

JAXA Virtual Planet

データ解析処理説明書

令和 6 年 2 月

改訂記録

符号	承認年月日	改訂箇所・内容	改訂理由
初版	2024.2.		初版制定

目次

1. はじめに	1
2. レイヤーデータ	1
2.1. MI 反射率マップ	1
3. 比演算による解析例	2
3.1. TiO_2 量の算出	3
3.2. FeO 量の算出	4
3.3. 有色鉱物	5
3.4. 風化度	6
4. JAXA Virtual Planet での演算の処理手順	7
4.1. 比演算	7

1. はじめに

本文書は、JAXA Virtual Planet の解析処理について説明したものである。本文章では、かぐや MI 反射率マップを用いた比演算を例として示す。

2. レイヤーデータ

2.1. MI 反射率マップ

「MI 反射率マップ」は、かぐや搭載マルチバンドイメジャー (MI) によって観測された月面の反射率のうち、以下の波長における反射率 (= 明るさ) を示したマップデータである。

表 1. かぐや MI の各バンドの中心波長とバンド幅

バンド	中心波長 [nm]	バンド幅(半値幅) [nm]
バンド 1	415.0	20.0
バンド 2	750.0	12.0
バンド 3	900.0	21.0
バンド 4	950.0	30.0
バンド 5	1001.0	42.0
バンド 6	1000.0	27.0
バンド 7	1050.0	28.0
バンド 8	1250.0	33.0
バンド 9	1550.0	48.0

3. 比演算による解析例

MI バンドの比演算により、月表面の物質量の算出を行うことができる。また、有色鉱物の多少の分析や風化度の解析を行うことができる。3.1, 3.2 節で月表面の物質量の算出の例として TiO_2 , FeO 量の算出式を示す。3.3, 3.4 節で MI バンドの比演算による有色鉱物、風化度の解析について説明する。

3.1. TiO₂ 量の算出

Lucey ら(2000)によると、月表面の TiO₂ 量(wt%)と波長 415 nm, 750 nm の反射率の関係式は以下である。R415, R750 はそれぞれ 415 nm, 750 nm における反射率である。

$$\theta_{Ti} = \arctan \left[\frac{\left(\frac{R_{415}}{R_{750}} - 0.42 \right)}{R_{750} - 0.00} \right]$$

