

# クレメンタインHIRES画像を用いた 定量的画質評価の試み

寺菌 淳也 ((財)日本宇宙フォーラム)  
齋藤 潤 (西松建設技術研究所)

Preliminary quantitative evaluation of image quality  
for Clementine HIRES images

Jun-ya Terazono (Japan Space Forum)

Jun SAITO (Nishimatsu Construction Co., Ltd)

# 本日の講演内容

- 研究の背景
- 使用したデータ、解析内容
- 結果
- 考察
- 結論、今後の課題

# 研究の背景

- 今後、大量の惑星画像データが出てくることが予想される (LUNAR-A、SELENE、...)

大量の画像から研究者が解析に適する画像を選ぶのは、量的にも限界に来ている

...大量の画像を早く、的確に判断できるシステム・パラメータの開発が必要

- 画像のヘッダ情報で画質を判断する

標準偏差、色差 (最大輝度値と最小輝度値の差)...

...色差と標準偏差では、第一義的な分類は可能であるが、画質を定量的に判断することは難しい可能性がある。

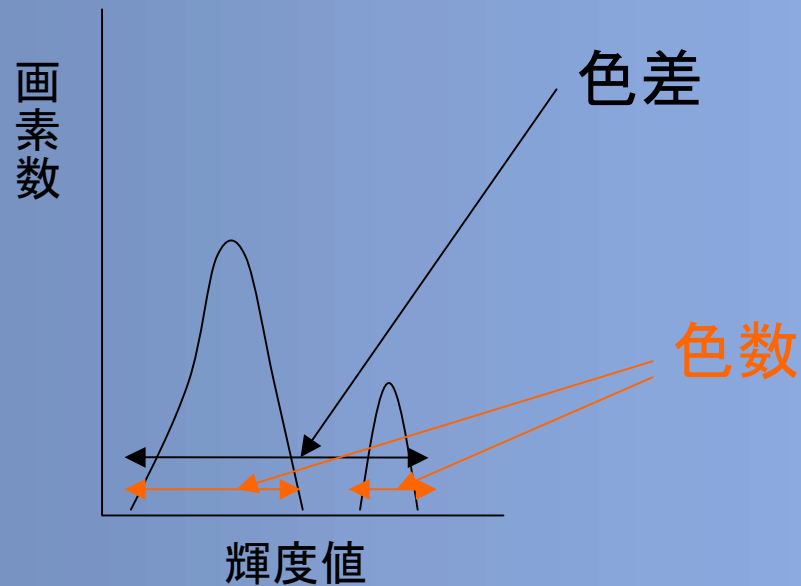
- では、それらに代わる画質の定量判断のパラメータは？



- 画像のヒストグラムを画質判断に応用できないか？  
→ 色数と色差を使った画質判断の可能性

# 色数と色差の違い

画像は全ての輝度値を使っているわけではない。また、輝度値は最小輝度値と最大輝度値の間で連続して分布しているとは限らない。もし、画像の途中に輝度値分布の差があった場合、色数と色差の間には違いが生じる。連続的に分布していれば、色数と色差は同じになる。

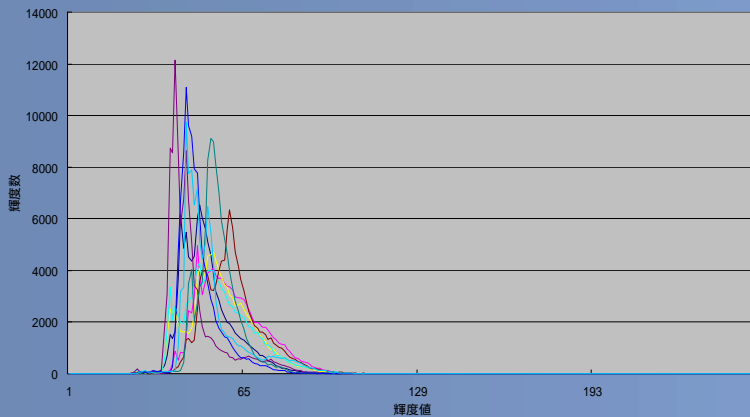


# 低色数データと高色数データの ヒストグラム

(アポロ17号着陸点付近のクレメンタインUVVIS画像)

