

宇宙航空研究開発機構研究開発資料

JAXA Research and Development Memorandum

SELENE（かぐや）地形カメラによるオルソ画像とDTM/DEMを 利用した月面クレータ自動抽出 GUI ツールの研究開発

Research and development of a GUI tool for lunar crater automatic detection using
ortho image and DTM/DEM based on SELENE terrain camera stereo data

春山 純一， 出村 裕英， 原 誠一， 藤原 友宏

HARUYAMA Junichi, DEMURA Hirohide, HARA Seiichi, and FUJIWARA Tomohiro

2022年2月

宇宙航空研究開発機構

Japan Aerospace Exploration Agency

目 次

概要	1
はじめに	2
1. I/O 機能	2
2. クレータ自動抽出アルゴリズム	4
3. クレータ自動抽出 GUI	5
4. 解析範囲設定支援機能	6
5. 保存機能	7
6. 言語	8
7. OS	8
まとめ	9
謝辞	9
参考文献・参考サイト	9
付録	11

SELENE (かぐや) 地形カメラによる オルソ画像と DTM/DEM を利用した 月面クレータ自動抽出 GUI ツールの研究開発

春山 純一^{*1}, 出村 裕英^{*2}, 原 誠一^{*3}, 藤原 友宏^{*3}

Research and development of a GUI tool for lunar crater automatic detection using ortho image and DTM/DEM based on SELENE terrain camera stereo data

HARUYAMA Junichi^{*1}, DEMURA Hirohide^{*2}, HARA Seiichi^{*3}, FUJIWARA Tomohiro^{*3}

ABSTRACT

We have studied and developed a GUI tool that automatically detects (counts) craters of the Moon. Crater detection is important for planetary science because it is the basis of crater chronology to find out when the lunar surface was formed or covered with lava by the amount of crater per unit area. However, it is almost inevitable that the detection of craters scattered on the lunar surface by human takes a very long time, and false detections and omissions often occur. Therefore, we created a GUI tool incorporating a method (algorithm) that automatically detects craters on the lunar surface. In this GUI tool, input data are visible ortho-rectified images and digital terrain/elevation model data which were simultaneously produced from stereopair data obtained by the terrain camera onboard a lunar orbiter SELENE (nicknamed "Kaguya"). This tool is open to the public.

Keywords: crater automatic detection, GUI, moon, SELENE, Kaguya, Terrain Camera, DEM, DTM

概 要

我々は、月面のクレータの検知（数え上げ）を自動的に行う GUI ツールの研究開発を行ったので、ここに報告する。クレータ検知は、クレータを単位面積当たりの多寡により、月面がいつ出来たか、あるいはいつ熔岩によって被覆されたかを調べるクレータ年代学の基礎となるもので、惑星科学にとって重要である。しかし、月面の人によるクレータの検知は、時に非常に時間を要し、また誤検知、検知漏れすることも往々にしてある。そこで我々は、月面のクレータを自動検知する手法（アルゴリズム）を組み込んだ GUI ツールを作成した。この GUI ツールは、月周回探査機セレーネ（SELENE；愛称「かぐや」）に搭載された地形カメラによって得られた立体視データから同時作成された可視画像データ（オルソ画像）と標高データ（数値地形/標高モデル；DTM/DEM）を入力とする。このツールは広く一般に公開される。

* 2021 年 11 月 24 日受付 (Received November, 24 2021)

^{*1} 宇宙科学研究所 太陽系科学研究系
(Department of Solar System Science, Institute of Space and Astronautical Science (ISAS))

^{*2} 会津大学 宇宙情報科学研究センター
(ARC-Space, University of Aizu)

^{*3} 株式会社 NTT データ CCS 社会・科学システム事業部
(Societal & Scientific Systems Division, NTT DATA CCS CORPORATION)

はじめに

我々は、SELENE（かぐや）地形カメラによって得られた月面の正射（オルソ）画像データならびに数値地形/標高モデル（Digital Terrain/Elevation Model:DTM/DEM）データを利用したクレータ自動抽出 GUI ツールについて、研究開発を行ったので、それを報告する。本 GUI ツールで採用しているクレータ自動抽出の手法，入力データとなる SELENE 地形カメラオルソ画像データ，DTM/DEM データについては，春山，原（2021）¹⁾を参照されたい。またこれらのデータは，SELENE（かぐや）データアーカイブ²⁾から取得可能である。

1. I/O 機能

入力データ（SELENE 地形カメラオルソ画像データ，DTM/DEM データ）について，図 1 のような投影法変換ツールを開発した。変換対象ファイルの形式を選択 (1. Type)，変換対象ファイルの選択 (2. Input)，変換条件の設定 (3. Output) の 3 段階で設定することで投影法変換を実行できる。LROC データ (NAC_DTM/NAC_Ortho) にも対応している。また，このツールでは出力ファイルを GeoTIFF 形式で出力することも可能である。

The screenshot shows the 'Convert Map Projection' application window. It is organized into three main sections:

- 1. Type:** Contains three radio button options:
 - DTM_TCOrtho / DEM_TCOrtho (Select File)
 - DTM_MAP / TCOrtho_MAP (Select Directory / Folder)
 - NAC_DTM / NAC_Ortho (Select File)
- 2. Input:** Contains several input fields and buttons:
 - Input field with a 'Ref.' button.
 - Product ID field with an 'Info.' button.
 - Projection Type field.
 - Line Samples and Sample Bits fields.
 - Lines field.
 - Clear button.
 - Coordinates: UL, UR, LL, LR, each with Latitude and Longitude sub-fields.
 - Center field.
 - Resolution field with a unit indicator [m/pixel].
- 3. Output:** Contains projection and interpolation settings:
 - Projection tabs: SC, PS, LCC, TM (TM is selected).
 - Projection Center [deg] with Latitude and Longitude sub-fields and a 'Set' button.
 - Resolution [m/pixel] field.
 - Interpolation radio buttons: NN, BL, CC.
 - UL Lat [deg] and LR Lat [deg] fields with an 'Auto' button.
 - UL Lon [deg] and LR Lon [deg] fields.
 - Bottom left: 'Auto' button.
 - Bottom right: 'Ref.' button.

A large 'Convert' button is located at the bottom center of the window.

図 1 投影法変換ツール

さらに、4 節に述べる「解析範囲設定支援機能」に資するよう SELENE (かぐや) マルチバンドイメージファイルを結合するツールや PDS 形式ファイルを GeoTIFF 形式へ変換するツールを開発した。その画面を図 2、図 3 に示す。

Merge MI Map

1. Select Ref.

2. Input Del.

Product ID Info.

Projection Type

Line Samples Sample Bits

Lines

Latitude Longitude Latitude Longitude

UL UR

Center

LL LR

Resolution [m/pixel]

3. Output Ref.

Convert

図 2 MI Map 結合ツール

Convert To GeoTIFF

1. Input Ref.

Product ID Info.

Projection Type

Line Samples Sample Bits

Lines Clear

Latitude Longitude Latitude Longitude

UL UR

Center

LL LR

Resolution [m/pixel]

2. Output Ref.

Convert

図 3 GeoTIFF 形式変換ツール

2. クレータ自動抽出アルゴリズム

本抽出ツールに組み込んだクレータ抽出の手法（アルゴリズム）は、春山・原（2021）¹⁾に詳しい。本 GUI ではクレータ自動抽出プログラムを並列処理化することで処理速度の向上を実現している。

Intel Core i7-8700K(3.7GHz) (6 コア/12 スレッド)のプロセッサを使用し、10m/画素、面積 2,500km²の画像データおよび標高データより直径 30m~40km の月面クレータ約 7,000 個の同定に 10 秒以内で完了できるようになった。

また、抽出精度(表 1)については再現率、適合率とも抽出感度 1.00 で最大の 90%以上を実現するようにパラメータを調整した。TC 用、NAC 用にそれぞれパラメータを設定している。標準パラメータとして TC/NAC 共通で使えるパラメータも設定している。

表 1 では、自動検出されたクレータの内、手動で抽出したクレータとの中心位置のずれがクレータ直径の 20%以内、かつ、クレータ直径の違いが±20%以内であるものを正しく検出できているもの（正解数）として判定した結果を載せた。

表 1 抽出感度の違いによるクレータ自動抽出の精度

抽出感度	検出クレータ数		正解数	未検出数	誤検出数	再現率	適合率
	手動	自動					
0.90	5961	7132	4648	1313	2484	78.0%	65.2%
0.92	5961	6802	4783	1178	2019	80.2%	70.3%
0.94	5961	6503	4928	1033	1575	82.7%	75.8%
0.96	5961	6252	5083	878	1169	85.3%	81.3%
0.98	5961	6014	5247	714	767	88.0%	87.2%
1.00	5961	5802	5440	521	362	91.3%	93.8%
1.02	5961	5599	5131	830	468	86.1%	91.6%
1.04	5961	5388	4863	1098	525	81.6%	90.3%
1.06	5961	5176	4608	1353	568	77.3%	89.0%
1.08	5961	4975	4416	1545	559	74.1%	88.8%
1.10	5961	4808	4222	1739	586	70.8%	87.8%

3. クレータ自動抽出 GUI

クレータ自動抽出ツールを図4のように開発した。長方形で指定した範囲で自動抽出を実行することができる。クレータの読み込み、保存(図4赤枠)も可能である。クレータの追加、修正、削除などの編集(図4緑枠)も可能であるようにした。画像太陽方位角等の適当な処理パラメータ設定(図4黄枠)が可能である。

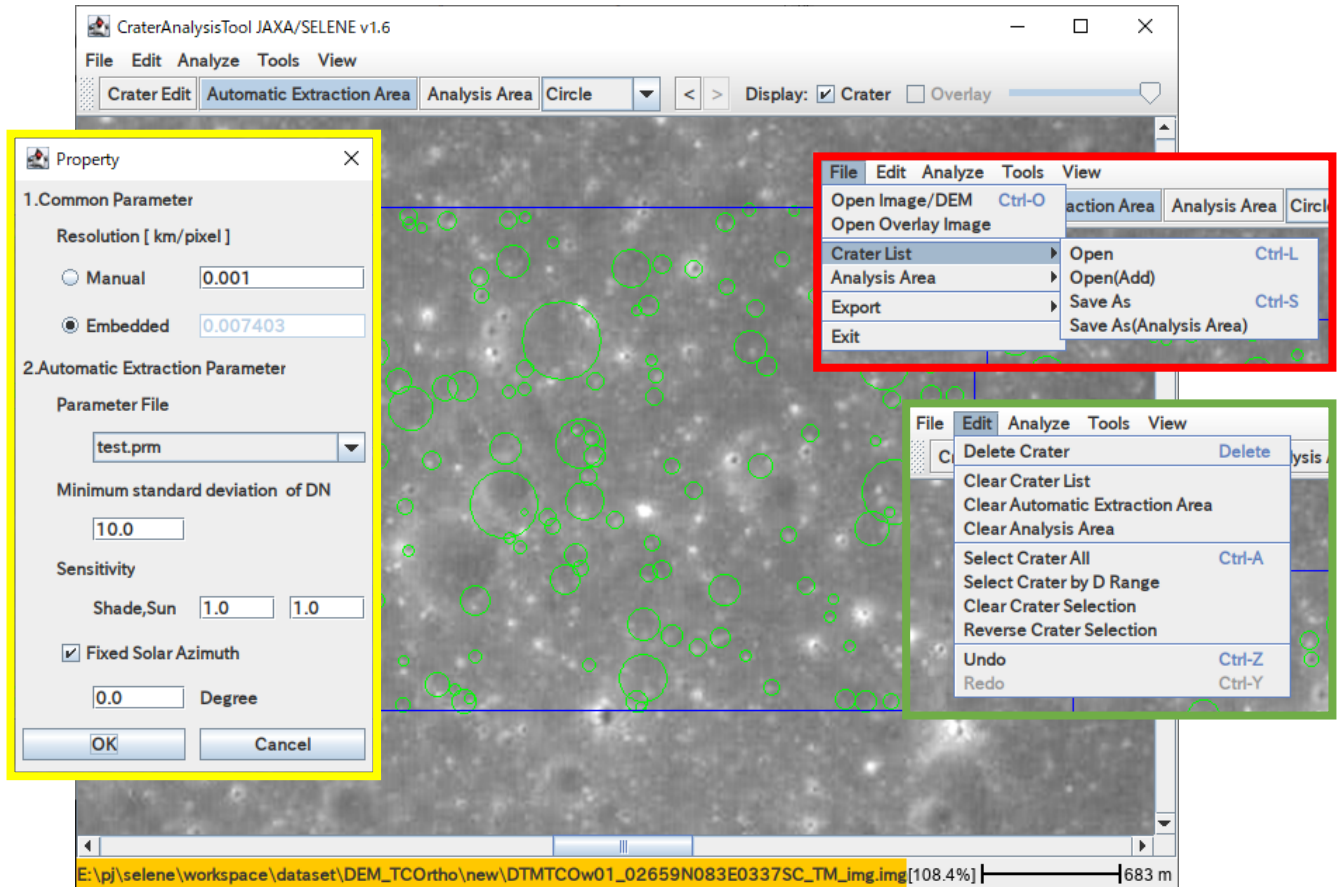


図4 クレータ自動抽出ツール

4. 解析範囲設定支援機能

SELENE 搭載のマルチバンドイメージャデータを入力し、地質単位区分(比演算, Ti(チタン)マップおよび Fe(鉄)マップ)を作成し表示する機能(図5)を開発した。また、解析対象画像に合わせて画像領域を切り出す機能も実現した。

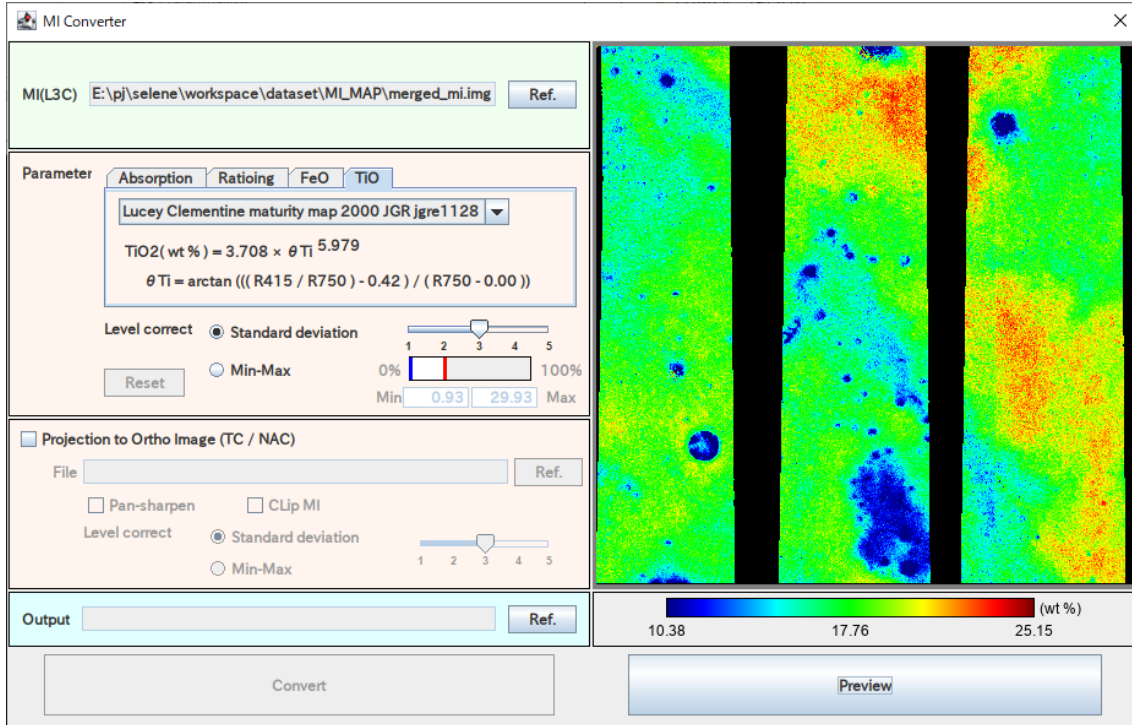


図5 地質単位区分作成機能

この機能で作成した地質単位区分マップは、PNG形式の画像ファイルに出力され、クレータ抽出ツールに重畳表示することができる(図6)。SELENE(かぐや)によって得られたデータを利用するための、WebGISを用いた解析・ダウンロードシステムである「かぐやデータ統合解析データ作製・配信システム」(KAGUYA Data Integrated Analysis System: KADIAS)²⁾で作成される地質単位区分を入力し表示する機能については、別途、GDAL等の画像変換ツールを用いて表示している画像と同じ範囲、座標系、解像度に変換されたPNG形式またはJPEG形式の画像を作成することで本ツールに入力し表示することが可能となるようにした。

