

## 惑星の観測

中等教育教員養成課程 理科専攻  
金光研究室 2723224 山下 祐賀子

### 1. はじめに

太陽系の天体については、これまで様々な手法によってその特徴が明らかにされてきた。望遠鏡の天体観測については、1608年にハンスリッペルスハイによって望遠鏡が発明された後に、1609年にガリレオガリレイが自ら望遠鏡を発明し、初めて天体観測に望遠鏡を使うこととなった。ガリレオガリレイは月のクレーターや金星の満ち欠け、木星の周りを回る「ガリレオ衛星」の存在などを望遠鏡によって発見してきた。また、太陽系の海王星や準惑星である冥王星も望遠鏡によって発見されており、望遠鏡が果たしてきた役割は大きい。

太陽系に存在する地球型惑星である火星は、地球のすぐ外側の軌道を回っており、位置関係の変動が非常に大きく、約2年2か月ごとに地球と接近して観測好機を迎える。しかし、火星の軌道は楕円形を描いているため、その接近の度合いは毎回異なる。2018年7月～8月の接近は、15年ぶりとなる大接近となるため、望遠鏡での観測に、普段観測をしない一般人からの注目も集めることとなった。

本研究では、本学のWebカメラで観測した火星を、画像処理することによって、本学での2018年火星大接近の観測成果を解析する。

惑星の観測について、大澤(2011)、安高(2012)、秋吉(2013)、福之上(2016)、柳田(2017)が先行研究を行っている。これまでの研究で画像処理の方法についてはほぼ確立しているが、火星については太陽系の中でも水星の次に小さく、観測が難しいため、先行研究で鮮明な画像を取得するのは難しかった。よって、これまで火星に焦点を当てた研究はなされなかったのであるが、15年ぶりの観測好機を迎えるにあたって、本研究では火星に焦点をあて、火星表面の模様を観察することを目的としている。

本学のカセグレン反射望遠鏡で撮影した動画で、どの程度静止画として火星の模様を認識できるか確認するとともに、惑星の画像処理方法を確立していく。

### 2. 使用機材・画像処理ソフト

#### ○望遠鏡

望遠鏡	メーカー	口径	焦点距離
カセグレン反射望遠鏡 (本大学に設置されているもの)	三鷹光器	400 mm	5200 mm F13

#### ○観測装置

カメラ	メーカー	録画画質
Webカメラ	Lumenera	640×480pix

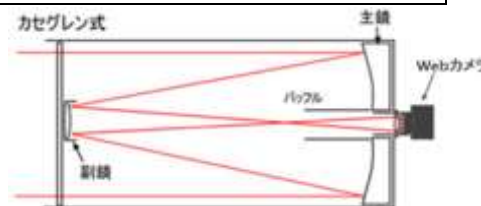
#### ○画像処理ソフト

ソフト名	メーカー	用途・特徴
AutoStakkert!2	フリーソフト Emil Kraaikamp氏他	天文画像処理ソフトウェア スタック処理に特徴がある

RegiStax6	フリーソフト Cor Berrevoets 氏他	天文画像処理ソフトウェア ウェブレット処理に特徴がある
StellaImage7	AstroArts	天文画像処理ソフトウェア 画像復元処理に特徴がある

### 3. 観測方法

本学に設置してあるカセグレン反射望遠鏡の接眼レンズを取り外し、そこに Web カメラを取り付けて撮影する。取り付けした Web カメラをパソコンと繋ぎ確認しながら撮影を行う。撮影は 1 回につき約 2 分ずつ、行った。以下は観測データである。



図：カセグレン反射望遠鏡の模式図

#### ○観測データ

観測天体	使用カメラ	観測日時	撮影時間・枚数
火星	Web カメラ	2018/07/19 21:08~21:14	134, 134 秒 2 枚
火星	Web カメラ	2018/07/31 21:19~21:24	135, 134 秒 2 枚
火星	Web カメラ	2018/08/07 20:34~20:39	135, 134 秒 2 枚
火星	Web カメラ	2018/08/08 20:23~20:28	134, 134 秒 2 枚
火星	Web カメラ	2018/08/10 22:22~22:52	134, 135, 134 秒 3 枚
火星	Web カメラ	2018/08/13 22:06~22:39	134, 129, 129 秒 3 枚

