

発行人：惑星地質研究会 小森長生・白尾元理

事務局：〒193-0845 八王子市初沢町 1231-19-B-410 小森方

TEL & FAX: 0426-65-7128

E-mail: motomaro@ga2.so-net.ne.jp

郵便振替口座：00140-6-535608

火星に水が存在した証拠を求めて

小森長生 Chosei KOMORI

NASA のマーズエクスプロレーションローバー (MER)、スピリットとオポチュニティが、2004 年 1 月相次いで火星着陸に成功した。着陸地点は、スピリットが 14.5° S、 184.5° W (175.5° E) に位置するグセフ (Gusev) クレーター内、オポチュニティがそれとほぼ正反対側に広がるメリディアニ平原 (Meridiani Planum) の 2° S、 6° W (354° E) 付近である。

この 2 つの地点はいずれも、かつて大量の液体の水が存在した場所だと考えられている。これまでの探査で火星表面には、液体の水の流れがつくったと考えられる谷地形が数多く発見されている。しかし、表面に本当に水が存在したことをしめす直接の証拠は、まだ十分に得られていない。たとえば、過去に濃い二酸化炭素の大気と大量の液体の水が存在したのならば、かなりの量の炭酸塩鉱物や粘土鉱物が生成していてもよいはずだ、と考える人は多い。この問題にたいして、実証的なデータを得ることがどうしても必要であり、そのことが今回の着陸地点選定の大きな理由の 1 つとなったのであった。そして、液体の水が存在したことが確かだとなれば、生命の痕跡を見つけ出せる可能性もあるのではないか、という期待がこめられているのである。

では、2 つのローバーが着陸した場所はどんな特徴をもち、そこにはどんな問題があるのかを、これまでの知識をふまえて検討してみることにしよう。

巨大な湖を形成していたグセフクレーター

スピリットが着陸したグセフクレーターは直径約 150km の大クレーターで、南半球の高地帯と北半球の低地帯のちょうど境界付近の 14.5° S、 184.5° W に位置する。すぐ北の 8.3° S、 186.0° W には、火山のアポリナリスパテラ (Apollinaris Patera、山麓の直径約 200km) がある。ちなみにグセフの名は、ロシアの天文学者 M.M. Gusev (1826~1866) に由来する。

火星の大クレーターには、直径の大きさにくらべて底の浅いものが多いが、グセフもその 1 つで、へりからの深さは 1~2km くらいしかない。床面が浅くて平坦なのは、もともとの凹地が堆積物で埋められていることを思わせる。このクレーターの南には、総延長 900km、幅 8~15km のマアディム谷 (Ma'adim Vallis、ヘブライ語の火星を意味する語に由来) がほぼ南北方向にのび、グセフクレーターの南壁とつながっている。このような特徴から、グセフクレーターの歴史はマアディム谷の形成と深い関係があると考えられる。

NASA エームズ研究センターの E.A. Grin & N.A. Cabrol (1997) は、グセフクレーターの地形や堆積物の特徴をくわしく調べ、その変遷史をえがき出した。それによると、グセフクレーターの湖としての歴史は、ノアキス代からアマゾン代初期にかけて 20 億年以上もつづいただろうと

