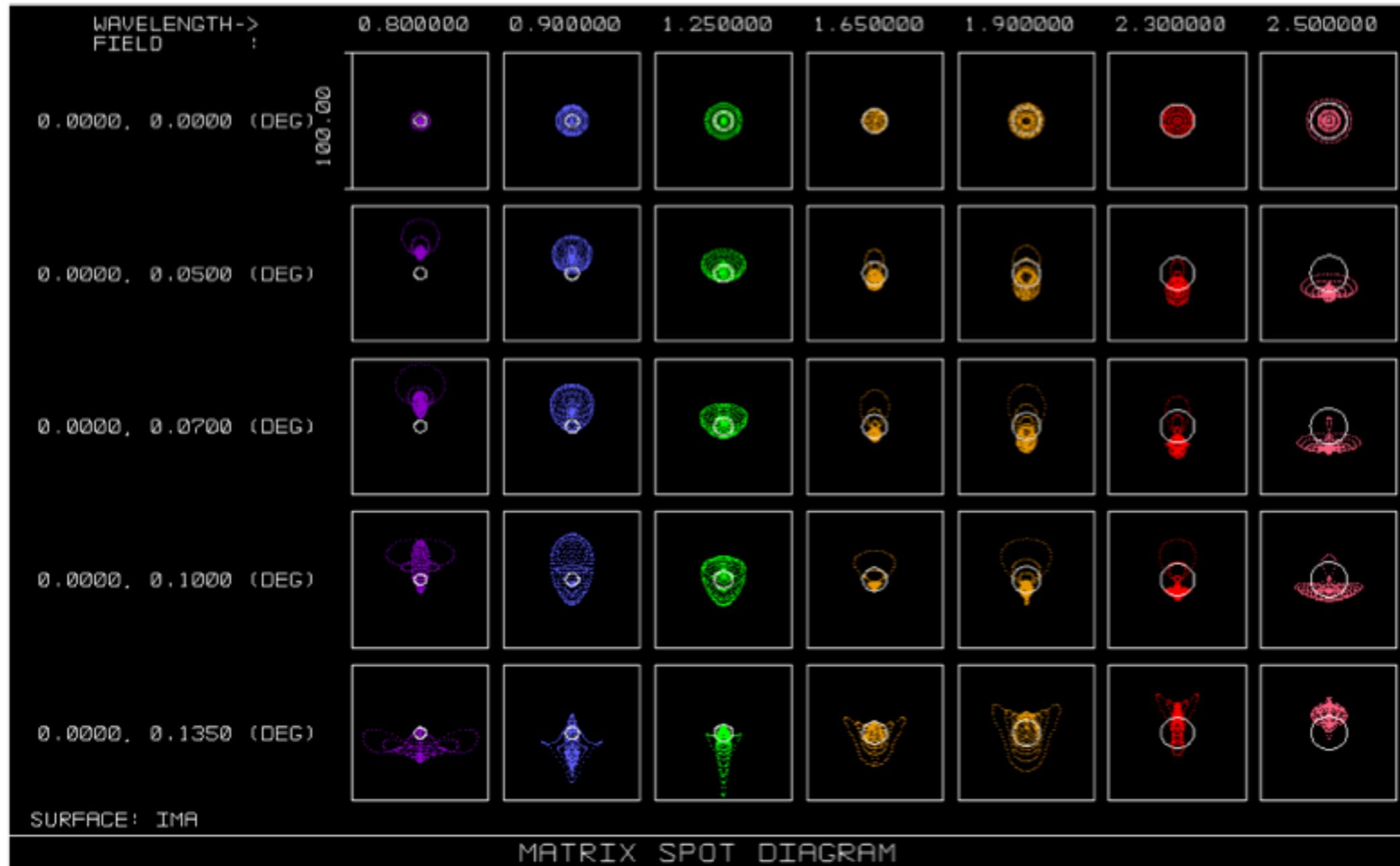
---

- 合成Fを明るくする
  - 主鏡のフチを12 $\mu$ mダレさせる
  - 副鏡は1.54m (現在は1.26m)
  - 合成F 9.8 (現在は F 12.7)

