

2007 秋季年会

# 可視赤外線カメラに用いる 近赤外線検出器VIRGO-2Kの性能評価

宮本久嗣(広島大学)

中屋秀彦(国立天文台)・山下卓也・松井理紗子

大杉節・川端弘治・植村誠・磯貝瑞希・永江修・新井彰・保田知則

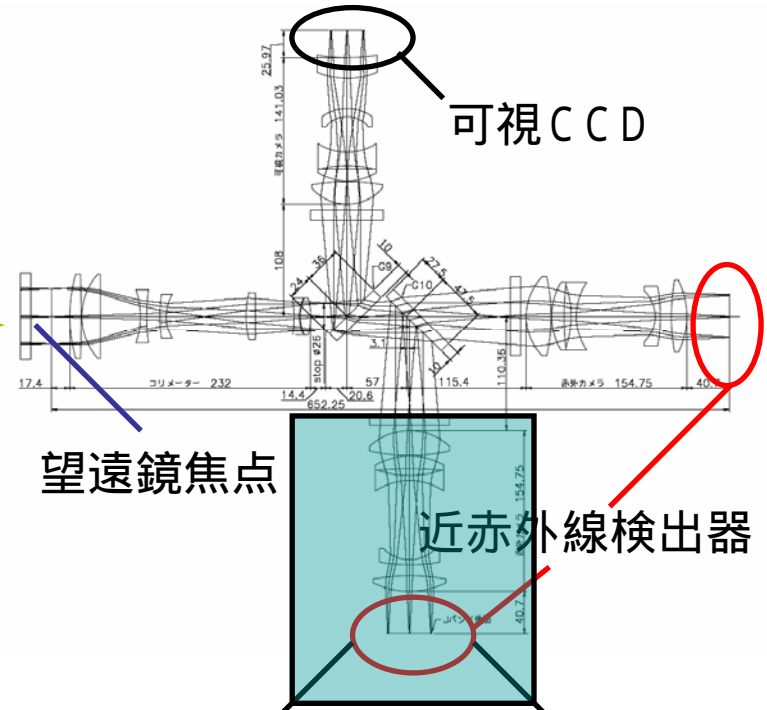
上原岳士・笹田真人・田中祐行・深澤泰司(広島大学)

# -Introduction-

## 可視赤外線カメラとは

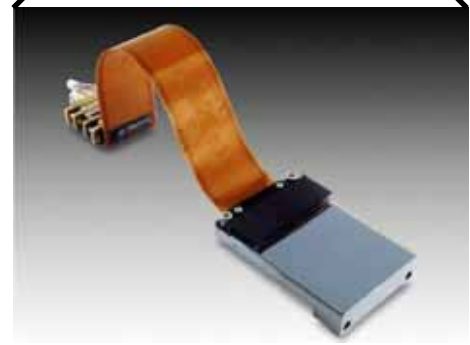


かなた望遠鏡



- ・かなた望遠鏡カセグレン焦点常設予定の装置
- ・可視と赤外線による3バンド同時撮像が可能

検出器	2k × 2k赤外線検出器 2素子
	2k × 2k可視CCD 1素子
視野	10分角
ピクセルスケール	0.3"/pix
機能	撮像・分光・偏光



VIRGO-2K

装置の詳細は松井ポスター-V38bを参照

# -Introduction-

## 狙うサイエンス

トランジット法を用いた系外惑星の観測

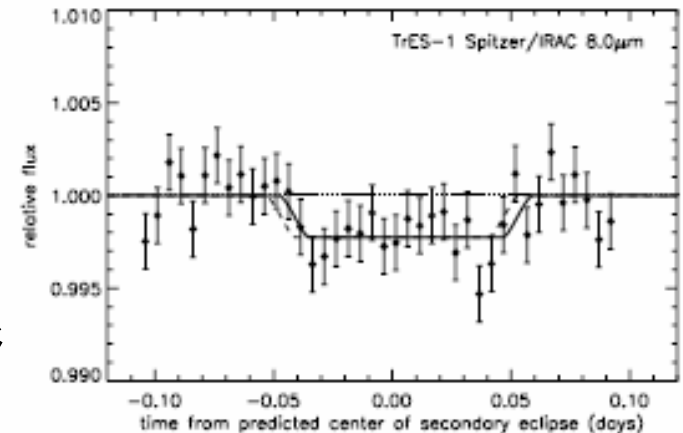
特にSecondary eclipse (主星の裏側を惑星が横切ることによる赤外線への減光)