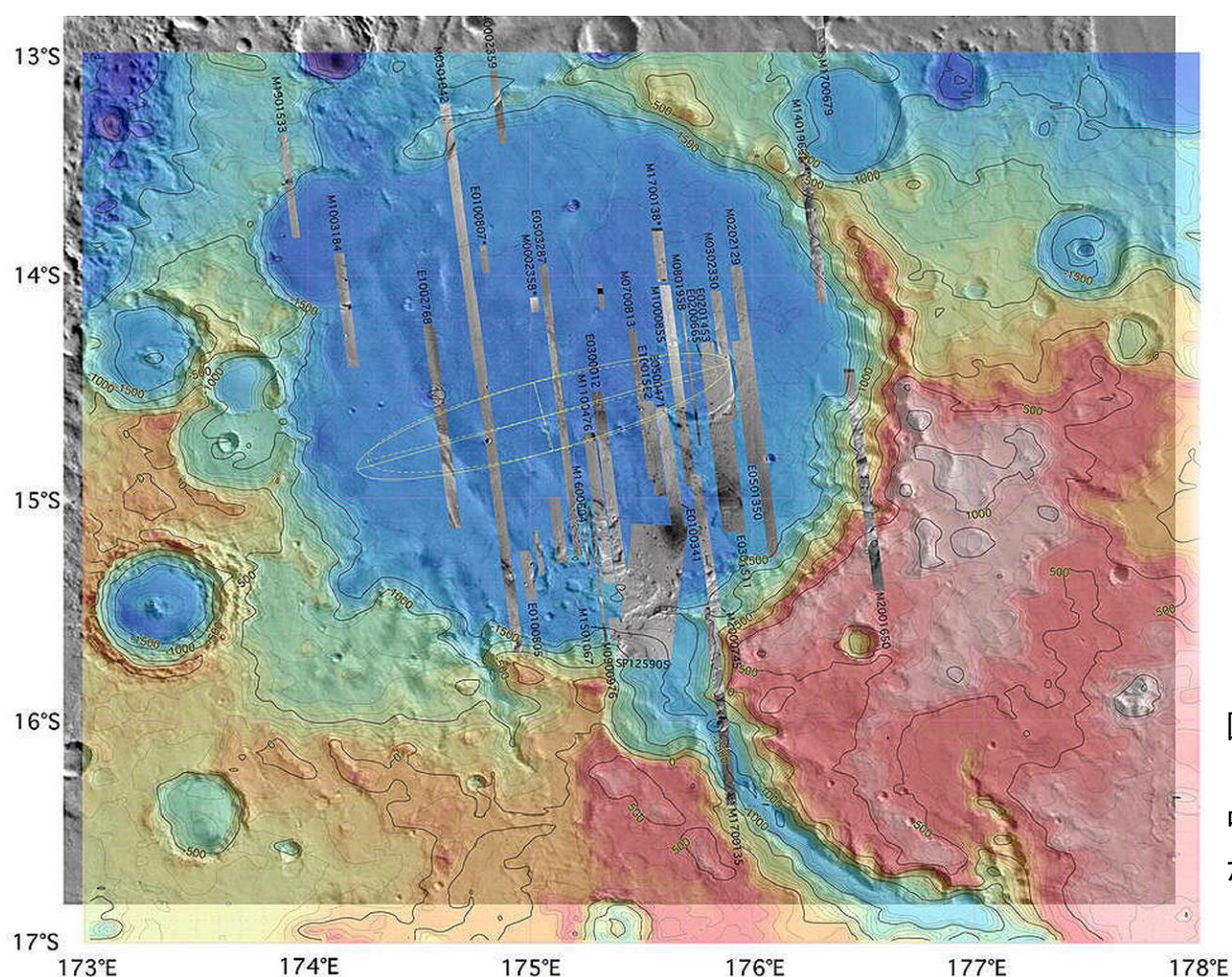


図1 スピリットが着陸したグゼフクレーター。中央やや上の楕円の中心が着陸地点。

いう。以下2人の説明によって、グセフ湖の歴史を大まかにたどってみよう。

おそらく40億年以上前の、ノアキス代のある時期に、小惑星級の天体の衝突によって、グセフクレーターの原形がつくられた。クレーターの当初の深さは $2800\text{ m} \pm 500\text{ m}$ と考えられる。この衝突でクレーター周辺の地殻には無数の放射状の割れ目が生じ、地下の帯水層に含まれていた水はクレーターに向けて流入した。地下水の集水域は、クレーターをとりまく半径約200kmの広がりをもっていた。こうしてクレーターは水で満たされ、初期のグセフ湖を形成したと考えられる。この湖には、帯水層からの流出で細粒の物質も運ばれたが、堆積物は少なかった。

その後、おそらくヘスペリア代後期からアマゾン代初期にかけて、グセフクレーターの南壁がマアディム谷の流入によって突き破られた。その結果、南壁を構成していた物質の破片を含む大量の堆積物が、グセフ湖への流入部にたまり、デルタが形成された。このころ湖の水深は1000mに達していた。クレーター南部には現在、平頂のメサ地形群が見られるが、これがデルタの浸食残丘である。