$$TiO_2(wt\%) = 3.708 \times \theta_{Ti}^{5.979}$$

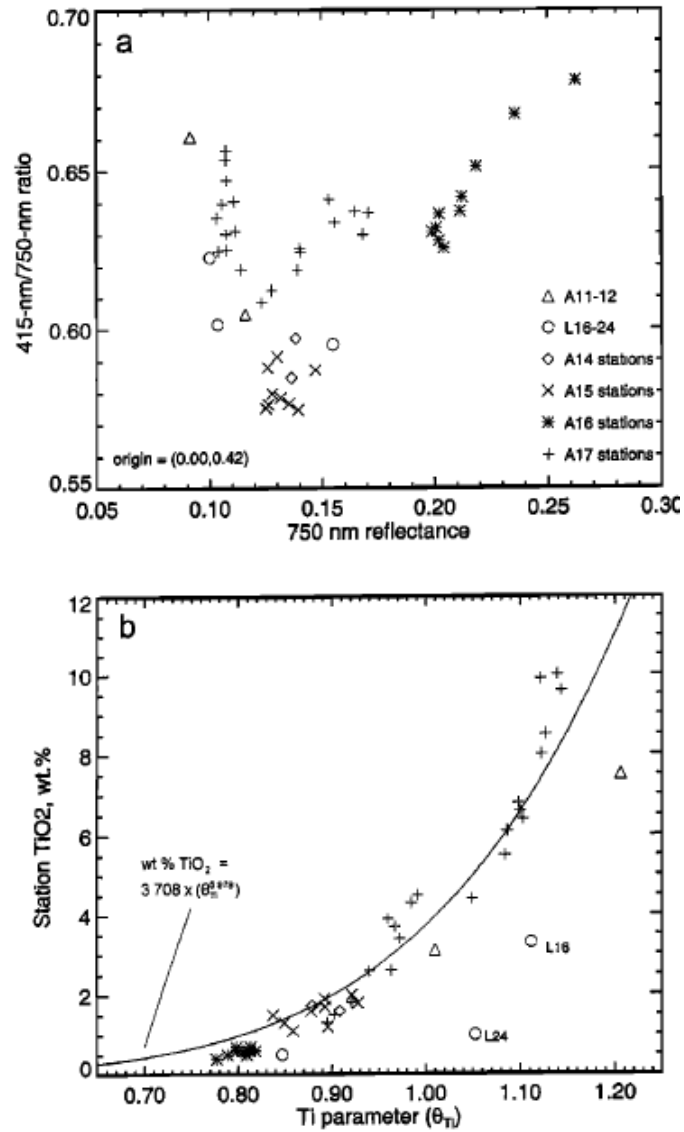


図 1. θ_{Ti} と TiO₂ 量の関係

上段図において、 θ_{Ti} は x 軸に平行な直線と、原点 ($\frac{R_{415}}{R_{750}}=0.42$) と各データ点をつなぐ直線のなす角(Lucey et al., 2000)

3.2. FeO 量の算出

Lucey ら(2000)によると、月表面の FeO 量(wt%)と波長 750 nm, 950 nm の反射率の関係式は以下である。

(R750, R950 はそれぞれ 750 nm, 950 nm における反射率である。)

$$\theta_{Fe} = -\arctan \left[\frac{\frac{R950}{R750} - 1.19}{\frac{R750}{R750} - 0.08} \right]$$

$$FeO(wt\%) = 17.427\theta_{Fe} - 7.565$$

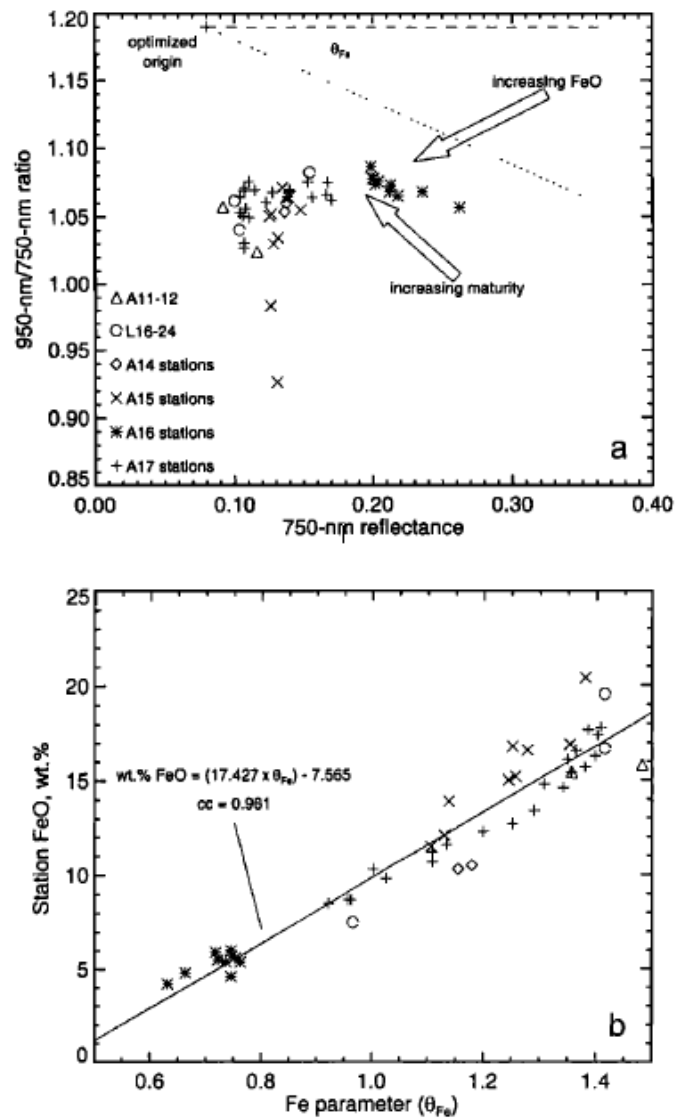


図 2. θ_{Fe} と FeO 量の関係 (Lucey et al., 2000)