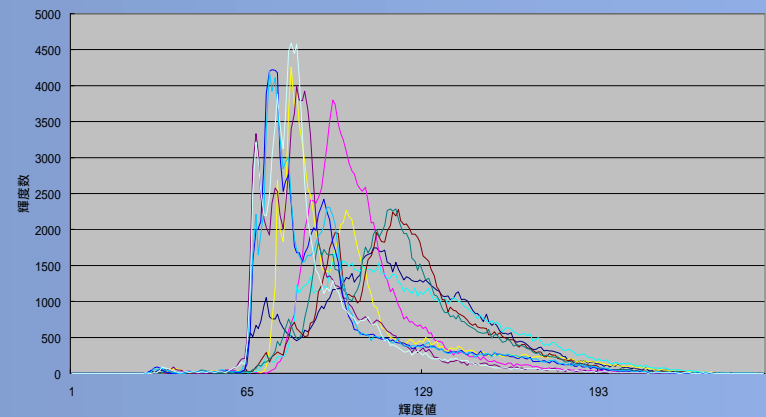
## 低色数データ

低色数データのヒストグラム



## 高色数データ

高色数データの輝度値ヒストグラム



色数が小さいものについてはガウス分布に似たヒストグラムになっており、逆に色数が大きいものは、二山形の分布をしているものが多い。

# ヒストグラムによる画質の分類

- 色数がどのくらいあるか？  
→画像の情報量の多寡を表す
- ヒストグラムの形  
→画質を直接反映しているのではないか？

ヒストグラムの形を表わすパラメータとして、

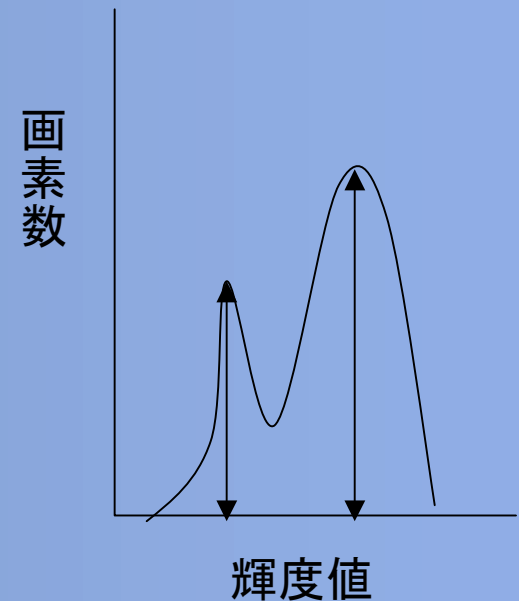
- ・最頻輝度値の画像全体の占める割合 ( $p$ )
- ・最頻輝度値と第二最頻輝度値の比率 ( $r$ )

を考えることにする。

# p、r とヒストグラムの形との関係

- $P$ (最頻輝度値の割合)が  
大きい→ヒストグラムは集中形＝低画質  
小さい→ヒストグラムは分散形＝高画質
- $r$ (第2最頻輝度値/最頻輝度値)  
大きい→ヒストグラムは1山＝低画質  
小さい→ヒストグラムは2山＝高画質

