熊本博物館賞

火星の南極冠の縮小 2018

熊本県立第一高等学校　地学部１年

１　研究の目的

2018 年７月 31 日、15 年ぶりに火星が地球に大接近した。このときの視直径は 24 秒を超え、－2.8 等級の明るさで輝いた。我々が使用している天体望遠鏡でも表面の模様が観察しやすくなり、火星を撮影して火星の表面の様子を観察した。その結果、南極冠は次第に縮小していることが分かった。そこで、南極冠の縮小の原因について調べた。

２　研究の方法

(1) 望遠鏡と CMOS カメラ、バローレンズを使い火星を拡大撮影し、画像処理を行った。処理した画像から南極冠の大きさを測定する。

(2) 大接近前後での南極冠の大きさを、火星の中央経度をそろえて測定する。世界中の火星の撮影画像を集めて、我々の測定では不足するデータを補い、南極冠の大きさの変化を調べる。

(3) 南極冠の縮小の原因について考察する。

観測場所：本校屋上、第二高校屋上、天草青年の家

観測期間：2018 年８月９日～

３　火星の大接近と極冠について

・最接近：2018 年７月 31 日　・地球との距離：0.3847AU　・最接近時：－2.8 等

・二つの極冠（北極冠･南極冠）はドライアイスと氷でできている。　・最大視直径：24.3 秒

４　研究の結果

(1) 撮影した火星の画像

(2) 火星の公転と軌道、自転軸等について

太陽系の惑星は太陽を一つの焦点とする楕円軌道を描いている。火星の季節を示す値に黄経がある。火星の北半球の春分点の位置を０°として、火星の位置を角度で表したものであり、黄経は Ls で示される。Ls90°は火星の夏至、Ls180°は秋分となる。太陽との距離が最も近い近日点距離は 1.38AU であり、近日点通過日は９月 16 日である。Ls270°である火星の冬至は 10 月 16 日となっており、近日点通過日は同じではない。さらに火星は公転していき、2019 年３月 23 日に Ls０°となり、春分を迎える。火星は地球と同じように北半球と南半球では季節が反転する。よって火星が冬至のとき南半球は夏至となる。

(3) 南極冠の大きさの測定方法

時間が経つと火星は自転していく。一晩に撮影したものでも、時間が違うと火星の南極冠の見かけの大きさが違っていた。これより、南極冠が真円ではないことが分かった。また、ヨーロッパ宇宙機関の火星探査機マーズ・エクスプレスの調査結果より、南極冠は南極点からずれて広がっていることが分かった。

正しく南極冠の大きさの変化を観測するには、南極冠を観測する経度（中央経度）を決めて観測する必要がある。中央経度とは、火星を見たときの火星の中心にくる経度のことである。今回我々は、基準となる中央経度を 130°とした。

(4) 中央経度について

中央経度を揃えた場合、日本では見えない期間がでてきてしまう。火星の自転周期は約 24 時間 40 分で、地球より少し長くなっている。そのため、火星を同じ中央経度で観察できるのは１日１回だけであり、その時刻は１日約 40 分ずつ遅くなっている。火星が観測可能な日の夜に、12 時間観測可能だとしても､火星の同じ経度を火星中央で観測できるのは 18 日ほどしかない。中央経度が 130°になる時間は主に夜中であり、平日や日曜日は時間の都合上、観測が行えなかった。また、天候なども考えると、実際に観測できる日はかなり限られてしまう。

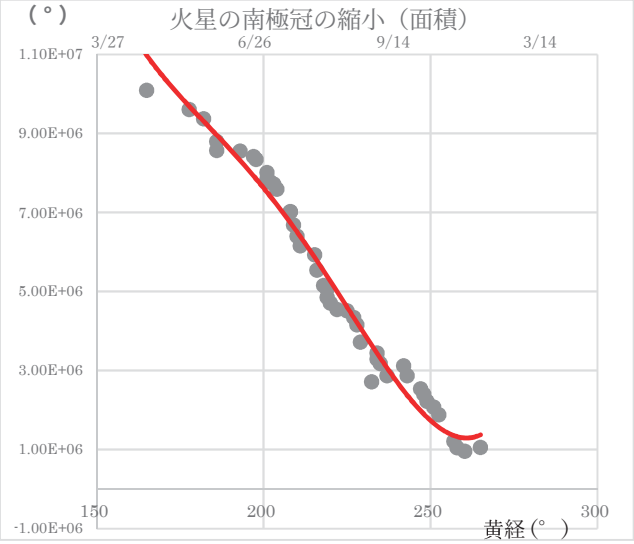
しかし、地球は球形であるため、日本で観測できない期間も他の国から観測することが可能である。そこで、インターネット上の世界中で撮影された中央経度 120°～140°の画像を調べた。