地質単位区分マップを表示した状態で、解析領域を矩形やポリゴン、円で指定することで、抽出クレータ情報を出力できるようにもしている。これらの解析領域は複数または重ねて設定することができる。

また、地質単位区分マップは表示・非表示の切り替えや透明度を変更することができるようにして、地形画像を確認しながら解析領域を設定することができるようにした。

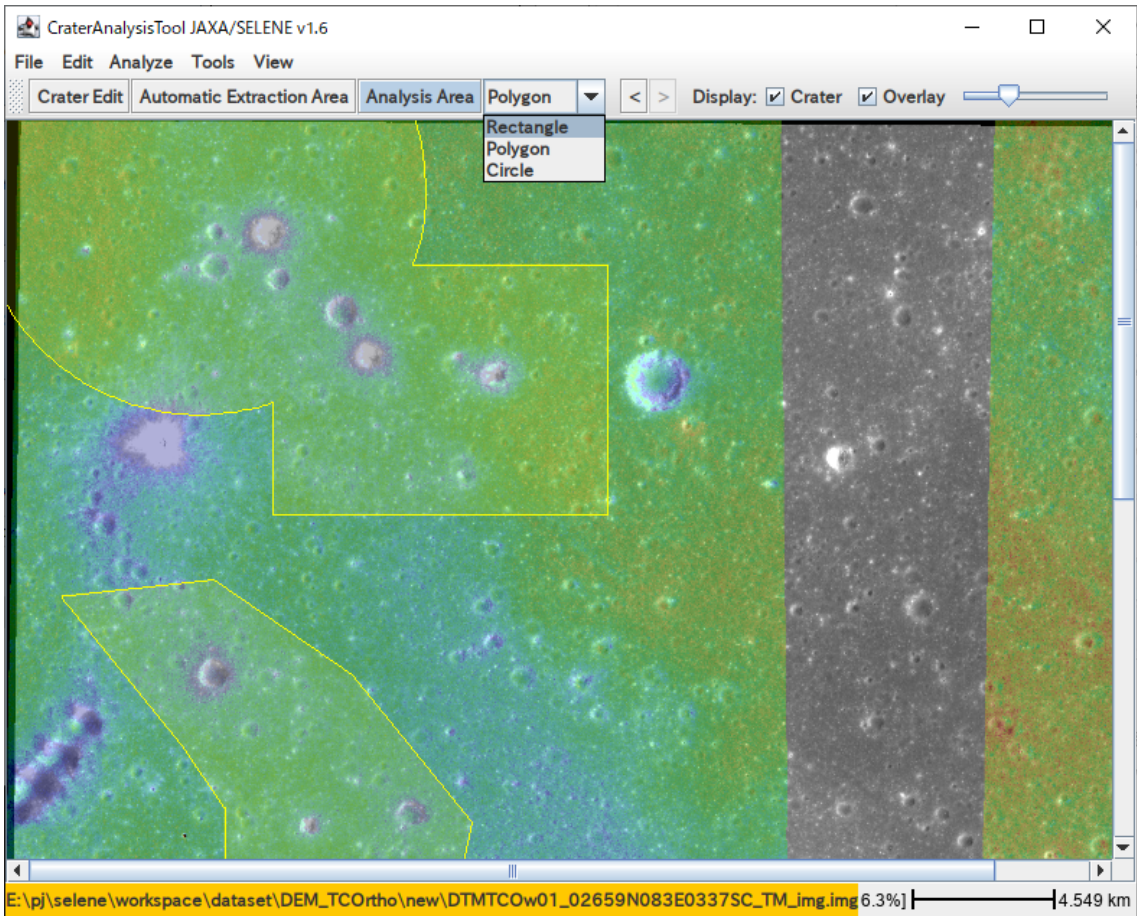


図6 地質区分オーバーレイ表示

5. 保存機能

クレータや解析範囲を保存，読み込む機能も，本 GUI には組み込んである（図7）。

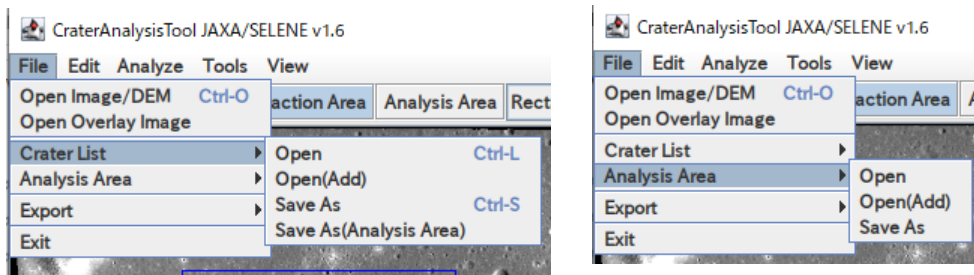


図7 解析結果保存機能

6. 言語

本 GUI ツールは基本的には英語表記であるが、ツールの起動画面については日本語での表示も可能にすることとした。日本語と英語の切り替えも設定することができる。

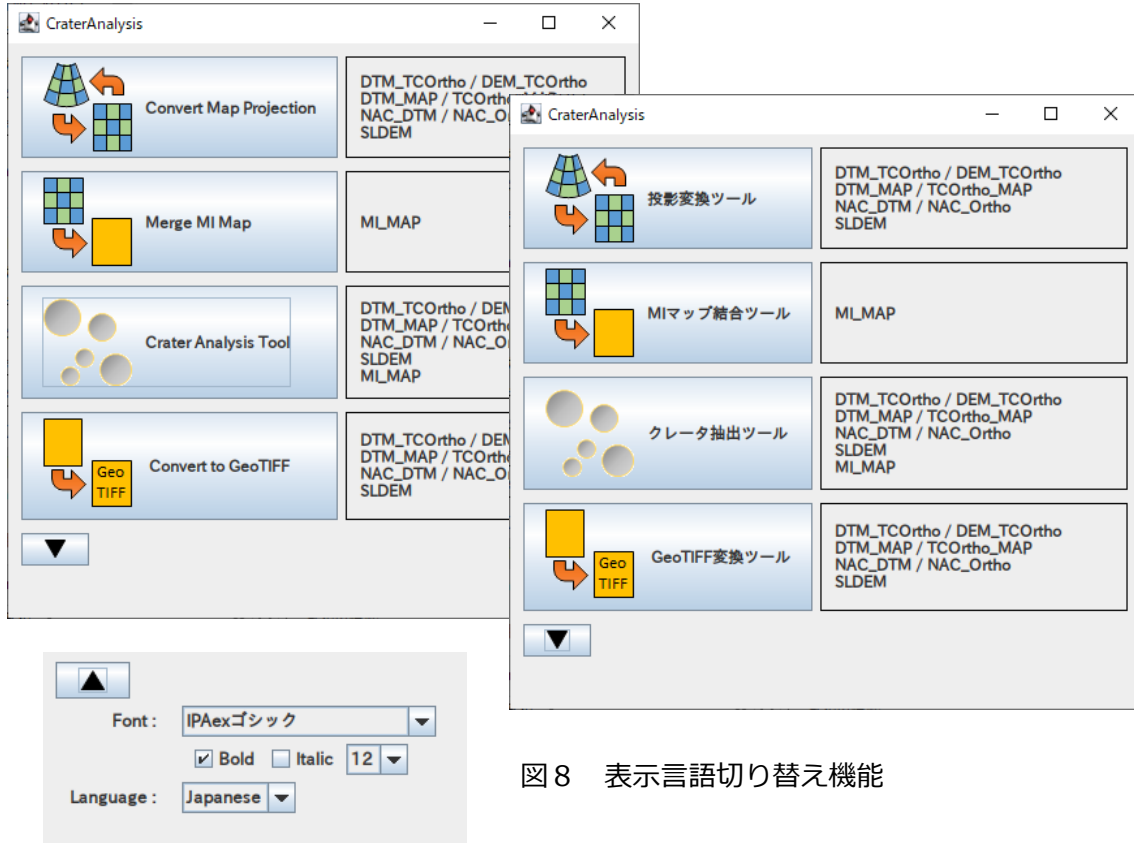


図8 表示言語切り替え機能

7. OS

対応した OS は表 2 のとおりである。

表 2 対応プラットフォーム

対応 OS	Windows 10 / Mac / Linux
対応 CPU	Intel Core-i5(2.5GHz)相当以上 Intel Core-i7(推奨)
メモリ	2GB 以上(4GB 以上推奨)
HDD	100MB 以上

まとめ

我々は、月面のクレータの検知(数え上げ)を自動的に行う GUI ツールの研究開発を行った。このツールは、春山, 原(2021)のクレータ抽出手法を組み込んだもので、SELENE 搭載の地形カメラによる立体視データ(オルソ画像と数値地形/標高データ)に適用される。GUI には、I/O 機能, 保存機能ほか、SELENE 搭載のマルチバンドイメージャデータを入力し、地質単位区分(比演算, Ti(チタン)マップおよび Fe(鉄)マップ)を作成し表示する機能なども搭載されている。本ツールは、今後広く一般に公開される。なお、本稿付録として、本 GUI ツールの取扱説明書を添付した。

謝辞

本研究開発は文部科学省特色ある共同研究拠点の整備の推進事業 JPMXP0619217839 の助成を受けた会津大学宇宙情報科学研究センター(月惑星探査アーカイブサイエンス拠点)との共同研究(2020年度, 課題名: SELENE(かぐや)画像データを利用しての月面クレータ自動抽出 GUI ツールの研究開発, Study and Development of the automatic crater extraction GUI tool using SELENE(Kaguya) image data)の成果に基づくものである。

参考文献・参考サイト

- [1] 春山純一, 原誠一, 「SELENE(かぐや)地形カメラによるオルソ画像と DEM を利用したクレータ検知手法」, 宇宙航空研究開発機構研究開発資料 RM-21-007, 2021.
- [2] かぐや(SELENE)データアーカイブサイト:
<https://darts.isas.jaxa.jp/planet/pdap/selene/index.html.ja>
- [3] かぐやデータ統合解析データ作製・配信システム:
<https://kadias.selene.darts.isas.jaxa.jp/>

付録

月面クレータ自動抽出GUIツール

取扱説明書

Ver.1.6

目次

1. はじめに.....	1
2. 動作環境.....	1
3. インストール・実行方法.....	2
3. 1. Windows 版.....	2
3. 1. 1. インストール.....	2
3. 1. 2. 実行.....	2
3. 2. Mac 版.....	3
3. 2. 1. インストール.....	3
3. 2. 2. 実行.....	6
3. 3. Linux 版.....	7
3. 3. 1. インストール.....	7
3. 3. 2. 実行.....	7
4. 機能詳細.....	8
4. 1. メイン画面.....	8
4. 2. 投影変換ツール.....	10
4. 3. MI マップ結合ツール.....	14
4. 4. クレータ抽出ツール.....	16
4. 4. 1. メニューバー.....	17
4. 4. 2. ツールバー.....	29
4. 4. 3. ステータスバー.....	29
4. 4. 4. スケールバー.....	29
4. 5. GeoTIFF 変換ツール.....	30
5. 操作説明.....	31
5. 1. 表示.....	31
5. 2. クレータ編集.....	31
5. 3. クレータ自動抽出範囲設定.....	33
5. 4. クレータ解析範囲設定.....	33
5. 5. 出力ファイル.....	33
Appendix A. 操作手順サンプル.....	34
Appendix B. 計算パラメータ.....	45

1. はじめに

本書は、月面クレータ自動抽出 GUI ツールの取扱い方法について記述したものです。本ツールの概要を図 9 に示します。なお、本文中では「フォルダ」を「ディレクトリ」と表記しますので、適宜読み替えてください。

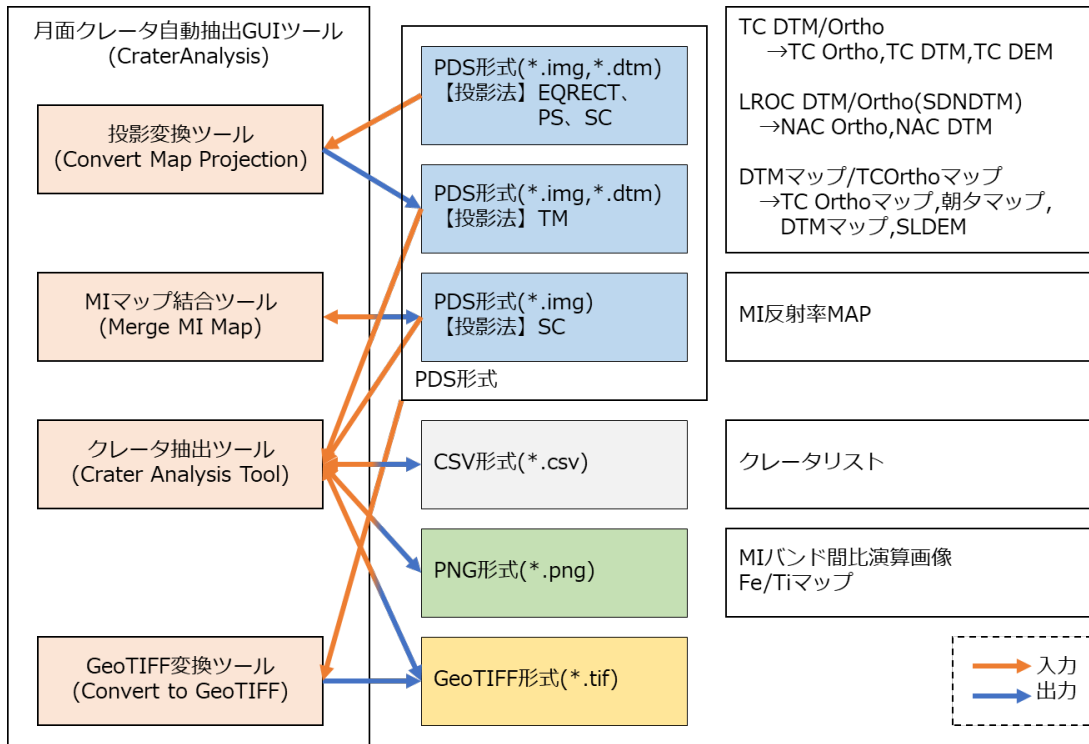


図 9. 月面クレータ自動抽出 GUI ツールの処理概要

2. 動作環境

本ツールを使用するためのハードウェア環境を表 3 に示します。

表 3. 動作環境

対応 OS	Windows 10 / Mac / Linux
対応 CPU	Intel Core-i5(2.5GHz)相当以上 Intel Core-i7(推奨)
メモリ	2GB 以上(4GB 以上推奨)
HDD	100MB 以上

3. インストール・実行方法

注意：配布プログラムを OneDrive、GoogleDrive、iCloud などのクラウドサービスへインストールすると正常に動作しない場合があります。

3. 1. Windows 版

3. 1. 1. インストール

配布されるファイル「CraterAnalysis_v1.6.x.win.zip」は ZIP 圧縮されており、任意のディレクトリへ解凍します。展開されたファイル構成は、以下のようになります。

CraterAnalysis_v1.6.x/ bin/ jar/ jre/ lib/ prm/ CraterAnalysis.bat
--

CraterAnalysis.bat : 実行ファイル

一度、実行すると同じディレクトリに以下のファイルが生成されます。

- App.properties
- CraterAnalysisTool.ini

3. 1. 2. 実行

CraterAnalysis.bat を実行することでツールが起動します。

※初回起動時は起動まで時間がかかることがあります。

3. 2. Mac 版

3. 2. 1. インストール

配布される以下のファイルを任意の場所へ解凍します。

- Intel 版 : CraterAnalysis_v1.6.x.mac.zip
- M1 版 : CraterAnalysis_v1.6.x.m1mac.zip

