

ヘッダ情報に基づいた Clementine-HIRES画像の 画質調査

齋藤 潤^[1] , 寺園 淳也^[2]

[1] 西松建設(株)技術研究所

[2] (財)日本宇宙フォーラム

Evaluation of CLEMENTINE-HIRES images
based on their header information

Jun Saito^[1] and Jun-ya Terazono^[2]

[1] Technical Research Institute, NISHIMATSU Construction Co., Ltd.

[2] Japan Space Forum

イントロダクション

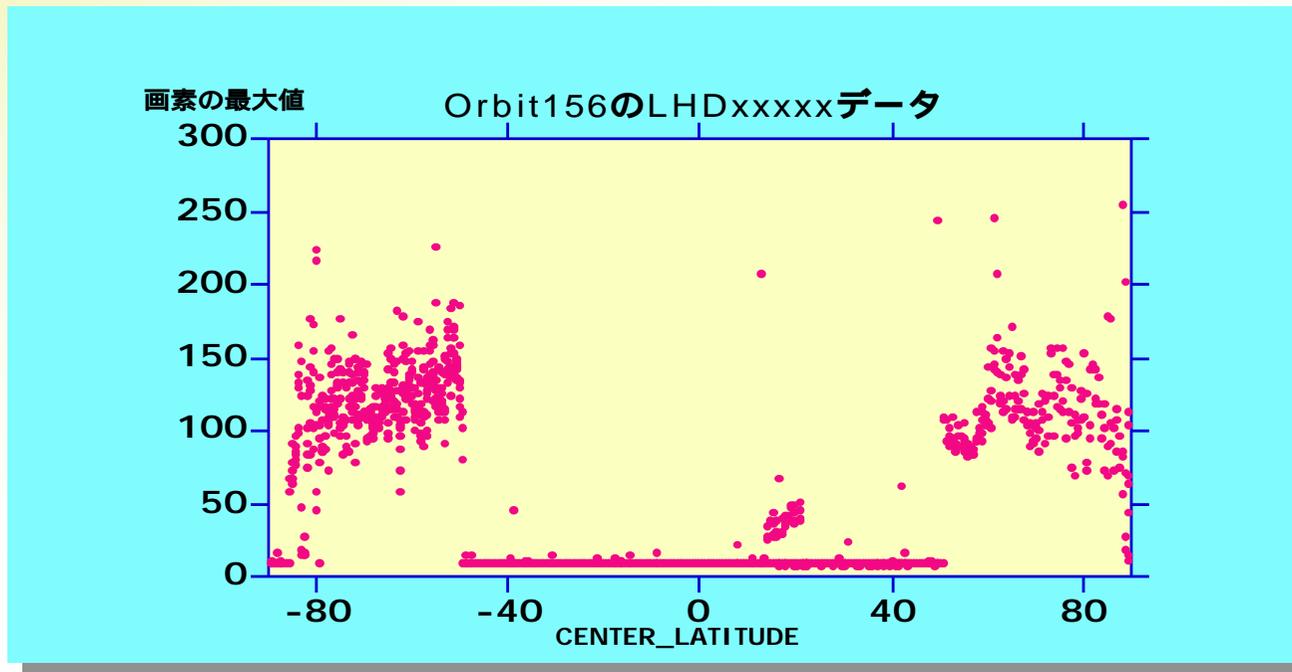
Clementine探査機のHIRES（高解像度）画像は、月地形に関する情報源として有効なデータセットであるが、地形が明瞭に写っている画像が比較的少なく、真っ黒なものや、陰影に乏しく地形の判別が困難な画像が多いと言う欠点がある。

Clementine画像にはそのファイルのヘッダに画像情報が記入されており、各画像の輝度の最大・最小値、平均値、標準偏差が書かれているため画質の判別に使える可能性がある。本研究は、月表側の海の地域をカバーする109周回分のデータについてそのヘッダ情報と実際にファイルを解凍して観察した一部の画像を比較することで画質分類を試みた。