まずは、上のような単純なスキームで、  
画像を分類できないか？



# 使用した画像

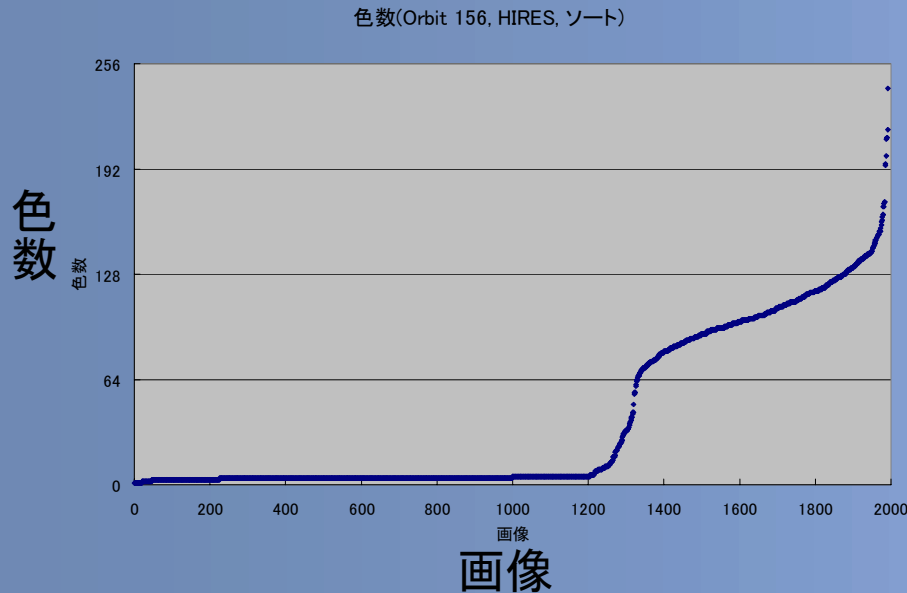
クレメンタインのHIRES画像  
(Orbit 156のHIRES全画像 1992枚)

## なぜHIRES画像か？

- クレメンタインの画像でも、HIRES画像は画質が悪いとされ、高解像度であるにもかかわらずこれまであまり解析されてこなかった。  
→解析に使える画像を探したい
- Orbit 156は、アポロ17号の着陸点付近の経度の軌道  
→月の代表的な地質を表わしていると思われる。



