

火星極冠の消長

～極冠消長から解る大気循環とダストストームの影響～

熊本県立第一高等学校 地学部

松本 莉菜子、松川 竜也、豊田 龍輝、楠本 涼太、前田 鮎舞、竹中 実玖、西 愛莉、本田 楓望、高橋 朋花、立川 朋佳、木村 莉子、本田 紗花

1 研究の目的

2018 年の研究では、地球に大接近した火星の南極冠の縮小とその原因について考察した。今年度は、2003～2019 年の調査から、火星の一年を通しての両極冠面積の変化を調べ、極が受ける太陽放射エネルギー量や、火星の大気圧変動と比較して、両極冠の消長及び原因を推測する。

2 研究の方法

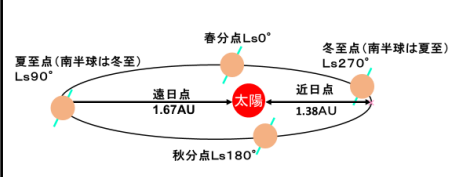
- ① 2018～2019 年に接近した火星の画像だけでなく、精細な画像が残っている 2003 年以降に地球に接近した火星の画像から、火星の一年を通して南極冠と北極冠の大きさの変化を、それぞれ中央経度を揃えて調べる。
- ② 調べた画像をもとに火星極冠面積を測定する。火星とその極冠を円と仮定し、火星中心から計った極冠角距離を 5 回ずつ測り、その平均から面積を求めた。極冠全体が見えているときは、火星直径と極冠との直径の比から極冠面積を求めた。
- ③ 極冠の増大と縮小の様子を考察する。
- ④ 火星極冠の増大と縮小の様子と極が受ける太陽放射エネルギー量、火星探査機によって観測された火星大気圧の変動とを比較し、地球から見えない時期や極に太陽放射が当たらない時期の、極冠の消長を推測する。

調査した極冠の時期と条件

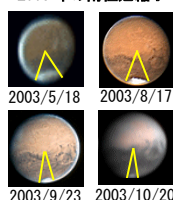
年	2003	2018～2019	2007～2008	2013～2014
極冠	南極冠	南極冠	北極冠	北極冠
黄経 (Ls)	186～316	227～345	340～63	81～210
中央経度	120～140	290～310		
画像数	106	65	33	52

3 研究の結果

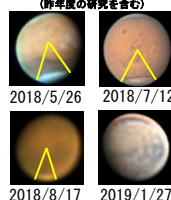
(1) 火星の公転軌道と黄経、自転軸 (昨年度の研究結果)



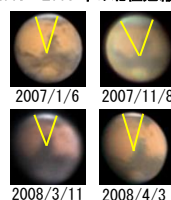
(2) 2003 年の南極冠縮小



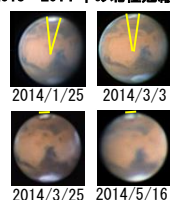
2018～2019 年の南極冠縮小 (昨年度の研究を含む)



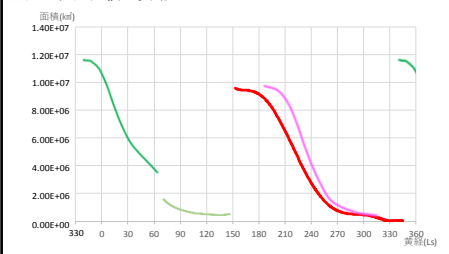
2007～2008 年の北極冠縮小



2013～2014 年の北極冠縮小

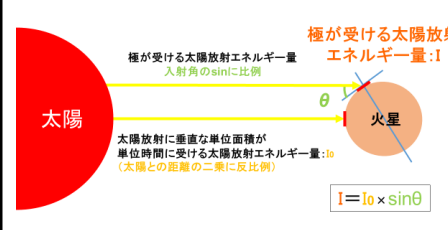


(3) 火星極冠面積の変動



4 考察

(1) 極が受ける太陽放射エネルギー量 (南極は昨年度の研究結果)

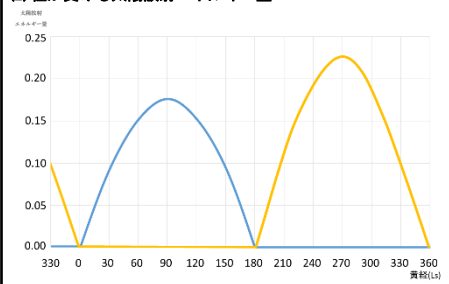


火星の南半球	黄経 (Ls)	日心距離 (AU)	入射角	太陽放射エネルギー量
春分	180	1.47	0.0	0.000
近日点通過	251	1.38	23.9	0.212
夏至	270	1.39	25.2	0.221
秋分	360	1.56	0.0	0.000

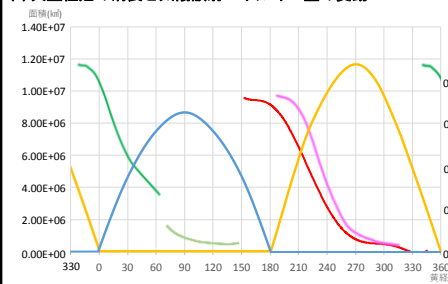
火星の北半球	黄経 (Ls)	日心距離 (AU)	入射角	太陽放射エネルギー量
春分	360	1.56	0.0	0.000
遠日点通過	71	1.67	23.9	0.146
夏至	90	1.66	25.2	0.155
秋分	180	1.47	0.0	0.000

(地球の赤道を 1 とする)