Clementine - HIRES : 概要

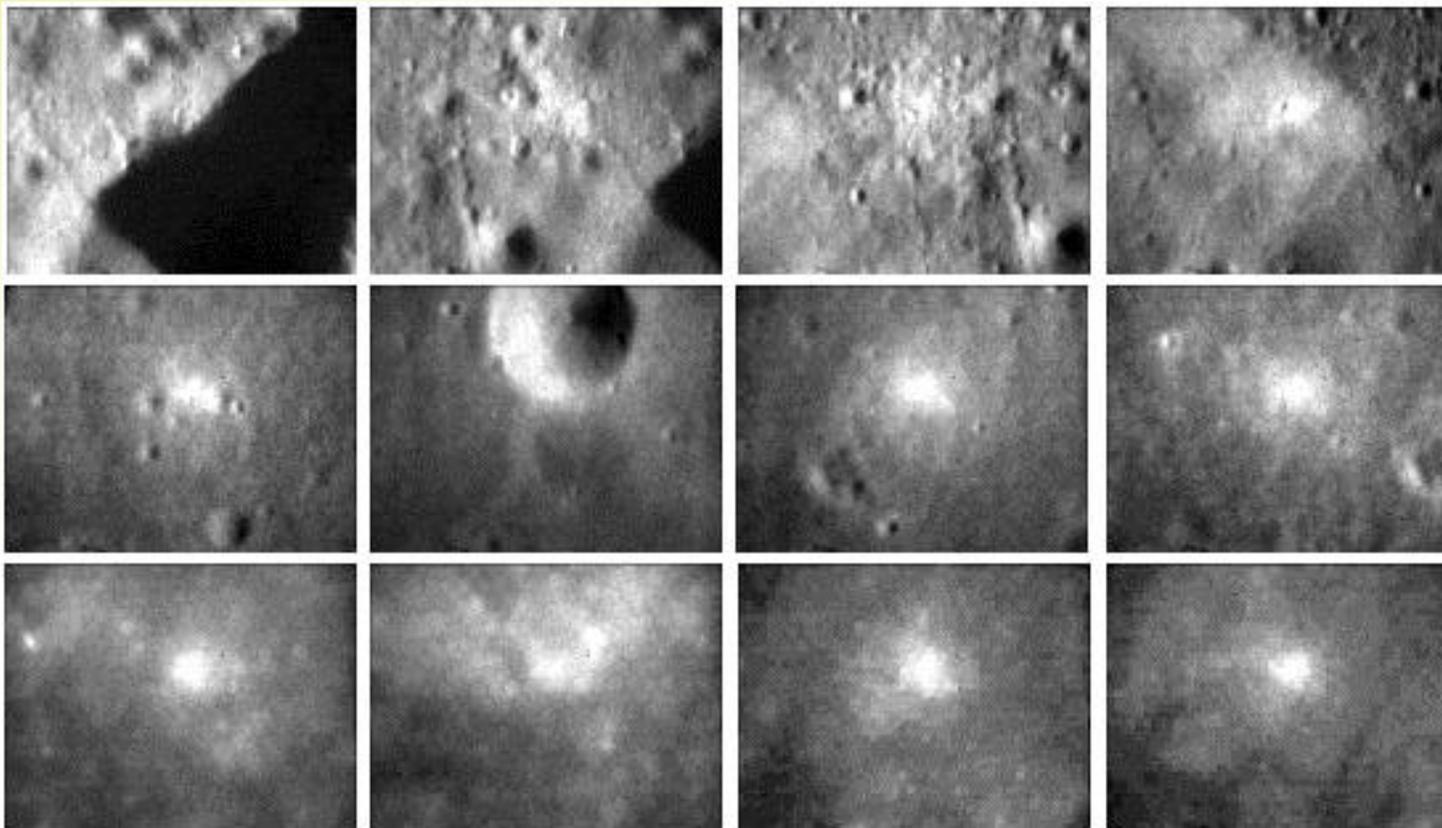
◆ スペックと特徴

- 分解能が高い
- ほとんど何も写っていない画像があり、興味のある地域で使えるか否かをチェックする必要がある。
- 数種類のフィルターで分光されているが、かなりのデータは LHD (Dフィルタによる画像) で占められている。



Clementine - HIRES : 実際の画像

緯度高



緯度低

画質判定の実情：“Clementine Navigator”より

- ◆ Clementineの画像データはそのqualityのバリエーションが大。
- ◆ Clementine画像用の検索データベースとして公開されている“PDS Clementine Navigator”でもdata qualityの項を設けているが未完。
- ◆ 画質の記載と分類は、大量のデジタルデータを扱うことになる今後のミッションでは不可欠の課題となるだろう。

Clementine Navigator Search: Statistics Parameters 

INSTRUMENT GEOMETRY TIME FEATURE STATISTICS

	Min	Max	Valid range
Mean DN value:	<input type="text"/>	<input type="text"/>	0.0 - 255.0
Standard deviation DN value:	<input type="text"/>	<input type="text"/>	0.00 - 125.89
Encoding compression ratio:	<input type="text"/>	<input type="text"/>	1.0 - 271.9
Data quality code:	<input type="checkbox"/> 1: Nominal Image Quality <input type="checkbox"/> 2: Underexposed or Dark Side Image <input type="checkbox"/> 3: Moderate Image Saturation <input type="checkbox"/> 4: Severe Image Saturation <input type="checkbox"/> 5: Empty Image: LIDAR HiRes Camera Only		
Data compression method:	<input type="checkbox"/> CLEM-JPEG-0 <input type="checkbox"/> CLEM-JPEG-1 <input type="checkbox"/> CLEM-JPEG-2 <input type="checkbox"/> CLEM-JPEG-3 <input type="checkbox"/> Not Compressed		

Search *How long will this search take?*

Clementine-HIRES : header 情報

◆ 画像ファイルのヘッダ中の画像に関する情報を利用する

Clementine画像ファイルの中身
(テキストエディタで開いた場合)

画像撮影時のデータ

撮影時刻

場所

センサ名

...

...

...

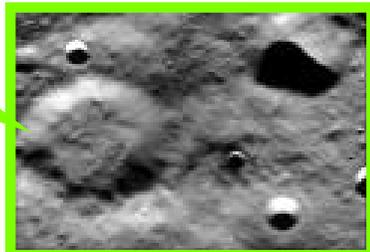
圧縮された画像ファイル

...

...