Spitzer Space Telescopeで観測されている

(TrES-1: 4.5、8  $\mu\text{m}$ )  
(HD209458: 24  $\mu\text{m}$ )

Spitzerによる

TrES-1 (8  $\mu\text{m}$ )の光度曲線



近赤外線領域での確実な検出例はまだ

惑星大気などの物理などの解明には必要な領域

最終的にはかなたでKs-Bandでのsecondary eclipseを観測

(0.1%の精度が必要)

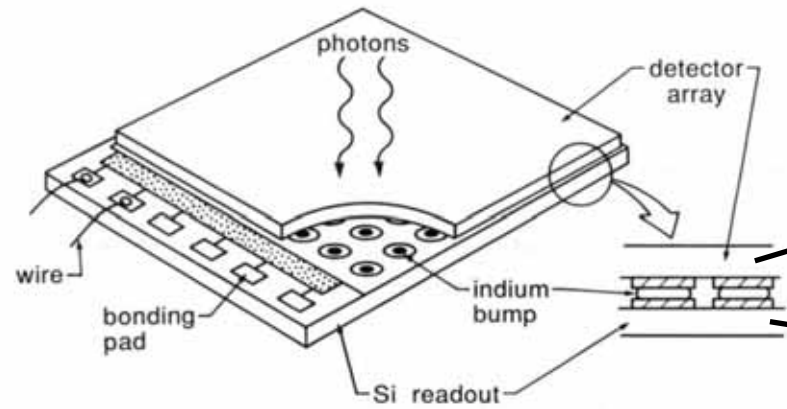
可視赤外線同時撮像による相対測光精度の向上を目指す

# -VIRGO-2K-

ピクセルサイズ	20 $\mu$ m $\times$ 20 $\mu$ m
画素数	2048 $\times$ 2048
検出素子	HgCdTe
有感度波長域	0.9 - 2.5 $\mu$ m
読み出しチャンネル	4 or 16 (512 / 128 $\times$ 2048pixels)



そもそも近赤外線検出器とは？



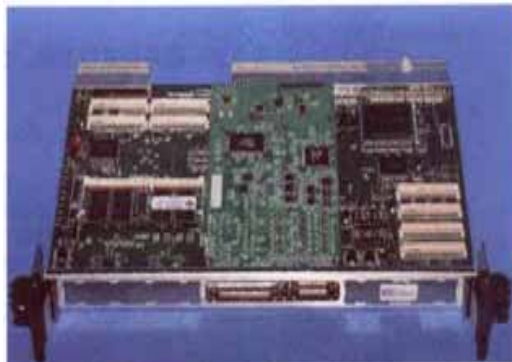
素子部 (VIRGOの場合HgCdTe)

マルチプレクサ (集積回路部)