# (B-2) 望遠鏡パラメータ無変更・ 像面平坦化レンズ無し

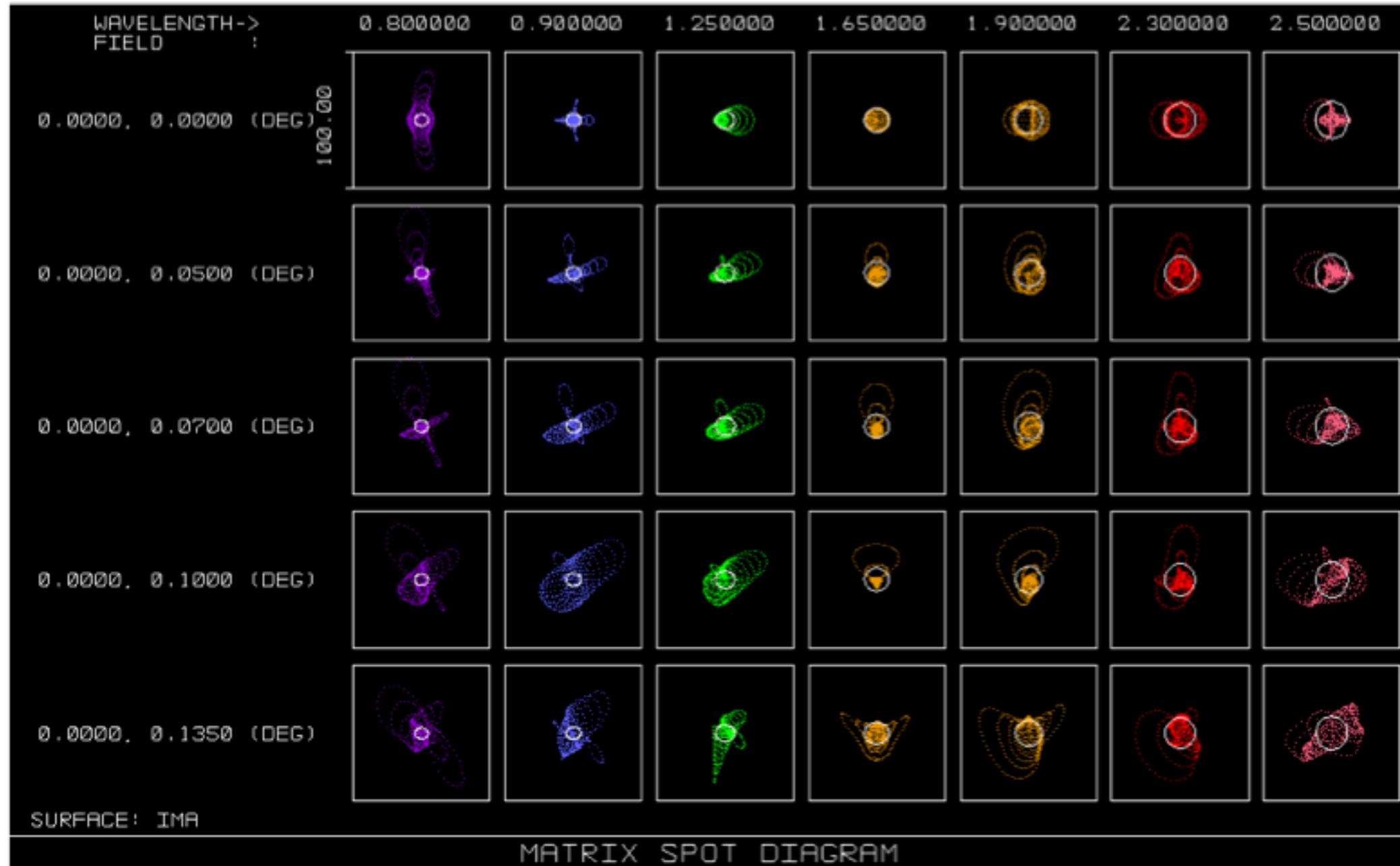


# (B-2) 検出器面スポットダイアグラム



100 $\mu$ m  
=0.59''

