

フォボスソイル計画と日本の貢献

Next Japanese Mars mission

吉川 一朗[1]

Ichiro Yoshikawa[1]

[1] 東大

[1] Univ. of Tokyo

ロシア宇宙科学研究所 (IKI) は、火星の衛星フォボスの土壌を地球に持ち帰るサンプルリターンを計画している。母船、ローバー、ペネトレータと帰還モジュールからなる人工衛星 (フォボス・ソイル) をロシア国内の技術で 2009 年に打ち上げる。人工衛星はまず火星にローバーを着陸させ (注 1)、次いで火星の衛星ダイモスにペネトレータ注 2 (地震計) を打ち込む。母船は、衛星フォボスの火星を向いている面に着陸して土壌を採取し、帰還モジュールだけが地球に戻る注 3。衛星フォボスに残された母船には科学観測装置が搭載されており、モジュール帰還後も 1 年間の観測を続ける。この中には火星上層大気を光学観測するカメラが計画されており、のぞみ計画の技術を踏襲した日本の貢献をロシアは期待している。本計画の主目的は、過去の火星大気中に存在し、温暖で湿潤な大気環境を実現していた大量の二酸化炭素 (CO_2) の行方を探ることである。MGS, Mars Odyssey, Mars Express などの最近の火星探査機による観測や地形解析により、火星にかつて大量の液体の水が存在したことは、ほぼ間違いない。この大量の水は CO_2 が作り出す高い大気圧の温暖な大気環境のもとで、液体として安定に存在していたと考えられており、生命の誕生といった観点からも注目されている。一方で、現在の火星は、希薄な CO_2 大気しか持たない低温で乾燥した世界である。この大気環境の違いを達成するには、火星大気から大量の CO_2 を取り除く必要があるが、この CO_2 がどのようなメカニズムでどこに消えたのかは、よくわかっていない。

大気中の CO_2 を減少させるには、惑星の表層物質との反応により固体部分へ貯蔵するか、宇宙空間へ散逸するか、のどちらかが必要である。最近の Mars Express の観測により、 CO_2 が貯蔵されていると予想されていた南半球の氷の中には、予想をはるかに下回る量の CO_2 しか貯蔵されていないことが判明した。一方で、炭素原子の同位体比測定からは、少なくとも 40-70% が宇宙空間に散逸したという見積りが、数値実験からは 0.1-1 気圧以上の CO_2 が宇宙空間に流出したという予想値が報告されており、両者ともに宇宙空間への流出を肯定している。しかし、現在の炭素流出量の実測値すらなく、支配的な流出機構がわかっていない現状では、これらの流出率の見積り値には 1 桁以上の不確実性が含まれており (表 1)、観測による直接的な検証が強く期待されている。

本計画では、この火星大気からの CO_2 の総流出率を世界で初めて測定するとともに、1.3 節に記す 3 つの主要な大気流出過程の各々について、炭素流出への寄与の割合を実証的に明らかにすることを目指している。1989 年のフォボス-2 探査機のイオン流出観測以来、火星での大気流出過程は机上の理論が一人歩きしている感があるが、本観測が実現すれば、提案されている主な大気流出機構の仮説に関して観測的検証を行うことができる。また、流出過程そのものの理解 (プラズマ素過程の理解など) を深化させることによって、大気 CO_2 の存在量の変遷とそれに伴う火星気候の長期的な変遷など、過去への推論の確度が上がることが期待される。