

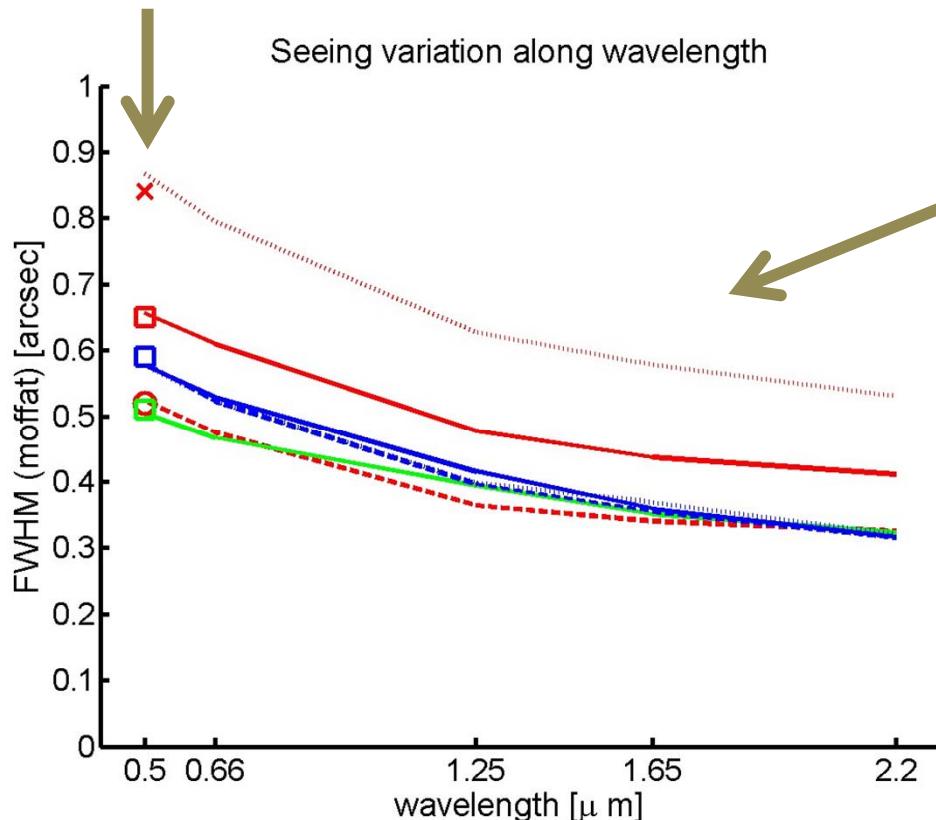
Subaru GLAO Simulation

Shin Oya (Subaru Telescope)

2011/6/23 @ Hilo, Hawaii
2011/6/27 revised

1. シーイング

(1) MAOSの計算結果で回折限界のPSFのFWHMを1.22倍にスケールすると
0.5umのシーイングはよく再現する



(2) 波長依存性
 $\text{Seeing} \propto \lambda^{-0.2}$
fitting: $-0.3 \sim -0.4$
長波長では小さ目
に計算される

以降では、RAVENの
シーイングを使用

赤: RAVE: good(破線; r0 ○), moderate(実線; r0 □), bad(点線; r0 ×)

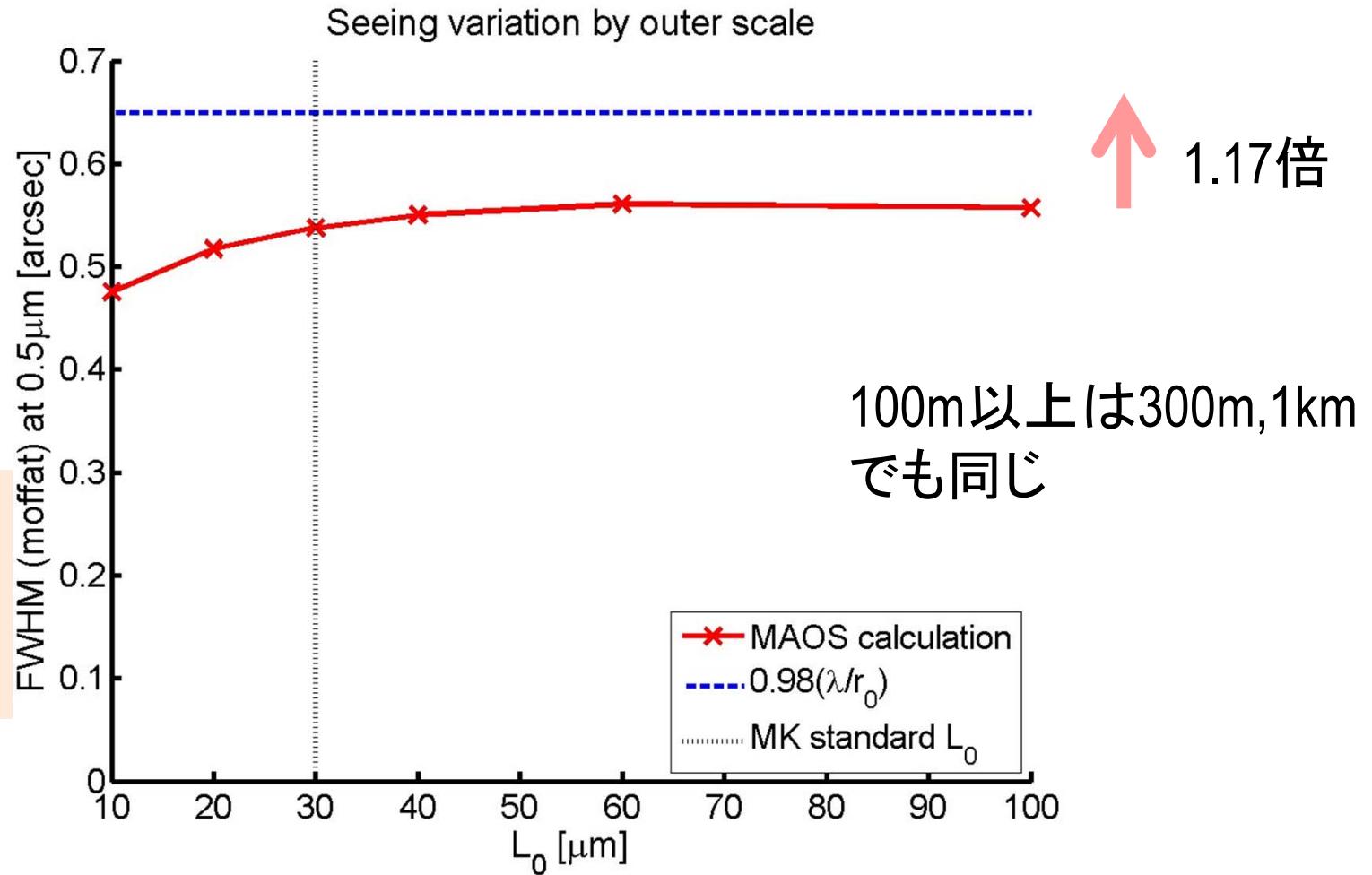
青: Gemini: low gray-zone(実線), mid gz(破線), high gz(点線); r0 □

緑: IMAKA: moderate(実線); r0 □

1.1 アウタースケールの影響(FWHM)