3.3. 有色鉱物

MI 反射率マップのうち、950 nm のバンドは有色鉱物(輝石など塩基性の鉱物)の吸収がある。一方、750 nm のバンドは吸収の影響を受けにくい(下図)。

したがって、950 nm(バンド 4)と 750 nm(バンド 2)の比を取ることで、有色鉱物の多少を分析できる。750 nm / 950 nm の値が大きいほど、有色鉱物が多い。

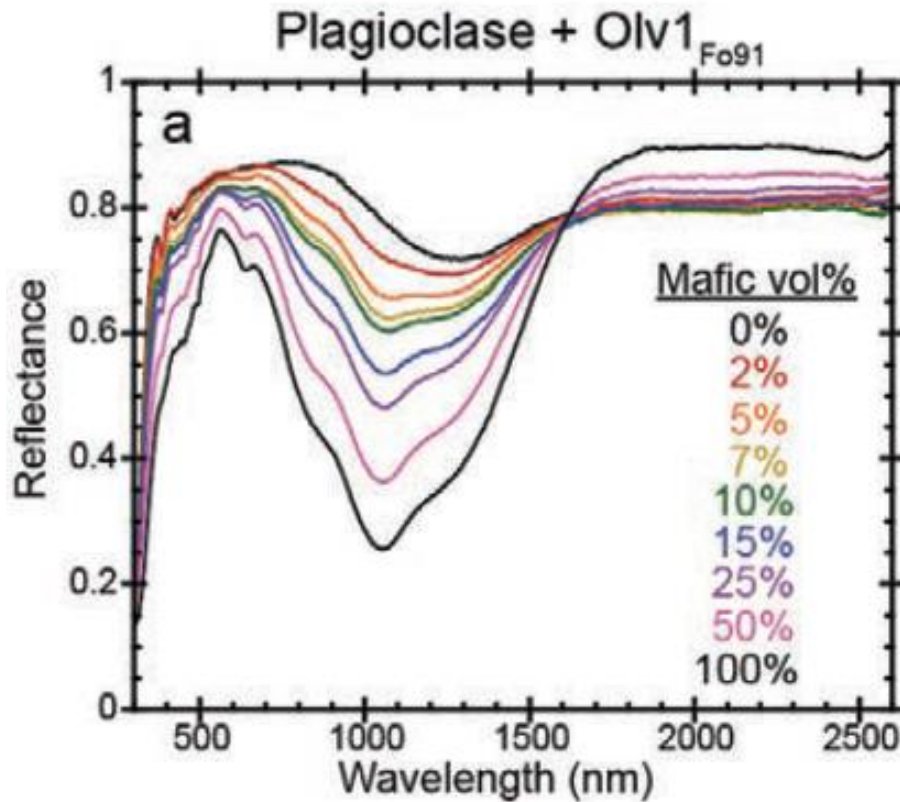


図 3. 無色鉱物(斜長石)と有色鉱物(かんらん石 ($Olv1_{Fo91}$))の混合物の反射スペクトル (Cheek and Pieters, 2014)

3.4. 風化度

月面は大気がないため、微小隕石や宇宙放射線が絶えず降り注いでいる。それらによる影響のため、時間経過によって反射スペクトルは以下のように変化(風化)する(下図)。

- 吸収の深さが小さくなる。
- 全体的な傾き(右上がり)が大きくなる。
- 全体的に反射率が低下する。

750 nm(バンド 2)と 415 nm(バンド 1)の比を取ることで、風化の度合い(年代の新旧)を分析できる。750 nm / 415 nm の値が大きいほど、風化が進んでいる、つまり年代が古い。