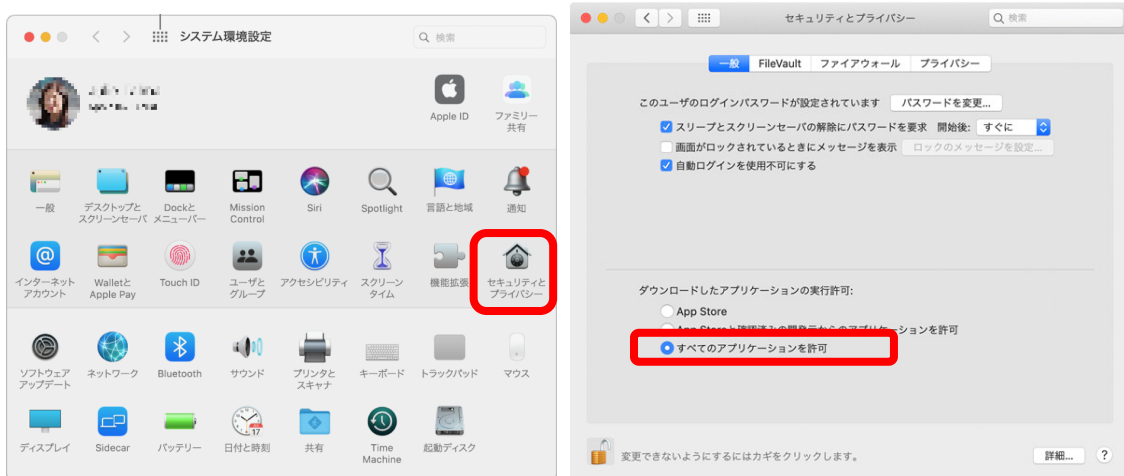
macOS 10.15 以降については以下の手順を実施します。それ以前のバージョンでも以下のエラーが発生する場合は、同様の手順が必要となります。



(1) 配布ファイルをダウンロードあるいはコピーする前に、「システム環境設定」にある「セキュリティとプライバシー」を開き、「すべてのアプリケーションを許可」が選択されていることを確認します。

※「すべてのアプリケーションを許可」が表示されていない場合、ターミナルにて以下のコマンドを実行します。(実行時にパスワードの入力を求められます。)

```
> sudo spctl --master-disable
```



- (2) 配布ファイルを展開します。ダウンロードあるいはコピーした際に自動的に解凍される場合があります。
- (3) ファイルを展開したディレクトリが「Downloads」以外の場合(\$curdir)は、以下のファイルを編集します。

```
$curdir/CraterAnalysis_v1.6.0.app/Contents/MacOS/CraterAnalysis.sh
```

3行目の「cd ~/Downloads/CraterAnalysis・・・」を「cd \$curdir/CraterAnalysis・・・」に変更します。

- (4) Automator を起動し、「アプリケーション」を選択します。



- (5) 「シェルスクリプトを実行」を右側へドラッグし、シェルで「/bin/bash」を選択し、テキストボックスに以下を記入する。

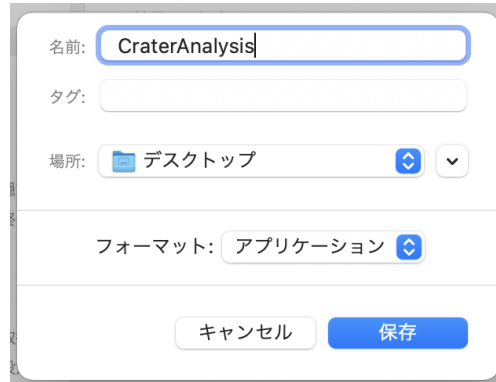
```
「$curdir/CraterAnalysis_v1.6.0.app/Contents/MacOS/CraterAnalysis.sh」
```

\$curdir はファイルを展開したディレクトリを示している。

また、右上の実行ボタンをクリックしてアプリケーションが実行できるかを確認します。

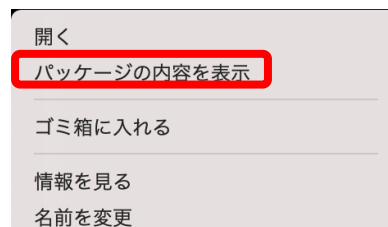


- (6) ファイルメニューから保存をクリックするか、Command+S で保存します。名前を任意に設定し、場所に「デスクトップ」、フォーマットに「アプリケーション」を選択して保存します。

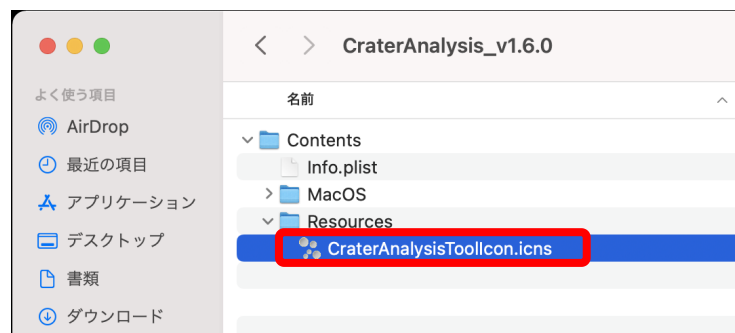


- (7) デスクトップに Automator のアイコンが作成されます。アイコンは以下の手順で変更できます。(アイコンを変更する必要がなければ省略可能です。)

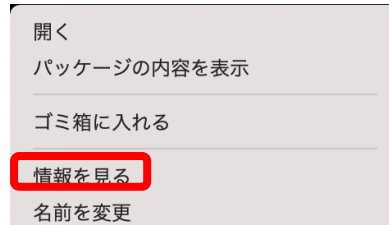
- 展開したディレクトリ「CraterAnalysis_v1.6.0.app」を Finder で表示し、control キーを押しながらクリックします。表示されるメニューから「パッケージの内容を表示」を選択します。



- 更に Contents、Resources と進み、「CraterAnalysisToolIcon.icns」をダブルクリックし、プレビューアプリにて表示させ、「編集」→「コピー」を選択、あるいは Command+C で画像をコピーします。



- (6)で作成したアイコンを control キーを押しながらクリックします。表示されるメニューから「情報を見る」を選択します。



- 表示されるウィンドウの左上のアイコンをクリックし、選択状態で Command+V によりアイコンを更新します。



- (8) (1)で設定した状態を以下のコマンドで解除します。

```
> sudo spctl --master-enable
```

3. 2. 2. 実行

初回実行時は、Finder からデスクトップを選択し、control キーを押しながら CraterAnalysis_v1.6.x をクリックし、メニューから「開く」を実行します。確認ダイアログが表示される際には、「開く」を選択します。(1)~(7)の手順を実施した場合は設定した名称のアイコンをダブルクリックすれば起動します。

2回目以降は、デスクトップにある CraterAnalysis_v1.6.x をダブルクリックすることでツールが起動します。

※初回起動時は起動まで時間がかかることがあります。

※起動しない場合は、ターミナルから直接シェルスクリプトを実行します。

赤字の部分は状況に応じて読み替えてください。

```
> bash ~/Desktop/CraterAnalysis_v1.6.x.app/Contents/MacOS/CraterAnalysis.sh
```

3. 3. Linux 版

3. 3. 1. インストール

配布されるファイル「CraterAnalysis_v1.6.x.tag.gz」をユーザディレクトリ配下にコピーします。以下のコマンドを実行し、展開、セットアップします。

実行コマンド

```
$ tar xzf CraterAnalysis_v1.6.x.tar.gz
$ cd CraterAnalysis_v1.6.x
$ bash setup.sh
```

展開されたファイル構成は、以下のようになります。

```
CraterAnalysis_v1.6.x/
  CraterAnalysis.sh
  CraterAnalysisToolIcon.png
  bin/
  jar/
  jre/
  lib/
  prm/
  setup.sh
```

CraterAnalysis.sh : 実行ファイル

Setup.sh : セットアップファイル

一度、実行すると同じディレクトリに以下のファイルが生成されます。

- App.properties
- CraterAnalysisTool.ini

3. 3. 2. 実行

初回実行時は、デスクトップにある「CraterAnalysis.desktop」を実行します。セキュリティの確認ダイアログが表示される場合は、信頼して起動します。または、右クリックして「起動を許可する」を選択します。

以降はデスクトップにある「CraterAnalysis」のアイコンを実行します。

デスクトップにファイルが生成されない場合は、端末から「CraterAnalysis.sh」を実行してください。

※初回起動時は起動まで時間がかかることがあります。

4. 機能詳細

4. 1. メイン画面

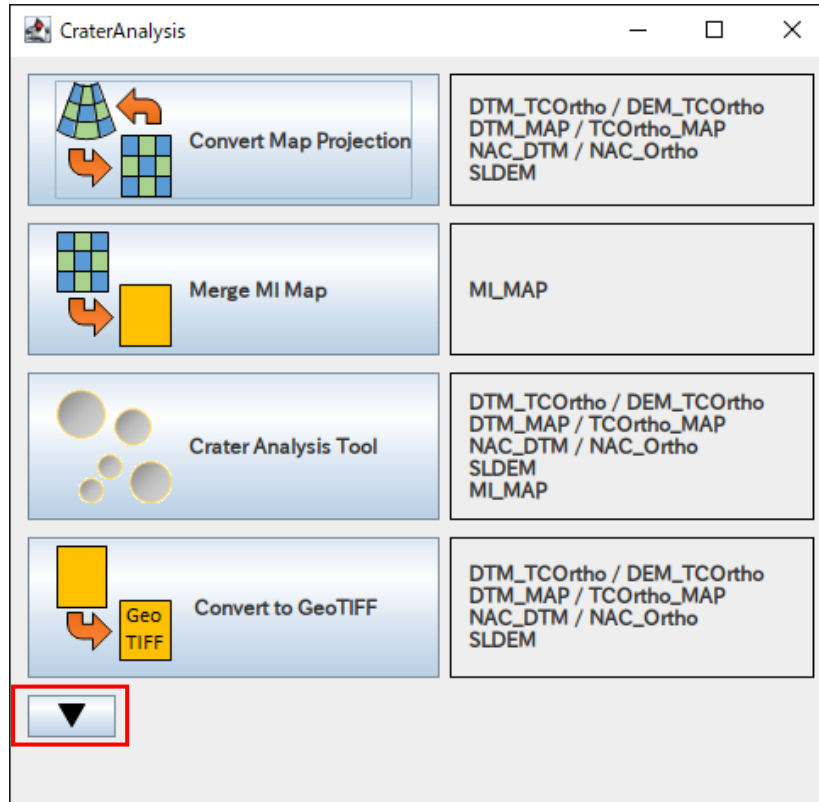


図 10. メイン画面

4つの機能を実行できます。上から投影変換ツール、MIマップ結合ツール、クレータ抽出ツール、GeoTIFF変換ツールです。

投影変換ツールは、画像の横方向と縦方向のスケールが同じになる（クレータが楕円ではなく円形になる）ような投影法（横メルカトル図法（TM）やポーラステレオ図法（PS））に画像とDEMを変換します。また、クレータ抽出ツールに入力可能なフォーマット（Attached PDS format）に変換します。

MIマップ結合ツールは、クレータ抽出ツールで広域の地質区分図（MIの比演算画像やFeO、TiO₂分布図）を作るために、1度×1度のタイル単位の複数のMIマッププロダクトを結合します。

クレータ抽出ツールは、投影変換ツールで変換した画像とDEMを入力して、クレータの自動抽出、マニュアル編集を行います。また、MIマッププロダクトによる地質区分図作成、地質区分図の種類ごとの解析エリアの設定、解析エリアごとのクレータ統計情報の算出お

よび簡易年代測定を行います。

GeoTIFF 変換ツールは、投影変換ツールで投影変換した TC オルソ/DEM プロダクトを他の画像解析ソフトなどで入力できるように GeoTIFF 形式に変換します。

また、画面下にあるボタン(赤枠)をクリックすると図 1 1 のようにフォントと言語を選択することができます。同じボタンをクリックすると非表示になります。フォントやフォントサイズを変更すると画面上で表示が切れてしまうことがありますが、その際はウィンドウサイズを変更することで調整してください。



図 1 1 . 表示設定

4. 2. 投影変換ツール

1. Type

DTM_TCOrtho / DEM_TCOrtho (Select File)

① DTM_MAP / TCOrtho_MAP (Select Directory / Folder)

NAC_DTM / NAC_Ortho (Select File)

2. Input

Input Ref. ②

Product ID Info. ③

Projection Type

Line Samples Sample Bits

Lines Clear ④

Latitude Longitude Latitude Longitude

UL UR

Center

LL LR

Resolution [m/pixel]

3. Output Projection

SC PS LCC TM

Projection Center [deg] Latitude Longitude

⑤

Set ⑥

Resolution [m/pixel] ⑦

Interpolation NN BL CC ⑧

UL Lat [deg] LR Lat [deg] Auto ⑩

UL Lon [deg] LR Lon [deg] ⑨

Auto ⑪ ⑫ Ref. ⑬

Convert ⑭

図 1 2. 投影変換ツール画面

(1) ファイル種別選択(Type)

変換対象のファイル種別を選択(①)します。

(2) 入力ファイル選択(Input)

②「Ref.」ボタン：(1)でファイル種別を選択すると実行可能になります。クリックするとファイル選択ダイアログが表示されます。ファイル種別が Select File の場合、選択ダイアログで選択したファイルのラベル情報が各フィールドに表示されます。Select Directory/Folder の場合、ファイルあるいはディレクトリを選択した後、図 1 3 のダイアログが表示され、標高ファイル(.dtm⁴)か画像ファイル(.img)かを選択します。ファイルを選択した場合、そのファイルが存在しているディレクトリ、ディレクトリを選択した場合、選択したディレクトリ中の先頭の該当ファイルのラベル情報が表示されます。

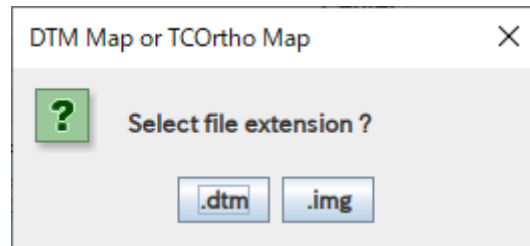


図 1 3. データ種別選択

③「Info.」ボタン：ファイルが選択されると実行可能になります。クリックすると選択されているファイルのすべてのラベル情報が図 1 4 のように表示されます。テキストボックスにキーワードを入力するとハイライト表示され、横の左右ボタンでフォーカスを移動させることができます。

⁴ 現在の「かぐや(SELENE)データアーカイブ」で公開されている TC DTM MAP データの拡張子は.img となるため、「.img」を指定してください。

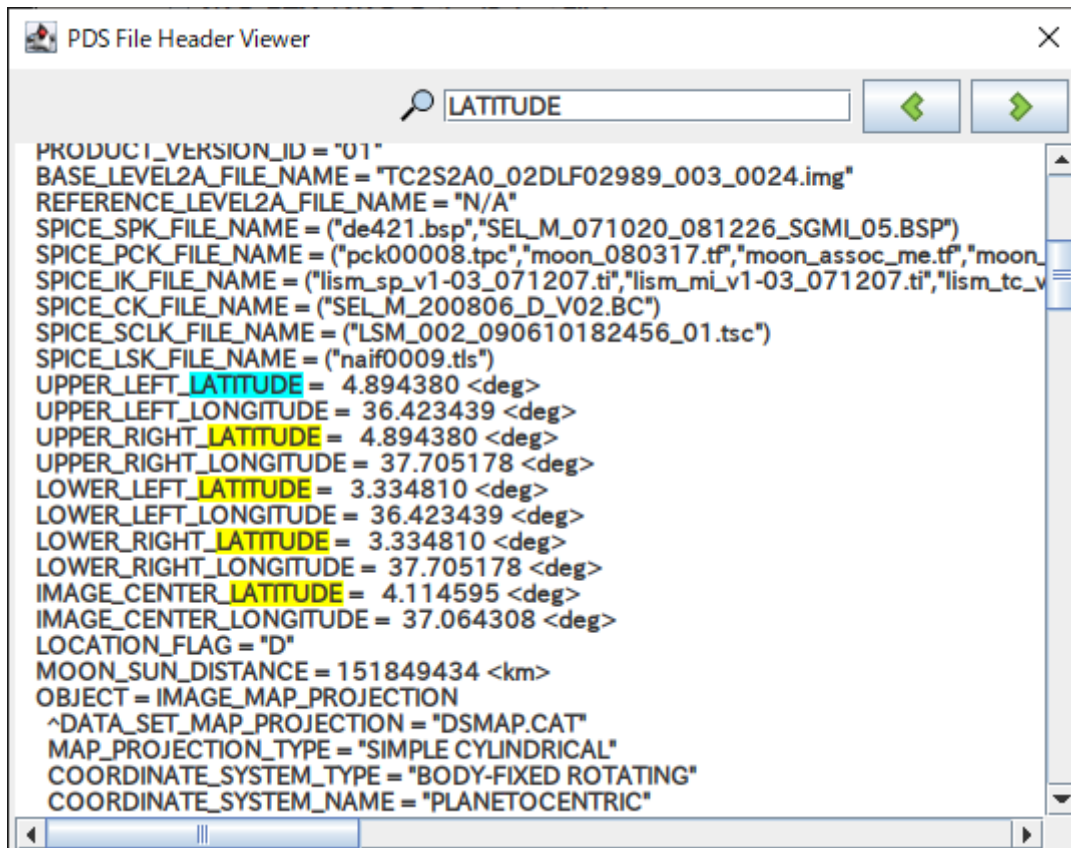


図 1 4. ラベル情報ビューア

- ④ 「Clear」 ボタン：ファイルが選択されると実行可能になります。クリックすると選択されているファイルが解除されます。

(3) 出力設定(Output)