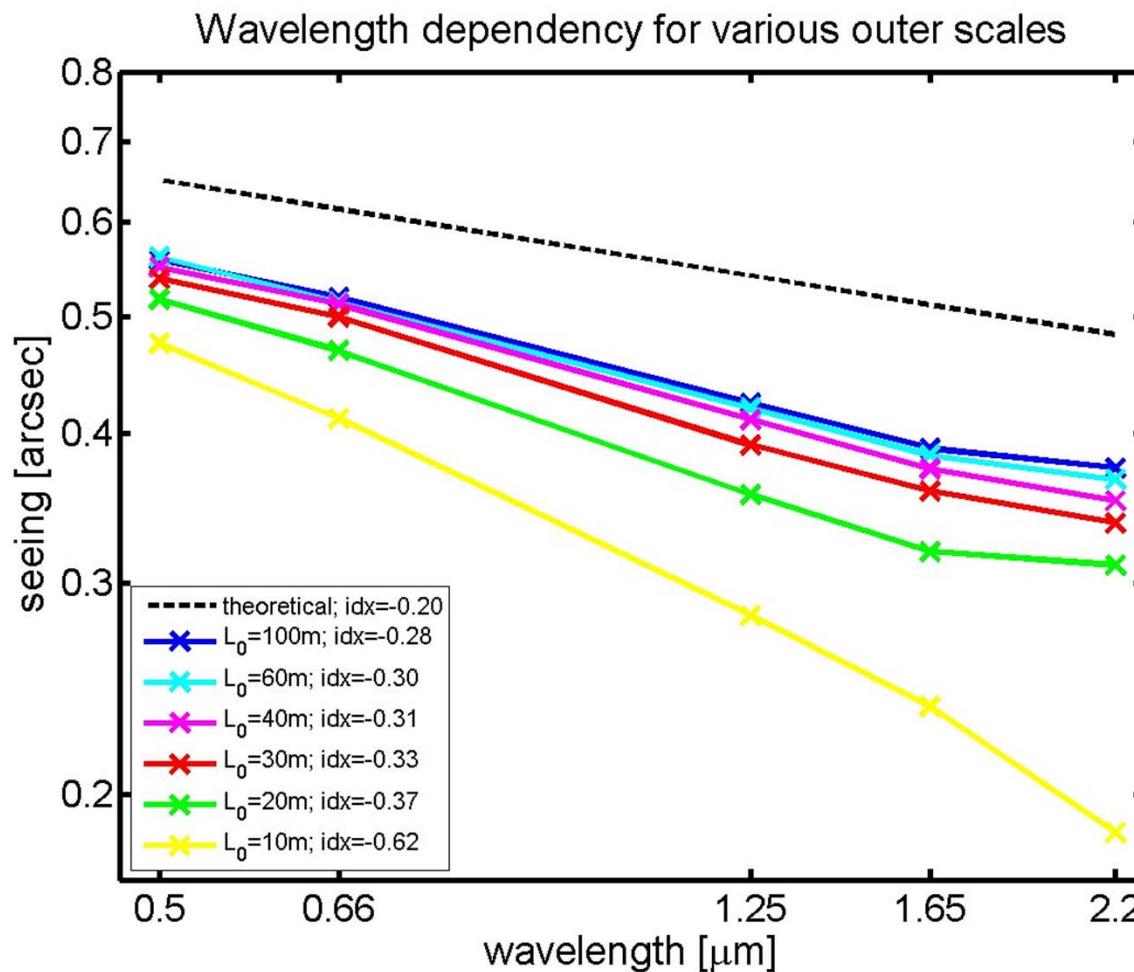
RAVEN
moderate
の場合

この図では
FWHMを
スケーリング
していない



L_0 無限大の場合 $L_0=30\text{m}$ に比べてシーアイングは1.04倍
それでもまだ、 r_0 からの計算値の1/1.17

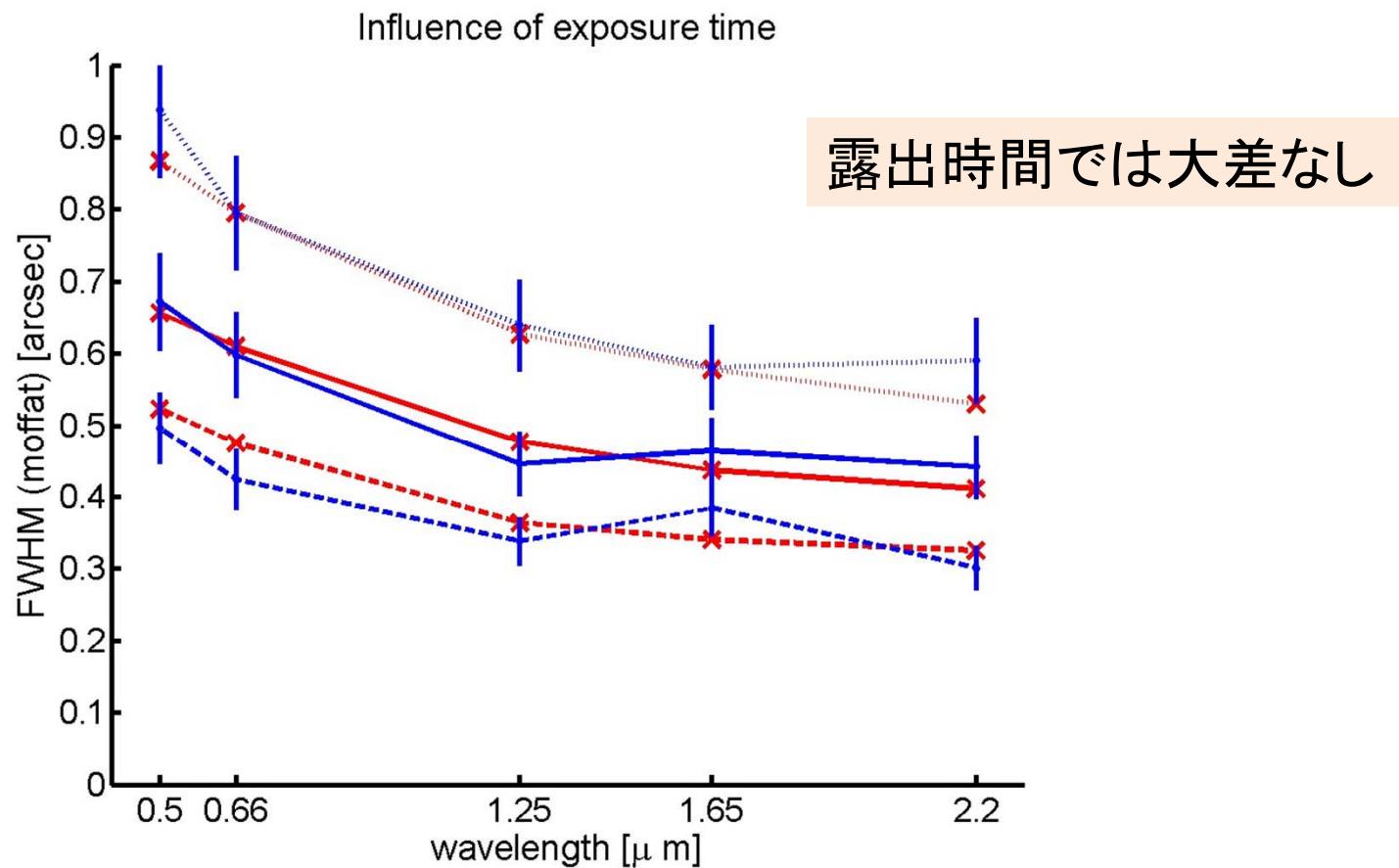
1.2 アウタースケールの影響(波長依存性)



波長依存性: $\text{Seeing} \propto \lambda^{-0.2}$; fitting: $-0.28 \sim -0.62$

0.5umより長波長ではシーイングが良い目に計算される

1.3 露出時間の影響

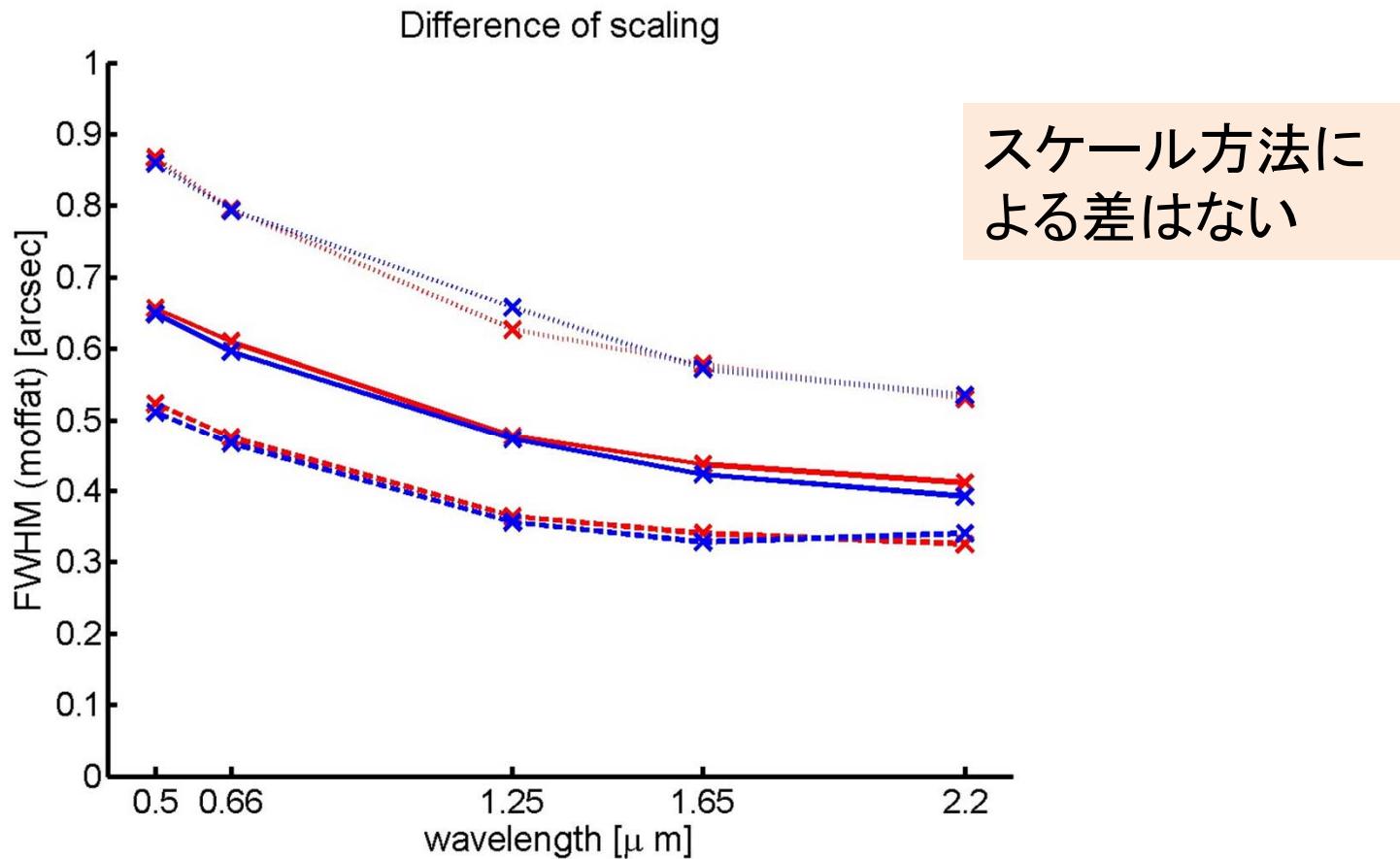


赤: $dt=1/100$: good(破線), moderate (実線), bad(点線); シーイング計算

青: $dt=1/500$: good(破線), moderate (実線), bad(点線); エラーバーは10%

$dt=1/500$ の誤差は、GLAOで同積分時間で計算した結果のバラつきを基づく。
積分時間が短くなるとピークが凸凹になってフィッティングが悪くなる。

1.4 スケーリング方法の違い



スケール方法による差はない

赤: FWHM(出力)を1.22倍にスケール: good(破線), moderate (実線), bad(点線)
青: r0(入力)を0.87倍スケール: good(破線), moderate (実線), bad(点線)

2. 誤差の見積もり

- 正確に評価するためにはseedを代えて複数回計算して標準偏差を求めればよい。ただし、非常に時間が掛かるので最終的なコンフィギュレーションを決定してから行う。
- GLAOのコンフィギュレーションを変えても、シーイングは同じであるはずなので、これらにシーイングのみ計算した場合の結果も加えて標準偏差を求め、これをシミュレーションの誤差として代用する。

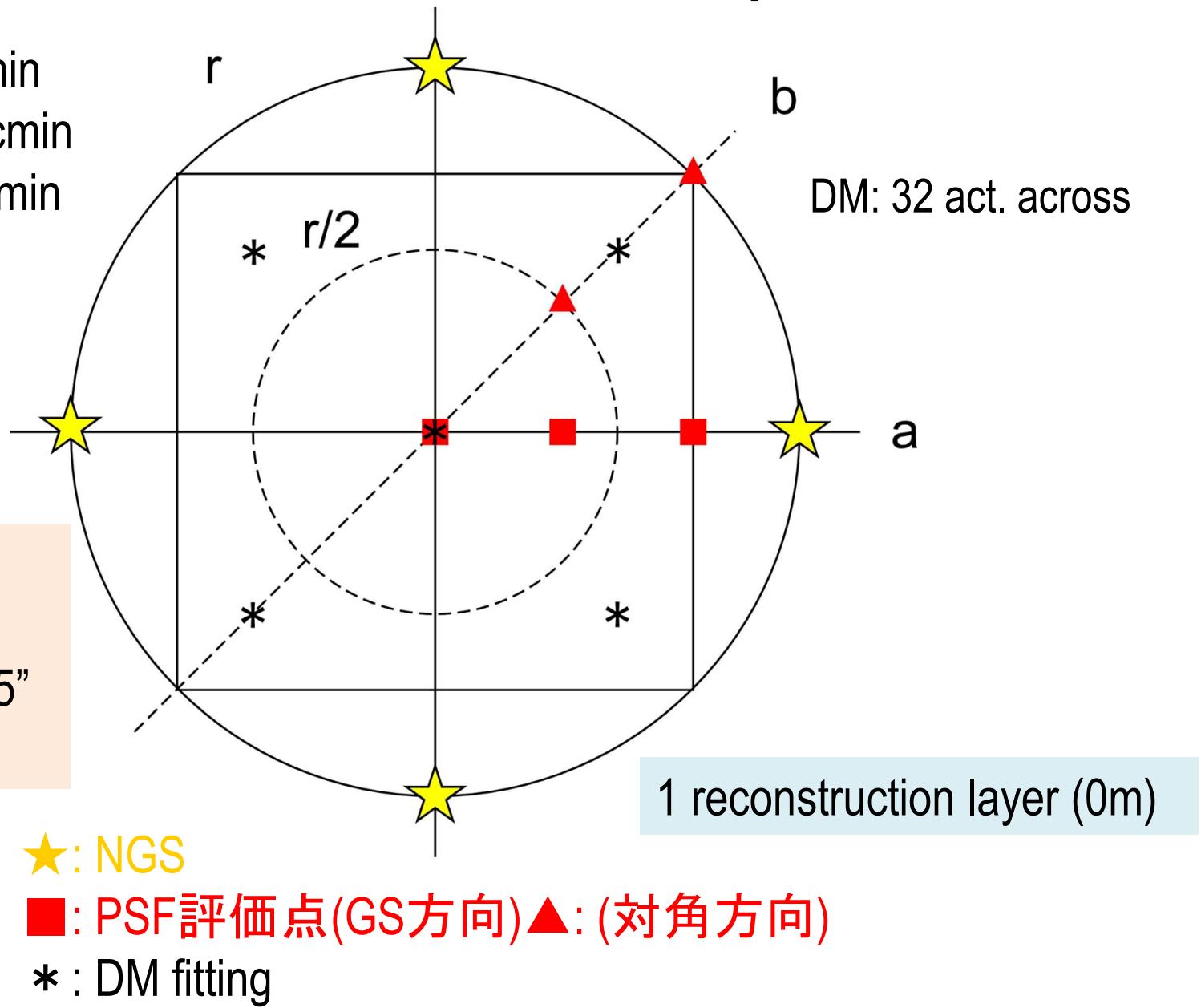
$dt=1/500$ の場合各条件、各バンドとも10%以下。
たいてい5%以下。