このメサ地形は、湖をおおっていた氷床の下を流れるマアディム谷の被圧地下水流が、デルタを浸食した結果形成されたものだ、とGrin & Gabrolという。その根拠は、南極半島Anvers Island沖の大陸棚上に見られる氷河底デルタ残存物との比較検討からである。当時のグセフ湖と、マアディム谷の少なくとも湖への流入部は、厚い氷床でおおわれていたらしい。メサがチャネルによって不規則に分断されていることこそ、氷床の下に被圧水の流れがあったことの証拠だというのである。

マアディム谷によってクレーター内に運び込まれた物質の量は、谷の容積から計算して 9700 km^3 程度と見積もられ、低い北方のへりから外に流出した分をさし引くと、湖底に約500mの厚さで堆積していることになると考えられる。

湖をおおう氷床は、中央部が厚い凸レンズ状の形をしていたので、氷底下での湖水の流れは、氷のおおいが及ぼす圧力の差によって、クレーターのへりに沿う回遊流となっていたことが、堆積物の相と層位のちがいから推察される。その後、流入する水量の変化によって湖の水位も変動したが、最後は水位の低下とともに、東部の一番低い湖底にプラヤができた。ここは水が最後まで残っていた場所で、いろいろな化合物が生成堆積したであろう。以上が、Grin & Cabrol によるグセフ湖の歴史の概要である。

ところで、グセフ湖に流入したマアディム谷の水量は、相当の量だったにちがいないが、その水はどこから来たのだろうか。マアディム谷の上流には、大量の地下水があふれ出して陥没をおこした、カオス地帯のようなものは見られない。

スミソニアン航空宇宙博物館地球惑星研究センターのR.P. Irwin IIIたち（2002）は、マアディム谷の上流（グセフクレーターの南900km）の高地に、総面積110万km²にのぼる3つの湖があり、この湖水のカタストロフィックな決壊によってマアディム谷が刻まれたことを、地形のくわしい分析から唱えた。この湖（Eridania 湖と仮称）が存在したのは37～35億年前のノアキス代後期と考えられる。そして、この巨大湖が長期間存続しえたのは、ノアキス代が温暖湿潤な気候の時代だったからだ、とものべている。

以上のシナリオが確からしいものだとすると、グセフクレーターが湖として存続した期間が20億年以上というのは、大変な長さである。この間、気候変動にともなう水位の変化など、いろいろな事件がおこったであろうが、炭酸塩鉱物や粘土鉱物など水とかかわりをもった物質もかなり生成しただろう。とくに、干上がる前に存在したというプラヤ（スリーピーホロウと名づけられた凹地もそうかもしれない）には、塩類が沈殿して、石膏や岩塩などさまざまな蒸発岩ができてにちがいない。すでにスピリットによってそのような物質の検出が報告され始めているので、これからの探査に期待しよう。

メリディアニ平原のヘマタイトは何を語るか

次に、オポチュニティが着陸したメリディアニ平原について見てみよう。ここはかつて望遠鏡観測の時代に、子午線の湾（Sinus Meridiani）と名づけられていた暗色模様の地域で、現代はテラ・メリディアニ（Terra Meridiani）とよばれる。メリディアニ平原（Meridiani Planum）とは、その中の平坦な低地帯をさす。ここが探査地域に選ばれたのは、やはり液体の水の活動があった場所と考えられたからである。

1997年9月から火星周回軌道にのって観測をつづけているマーズグローバルサーベイヤー（MGS）は、熱放射スペクトロメーター（TES）による観測で、火星表面にヘマタイト（赤鉄鉱）の濃集域が3か所あることを発見した。それは、メリディアニ平原、アラムカオス（Aram Chaos、浸食で崩壊のすすんだクレーター）、マリネリス峡谷底、の3つである。このうち最も規模の大きなものがメリディアニ平原地域である。

メリディアニのヘマタイト濃集域は、緯度0°～4°S、経度0°～10°Wの範囲の150×500kmほどの広さの地域である。かつては湖であったか、あるいは熱水活動のおこった温泉地帯のような場所だったのではないかと考えられている。ではなぜそう考えられるのか。そこでまず、ヘ

