

アポロ計画以降に 生成された 月面クレーターの検出

柴山 拓也 (首都大学東京 システムデザイン学部4年)

大竹 真紀子 (宇宙航空研究開発機構)

山本 幸生 (宇宙航空研究開発機構)

荒木 徹也 (群馬大学)

廣田 雅春 (岡山理科大学)

石川 博 (首都大学東京)

本発表次第

- 背景と目的
- 提案手法
- 実験結果
- まとめ

背景

2つの異なる時期に撮影された月面画像を比較することによって近年生成された新しい月面クレーターを
探し出す作業は現在人出で行なわれている部分もあり、
非常に労力のかかるものである。

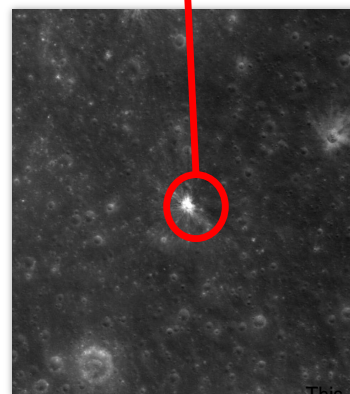
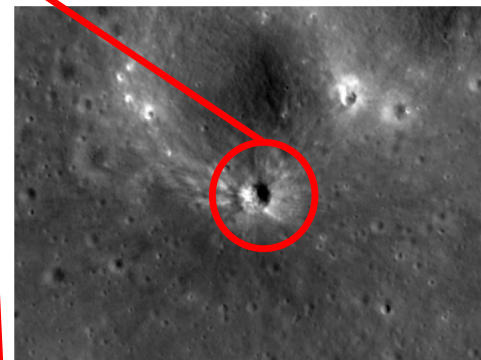
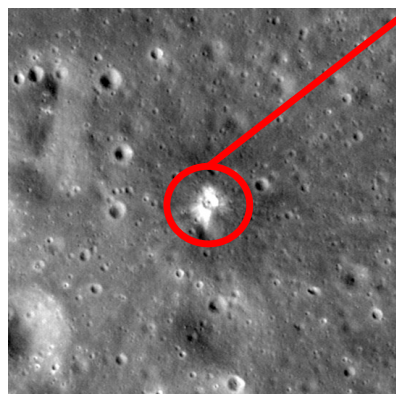
目的