3. Subaru GLAO 配置

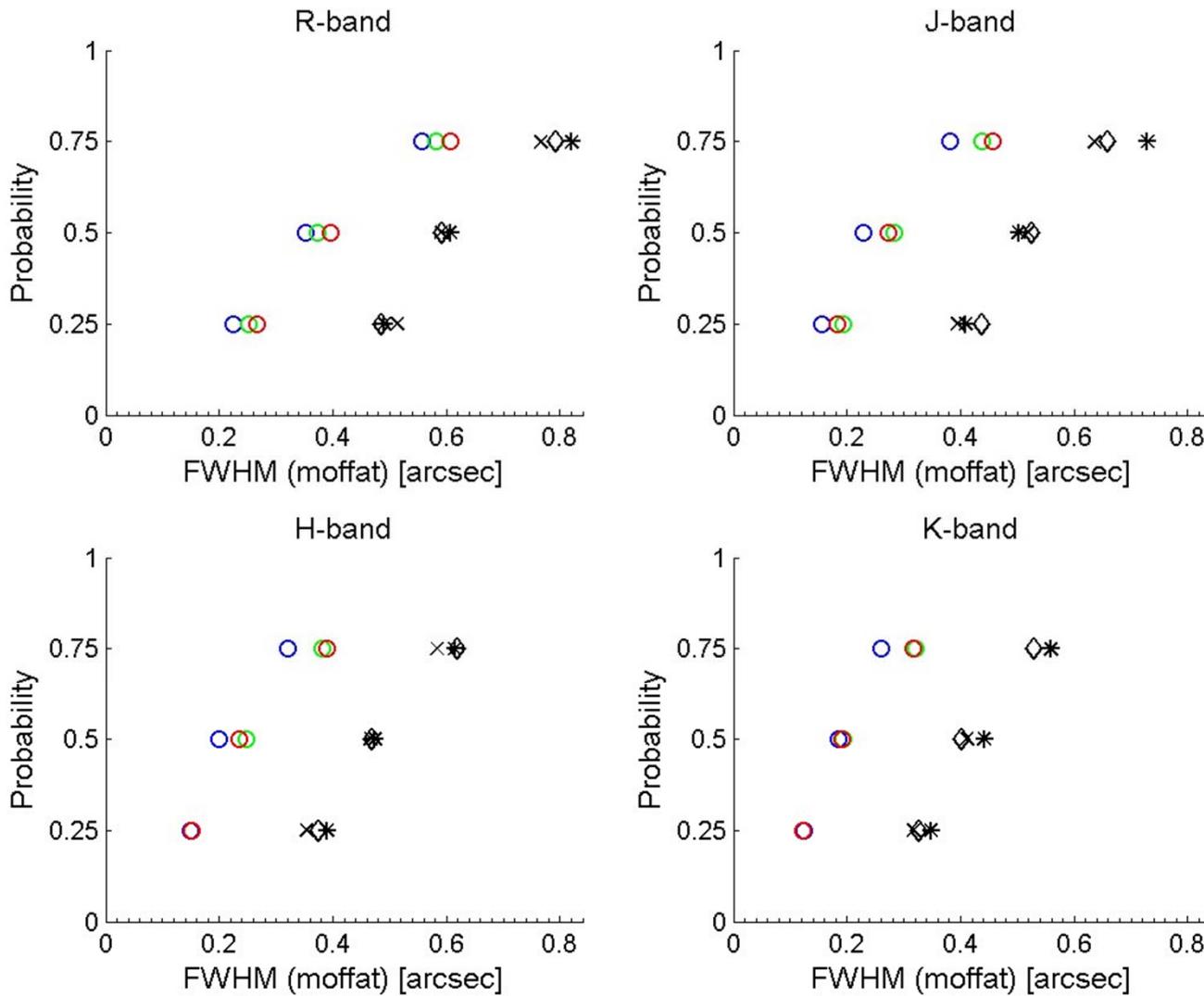
$r = 5 \text{ arcmin}$

7.5 arcmin

10 arcmin



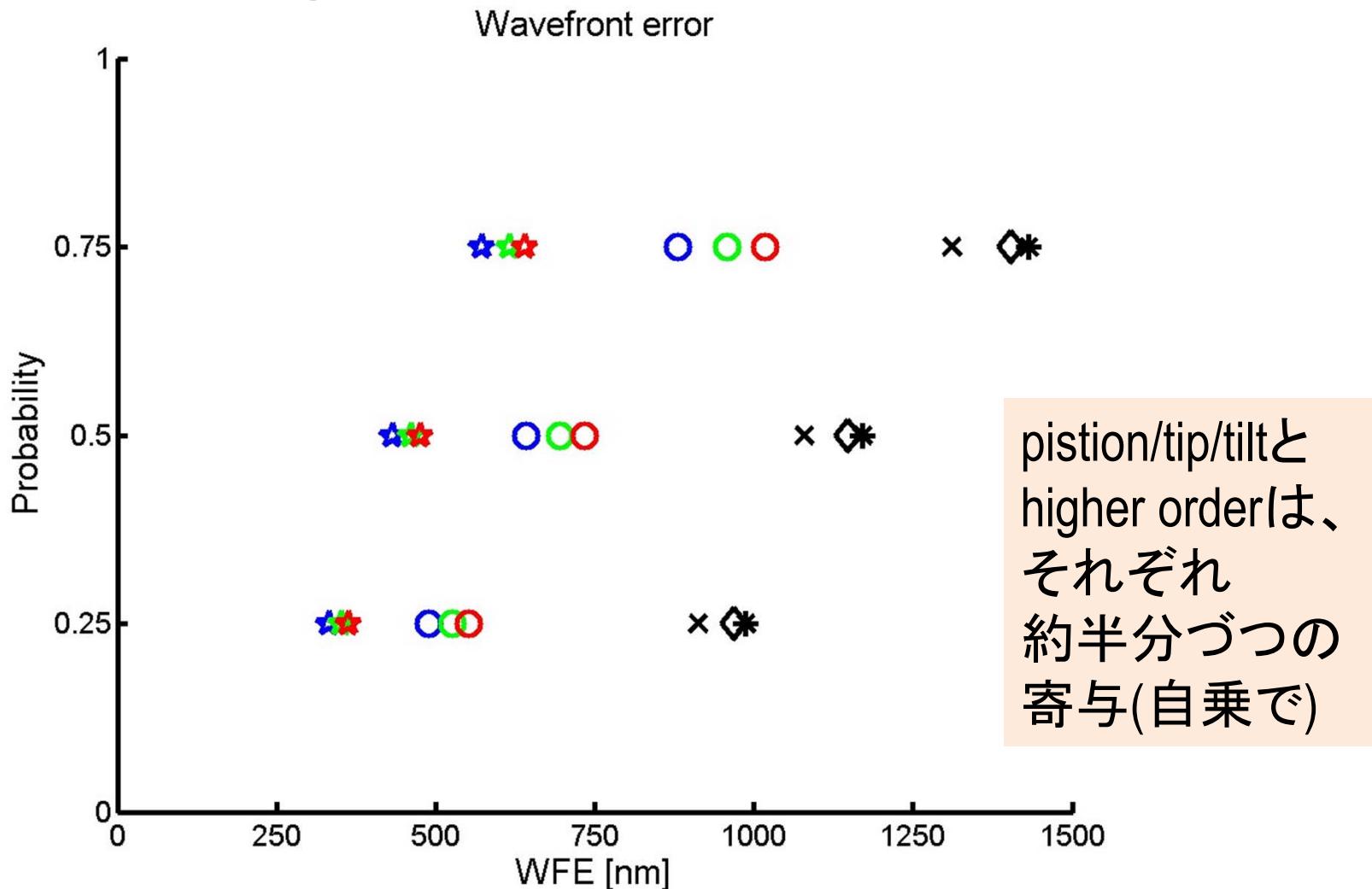
4.1 Seeingによる補正の違い(FWHM)



FOV: \textcircled{O} : $\phi = 10\text{arcmin}$ 、 \textcircled{O} : $\phi = 15\text{arcmin}$ 、 \textcircled{O} : $\phi = 20\text{arcmin}$

Seeing: \times : $\phi = 10\text{arcmin}$ 、*: $\phi = 15\text{arcmin}$ 、 \diamond : $\phi = 20\text{arcmin}$

4.2 Seeingによる補正の違い (WFE)

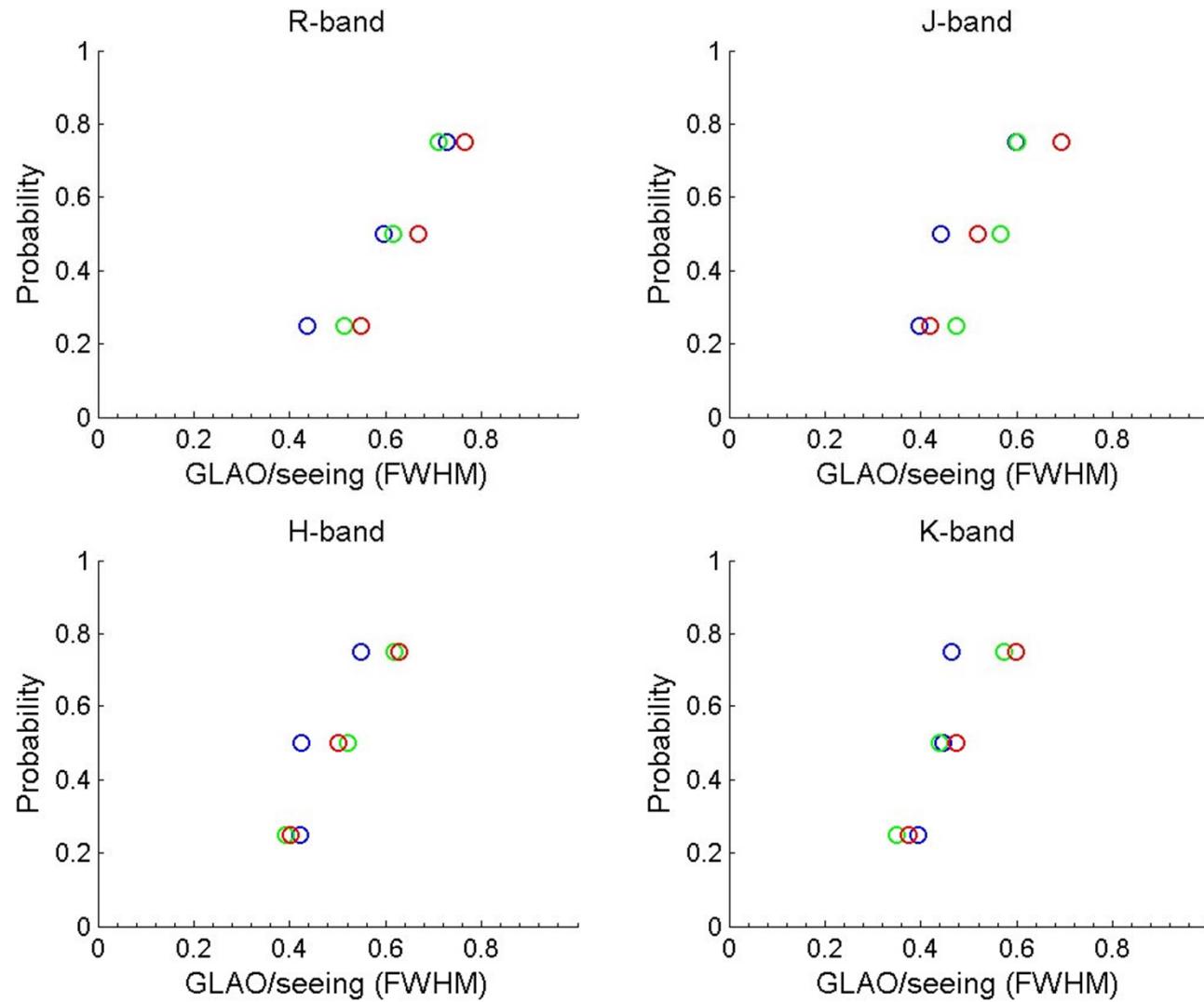


FOV: 青: $\phi = 10\text{arcmin}$ 、緑: $\phi = 15\text{arcmin}$ 、赤: $\phi = 20\text{arcmin}$