”ヘッダ情報”

解凍



```
PDS_VERSION_ID = PDS3
/** FILE FORMAT **/
RECORD_TYPE    = UNDEFINED
```

... (中略)

```
SUB_SOLAR_LONGITUDE = 33.04 <deg>
INCIDENCE_ANGLE = 31.05 <deg>
PHASE_ANGLE      = 31.02 <deg>
EMISSION_ANGLE   = 0.25 <deg>
```

1. 太陽光照射
の条件

```
LOCAL_HOUR_ANGLE = 179.63 <deg>
/** LIGHTING GEOMETRY FROM SECONDARY SOURCE **/
```

... (中略)

```
LINE_SAMPLES = 384
SAMPLE_TYPE  = UNSIGNED_INTEGER
SAMPLE_BITS  = 8
MAXIMUM     = 255
MINIMUM     = 33
MEAN        = 180.433
STANDARD_DEVIATION = 24.265
```

2. 画像の輝度に関する条件

```
CHECKSUM = 3456572
END_OBJECT
END
```

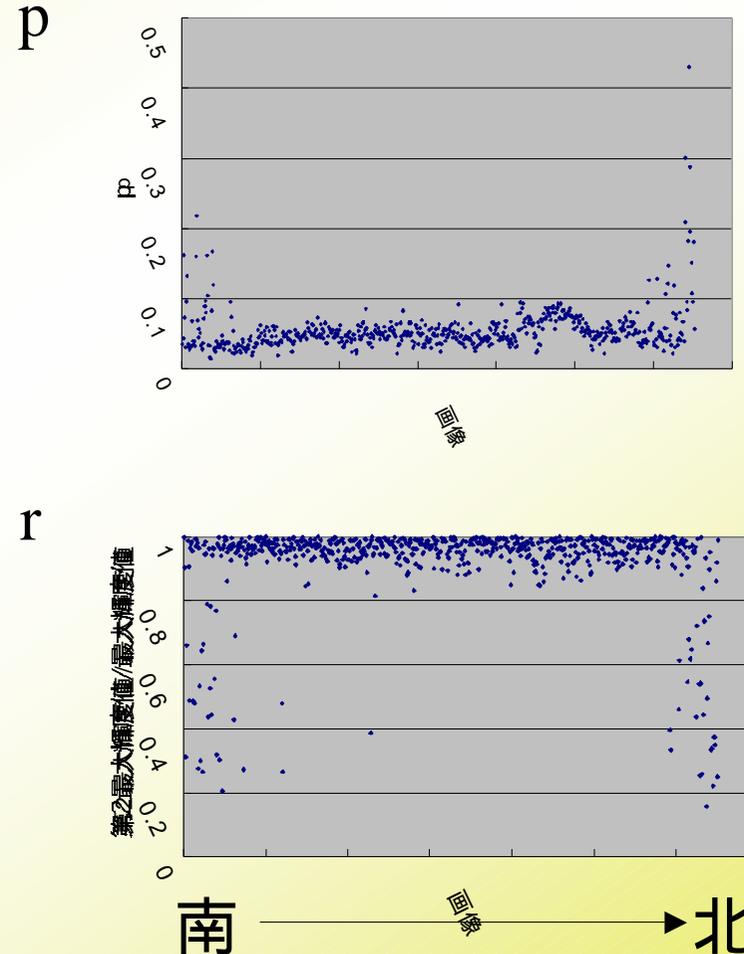
画質を表す他の *parameter*

画質を判定するためには、ヘッダ情報だけではなく、画像全体の情報が必要な場合もある。そのようなパラメータの一例として、最頻輝度値の比率(p)と、最頻輝度値と第2最頻輝度値の比率(r)も使える可能性があると考えられる(寺園 & 齋藤、1998 太陽系科学シンポジウム)。

特に、 p が小さく r が大きな画像は、コントラストもよく解析に適する画像が多い。

右図は、Orbit 156における p と r の緯度における分布であるが、高緯度地域には画質がよい画像が多いことが、この図からも示唆される。

しかしこれを行うためにはすべての画像を解凍してそのDN値を使わなければならない、大量の画像を扱う上で難がある。本研究では大量データの現状把握の最初の段階としてヘッダ情報のみを用いた分類を先に試みることにした。



判定parameterの選択

◆ 画質に直接反映するparameter

- Mean
- Standard deviation
- Max
- Min

```
OBJECT = IMAGE
ENCODING_TYPE = "CLEM-JPEG-0"
ENCODING_COMPRESSION_RATIO = 8.56
LINES      = 288
LINE_SAMPLES = 384
SAMPLE_TYPE = UNSIGNED_INTEGER
SAMPLE_BITS = 8
MAXIMUM    = 153
MINIMUM    = 2
MEAN       = 63.994
STANDARD_DEVIATION = 24.010
```