異なる時期に撮影された二つの月面画像の比較による、
近年生成された月面クレーターの自動検出

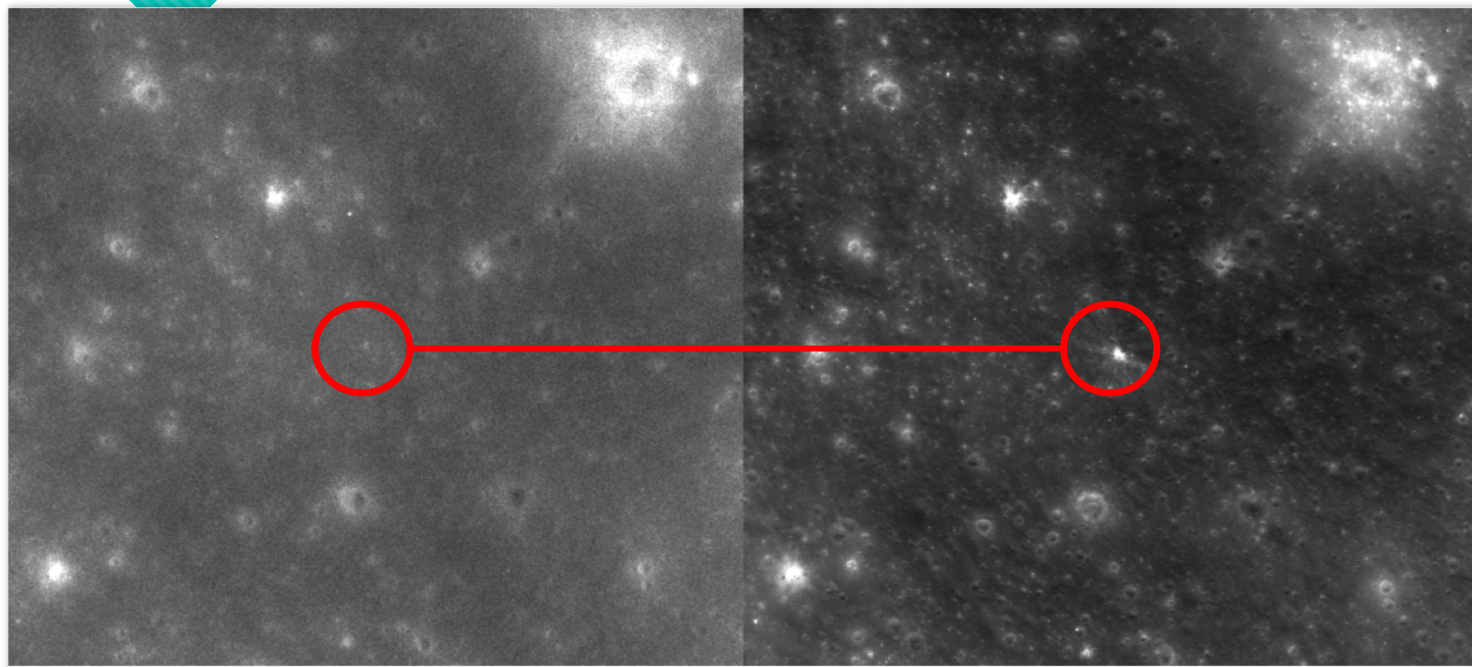
クレーターの特徴

比較的新しく生成された
クレーターは画像内では
白い

新しく生成されたクレーター



アポロ画像とNAC画像の比較



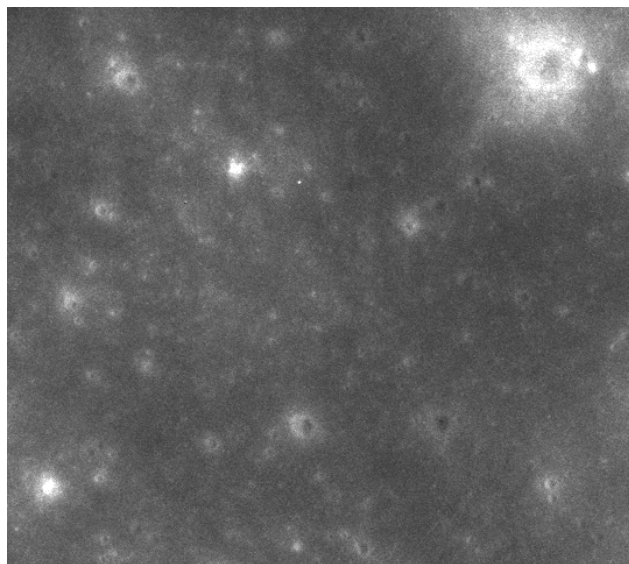
アポロ計画時の画像(1971年8月)
太陽高度 : 64°

NAC画像(2009年9月)
太陽高度 : 72°

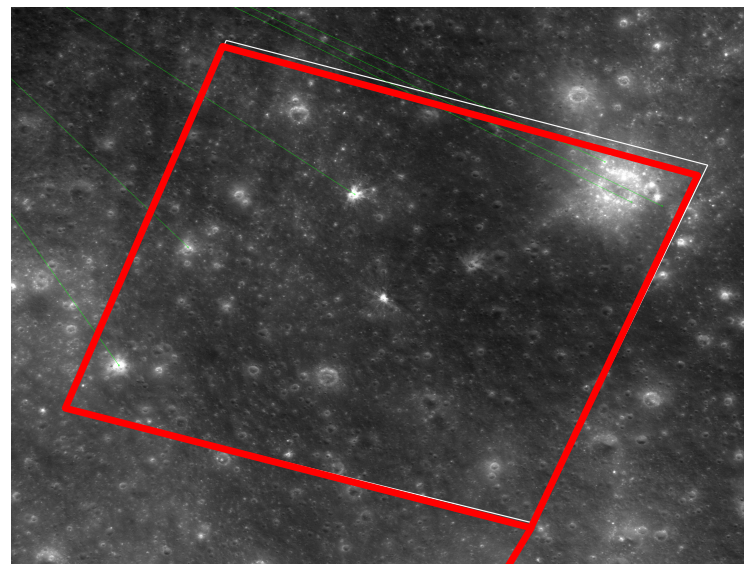
画像中の白い部分を比較することで検出できる

画像の位置合わせ

SIFT特徴量を用いて
2画像の位置合わせを行う。



アポロ計画時の画像(1971年8月)

