

新規生成月面クレーターの 検出手法の提案

- 柴山 拓也 (東京都立大学 システムデザイン学部4年)
- 石川 博 (東京都立大学)
- 山本 幸生 (宇宙航空研究開発機構)
- 荒木 徹也 (群馬大学)

本発表次第

- 背景・目的
- 提案手法
- 実験結果
- まとめ

本研究の背景・目的

○背景

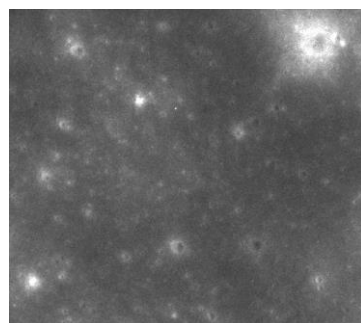
- 異なる時期に撮影された2枚の月面画像を比較による、新しく生成されたクレーターを発見する作業は非常に労力のかかるものになっている

○目的

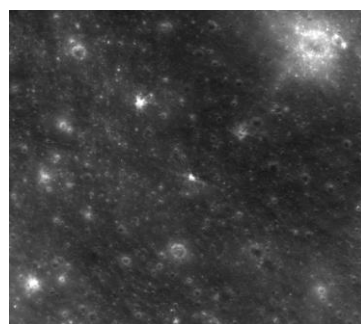
- 2枚の月面画像から新しく生成されたクレーターの自動検出手法の提案

前回の提案手法

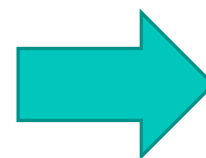
月面画像の2値化と円形検出を用いて新規生成月面クレーターを認識



アポロ計画時の画像



NAC画像



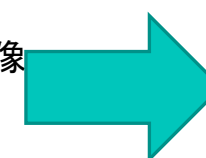
円形検出
+
2値化



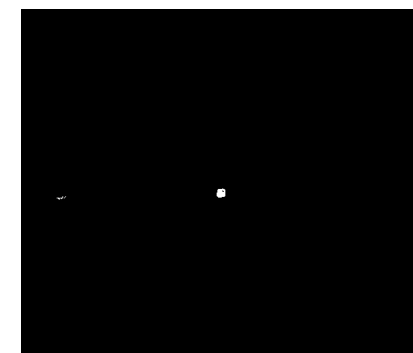
アポロ時の円形検出画像



NACの円形検出画像



差分をとる



2値化画像の差分

前回の提案手法(2)

- 前回の提案手法

- 月面画像の2値化と円形検出を用いて新規生成月面クレーターを認識

- 前回の課題

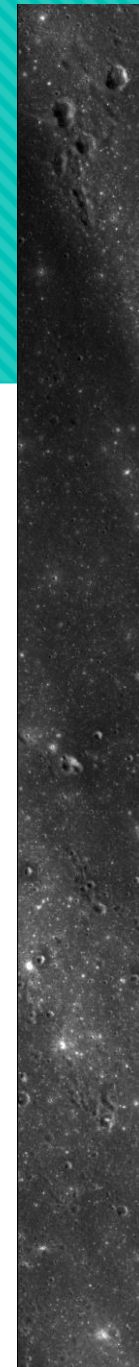
- 探索範囲を拡大した際の処理時間が異様に長くなってしまふ

提案手法の流れ

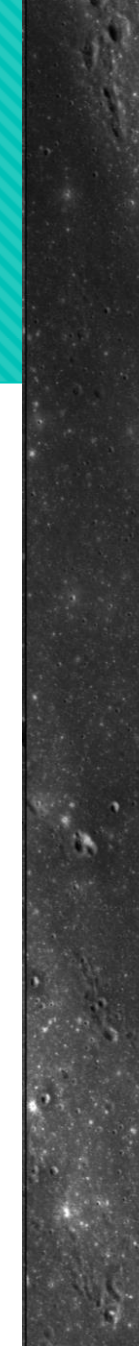
1. 使用画像の選出・前処理
2. 位置合わせ
3. 分割
4. 比較

使用画像の選出

- ある同一地点を撮影した2枚のNAC画像を画像ペアとする
 - 撮影時期がなるべく離れているもの
 - 撮影時の太陽光の向きが似ているもの



Before(M150015631LC)



