

そらと
《天空翔ぶ天文台 (7)》

火星撮像カメラ MIC

今月は 1998 年 7 月 4 日未明に打ちあがった火星探査機「のぞみ」に搭載されているカメラ MIC (Mars Imaging Camera) について紹介します。MIC は日本初の惑星探査機の眼となつて、火星の素顔を捉えます。

火星探査

火星には魔物が棲んでいる……。惑星探査に興味を持つ者たちの間でひそかにささやかれている言葉である。過去に火星を目指した探査機は数多いが、予定通りの探査を終えたものは少ない。華々しい成果をあげた Viking 以前には 16 回におよぶ探査計画が失敗に終わった。その後も 1988 年に打ち上げられたソ連の Phobos 1 は行方不明になり、Phobos 2 は火星との邂逅を果たしたものの、やはり行方不明となった。1992 年に打ち上げられたアメリカの Mars Observer も地球へ信号を送ってこなくなった。そんな中、1997 年 7 月 4 日火星に着陸を果たした Mars Pathfinder は予定通りの任務を終え、ここに久しぶりの魔物への勝利を収めたのである。Mars Observer の代役となった Mars Global Surveyor は現在火星を周回中であり、表面地形・凹凸・温度・磁場などの火星地図を作成中である。

そして日本もまた火星への探査に挑んでいる。1998 年 7 月 4 日未明、暗闇の中松明のごとく燃え上がり爆音を残して打ちあがった PLANET-B は無事地球周回軌道にのり、名前を「のぞみ」と変えた。12 月までは地球・月系を周回する軌道で各搭載機器の動作チェックを行い、CCD カメラ MIC も地球、月、木星などを撮像した。2 回の月スイングバイにも成功し、最後の地球スイングバイで

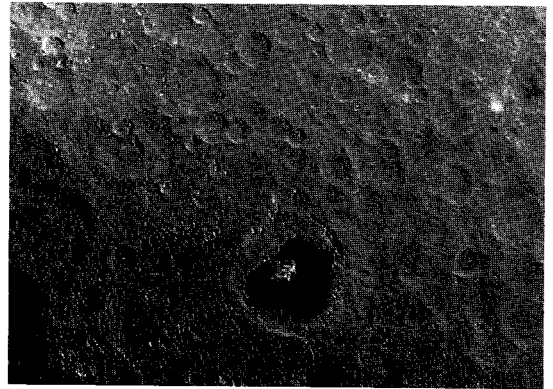


図1 月の裏側。ツィオルコフスキー・クレーター。1998 年 12 月 18 日、第 2 回月スイングバイ中に撮像。宇宙研「のぞみ」搭載カメラ MIC

火星へ向けて旅立ち、という時に魔物は現れた。推進系の不具合である。結果として今年の火星到着は延期になり、「のぞみ」は 2003 年冬、火星周回軌道に入ることになった。観測期間は 2 年間で火星の 1 公転周期にあたり、軌道は近火点が赤道付近の長楕円軌道が予定されている。

MIC の運用

MIC には CCD 素子が三列並んでいて、それぞれ赤、緑、青のフィルターを持つ。「のぞみ」はスピン安定型の探査機でそのスピン (7.5 rpm) を利用して 1 スピンに 1 枚の 2 次元画像を取得できる。1 ラインの撮像をする積分時間は 0.512 msec で、暗電流は無視できる程小さい。

ただし、積分時間を変化させることができないため標準星の撮像ができないことが難点で、機上での絶対感度の較正は工夫が必要である。MIC の場合、過去の地上観測から月面の反射特性を調べ、MIC が撮像した地点の反射光強度を計算で求めて、この強度に対する CCD 素子の感度を調べようとしている。また、点光源として木星を撮像しており、これも強度が既知の光として使用する。

宇宙にはドームも曇った空も積分球もないが、1 次元 CCD は 2560 × 3 ピクセルの相対感度を確認するだけで良い。これは同一地点からの反射光

表1 MICの仕様

光学系	焦点距離	30 mm
	口径	21.4 mm
	F値	1.4
総視野	ライン方向	54.2 degrees
	スピン方向	360 degrees
画像サイズ	ライン方向	256, 512, 1024
	スピン方向	256, 512, 1024
分解能	ライン方向	82.5" at the center
	スピン方向	82.9"
波長帯	Blue	440 — 480 nm
	Green	520 — 580 nm
	Red	630 — 680 nm
A/D変換		8bit 6 MHz
画像メモリ		1 Mbytes
圧縮		JPEG revision 5
CPU		80C86 8 MHz

を同じ角度でとらえたときの各素子の出力値の比から求められる。

MICは何を見るか？

金星，地球，火星は大気を持つ同じような大きさの固体惑星で，それだけに違いも際立って見える。例えば火星には火星全土を覆う大砂嵐がある。いずれ砂嵐はおさまるが，大気中には多くの微粒子が残され，火星の空が赤い原因となっている。小さな砂嵐がいかに大規模に成長していくか，あるいは収束していくのかといった観測は，MICのサイエンス目標として優先的に行われる。

火星大気の主成分は二酸化炭素であり，北極・南極では二酸化炭素も凍ってしまう。このドライアイスと水の氷（極冠）は冬に発達し夏には縮退し，凝縮と蒸発を繰り返して火星の年間の気候を支配している。地上から観測しにくい北極冠の縮退の様子もMICでとらえる予定だ。

これらの大気活動は地上からそのグローバルな振る舞いをモニターすることが可能である。西はりま天文台を中心に火星共同観測ネットワークが立ちあがり，既に1997年，1999年の地球—火星

接近時に観測が行われている。MICは，この地上観測網と共同で観測を行う。

MICの特徴は地表面を様々な太陽高度で色々な角度から撮像できることである。この特徴は朝霧・夕霧の観測も可能にしている。火星の水問題は探査機による観測が初めて行われて以来，この惑星の主たる研究対象の一つとなってきた。火星表面には河が流れた跡を見つけることができる。河の水はどこへどのように消えたのか。強い固有磁場をもたないため，太陽風が火星大気に直接吹きつけ水などの大気成分を宇宙空間へ散逸させている過程は，「のぞみ」全体の研究テーマでもある。MICでは現在の水収支を研究するための霧や雲，過去の水の存在を示唆するランパートクレーター（噴出物が花びら状に広がっている）を撮像する。「のぞみ」の長楕円軌道は火星の二つの衛星の軌道を横切る。二衛星は小惑星のような外見をしており，内側のPhobosは巨大なクレーターとそこから伸びる無数の溝（グループ）が特徴的で，逆に外側のDeimosは全体的に凹凸も少なくアルベドの違いもないことが特色である。「のぞみ」はPhobosには何度か接近し画像を撮ることができる。Deimosとの接近回数は少ないが，まだ探査機で撮像されていない領域を見ることが出来るかもしれない。更に二衛星の軌道にはダストリングの存在が予言されており，比較的明るい前方散乱の観測条件で撮像し検出を試みる。

おわりに

MICのこれまでの運用でも手順をあやまったりして画像取得に失敗したことがあった。失敗や不可思議な動作には原因があり，それらは決して魔物などという未知なるものが引き起こすことではなく，解決されるべき問題でしかない。しかし失敗する危険性を伴いつつも，空へ宇宙へと宇宙翔ぶ天文台が打ちあがっていくということは，宇宙には確かに「魅力」という名の魔物がいるようである。

稲田 愛（神戸大学自然科学研究科）