

岡山近赤外撮像・分光装置 ISLE の 現状報告

2013/08/01

柳澤顕史、福井暁彦、黒田大介、清水康広、沖田喜一、小矢野久、坂本彰弘、中屋秀彦(国立天文台)

ISLEの特徴

- 撮像・分光装置
 - 視野4分角、0.25 arcsec/pix, 低・中分散分光
- シャープな結像性能
 - FWHM=0.75 arcsec, Crowded Field Photometry可
- サブミリ等級の測光精度
 - 1ミリ等級を実現。世界トップレベル
- 東アジアで唯一の共同利用近赤外分光装置
 - 低分散($R=350-500$), 中分散($R=2,000-4,000$)
 - 効率 10-15%
- 優れた追尾性能
 - 分光ノディング機能
 - 微分大気差補正込オフセットガイド機能
 - ハイブリッド・オートガイド機能(sub-pixel精度で星を固定)
- 低い読み出しノイズ
 - HAWAII-1K としては、世界一の低ノイズ

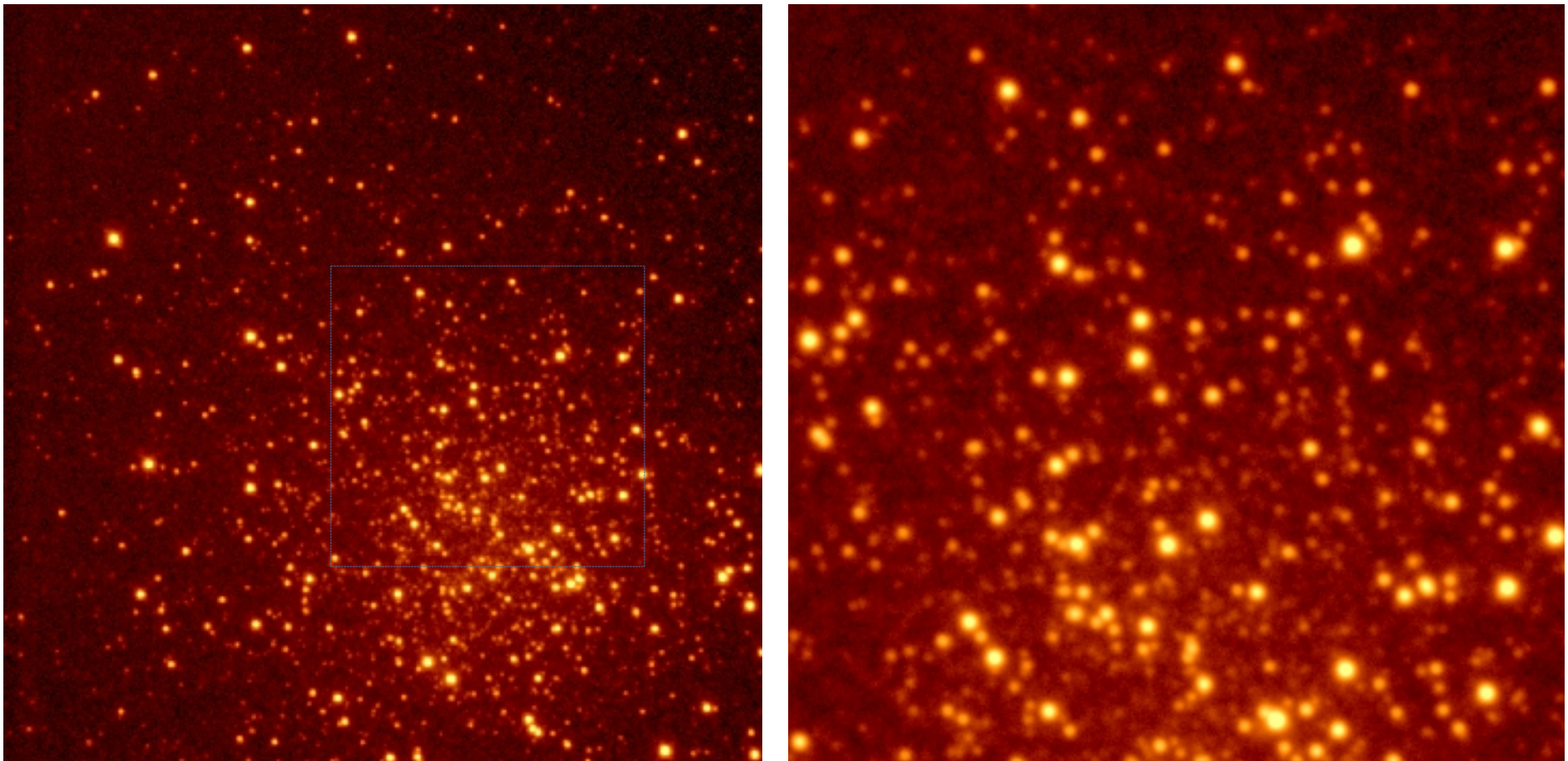


2013/08/01

OAUM 2013

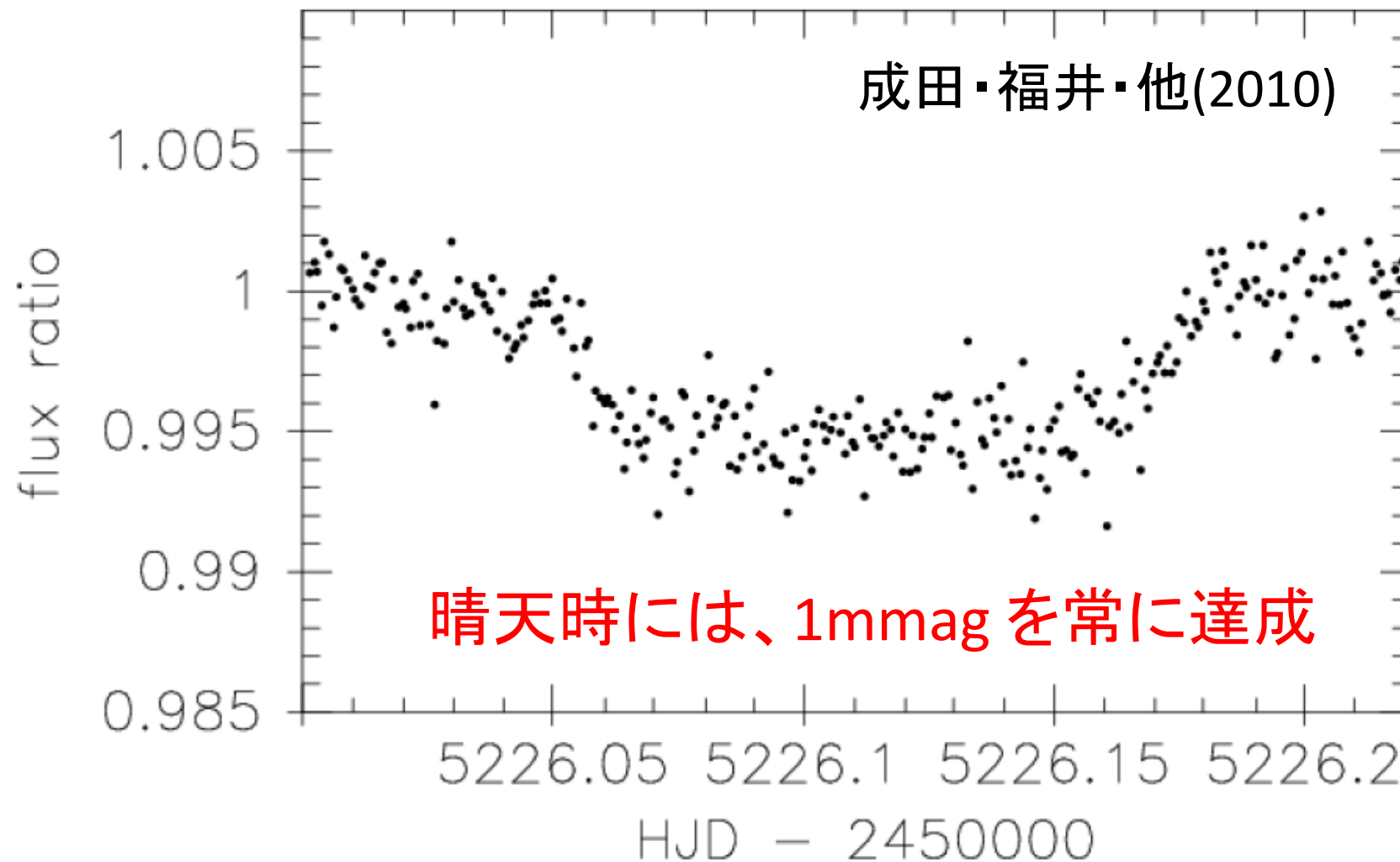
3

ISLE image of M13 in J-band

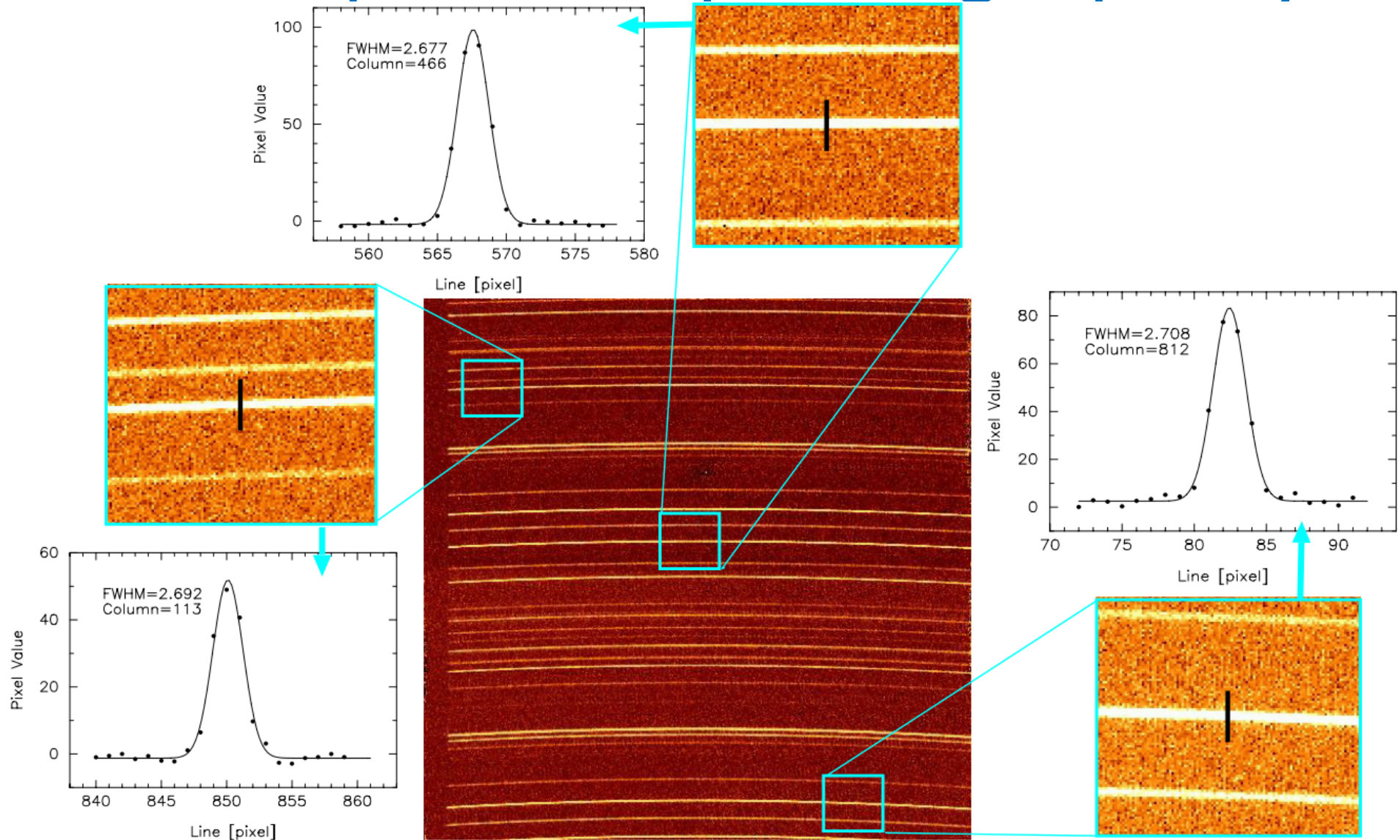


2013/07/24, J-band, 10sec $\times$ 16, seeing: 1 arcsec, 10 arcsec dither
望遠鏡制御系改修後に取得した画像。以前と変わらぬ画像が取得できることを確認。