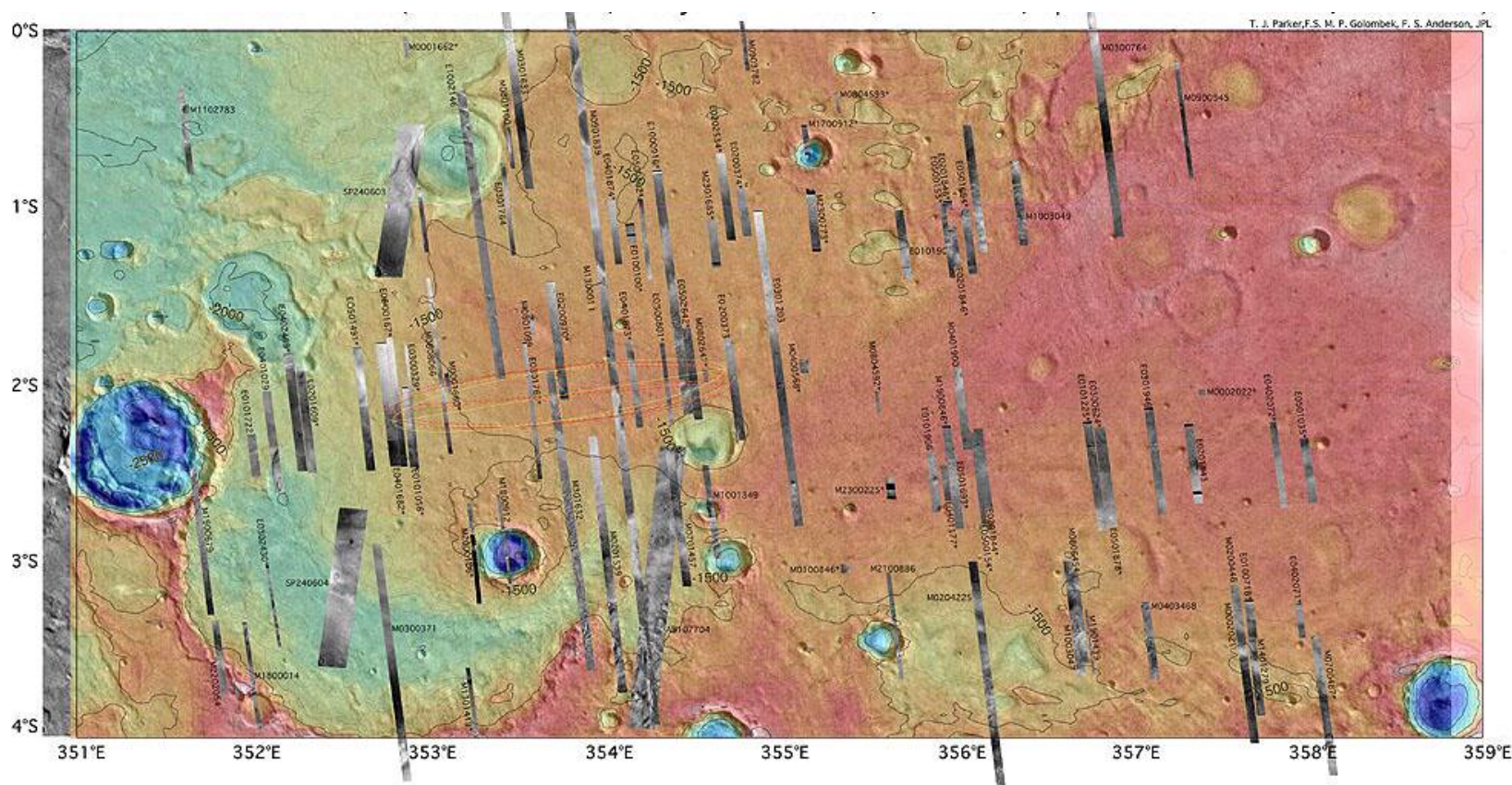


図2 オポチュニティが着陸したメリディアニ平原。中央やや左の楕円の中心がオポチュニティの着陸地点。

マタイトとはどんな鉱物かということから話を始めよう。

ヘマタイト (hematite) は、化学組成 Fe_2O_3 の酸化鉄鉱物である。和名は赤鉄鉱で、英名の hematite も血の赤い色を表すギリシャ語の haima に由来している（赤血球中のヘモグロビンも語源は同じ）。このことから、ヘマタイトは赤い鉱物だと思われがちであるが、実際は全く外観の異なる2つのグループがあるのだ。まず1つはその名の示すとおり、赤褐色～暗褐色をした粒状やぶどうの房状の塊で、光沢もにぶい仲間である。そしてもう1つは、灰色で金属光沢をもち結晶面も明瞭な仲間である。この後者のうち、とくに光沢のいちじるしいものは鏡鉄鉱 (specularite)、結晶が薄片の集合状をなすものは雲母鉄鉱 (micaceous hematite) とよばれる（ヘマタイトの結晶は六方晶系菱形半面像という形である）。これら金属光沢をもった灰色ヘマタイトは、宝石類として装飾品にも使われているので、ご存じの方もあろう。