# 色数の算出結果



これを見ると、色数によって全体に3つのグループに分けられる。

Group 1...色数が少ないグループ

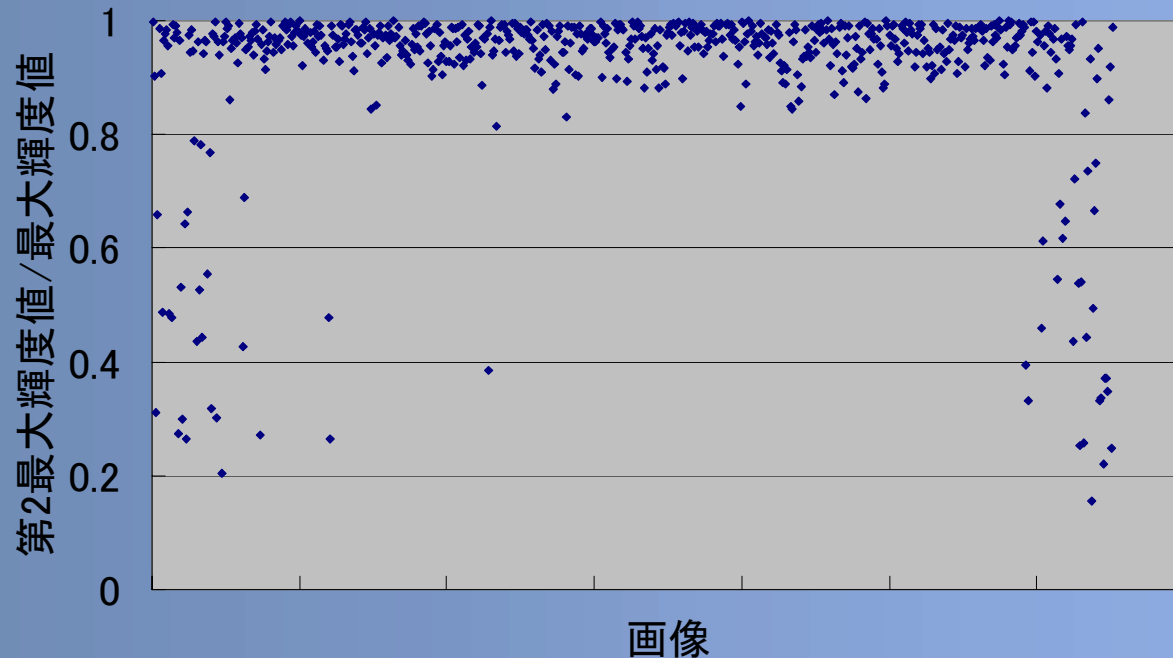
Group 2...やや色数が多いグループ

Group 3...かなり色数が多い(70以上)グループ

Group 1は完全に「真っ黒」な画像と考えられる。以降の解析は、データが多そうなGroup 3の画像で行う。



# 最頻輝度値と第2最頻輝度値の比率( $r$ )



画像は南極方向→北極方向の順に並んでいる。  
極地域の画像ほど $r$ が低い→画質がよい？

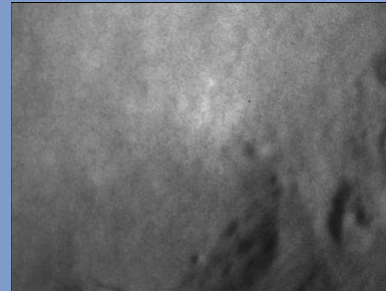
# 実際の画像はどうか？

## (pの場合)

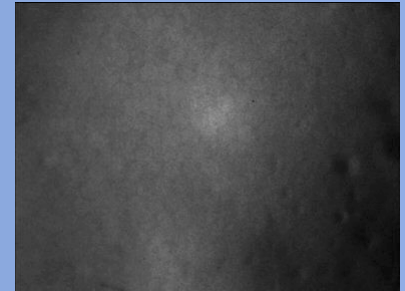
pが小さい  
画像



lhd0423a.156  
( $p=0.018$ ,  $r=0.966$ )

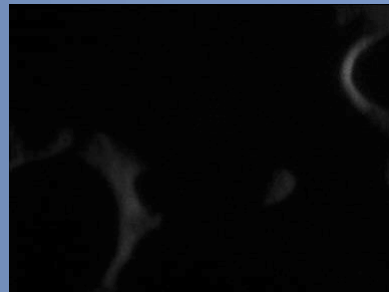


lhd0424a.156  
( $p=0.016$ ,  $r=0.962$ )



lhd0702b.156  
( $p=0.013$ ,  $r=0.990$ )

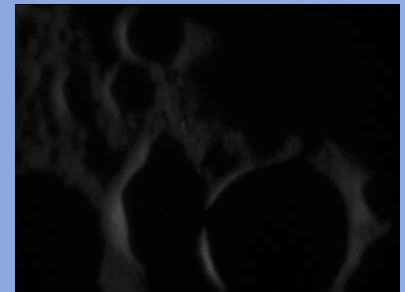
pが大きい  
画像



lhd5807r.156  
( $p=0.431$ ,  $r=0.220$ )



lhd5797r.156  
( $p=0.300$ ,  $r=0.898$ )

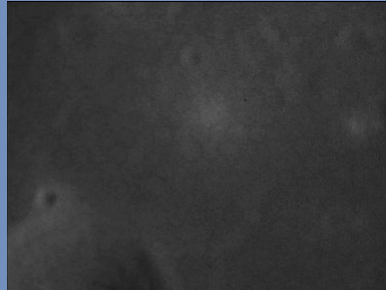


lhd5810r.156  
( $p=0.287$ ,  $r=0.381$ )