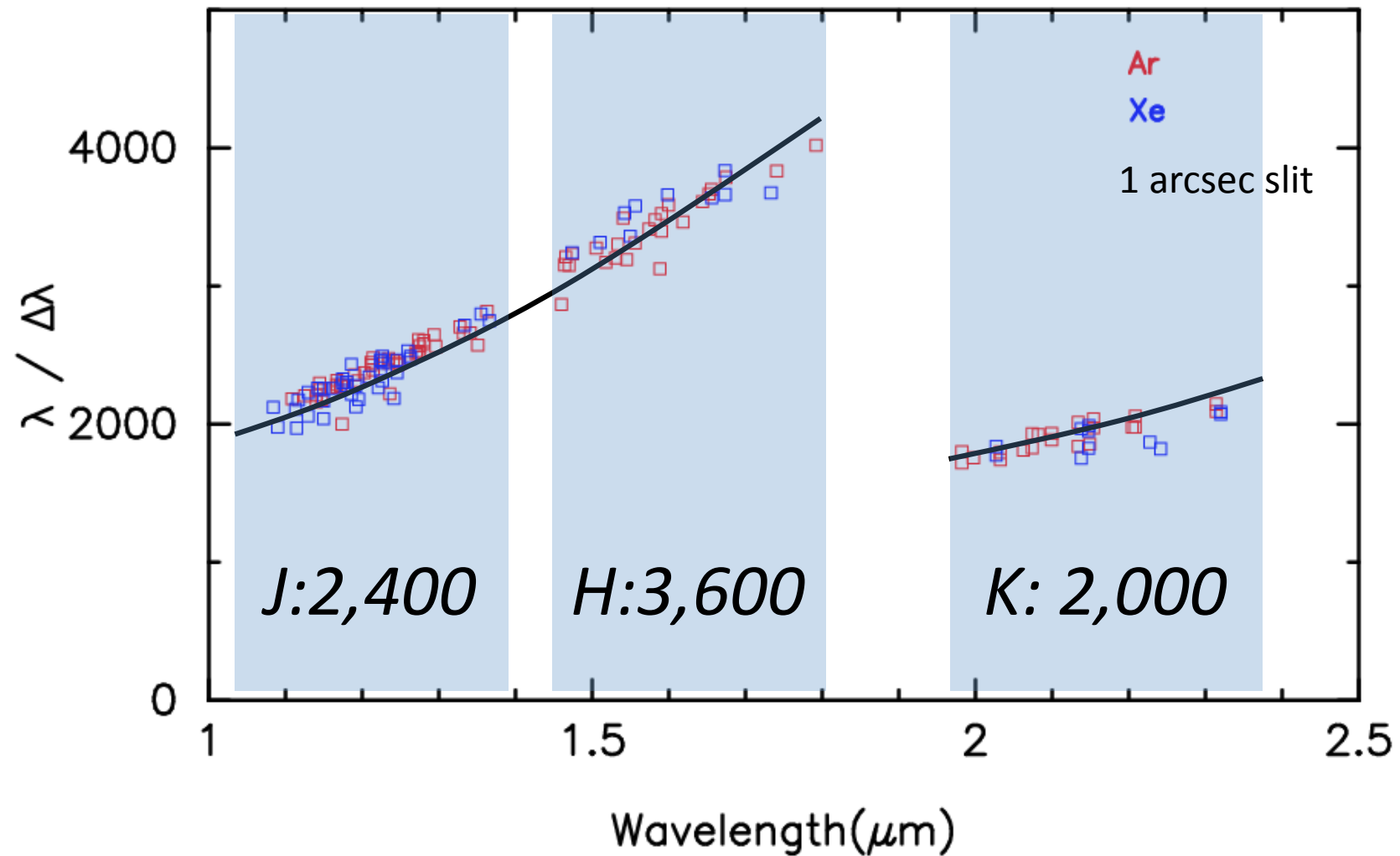
ISLE による 系外惑星 HAT-P-13b の トランジット観測



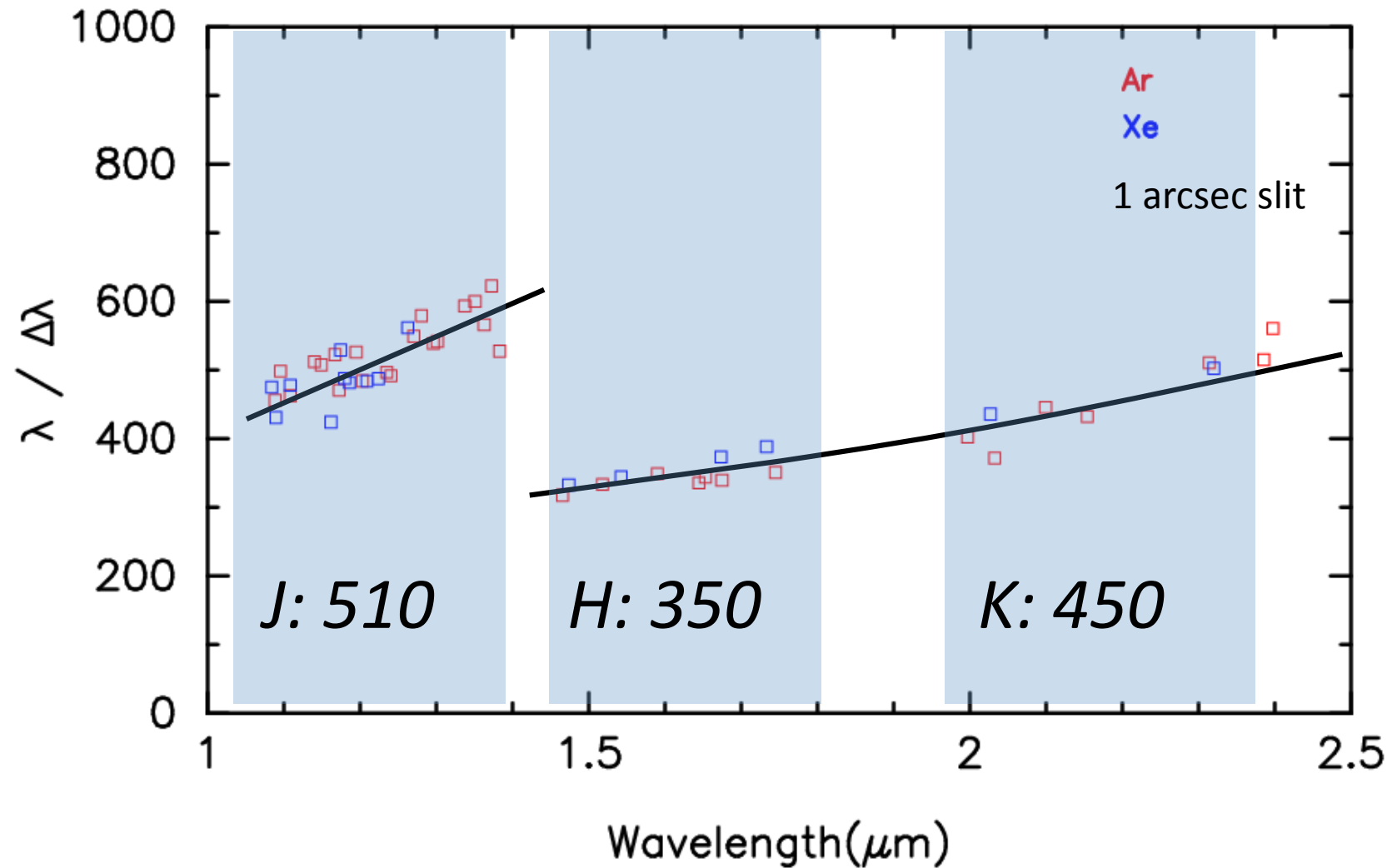
ISLE: Spectroscopic image quality



ISLE Sp. Resolution :Medium Dispersion



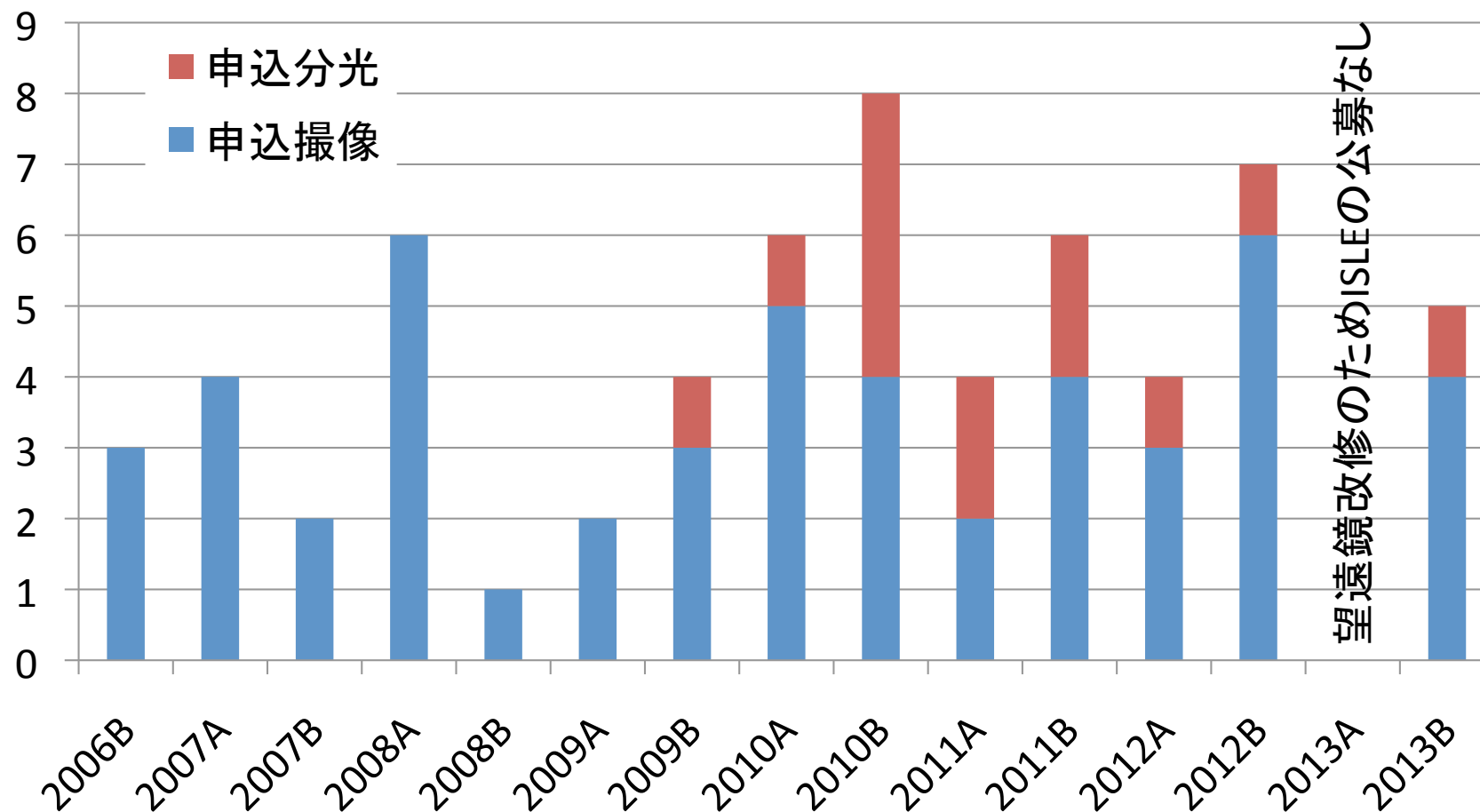
ISLE Sp. Resolution: Low Dispersion



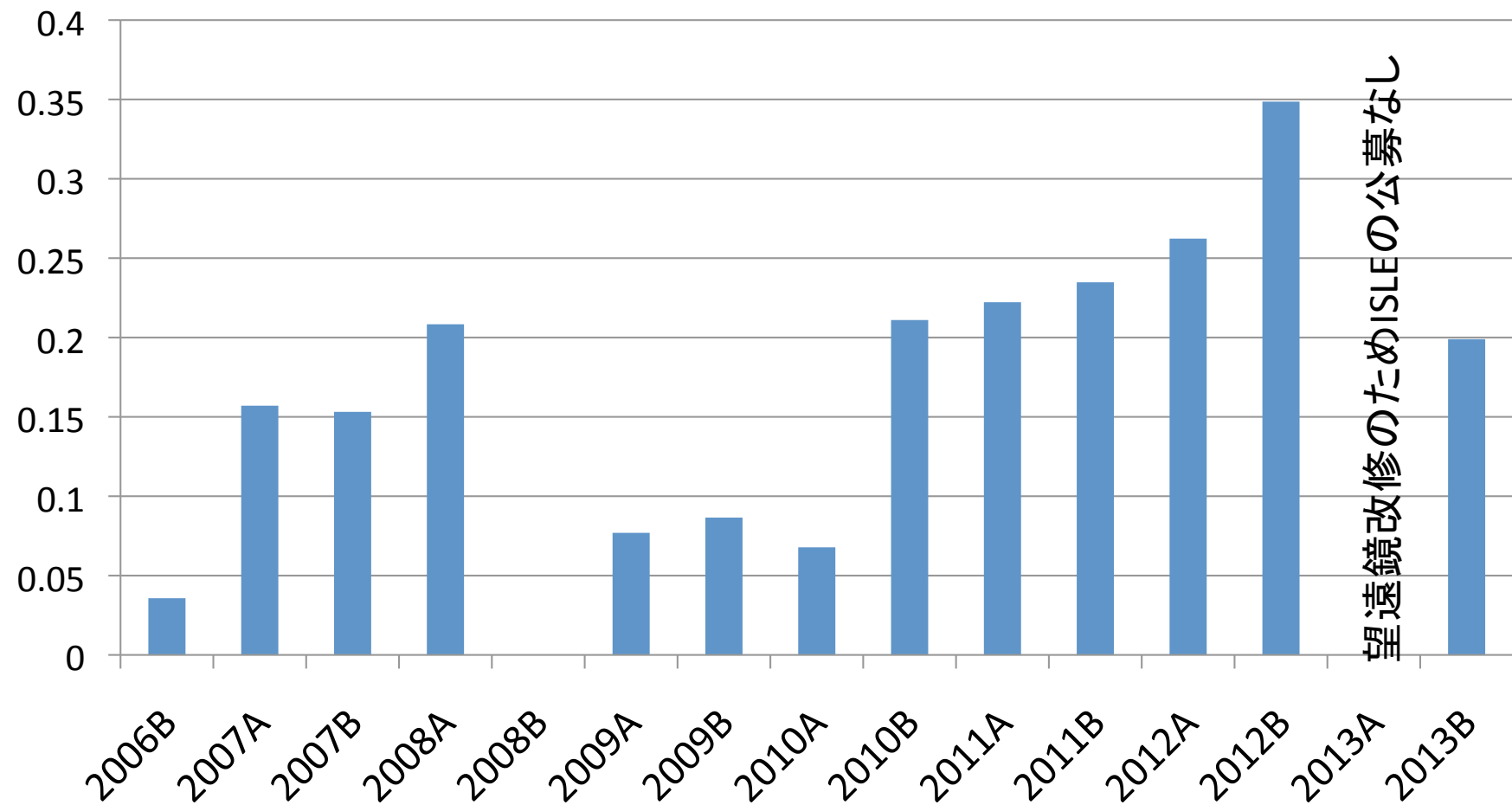
ISLE: この1年の運用状況

- 共同利用8年目(2006Bより)
- 共同利用実績:
 - 撮像 3 件、分光 0 件
 - 2012B: 38夜(3件) / 115夜(10件) 35%
 - 2013A: 望遠鏡改修につき、ISLEは非公開
 - 合計: 38夜(3件) / 115夜(10件) 35%
- 取得フレーム数
 - 20,681 frame (Eng. Time を含む)

ISLE 観測モード別申請状況



ISLE 割当夜数/共同利用夜数