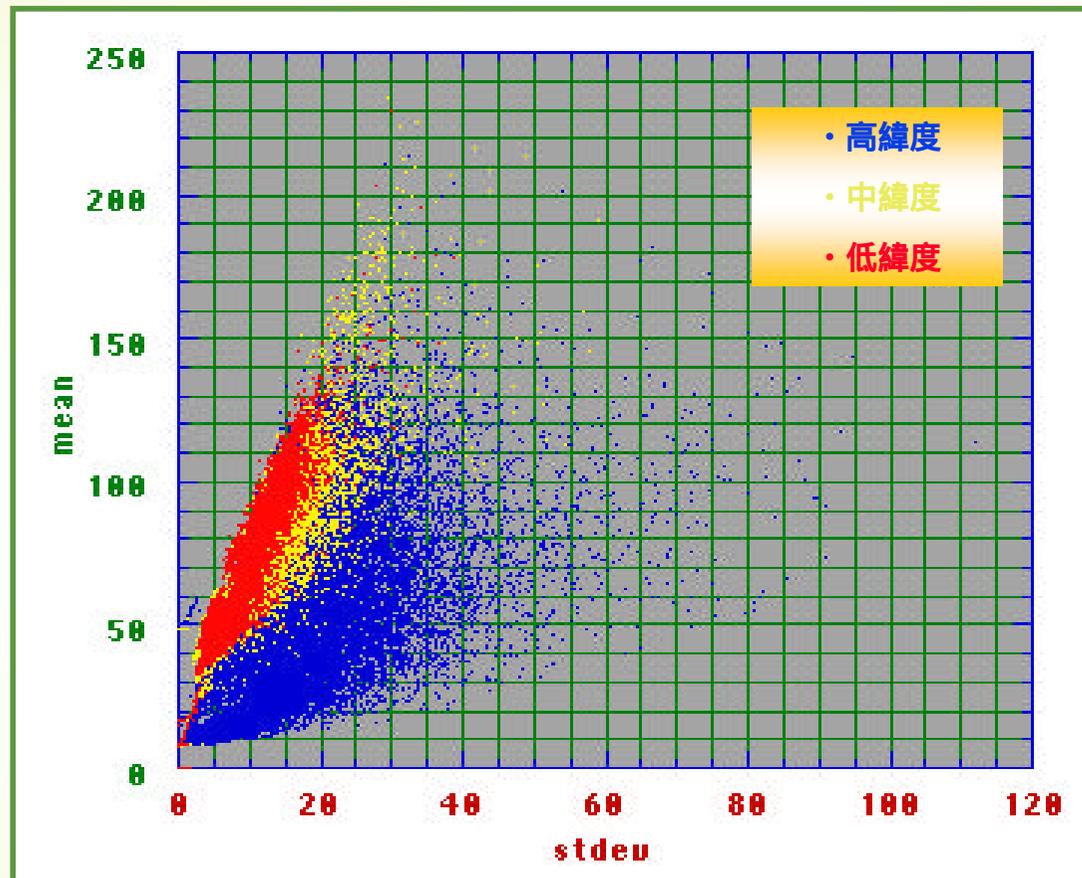


◆ MaxやMinは一つの外れ値があってもその値に大きく影響が出る

**よりrobustnessが高いparameterとして
meanとstandard deviation (stdev)を選択**

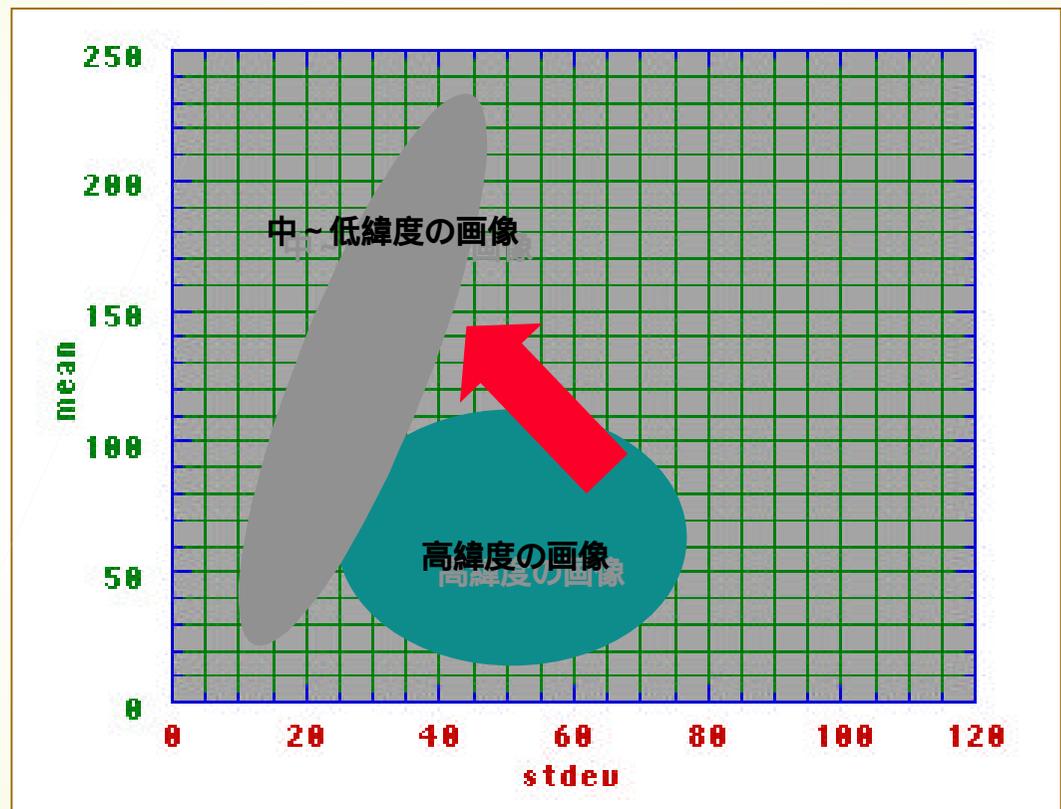
Mean vs. Stdev プロット

- ◆ 高緯度の画像はmean、stdevが広がる傾向