# -読み出しシステム-

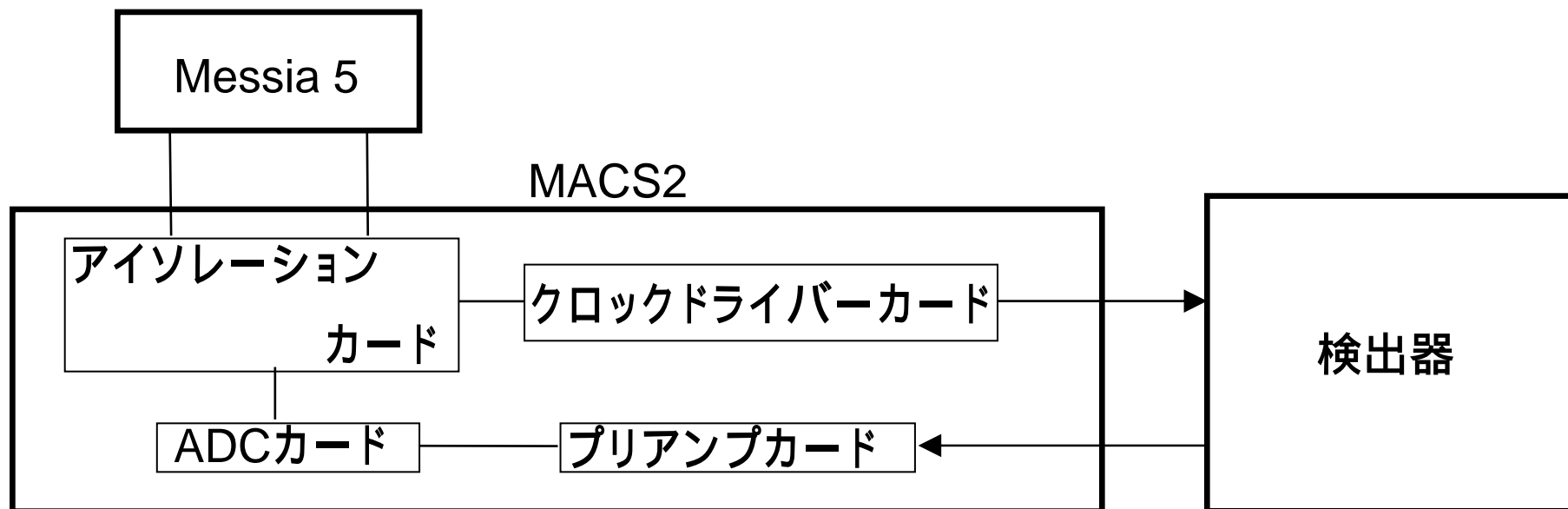
国立天文台中屋氏開発のシステムを使用

Messia5  
(データ取得システム)



+

MACS2  
(アナログ回路部)



