

すばる秋の学校2007

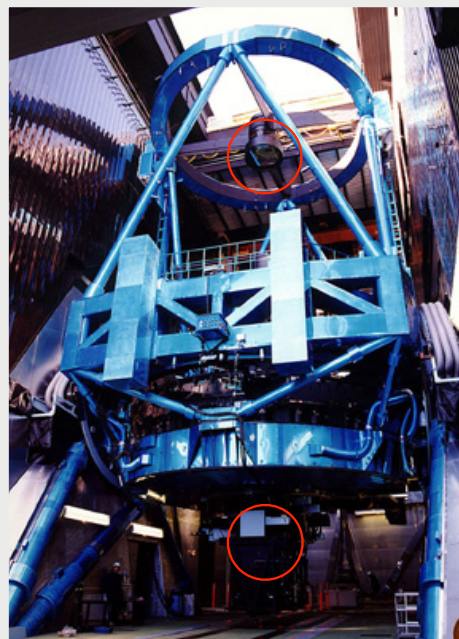
データ解析概論 1 (撮像)

国立天文台 中島 康

光赤外天文学の観測は撮像と分光とに大きく分けられる。このうち撮像とはどのような観測なのか。そのデータから情報を引き出すまでにはどのような処理を行わなければならないのか。大きな流れを俯瞰する。

撮像観測

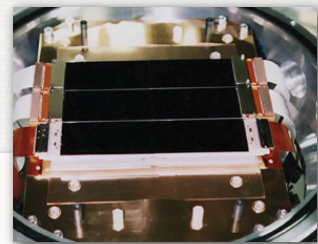
- 最も基本的な観測 --- 天体写真 ---
- 望遠鏡+カメラ (CCD等) で画像を記録
- 天体画像から情報を引き出す



画像の記録

- 望遠鏡で集光 -> カメラ(観測装置)へ
- カメラ内部：フィルターを通して焦点面に2次元アレイ検出器(CCD等)
- 2次元アレイ検出器で光を積分(露光)し、積分時間の間にどの方向からどれだけの光子が来たかを数値化
- 計算機上のファイル(FITS形式)として保存

アレイ検出器

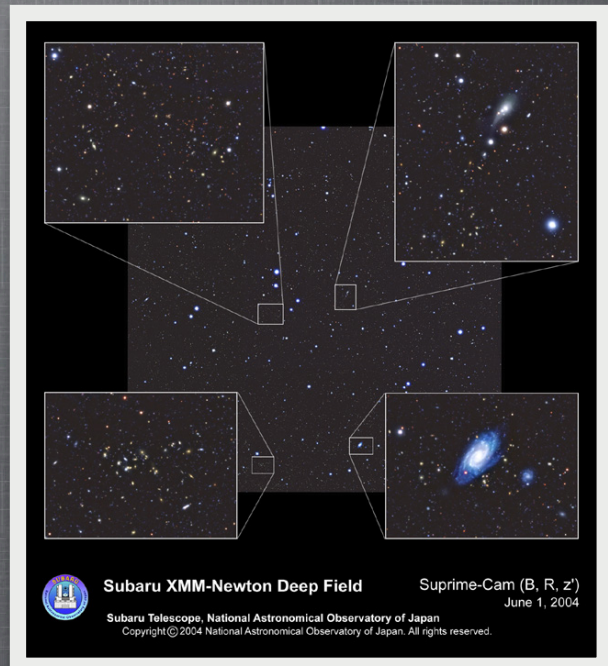


- CCDもしくは赤外アレイ (電荷読み出し方法による)
- やってきた光子を電荷->電圧->電圧のデジタル値 (ADU値)に変換する素子がチップの平面上で格子状に並んでいる
- 各ピクセルのADU値をファイルに2次元データとして記録。-> 撮像生データ FITS形式ファイル

天文標準フォーマット

情報の引き出し

天体はどこにあるか
点 or 広がったソース
天体の明るさ
天体の分布
広がったソースの形、
面輝度分布
複数フィルター
-> 天体の色、SED
(温度、吸収など)



