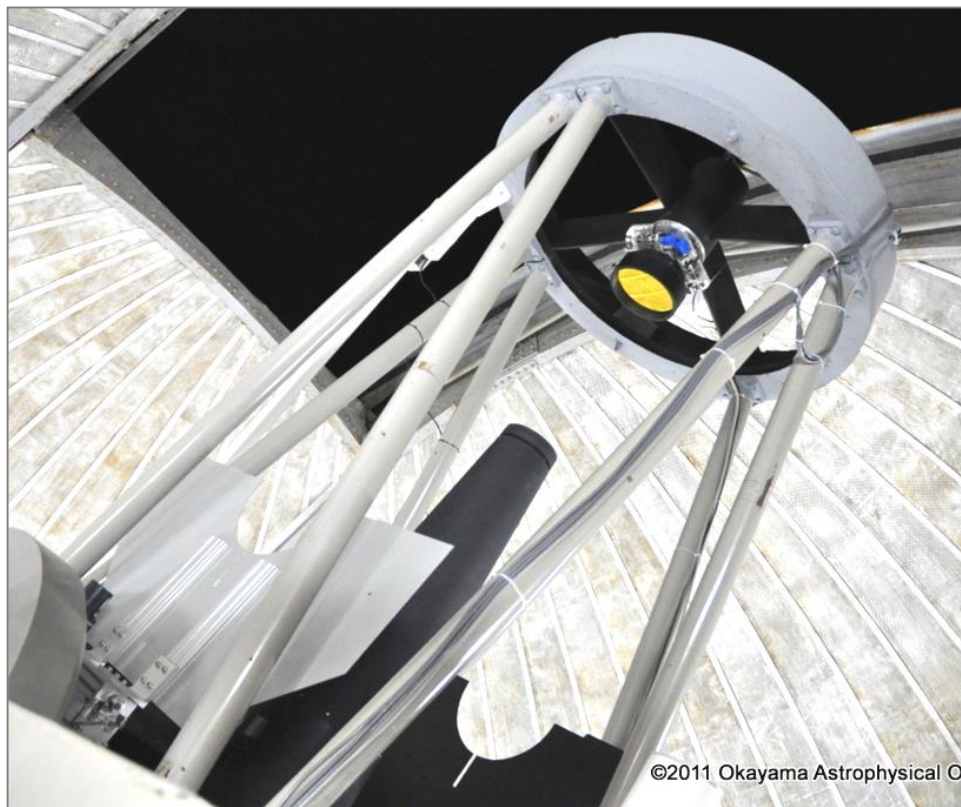
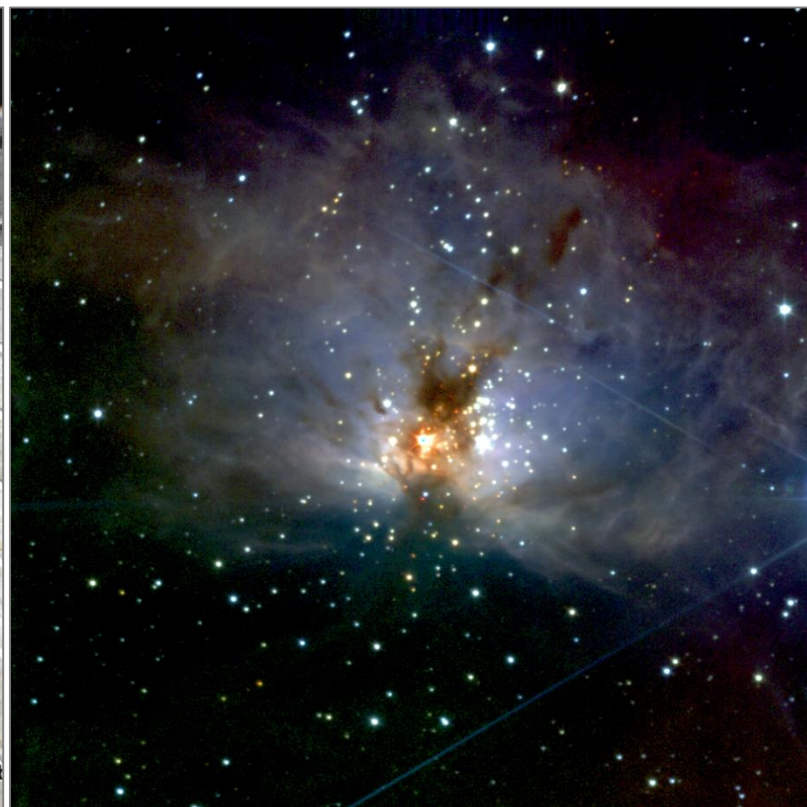


OAOWFC の装置評価と 運用状況報告

柳澤 顕史 (OAO/NAOJ)