# -これまでの進捗-

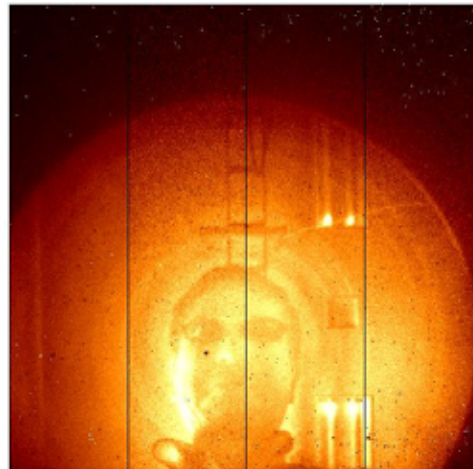
2007/01/18 マルチプレクサの駆動に成功



MUXによる取得画像



2007/09/05 検出器本体の駆動に成功



検出器による取得画像



# -性能評価試験-

国立天文台三鷹キャンパス**先端技術センター**で実験させていただきました。ありがとうございました。

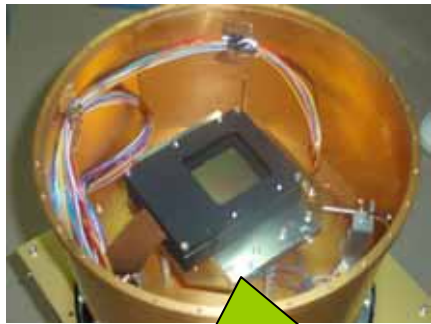


先端技術センター

# -性能評価試験-

## セットアップ

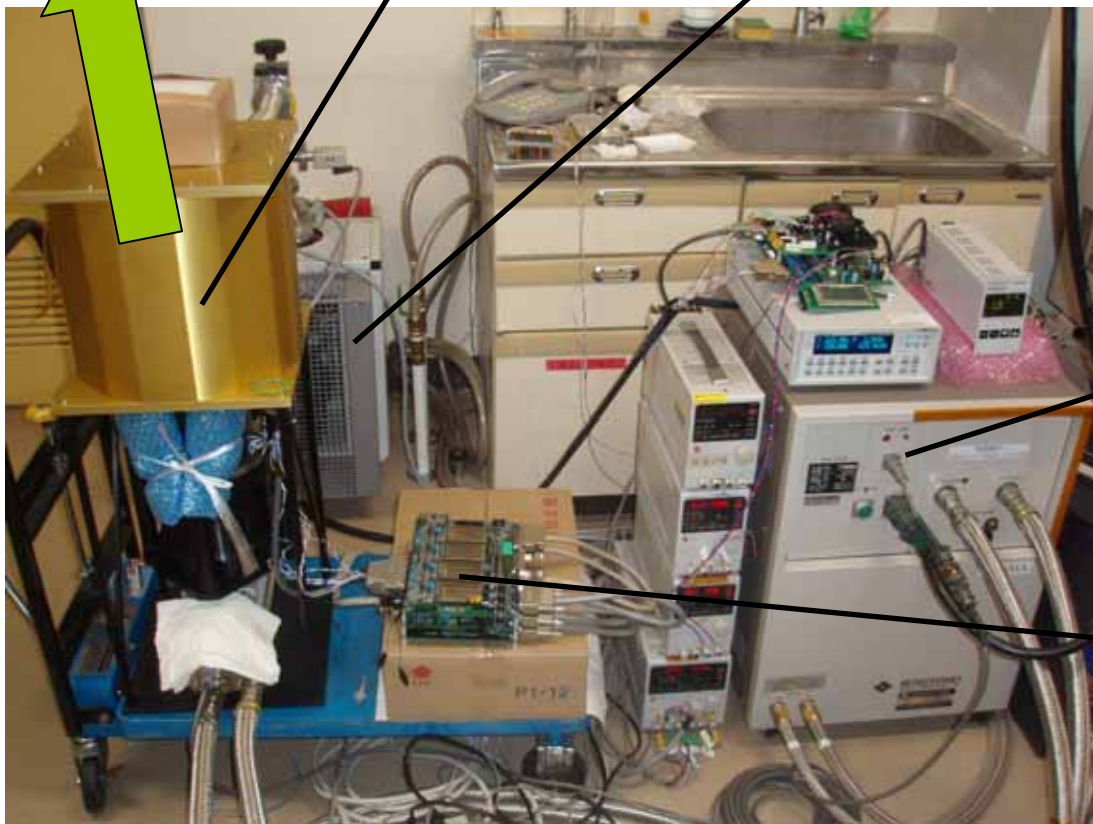
- ・冷却温度: 80K
- ・VIRGO 4ch-modeを使用



クライオスタット

真空ポンプ

光源  
簡易BlackBody320K  
(no-filter)