Order: ○: all order、★: piston/tip/tilt removed = higher order

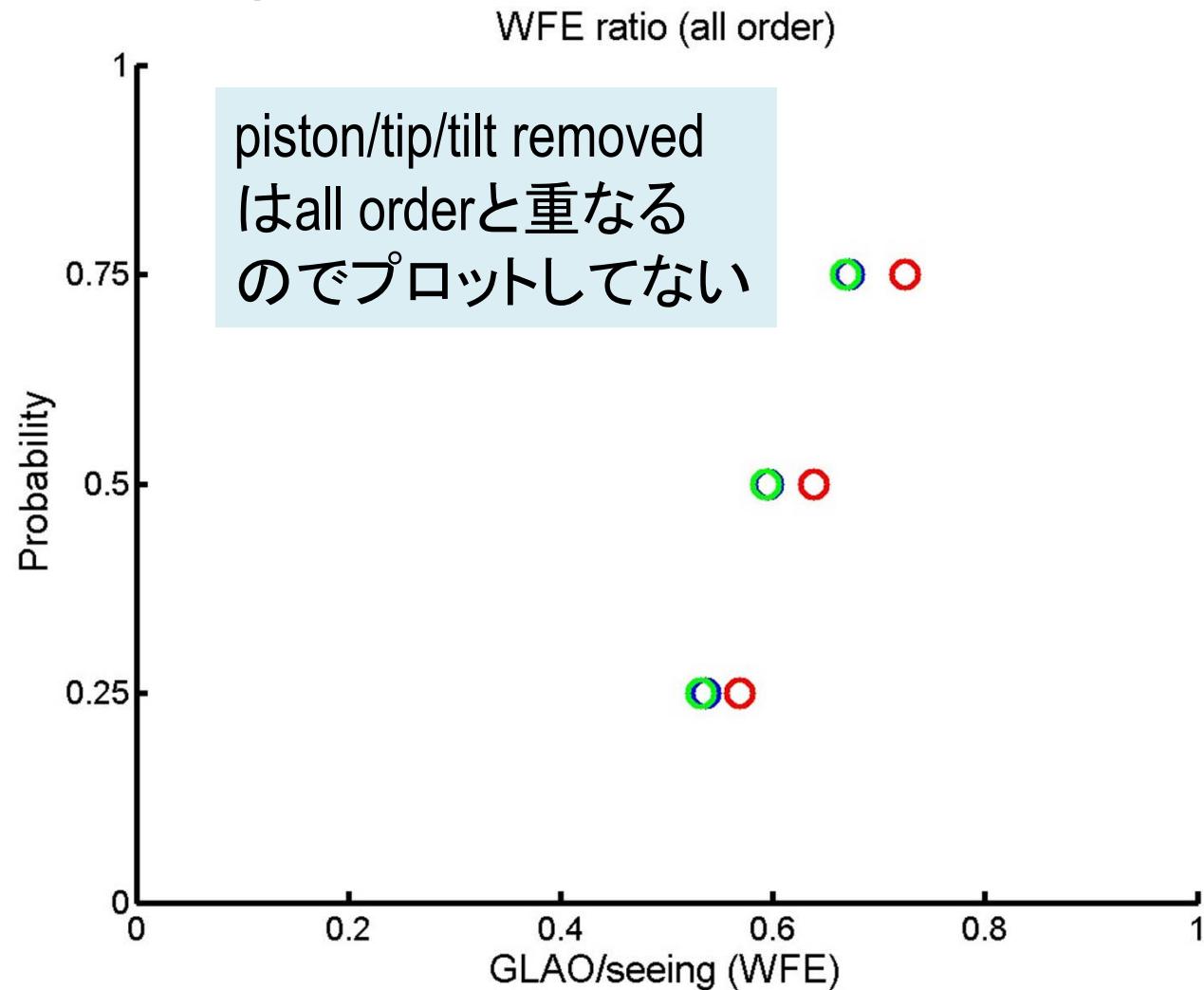
Seeing: ×: $r = 10\text{arcmin}$ 、*: $r = 15\text{arcmin}$ 、◊: $r = 20\text{arcmin}$

4.3 Seeingによる補正の違い(FWHM比)



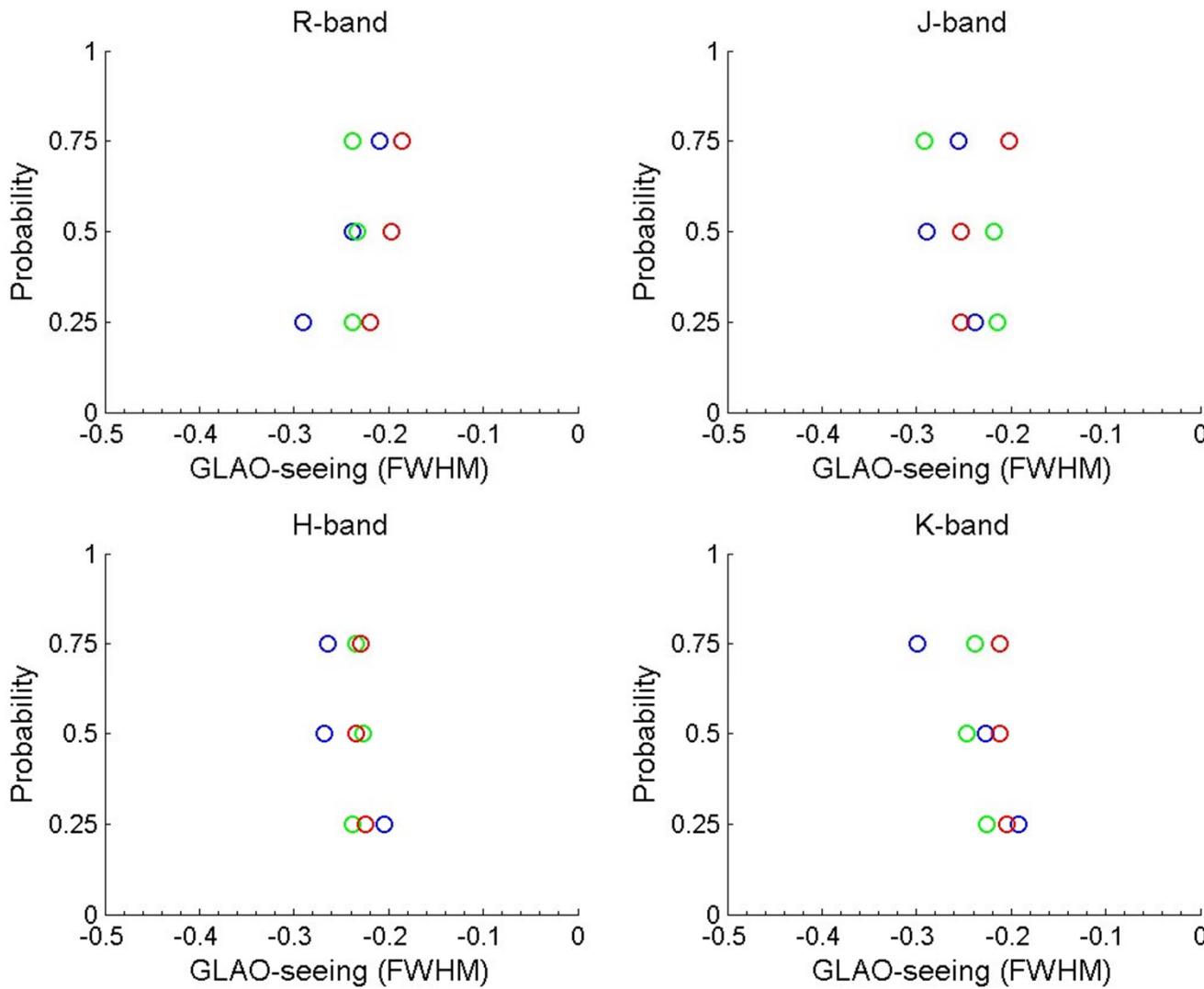
FOV: ○: $\phi = 10\text{arcmin}$ 、○: $\phi = 15\text{arcmin}$ 、○: $\phi = 20\text{arcmin}$

4.4 Seeingによる補正の違い (WFE比)



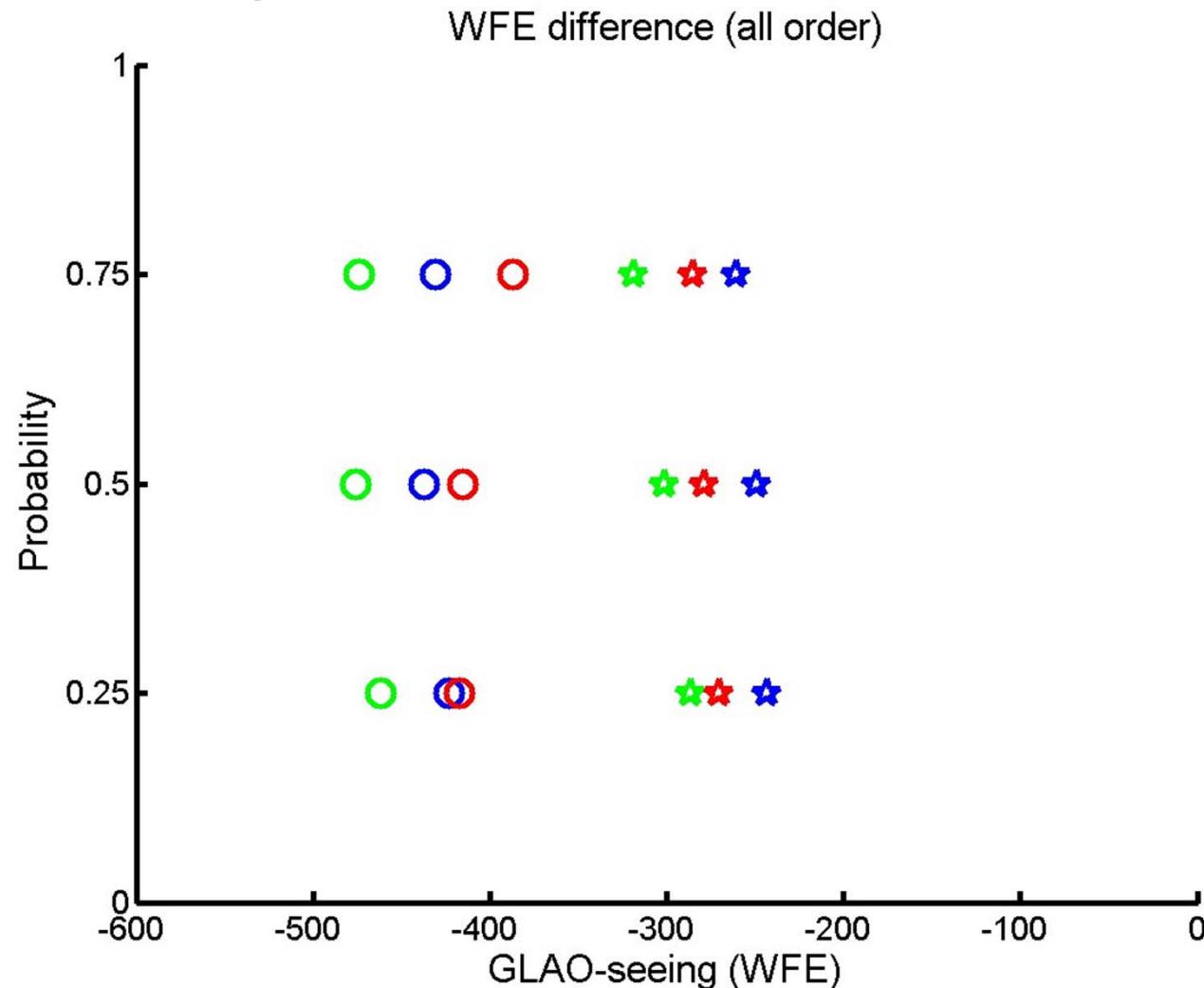
FOV: 青: $\phi = 10\text{arcmin}$ 、緑: $\phi = 15\text{arcmin}$ 、赤: $\phi = 20\text{arcmin}$
Seeing: \times : $r = 10\text{arcmin}$ 、 $*$: $r = 15\text{arcmin}$ 、 \diamond : $r = 20\text{arcmin}$

4.5 Seeingによる補正の違い(FWHM差)



FOV: ○: $\phi = 10\text{arcmin}$ 、○: $\phi = 15\text{arcmin}$ 、○: $\phi = 20\text{arcmin}$