最近のISLE採択課題一覧

Semester	PI	Imaging or Spectroscopy	Title
2013B	小野里・他	Spectroscopy	中間赤外から遠赤外にかけて大きな増光を示した正体不明の天体を探る
	成田・他	Imaging	近傍の低温度星を公転するトランジット惑星候補の高精度測光確認 II
	福井・他	Imaging	近赤外測光観測によるトランジット・ウォームジュピターWASP-80b の大気調査
	福井・他	Imaging	近赤外測光観測によるトランジット・スーパーアースGJ3470bの大気調査
2013A	望遠鏡改修の為、ISLE の公募なし		
2012B	福井・他	Imaging	比較的長周期のトランジット惑星における TTV 探索
	成田・他	Imaging	太陽系近傍の低温度星を公転するトランジット惑星候補の高精度測光確認
	末永・他	Imaging	おうし座分子雲における惑星質量候補天体の近赤外観測

ISLE 関連出版状況

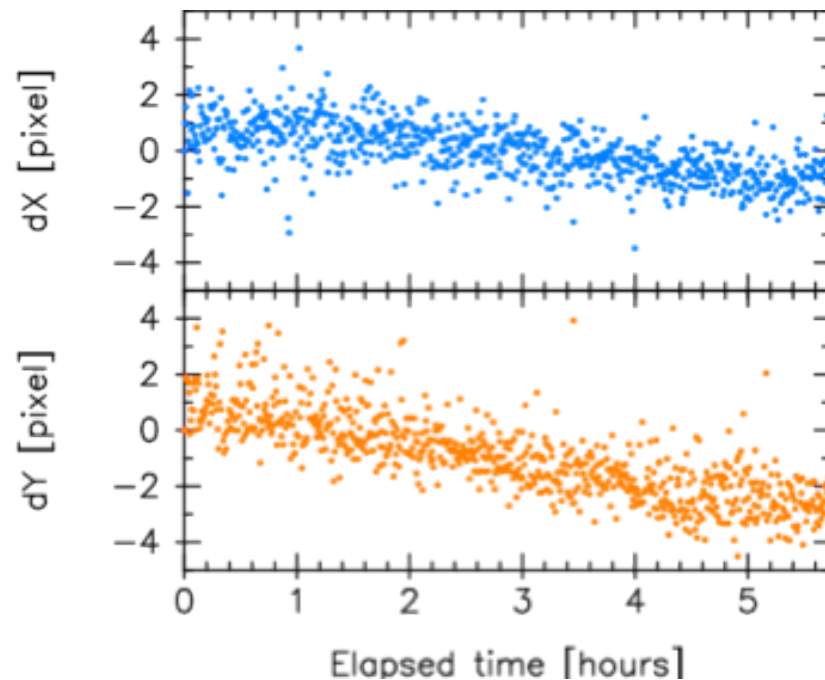
- Science Papers (2012-2013)