望遠鏡で取得した撮像データから、
天体の情報を引き出すおおまかな流れ
を見て行く

個々の機器によって詳細は異なる

撮像観測～処理～解析

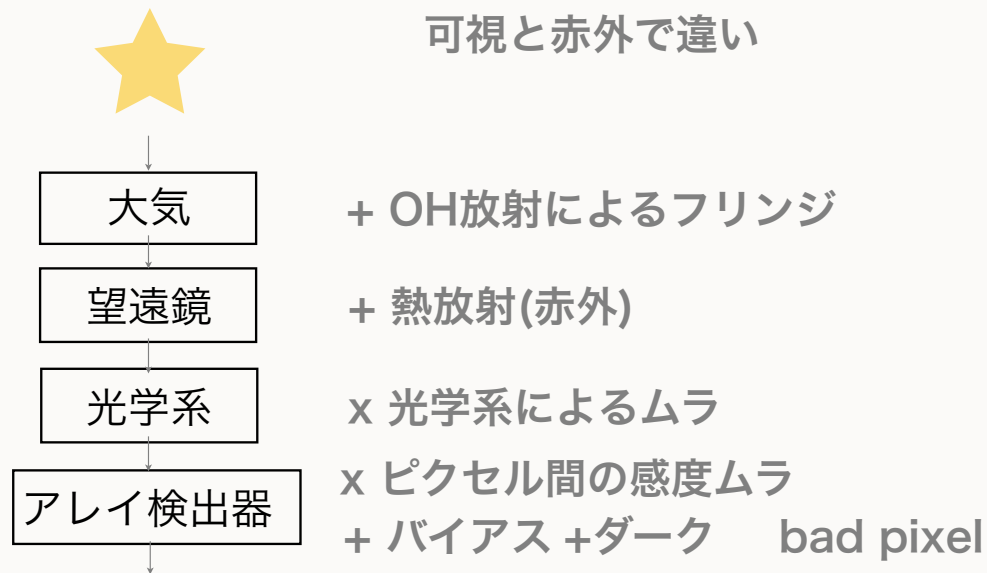
- どのような情報が欲しいか、どのような処理が必要か -> 観測方法を決定、観測
- 生の撮像フレーム -(処理)-> 測定可能なフレーム
- 処理済みフレームを測定 -> データ解析

生の撮像フレームの処理

- 望遠鏡を通してカメラで撮像した「生」のフレームには、
 - 天体以外の信号が含まれる。
 - 天体からの信号が歪んでいる。

天体の信号のみを取り出し、
元の情報に戻してやる

天体の光が画像になるまで



バイアス

さっ引き

- CCDのゲタ成分。CCDのピクセルにたまった電荷をAD変換する際に付加される電圧。
- 電荷0の状態でCCDを読み出すことで、バイアス画像を得る。
- バイアス画像のかわりに、overscan領域というCCDの電荷0の領域を読む事でバイアスを推定することも

ダーク (暗電流)

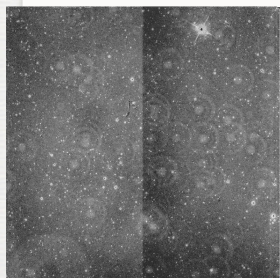
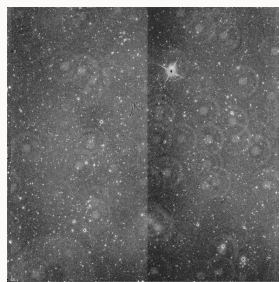
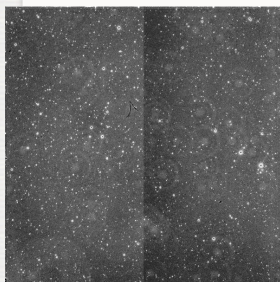
さっ引き

- 熱によって発生する電荷。積分時間に比例する。
- シャッターを閉じて、積分することでダークフレームを取得。

熱放射によるパターン (赤外)