投影法の変換条件を設定します。変換可能な投影法は Transverse Mercator(以降 TM と記述します)と Polar Stereographic(以降 PS と記述します)となります。入力された各設定値は、終了するまで維持されます。

- ⑤ 「投影中心座標」 入力：投影中心座標の緯度・経度を度で入力します。
- ⑥ 「Set」 ボタン：ファイルが選択されると実行可能になります。クリックすると選択されているファイルのラベル情報から投影中心の座標を設定します。
- ⑦ 「Resolution」 入力：変換後の 1 画素当たりの距離をメートル(m)で入力します。
- ⑧ 「Interpolation」 選択：補間方法を選択します。次の 3 種類から選択します。
- 最近傍補間 (ニアレストネイバー Nearest neighbor : NN)
 - 双一次補間 (バイリニア補間 Bilinear : BL)

- バイキュービック補間

(キュービックコンボリューション補間 Cubic convolution : CC)

※IMG など視覚的な補間には CC、DTM など解析的な補間には BL を使うことが多く、それがデフォルトの設定となっています。

- ⑨ 「出力範囲座標」入力：切り出し位置の左上の緯度・経度、右下の緯度・経度を度で入力します。
- ⑩ 「Auto」ボタン(右側)：出力範囲座標より上の入力や選択が完了していると実行可能になります。クリックすると選択ファイル全域が対象となるような出力範囲座標を計算し、入力欄に設定します。
- ⑪ 「Auto」ボタン(左側)：入力ファイルが選択されると実行可能になります。クリックで入力ファイル名に変換後の投影法を付加した出力ファイル名を設定します。
- ⑫ 「出力ファイル名」入力：変換後の出力ファイル名を指定します。「Auto」ボタン(左側)や「Ref.」ボタンをクリックすることで出力ファイル名を設定できます。拡張子が「.tif」の場合は GeoTIFF 形式で出力します。
- ⑬ 「Ref.」ボタン：出力ファイル名をファイル選択ダイアログから設定します。拡張子のフィルタ選択により、PDS 形式と GeoTIFF 形式を選択できます。

(4) 実行ボタン(Convert)^⑭

投影変換に必要なすべてのパラメータが設定されると実行可能になります。

設定された出力ファイルが存在している場合、「中断」か「上書き」かを確認します。処理が開始されると進捗状況を表示するダイアログが表示されます。設定状況によっては完了まで時間がかかります。中断する場合は「Cancel」ボタンをクリックしてください。出力ファイルサイズが大きすぎるなど処理に失敗した場合は、エラーダイアログが表示されます。

4. 3. MI マップ結合ツール

図 1 5. MI マップ結合ツール画面

(1) 対象ディレクトリ選択(Select)

- ① 「Ref.」 ボタン：クリックするとディレクトリ選択ダイアログが表示されます。
MI マップが格納されたディレクトリを選択します。
- ② 「対象ファイルリスト」 リスト：選択したディレクトリに含まれるファイルの一覧が表示されます。拡張子が img のファイルのみ表示されます。また、サブディレクトリ内のファイルは表示されません。一覧中のファイル名を選択すると該当ファイルのラベル情報が③の各フィールドに表示されます。

(2) 入力ファイル選択(Input)

④「Del.」ボタン：対象ディレクトリが選択されると実行可能になります。クリックすると②で選択されているファイルがリストから除外されます。

⑤「Info.」ボタン：対象ディレクトリが選択されると実行可能になります。クリックすると②で選択されているファイルのすべてのラベル情報が図 1 4 のように表示されます。

(3) 出力ファイル設定(Output)

結合結果の出力ファイル名を設定します。

⑥「出力ファイル名」入力：結合後の出力ファイル名を直接入力、編集します。「Ref.」ボタンをクリックすることで出力ファイル名を設定できます。

⑦「Ref.」ボタン：出力ファイル名をファイル選択ダイアログから設定します。

(4) 実行ボタン(Convert)⑧

結合処理に必要なすべてのパラメータが設定されると実行可能になります。

実行時動作は、投影変換ツールと同様。

注) 使用する計算機の実環境（メモリ容量等）により結合できる画像サイズに上限がある（実行がエラーで終了する）場合があります。

4. 4. クレータ抽出ツール

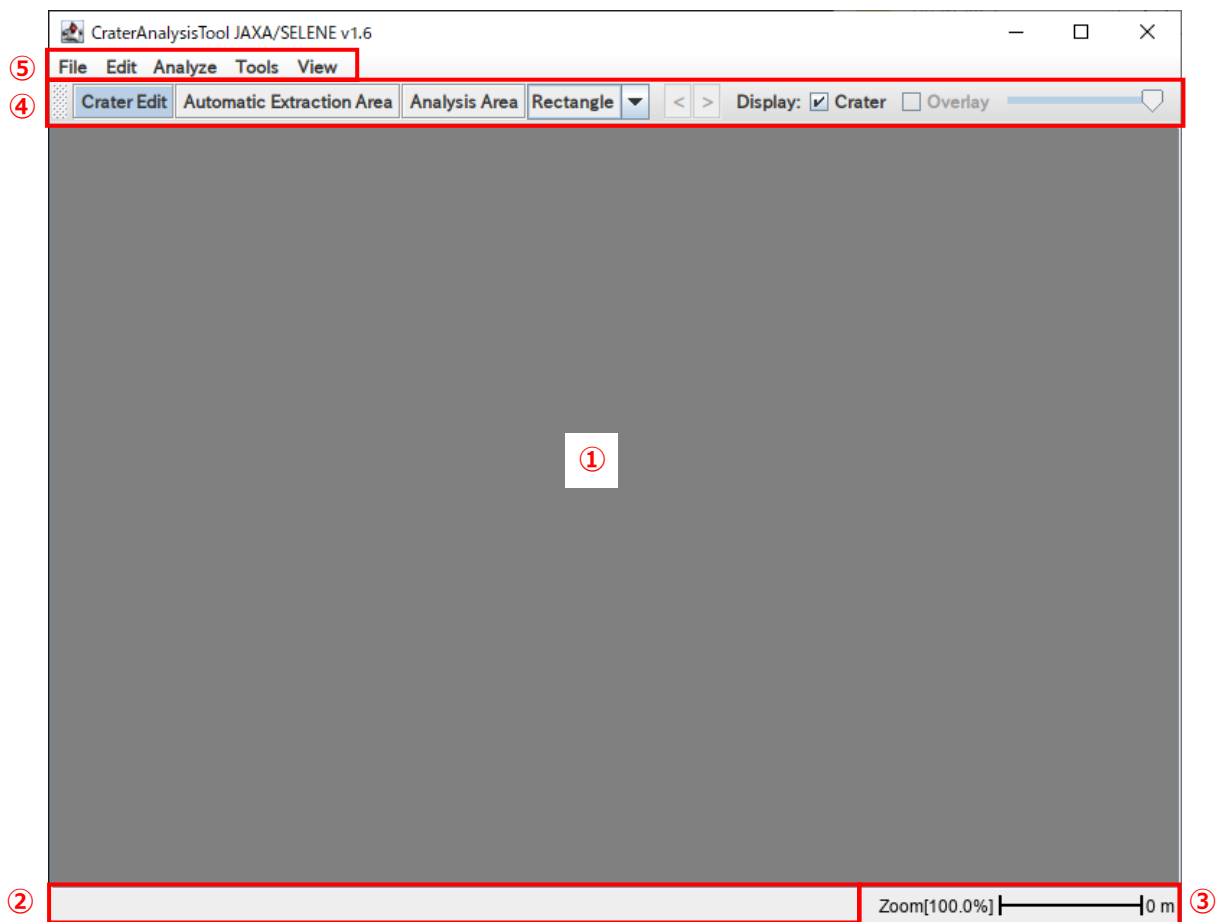


図 1 6. クレータ抽出ツール画面

- ① メニューバー : 各機能の実行
- ② ツールバー : 画面上での操作
- ③ ステータスバー : 表示中ファイル名の表示
- ④ スケールバー : 表示倍率、縮尺の表示
- ⑤ メインフィールド : 画像表示、解析操作の領域

4. 4. 1. メニューバー

(1) File

表 4. File メニュー

メニュー項目	動作
Open Image/DEM	SELENE DTM プロダクト(PDS 形式)ファイルを開きます。GeoTIFF 形式ファイルも開くことができます。詳細を以下に記載します。
Open Overlay Image	オーバーレイ画像(PNG 形式)を開きます。
Crater List	
Open	クレータリストを読み込みます。
Open(Add)	クレータリストを読み込み、現在のクレータリストに追加します。
Save As	クレータリストを保存します。
Save As (Analysis Area)	Analysis Area で設定されている領域のクレータリストのみを保存します。
Analysis Area	
Open	解析範囲を読み込みます。
Open(Add)	解析範囲を読み込み、現在の解析範囲に追加します。
Save As	解析範囲を保存します。
Export	
DS9	DS9(Region)形式で保存します。
Exit	プログラムを終了します。

【Open Image/DEM】

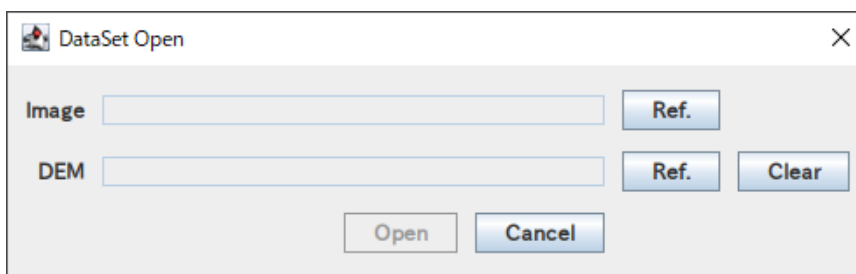


図 17. ファイル選択ダイアログ

「Ref.」ボタンをクリックするとファイル選択ダイアログが表示されます。選択可能なファイル形式は PDS 形式と GeoTIFF 形式の 2 種類です。画像ファイル(Image)は投影法が TM または PS で、データタイプが 2 バイトまでの整数型である必要があります。選択時に図 10 のデータ内容確認ダイアログが表示されます。標高ファイル (DEM)の指定は任意で、投影法が TM または PS で、データタイプが 2 バイトの整数型または 4 バイトの実数型である必要があります。DEM ファイルが指定されない場合、DEM ファイルを利用しないで画像ファイルのみでクレータの自動抽出が行われます。

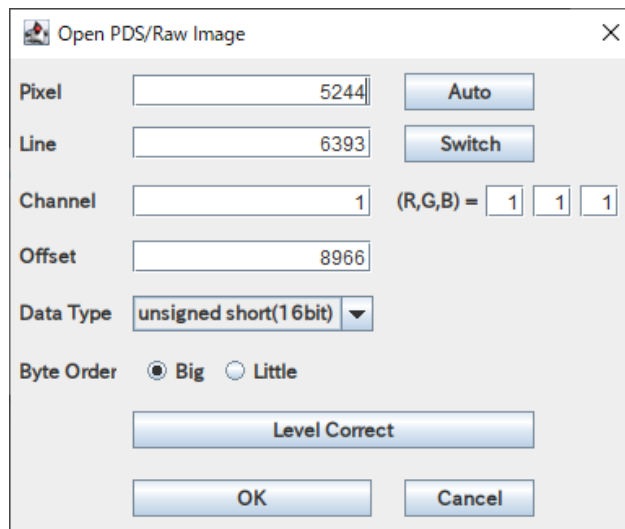


図 18. データ内容確認ダイアログ

データ内容確認ダイアログで「Level Correct」ボタンをクリックすると表示レベルの編集ダイアログが表示されます。

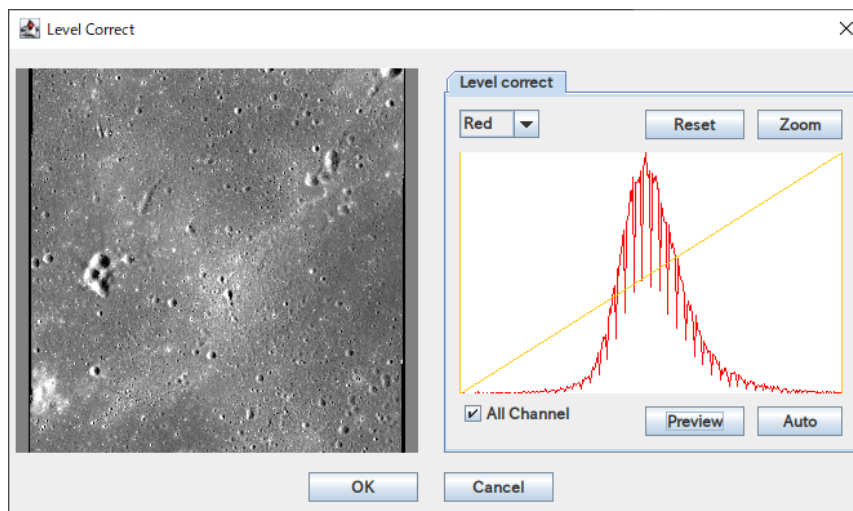


図 19. 表示レベル編集ダイアログ

表示レベル編集ダイアログの右側にはデータのヒストグラムが表示されます。データの取り得る全範囲で表示するとピーク周辺の幅が狭くなるため十分なコントラストが得られない状況です。

「Auto」ボタンをクリックするとデータが存在している範囲に対し、平均値を中心とする $\pm 3 \times$ 標準偏差の範囲を最大・最小となるように線形変換します。また、ヒストグラム表示領域の黄色い縦線をドラックすることで最大・最小を任意に設定することも可能です。

「Zoom」ボタンをクリックすると設定した最大・最小が表示領域の両端になるように表示を拡大します。

「Reset」ボタンをクリックするとデータ型の最大・最小が表示領域の両端になるように表示を初期状態に戻します。

「All Channel」チェックボックスや左上のコンボボックスでチャンネル (R,G,B) を指定して表示することが可能です。

「Preview」ボタンをクリックすると、表示レベル編集ダイアログの左側の領域に現在の表示レベルで簡易表示されます。

ファイル選択ダイアログの「Clear」ボタンをクリックすると読み込まれていた標高ファイル(DEM)を解除します。

「Open」ボタンをクリックすると Image と DEM で設定したファイルの読み込みを開始します。読み込んだ Image のファイル名はステータスバーに表示され、DEM が読み込まれている場合は、表示されるファイル名に背景色が付与されます。

(2) Edit

表 5. Edit メニュー

メニュー項目	動作
Delete Crater	選択されたクレータを削除します。
Clear Crater List	クレータリストをすべて削除します。
Clear Automatic Extraction Area	クレータ自動抽出範囲を削除します。
Clear Analysis Area	解析範囲を削除します。
Select Crater All	すべてのクレータを選択します。
Select Crater by D Range	クレータの直径の範囲を指定して選択します。
Clear Crater Selection	すべてのクレータの選択状態を解除します。
Reverse Crater Selection	クレータの選択状態を反転します。
Undo	1 つ前の操作に戻ります。
Redo	1 つ先の操作に進みます。

(3) Analyze

表 6. Analyze メニュー

メニュー項目	動作
Automatic Crater Extraction	設定されたクレータ自動抽出範囲のクレータを自動抽出します。クレータ自動抽出範囲が設定されていない場合は、全領域を対象とします。 LROC NAC オルソ/DEM プロダクトのデータについても TM 座標あるいは PS 座標へ変換されていれば実行できます。
Histogram	クレータリストのヒストグラムを作成します。詳細を以下に記載します。
Area Size	解析範囲の面積を求めます。
Property	解析パラメータを指定します。詳細を以下に記載します。

【Histogram】

Histogram						
File Analyze						
D	F(D)	N_diff	N_diff_Error	C(D)	N_cum	N_cum_Error
0.029611...	63	0.034384...	0.0043319...	1547	0.8443218...	0.021466...
0.037279...	117	0.063856...	0.0059035...	1484	0.8099377...	0.021024...
0.046931...	294	0.160459...	0.0093581...	1367	0.7460814...	0.020179...
0.059083...	124	0.067676...	0.0060775...	1073	0.5856221...	0.017877...
0.074381...	342	0.186656...	0.0100932...	949	0.5179453...	0.016813...
0.093641...	219	0.119525...	0.0080768...	607	0.3312885...	0.013446...
0.117887...	135	0.073680...	0.0063413...	388	0.2117626...	0.010750...
0.148411...	110	0.060035...	0.0057241...	253	0.1380823...	0.008681...
0.186839...	56	0.030563...	0.0040842...	143	0.0780465...	0.006526...
0.235216...	36	0.019648...	0.0032746...	87	0.0474828...	0.005090...
0.296119...	20	0.010915...	0.0024408...	51	0.0278347...	0.003897...
0.372792...	16	0.008732...	0.0021831...	31	0.0169191...	0.003038...
0.469318...	14	0.007640...	0.0020421...	15	0.0081867...	0.002113...
0.590837...	0	0.0	0.0	1	5.4578015...	5.457801...
0.743819...	0	0.0	0.0	1	5.4578015...	5.457801...
0.936413...	0	0.0	0.0	1	5.4578015...	5.457801...
1.178874...	1	5.457801...	5.4578015...	1	5.4578015...	5.457801...