- ◆ 低緯度になるに連れある傾きを持つ直線的な群を成す



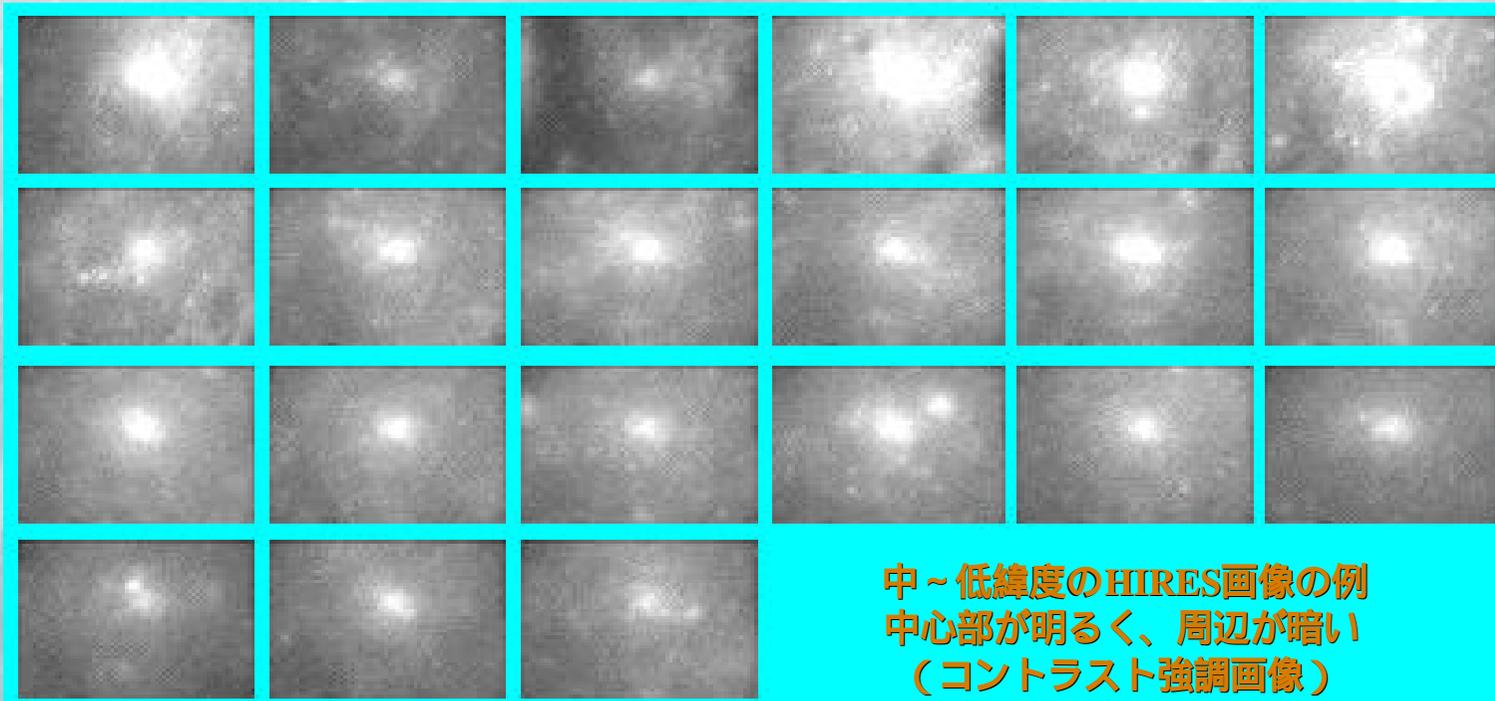
緯度によるmean, stdev の変遷

- ◆ 全体的な傾向として
高緯度 中・低緯度
でsystematicな変化がある
- ◆ プロット上の「傾き」
(mean / stdev) が
指標になりそう
- ◆ 傾き一定の直線状に分布する
「中・低緯度」画像はどのような
画像の集まりか？