冷凍機

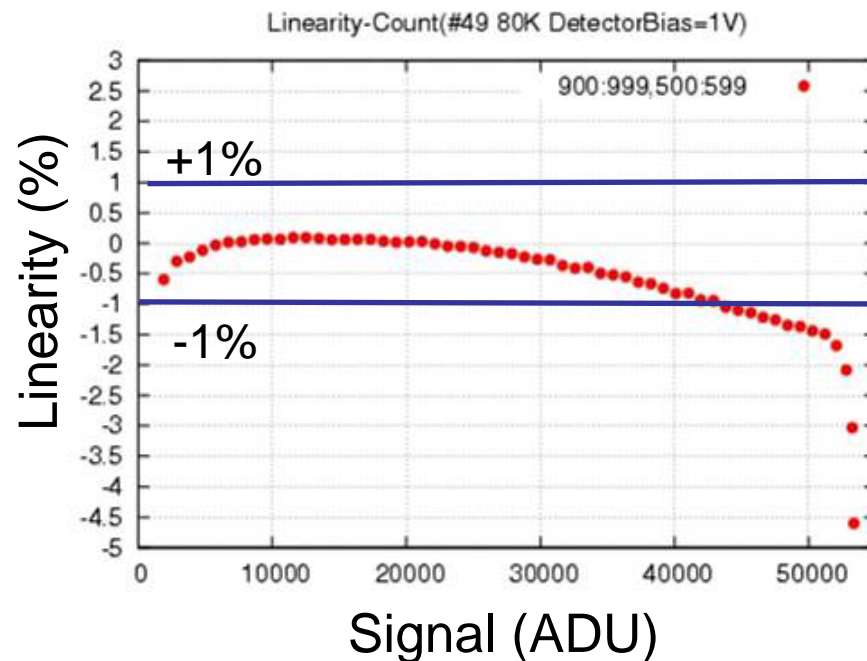
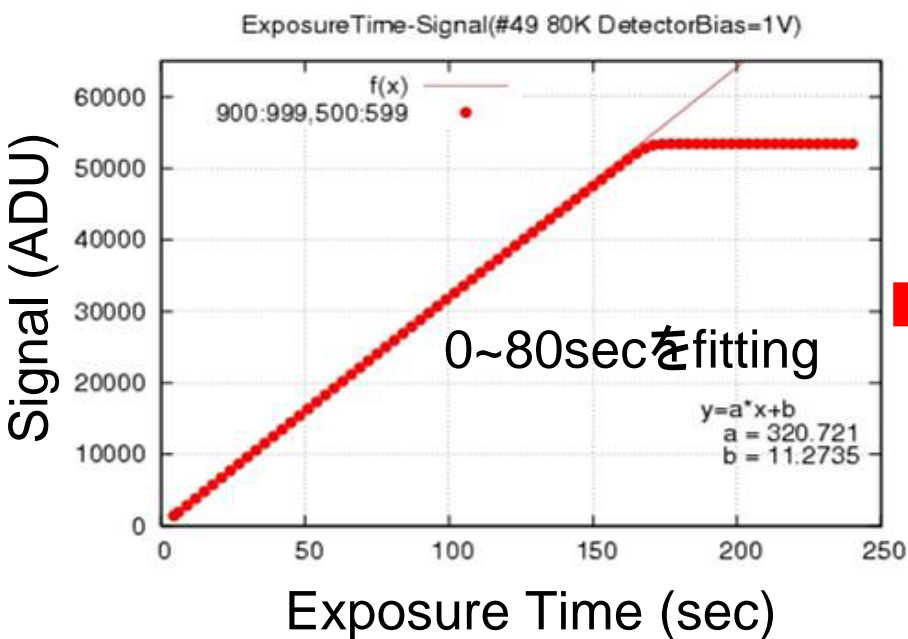
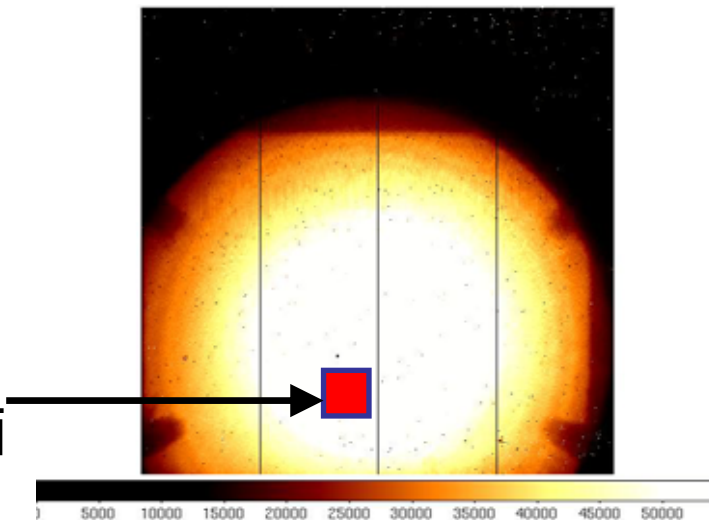
MACS2