# (B-2) 分光スポットダイアグラム



# 昨年度の光学系検討の結果

---

- 視野分割無しでの検討
- 望遠鏡パラメータの変更なしの場合 直径 約13'
- 望遠鏡パラメータの変更ありの場合 直径 約16'
- まで、FWHM < 0.15"の結像性能をもつ光学系構成が得られた。

# 検討課題

---

- 望遠鏡パラメータの変更の許容範囲
  - 可変副鏡製作の制約から、現在のM2 (1.26m)より大幅に大きいものは困難
- グリズムのサイズ、可能な分散
- フィルタの設置位置
- MOSマスクの形状(湾曲を許容できるか)
- ARコートの実現性
- 装置サイズ、重量、たわみの評価
- カセグレン焦点改造の実現性

# 今年度の検討

---

- 広視野近赤外線装置 光学系
  - 視野分割の検討
  - 分散素子の検討
  - サイエンスとすりあわせた、かつより現実的な構成
- 望遠鏡 - カセグレン焦点改造
  - ADC等撤去でどこまでひろげることができるか
  - 重量制限は
  - GLAOコンポーネントを収納するスペースの見積り

# 装置仕様案

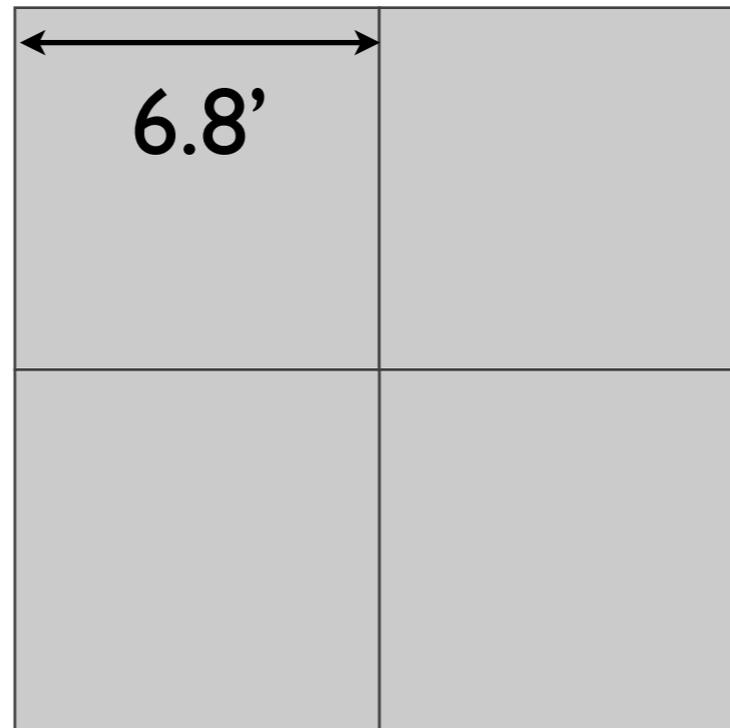
---

|          |                 |                    |
|----------|-----------------|--------------------|
| 波長域      | 0.9-2.5 $\mu$ m |                    |
| プレートスケール | 0.1"/pix        |                    |
| 視野       | 13.6'x13.6'     | 視野分割によるさらなる広視野化を検討 |
| フィルタ     | 広帯域+狭帯域         |                    |
| 多天体分光    | Multi Slit Mask |                    |
| 分散       | 2000(TBD)       | 実現性今年度検討           |