中～低緯度画像の特徴（1）

- ◆ この領域の画像はほとんど同じパターン
Flatfield画像を見ているのと同じ？

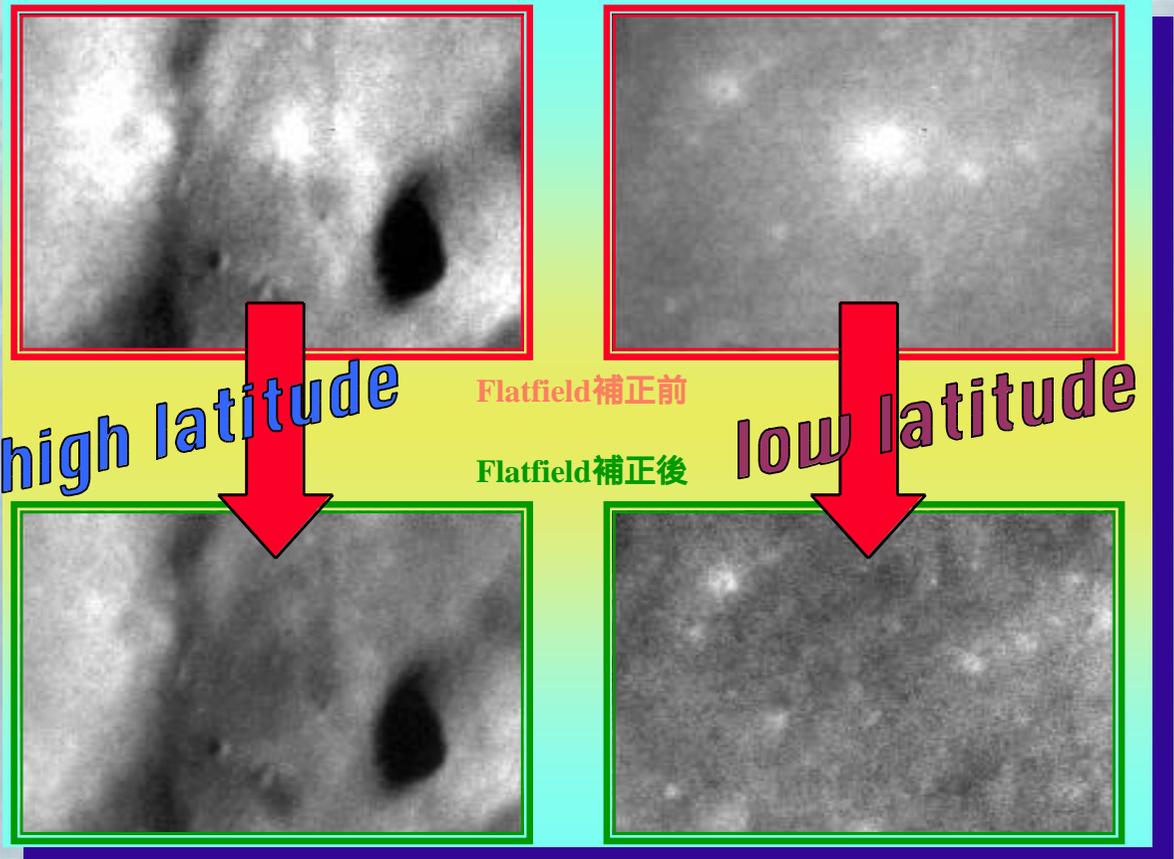


中～低緯度画像の特徴（2）

- ◆ 試みとしてこの領域の画像を使って flatfield 補正を行った。
15枚程度の画像を用いて median を取り、さらにその平均値で normalize して作成。
高緯度の画像はよく補正できる
中～低緯度の画像は補正するとほとんど濃淡が無くなってしまう。
(微かな模様は見えるものの、画質は非常に悪い)

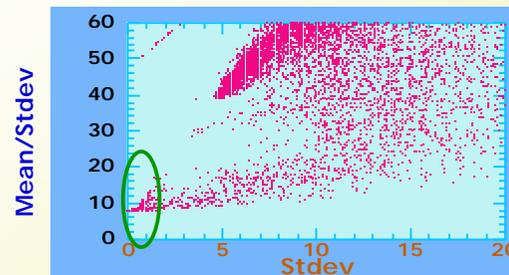
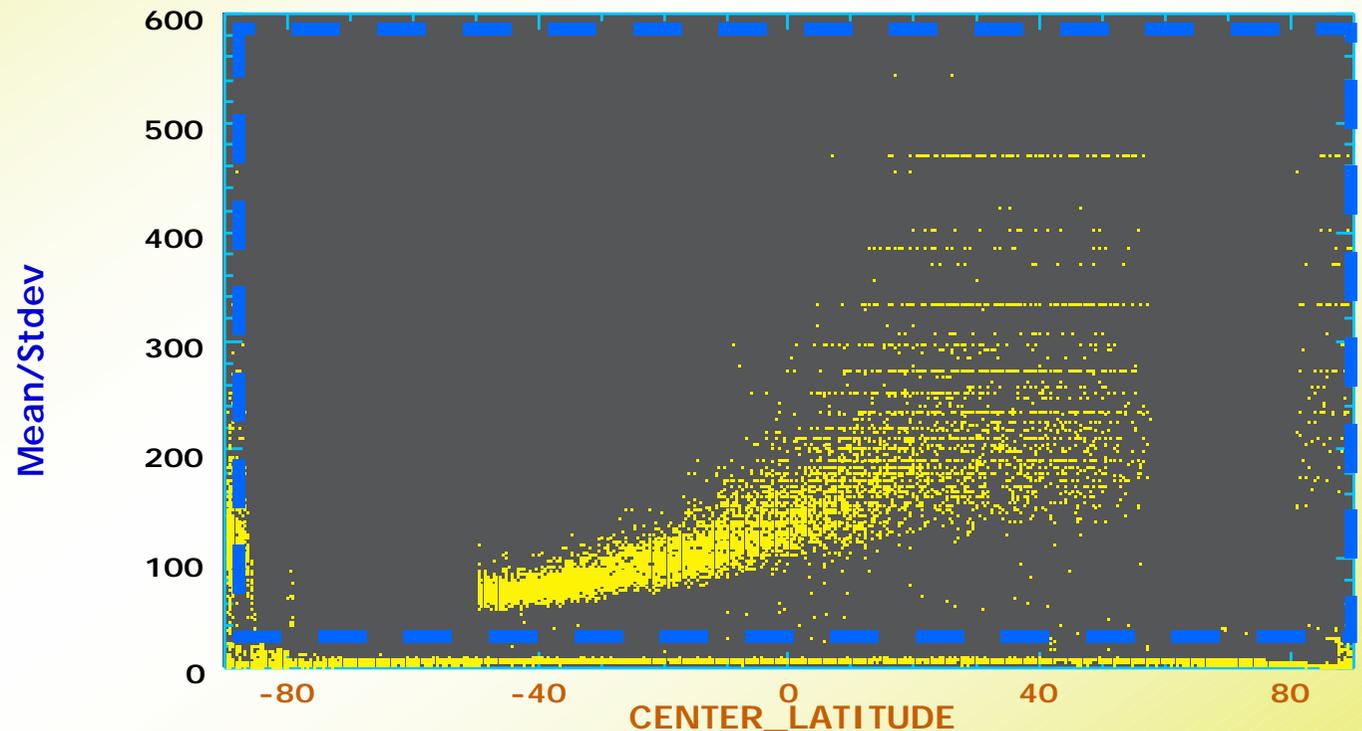