 - Otsuka *et. al.*(2013), “The Detection of C60 in the Well-characterized Planetary Nebula M1-11”, *Ap.J.*, **764**, article id. 77, 20 pp.
 - Fukui *et. al.* (2013), “Optical-to-near-infrared Simultaneous Observations for the Hot Uranus GJ3470b: A Hint of a Cloud-free Atmosphere”, *Ap.J.*, **770**, article id. 95, 13 pp.

ISLE: ここ1年の開発

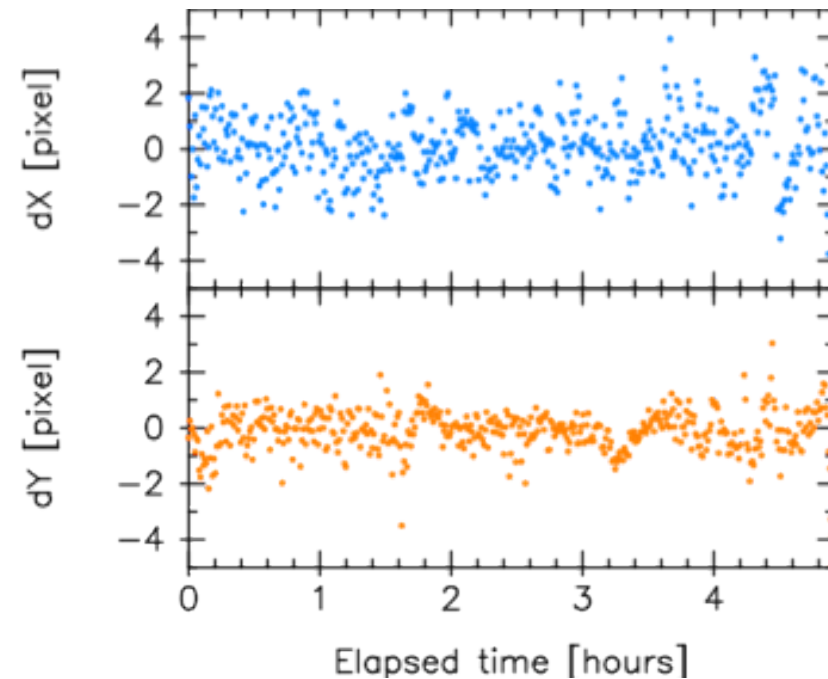
- 高精度ガイド(ハイブリッド・オートガイド)の実現
 - 従来のオフアクシスガイドの限界
 - 数時間で数画素(0.245 arcsec/pix)の追尾誤差
 - トランジット観測のような高精度測光には、この追尾誤差が測光誤差に寄与する
 - ハイブリッド・オートガイド
 - 望遠鏡の追尾誤差はオフアクシスガイドで修正
 - オフアクシスガイドで生じる僅かな追尾誤差を、観測画像より検出し、フィードバック
 - Sub-pixelの精度で星像を固定できるようになった。