図 20. ヒストグラム画面

図 20 に表示されるテーブルの各列の内容を表 7 に、メニューの内容を表 8 に示します。

表 7. Histogram 表示内容

列名	内容
D	クレータ直径の最小値から最大値までのヒストグラム区間の境界値（常用対数での線形区間）
F(D)	D の各区間での度数
N_diff	解析範囲面積当たりの D の各区間での度数
N_diff_Error	解析範囲面積当たりの D の各区間での度数の標準偏差
C(D)	D の各区間での累積度数
N_cum	解析範囲面積当たりの D の各区間での累積度数
N_cum_Error	解析範囲面積当たりの D の各区間での累積度数の標準偏差

表 8. Histogram メニュー

メニュー項目	動作
File	
Save Histogram	ヒストグラムを保存します。
Exit	ヒストグラム表示画面を終了します。
Analyze	
Calc Ages	年代を計算します。ヒストグラムテーブルを選択（複数）することで選択された直径データを使用して年代計算を簡易的に求めることができます。
Property	ヒストグラムの設定を変更します。Bin サイズと分割数のどちらかを指定します。 ヒストグラムの区間幅は、クレータ直径の常用対数の最大値と最小値を分割して決定します。Bin サイズ（ステップ幅）を指定すると分割数が決定し、分割数を指定すると Bin サイズ（ステップ幅）が決定します。

【Property】

解析パラメータ

a)画像解像度指定

手動で解像度を指定するかファイルの PDS 情報の解像度を用いるかのどちらかを選択します。通常は PDS 情報の解像度を用いる「Embedded」を選択します。「Manual」は PDS 情報に解像度がない場合に指定します。

b)クレータ自動抽出パラメータ[※]

クレータ抽出パラメータファイルを選択します。パラメータファイルの書式は「Appendix C. 計算パラメータ」を参照。

c)抽出対象エリアの輝度標準偏差の最小値。輝度変化の少ない（起伏変化のない）領域を抽出対象から除外するために指定します。TC オルソと NAC オルソは通常 10.0 を指定します。

d)影・日向領域抽出感度

クレータ（クレータ内部の影・日向領域）の抽出感度を指定します。1.0 以下で感度高、1.0 以上で感度低。

e)太陽方位角固定

太陽方位角固定パラメータはクレータ自動抽出において使用します。DTM/TC オルソプロダクト（シーン）は PDS 情報から太陽方位角を読み込み使用しますが、太陽方位角を固定することでマニュアルで太陽方位角を設定することが出来ます。マッププロダクトや NAC オルソプロダクトについては、PDS 情報に太陽方位角が含まれないため、この太陽方位角固定パラメータ（画像上方から右回りの角度）を設定してください。

※クレータ自動抽出パラメータは、必要に応じて prm ディレクトリ内に追加、編集することで変更することができます。初期パラメータとして default.prm（TC 用に最適化されたもので NAC でも利用可能）を用意してあります。太陽条件等により抽出されるクレータの数が変化することがありますので、必要に応じてパラメータを調整してください。

(4) Tools

表 9. Tools メニュー

メニュー項目	動作
MI Converter	MI(Multiband Image)の比演算や FeO/TiO ₂ 分布画像を作成します。出力は PNG(32bit、ブランクが透過)形式となります。詳細を以下に記載します。
GeoTiff Converter	GeoTIFF 形式ファイルを PNG 形式に変換します。詳細を以下に記載します。

【MI Converter】

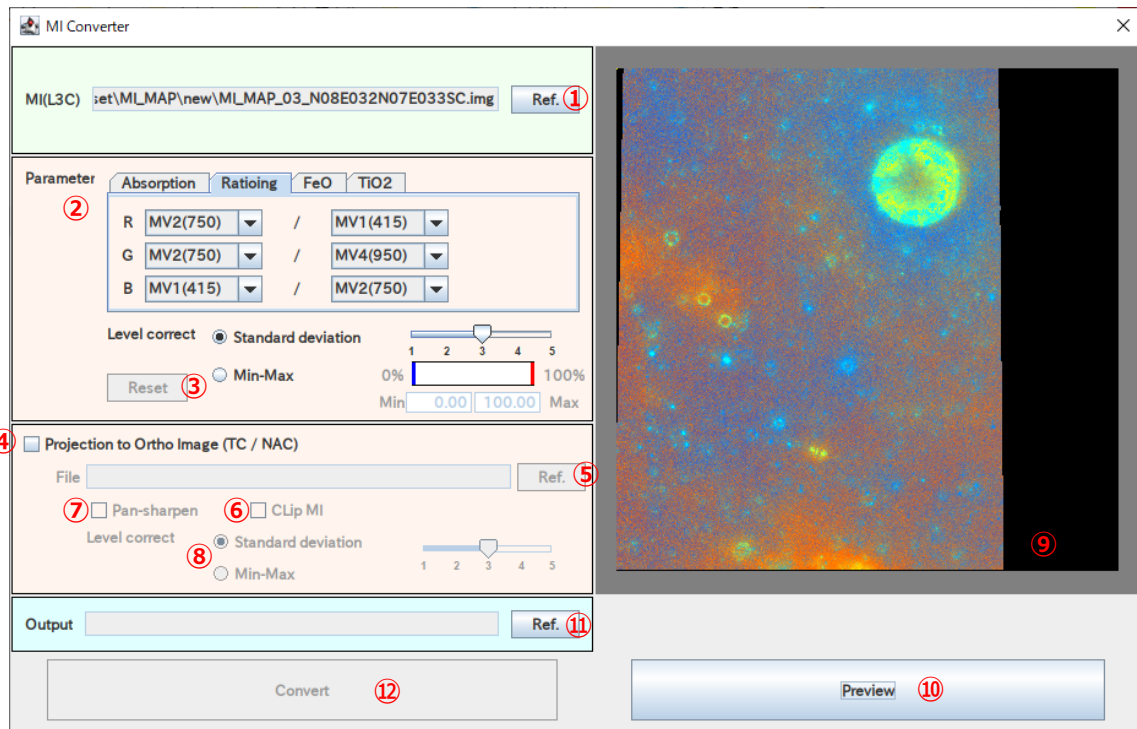
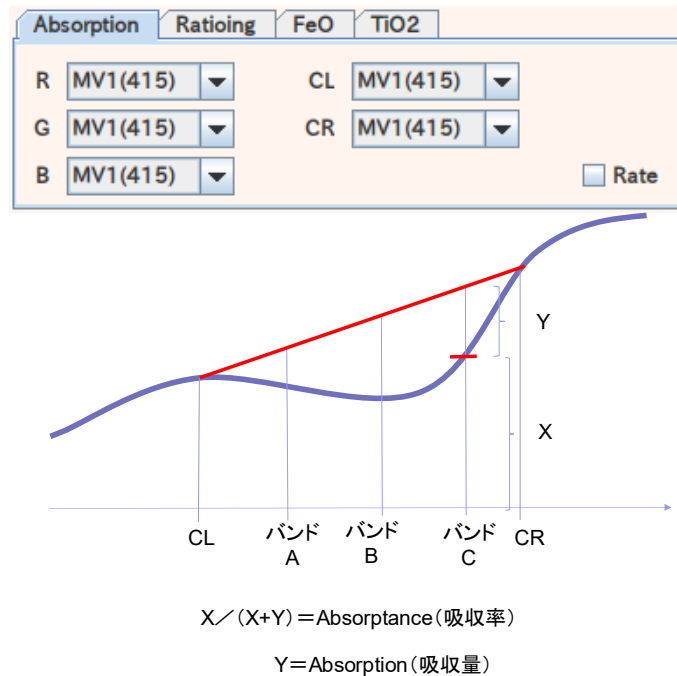


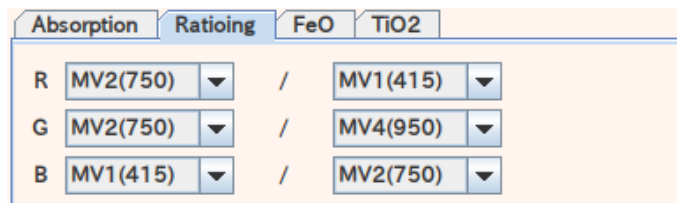
図 2 1. MI Converter 画面

- ① 「Ref.」 ボタン：クリックするとファイル選択ダイアログが表示されます。MI 画像ファイルを選択します。入力できるフォーマットは、MI レベル 3 (PDS 形式、等緯度経度) です。
- ② パラメータ設定タブ：各種演算に必要なパラメータを設定します。比演算処理の場合、RGB へ割り当てる MI の各バンドの組み合わせを設定します。FeO/TiO₂ の場合、演算式を選択します。

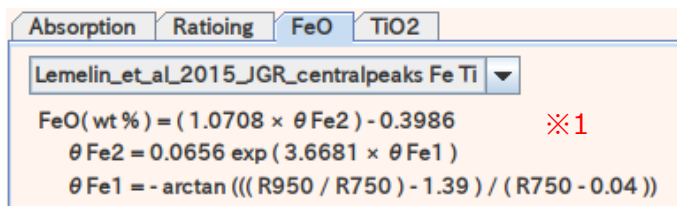
【Absorption】 CL と CR に指定したバンドの区間における R、G、B に設定したバンドの吸収量(Absorption)を求めます。Rate にチェックを入れると吸収率(Absorptance)を求めます。



【Ratioing】 R、G、B のそれぞれに対応した選択されたバンド値の比を計算します。



【FeO】 FeO 分布の式に従い計算します。式は 1 つのみ。



※ 1 : H. Otake, M. Ohtake and N. Hirata (2012). LUNAR IRON AND TITANIUM ABUNDANCE ALGORITHMS BASED ON SELENE (KAGUYA) MULTIBAND IMAGER DATA. 43rd Lunar and Planetary Science Conference (2012), 1905.pdf, <https://www.lpi.usra.edu/meetings/lpsc2012/pdf/1905.pdf>

【TiO₂】 TiO₂ 分布の式に従い計算します。式は Lucey と OTAKE の 2 つから選択します。

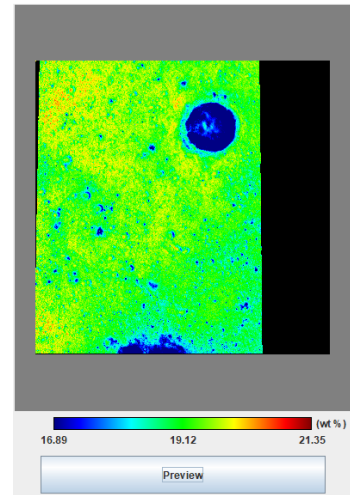
- ※ 2 : Paul G. Lucey and David T. Blewett, and Bradley L. Jolliff (2000). Lunar iron and titanium abundance algorithms based on final processing of Clementine ultraviolet-visible images, JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL. 105, NO. E8, PAGES 20,297-20,305, AUGUST 25, 2000
- ※ 3 : Lemelin, M., Lucey, P. G., Song, E., and Taylor, G. J. (2015), Lunar central peak mineralogy and iron content using the Kaguya Multiband Imager: Reassessment of the compositional structure of the lunar crust, J. Geophys. Res. Planets, 120, 869– 887. doi:10.1002/2014JE004778.

- ③表示レベル設定：「Standard deviation」を選択している場合、最小 = 平均値 - 標準偏差 × 選択値(1~5)、最大 = 平均値 + 標準偏差 × 選択値(1~5)の範囲で線形変換します。「Min-Max」を選択している場合、データの最大値と最小値の範囲内で線形変換します。データの分布はインジゲータの白の範囲で示されます。FeO/TiO₂ の場合は演算結果の最小値から最大値の範囲が該当し、それ以外の場合はデータの最小値(0%)から最大値(100%)となります。線形変換対象の領域は、最小が青線、最大が赤線で示した範囲となります。青線、赤線は、Min、Max のテキストボックスへ入力することで移動します。「Reset」ボタンをクリックすると初期状態に戻ります。
- ④「Projection to Ortho Image(TC/NAC)」チェックボックス：チェックすると選択したオルソ画像の投影法、解像度に合わせます。
- ⑤「Ref.」ボタン：④でチェックすると実行可能になります。クリックすると合わせるオルソ画像ファイルの選択ダイアログが表示されます。
- ⑥「Pan-sharpen」チェックボックス：④でチェックすると入力可能になります。チェックするとMIの演算結果画像とオルソ画像のパンシャープン画像を作成します。
- ⑦「CLip MI」チェックボックス：④でチェックすると入力可能になります。チェッ

くしない場合、指定したオルソ画像と同じ投影法、解像度、画像サイズで演算結果画像およびパンシャープン画像を出力します。チェックする場合、MI 画像の範囲だけ切り抜かれます。オーバーレイ表示でメモリが足りない場合等に使用します。

⑧表示レベル設定(オルソ画像)：④でチェックすると設定可能になります。パンシャープンするオルソ画像のレベル補正の方法を設定します。③と同様の内容です。ただし、Min-Max については 0%~100%で固定となります。

⑨プレビュー表示領域：⑩をクリックした結果が表示されます。画像をトリプルクリックすると画像がクリップボードへコピーされます。FeO/TiO₂ の場合、カラーバー表示されます。カラーバー画像も同様にトリプルクリックでクリップボードへコピーできます。



⑩「Preview」ボタン：入力ファイルを選択すると実行可能になります。クリックすると②~⑧の設定に従い簡易変換結果を⑨の領域に表示します。

⑪「Ref.」ボタン：出力ファイル名をファイル選択ダイアログから設定します。PNG 形式のファイルが出力されます。

⑫「Convert」ボタン：変換処理に必要なすべてのパラメータが設定されると実行可能になります。実行時動作は、投影変換ツールと同様です。

【GeoTIFF Converter】

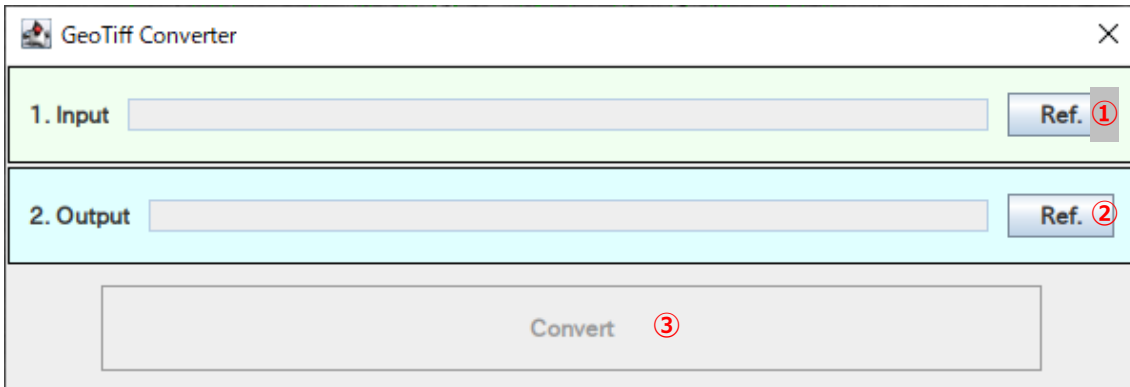


図 2 2 . GeoTIFF Converter 画面

- ①「Ref.」ボタン：クリックするとファイル選択ダイアログが表示されます。GeoTIFF形式のファイルを選択します。
- ②「Ref.」ボタン：出力ファイル名をファイル選択ダイアログから設定します。PNG形式のファイルを設定します。
- ③「Convert」ボタン：変換処理に必要なすべてのパラメータが設定されると実行可能になります。実行時動作は、投影変換ツールと同様です。