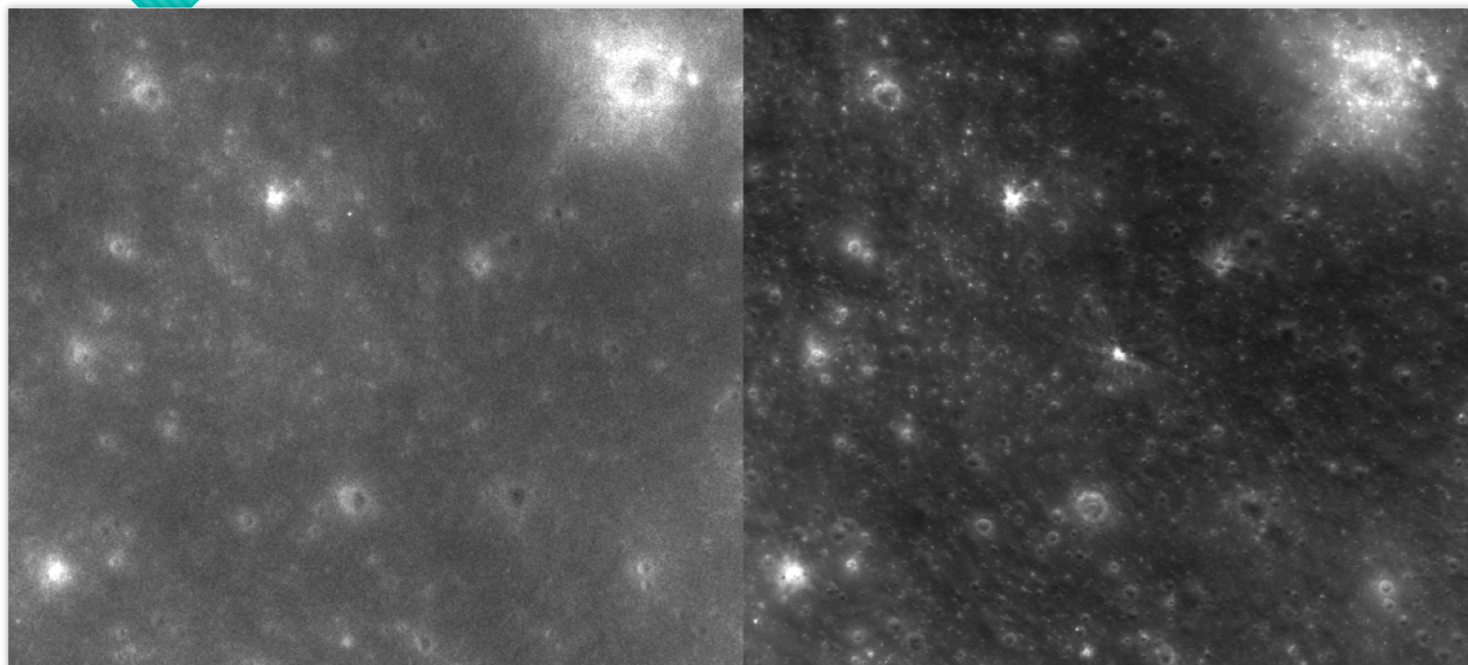


NAC画像(2009年9月)

SIFT特徴量：スケールスペースを使った
照明変化や回転、拡大縮小に不変な頑強な特徴量

アポロ計画時の画像の参照範囲

変化点の抽出に使用する画像

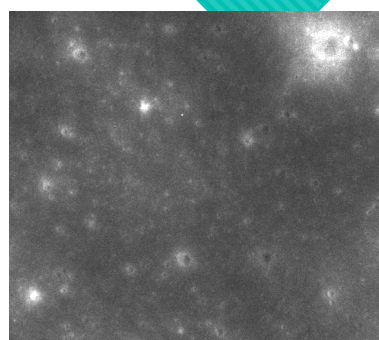


アポロ計画時の画像

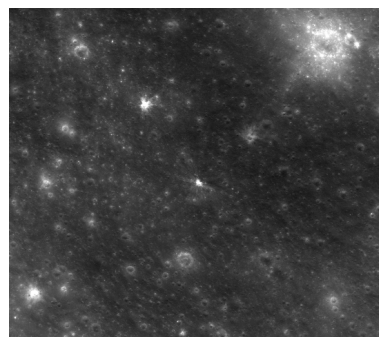
NAC画像（射影変換済）

- アポロ計画時の画像とNAC画像の対象範囲・解像度を揃えたもの

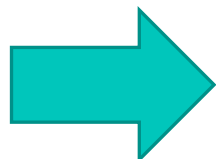
2 画像間の変化点抽出(1)