# Linearity

露出時間4.496秒 ~ 240秒

900:999,500:599の  
10000pixelの領域を評価



40000カウントまで ± 1%の範囲内

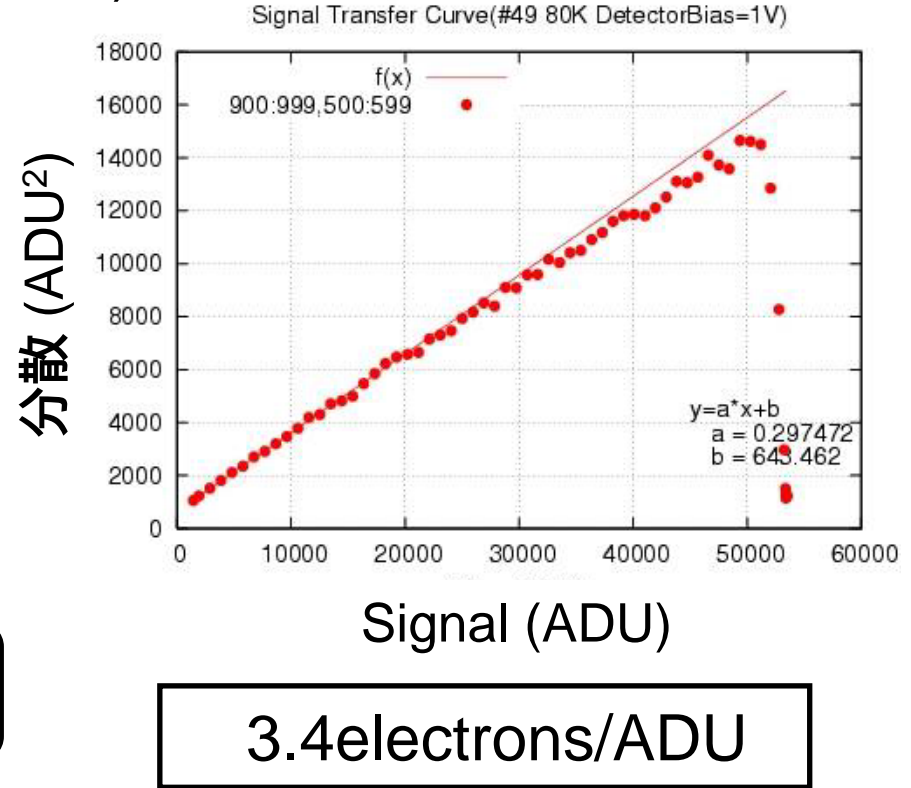
# Conversion Factor

1ADUあたりの電荷量 (e-/ADU)

同じ条件で取得した連続する2枚の画像の引き算を行い、特定の画素のrmsを2で割ったものをノイズと仮定

$$n_{total}^2 = \frac{1}{C_f} \times N_{out} + n_{read}^2$$

$n_{total}$ : 全ノイズ       $C_f$ : conversion factor  
 $N_{out}$ : 出力信号       $n_{read}$ : 読み出しノイズ



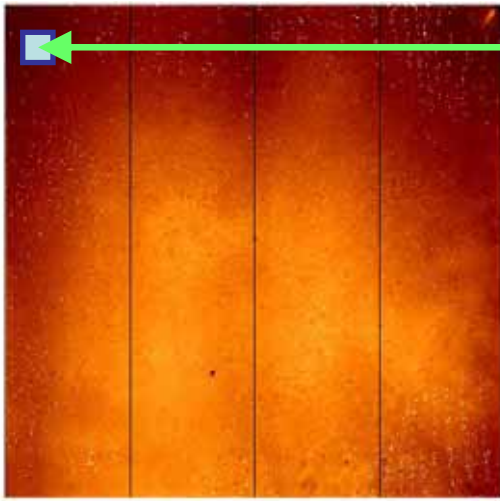
ADCの電圧レンジ 0~10V、アンプのゲイン10.2      15  $\mu$  V/ADU



Transimpedance=4.4  $\mu$  V / e- ( spec sheet 4.3  $\mu$  V / e-)

# Dark

## 4200秒までのDarkを測定



100:199,1900:1999の10000pixelを評価

Darkの画像  
(クライオスタット内の迷光により明暗がはっきり出ている)