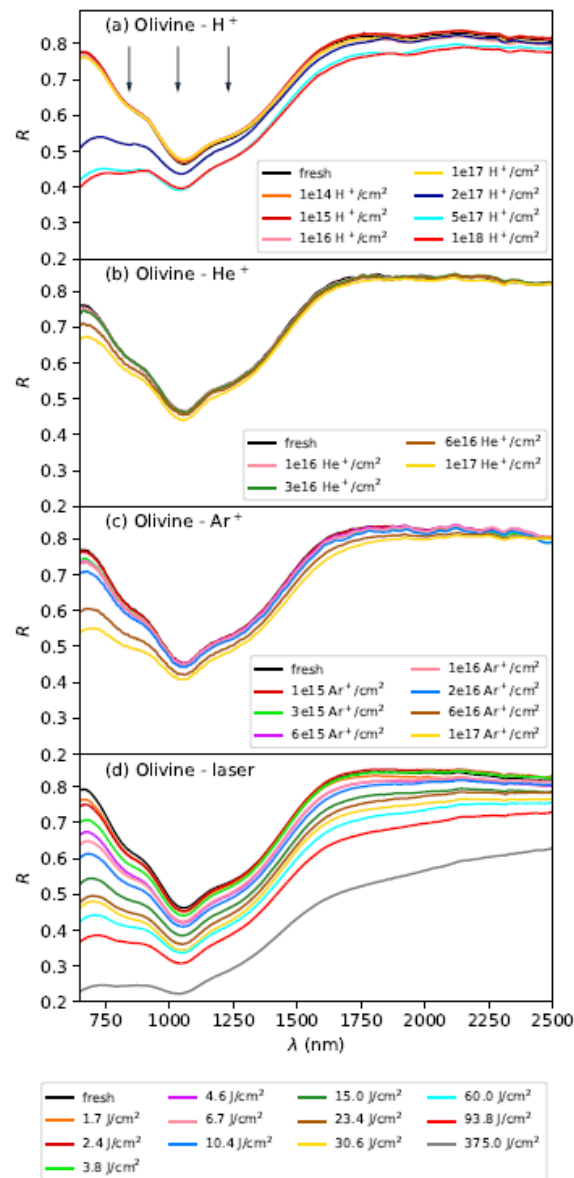


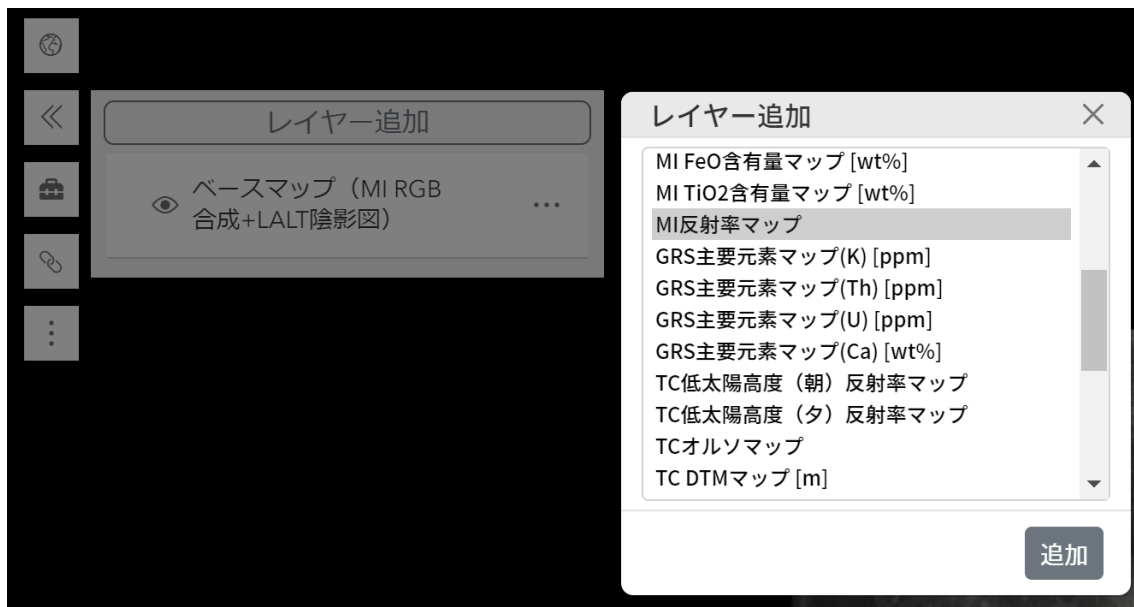
図 4. イオンやレーザーを照射した Olivine の反射スペクトル(Chrbolková et al., 2021)