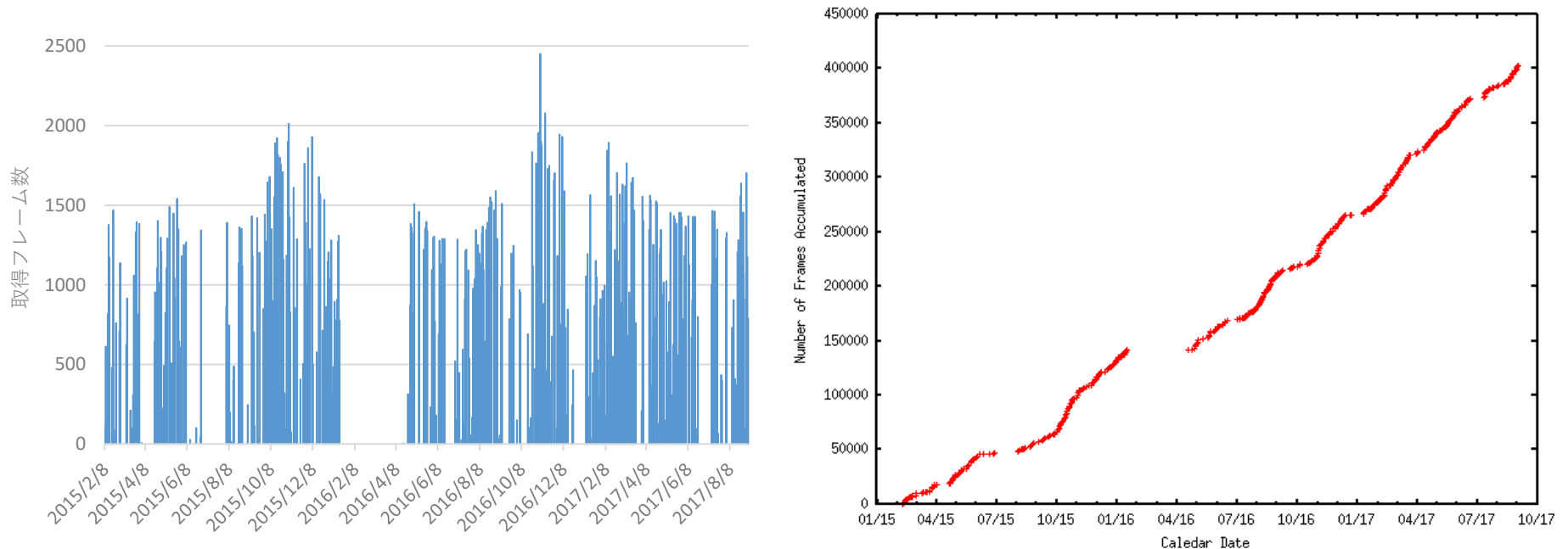
©2011 Okayama Astrophysical Ob



概要

- **2015**年から定常観測を開始し、順調に観測を継続している。
- 検出器特性、像面歪曲、測光特性について評価した結果を図示する。
- 全観測データを処理し、スループット、背景レベル、像品質、ゼロ点ほかの評価をした結果を図示する。

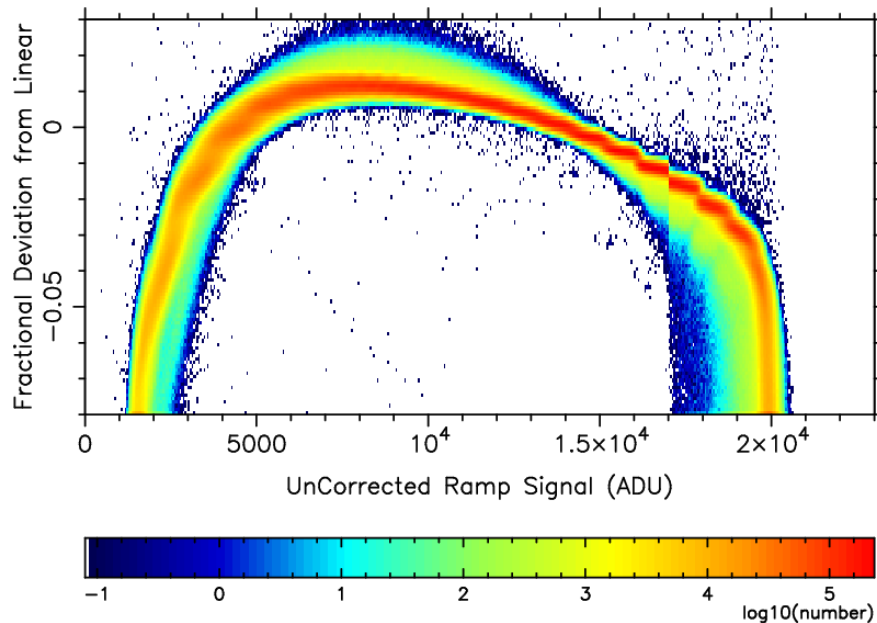
観測フレーム取得状況



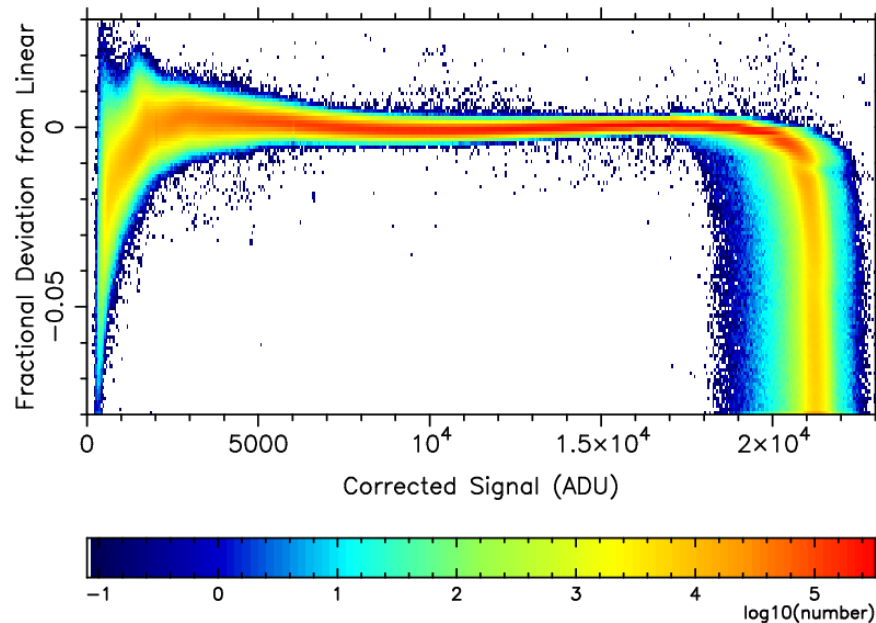
- 2015年から観測を開始。以後、ほぼ順調に観測を継続しており、取得した観測フレーム数は40万に到達。
- 2016年1-4月の空白は、冷凍機のオーバーホールに伴う観測停止期間。
- 取得フレーム数は、季節変化（夜の長さ）に応じて増減している。