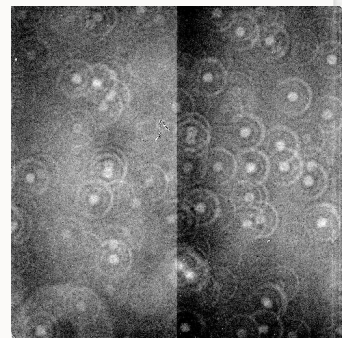
さっ引き

スカイフレーム



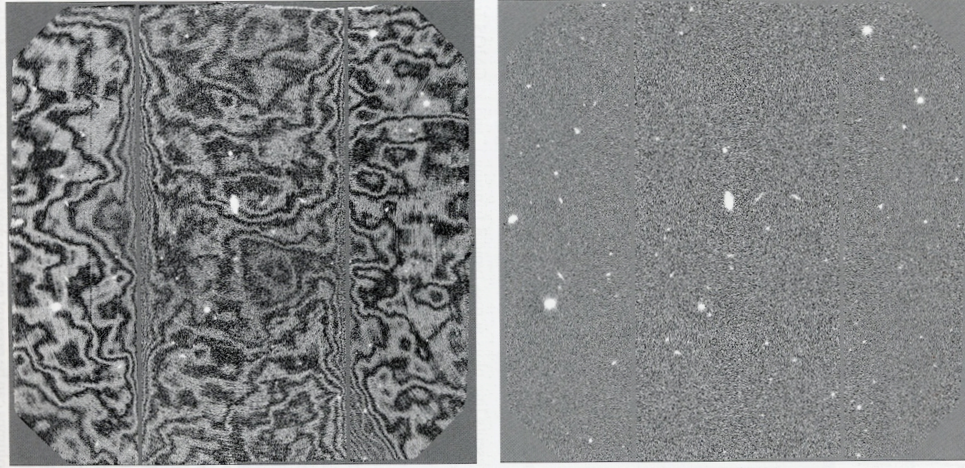
少しずつ位置を
変えたフレーム
(星少ない場所)

medianをとる
星が消える



OH夜光によるフリンジ

さっ引き



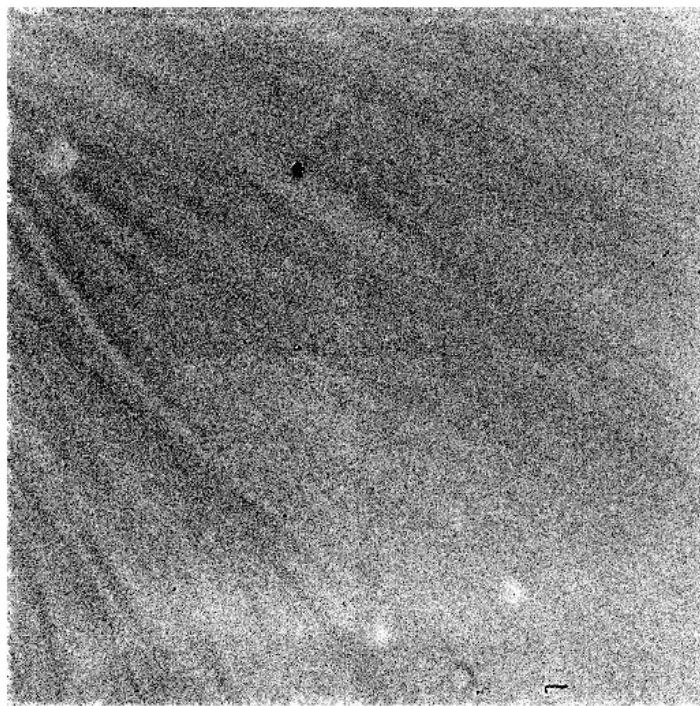
素子感度と光学系のムラ

割り算

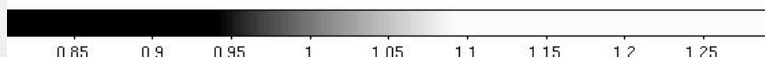
- アレイ検出器のピクセルによって、感度(=量子効率)が異なる。
- 光学系にも非一様成分がある。
- 一様に100の光がやってきても、あるピクセルは95と答えたり、あるピクセルは105と答えたり。
- フラットフレームで割り算をする

フラットの作成

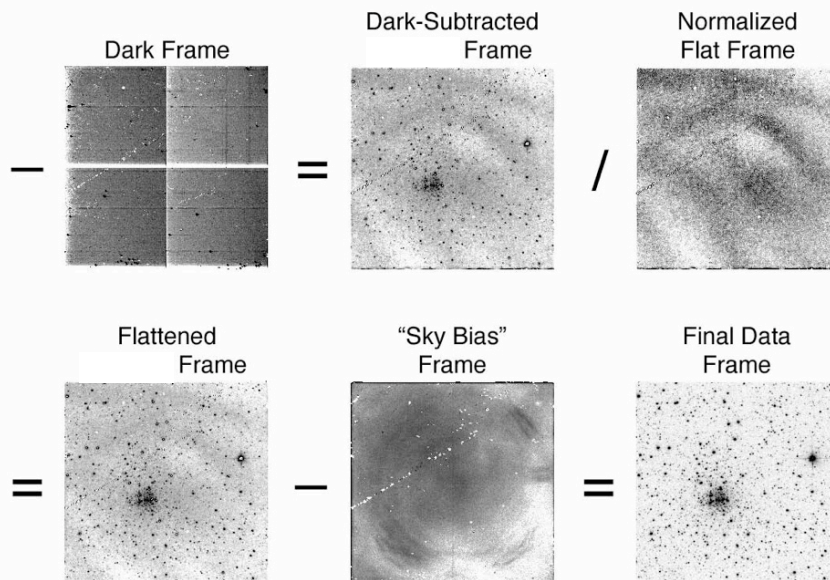
- 一様光源を撮影。あるいは等価なものを合成。
 - ドームフラット (ランプON-OFF)
要らない成分を消したい
 - オブジェクトフラット (天体観測フレーム使用)
 - トワイライトフラット (変化するバックグラウンド)
- 規格化してフラット用フレームとする
装置によって適正がある