4.6 Seeingによる補正の違い (WFE差)

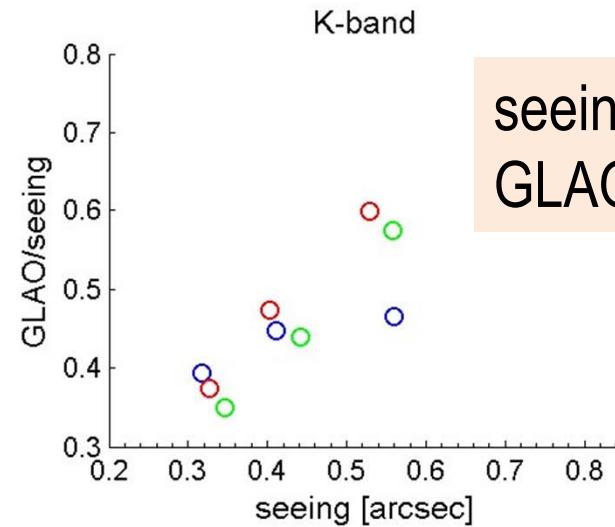
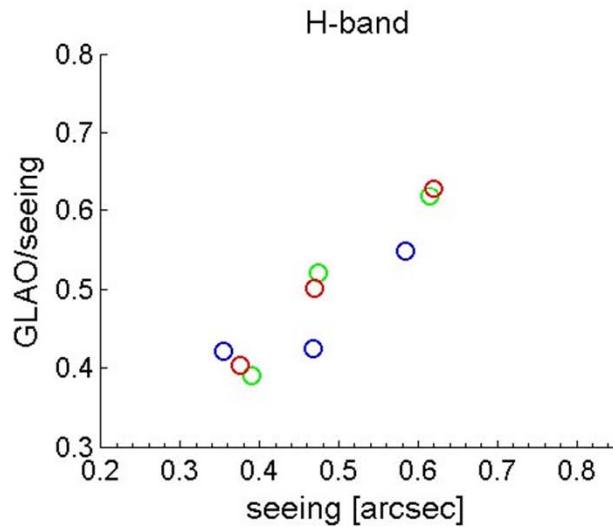
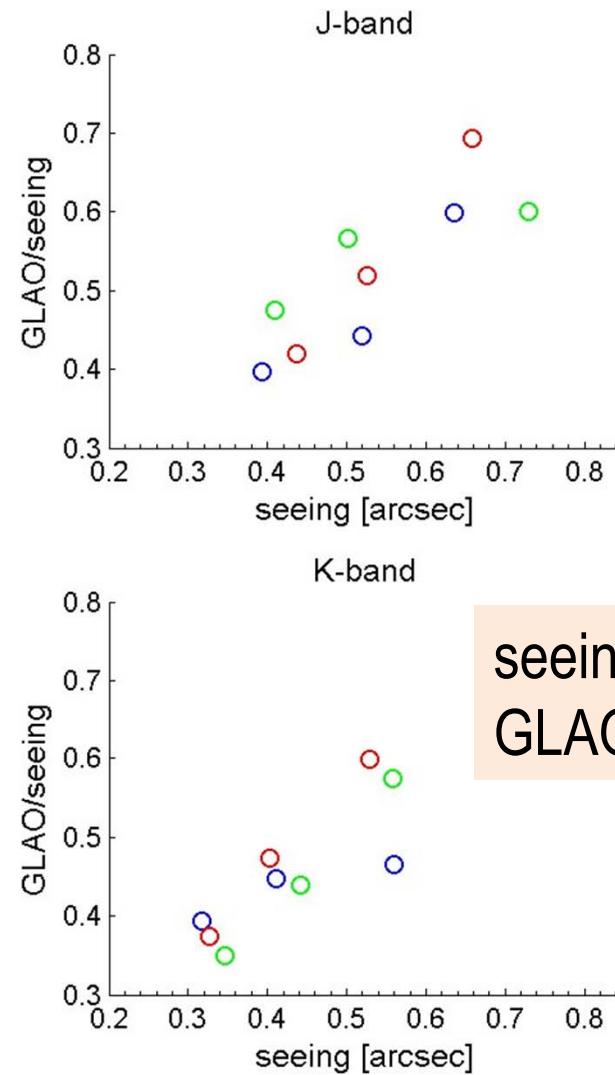
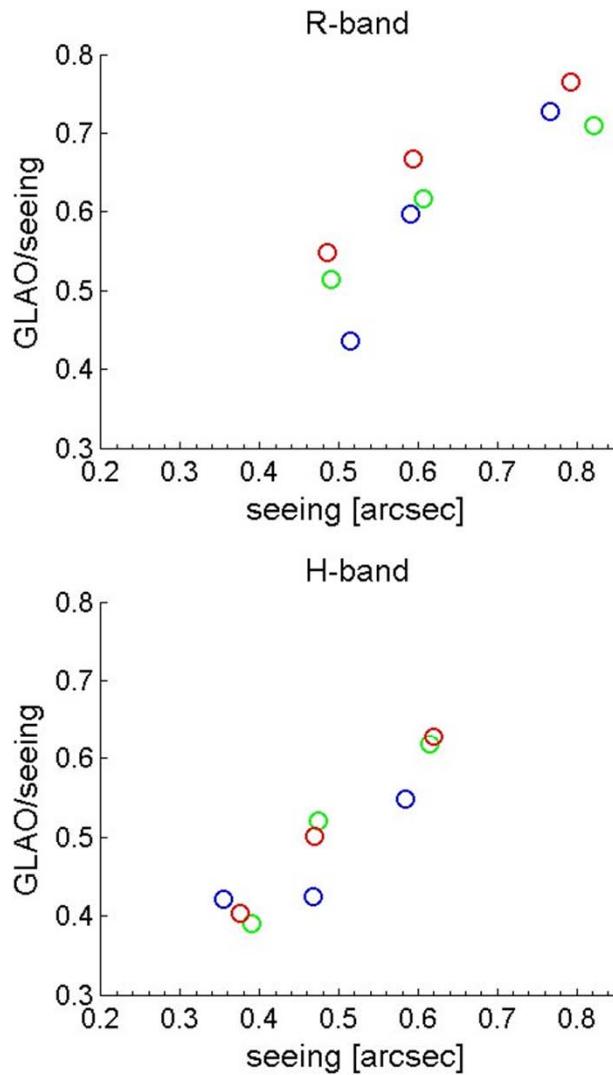


FOV: 青: $\phi = 10\text{arcmin}$ 、緑: $\phi = 15\text{arcmin}$ 、赤: $\phi = 20\text{arcmin}$

Order: ○: all order、☆: piston/tip/tilt removed = higher order

Seeing: × : $r=10\text{arcmin}$ 、* : $r=15\text{arcmin}$ 、◇: $r=20\text{arcmin}$

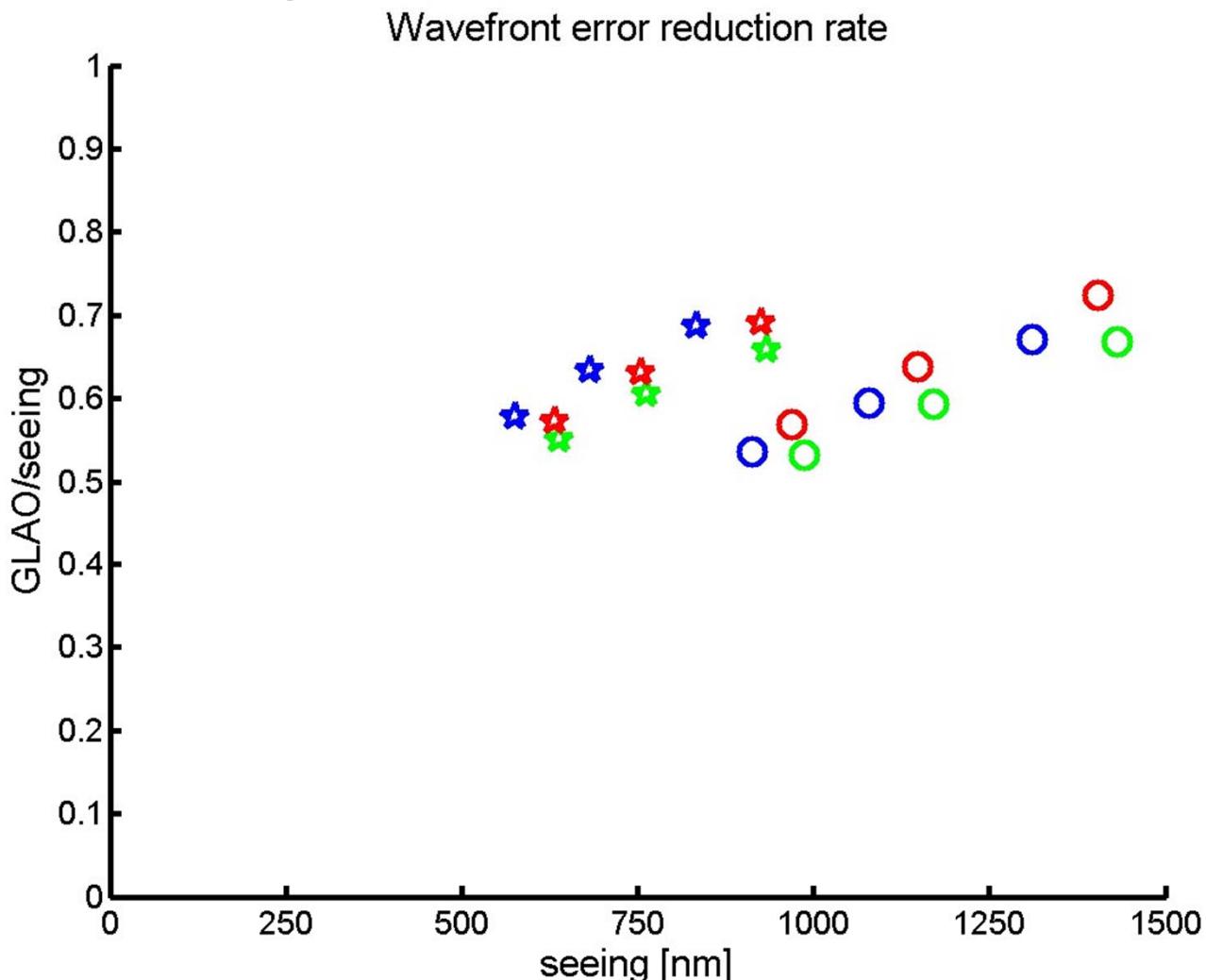
4.7 Seeing vs FWHM比(GLAO/seeing)



seeingが良いと
GLAOの効果大

FOV: ○: $\phi = 10\text{arcmin}$ 、○: $\phi = 15\text{arcmin}$ 、○: $\phi = 20\text{arcmin}$