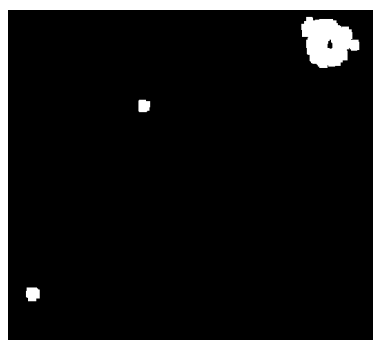
アポロ計画時の画像



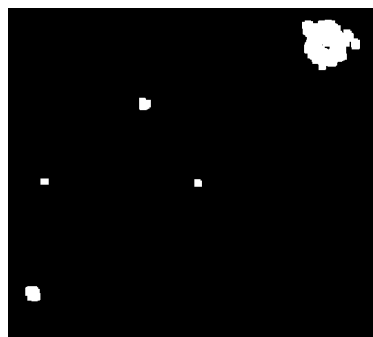
NAC画像



2値化



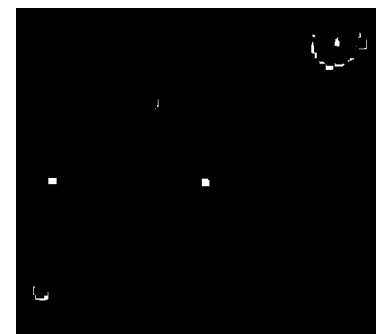
アポロ時の2値化画像



NACの2値化画像



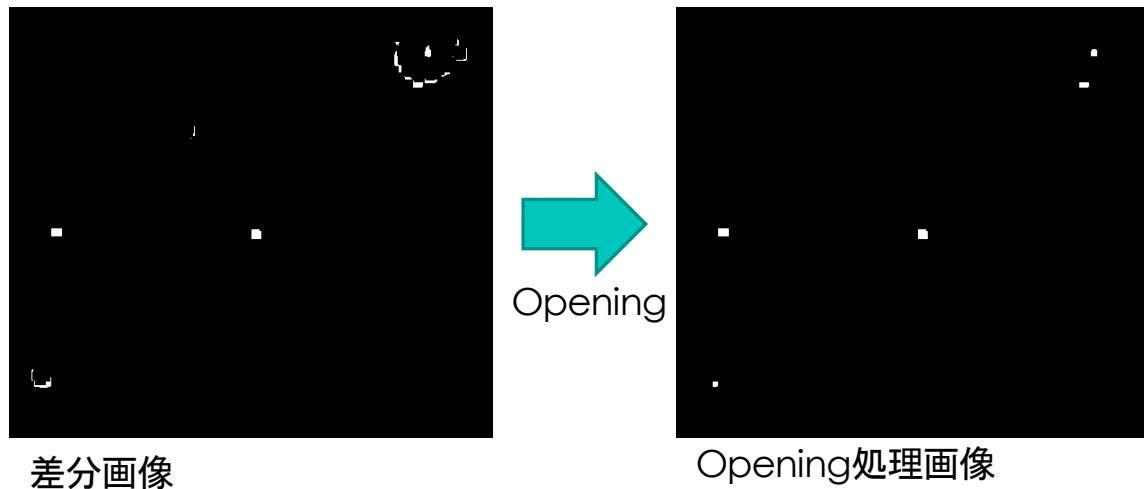
差分をとる



2値化画像の差分

2値化時の閾値 $\rightarrow \frac{\text{画素値の平均値} + \text{画素値の最大値}}{2}$

2 画像間の変化点抽出(2)