After(M1251393170RC)

画像の輝度調整

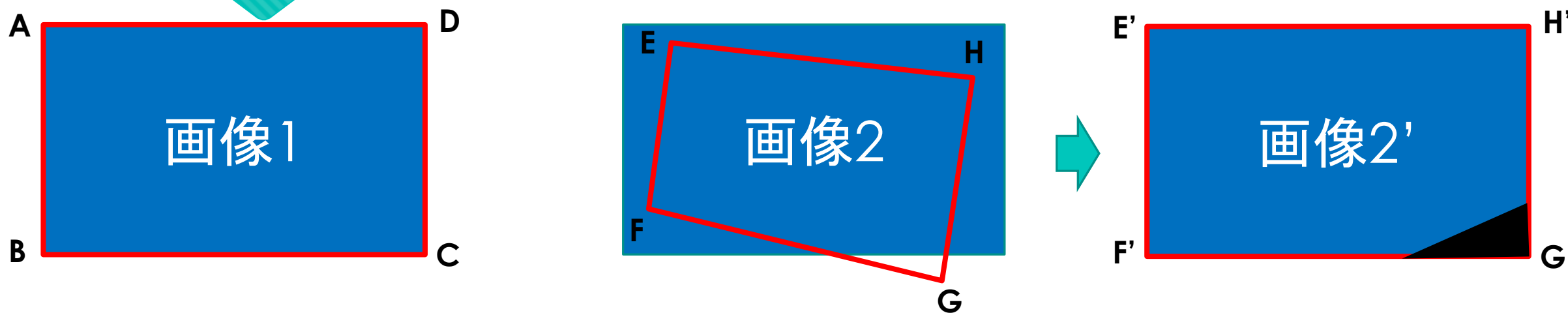
変化後の画像の輝度の平均値と標準偏差を変化前のものに合わせることで、2画像間の明るさを揃える

$$\text{調整後画像} = \frac{\text{変化後画像} - M(B)}{S(B)} * S(A) + M(A)$$

M(A):変化前画像輝度平均値 M(B):変化後画像輝度平均値

S(A) : 変化前画像輝度標準偏差 S(B):変化後画像輝度標準偏差

画像ペアの位置合わせ

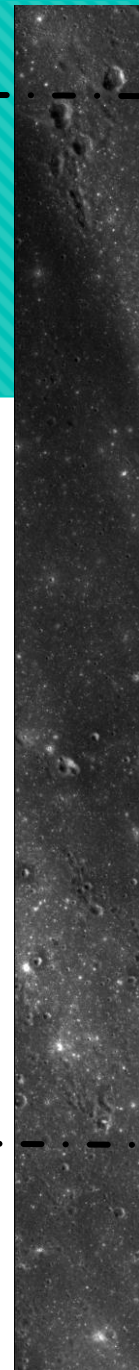


SIFT特徴量を用いて画像1の座標(A,B,C,D)に対応する画像2の座標(E,F,G,H)を取得する

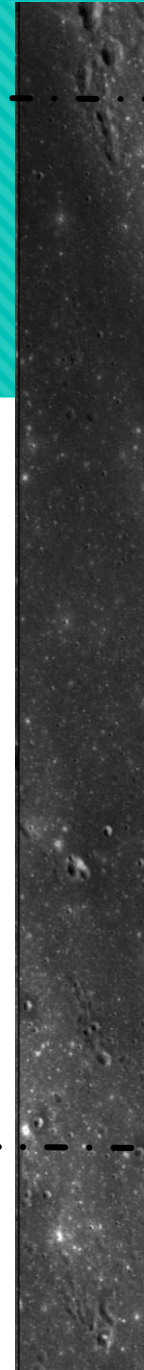
画像2の座標(E,F,G,H)の座標を座標(A,B,C,D)に移動する形で画像2を変形して画像2'を得る