(5) View

表 10. View メニュー

メニュー項目	動作
50%	表示倍率を 50%に設定します。
100%	表示倍率を 100%に設定します。
200%	表示倍率を 200%に設定します。
Fit	画像全体が表示されるように表示倍率を設定します。

表示倍率は、スケールバーに表示されます。マウスホイールの回転で拡大・縮小することができます。

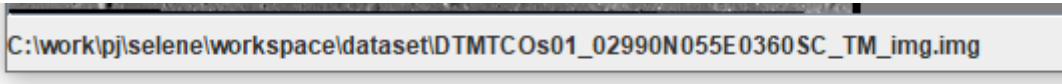
4. 4. 2. ツールバー

表 11. ツールバー動作一覧

機能	動作
Crater Edit	クレータリストを編集（追加、変更、削除）します。 (参照：5. 2.)
Automatic Extraction Area	クレータ自動抽出範囲を設定します。(参照：5. 3.)
Analysis Area	クレータ解析範囲を設定します。(参照：5. 4.)
Rectangle Polygon Circle	クレータ解析範囲の指定する方法を選択します。 (矩形/多角形/円)
<	操作を 1 つ戻す。
>	操作を 1 つ進める。
Display	
Crater	Crater の表示・非表示を切り替えます。
Overlay	Overlay の表示・非表示を切り替えます。 右隣のスライダーを操作することで、Overlay 画像の透過度を変更することができます。

4. 4. 3. ステータスバー

メニュー「Open Image/DEM」で開いた Image のファイル名が表示されます。



C:\work\pj\selene\workspace\dataset\DTMTC Os01_02990N055E0360SC_TM_img.img

DEM ファイルが読み込まれている場合、背景が着色されます。



C:\work\pj\selene\workspace\dataset\DTMTC Os01_02990N055E0360SC_TM_img.img

4. 4. 4. スケールバー

メニュー「Open Image/DEM」で開いた Image のラベル情報から解像度(m/pixel)を読み込み表示倍率と併せて縮尺を表示しています。



Zoom[8.1%] 9.134 km



画面上のこの長さが表示されている距離になる

4. 5. GeoTIFF 変換ツール

図 2 3. GeoTIFF 変換ツール画面

(1) 入力ファイル選択(Input)

- ① 「Ref.」 ボタン：クリックするとファイル選択ダイアログが表示されます。選択ダイアログで選択したファイルのラベル情報が各フィールドに表示されます。
- ② 「Info.」 ボタン：ファイルが選択されると実行可能になります。クリックすると選択されているファイルのすべてのラベル情報が図 1 4 のように表示されます。
- ③ 「Clear」 ボタン：ファイルが選択されると実行可能になります。クリックすると選択されているファイルが解除されます。

(2) 出力ファイル設定(Output)

変換結果の出力ファイル名を設定します。

- ④ 「出力ファイル名」 入力：変換後の出力ファイル名を直接入力、編集します。「Ref.」 ボタンをクリックすることで出力ファイル名を設定できます。
- ⑤ 「Ref.」 ボタン：出力ファイル名をファイル選択ダイアログから設定します。

(3) 実行ボタン(Convert)⑥

変換処理に必要なすべてのパラメータが設定されると実行可能になります。実行時動作は、投影変換ツールと同様です。

5. 操作説明

5. 1. 表示

各モードで使用することが出来ます。

(1)拡大縮小

マウスのスクロールで拡大縮小を行います。なお、スケールによっては、表示上小さなクレータは表示されなくなります。

(2)表示位置の変更

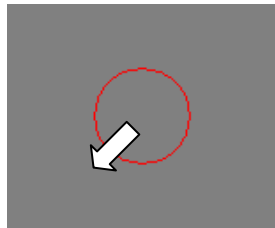
Ctrl キーを押しながらマウスでドラッグします。

5. 2. クレータ編集

Crater Edit モードで使用することが出来ます。

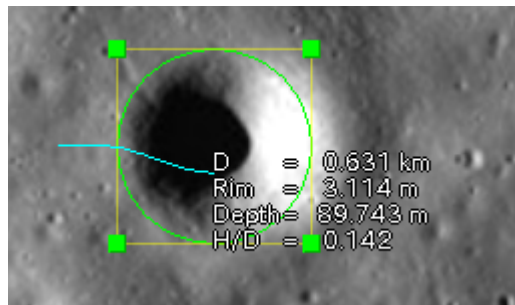
(1)追加

クレータ中心をクリックし、クレータのリムまでドラッグします。

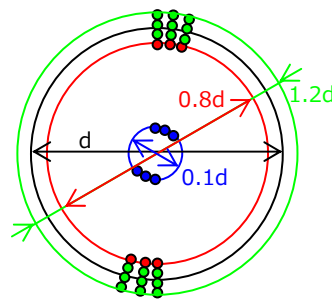


(2)選択

クレータ円のライン上をクリックします。1つのクレータが選択された場合は、以下のようにクレータの断面、直径、リム高、深さ、H/D比（深さ/直径）が表示されます。複数選択された場合は、四角のみが表示されます。クレータの断面はクレータ中心位置から見た全周方向の断面の平均値が等スケールで表示されます。



クレータ中心から周方向に等分(50 分割)した方向の標高データを使用して各値を求めます。基準高さ(赤)は直径の 0.8 倍の周上の点の平均値です。リム高(緑)は直径の 0.8~1.2 倍の範囲に含まれる点の平均値です。深さ(青)は、直径の 0.1 倍の周上の点の平均値です。プロファイル線は、中心からの距離に応じた周方向の平均値でプロットしています。

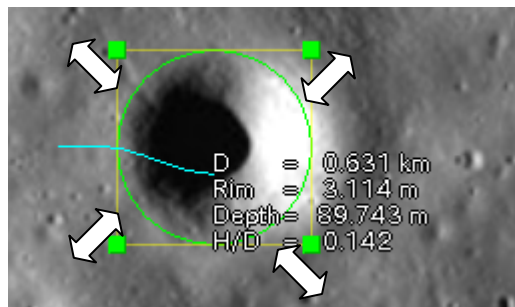


複数選択する場合は、Shift キーを押しながら選択します。特定のクレータの選択を解除するには、Alt キーを押しながら選択します。

また、Shift キーを押しながらマウスをドラッグすることでクレータを矩形選択することが出来ます。逆に、Alt キーを押しながらマウスをドラッグするとクレータを矩形で選択解除することが出来ます。

(3)変更

クレータサイズを変更するには、1つのクレータを選択し、選択されたクレータの四隅に四角が表示されるようにします。次に、クレータ四隅の四角をマウスでドラッグしクレータサイズを調整します。



クレータの位置を変更するには、選択したクレータ上でマウスをドラッグします。

(4)削除

クレータを選択肢、Delete キーまたはメニューの Delete Crater を選択します。

5. 3. クレータ自動抽出範囲設定

Automatic Extraction Area モードを選択します。

クレータ自動抽出範囲をマウスでドラッグして設定します (矩形青色)。

5. 4. クレータ解析範囲設定

Analysis Area モードを選択します。

Rectangle, Polygon, Circle から形状を選択し、マウスで解析範囲を設定します。Shift キーを押しながら解析範囲を設定すると現在の解析範囲に領域を追加することが出来ます。また、Alt キーを押しながら解析範囲を設定すると現在の解析範囲から領域を取り除くことが出来ます。

5. 5. 出力ファイル


クレータリスト

形式 : テキスト (CSV)

内容 : クレータ中心画像座標 X, クレータ中心画像座標 Y, クレータ直径(ピクセル),
リム高(m)、深さ(m)、H/D 比

以上

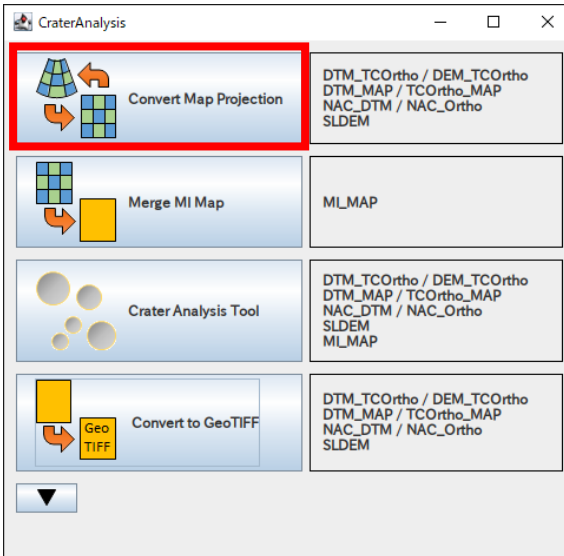
Appendix A. 操作手順サンプル



The screenshot shows the 'かぐや (SELENE) データアーカイブ' website. It features a search interface with fields for 'データセットID', 'データセット名', 'L2DB和名', and 'L2DBオリジナルID'. Below this is a 'プロダクト検索' section with '観測日時' (Observation Date) and '観測範囲' (Observation Area) filters. The '観測日時' section includes 'From' and 'To' date and time pickers. The '観測範囲' section includes latitude and longitude pickers and a '地図選択' (Map Selection) button.

1. データ取得

解析対象であるデータをダウンロードします。

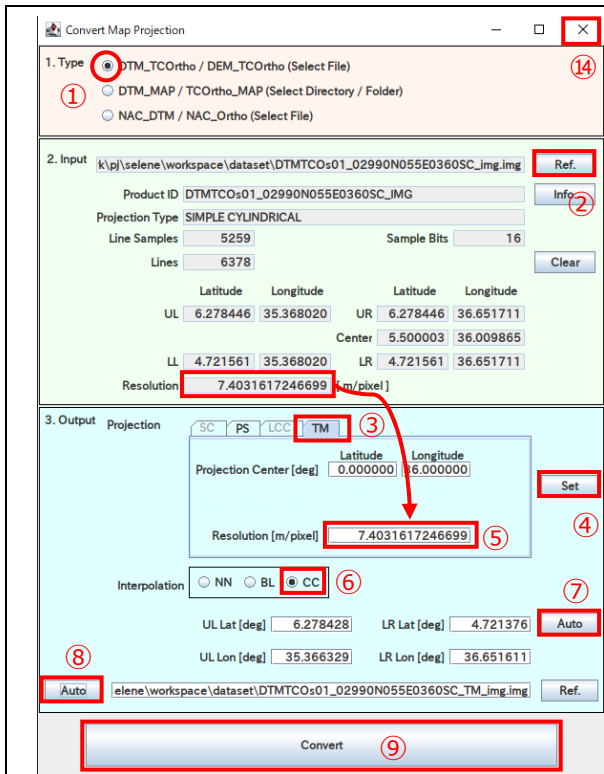


The screenshot shows the 'CraterAnalysis' software interface. The 'Convert Map Projection' button is highlighted with a red box. The interface lists several processing options with their corresponding input/output file formats:

Function	Input/Output Formats
Convert Map Projection	DTM_TCOortho / DEM_TCOortho DTM_MAP / TCOortho_MAP NAC_DTM / NAC_Ortho SLDEM
Merge MI Map	ML_MAP
Crater Analysis Tool	DTM_TCOortho / DEM_TCOortho DTM_MAP / TCOortho_MAP NAC_DTM / NAC_Ortho SLDEM ML_MAP
Convert to GeoTIFF	DTM_TCOortho / DEM_TCOortho DTM_MAP / TCOortho_MAP NAC_DTM / NAC_Ortho SLDEM

2. CraterAnalysis を起動

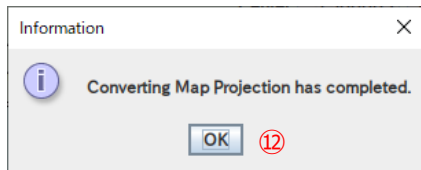
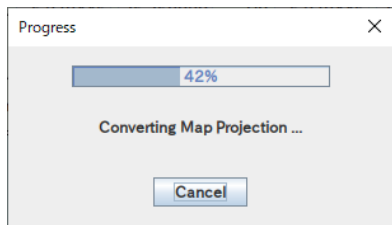
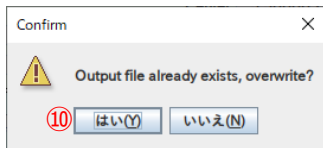
ダウンロードしたデータファイルの投影法によっては、表示されるクレータが円とならないため、投影法をTM(Transverse Mercator)またはPS(Polar Stereographic)へ変換します。

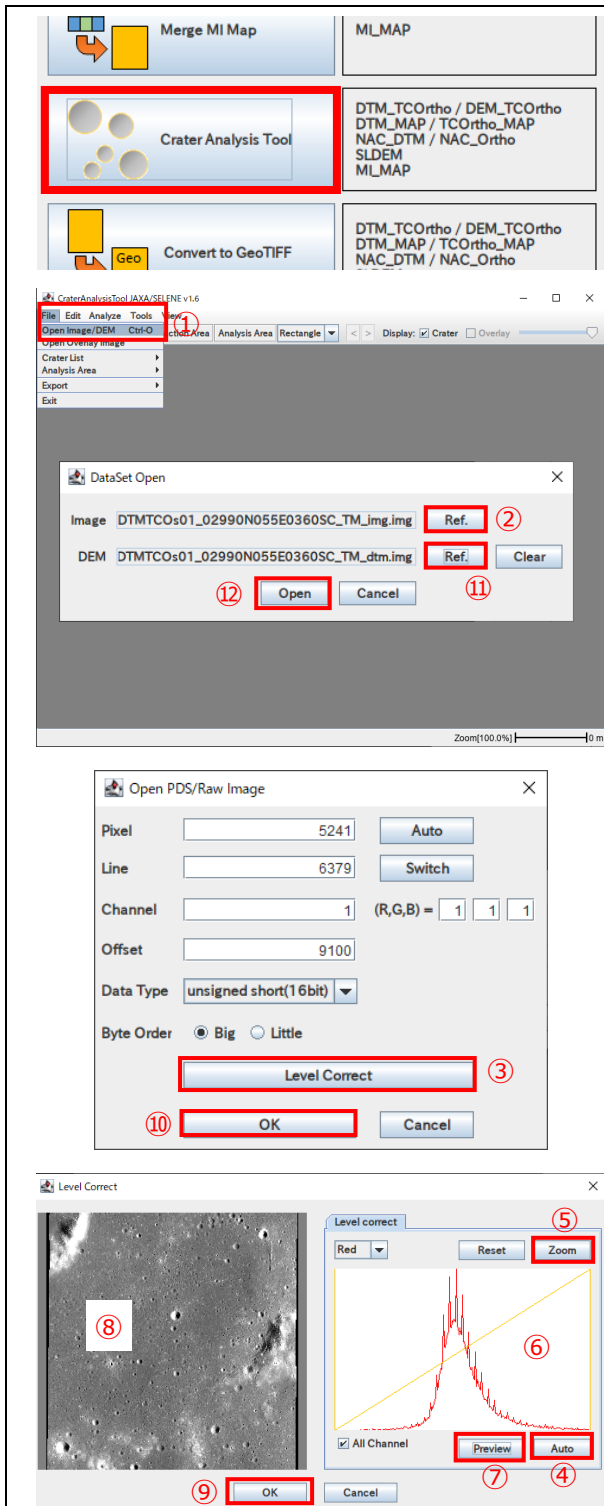


3. Convert Map Projection を起動

投影法を TM または PS へ変換します。

- ①データタイプを選択します。
- ②Ref.ボタンをクリックして、対象ファイルを選択します。
- ③変換後の投影法を選択します。
- ④Set ボタンをクリックして、投影中心を入力します。
- ⑤解像度を入力します。(Input の Resolution の値またはそれに近い値を入力)
- ⑥補間方法を選択します。(ファイルが img の場合は CC、dtm の場合は BL)
- ⑦Auto ボタンをクリックして、ファイル全体を変換対象に選択します。
- ⑧Auto ボタンをクリックして、出力ファイル名を自動生成します。
- ⑨Convert ボタンをクリックして変換を開始します。
- ⑩ファイルが存在している場合には確認ダイアログが表示されます。「はい」をクリックし処理を続けます。
- ⑪処理が完了するまで待ちます。Cancel ボタンをクリックすると中断します。
- ⑫OK ボタンをクリックし、処理を完了します。
- ⑬変換が必要なファイルについて①から繰り返し実行します。Image と DTM(DEM)の両者を実行します。
- ⑭完了したらウィンドウを閉じます。