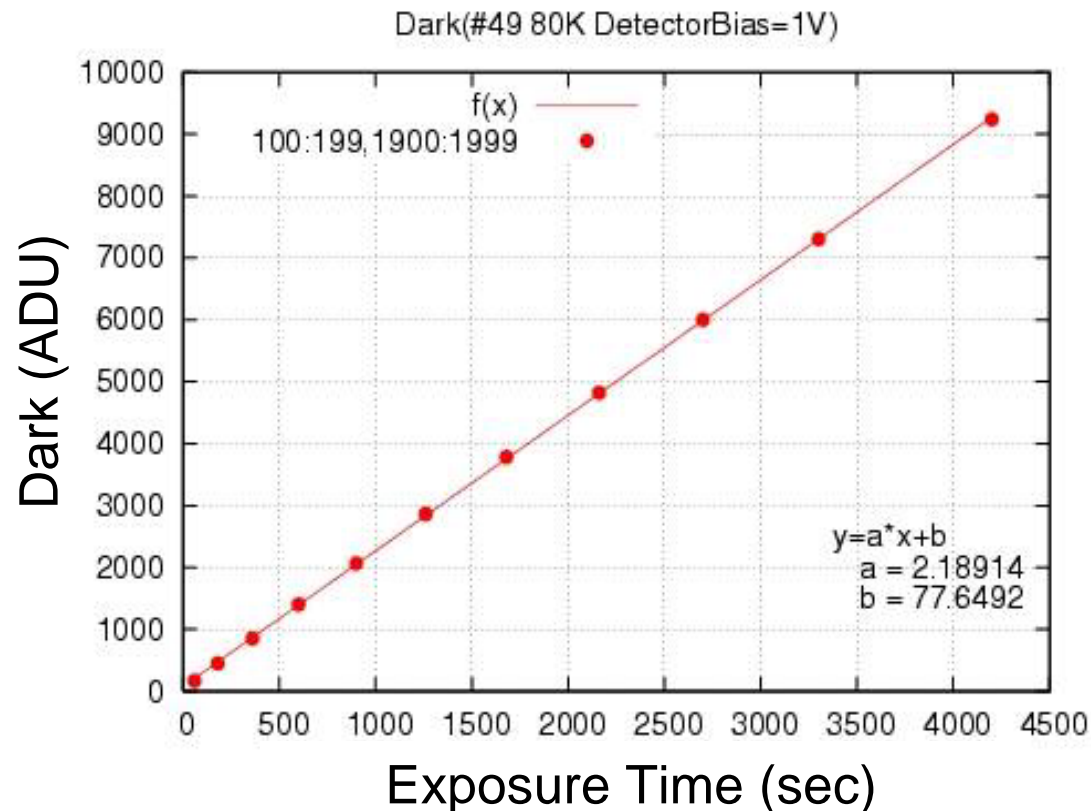


DarkのUpper limit

7.38electrons/sec

( spec sheet 0.2electron/sec)

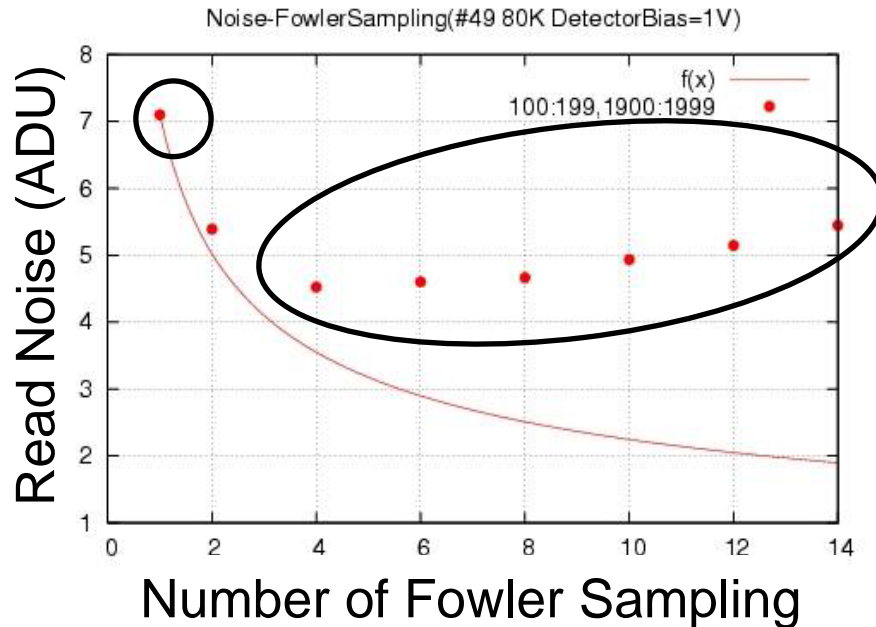
撮像観測には問題ない



# 読み出しノイズ

Fowler Samplingを用いてノイズを評価

( Fowler Sampling: 複数回読み平均してノイズを下げる方法)



読み出しノイズ23.9electrons(Fowler 1) ( spec sheet 8.47electrons)

**撮像観測には使えるレベル**

ただし、迷光によるフォトンノイズの影響が大きく出た

# -summary-

- ・VIRGOのマルチプレクサそして検出器の駆動に成功
- ・検出器の性能評価の結果
  - －VIRGO検出器は非常に良いリニアリティおよび深い容量は  
トランジット観測にとって有利
  - －Dark: 不完全な測定であるものの、撮像観測には問題ないレベル  
( 正確な測定が必要)
  - －読み出しノイズは $23.9e-$  これも撮像観測には問題ない  
( 改善の余地はまだある)

## 今後

- ・量子効率や正確なダークなどの測定
- ・読み出しノイズの改善
- ・今年度中にVIRGO1素子によるファーストライトを目指す