直線性補正

図：検出器の非直線性の測定結果

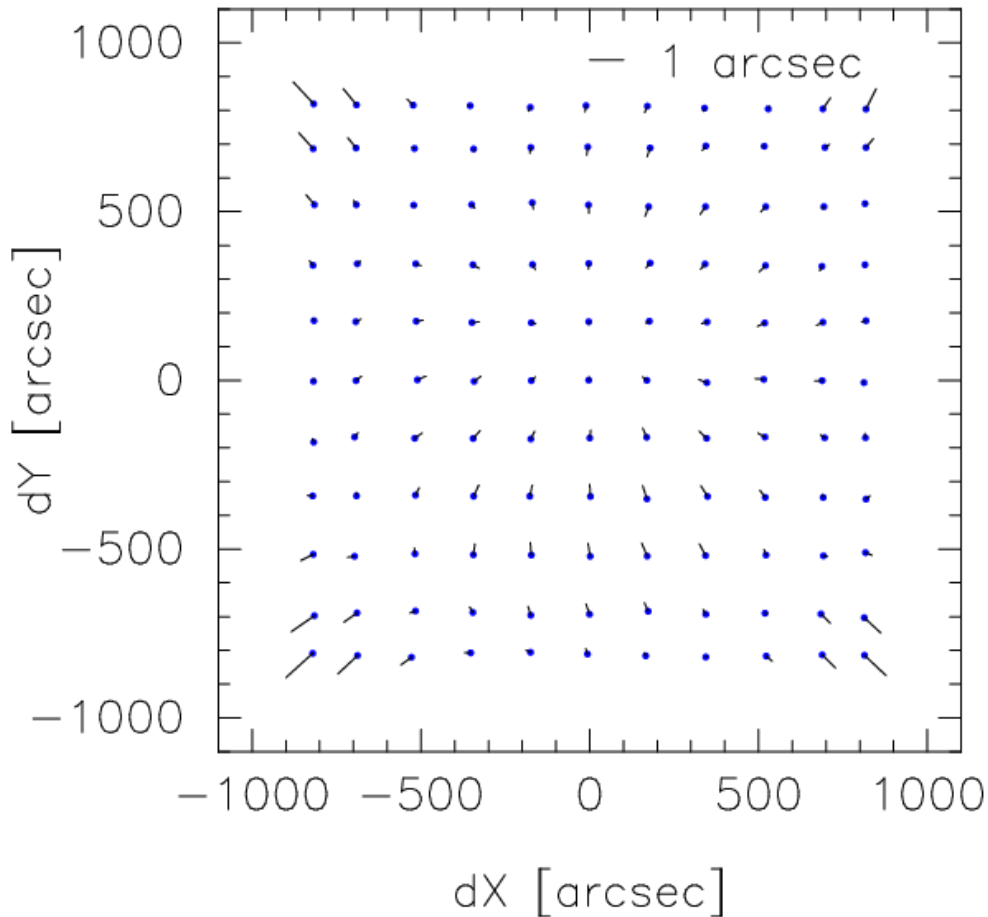


図：Linearity Correction 後の特性



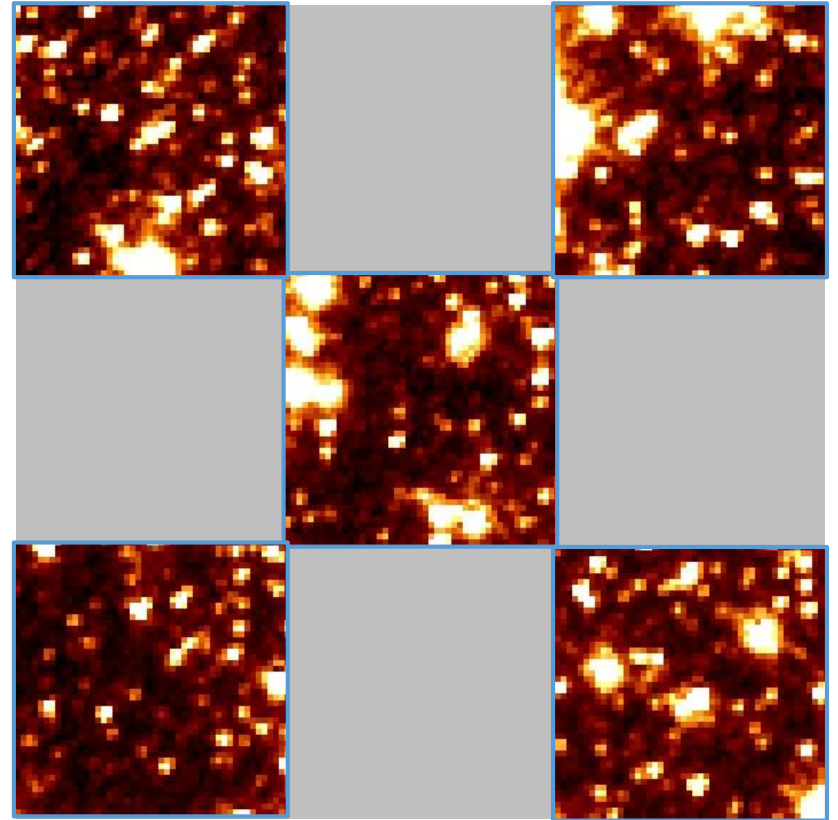
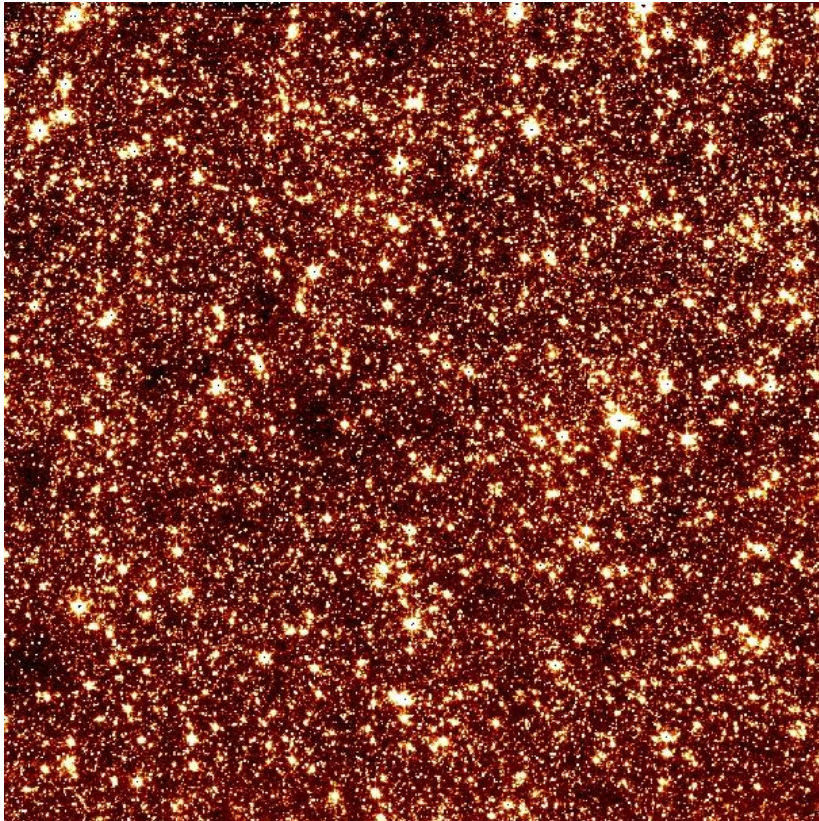
- 検出器(HAWAII Eng. Grade)の非直線性をFollow-up Ramp Sampling のデータをもとに解析した。
- 左の図は、非直線性の計測結果。6% 程度の直線からのずれが存在する。
- 非直線性は、画素ごとに5次多項式で補正した。
- 右の図は、Linearity Correction の結果で、ダイナミックレンジのほとんどの範囲で、 $\pm 1\%$ 以内に補正できていることがわかる。