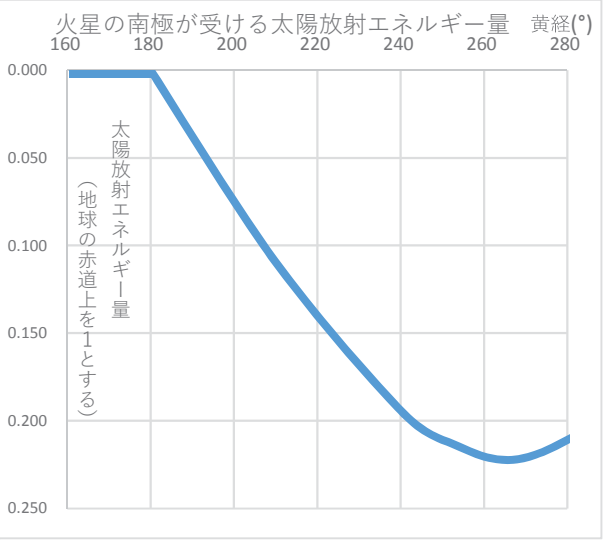
(5) 南極冠の縮小曲線と火星の南極が受ける太陽放射エネルギー量

次項のグラフから、2018 年４月以降次第に南極冠が縮小している。縮小速度が、４月初めから５月末までは小さく、６月初め以降は大きくなっている。次頁のグラフから、火星が近日点

を通過するとき、南極冠が受ける太陽放射エネルギー量は最大ではなく、夏至に向かって大きくなっている。

２つを比較すると、南極冠の縮小速度は、太陽放射エネルギー量の変化速度と一致していない。４月初めの黄経 150 ° から５月末の黄経 180 ° にかけて南極冠の縮小速度は南極冠が受ける太陽放射エネルギー量の増加速度より小さくなっている。



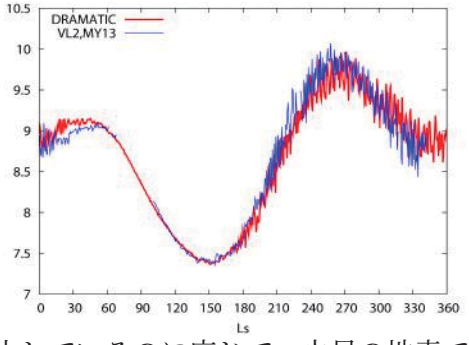


5　研究の考察

(1) 南極冠の縮小の原因

太陽放射に垂直な単位面積が単位時間に受ける太陽放射エネルギー量を I_0 としたとき、I_0 は太陽との距離の２乗に反比例する。南極での太陽放射エネルギー量は入射角の sin に比例する。このことから、太陽の入射角を θ としたとき、南極が受ける太陽放射エネルギー量 I は $I_0 \times \sin\theta$ となる。

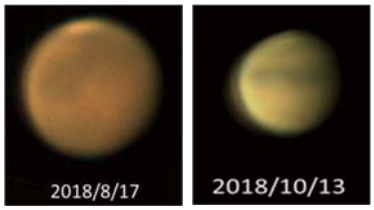
地球の赤道上で受ける太陽放射エネルギー量を１とすると、火星の近日点では、南極が受ける太陽放射エネルギー量は 0.212 となる。火星の夏至では、太陽放射エネルギー量は 0.221 となる。南極が受ける太陽放射エネルギー量は、太陽との距離より太陽光の入射角の影響を大きく受け、太陽放射エネルギーは近日点より夏至が大きい。



(2) 南極冠の縮小と火星大気圧との関係

右のグラフは火星探査機バイキング２号によって観測された火星の地表での大気圧の変動を示したものである。南半球の春分から夏至にかけて南極冠の面積が縮小しているのに応じて、火星の地表での大気圧は上昇している。これは、南極冠のドライアイスが昇華したことにより火星の二酸化炭素濃度が上昇したからだと考えられる。

(3) 南極冠の縮小とダストストームとの関係



右の２つの画像を比較すると 2018 年８月 17 日に撮影した画像の方が火星と地球の距離が近く火星の表面の様子が精細に見えるはずだが、表面の模様がはっきりとしていない。これは、2018 年５月末に発生し約３ヶ月間続いたダストストームの影響である。ダストストームとは、火星大気中の塵、砂粒などが巻き上がる現象である。８月 17 日に撮影したとき、ダストストームが既に火星全体を覆ってしまっていたため、火星の表面の観測がしにくくなったと考えられる。南極冠の縮小速度と太陽放射エネルギー量の変化速度が一致していないのは、５月末に発生した、ダストストームと関係していると考えている。

6　まとめ

南極冠は火星の南半球の夏至にかけて縮小していく。火星の南極冠が受ける太陽放射エネルギー量は、太陽との距離よりも太陽光の入射角の影響を大きく受けることが分かった。また、バイキングの観測による火星大気圧の上昇から、南極冠のドライアイスが昇華し、二酸化炭素濃度が上昇していることが分かる。このことは、南極冠の縮小を裏付けている。

7　使用ソフト

・Fire Capture　・Autostackkert!2　・RegiStax6　・GIMP2.10
・WinJUPOS　・ステラナビゲーター　・火星くるくる