



令和8年3月10日

報道機関 各位

## 20 年以上前の火星探査機データを新たに解析 ～火星南極の大気に CO<sub>2</sub>過飽和層を確認～

### 【概要】

奈良女子大学と NASA ジェット推進研究所の共同研究チームは、20 年以上前の火星探査機データに新しい解析手法を適用し、火星南極の極夜における CO<sub>2</sub>過飽和層の分布を明らかにしました。

1998 年から 2006 年にかけて、NASA の火星探査機マーズ・グローバル・サーベヤー (MGS) は電波掩蔽観測により火星大気の気温構造を測定しました。このデータは、火星の気象・気候を調べるために広く利用されてきました。

しかし、従来の解析では、大気組成や上空の気温に単純化した仮定を置いていたため、極夜のような低温環境では気温導出に誤差が生じる可能性が指摘されていました。

研究チームは、そのような仮定を改良した新しい解析手法を開発し、MGS の電波掩蔽観測データを再解析しました。その結果、火星南極の極夜では、地表付近から最大約 15 km にわたって二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) が凝結直前の「過飽和」状態となる大気層が存在することが、これまでより高い信頼性で確認されました。

この成果は、解析手法の改良によって火星極域の大気構造をより正確に捉えられることを示すと同時に、将来の火星大気観測の解釈にも重要な手がかりを与えるものです。

### 【研究の背景：火星の冬に起きる CO<sub>2</sub>の過飽和】

火星大気の主成分は二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) です。冬の極域では気温が極端に低下し、CO<sub>2</sub>は雪や霜として凝結して季節的な極冠を形成します。

しかし実際の大気では、理論上は凝結する温度でも気体のまま存在する「過飽和」と呼ばれる状態が生じることがあります。この現象は局所的な降雪だけで

# PRESS RELEASE

なく、極域の大気循環や火星全体の気候にも影響すると考えられており、その実態を理解するには大気の気温構造を精度よく測定することが重要になります。

惑星大気の気温構造を測定する手法の一つが、探査機の電波を利用する「電波掩蔽観測」です。探査機から発信された電波が惑星大気を通過する際の屈折の変化を利用して、気温や気圧の高度分布を高精度で導出できます。これまでの研究でも、この観測手法を用いることで火星極域における CO<sub>2</sub>過飽和の存在が報告されてきました。

しかし電波掩蔽観測の解析では、大気組成や上空の気温に関するいくつかの仮定を置く必要があります。極夜のような低温環境ではこれらの仮定が温度推定に影響する可能性があり、得られた CO<sub>2</sub>過飽和の分布をどこまで信頼できるのかが未解決となっていました。

## 【研究手法：電波掩蔽解析の改良】

本研究では、NASA の火星探査機マーズ・グローバル・サーベイヤー (MGS) が取得した電波掩蔽観測データを対象に、解析手法の改良を行いました。

従来の解析では

- ・ 極夜での CO<sub>2</sub>凝結に伴う大気組成の変化を考慮せず一定と仮定していたこと
  - ・ 上空の気温に対して単純化した仮定を置いていたこと
- という二つの課題がありました。

そこで本研究では

- ・ 季節と緯度によって変化する大気組成を解析に導入
- ・ 別の火星探査機による長期観測から作成した気温の平均分布（気候値）を利用することで、これら二つの課題を解決し、より現実的な条件に基づく解析手法を構築しました。

## 【研究成果：高度 15 km まで広がる CO<sub>2</sub>過飽和層】

研究チームは、MGS 電波掩蔽観測における 2000 個以上の気温データセットに対

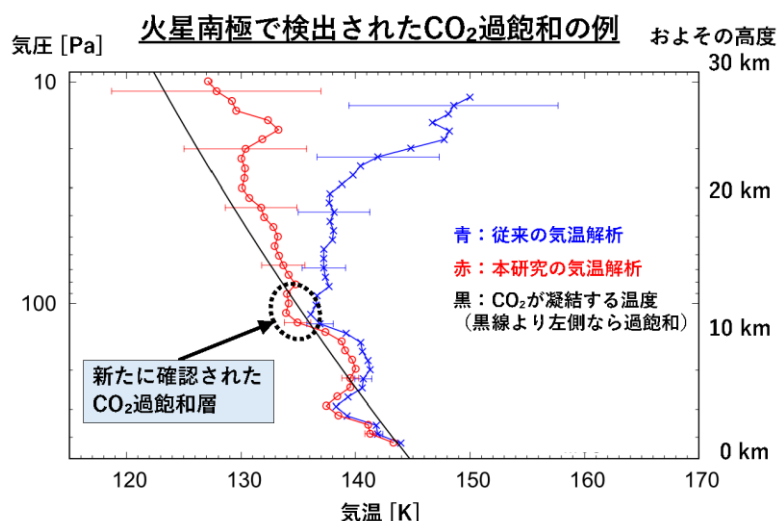
## PRESS RELEASE

して改良した解析手法を適用することで、CO<sub>2</sub>過飽和層の分布を調べました。その結果、火星南極の極夜では次のことが明らかになりました。

- ・ CO<sub>2</sub>過飽和層が地表から最大約 15 km まで広がっていること
- ・ 地表付近では数 km の高度差で気温構造が急激に変化すること

地球で高度 15 km というと、日本のような中緯度では対流圏を越えて下部成層圏に達する高さです。今回の解析から、火星ではそのような広い高度範囲で気温が低下し、CO<sub>2</sub>大気が凍る直前の低温になっていることが示されました。

また、地表付近には極端に低温な薄い大気層が形成されており、この層が CO<sub>2</sub>の凝結過程に重要な役割を果たしている可能性が示されました。



図：火星南極の極夜で観測された気温データの例。この例では、従来の気温解析（青）では検出できなかったCO<sub>2</sub>過飽和層が、高度約11 km付近で新たに確認されたことを示している。

### 【観測手法としての意義】

本研究の結果は、電波掩蔽観測が火星大気の詳細な構造を調べる上で極めて有効な手法であることを改めて示しています。

今回得られた CO<sub>2</sub>過飽和の分布は、火星大気の数値シミュレーションの検証にも利用でき、極域で起きる凝結過程や降雪現象の理解を進める重要な観測基準と

# PRESS RELEASE

なります。

この成果は、火星で起きる CO<sub>2</sub>の降雪や極夜における大気循環を解明する上で重要な手がかりとなるとともに、火星の気候システムの理解や将来の火星探査ミッションにおける観測戦略の高度化にも貢献すると期待されます。

## 【研究チーム】

野口克行（奈良女子大学）

アルミン・クラインベル、シルヴァン・ピクー（米国・NASA ジェット推進研究所）

## 【論文情報】

Noguchi, K., Kleinböhl, A., & Piqueux, S.

A study on CO<sub>2</sub> supersaturation in the Martian southern polar night using Mars global surveyor radio occultation profiles rederived with Mars climate sounder temperature climatology

Journal of Geophysical Research: Planets, 131, e2025JE009354, 2026.

doi: 10.1029/2025JE009354

<https://doi.org/10.1029/2025JE009354>

## 【本件に関する問い合わせ先】

奈良女子大学研究院自然科学系 准教授 野口克行

TEL : 0742-20-3437

E-mail : [nogu@ics.nara-wu.ac.jp](mailto:nogu@ics.nara-wu.ac.jp)

※お問い合わせは、なるべく E-mail にてお願いいたします。

## （機関窓口）

奈良女子大学 総務課 広報・基金係

T E L : 0742-20-3220

E-mail : [somu02@jimu.nara-wu.ac.jp](mailto:somu02@jimu.nara-wu.ac.jp)