中～低緯度では画像そのものの輝度バリエーションよりも Flatfield に相当する輝度分布が卓越している



Mean / Stdev vs. Lat. プロット (1)

- ◆ 中～低緯度のデータは直線状の分布に近づく
傾きで議論してみる
- ◆ Mean vs. Stdevプロット上で原点近くに集中するデータ群が大きなMean/Stdevの値をもつ (右図の青点線枠)
(ほぼ真っ黒で使えない画像)
- ◆ コントラストが良く地形の判別可能な画像は右図で横軸付近に張り付いているデータの中に含まれている。

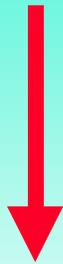


Mean vs. Stdev プロットで原点に近いところにあるデータ群 (Stdevが極端に小さい)

内のプロット

Mean / Stdev vs. Lat. プロット (2)

中～低緯度の画像はMean/Stdevが一定値に揃ってくる。
これらの画像はほとんどコントラストのない画像

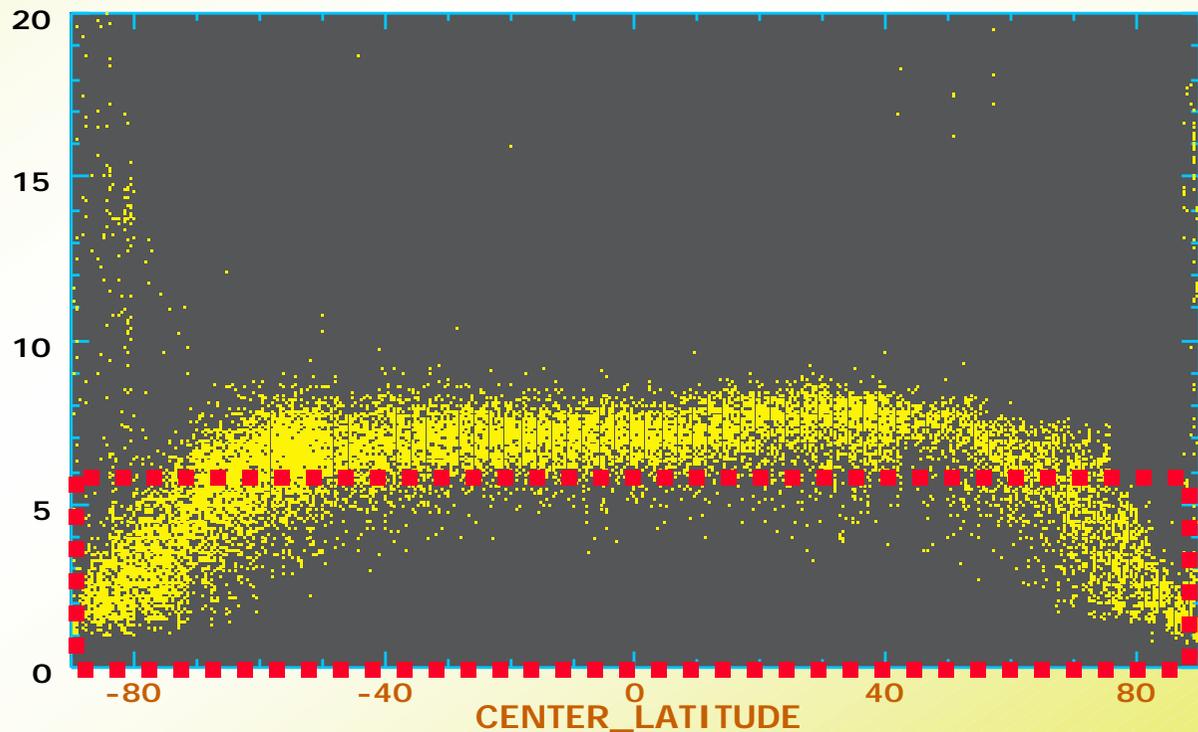


Mean/Stdev

このように値の小さいデータにコントラストの付いた画像があるようだ

内のプロット

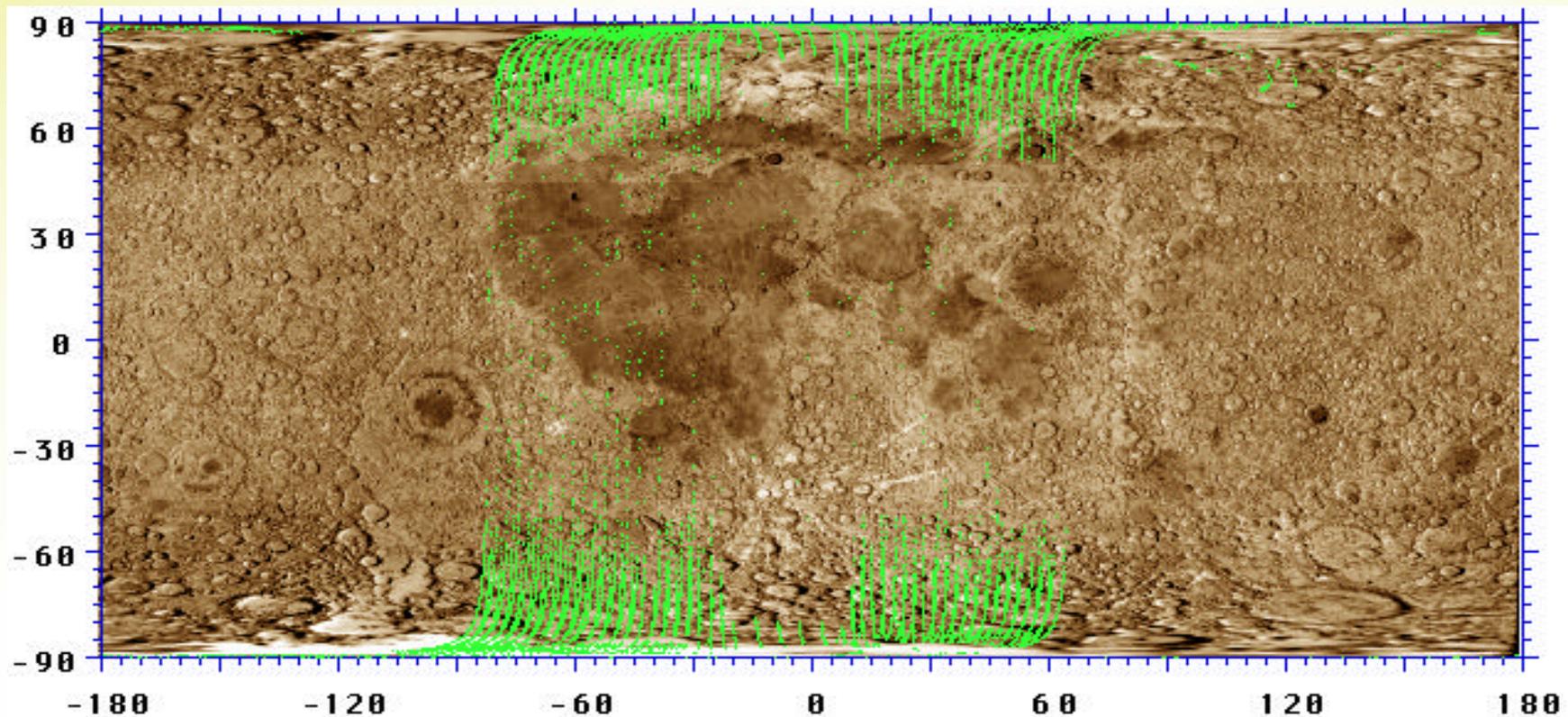
前のプロットの横軸付近を拡大してプロット



画質の良好なHIRES画像がある地域はどこか？

仮にMean/Stdev < 5.5という条件を設定してデータの撮像位置をプロットしたもの