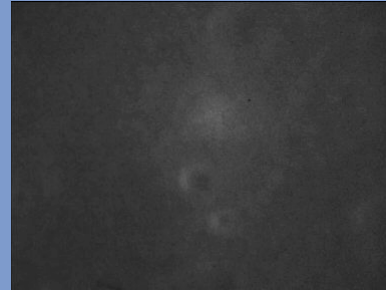
# 実際の画像はどうか？

## ( $r$ の場合)

$r$  が大きい  
画像



lhd5479o.156  
( $p=0.065, r=0.999$ )

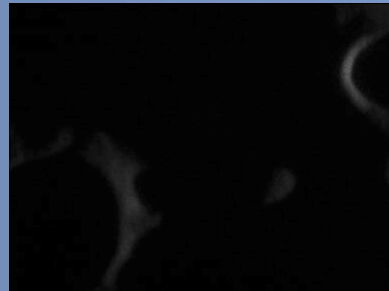


lhd5349o.156  
( $p=0.066, r=0.999$ )

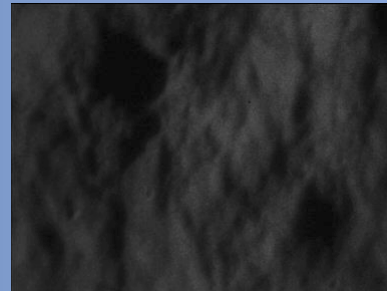


lhd0627b.156  
( $p=0.061, r=0.999$ )

$r$  が小さい  
画像



lhd5807r.156  
( $p=0.431, r=0.220$ )



lhd0460b.156  
( $p=0.031, r=0.203$ )



lhd5789r.156  
( $p=0.066, r=0.156$ )

# 果たして、 $p$ と $r$ は画質判定に有用といえるだろうか？

- $p$ と $r$ の傾向は、これまでいわれてきたHIRESの画像についての性質(極地域のもが見やすい)とおおむね一致している。
- 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ように思われる。  
ただ、 $p$  だけが小さかったり、 $r$  だけが大きかったりしてもだめである。
- $r$  については、大き過ぎたり、小さ過ぎたりするものはピークが1つのものになっている可能性もある。  
→クライテリアが決まっていない限り、 $r$  から一概に画質を判定することは難しそう。

# 解析の問題点

- 極端なデータをみてしまっているのではないか？
- 極端に色数が少ないデータなどは、最初から標準偏差などのヘッダデータで絞れるのではないか？  
→ 確かにGroup 1~3のグループ分けはそうかもしれないが、実際の画質判定となると統計処理が必要になると思われる。
- 統計的な数値を使って、より定量的にヒストグラム形状を明らかにする必要がある。  
歪度(skewness)、尖度(kurtosis)などの値を使った分類が考えられる。ただ、二山形のデータにはこれら以外の数値分類が必要。

# まとめ

- 最頻輝度値の全体に対する比率 ( $p$ )、及び最頻輝度値と第2最頻輝度値の比率 ( $r$ )を、クレメンタインOrbit 156のHIRES全画像について算出し、画像について検証した。
- 輝度値のグループは3つに分けられる。このうち、画質よいグループについて  $p$  と  $r$  を調べてみたところでは、 $p$  が小さく  $r$  が大きな画像については、比較的解析に適した画質を持っていることを確かめた。
- $p$  と  $r$  を利用した画質判定は、クレメンタイン画像において有効である可能性が高い。特に、今後のHIRES解析において、解析に使える画像を選び出すための選考手段としても有用である。



# 今後に向けて

- p、r の統計的な評価

尖度、歪度などの統計的な数値との比較を行う。

- p、r の他の画像での評価

UVVIS、HIRES他の軌道など。特に、解析が盛んに行われているUVVIS上で評価を固め、実際に評価に使えるかどうかを検証していく。

- HIRESデータのIndex map作り

これらの画質パラメータを利用して、解析に適した画像がどこにあるかを示すIndex mapを作成する。特に、月の開発利用などの観点を考え、極地域に関して特に、そのようなmapを作成する。