# Field of View for Imaging

---

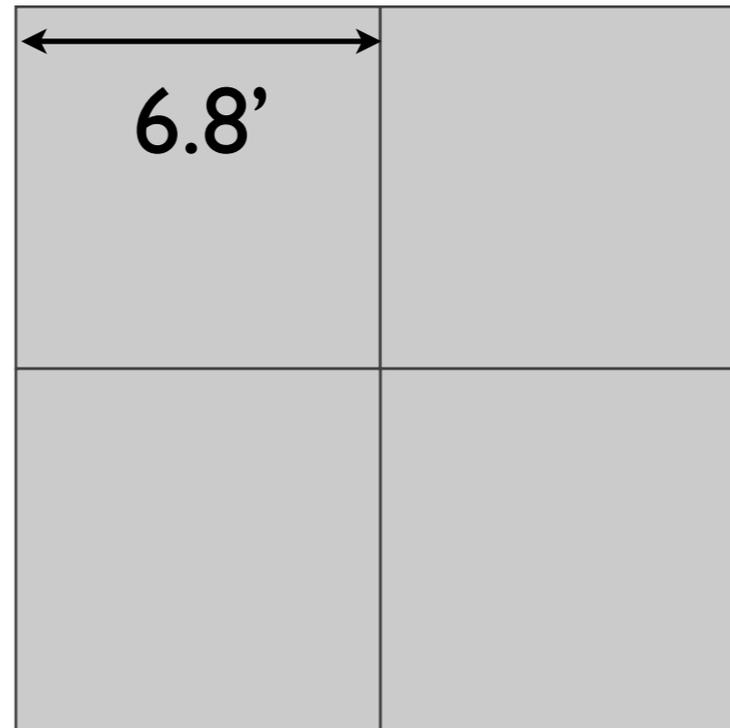
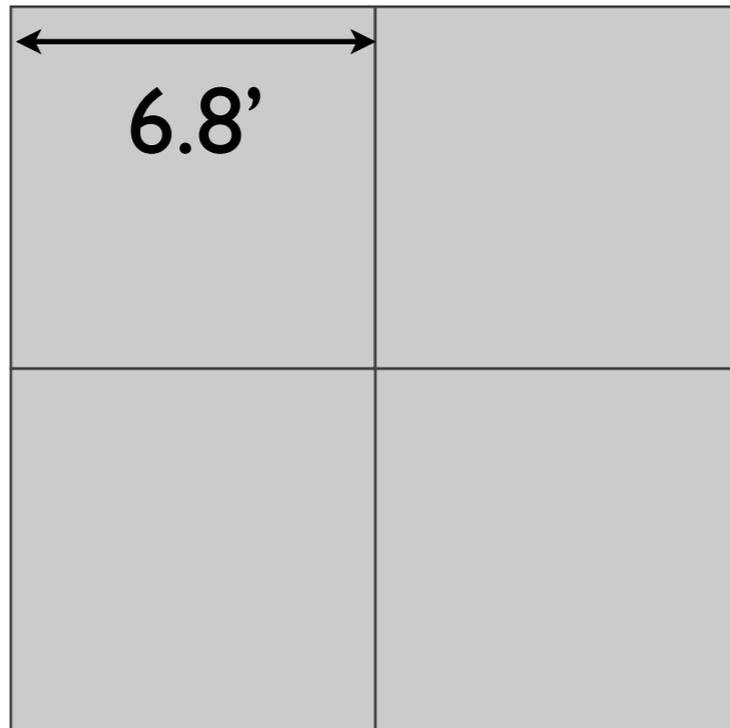
- H4RG-15
- $0.1''/\text{pix} \rightarrow 6.8' \times 6.8' / \text{chip}$
- 視野分割なしの場合
  - $\text{H4RG} \times 4 \rightarrow 13.6' \times 13.6' = 186 \text{ arcmin}^2$