ISLE:ハイブリッド・オートガイドの効果

ハイブリッド化前の星像位置変化



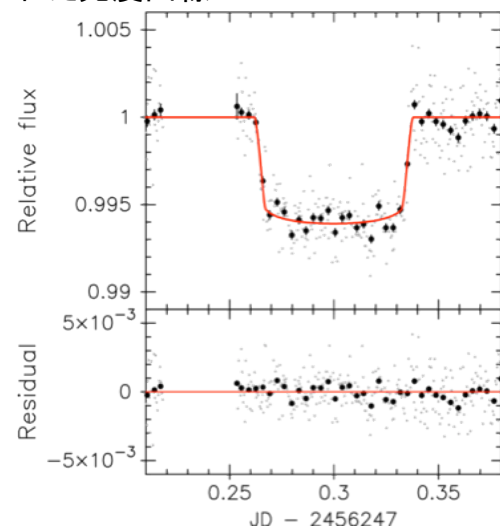
ハイブリッド化後の星像位置変化



ISLE検出器上での星像の位置変化の様子。上のパネルはX(東西)方向、下のパネルはY(南北)方向の変位を示す。ハイブリッド・オートガイドによって、星像位置が固定されていることが判る。Y方向と比較して、X方向にばらついているのは望遠鏡の特性で、今回の改修により緩和されると期待している。

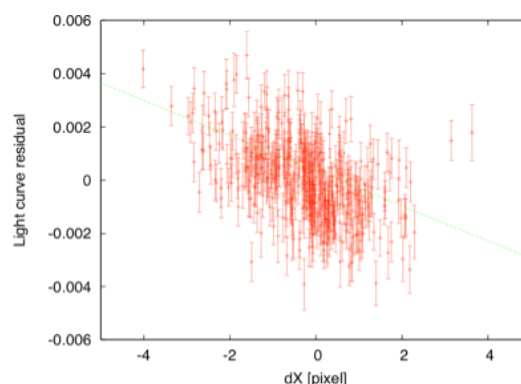
ISLE:ハイブリッド・オートガイドで 得られたトランジット光度曲線

ハイブリッド・オートガイドにより得られた光度曲線



(上パネル) J=9等台のトランジット惑星系に対するISLE/Jバンドでの光度曲線。ハイブリッド・オートガイドを使用して観測。灰色の点は30秒露光のデータ、黒の点は5分ビンニングしたデータ。赤実線はベストフィットのトランジットモデルを示す。(下パネル) モデルとの残差を示す。30秒露光データの残差のRMSは0.15%。

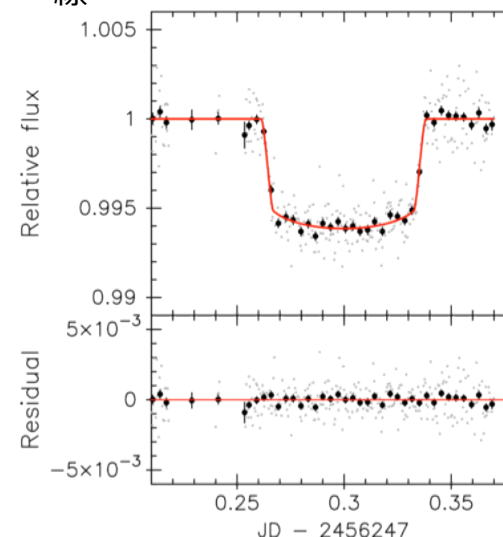
光度曲線の残差とX方向の変位の相関



左図の光度曲線のモデルに対する残差とX方向の変位量との相関図。左上から右下に向かう相関が見られる。緑の点線は直線フィットの結果。

つまり、X方向の位置ずれに伴う明るさの変化がみえている。これを補正すると、右図の結果を得る。

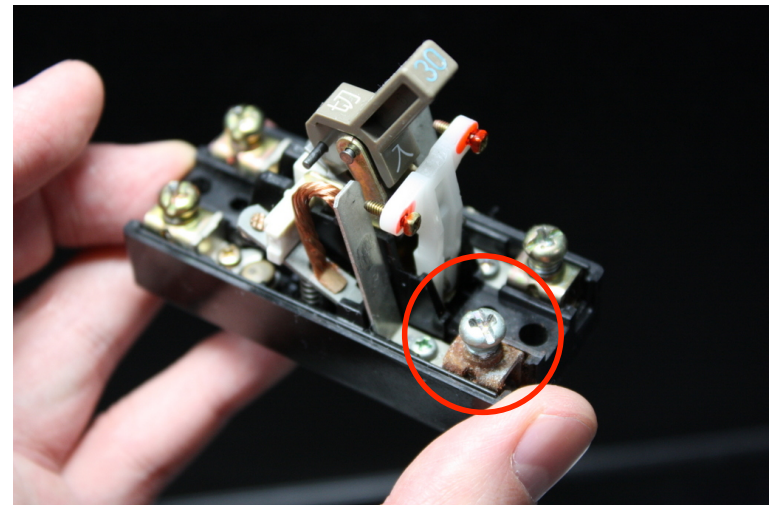
X方向の変位量で補正後の光度曲線



左図の光度曲線に対し、X方向の変位量で測光値の補正を行ったもの。30秒露光データのベストフィットモデルに対する残差のRMSは0.12%と、補正前に比べて改善がみられた。