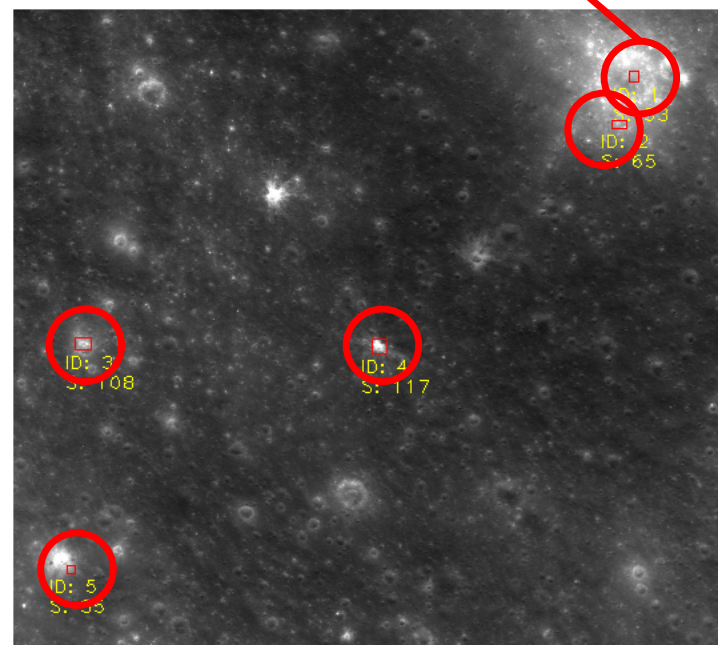
差分画像からノイズを除去

新しいクレーター候補地点

背景画像：NAC画像（射影補正済）
赤枠：変化点として検出された場所

この段階では、検出された地点を
「新しいクレーター候補地点」とする

新しいクレーター候補地点



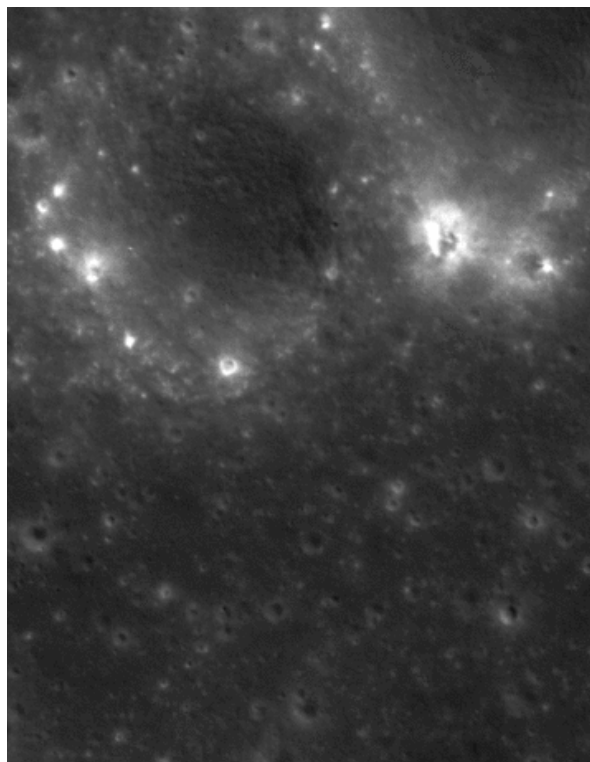
新しいクレーター候補地点

問題点

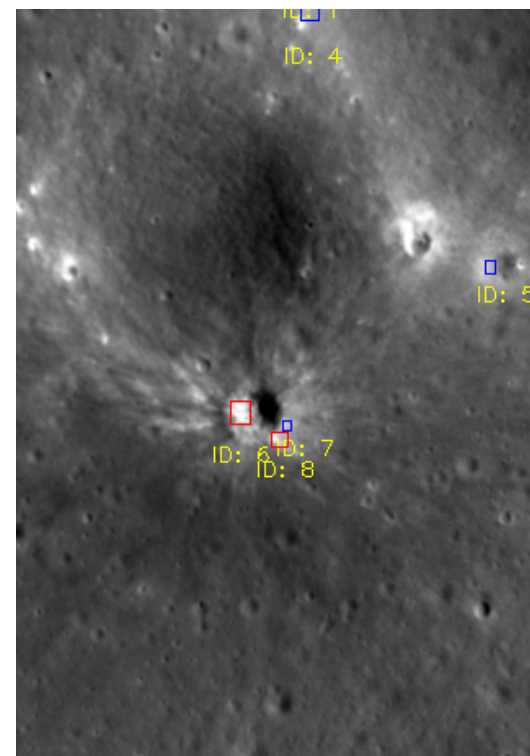
一つのクレーターが
誤って分割され、
複数のクレーター
として抽出される



円形検出を利用して
問題を修正



NAC画像/2013年撮影



NAC画像/2014年撮影

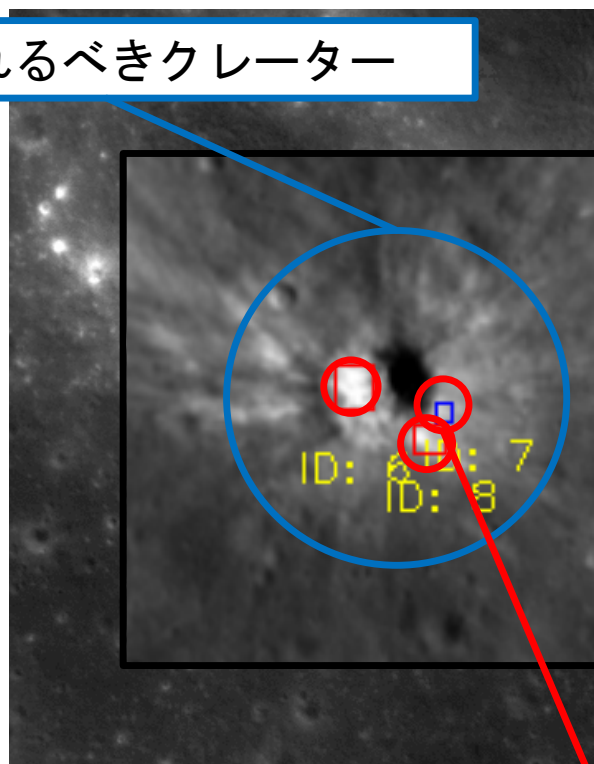
問題点

検出されるべきクレーター

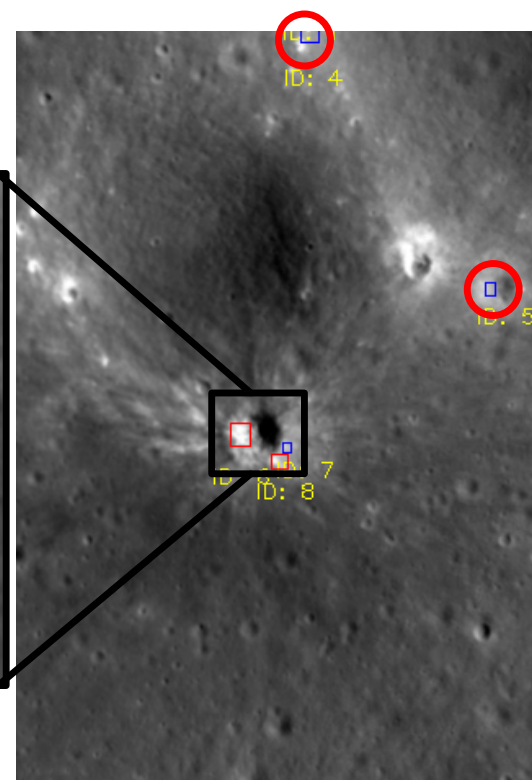