# Field of View for Imaging

---

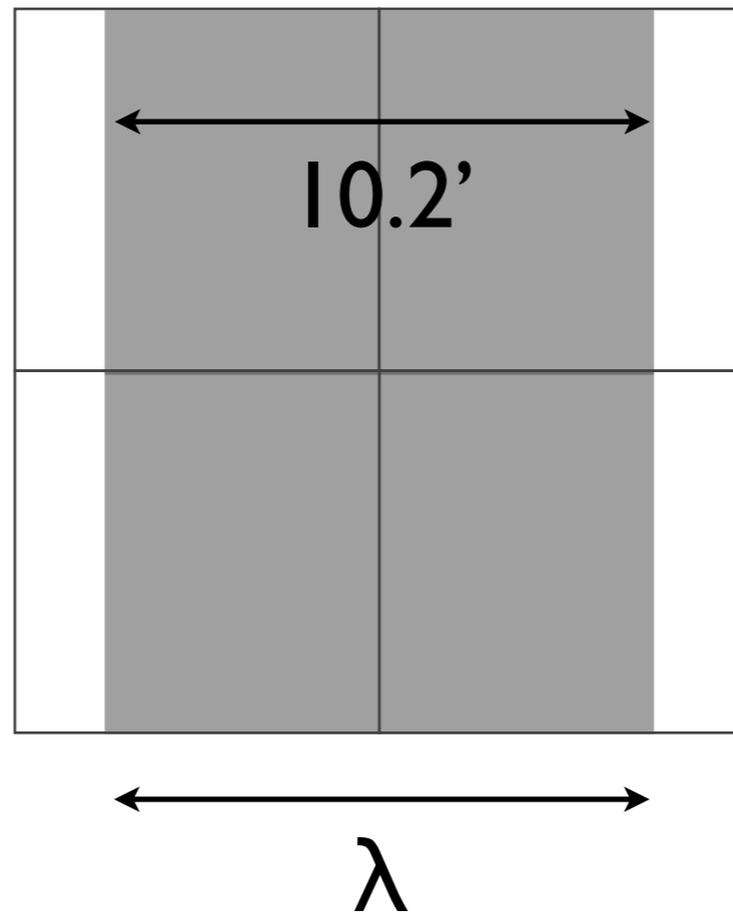
- 視野分割あり(2分割)の場合
  - H4RG x 4 x2 → 13.6' x 13.6' x 2 = 372 arcmin<sup>2</sup>



# Field of View for MOS

---

- 分散方向は2k pixの範囲をカバーするよう設計
  - Slit配置範囲は 分散方向6k (=10.2')の確保を最低限の要件とする
  - 空間方向はどれだけ確保できるか



# 分散素子パラメータ案(I) R~1000

---

|    | $\lambda$ [ $\mu\text{m}$ ] | Sampling<br>[ $\text{\AA}/\text{pix}$ ] | Coverage with<br>2K pixels*<br>[ $\mu\text{m}$ ] |
|----|-----------------------------|---|--|
| zj | 0.9-1.5                     | 3.3                                     | 0.67   |
| HK | 1.3-2.5                     | 7.0                                     | 1.43   |

\* assume H4RG-I5 and multi-slit MOS

# 分散素子パラメータ案(2) R~3000

---

|   | $\lambda$ [ $\mu\text{m}$ ] | Sampling<br>[ $\text{\AA}/\text{pix}$ ] | Coverage with<br>2K pixels<br>[ $\mu\text{m}$ ] |
|---|-----------------------------|---|---|
| Y | 0.9-1.1                     | 1.1                                     | 0.22  |
| J | 1.1-1.4                     | 1.3                                     | 0.27  |
| H | 1.4-1.8                     | 1.6                                     | 0.34  |
| K | 1.9-2.5                     | 2.3                                     | 0.47  |