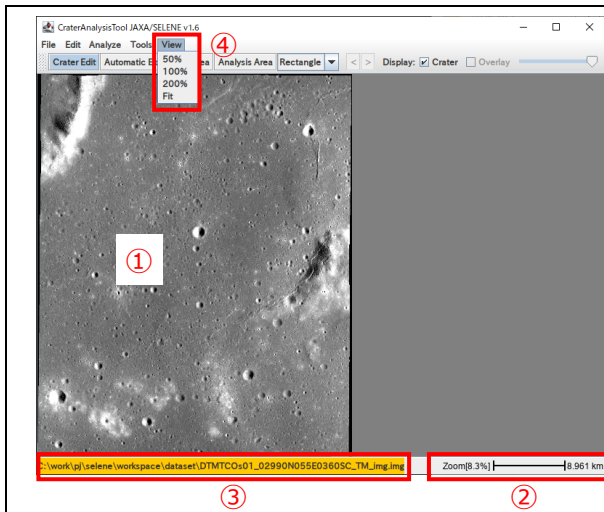


※以降の解析の都合上、Image ファイルと DTM(DEM)ファイルの投影法はいずれも TM であることが望ましい。

4. CraterAnalysisTool を起動

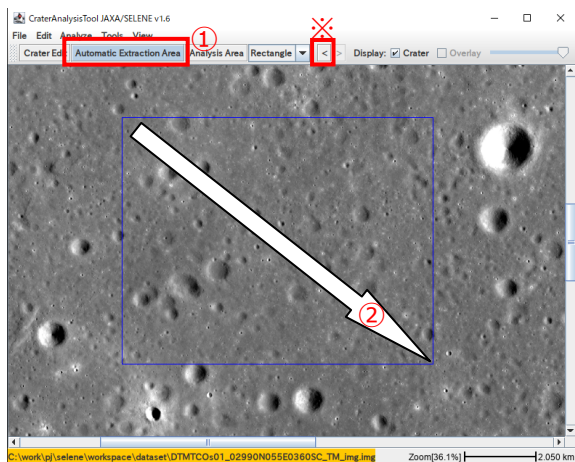
5. ファイル読み込み

- ①File メニューの Open Image/DEM メニューをクリックします。
- ②Ref. ボタンをクリックして、Image ファイルを選択します。
- ③Level Correct ボタンをクリックして表示レベルを編集します。
- ④Auto ボタンをクリックして、表示レベルを自動調整します。
- ⑤Zoom ボタンをクリックして、表示レベルの調整結果を⑥のグラフで確認します。
- ⑦Preview ボタンをクリックして、画像表示がどのようになるかを⑧で確認します。
- ⑨レベル調整に問題がなければ、OK ボタンをクリックし、Level Correct ダイアログを閉じます。
- ⑩OK ボタンをクリックして、Open PDS/Raw Image ダイアログを閉じます。
- ⑪ Ref. ボタンをクリックして、DTM(DEM)ファイルを選択します。
- ⑫ファイルが選択できたら、Open ボタンをクリックして、ファイル読み込みを開始します。



6. 画像の表示

- ①画像ファイルを読み込むと全体が表示されます。
- ②ステータスバーの右側に縮尺と表示倍率が表示されます。
- ③ステータスバーの左側には、読み込んだ画像ファイルのファイルパスが表示され、更に DTM(DEM)データが読み込まれていると着色されます。
- ④View メニューから表示倍率を 50%、100%、200%、全体表示に変更できます。マウスのホイールでも倍率を変更できます。
- ⑤コントロールキーを押しながら①をドラッグすると表示位置を変更できます。

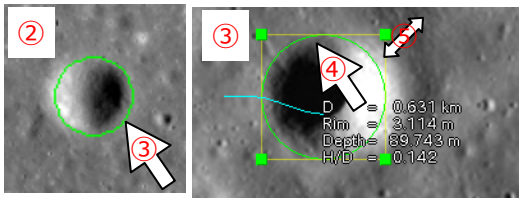
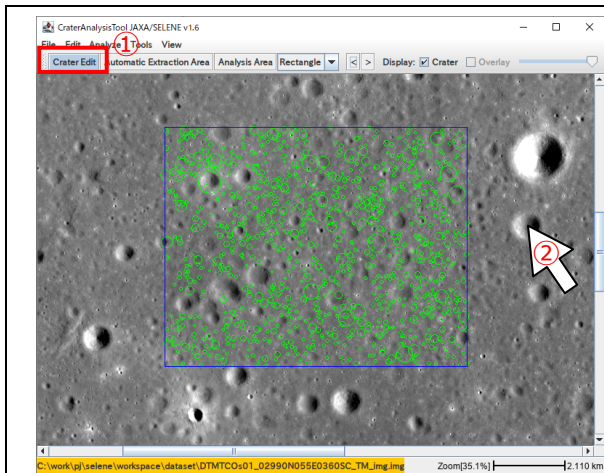


7. クレータ自動抽出範囲の設定

- ①Automatic Extraction Area ボタンをクリックして、モードを切り替えます。
 - ②解析対象領域を左上から右下へドラッグして決定します。自動抽出用の解析領域は 1 つのみ設定可能です。
- ※画面をクリックすると選択した解析対象領域は解除されます。解除された解析対象領域を戻すには、<ボタンをクリックするか、Edit メニューから Undo をクリックしてください。ショートカット (Ctrl+Z) も有効です。

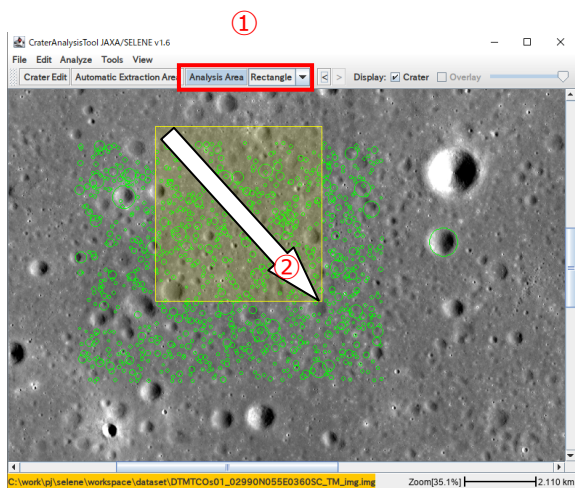
8. クレータ自動抽出の実行

- ① Analyze メニューの Automatic Crater Extraction メニューをクリックするとクレータ自動抽出のためのパラメータ設定ダイアログが表示されます。
- ② クレータ自動抽出パラメータを選択します。通常、default.prm を選択します。
- ③ 抽出対象エリアの輝度標準偏差の最小値を設定します。(通常 10 を設定)
- ④ 影・日向領域抽出感度を設定します。(1.0 以下で感度高、1.0 以上で感度低)
- ⑤ 太陽方位角固定がチェックされている場合、マニュアルで太陽方位角を設定します。PDS 情報から太陽方位角を読み込む場合は、このチェックを外してください。マッププロダクトや NAC オルソプロダクトについては、PDS 情報に太陽方位角が含まれないため、この太陽方位角固定パラメータを設定してください。
- ⑥ パラメータの入力が完了したら、OK ボタンをクリックするとクレータ自動抽出を開始します。
- ⑦ クレータ自動抽出の実行中は Log Viewer が表示され、状況を確認することができます。中断したい場合は、Cancel ボタンをクリックして、ウィンドウを閉じてください。
- ⑧ クレータ自動抽出が完了すると Close ボタンに変化しますので、クリックしてこのウィンドウを閉じてください。



9. クレータの手動抽出

- ①Crater Edit ボタンをクリックして、モードを切り替えます。
- ②クレータの中心にカーソルの先端を置き、クレータの淵までドラッグします。
- ③カーソルの先端を緑色の円にかさねるとカーソルが変化します。その状態でクリックするとクレータを選択した状態になります。
- ④カーソルの先端が選択状態のクレータに重なるとカーソルが変化します。その状態でドラッグするとこの緑の円を移動させることができます。
- ⑤選択状態のクレータの4隅にカーソルを重ねるとカーソルが変化します。その状態でドラッグするとこの緑の円の大きさを変更することができます。



※Rectangle でなく、Polygon の場合は頂点をクリックしていき、終点でダブルクリックすることで領域が確定します。また、Circle の場合は、中心から円周方向へドラッグすることで領域を設定できます。

10. 解析対象クレータの選択

- ①Analysis Area ボタンをクリックして、モードを切り替えます。右側を Rectangle が選択されている状態にします。
- ②解析対象領域を左上から右下へ(方向はどちらの方向でも構いません)ドラッグして決定します。解析領域は Shift キーを押しながらドラッグすることで複数設定可能です。領域が重なった場合は結合します。



① Analyze メニューの Histogram メニューをクリックすると Histogram ダイアログが開きます。



② 解析対象の行を選択します。ドラッグした範囲、複数の場合は Ctrl キーをおおしながらドラッグすることで選択できます。

③ Histogram ダイアログの Analyze メニューにある Calc Ages メニューをクリックすると、選択した行に対しての年代測定結果が表示されます。

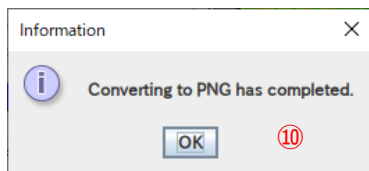
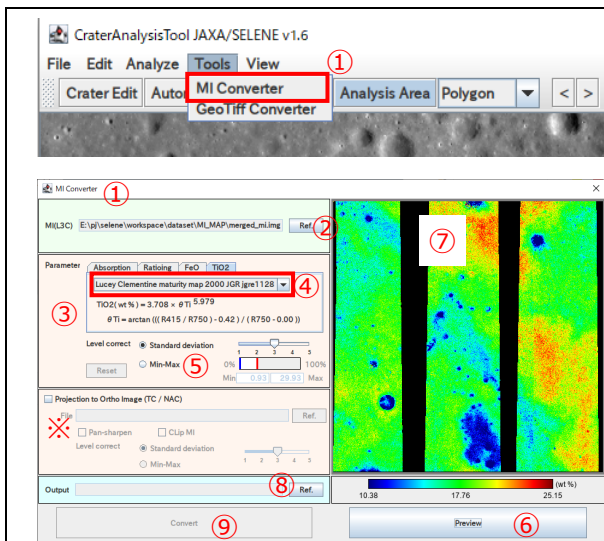
Property	D	N_diff	N_diff_Error	C(D)	N_cum	N_cum_Error
0.025	1.058155...	0.207521...	606	24.66317...	1.001872...	
0.034477...	1.587233...	0.254160...	580	23.60501...	0.980144...	
0.040142...	0.0	0.0	541	22.01778...	0.946618...	
0.046737...	3.296562...	0.366284...	541	22.01778...	0.946618...	
0.054417...	2.197708...	0.299070...	460	18.72122...	0.872881...	
0.063358...	3.784942...	0.392480...	406	16.52351...	0.820048...	
0.073768...	1.994216...	0.284888...	313	12.73856...	0.720026...	
0.085888...	3.133769...	0.357126...	264	10.74435...	0.661269...	
0.100000...	2.482596...	0.317863...	187	7.610583...	0.556540...	
0.116431...	1.587233...	0.254160...	126	5.127986...	0.456837...	
0.135561...	0.936061...	0.195182...	87	3.540752...	0.379608...	
0.157835...	1.180250...	0.219167...	64	2.604691...	0.325586...	
0.183768...	0.244189...	0.099690...	35	1.424440...	0.240774...	
0.213962...	0.447681...	0.134981...	29	1.180250...	0.219167...	
0.249118...	0.284888...	0.107677...	18	0.732569...	0.172668...	
0.290049...	0.122094...	0.070491...	11	0.447681...	0.134981...	
0.337706...	0.162793...	0.081396...	8	0.325586...	0.115112...	
0.393193...	0.081396...	0.057556...	4	0.162793...	0.081396...	
0.457797...	0.040698...	0.040698...	2	0.081396...	0.057556...	
0.533015...	0.040698...	0.040698...	1	0.040698...	0.040698...	

④ CraterAnalysisTool の Analyze メニューにある Area Size メニューをクリックすると、解析対象範囲の面積が表示されます。

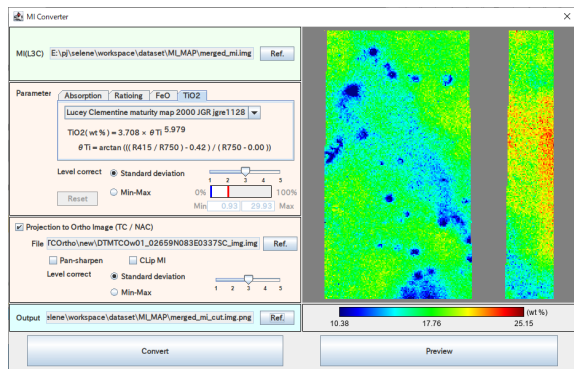
※解析範囲やクレータの選択、非選択などの操作は、CraterAnalysisTool の Edit メニューから実行します。





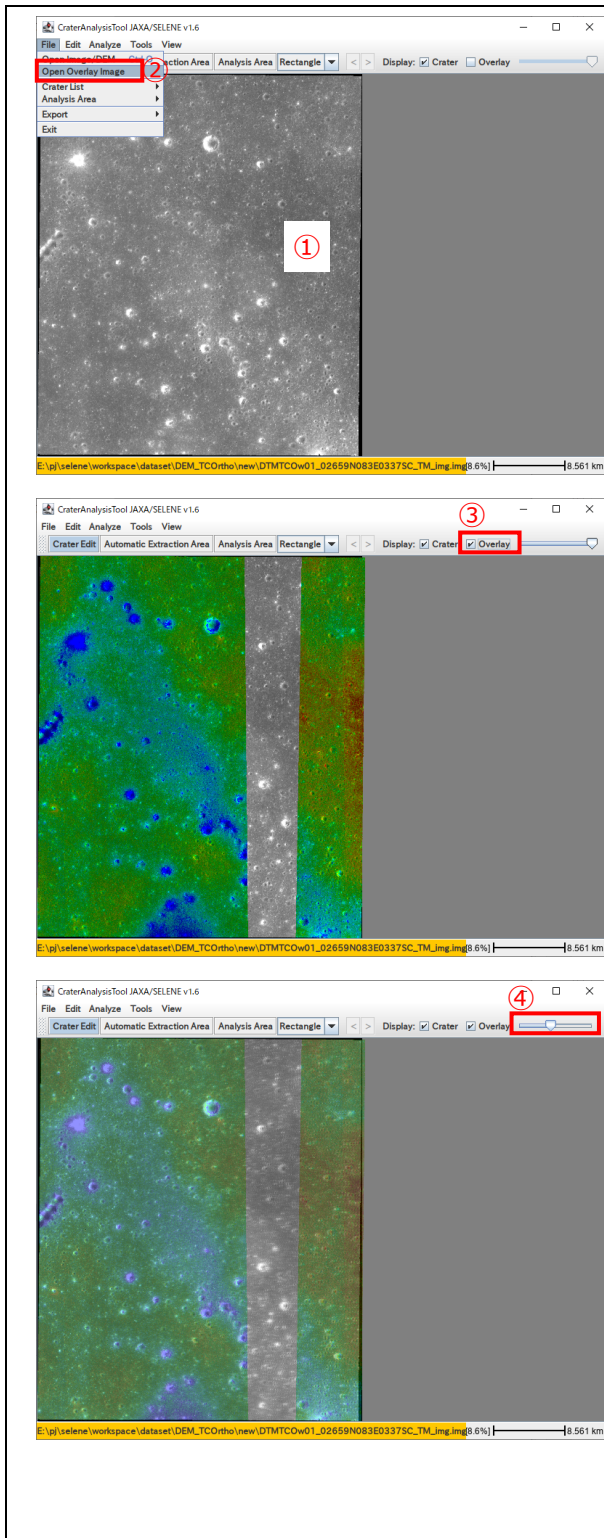


※MI Map 画像が解析対象画像より広範囲である場合、解析対象の画像と同じ範囲で切り出すことができます。その際の設定内容は※のブロックになります。



1 2. MI Converter による分布図の作成

- ①CraterAnalysisTool の Tools メニューにある MI Converter メニューをクリックすると、MI Converter ダイアログが表示されます。
- ②Ref.ボタンをクリックして MI Map のファイルを選択します。(Merge MI Map で事前に複数のMap ファイルを結合しておくことをお勧めします。)
- ③変換内容を設定します。ここでは、TiO₂ について説明します。TiO₂ タブをクリックします。
- ④コンボボックスで実行する数式を Lucey と OTAKE から選択します。式の係数が適切か確認してください。
- ⑤出力レベルの方法を標準偏差か最大-最小から選択し、対応するパラメータを設定します。標準偏差の場合は、平均値からの許容範囲を標準偏差の何倍までとするかを設定します。最大-最小の場合は、データ分布の範囲内の wt% で設定することができます。
- ⑥Preview ボタンをクリックすると⑦のプレビューウィンドウに結果が表示されます。
- ⑧出力ファイル名(PNG 形式)を設定します。
- ⑨Convert ボタンをクリックすると変換とファイル出力を開始します。
- ⑩分布画像と色調が PNG 形式で出力され、完了をダイアログで通知します。