一つのクレーターが
誤って分割され、
複数のクレーター
として抽出される



円形検出を利用して
問題を修正



NAC画像/2013年撮影

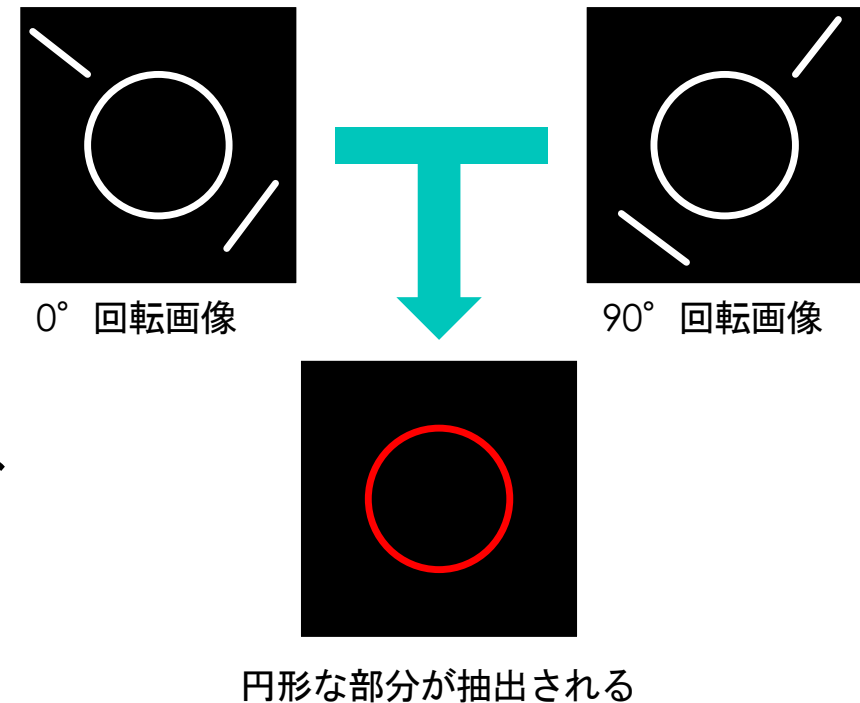


NAC画像/2014年撮影

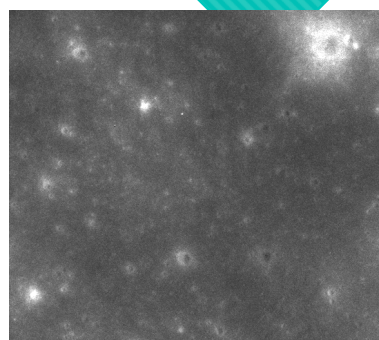
新しいクレーター候補地点

RPSW

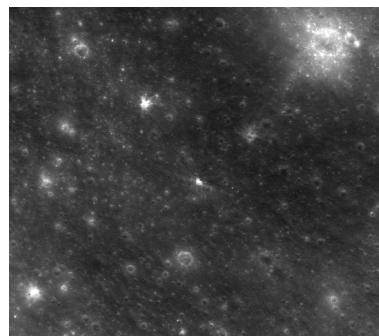
- 画像中より円形を検出するために
回転ピクセルスワッピング法
(RPSW)を利用
- RPSW法:ある点を中心に画像を回
転角 ϕ ずつ回転したものを作成し、
重ね合わせることで円形パターン
を抽出する手法
- 本研究ではこのRPSWを
新しいクレーター候補地点
周辺に適用



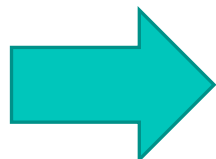
2 画像間の変化点(3)