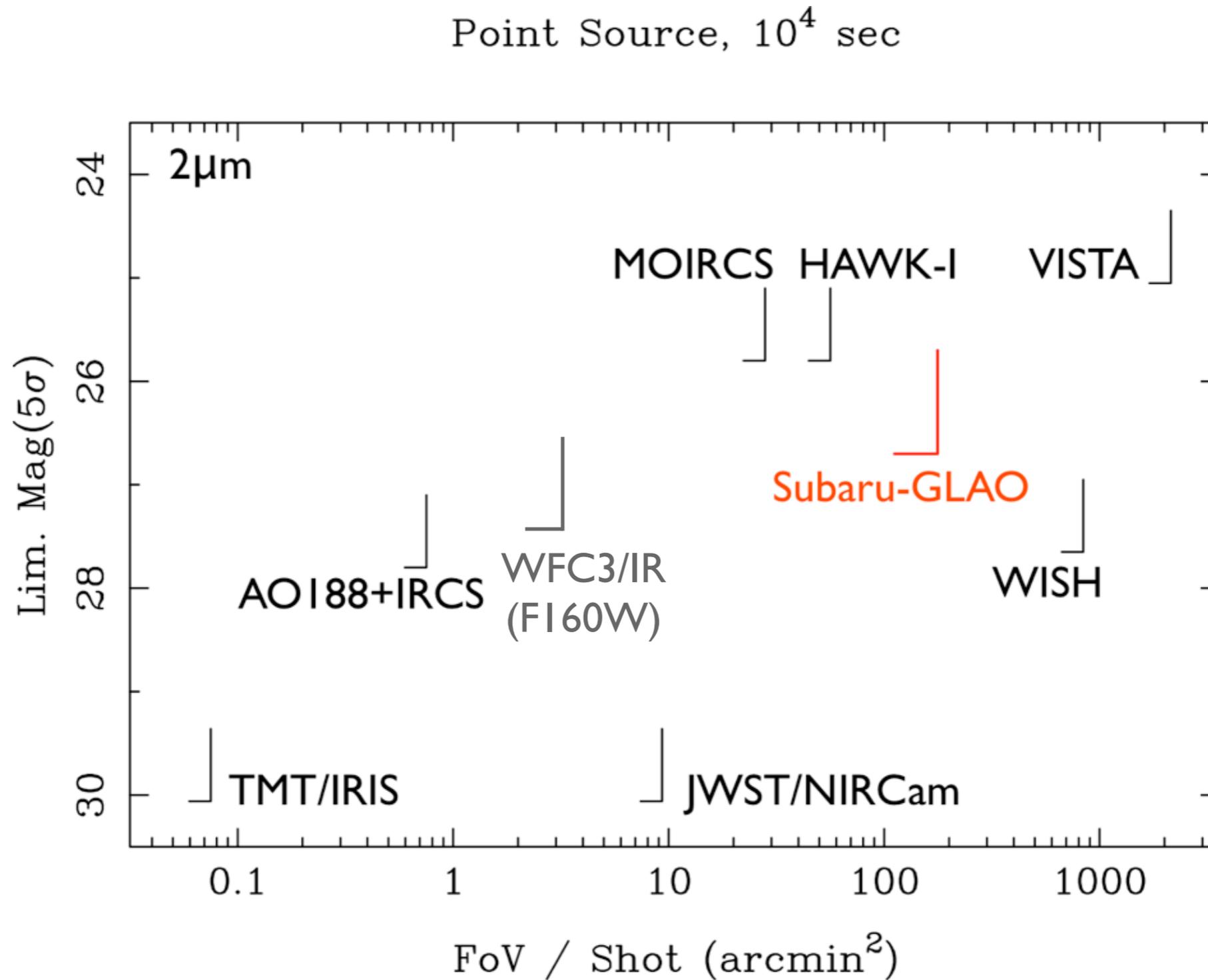
# Comparison: Imaging (I)