像面歪曲



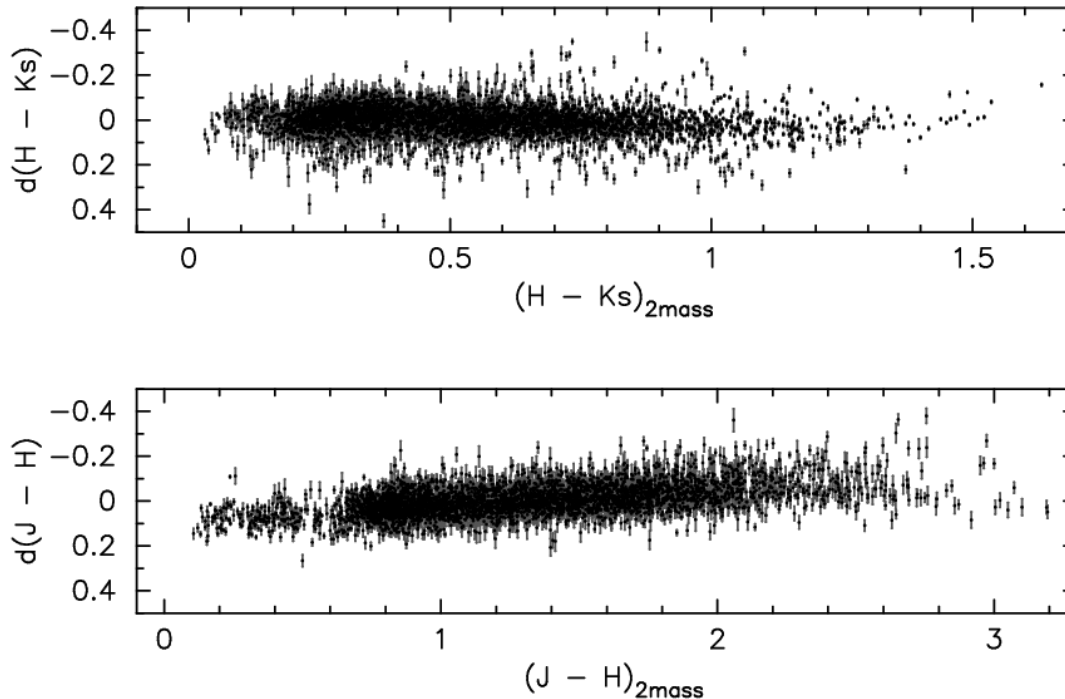
- OPM ソフトウェアと、2MASS PSC を使用して、WCS の較正（投影は TAN）をしている。
- 較正すると、カタログ点源の画像上の位置と、実際の結像位置を求めることができる。両者の違いは、歪曲に起因する。
- 画像を複数のサブエリアに分割して、サブエリアごとに歪曲ベクトルの中央値を求めてプロットしたのが左の図である。
- OAOWFC の像面歪曲は、周縁部で大きいですが、1画素以下である。

OAOWFC の Ks-band 銀河面画像



左の画像の四隅と中央部の拡大画像

2MASS とのシステム差異



- カラーレンジを確保する目的で、銀河面を J, H, Ks-band で撮像し、画像全体の点源の平均ゼロ点を補正して得た OAO WFC のカラーを 2MASS のカラーと比較した。
- 左の図は、横軸が 2MASS カラー、縦軸が OAO WFC のカラーと 2MASS のカラーの差分。
- H-Ks はほとんど差がないが、J-H はカラー1等級で 0.08 等級の差分が生じる。

	A	Err A	B	Err B
J-H, J-H	0.079	0.002	-0.061	0.002
H-Ks, H-Ks	-0.027	0.006	0.048	0.013

背景光レベル 1/2

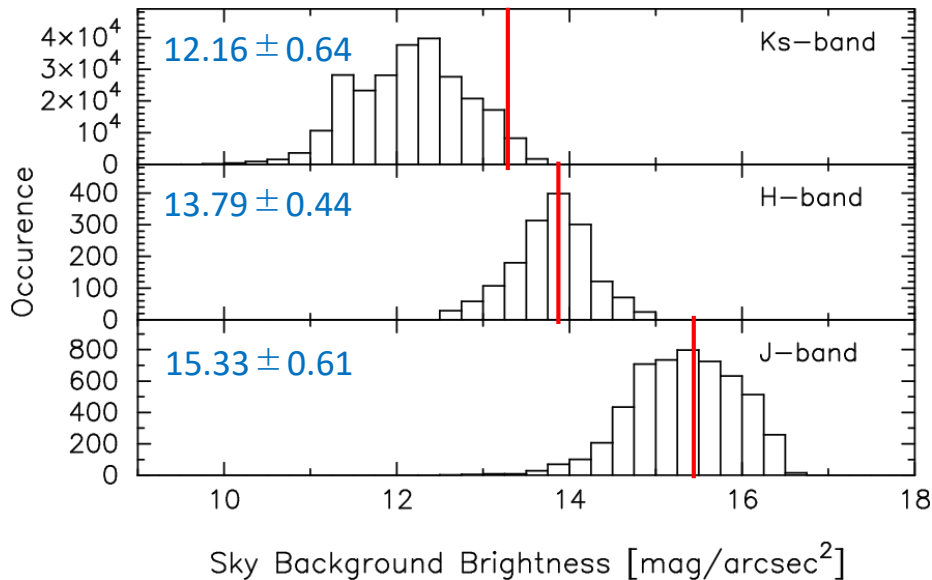


Table 3

The average near-infrared night sky brightness at various observatories. Values are mag/arcsec².