### 4. 画像処理

#### ①スタック処理

「AutoStakkert!2」を使用。このソフトはスタック機能のみであるため、操作がシンプル且つ高速。

「Open」ボタンで対象の動画ファイルを読み込み、「Analyze」ボタンで画像測定して品質が良好な順に画像を並び替える。次に、アライメントポイント（複数の画像を重ね合わせる時の重心、以下 AP）を設定するのだが、シーイングが悪いときは AP サイズを大きく設定し、AP の数は少なめにする。「Stack」ボタンで画像の重ね合わせを行いくオリティの低い画像をカットしたらスタック処理完了である。

#### ②ウェブレット処理

「Registax6」を使用。スタック画像を読み込み、各レイヤーの値を変化させそれぞれの明暗周波数の強調処理をすることによって、画像が持っているあらゆる大きさの模様を表に引き出す。レイヤーのほかにも、コントラストを調整した。撮影条件や機材により画像の質が異なるため、埋もれていた画像が浮かび上がるように自分で様々な数値を試し最適な値を見つけた。

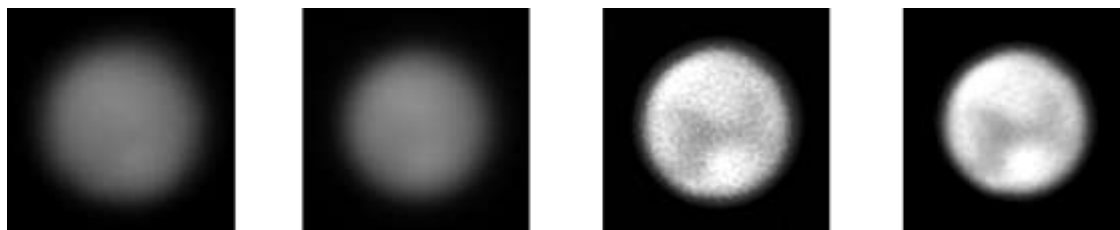
#### ③画像復元処理

「StellaImage7」を使用。画像復元を得意とする。画像復元とは、シーイングの悪さや光学系の不具合など画像のぼやけの原因が分かっている場合、推定によってある程度ぼやける前の本来の像近くまで復元する処理のことである。シーイングの良い場合は不要であるが、日本のようなシーイングの悪い場所での観測では不可欠な処理となってきた。

## 5. 観測結果

画像処理を施した画像は以下のとおりである。ここでは、比較的良質な画像が得られた 2 枚を示す。

2018/07/19 21:08



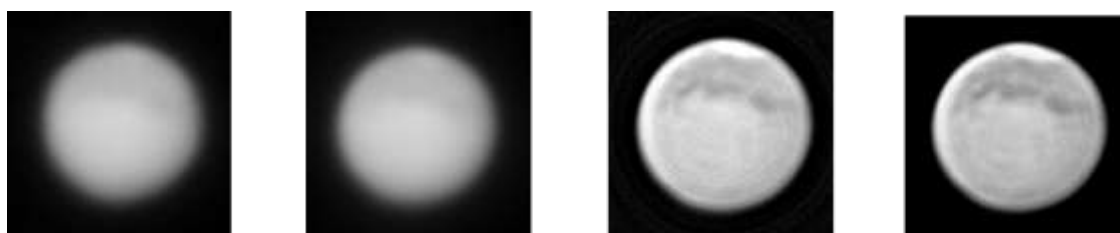
未処理

スタック後

ウェーブレット処理後

画像復元後

2018/08/10 22:39



未処理

スタック後

ウェーブレット処理後

画像復元後

## 6. 考察

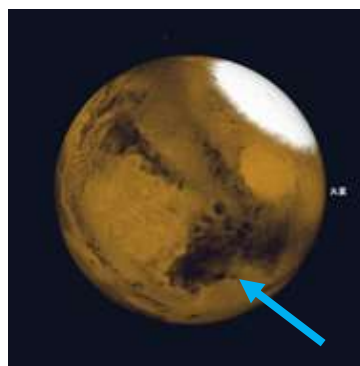
### 6-1 ステラナビゲータ（シミュレーションソフト）との比較

ステラナビゲータは、紀元前 10 万年から西暦 10 万年までの星空を高精度で再現する、天文シミュレーションソフトウェアである。今回の観測と画像処理が正確に施されたかを確認する。