4.8 Seeing vs WFE比(GLAO/Seeing)

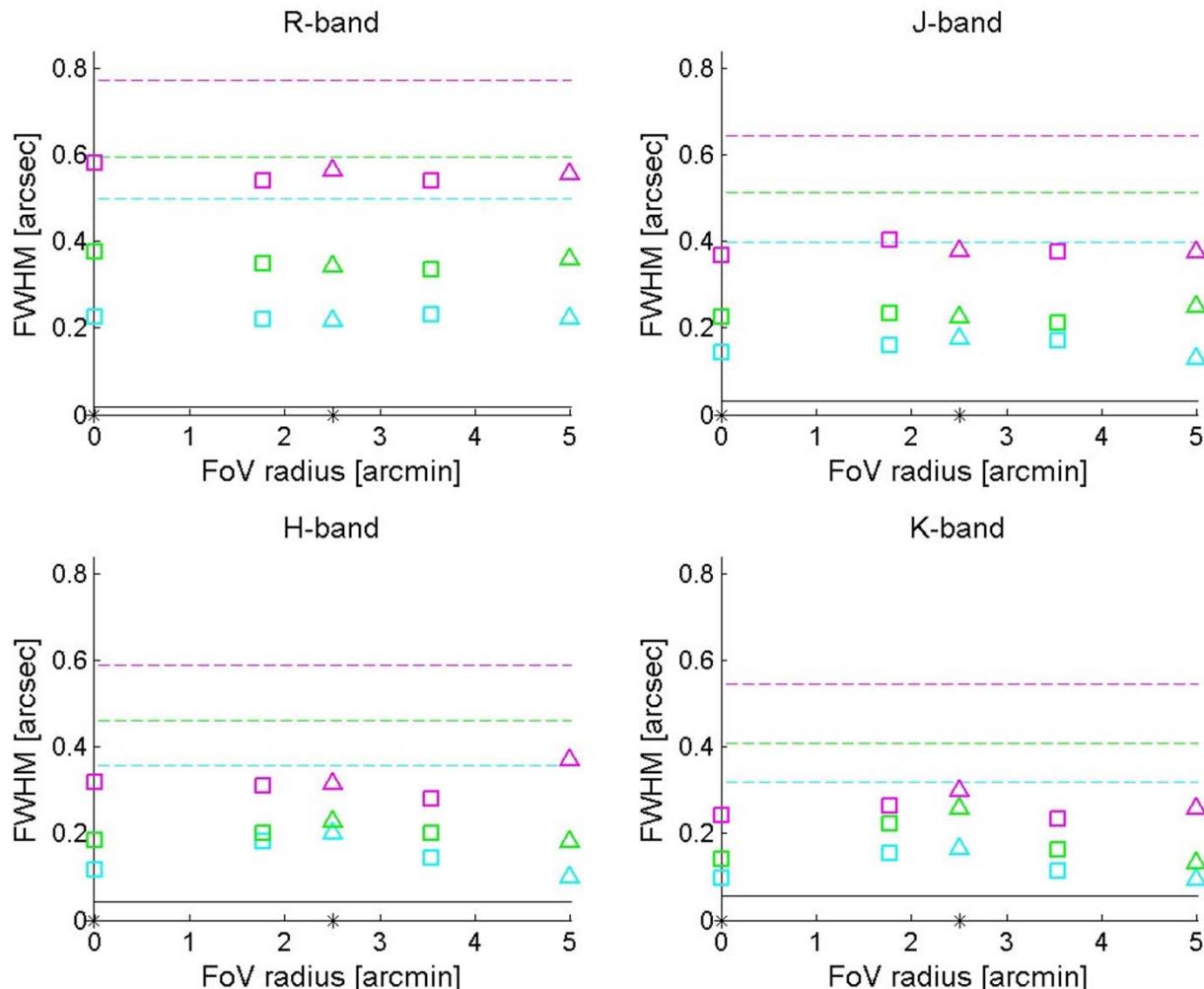


FOV: 青: $\phi = 10\text{arcmin}$ 、緑: $\phi = 15\text{arcmin}$ 、赤: $\phi = 20\text{arcmin}$