scale

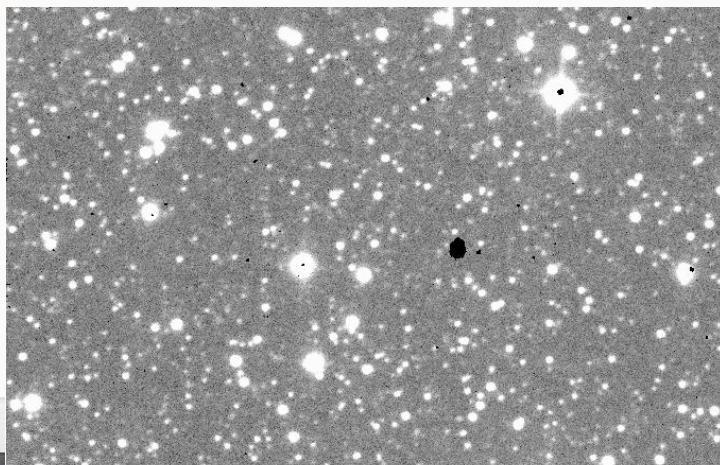


実際の例



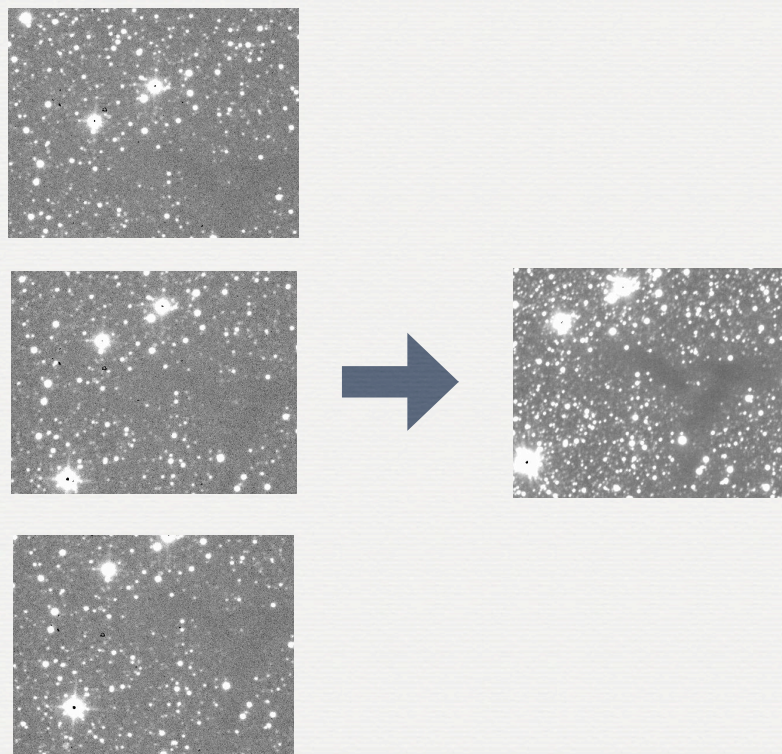
BAD PIXEL

- maskしてやる。->その部分は使わない
- 画像重ね合わせで消してやる



画像の重ね合わせ

- S/Nをあげるために画像を重ね合わせる --- 特に赤外の場合はバックグラウンドがすぐに高くなるので数十秒積分のものをたくさん重ねる
-> 実効的に長時間積分の画像
- ディザリング --- 少しずつ位置を変えて撮影
- 共通に写っている星を使って、相対位置シフトを計算して位置合わせをして重ねる