・ 2018/07/19 21:08

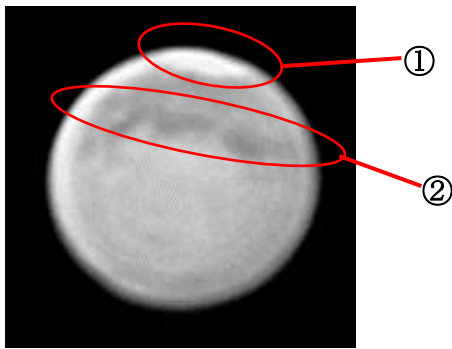


画像復元後

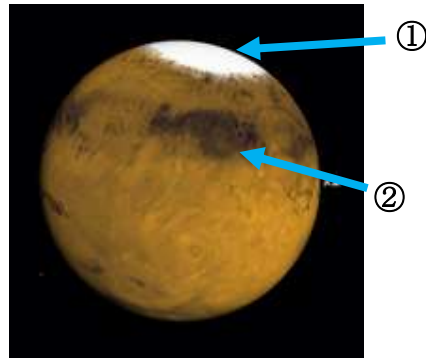


シミュレーション画像

シミュレーションでは、矢印部分に「大シルティス」が現れた。復元画像では赤丸部分に大きな溝が見える。ここが大シルティスかと思われる。



画像復元後



シミュレーション画像

①では、シミュレーション画像と同様、復元画像に「極冠」が見られた。他画像の中でもこの画像が一番、シミュレーション画像と同じ場所にはっきりと極冠が写っていた。また、②では、シミュレーション画像では「シレーンの海」が確認された。鮮明ではないため断定はできないが、復元画像でも若干横広りの溝が見られた。

### 6-2 ダストストームについて

ノイズが多くて画像処理をしても鮮明な画像を得ることができなかったものもあったが、全ての画像に何かしらの模様が浮かび上がったため、今回の観測時期には、2018年5月末から発生していた、大規模なダストストームは概ねおさまっていたと思われる。

### 6-3 画像処理の成果

比較的綺麗に画像処理できたものについては、シミュレーション画像と照らし合わせて地名の確認もいくつかできた。しかし、中にはシミュレーション画像と全く模様が異なるものもあった。これは、ノイズを処理の際に強調してしまったためと思われる。目標天体を強調させたいがために、コントラストをつけすぎたり、シャープをかけすぎたりしてしまう場合がある。そうすると、本来ノイズであり強調されてはいけない部分も強調され模様として浮かび上がってしまう場合がある。天体の画像処理においては、何でも強調させれば良いということではない。そのため、画像によって処理する数値は大きく変わり、処理方法に正解はなく、完成も作者の処理方法に依存される。処理する手順は手本を踏まえながらも、処理数値については自分で色々試みることが重要である。

## 7. まとめ

今回の研究では、観測時期も短期間で時間も疎らであったため、公転による季節変化や、自転による時間変化をあまり見るができなかった。しかし、観測自体はよくでき、本学のカセグレン望遠鏡でも十分に観測できたため、継続的に観測を行って今回のような画像処理を行えば、よりたくさんの成果が得られると思われる。火星の最接近は約2年2か月ごとであり、次回は2020年10月6日に観測好機を迎える。また、次に火星の近日点のあたりで最接近し、2018年以来の火星大接近となるのは2035年9月11日である。今回の2018年の大接近が視直径24.3秒角であるのに対し、2035年の大接近は視直径24.6秒角となり、さらなる観測好機を迎えることとなるため期待は高まるだろう。2020年最接近も視直径22.6秒角であり十分な見ごたえがあるため、研究室での継続的な観測を望みたい。