画像ペアの位置合わせ

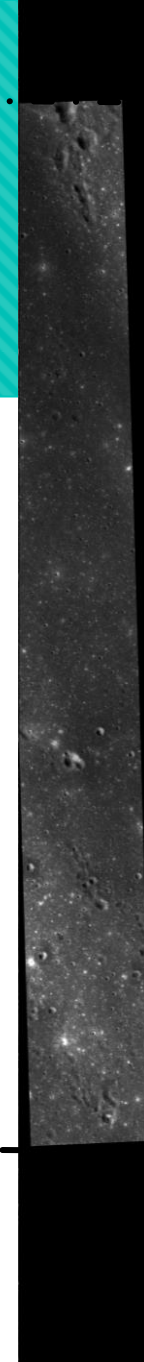
- SIFT特徴量を用いて画像の位置合わせを行う
- 変換後の画像に余計な部分が含まれる場合は、その範囲をトリミングする



前画像



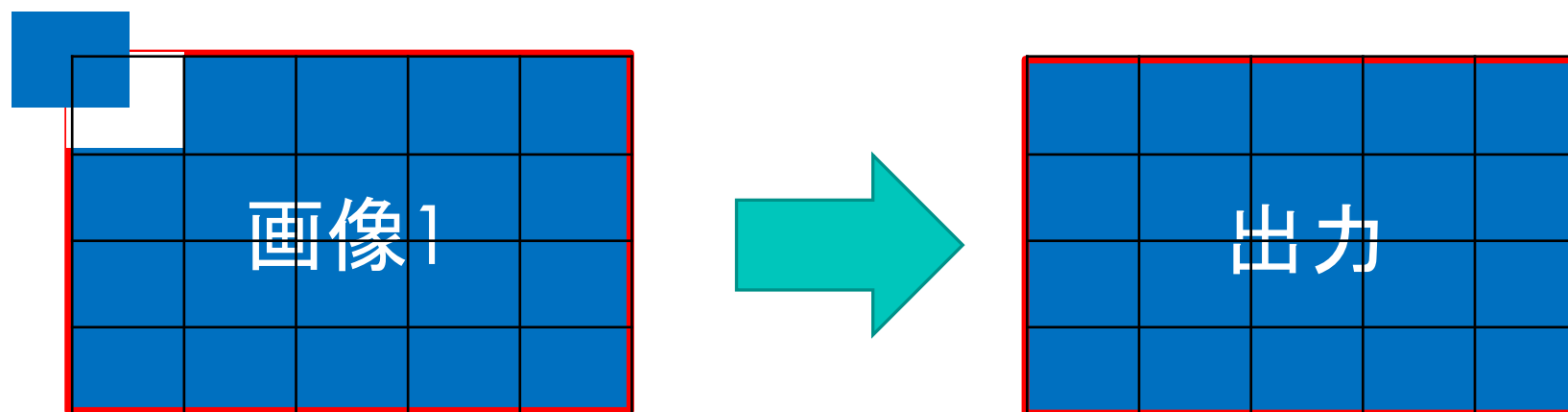
後画像



後画像(射影変換後)

画像の分割

- 画像を分割し、それぞれのピースごとに比較を行う



2画像の対応するピースごとに比較を行い、
ピースごとの比較結果を元の場所に並べて全体の結果を得る

画像の分割(2)