Site	Height (m)	J-band	H-band	K _s -band
Paranal	2635	16.00	14.00	13.20 ^a
Calar Alto	2168	15.95	13.99	12.39 ^b
La Palma	2400	15.50	14.05	12.75 ^c
<u>Mauna Kea</u>	<u>4200</u>	<u>15.60</u>	<u>14.00</u>	<u>13.40^{d,g}</u>
Kitt Peak	2096	15.70	13.90	13.10 ^e
AAO	1164	15.70	14.10	13.05 ^f
La Silla	2400	16.25	14.40	12.85 ^a
Las Campanas	2380	15.60	13.70	12.40 ^a
Mt. Graham	3220	15.82	14.29	13.42

^a <http://www.eso.org/gen-fac/pubs/astclim/lasilla/l-vanzi-poster>

^b Sanchez et al. (2008).

^c <http://www.tng.iac.es/instruments/nics/>

^d <http://casu.ast.cam.ac.uk/surveys-projects/wfcam/technical/photometry>

^e <http://www.noao.edu/kpno/manuals/flmn/FLMN-4m.pdf>

^f <http://www.aao.gov.au/AAO/iris2/iris2overview.html>

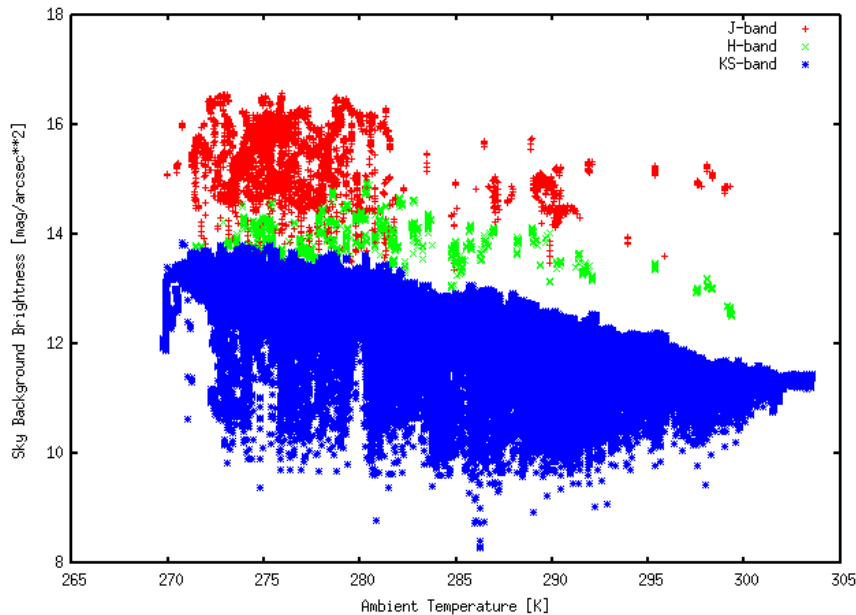
^g <http://www.jach.hawaii.edu/UKIRT/astronomy/sky/skies.html>