Order: ○: all order、☆: piston/tip/tilt removed = higher order

Seeing: × : $r=10\text{arcmin}$ 、* : $r=15\text{arcmin}$ 、◇: $r=20\text{arcmin}$

5.1 Fieldによる補正の違い($\phi=10'$)

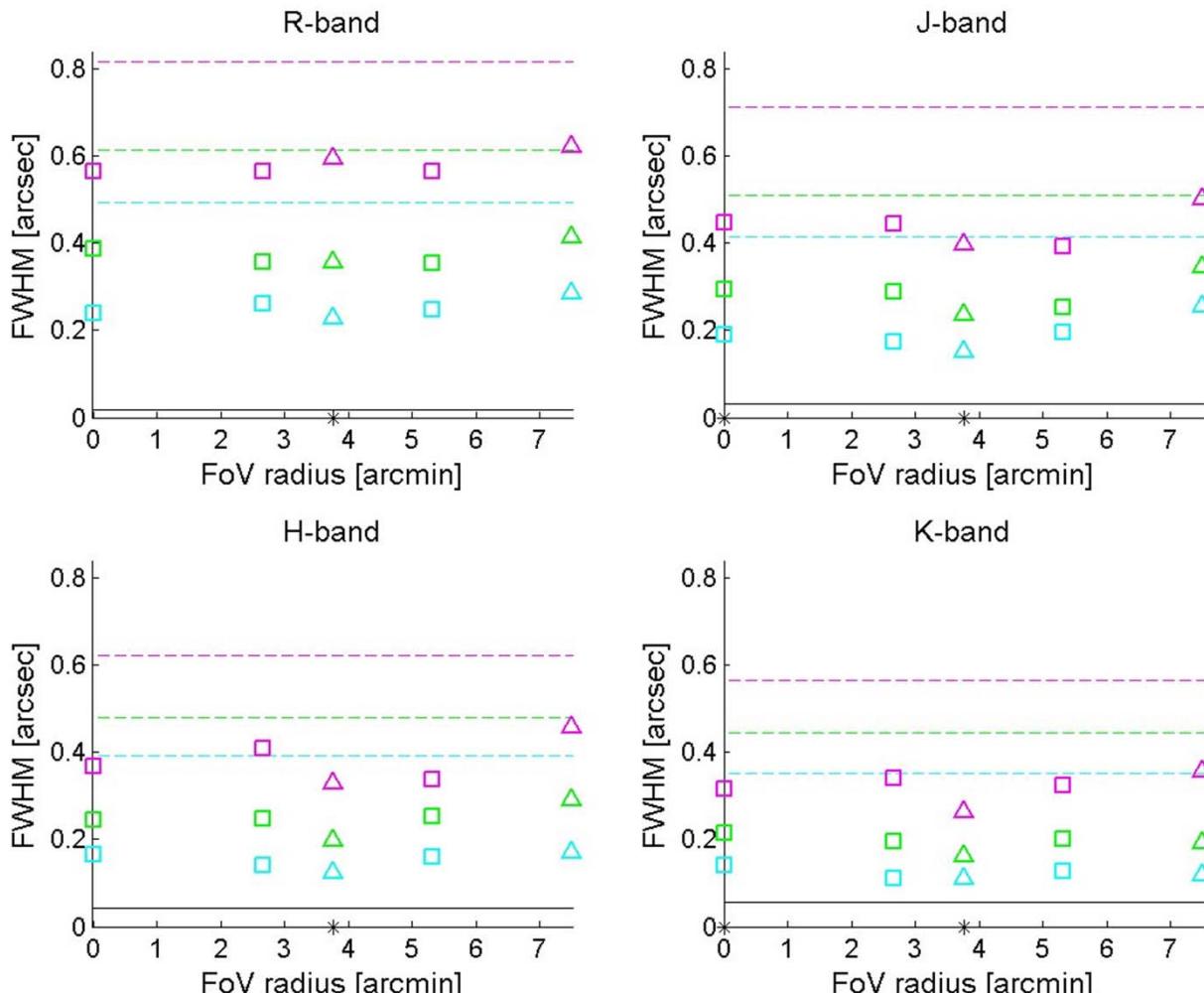


Seeing: 青: good、緑: moderate、赤: bad

方向: □: GS方向、△: 対角方向、*: DMfitting
破線: Seeing、実線:回折限界

±10%の誤差は、
点の大きさ程度

5.2 Fieldによる補正の違い($\phi=15'$)

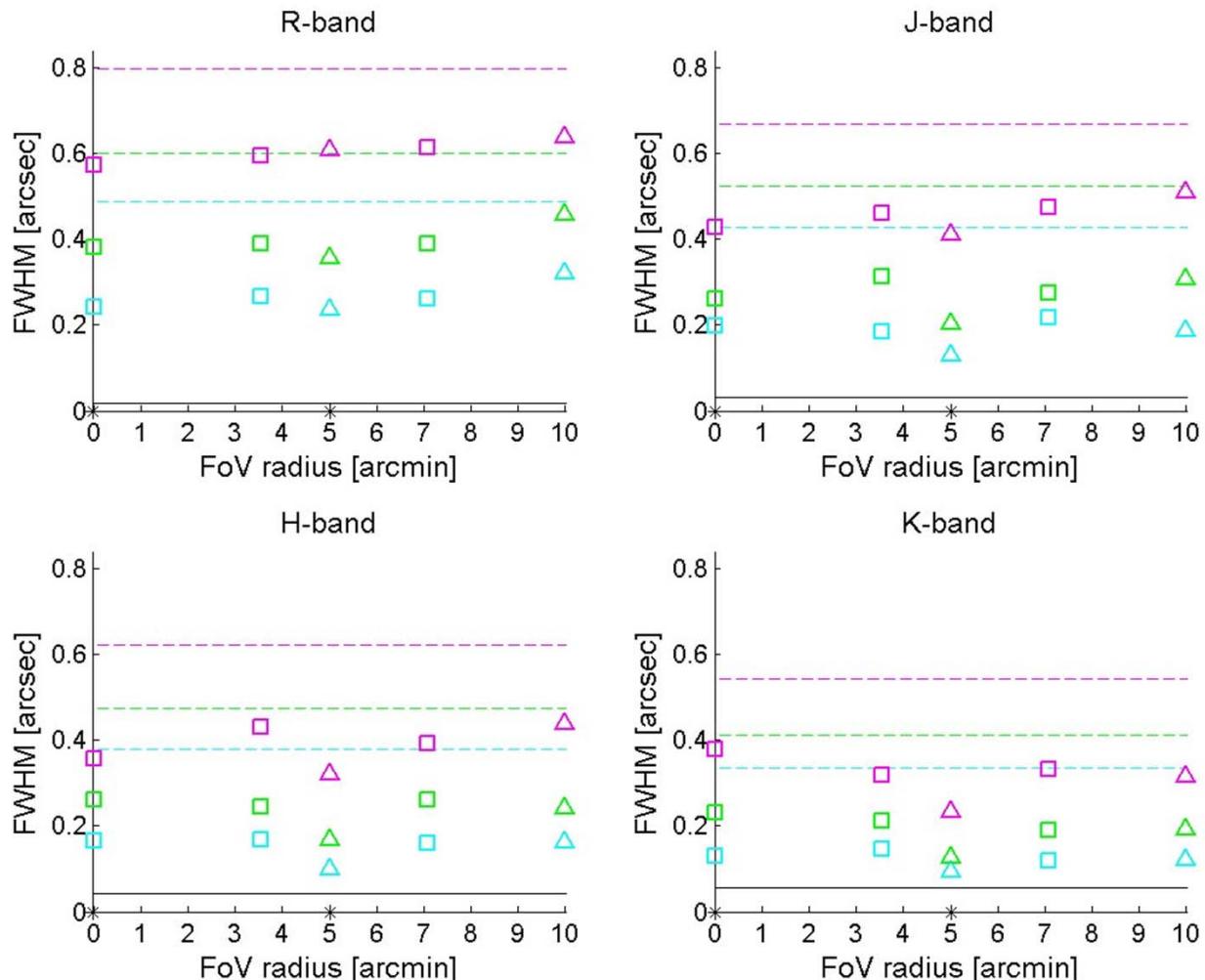


Seeing: 青: good、緑: moderate、赤: bad

方向: □: GS方向、△: 対角方向、*: DMfitting
破線: Seeing、実線:回折限界

±10%の誤差は、
点の大きさ程度

5.3 Fieldによる補正の違い($\phi=20'$)

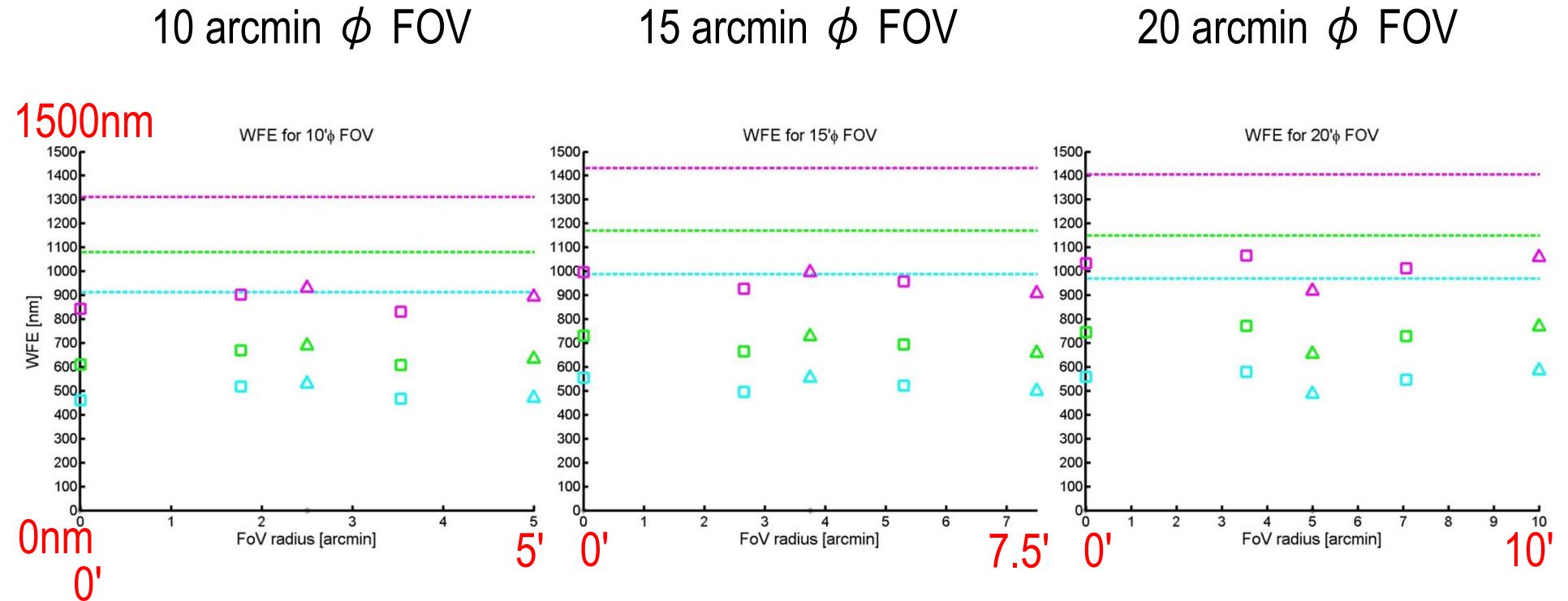


Seeing: 青: good、緑: moderate、赤: bad

方向: □: GS方向、△: 対角方向、*: DMfitting
破線: Seeing、実線:回折限界

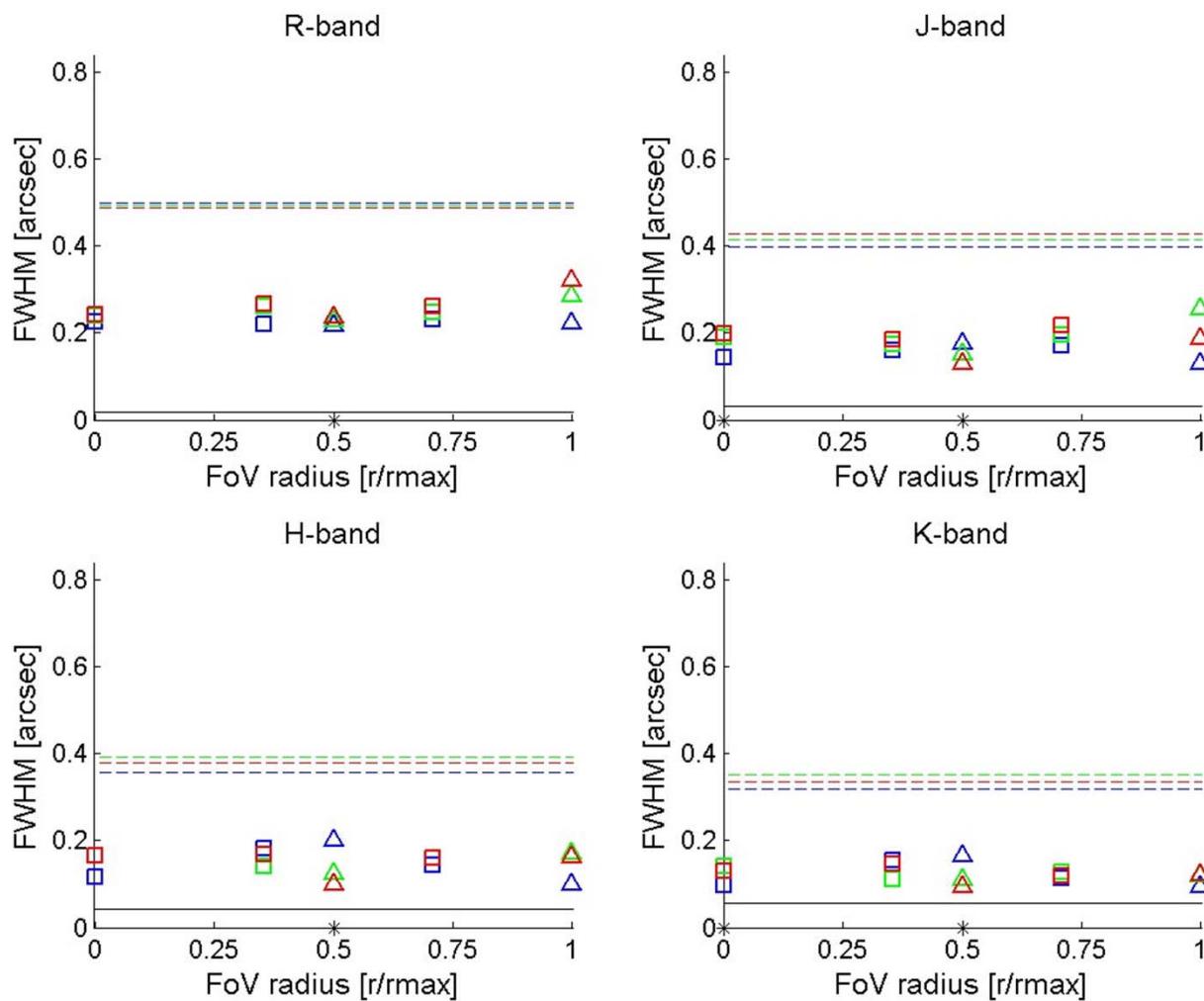
±10%の誤差は、
点の大きさ程度

5.4 Fieldによる補正の違い(WFE)



Seeing: 青: good、緑: moderate、赤: bad
方向: □: GS方向、△: 対角方向
破線: Seeing (uncorrected)