○ 画像分割の理由

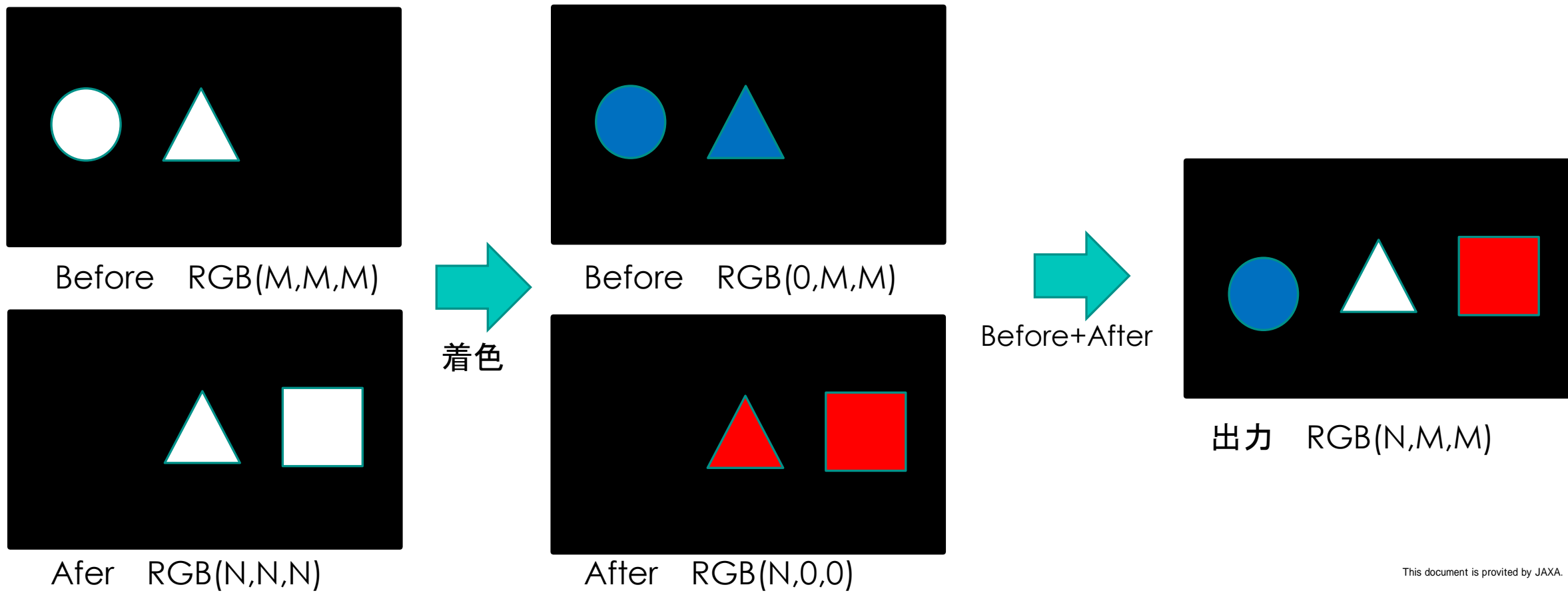
- 検出が期待されるクレーターの大きさに対して位置合わせ時の位置ずれが非常に大きいいため、小さい画像で再度位置合わせを行うことで位置ずれを小さくする