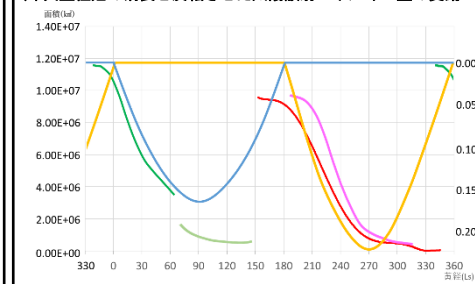
(2) 極が受ける太陽放射エネルギー量



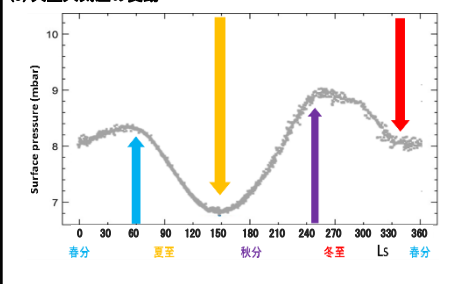
(3) 火星極冠の消長と太陽放射エネルギー量の変動



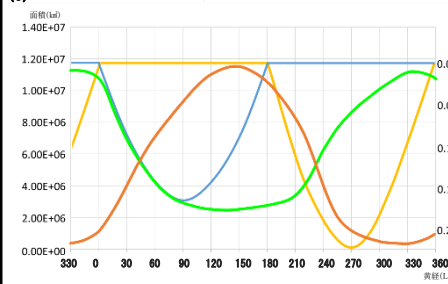
(4) 火星極冠の消長と反転させた太陽放射エネルギー量の変動



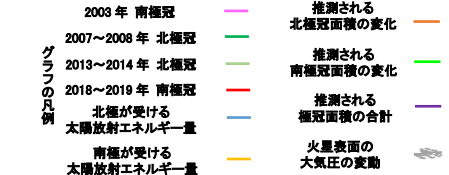
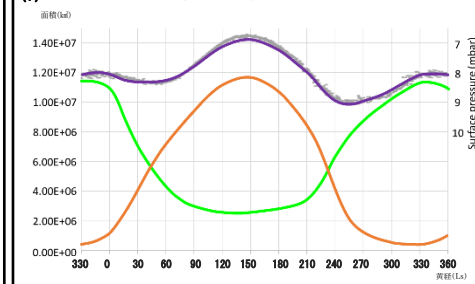
(5) 火星大気圧の変動



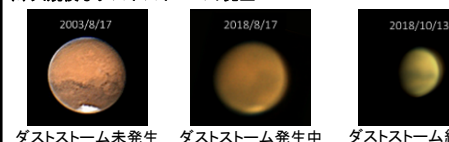
(6) 火星の一年を通した両極冠消長の推測と両極が受ける太陽放射エネルギー量



(7) 推測した火星極冠の消長と合計面積、大きさを反転させた大気圧の変動



(8) 大規模なダストストームの発生



5 研究のまとめ

- ・火星極冠の縮小は極に入射する太陽放射エネルギーに関係し、太陽と火星との距離の 2 乗に反比例し、入射角 θ の $\sin$ に比例する。 ($I = I_0 \times \sin \theta$)
- ・極冠は太陽放射エネルギー量に反比例するように縮小する。
- ・最縮小は夏至から Ls で約 60° 遅れる。太陽放射を受けて火星表面や大気が暖まるまでに時間がかかることや、大気圧が低いことが原因である。
- ・火星の大気圧は春分や夏至、秋分、冬至からそれぞれ Ls で約 60° 遅れて増減する。大気圧変動は両極冠の消長と関係する。
- ・両極冠合計面積の変化は、大きさを反転させた大気圧の変動と調和する。太陽放射の増加で極冠が縮小して大気圧が増大する。
- ・太陽放射が減少しても極冠は直ぐに増大しない。大気と極冠を含めた CO2 量は一定であるため、太陽放射エネルギー量が減少しても極冠面積が増大しない時期がある。
- ・火星に発生した大規模なダストストームは大気を暖め、火星全体を温暖化させるため極冠の縮小が促進されると考えられる。
- ・火星では地球と同様に暑夏や冷夏、暖冬や厳冬のような年による気候変動があると考えられる。火星の気候や太陽放射エネルギー量の変動を明らかにすることで、地球の気候変動の解明にもつながる。

6 参考、引用文献

- ・HP、ソフト等
- ・東亜天文学会HP
- ・月惑星研究会HP
- ・アストロアーツHP
- ・黒田剛史HP
- ・気象庁
- ・国立極地研究所
- ・火星くくる
- ・ステラナビゲータ
- ・Fire Capture
- ・Autostacker! 2
- ・RegiStax6
- ・GIMP2.10
- ・WinJUPOS

7 おわりに

1 つの団体や個人で中央経度を揃えた観測により、火星の 1 年間を通した極冠の精密な消長を明らかにすることは非常に困難である。しかし、観測条件を揃えてデータを収集することも必要であり、より良い観測方法を検討する必要がある。また、今後火星に着陆した探査機による 1 年間の大気圧変動の測定と、火星を周回する探査機等による地球から見えない側を含めた極冠消長の観測とが毎年継続されることで、火星の気候や気候変動が詳しく解明されると考える。なお、本研究で我々が撮影した以外の火星画像は、東亜天文学会・火星課や月惑星研究会のホームページから集めたものである。

8 謝辞

ご指導いただいた顧問の湊 啓輔先生に、お礼申し上げます。また、火星の画像を提供していただいた、撮影者の皆様にも深く感謝申し上げます。