比較的画質が良好で、地形などの判別に使える画像はほぼ全てが 高緯度地域に集中

表側・海を調査対象とする限り HIRES画像は有効な情報とはならない



まとめと今後の課題

Clementine の Mapping_phase で表側・海の領域をカバーする HIRES 画像についてその画質を調査した結果以下のことが明らかになった：

- ◆ Clementine-HIERS画像で地形等の詳細を調べるために有用な画像を探し出すためにヘッダで与えられる mean、stdev の情報は有効に利用できる。
- ◆ この判別手法で見える限り、影が付いて地形等判別に使える HIRES 画像は、 $\sim 50^\circ$ 付近までが限度でそれ以下の緯度にはほとんど存在しない。

**海でのローバー等の探査計画の基礎資料として Clementine-HIRES の mapping_phase 画像は使えない
他の探査機の情報 or mapping_phase 以外の画像で利用可能なものがあるかを調べる必要がある**

- ◆ 今後は、今回調査した以外の地域について同様の調査を行うとともに、中～低緯度地域の画像について今回見出した手法で Flatfield 補正を行った後に HIRES 画像中で albedo のバリエーション等が見分けられるか否かという視点での分類を試みたい。

これらは画像を一旦解凍して評価することになるので、今回行わなかった画像ヒストグラムのパラメータ（p、r 等 前のポスター参照）による判別も併せて試みることを考えている。