|                     | Subaru MOIRCS                | <b>Subaru GLAO</b>          | TMT IRIS                 | HST WFC3/IR              | JWST NIRCам                          |
|---------------------|------------------------------|-----------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------------------|
| Telescope Aperture  | 8.2m                         | 8.2m                        | 30m                      | 2.4m                     | 6.5m                                 |
| Wavelength Coverage | 0.9-2.5 $\mu$ m              | 0.9-2.5 $\mu$ m             | 0.84-2.4 $\mu$ m         | 0.9-1.7 $\mu$ m          | 0.9-2.3 $\mu$ m /<br>2.4-5.0 $\mu$ m |
| Spatial Resolution  | 0.117"/pix<br>0.4"@2 $\mu$ m | ~0.1"/pix<br>0.2"@2 $\mu$ m | 4 mas<br>10mas@1 $\mu$ m | 0.13"/pix<br>FWHM~ 0.25" | 32 mas /<br>64 mas                   |
| Field of View       | 28 $\square$ '               | ~180 $\square$ '            | 0.075 $\square$ '        | 4.65 $\square$ '         | 9.7 $\square$ '                      |

# Comparison: Imaging (2)

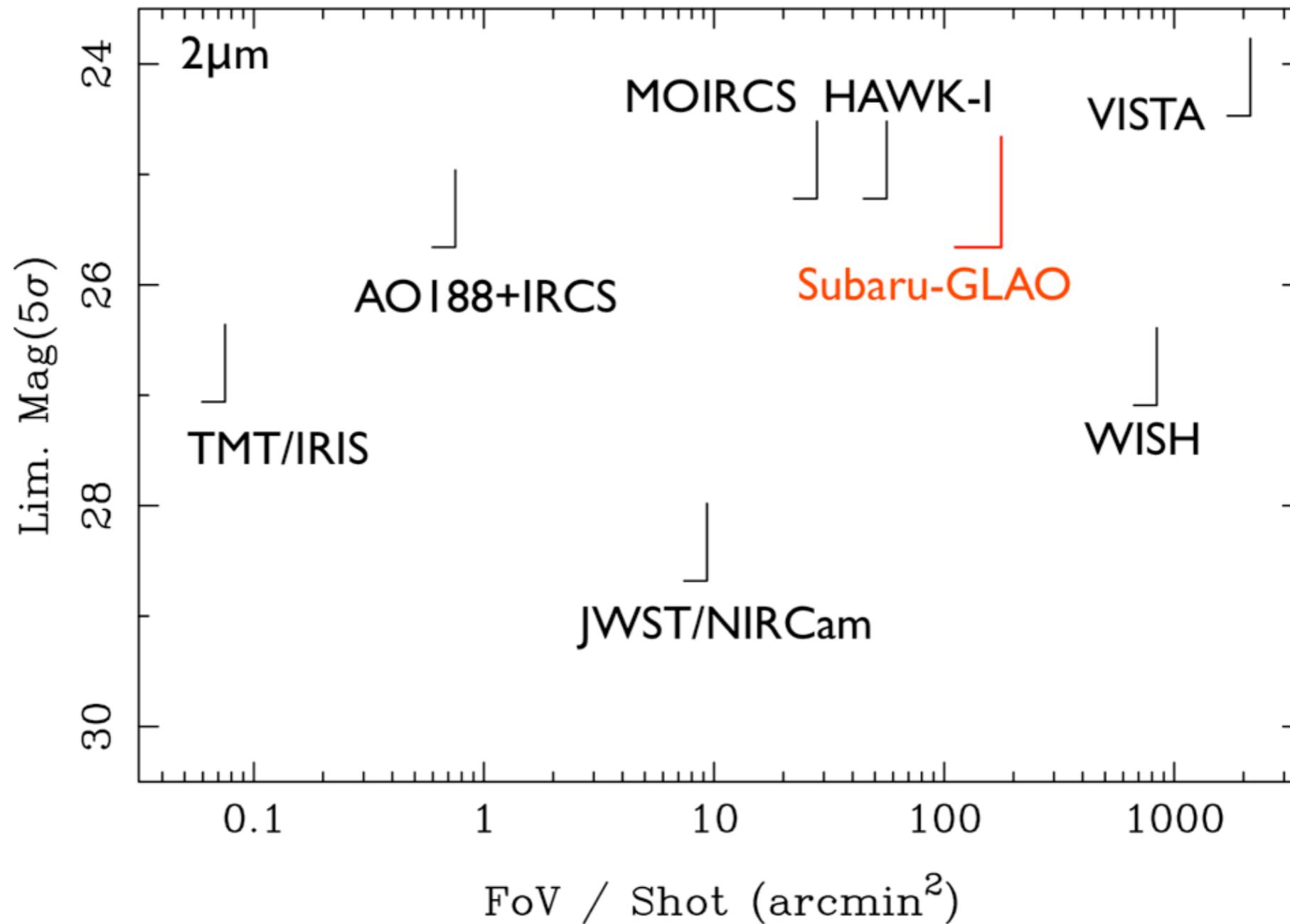
|                        | Subaru<br>MOIRCS             | <b>Subaru<br/>GLAO</b>      | VLT<br>HAWK-I +<br>GRAAL | LBT<br>LUCIFER | MMT  |
|------------------------|------------------------------|-----------------------------|--------------------------|----------------|------|
| Telescope<br>Aperture  | 8.2m                         | 8.2m                        | 8m                       | 8.4m           | 6.5m |
| Wavelength<br>Coverage | 0.9-2.5 $\mu$ m              | 0.9-2.5 $\mu$ m             | 0.9-2.4 $\mu$ m          |                |      |
| Spatial<br>Resolution  | 0.117"/pix<br>0.4"@2 $\mu$ m | ~0.1"/pix<br>0.2"@2 $\mu$ m | 0.104"/pix               | 0.12"/pix      |      |
| Field of View          | 28 $\square$ '               | ~180 $\square$ '            | 56.25 $\square$ '        | 16 $\square$ ' |      |

