

Mcleanゼミ

担当：寺尾 (p323~331)

9.2 NOISE, BIAS, AND DARK CURRENT

- “no-signal” の状況でもCCDやIR arrayは各ピクセルで positive reading を生成
- これにより検出された信号が bias level
 - 露光時間0のframeを取得することで決定できる
- データ処理の最初にbias frameを取得frameから引く
 - 読み出しノイズを減らすために複数のbias frameを平均

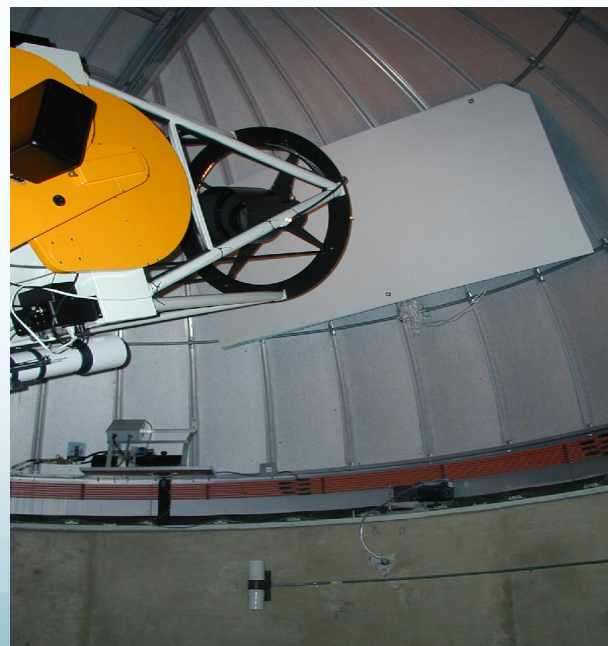


Figure 9.6. A clean bias frame showing no serious amplifier fixed pattern noise or faint diagonal bars due to ground-loop interference.

- bias informationはoverscanを用いても得られる
 - シーケンサはCCDを読み出すのに必要な数よりも多くのclock pulseを送る ex. 1024×1024 に対して 1034×1034
 - これにより画像に入ってきたものはbias level signalのみを含む
- 理想的なシステムであればbias frameは決まったパターンを持たない
 - 読み出しノイズ R/g のランダムな変動が支配的
- bias frameが特定のパターンをとる場合2つの差をとる
 - 得られる画像のノイズ分布は $\sigma = \sqrt{2}(R/g)$
- 暗電流はシャッターを閉じたままのexposureで決定
 - 一時間程度でよい正確性
- 同様にして宇宙線を検出できることも

9.3 FLAT-FIELDING STRATEGIES

- ピクセルごとの量子効率が違う原因は、製造過程で生じた物理的な差と表面に付着した微粒子
- ドーム内の白い壁や板を用いてピクセル間の差を無くす
- 壁と望遠鏡は非常に近いので焦点は全く合わない
 - fieldが一様に照らされていること(flat)が保証される



- 光学フィルターはred leaksを起こしうるので、別のフィルターを追加してこれを防ぐ
- flat-fieldの色は可能な限り観測対象の画像の色に近いものがよい
 - 量子効率が波長に依存するため
- 観測対象によって異なるflat-fieldを用いる
 - 空よりも暗い天体の場合は空がflat-field
 - 明るい天体の場合はそれ自身のintrinsic color

- i 行 j 列のピクセルの量子効率を η_{ij} 、flat-fieldからの照射を I_{FF} とする。このピクセルからの信号(単位: DN)は

$$(X_{ij})_{\text{FF}} = \frac{1}{g} \eta_{ij} I_{\text{FF}}$$

と表される。 g は換算係数(単位: electrons/DN)

- このとき、全ピクセルの平均は

$$S_{\text{FF}} = \frac{1}{g} \eta_M I_{\text{FF}}$$

となる

- 実際の空からの照射を I_{ij} とし、上の2式から η_{ij} を消去すると

$$\frac{X_{ij}}{(X_{ij})_{\text{FF}}} S_{\text{FF}} = \left(\frac{\eta_M}{g} \right) I_{ij}$$