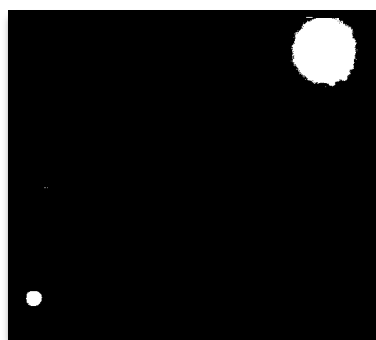
アポロ計画時の画像



NAC画像



円形検出



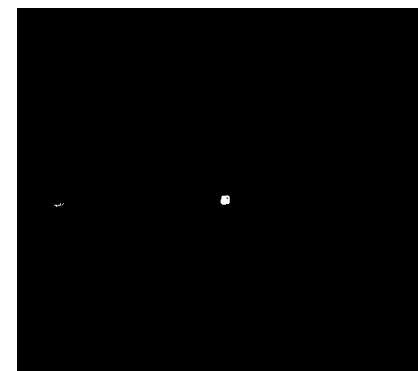
アポロ時の円形検出画像



NACの円形検出画像

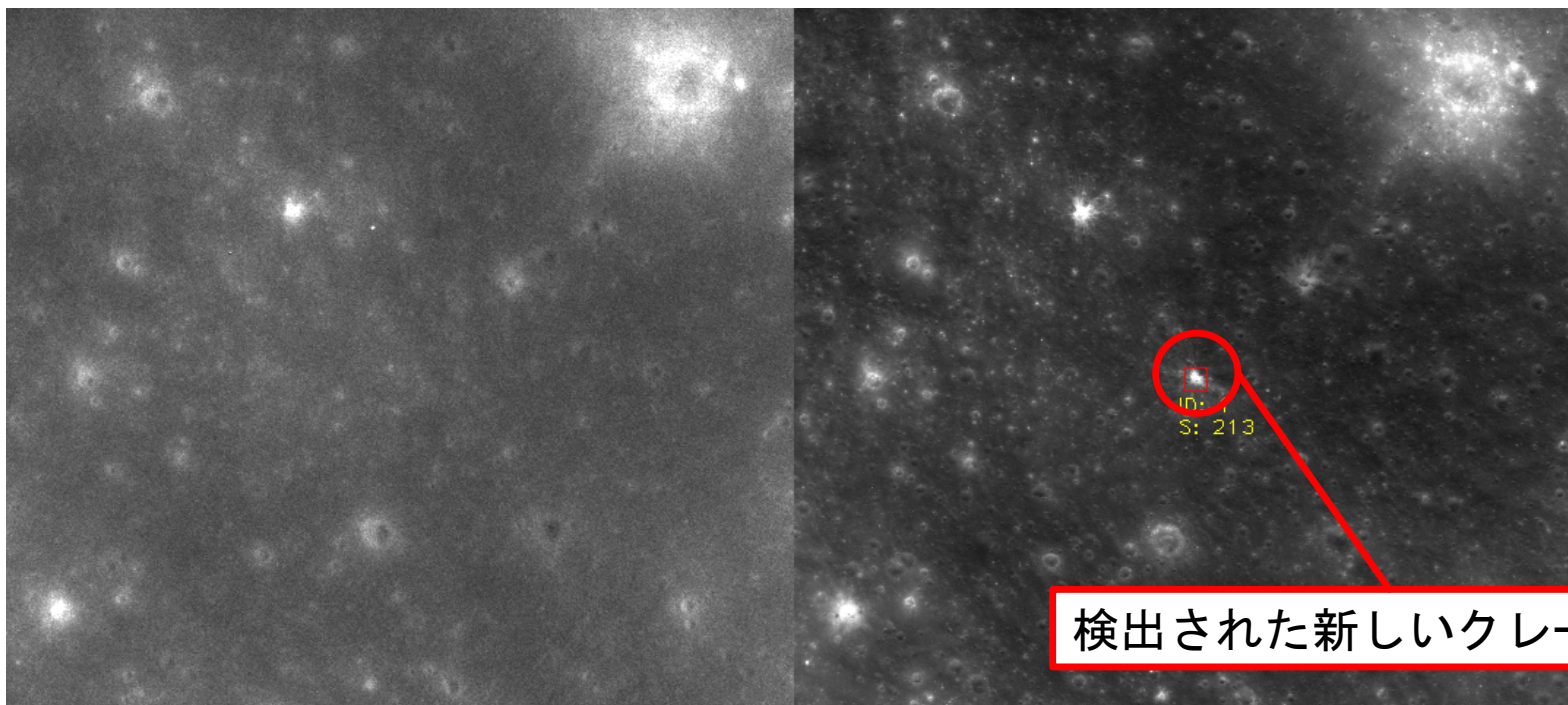


差分をとる



2値化画像の差分

結果



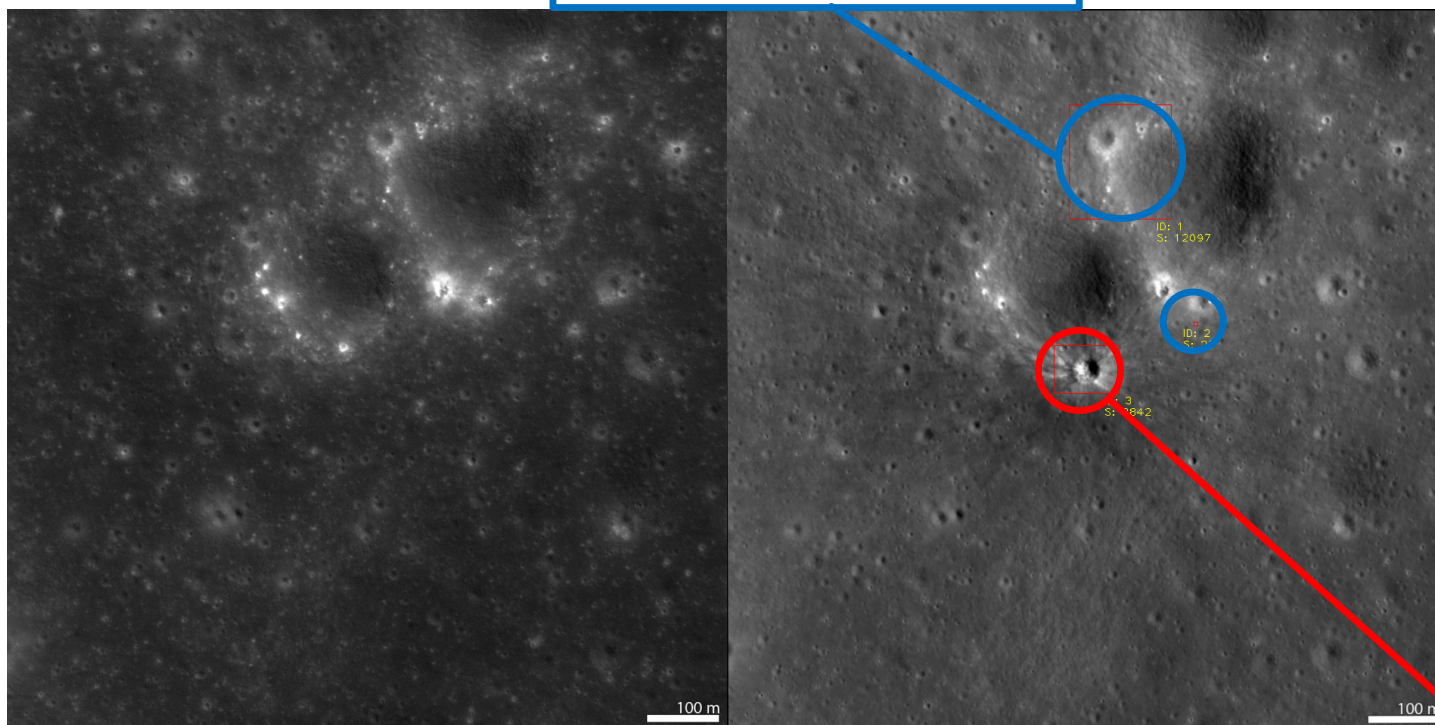
変化前（アポロ画像） / 1971年8月

変化後（NAC画像） / 2009年9月

検出された新しいクレーター

結果2

誤って検出された地点



変化前 (NAC画像) / 2013年3月

変化後 (NAC画像) / 2014年3月

検出された新しいクレーター

検出数

表1:検出数

検出数	3
未検出数	0
誤検出数	26

検知数 : 検出することができた新しいクレーター数

未検出数 : 検知することができなかった新しいクレーター数

誤検出数 : 検出されたクレーターのうち新しいクレーターではないものの数

精度

$$\text{recall} = \frac{\text{検出数}}{\text{検出数} + \text{未検出数}} = 1.00$$

$$\text{precision} = \frac{\text{検出数}}{\text{検出数} + \text{誤検出数}} = 0.103$$

考察

- 新しいクレーターについては全て検出することができたため、この手法による新しいクレーターの見落としはほぼ無いと考えられる。
- precisionが0.1程度である点から、今回の手法では可能性の高い部分が全て検出されていると考えられる。

まとめ・課題

- 本研究では、異なる時期に撮影された2枚の月面画像を比較することによって一定の期間に生成された比較的新しい月面クレーターの自動抽出を行った
- 月面画像に2値化・差分の抽出・円形検出などの処理を加えることによって新しく生成されたクレーターの検出を行った
- precisionの値が小さいため、クレーター候補地点からより正確に目標のみを検出する必要がある
- パラメーターの自動調整がしたい