6.1 Fieldによる補正の違い: Good seeing (0.52" @ 0.5μm)

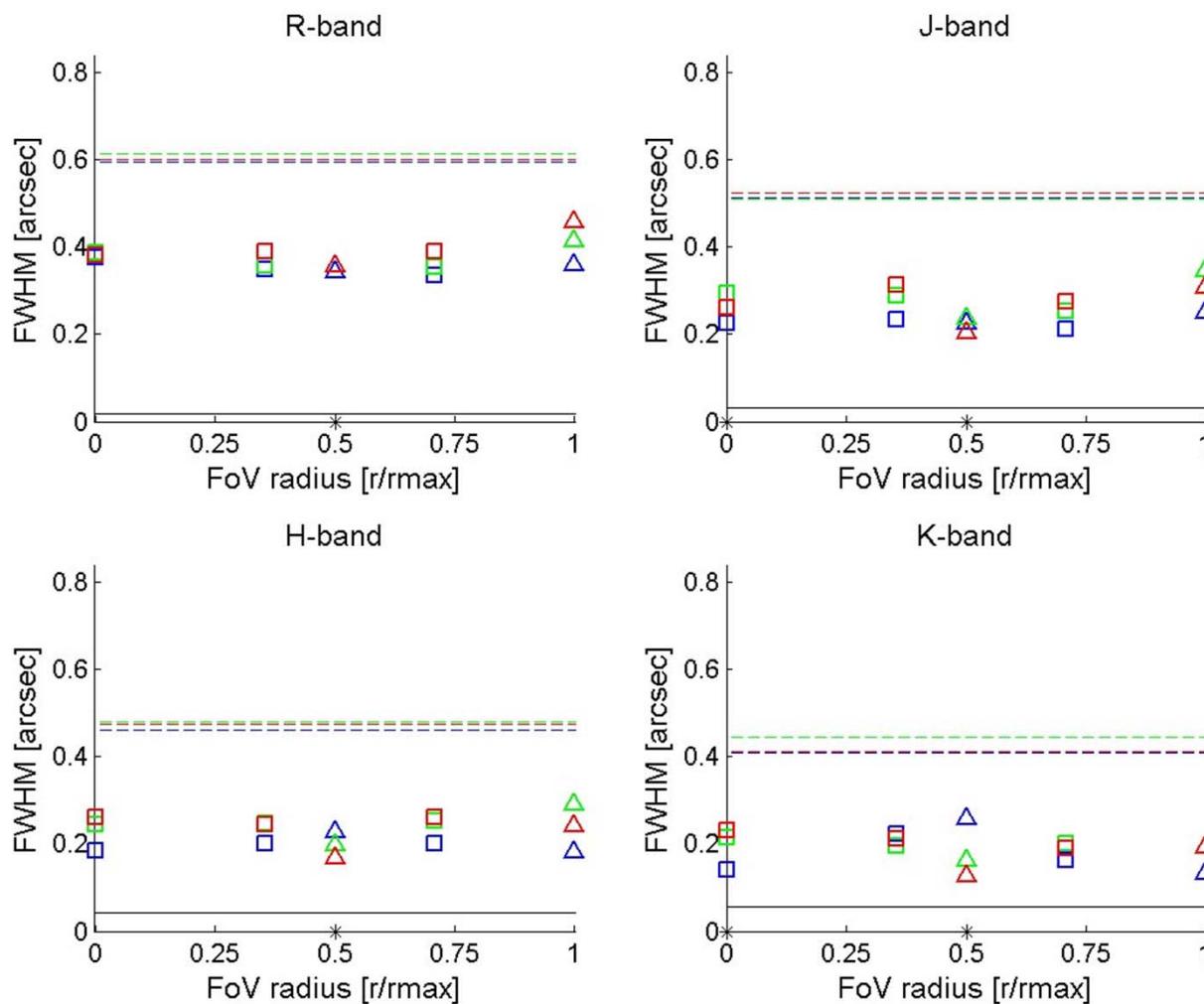


Seeing: 青: 10' ϕ 、緑: 15' ϕ 、赤: 20' ϕ

方向: □: GS方向、△: 対角方向、*: DMfitting

破線: Seeing、実線:回折限界

6.2 Fieldによる補正の違い: Moderate seeing (0.65" @ 0.5μm)

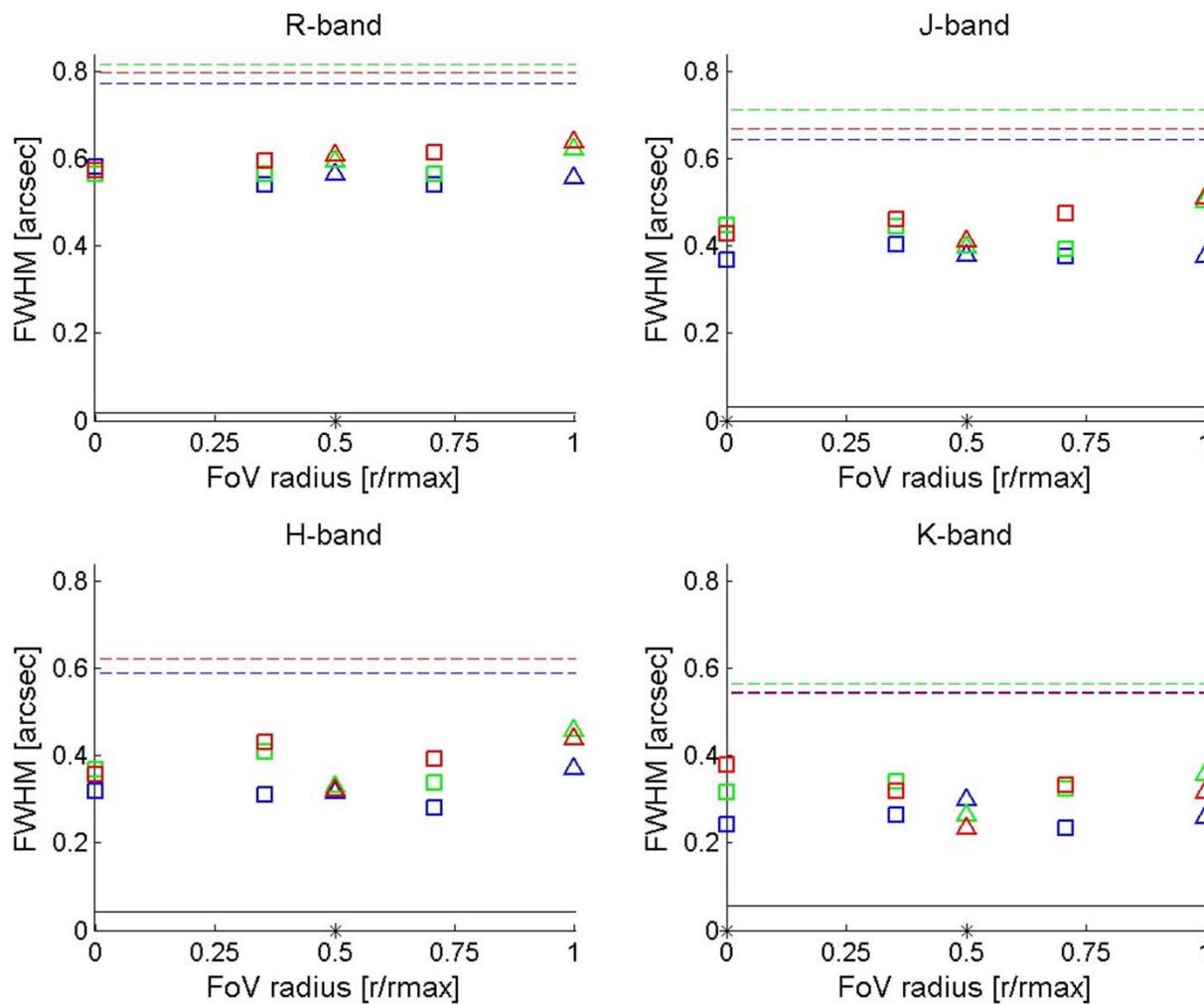


Seeing: 青: 10' ϕ 、緑: 15' ϕ 、赤: 20' ϕ

方向: □: GS方向、△: 対角方向、*: DMfitting

破線: Seeing、実線:回折限界

6.3 Fieldによる補正の違い: Bad seeing (0.84" @ 0.5μm)



Seeing: 青: 10' ϕ 、緑: 15' ϕ 、赤: 20' ϕ

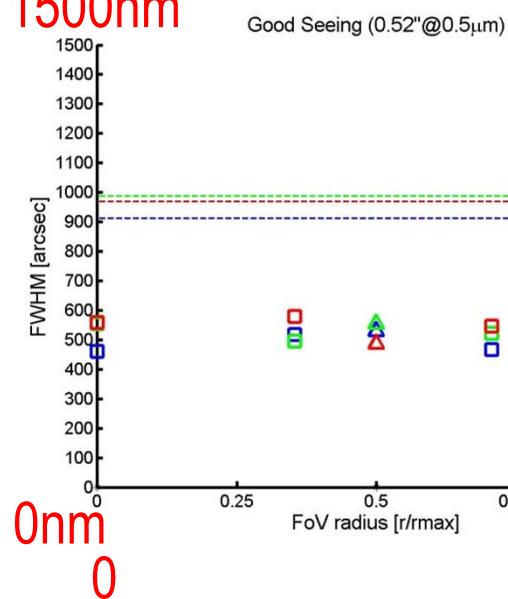
方向: □: GS方向、△: 対角方向、*: DMfitting

破線: Seeing、実線:回折限界

6.4 Fieldによる補正の違い(WFE)

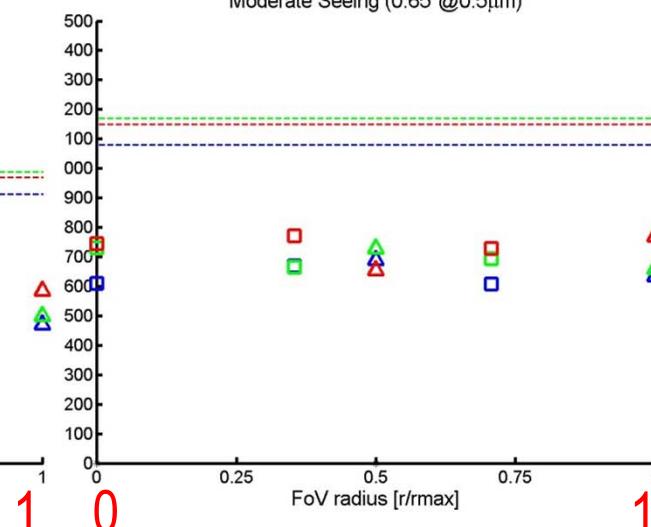
Good seeing (0.52'')

1500nm



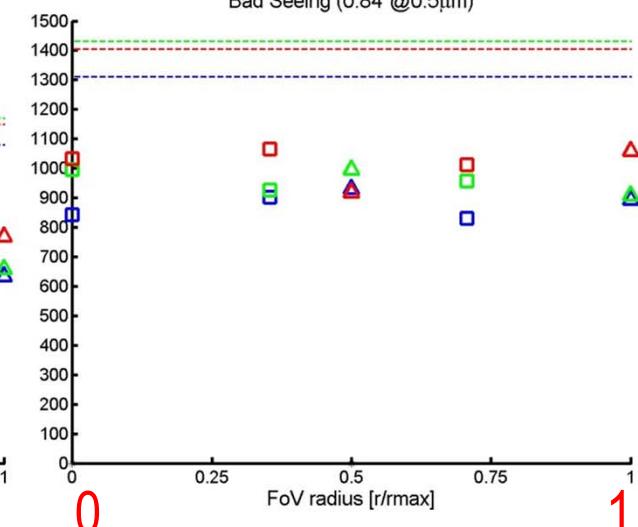
Moderate seeing (0.62'')

Moderate Seeing (0.65''@0.5μm)



Bad seeing (0.84'')

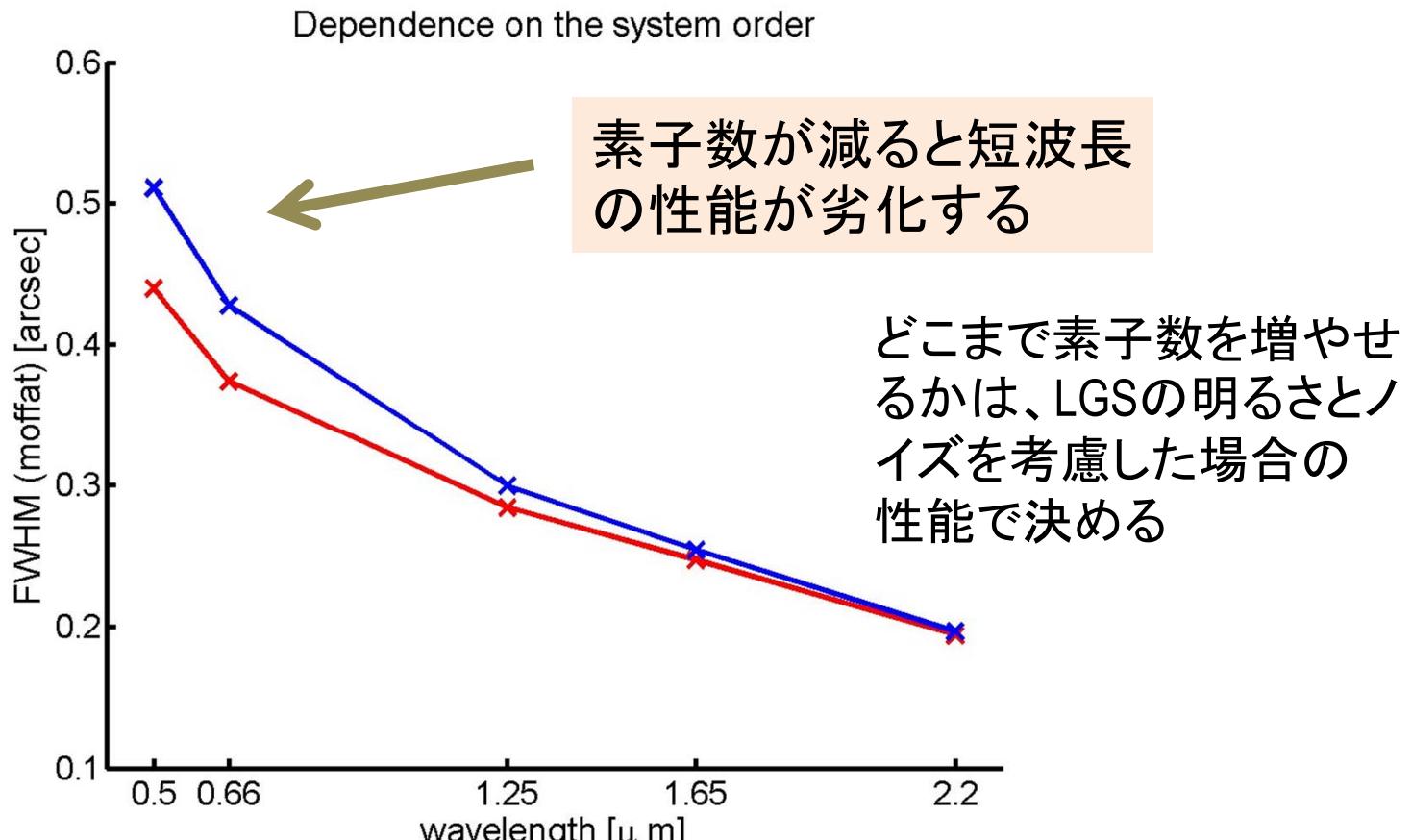
Bad Seeing (0.84''@0.5μm)



Seeing: 青: 10' φ、緑: 15' φ、赤: 20' φ
 方向: □: GS方向、△: 対角方向
 破線: Seeing (uncorrected)

7. 素子数による補正の違い

$r=15'$
RAVEN
moderate
の場合

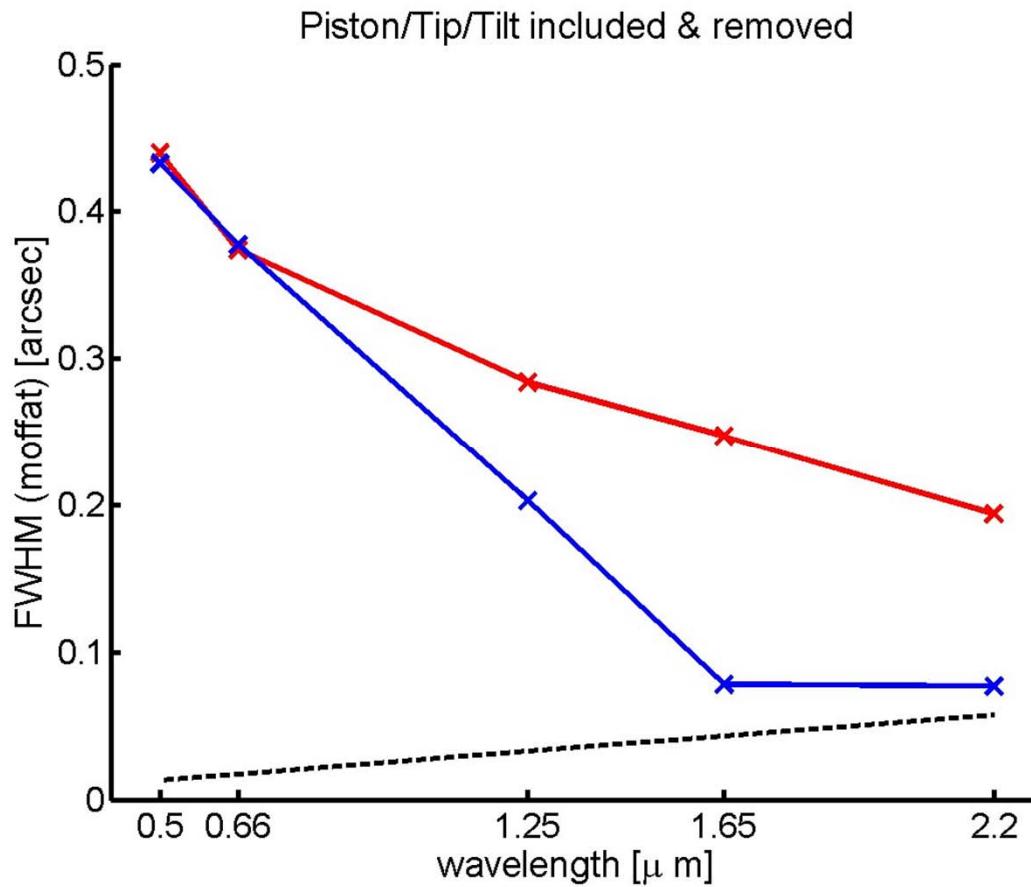


赤: 32 act. across DM (& WFS)、青: 10 act. across DM (& WFS)

high-order DM (32 act. across), low-order WFS (10 act. across)の組み合わせは、10 act. across DM (&WFS)の場合と同じ結果になる(WFSリミット)。

8. piston/tip/tiltを除いた場合の性能

$r=15'$
RAVEN
moderate
の場合



赤実線: PTT included、青実線: PTT removed 、黒破線: 回折限界