が成り立つ。信号が非常に弱いときはもっと複雑

- drift scanとTDI(4.1.4, 7.4.3)によって系統誤差の影響を小さくすることができる

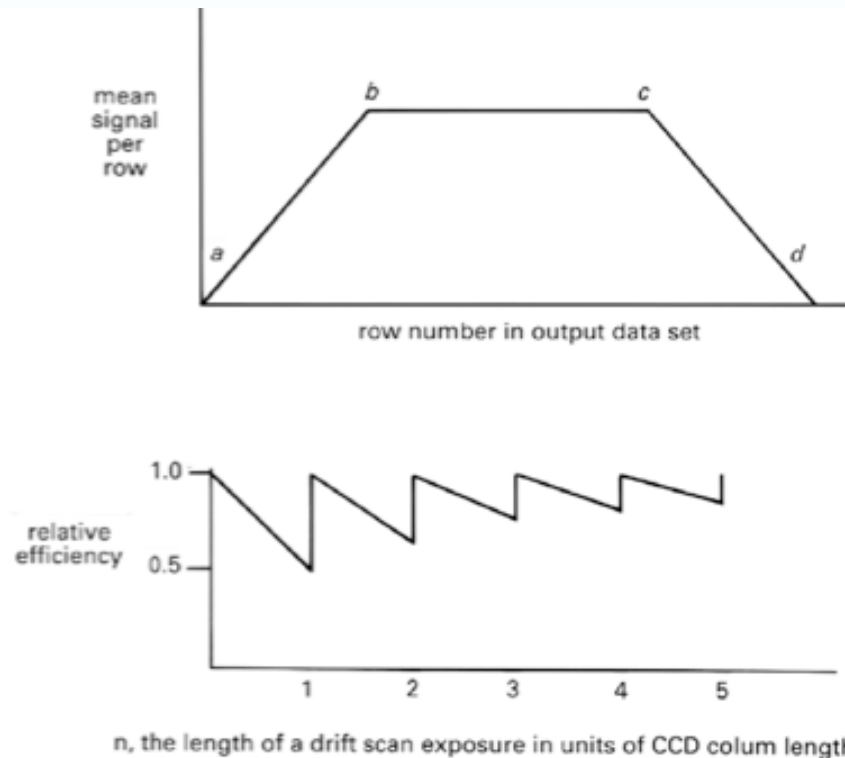


Figure 9.7. The ramp-up and ramp-down of the mean signal from a given column with the drift scan technique for flat-fielding and the efficiency of the drift scan as the scanned area is increased. Credit: Craig Mackay.

- 誤差の主な原因はflat-fieldと実際の夜空の色の不一致
- 薄いCCDでは干渉縞も

➤ CCDとIR arrayでcalibrationを必要とする効果にはadditiveなものとmultiplicativeなものがある

➤ Additive

1. 電子装置のパターンノイズ (bias effects)
2. 電子のskimmingやtrapping
3. 干渉縞
4. LED activity

➤ Multiplicative

1. ピクセル間の量子効率の違い
2. transmission of optics and coatings
3. arrayやCCDの厚さの違い

➤ 生のCCD画像をcalibrationする一般的な方法は以下

1. 多数のbias frameを平均したものを画像から引く
2. dark frameのmedianをobject frameから引いて暗電流の影響を除去
3. flat-fieldを用いてピクセル間の量子効率の差を無くす
4. adaptive model filteringで得たframeで干渉縞を消す
5. わずかにずらして取得した同領域のframeを用いてbad pixelを取り除く
6. 宇宙線の影響を除外
7. median filteringとedge trimmingの後に最終的な画像取得

9.4 FRINGES AND SKY EMISSION

- 背面照射型の薄いCCDでは長波長光の干渉が問題
- narrow bandを用いる際にはIR arrayでも干渉縞
 - 夜空の変動するOH輝線が原因
 - フレームを何度も取得し差分フレームを得ることで取り除ける
- 非常に弱い信号を取り出したり、装置と望遠鏡の能力を限界まで引き出すためにはcalibrationが不可欠

- 干渉縞の除去にはadaptive model filteringという手法も
 - 全ピクセルの平均値と中央値の差の絶対値を計算して逸脱した値を除外する、という操作をそれらの差がある値以下になるまで繰り返す
 - CCDの領域のうち1/3程度を占める天体に適している

Remarkable!

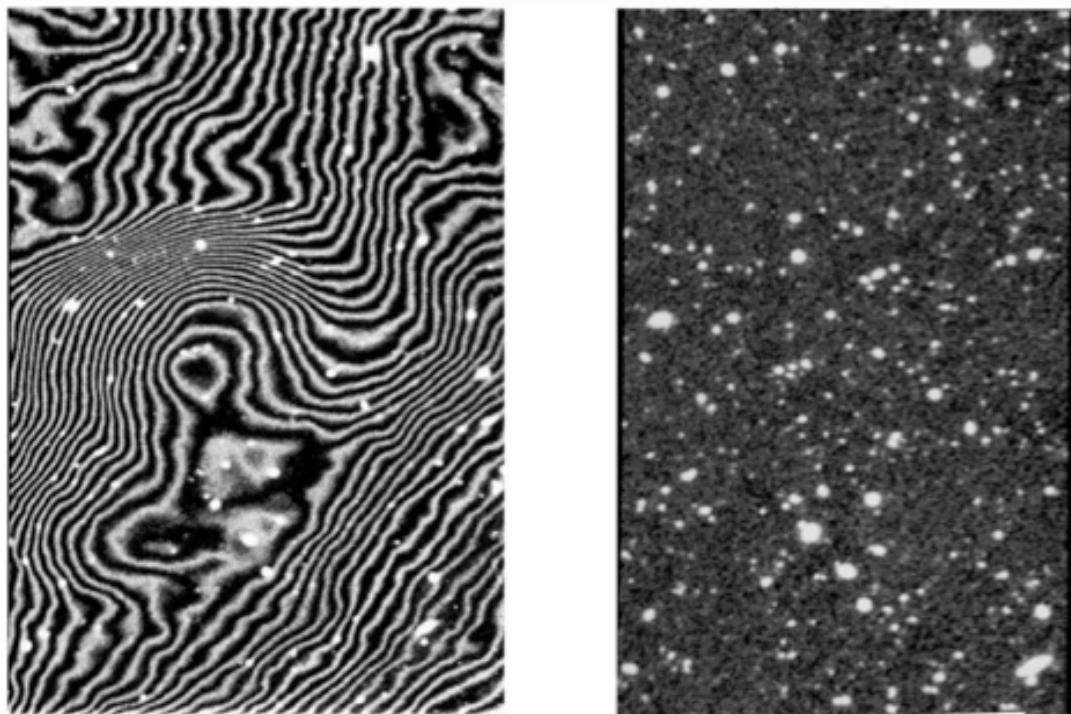


Figure 9.9. (a) A severe fringe pattern due to night-sky emission lines on a deep 4 m telescope exposure with a thinned, back-illuminated CCD. (b) The same field after processing to remove the fringes.