(補足) データ処理と観測手順

- 必要なデータ処理を知る事で、観測時にどのようなフレームを取得すべきか、が分かる
- フラット、バイアス、ダーク、スカイ(OHや熱放射)、ディザリング

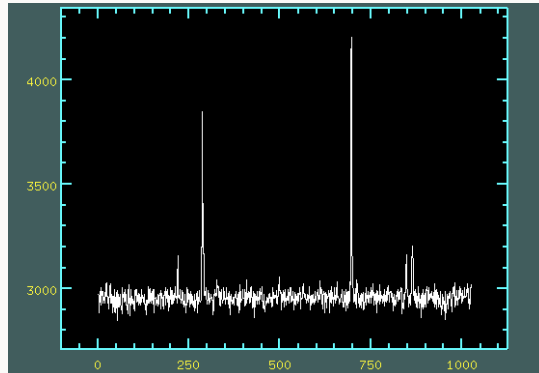
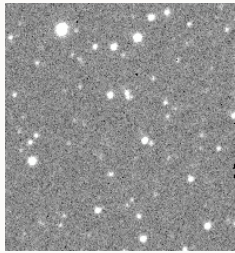
天体の情報を引き出す

(5日目:西山)

- 天体：点源(星)、広がったソース(銀河、星雲)
- 天体の検出
- 点源の測光、位置測定
- 広がったソースの測光、位置、面輝度分布
- 複数のバンド->カラー(SED)

天体の検出

- バックグラウンドのノイズの評価
- ノイズと比べて有為に高いシグナルの検出



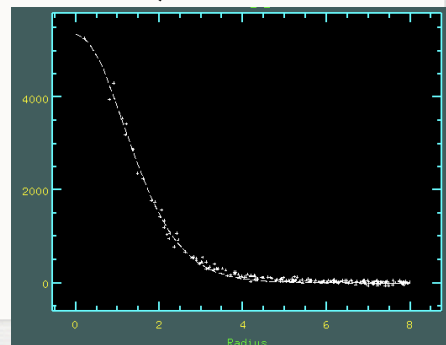
```
cl> imexam
#          SECTION      NPIX    MEAN  MEDIAN  STDEV    MIN    MAX
[940:944,222:226]      25    2949.  2944.   26.36  2886.  2995.
[927:931,245:249]      25    2952.  2957.   33.62  2892.  3011.
```

点 OR 広がったソース？

- 星->点源 (本来はデルタ関数に限りなく近い)
- 大気、望遠鏡、カメラを通るとなまる。

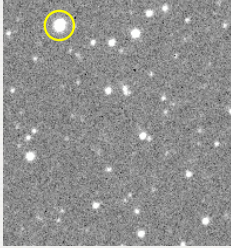
ガウシアンのような動径分布
(PSF: Point Spread Function)

星が最小の半値幅
それよりも有為に大きい
->広がったソース

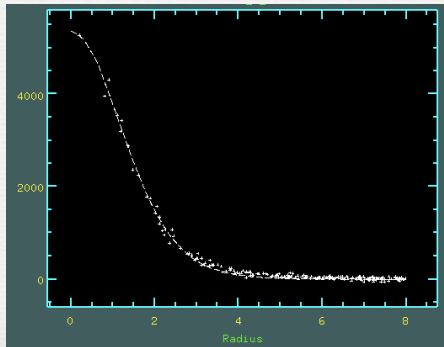


点源 -> 星からのFluxを測定。

広がったソース -> 面輝度分布、全Fluxの測定 (銀河など)



単純な例：星を囲む円の中にどれだけのカウント(->電荷->光子)が総数として存在するか？



積分時間で規格化-> flux

fluxが既知の天体と比較
(標準星) -> 測光更正

- PSFの重心を測定してアレイ上での星の位置(x,y)を求める
- 位置精度の良いカタログ(Tycho, 2MASS)と比較して赤経、赤緯を求める

データ画像上で、どの位置にどのような明るさのものがあるか、がこのようにしてわかる。

- 異なるフィルターでのfluxの情報を組み合わせて
-> 天体の色、SED
- 異なる時間のフレームを組み合わせて
-> 変光

必要なサイエンスによるデータ解析

まとめ

- 撮像観測では望遠鏡+カメラを用いて、天体の画像をデータファイルとして記録する。
- 天体の情報を引き出すには、測定可能なデータフレームへの処理が必須
- 観測手順を組み立てる上で、データ処理を知る事は重要
- 天体の検出、測光、位置測定から基本情報を引き出し、目的とするサイエンスに必要な解析を行う。