この1年のISLE関連のトラブル

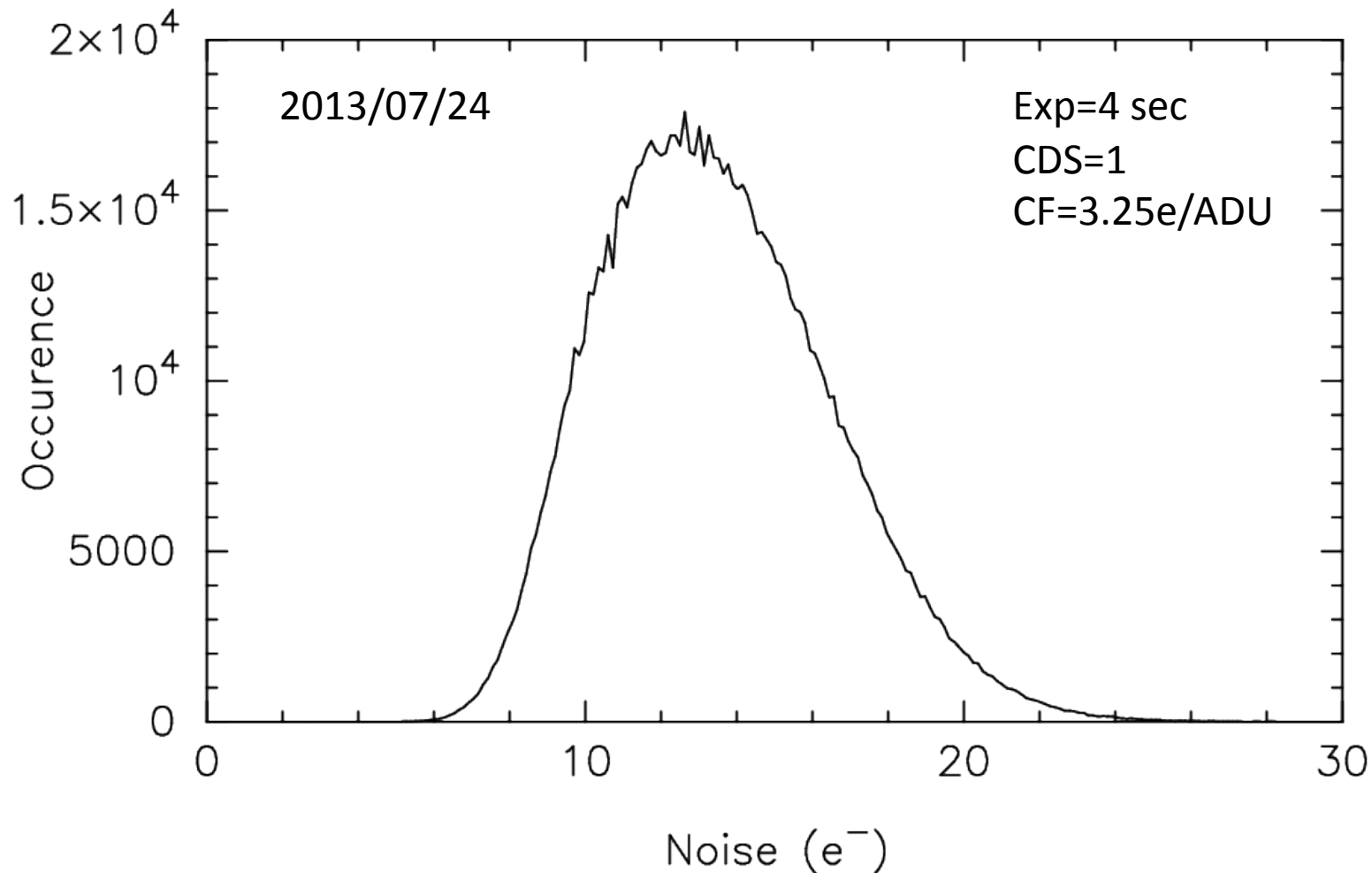
- ISLE オフアクシス・ガイドの飛び
 - ガイド中に、ガイド星がガイド窓から外れる減少がしばしば見られた。原因は、ガイドソフトのバグで対応中。
- ISLE カメラ側ヘリウムホースのリーク
 - 検査の結果、ジョイントから漏れている可能性が濃厚。
 - 交換した。
- ISLE コリメータ側冷凍機の停止(11/28)
 - 電源を供給している、NFB のケーブル端子が錆びて、供給電位低下。交換後復帰。



望遠鏡制御系改修後の試験状況

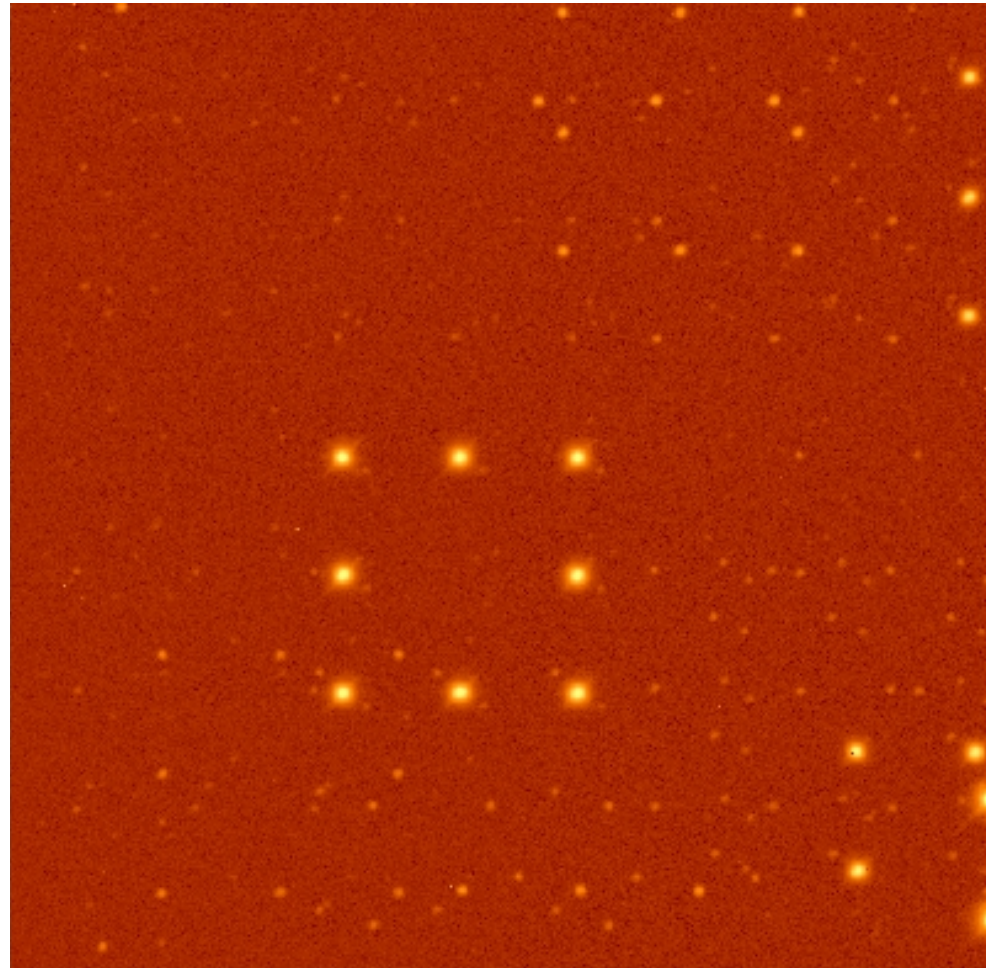
- 新制御系に合わせた、通信ソフトウェアの改修はほぼ済んだ
- ノイズテスト: 有為なノイズ増加を認めず
- 撮像観測試験
 - Dithering: 指令通りに望遠鏡が動くことを確認
 - スリット位置に、一発で星を導入できることを確認
- AG つなぎこみ
 - 概ね期待通りに動くことを確認
- Cassegrain Instrument Rotator 原点調整済
- 分光試験: 悪天候のため、実施できていない