○ 画像分割時の留意点

- 各ピースの境界線上は重複するように分割をする

画像の比較

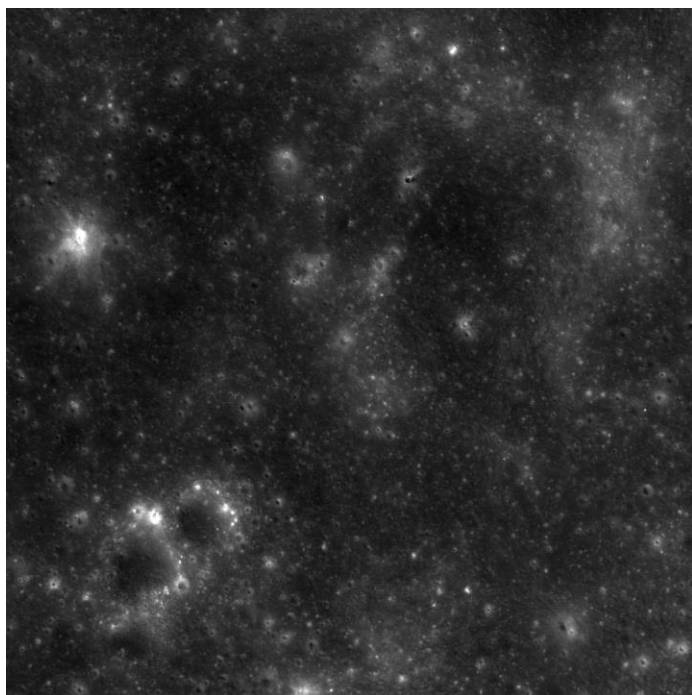
- 変化前画像と変化後画像に別の色を着色し、それらを合成することで差分を検出



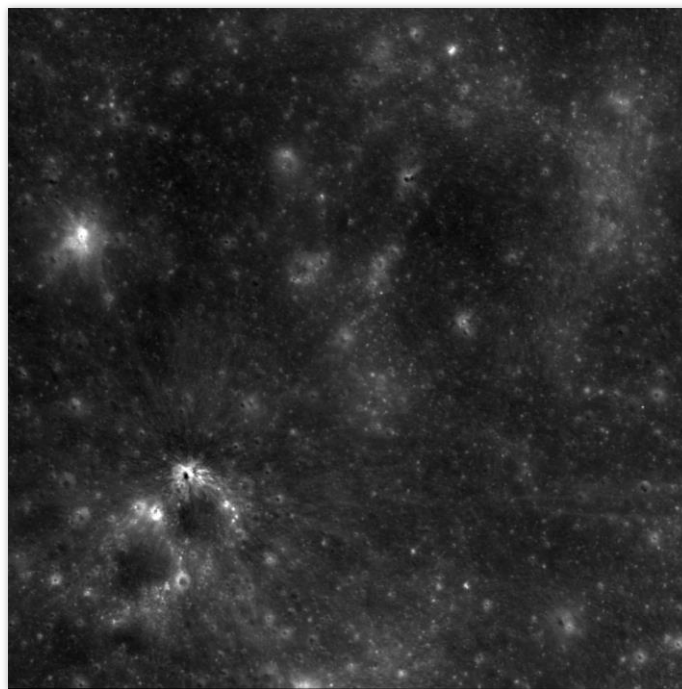
色で差分を抽出する理由

- 元データの情報が出力画像にのこる
- 出力画像の色相を基準に変化点を検出することで元の画像の明るさのムラに影響を受けにくくなる

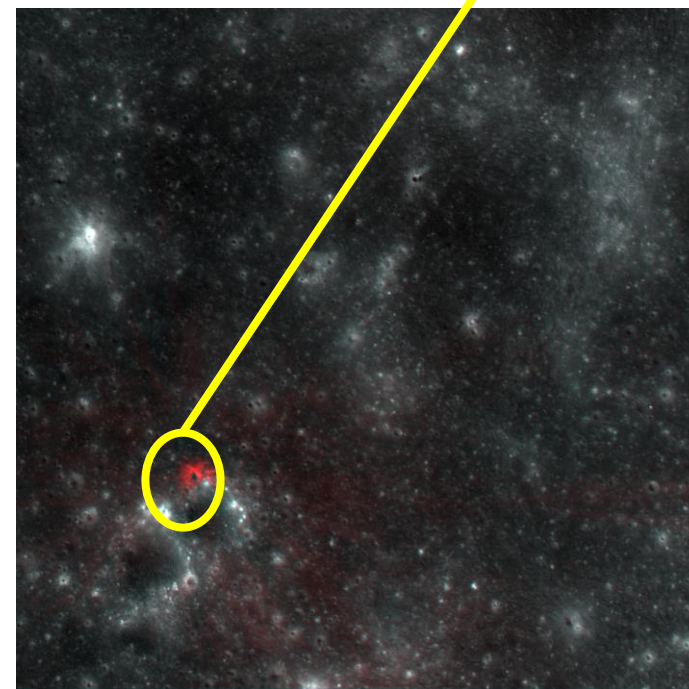
比較結果例



変化前NAC画像



変化後NAC画像



新しいクレーター地点
(赤で表示される)