4. JAXA Virtual Planet での演算の処理手順

4.1. 比演算

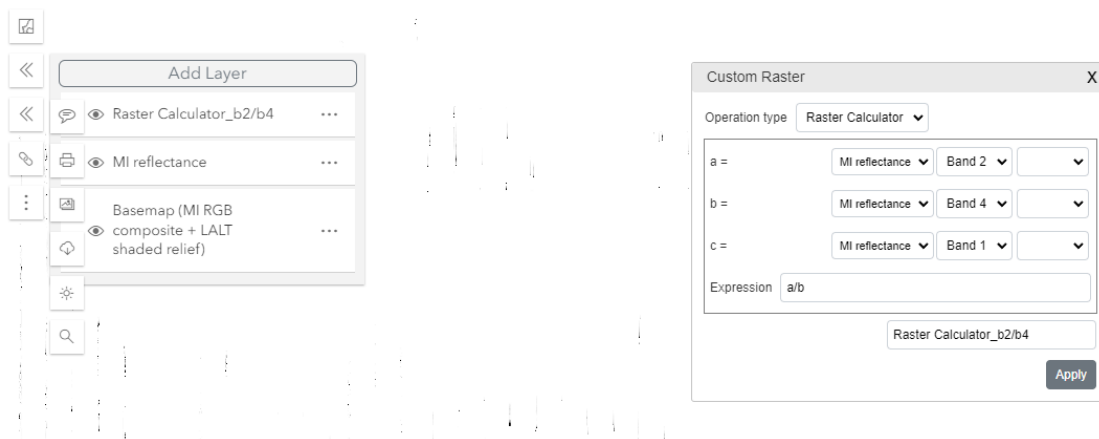
本節では、MI 反射率マップの比演算による有色鉱物の分析を JAXA Virtual Planet で行うときの処理手順を例として示す。

1. 画面左上の  (レイヤーリスト) の「レイヤー追加」から「MI 反射率マップ」を選択し、「追加」をクリックする。



2.  (ツールボックス) の  (カスタム表示) をクリックし、カスタム表示の詳細設定画面を呼び出す。
3. 処理タイプとして「比演算」、a, b, c に演算対象のバンドを選択する。バンドに指数・対数計算を適用して演算式に渡したい場合は、バンド名の右横のリストから関数を選択する。
3.3 節に基づき有色鉱物の分析を行う場合は、a, b にバンド 2, 4 を指定する。

4. 「式」に、演算式を指定する。
3.3 節に基づき有色鉱物の分析を行う場合は、バンド 2/バンド 4 を行うので、「a/b」と指定する。
5. 「出力レイヤー名」に任意の名前を指定し、「適用」ボタンを押す。
6. 演算結果がレイヤーに追加され、地図上に表示される。



7. 再度、カスタム表示の詳細設定画面を呼び出す。処理タイプとして「カラーマップ」、バンド選択として 6.で作成した比演算結果、ストレッチに適切なストレッチ方法と最小最大値を入力したうえで、カラーマップの種類を選び、「適用」をクリックすると、見やすいカラーマップ・カラーレンジで演算結果を表示できる。

JAXA Virtual Planet

解析例