1 3. 分布図のオーバーレイ

①CraterAnalysisTool の File メニューにある Open Image/DEM メニューをクリックし、1 2 で作成した PNG 形式の Image ファイルを選択し、表示させます。KADIAS (かぐや統合解析データ作成・配信システム) からダウンロードした各種月面解析画像を表示させることもできます。(14. KADIAS 月面解析画像の取り込みを参照)

②CraterAnalysisTool の File メニューにある Open Overlay Image メニューをクリックし、1 2 で作成した PNG 画像を選択します。

③Overlay Image を選択すると自動的に Overlay のチェックが有効になり、画像が重ね合わさります。

④スライダーを変更することで、Overlay 画像の透明度が上がり、解析対象の画像が見やすくなります。③のチェックを外すことで Overlay 表示をやめることもできます。

⑤Overlay 画像の情報を参考に解析範囲の設定といった作業を進めることができます。

```

:
OBJECT = IMAGE_MAP_PROJECTION
MAP_PROJECTION_TYPE = "Transverse Mercator"
COORDINATE_SYSTEM_TYPE = "BODY-FIXED ROTATING"
COORDINATE_SYSTEM_NAME = "PLANETOCENTRIC"
A_AXIS_RADIUS = 1737.400 <km>
B_AXIS_RADIUS = 1737.400 <km>
C_AXIS_RADIUS = 1737.400 <km>
FIRST_STANDARD_PARALLEL = "N/A"
SECOND_STANDARD_PARALLEL = "N/A"
POSITIVE_LONGITUDE_DIRECTION = "EAST"
CENTER_LATITUDE = 0.000000 <deg> A
CENTER_LONGITUDE = 301.000000 <deg> B
REFERENCE_LATITUDE = "N/A"
REFERENCE_LONGITUDE = "N/A"
LINE_FIRST_PIXEL = 1
LINE_LAST_PIXEL = 18344 C
SAMPLE_FIRST_PIXEL = 1
SAMPLE_LAST_PIXEL = 17775 D
MAP_PROJECTION_ROTATION = 0.0 <deg>
MAP_RESOLUTION = "N/A"
MAP_SCALE = 0.010000 <km/pixel> E
MAXIMUM_LATITUDE = 18.054060 <deg>
MINIMUM_LATITUDE = 11.963226 <deg>
EASTERNMOST_LONGITUDE = 306.141929 <deg>
WESTERNMOST_LONGITUDE = 299.984447 <deg> F
LINE_PROJECTION_OFFSET = 54754.000000 G
SAMPLE_PROJECTION_OFFSET = -2928.000000 H
RESAMPLING_METHOD = "Cubic Convolution"
END_OBJECT = IMAGE_MAP_PROJECTION
:

```

14. KADIAS 月面解析画像の取り込み

- ① KADIAS からダウンロードした画像をクレータ抽出用に投影変換した画像とオーバーレイ表示できるように、投影変換した画像ファイルのヘッダー (PDS ラベル) を表示し、パラメータ (左図の A~H) の値を控えます。
- ② KADIAS から月面の解析済み画像 (例えば「鉄-MI-wt%」) をダウンロードします。ダウンロードする画像の範囲は、投影変換した緯度経度の範囲 (F) を含むように範囲指定します。ダウンロードのオプションの選択で、ラスタ系プロダクトは「画像 24bit GeoTIFF」、解像度は「オリジナルの解像度」を指定してダウンロードします。
- ③ ダウンロードしたファイル (.zip) を解凍します。解凍したフォルダの中に TIFF 形式の解析済み画像ファイル (.tif)があることを確認します。
- ④ 解析済み画像ファイルを GDAL(Geospatial Data Abstraction Library) ※¹ の投影変換ツール (gdalwarp)※² を用いて、クレータ抽出用画像と同じ座標に投影変換します。
- ⑤ 投影変換した画像を GDAL の画像フォーマット変換ツール (gdal_translate)※³ を用いて、クレータ抽出ツールに取り込める形式(PNG 形式)に変換します。

※1 GDAL 公式サイト

<https://gdal.org/>

※2 GDAL の画像投影変換ツール(gdalwarp)のドキュメント

<https://gdal.org/programs/gdalwarp.html#gdalwarp>

gdalwarp の実行コマンドの例

```
gdalwarp -s_srs "+proj=longlat +a=1737400 +b=1737400 +no_defs" -t_srs "+proj=tmerc
+lat_0=<clat> +lon_0=<clon> +k=1 +x_0=0 +y_0=0 +a=1737400 +b=1737400" -te
<xmin ymin xmax ymax> -tr <xres yres> <input.tif> <output.tif>
```

引数の説明

<clat> : 投影中心の緯度[deg] (PDS ラベルの **A** の値)

<clon> : 投影中心の経度[deg] (PDS ラベルの **B** の値)

<xmin ymin xmax ymax> : 出力範囲[m]

xmin = **H** の値 × **E** の値 × 1000

ymin = ymax - (**C** の値 - 1) × **E** の値 × 1000

xmax = xmin + (**D** の値 - 1) × **E** の値 × 1000

ymax = **G** の値 × **E** の値 × 1000

<xres yres> : 出力画像解像度[m] (両者とも **E** の値×1000)

<input.tif> : 入力画像ファイル名 (GeoTIFF 形式)

<output.tif> : 出力画像ファイル名 (GeoTIFF 形式)

ex. (入力画像ファイル名を 21_0.tif (チタン-MI-wt% (物理量) の場合) とする)

```
gdalwarp -s_srs "+proj=longlat +a=1737400 +b=1737400 +no_defs" -t_srs "+proj=tmerc
+lat_0=0 +lon_0=301 +k=1 +x_0=0 +y_0=0 +a=1737400 +b=1737400" -te -29280
364100 148470 547540 -tr 10 10 21_0.tif 21_0_TM.tif
```

※3 GDAL の画像フォーマット変換ツール(gdal_translate)のドキュメント

https://gdal.org/programs/gdal_translate.html#gdal-translate

gdal_translate の実行コマンドの例

```
gdal_translate -of PNG <input.tif> <output.png>
```

引数の説明

<input.tif> : 入力画像ファイル名 (GeoTIFF 形式)、gdalwarp の出力画像ファイル

<output.png> : 出力画像ファイル名 (PNG 形式)、クレータ抽出ツールのオーバーレイ表示用

ex.

```
gdal_translate -of PNG 21_0_TM.tif 21_0_TM.png
```


Appendix B. 計算パラメータ

テキスト形式のファイルであり、1行に1つまたは複数のパラメータ値を空白区切りで記述します。先頭文字が半角の!で始まる行は、コメント行として扱われます。

No.	項目	フォー マット	デフォルト 値
<共通パラメータ>			
1	元画像に対するメディアンフィルタサイズ	整数	3
2	LAC 処理の対象となる画像の最小標準偏差	実数	8.0
3	影・日向パターン抽出感度 A	実数	1.2
4	日向領域に対する影領域の横サイズ比の最小値および最大値	実数	0.25 4.0
5	日向領域に対する影領域の縦サイズ比の最小値および最大値	実数	0.25 4.0
6	クレータ重複判定を行う範囲 (クレータ中心から半径×n 倍の範囲)	実数	1.0
7	重複判定するクレータの直径比最小値および最大値	実数	0.5 2.0
8	クレータ抽出位置の調整範囲 (クレータ中心から半径×n 倍の範囲)	実数	0.2
9	クレータ抽出ステージの回数 (繰り返し回数)	整数	10
<繰り返し計算ごとのパラメータ>			
10	画像縮小率 (1/N)	整数	1~16
11	LAC フィルタサイズ[pixel]	整数	16~32
12	抽出最小直径[pixel] (縮小後画像に対する直径)	整数	4~8
13	抽出最大直径[pixel] (縮小後画像に対する直径)	整数	16~32
14	影・日向パターン抽出感度 B	実数	1.0
15	傾斜プロファイル抽出位置 (クレータ中心から半径×n 倍の位置)	実数	0.4
16	傾斜プロファイル抽出位置 (クレータ中心から半径×n 倍の位置)	実数	0.8
17	傾斜プロファイルの相関閾値 (0.0 以下は判定しない)	実数	0.0~0.75
2 段階目以降 10~17 の繰り返し			

パラメータファイルのサンプル(default.prm)

```

##### common parameter #####
!-----
! 元画像に対するメディアンフィルタサイズ
! アナログ画像のスキャンノイズ等で使用する
!-----
1
!-----
! LAC 処理の対象となる最小標準偏差
! LAC 処理は輝度の平坦な場所も強調するため、クレータとして抽出したくない
! 領域の輝度標準偏差を閾値として設定する
!-----
8.0
!-----
! 影・日向パターン抽出の感度 A[def=1.0, 1.0 以下で感度高, 1.0 以上で感度低]
! 感度 A は全ステージに対する感度調整値、感度 B はステージ毎の感度調整値
! 影・日向パターン抽出の閾値は以下の式で計算する
!   画像全体の平均値 ± 画像全体の  $\sigma$  × 感度 B × 感度 A
!   LAC 処理により画像全体の平均値は 128、 $\sigma$  は 32 となる
!-----
1.0 1.0
!-----
! 日向領域に対する影領域の横サイズ比の最小値および最大値
!-----
0.25 4.0
!-----
! 日向領域に対する影領域の縦サイズ比の最小値および最大値
!-----
0.25 4.0
!-----
! クレータ重複判定を行う範囲（クレータ中心から半径 × n 倍の範囲）
!-----
1.0
!-----
! 重複判定するクレータの直径比最小値および最大値
!-----
0.5 2.0
!-----
! クレータ抽出位置の調整範囲（クレータ中心から半径 × n 倍の範囲）
!-----
0.2
!-----
! クレータ抽出ステージの回数（繰り返し回数）
!-----
10
!-----
##### 1st stage #####
1          ! 縮小率
16         ! LAC フィルタサイズ[pixel]
4          ! 抽出最小直径[pixel]
16         ! 抽出最大直径[pixel]
1.2       ! 影・日向パターン抽出感度 B
0.4       ! 傾斜プロファイル抽出位置（クレータ中心から半径 × n 倍の位置）
0.8       ! 傾斜プロファイル抽出位置（クレータ中心から半径 × n 倍の位置）
0.0       ! 傾斜プロファイルの相関閾値（0.0 以下は判定しない）
##### 2nd stage #####
1          ! 縮小率
24         ! LAC フィルタサイズ[pixel]
6          ! 抽出最小直径[pixel]
24         ! 抽出最大直径[pixel]
1.2       ! 影・日向パターン抽出感度 B
0.4       ! 傾斜プロファイル抽出位置（クレータ中心から半径 × n 倍の位置）
0.8       ! 傾斜プロファイル抽出位置（クレータ中心から半径 × n 倍の位置）

```

```

0.0      ! 傾斜プロファイルの相関閾値 (0.0 以下は判定しない)
!### 3rd stage ###
1        ! 縮小率
32       ! LAC フィルタサイズ[pixel]
8        ! 抽出最小直径[pixel]
32       ! 抽出最大直径[pixel]
1.2     ! 影・日向パターン抽出感度 B
0.4     ! 傾斜プロファイル抽出位置 (クレータ中心から半径×n 倍の位置)
0.8     ! 傾斜プロファイル抽出位置 (クレータ中心から半径×n 倍の位置)
0.0     ! 傾斜プロファイルの相関閾値 (0.0 以下は判定しない)
!### 4th stage ###
2        ! 縮小率
32       ! LAC フィルタサイズ[pixel]
16       ! 抽出最小直径[pixel]
32       ! 抽出最大直径[pixel]
1.2     ! 影・日向パターン抽出感度 B
0.4     ! 傾斜プロファイル抽出位置 (クレータ中心から半径×n 倍の位置)
0.8     ! 傾斜プロファイル抽出位置 (クレータ中心から半径×n 倍の位置)
0.0     ! 傾斜プロファイルの相関閾値 (0.0 以下は判定しない)
!### 5th stage ###
4        ! 縮小率
32       ! LAC フィルタサイズ[pixel]
8        ! 抽出最小直径[pixel]
32       ! 抽出最大直径[pixel]
1.2     ! 影・日向パターン抽出感度 B
0.4     ! 傾斜プロファイル抽出位置 (クレータ中心から半径×n 倍の位置)
0.8     ! 傾斜プロファイル抽出位置 (クレータ中心から半径×n 倍の位置)
0.75    ! 傾斜プロファイルの相関閾値 (0.0 以下は判定しない)
!### 6th stage ###
8        ! 縮小率
32       ! LAC フィルタサイズ[pixel]
8        ! 抽出最小直径[pixel]
32       ! 抽出最大直径[pixel]
1.2     ! 影・日向パターン抽出感度 B
0.4     ! 傾斜プロファイル抽出位置 (クレータ中心から半径×n 倍の位置)
0.8     ! 傾斜プロファイル抽出位置 (クレータ中心から半径×n 倍の位置)
0.75    ! 傾斜プロファイルの相関閾値 (0.0 以下は判定しない)
!### 7th stage ###
16       ! 縮小率
32       ! LAC フィルタサイズ[pixel]
8        ! 抽出最小直径[pixel]
32       ! 抽出最大直径[pixel]
1.2     ! 影・日向パターン抽出感度 B
0.4     ! 傾斜プロファイル抽出位置 (クレータ中心から半径×n 倍の位置)
0.8     ! 傾斜プロファイル抽出位置 (クレータ中心から半径×n 倍の位置)
0.75    ! 傾斜プロファイルの相関閾値 (0.0 以下は判定しない)
!### 8th stage ###
32       ! 縮小率
32       ! LAC フィルタサイズ[pixel]
8        ! 抽出最小直径[pixel]
32       ! 抽出最大直径[pixel]
1.2     ! 影・日向パターン抽出感度 B
0.4     ! 傾斜プロファイル抽出位置 (クレータ中心から半径×n 倍の位置)
0.8     ! 傾斜プロファイル抽出位置 (クレータ中心から半径×n 倍の位置)
0.75    ! 傾斜プロファイルの相関閾値 (0.0 以下は判定しない)
!### 9th stage ###
64       ! 縮小率
32       ! LAC フィルタサイズ[pixel]
8        ! 抽出最小直径[pixel]
32       ! 抽出最大直径[pixel]
1.2     ! 影・日向パターン抽出感度 B
0.4     ! 傾斜プロファイル抽出位置 (クレータ中心から半径×n 倍の位置)
0.8     ! 傾斜プロファイル抽出位置 (クレータ中心から半径×n 倍の位置)
0.75    ! 傾斜プロファイルの相関閾値 (0.0 以下は判定しない)
!### 10th stage ###

```


128 ! 縮小率
32 ! LAC フィルタサイズ[pixel]
8 ! 抽出最小直径[pixel]
32 ! 抽出最大直径[pixel]
1.2 ! 影・日向パターン抽出感度 B
0.4 ! 傾斜プロファイル抽出位置 (クレータ中心から半径× n 倍の位置)
0.8 ! 傾斜プロファイル抽出位置 (クレータ中心から半径× n 倍の位置)
0.75 ! 傾斜プロファイルの相関閾値 (0.0 以下は判定しない)

以上

宇宙航空研究開発機構研究開発資料 JAXA-RM-21-008
JAXA Research and Development Memorandum

SELENE (かぐや) 地形カメラによるオルソ画像とDTM/DEMを利用した月面 クレータ自動抽出 GUI ツールの研究開発

Research and development of a GUI tool for lunar crater automatic detection using ortho image
and DTM/DEM based on SELENE terrain camera stereo data

発 行 国立研究開発法人 宇宙航空研究開発機構 (JAXA)
〒182-8522 東京都調布市深大寺東町7-44-1
URL: <http://www.jaxa.jp/>

発 行 日 2022年2月4日
電 子 出 版 制 作 松枝印刷株式会社

※本書の一部または全部を無断複写・転載・電子媒体等に加工することを禁じます。
Unauthorized copying, replication and storage digital media of the contents of this publication, text and images are strictly
prohibited. All Rights Reserved.