出力結果例（一部拡大）

変化点検出

出力画像中の赤い範囲を検出する

検出基準：変化前画素値*2 < 変化後画素値

検出範囲： $HSV(0,100,0) \sim HSV(0,255,255)$

赤色認識地点



出力結果+赤色認識

実験

○ 撮影期間：2009年～2019年

○ 比較件数：70件

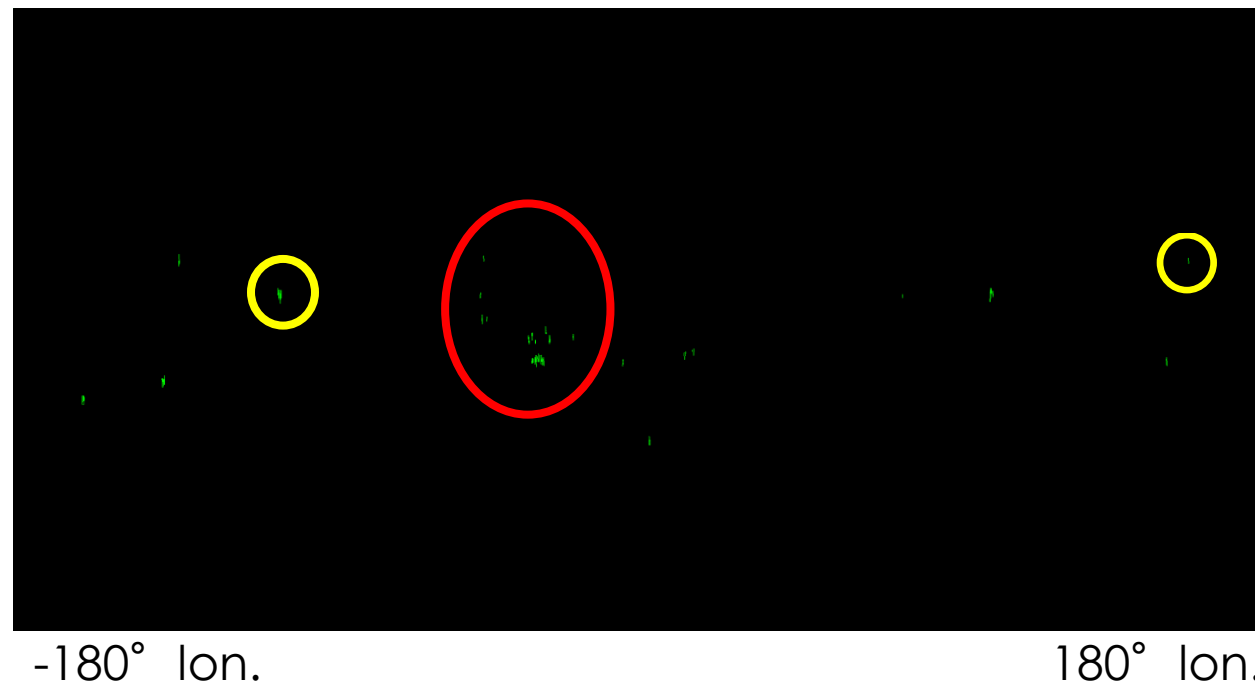
● すでに判明している新規クレーター周辺

○ 月面発光現象確認地点周辺

○ その他：完全ランダム

90° lat.