図：背景光レベルの分布。縦赤線はマウナケアの背景光レベル

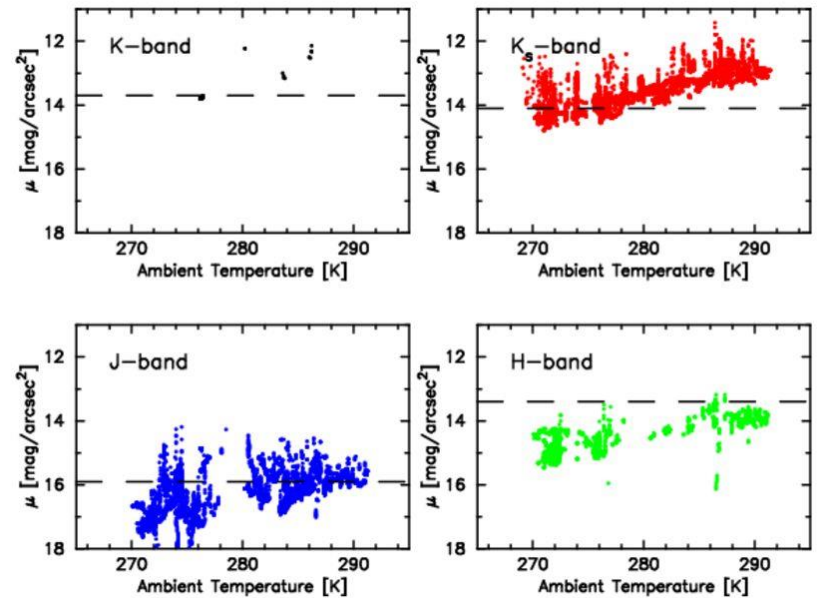
表：主要なサイトの背景光レベル

- J,H の背景光レベルは、他所と大きく変わらない。
- KS の背景光レベルは、高い。
- 注：Jは冬季に偏っている。

背景光レベル 2/2



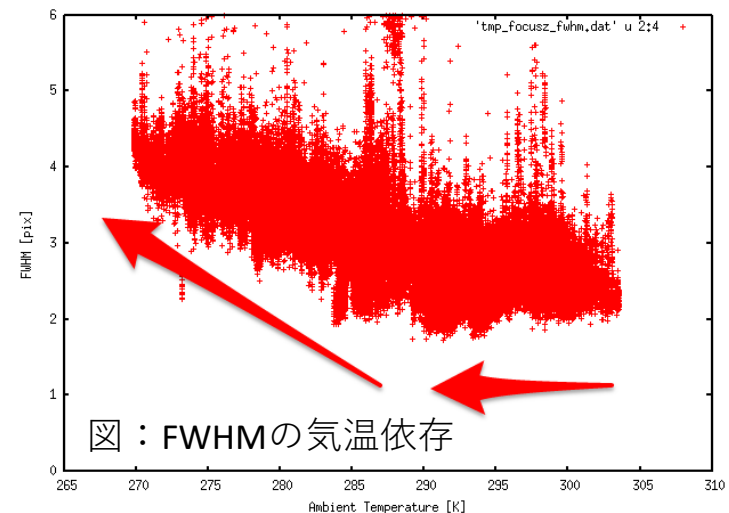
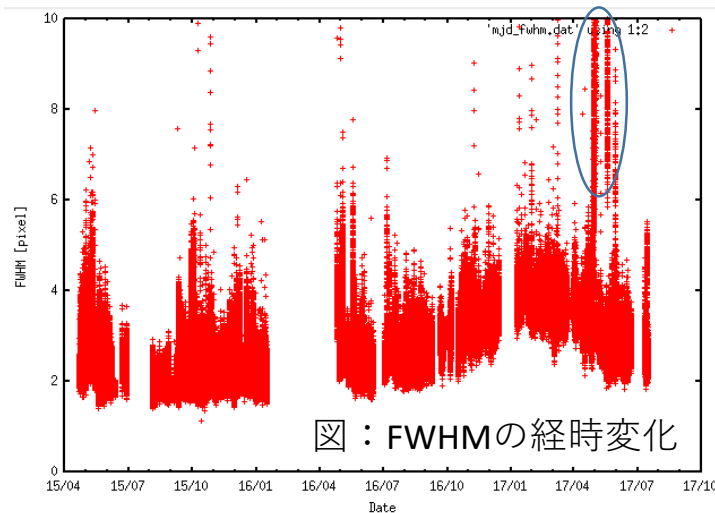
図：OAO WFC 背景光の気温依存



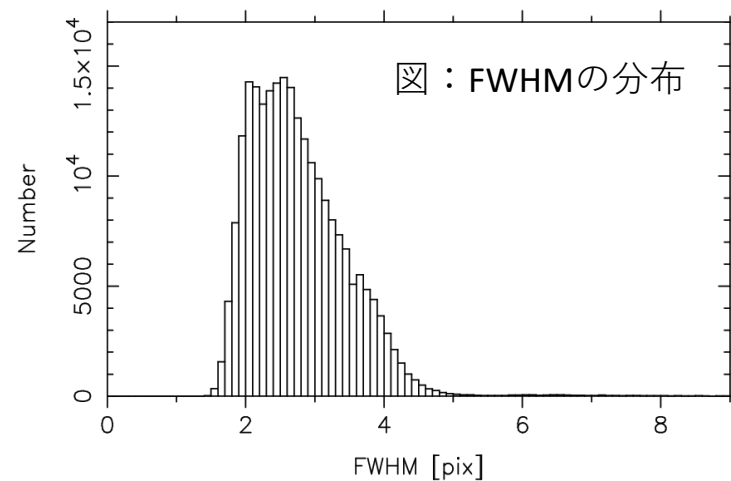
図：ISLE背景光の気温依存

- J,H,Ks とともに気温依存がある
 - 通常 J,H では気温依存はないはず
 - ISLE (共同利用装置、同じ検出器)でも傾向が同じ
 - 検出器が 5 μm 付近に感度を持ち、フィルターにリークがあると説明ができるか？

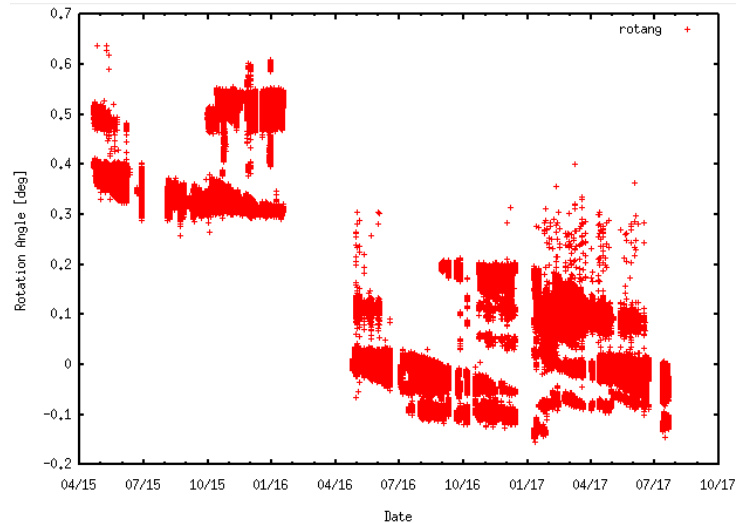
像品質(FWHM)



- FWHM の値の範囲は、典型的には 2～4画素である。
- 測光には適度な大きさ。
- 気温に依存した変化が認められる (Apr.16 以降)。
- オートフォーカスは機能している。青丸部はオートフォーカスソフトが停止。