ところが面白いことに、灰色ヘマタイトも条痕色は赤色である。条痕色とは、鉱物を条痕板という白い素焼きの陶板（茶碗の裏底のザラザラした部分でもよい）でこすったときにつく色で、微細な粉末が示す色である。ヘマタイトは微粒子（ほぼ径 $10\text{ }\mu\text{m}$ 以下）になると、青色光を吸収し、赤色光を散乱するので赤く見えるのである（微粒子が集まって塊状になったものも、表面は赤く見える）。条痕色は鉱物本来の色といってもよいもので、この意味では hematite = 赤鉄鉱という名称に偽りはないことになる。

余談になるが、自然金、黄銅鉱、黄鉄鉱などはいずれも黄金色の外観を呈し、見分けにくい。ところが、金の条痕色はどこまでも黄金色、黄銅鉱や黄鉄鉱の条痕色は黒である。にせ金鑑定の1つの方法である。

さて、ヘマタイトの生成には、地球上での知識によればいくつかのタイプがある。最も一般的なでき方は、水中の鉄分が酸化し沈殿して、堆積物中にヘマタイトの鉱層を形成するものである。地球上で先カンブリア時代に形成された、大規模な堆積性鉄鉱床（重要な鉄資源として採掘され

ている)は、そのよい例である。また、火山・温泉地帯における熱水活動によって、岩石中の鉄分が移動して鉄にとむ熱水溶液がつくられ、それからヘマタイトが生成沈殿する場合もある。こうして水中で生成するヘマタイトには、赤色を帯びたものが多いようだ。

一方、水中とは別の環境で生成するヘマタイトもある。その代表が接触変成作用でできるもので、接触鉱床(スカルン鉱床)に多く含まれている。ここで生成するのは、鏡鉄鉱や雲母鉄鉱などの灰色ヘマタイトである。これらは、火山の噴気孔などで火山ガスから直接結晶して生成する場合もある。

そのほか、火成岩中のマグネタイト(磁鉄鉱)が、水中や大気中で酸化してヘマタイトになることもある。以上に見てきたように、ヘマタイトにはいろいろなでき方がある。

そこで問題は、MGSのTES観測で見出された灰色ヘマタイトが、どのような環境条件下で生成したのかということである。水のある環境で生成したという説明が一般になされているが、上に見たようにヘマタイトにはいろいろなでき方があるから、メリディアニのヘマタイトについてもいくつかの成因を検討する必要はあろう。水のある環境での成因を考えるならば、純粹のヘマタイトだけでなく、関連する物質、たとえば非晶質含水酸化鉄の褐鉄鉱(limonite, $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$)や水赤鉄鉱(hydrohematite または turgite, $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$)など、あってもよいだろう。また、ヘマタイトの微粒子が粘土鉱物と混合したレッドオーカー(red ocher、代赭石—たいしゃせき—)という、赤くて軟らかい土塊状のものもある。こういった物質が火星上に存在する可能性はないだろうか。

硫酸塩鉱物の発見をめぐる

ここまで書いたあと、メリディアニでの硫酸塩鉱物発見の報(3月2日NASA発表)に接した。これは重要な発見である(私は少しヘマタイトにこだわりすぎていたようだ)。発表によると、オポチュニティが着陸地点の層状岩石とその近辺を重点的に調べた結果、ジャロサイトなどの硫酸塩鉱物やヘマタイトの存在が確認されたという。

ジャロサイト(jarosite)は $\text{KFe}_3(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6$ の組成をもつ硫酸塩鉱物で、和名は「鉄みょうばん(明礬)石」である。一般に黄褐色～暗褐色(条痕色は淡黄色)の土塊状外観(微粒子の集合体)を示し、一見褐鉄鉱に似ている。この鉱物のでき方にもいくつかあり、岩石中の硫化物が地表近くで風化されてできる場合、火山ガス中の硫化物から生成する場合などもあるが、もっとも多いのは、火山・温泉地帯の鉄分を含む熱水から沈殿生成するものである。産状を見ると、褐鉄鉱などと一緒に層状に堆積している場合がある。