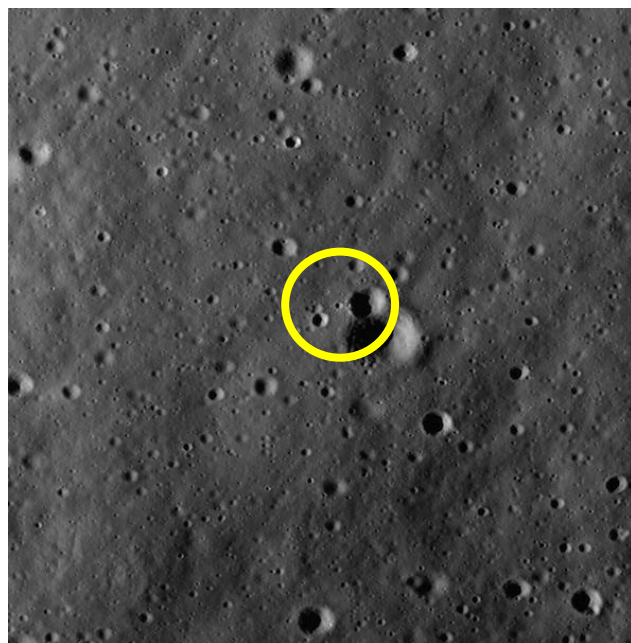
-90° lat.



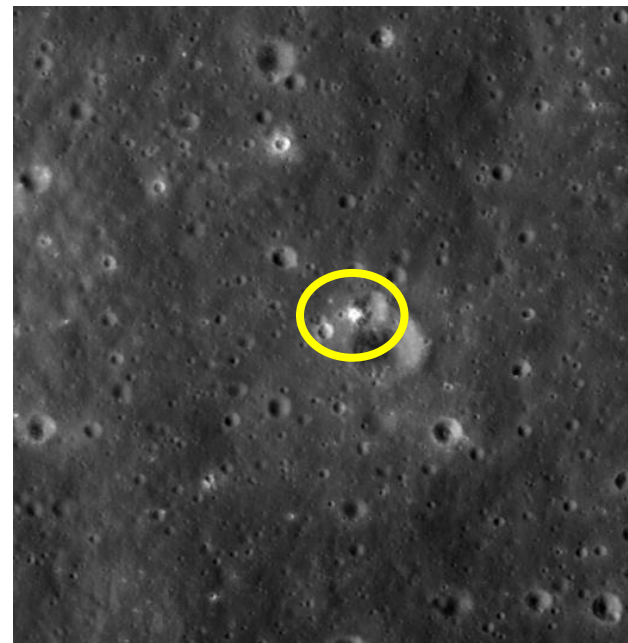
検査範囲(緑色の範囲)

実験結果

1件新規クレーターと思われる地点を確認

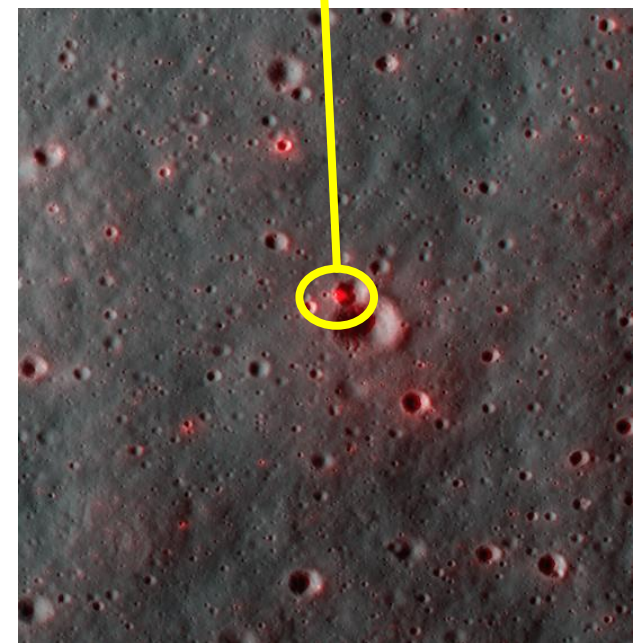


Before(M150015631LC)



After(M1251393170RC)

新しいクレーター候補地点



Difference

まとめ

- 本研究では、異なる時期に同じ地点を撮影した2枚の月面画像から新規生成された月面クレーターの自動検出手法の提案を行った。
- 今回の手法の実用化をするために、比較に最適な画像ペアの取得・選択手法を考案する必要がある。