# Expected Sensitivity in Imaging: Point Sources



# Expected Sensitivity in Imaging: Extended Sources

0.5'' Extended Source,  $10^4$  sec



# Comparison: Spectroscopy

|                     | Subaru MOIRCS                | <b>Subaru GLAO</b>          | TMT IRIS           | HST WFC3/IR              | JWST NIRSpec                         |
|---------------------|------------------------------|-----------------------------|--------------------|--------------------------|--------------------------------------|
| Wavelength Coverage | 0.9-2.5 $\mu$ m              | 0.9-2.5 $\mu$ m             | 0.84-2.4 $\mu$ m   | 0.9-1.7 $\mu$ m          | 0.6-5 $\mu$ m                        |
| Spatial Resolution  | 0.117"/pix<br>0.4"@2 $\mu$ m | ~0.1"/pix<br>0.2"@2 $\mu$ m | 4 - 50 mas         | 0.13"/pix<br>FWHM~ 0.25" | 0.2"x0.45"                           |
| Field of View       | ~25 $\square$ '              | ~120 $\square$ '            | 0.2-10 $\square$ " | 4.65 $\square$ '         | 12.24 $\square$ '(MSA)<br>3"x3"(IFS) |
| Functions           | Single-Slit<br>MOS<br>IFS    | MOS<br>Multi-IFS?           | IFS                | Slitless                 | Slits<br>Microshutters<br>IFS        |
| Spectral Resolution | 600-3000                     | -2000?                      | 4000-10000         | TBW                      | 100, 1000, 2700                      |

# その他の装置の可能性

---

- 近赤外線多天体「面分光」装置
  - VLT / KMOS - 24 units, 14 slices / unit, 2.8" x 2.8" in 7.2' FoV, No AO
  - cf. 西村さん講演
- 可視光装置
  - $>0.6\mu\text{m}$ で良質なAO性能 (FWHM 0.6"  $\rightarrow$  0.4")
  - $1.1\mu\text{m}$ までの撮像・多天体分光装置?
  - cf. VLT / MUSE with GLAO しかしかなり変わった装置?
    - 1' x 1' with 0.2"/pix or 7.5" x 7.5" with 0.025"/pix
- 熱的赤外線装置
  - K-band, L-band 撮像、分光
  - Single SourceでHigh SR観測