望遠鏡制御系改修後の ISLE read noise



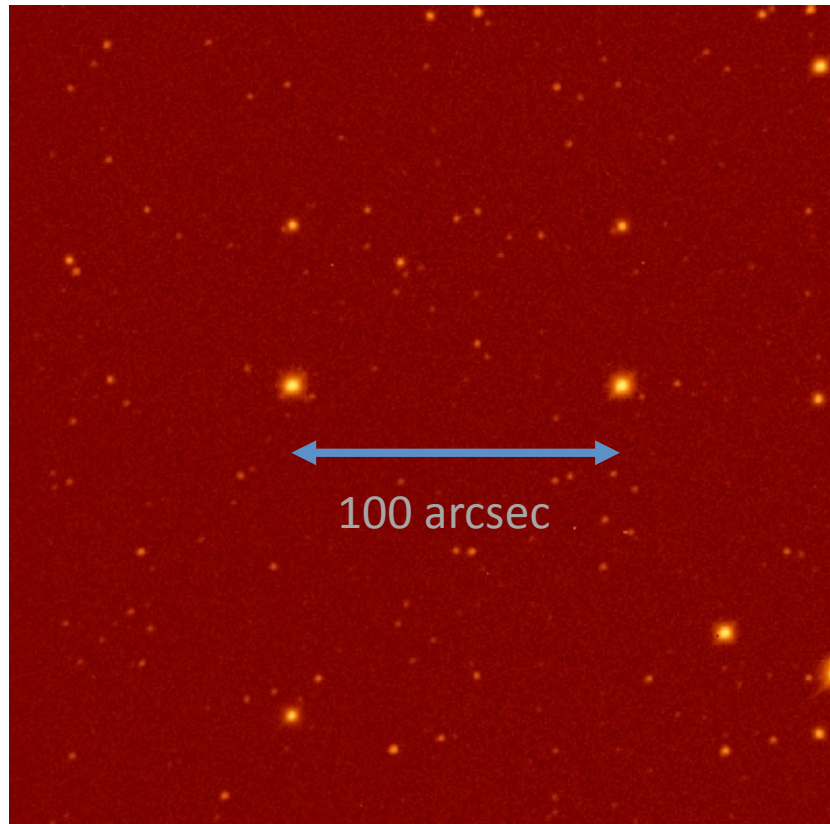
制御系更新に伴う、有為なノイズの増加はなし。

望遠鏡制御系改修後のdithering test



Dithering pattern=2, Spacing=30 arcsec で取得した画像。Dither にかかる時間は一瞬で、きびきび動く望遠鏡が気持ちいい。

望遠鏡制御系改修後の dithering test: RA



RA 方向に dithering

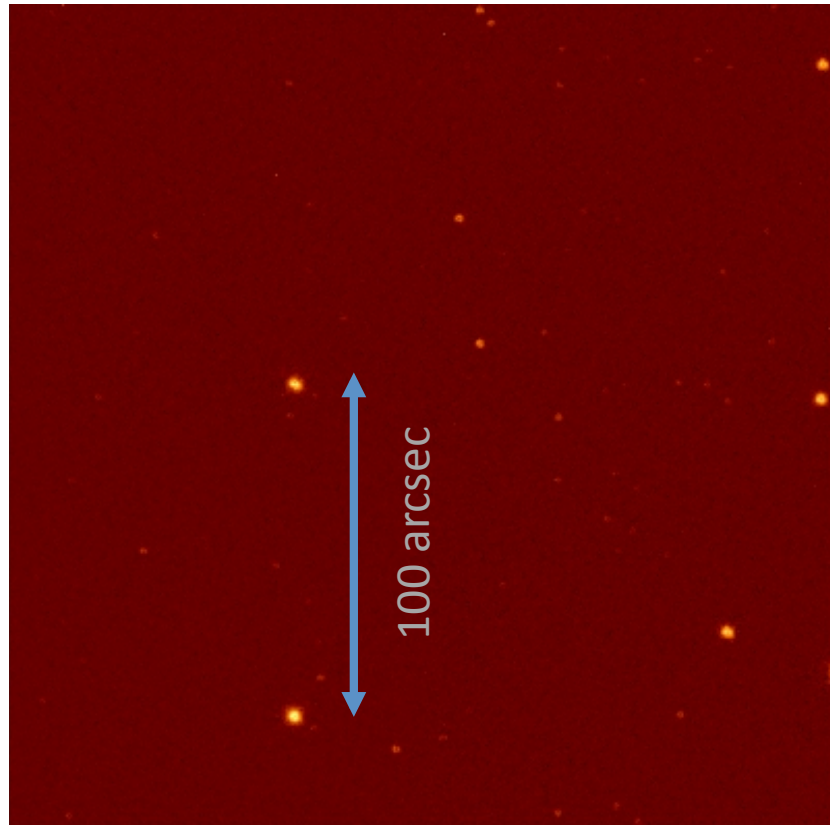
#	Left		Right		Distance	
	x	y	x	y	L->R	R->L
1	350.2	554.5	755.0	555.7	404.8	405.0
2	350.0	555.4	754.3	554.5	404.4	403.9
3	350.4	554.0	754.3	554.0	403.9	403.4
4	350.9	554.9	756.1	554.6	405.2	
				avg.	404.5	404.1
				σ	0.5	0.8

Image scale= 0.246 arcsec/pix なので、
移動距離は

1. L->R: 99.52 ± 0.14 arcsec
2. R->L: 99.41 ± 0.20 arcsec

指令した移動距離は 100arcsec。おおむね、与えた移動量を満たしている。

望遠鏡制御系改修後の dithering test: DEC



DEC 方向に dithering

指令した移動距離は 100arcsec。与えた移動量を満たしている。

#	Upper		Lower		Distance	
	x	y	x	y	U->L	L->U
1	352.3	555.2	351.0	147.3	407.9	408.1
2	351.6	555.4	351.0	148.8	406.6	406.7
3	352.3	555.4	352.2	149.0	406.4	405.8
4	352.9	554.8	353.0	146.7	408.1	
				avg.	407.3	406.8
				σ	0.9	1.1

Image scale= 0.246 arcsec/pix なので、
移動距離は

1. U->L: 100.19 ± 0.21 arcsec
2. L->U: 100.08 ± 0.28 arcsec

こんな画像が撮れるようになりました



Date: 2013/07/24
Object: M39 (open cluster)
Instrument: ISLE
Filter: J-band
Exposure: 4 sec×78
Actual duration: 18 min.
Dot matrix design: Izumiura,
Data acquisition: Yanagisawa