これらのことからみて、ジャロサイトが鉱床を形成しているようなところは、かなり強酸性の硫酸鉱泉がわき出していた場所ではないかと推定されている。こうした地球上の知識から考えると、メリディアニ平原地帯が熱水のわき出す温泉地帯だった可能性が考えられる。

ジャロサイトとならんで、ヘマタイトや炭酸塩鉱物の存在も報じられているが、熱水活動があったのなら、熱水鉱脈や温泉沈殿物に知られる菱鉄鉱(siderite, FeCO_3)などの炭酸塩鉱物もあるかもしれない。また、硫酸塩鉱物の代表格のような石膏(gypsum, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$)なども、温泉沈殿物として存在する可能性があるだろう。砵砵

〈お断り〉

この原稿は 2 月下旬までに一応書き終えてあった。ところがオポチュニティのジャロサイト発見の報で、急きょ一部を書き改めたり追加したりした。全部書き直したいと思ったが、もう間に合わない。不十分な内容になったことをお詫びしたい。探査は着々とすすみ、面白いデータがいろいろ得られつつあるようなので、今後も逐次成果を紹介していきたいと思う。

参考文献

E.A. Grin and N.A. Cabrol, 1997, Limnologic analysis of Gusev crater paleolake, Mars. Icarus, 130, 461-474.

R.P. Irwin III, et al., 2002, A large paleolake basin at the head of Ma'adim Vallis, Mars. Science, 296, 2209-2212.

W.K. Hartmann, 2003, A Traveler's Guide to Mars. Workman Publishing, New York, pp.468.

木下亀城, 1962, 原色鉱石図鑑 (増補改訂版), 保育社, pp.229.

木下亀城・湊秀雄, 1963, 続原色鉱石図鑑, 保育社, pp.302.

木下亀城, 1965, 鉱物資源辞典, 日本鉱物趣味の会, pp.274.

論文紹介

驚くべきイオの高温火山活動

Kargel, J., ほか 23 名, 2003, Extreme volcanism on Io: Latest insights at the end of Galileo Era. Eos, 84 (19 Aug. 2003), 313, 318.

ボイジャー 1 号によって木星の衛星イオに活火山が発見されたのは 1979 年のことであった。地球の月とほぼ同じ大きさのイオに、現在もはげしい火山活動がおこっていることが判明したのは、大きな驚きであった。ボイジャー 1 号と 2 号の観測でわかった活火山は 10 個、その他多くの火山地形や噴出物の分布も明らかになった。この探査で、イオの火山活動は硫黄マグマの噴出によるものであると解釈されたが、一方でイオの表面には高さ 10km に達する山地があることから、このような起伏は硫黄だけの強度では説明できず、珪酸塩マグマの活動もあるのではないかと、この疑問も出されていたのだった。

1986 年になって、マウナケアの NASA 赤外線望遠鏡をつかってイオを観測した JPL のグループは、観測データの解析から、1550K という高温の噴火活動がおこったと結論した。つづいて 1990 年には、1225K に達する別の噴火もとらえた。ローウェル天文台の観測でも、1000K をこえるいくつかの噴火が報告された。硫黄の沸点は 0.001bar で 415K、1bar で 715K であるから、これらの噴火は硫黄マグマではなく、珪酸塩マグマによるものと考えたほうがよい (以上の記述は主に P.R. Weissman et al., 1999, Encyclopedia of the Solar System. Academic Press による)。このような状況をふまえて、ガリレオ探査機によるくわしい観測がなされたのである。