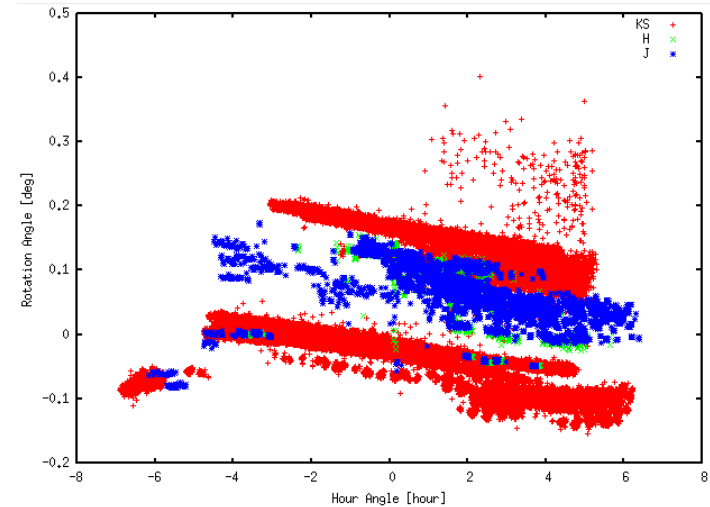


画像位置角

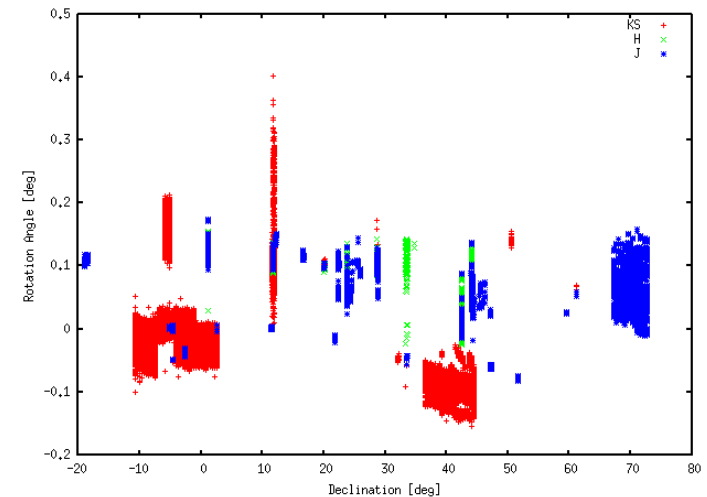


図：画像縦軸の位置角の経時変化

- 画像の縦軸は、真北にほぼ平行。
- Apr. 2016 の位置角ずれは、OAOWFC クライオスタット内部光学系の分解・組立に伴う
- 位置角は時角、DEC に弱く依存

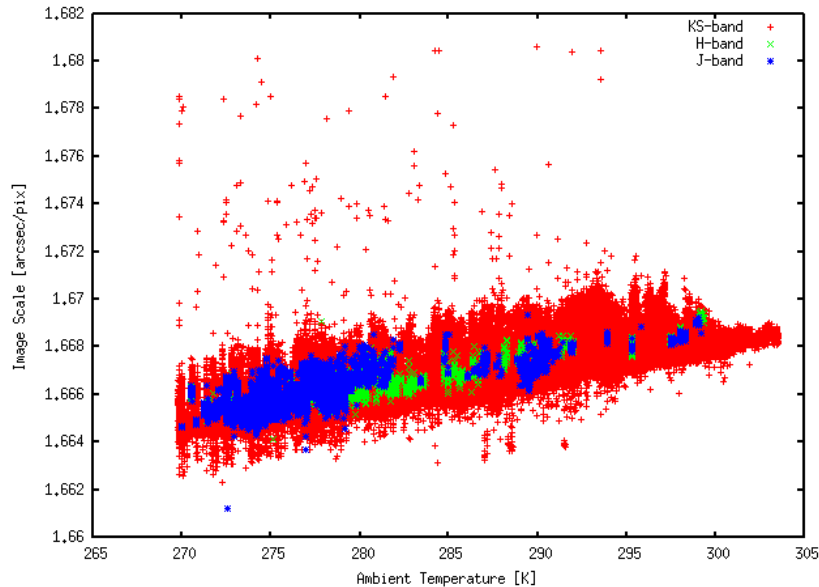


図：画像縦軸の位置角のHA依存

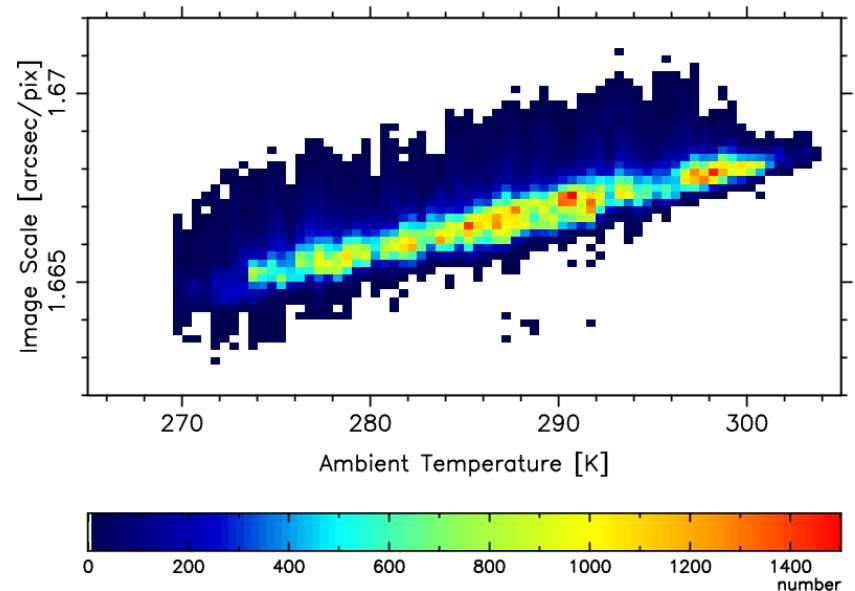


図：画像位置角のDEC依存

画素スケール



図：画素スケールの気温依存 (J,H,Ks)

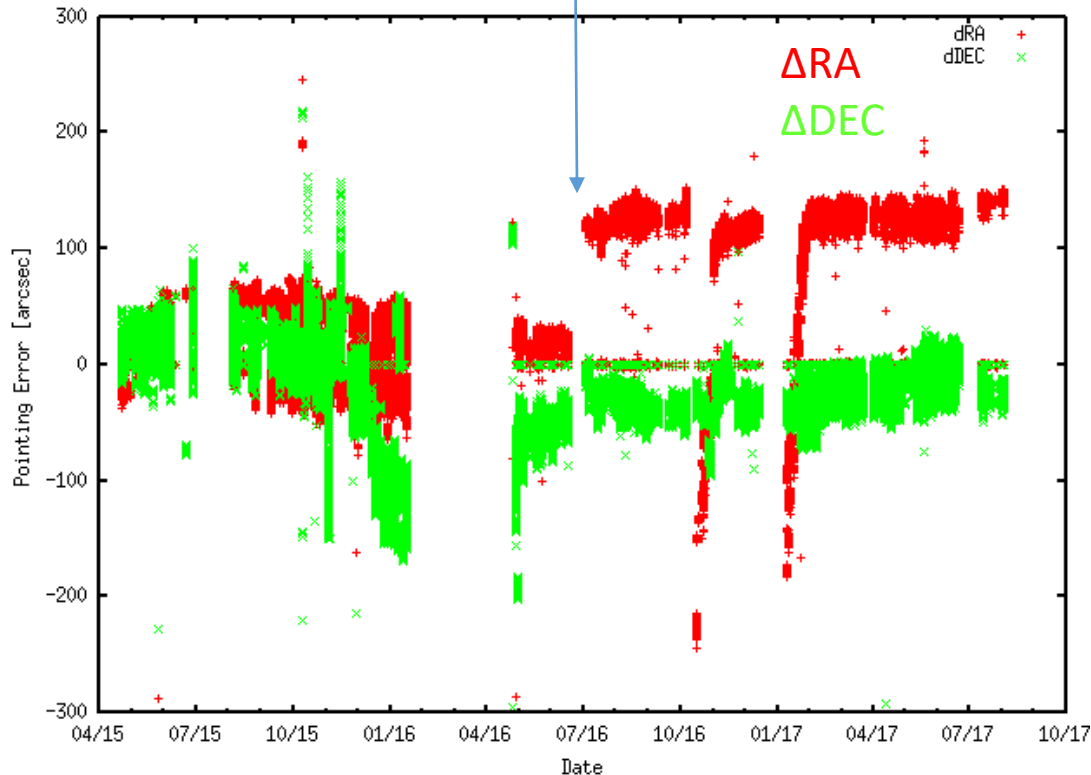


図：画素スケールの気温依存(Ks-band)

- 画素スケールは 1.666 arcsec/pix 程度
 - 焦点距離は、2290 [mm]で、口径比は 2.517
- 気温に依存してほぼ一意に決まる。
- J,H と Ks でわずかにスケールが異なる

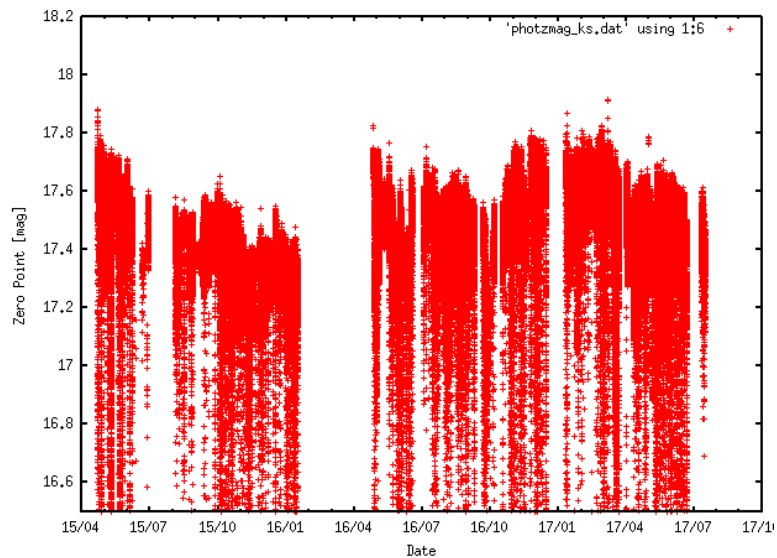
指向エラー

赤道儀制御系の基板を交換



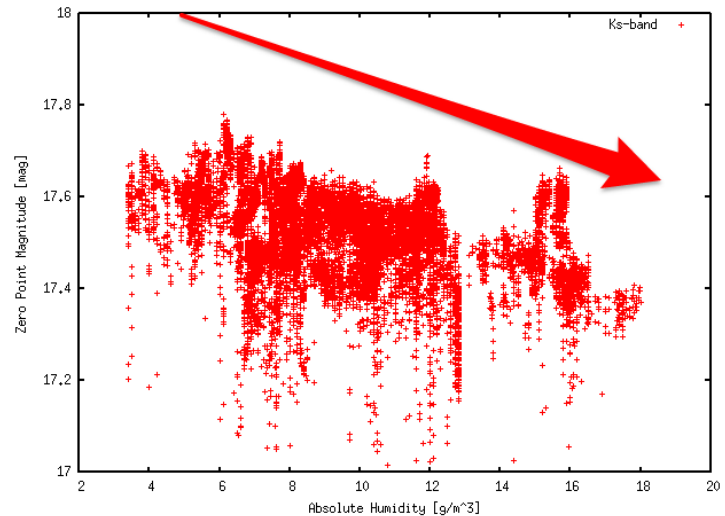
- 観測画像にWCS較正を施し、指向エラーを求めた。
- 最大 200 arcsec 程度のズレは、視野の 11%程度なので深刻な影響はない。
- RA は、赤道儀制御系の基板交換に同期してずれがみられる。その後の2回（10/16, 01/17）の大きな変化は、OAOWFC の分解・組み立てに同期している。いずれも原因は不明。
- DEC には、緩やかな時間変化がみられるが、原因は不明。

ゼロ点 (Ks のみ)

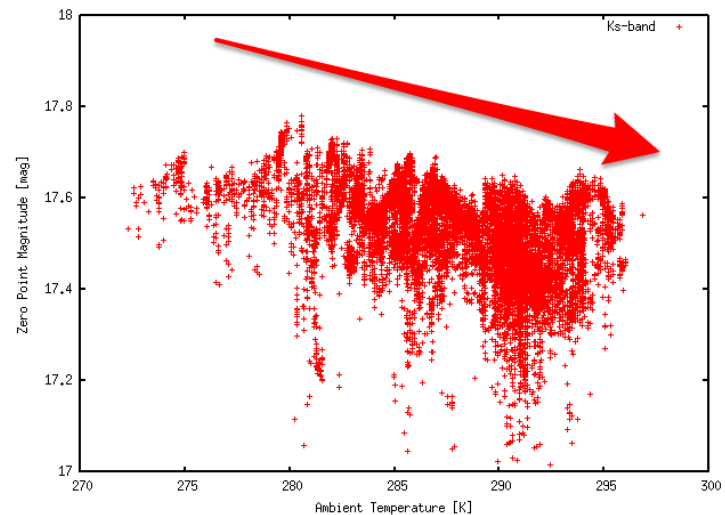


図：ゼロ点の経時変化

- KSのゼロ点は、気温、湿度に依存して変化している。
- Jul. 2015からJan. 2016にかけては副鏡コーティングの劣化進行



図：ゼロ点の絶対湿度依存



図：ゼロ点の気温依存