想像を絶する高温の火山活動

1995 年末から 2003 年夏まで木星を周回しながら観測をつづけていたガリレオは、その間に 6

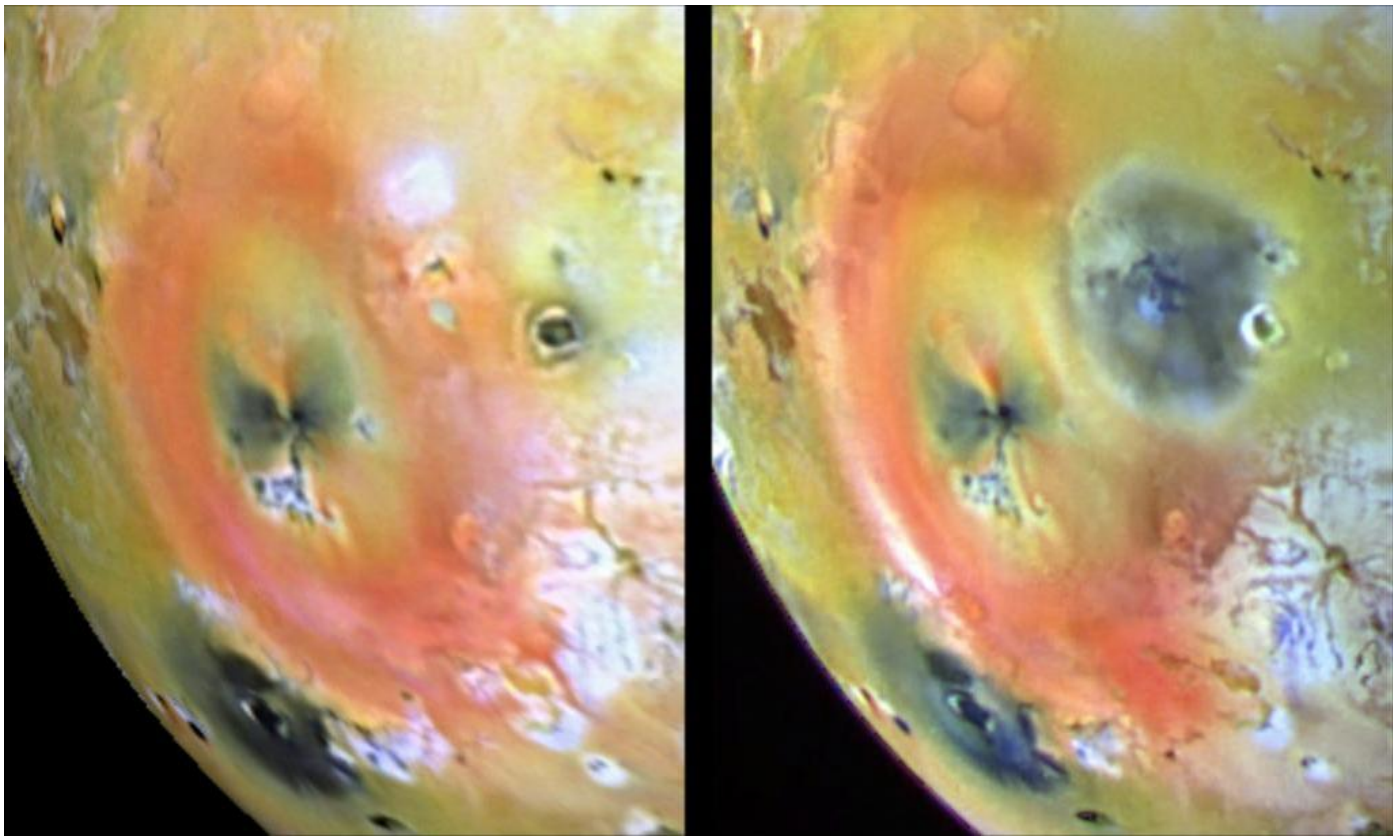


図 1997年4月（左）と1997年9月（右）の間に Pillan Patera 付近でおこった大規模噴火のようす。直径400kmの暗色の噴出物を堆積させた。

回イオをフライバイし、火山活動の詳細、とくに高温火山活動の実態を明らかにした。

ガリレオの観測によって明らかにされた活火山の数は100以上にのぼる。これらの火山活動によって放出されるエネルギーは 3×10^{13} W／年以上、噴出するマグマの量は 500 km^3 ／年以上、と推定される。地球上の火山活動で噴出するマグマの量（ $8 \sim 15 \text{ km}^3$ ／年）とくらべると、30倍以上のマグマを噴出していることになる。

では、現在の活動で放出されているマグマは、どんな性質のものだろうか。その組成を知るにあたっては、マグマの温度が重要な手がかりをあたえる。マグマ（溶岩）の温度は、ガリレオ搭載の2つの機器、ソリッドステートイメジャー（SSI）と近赤外マッピングスペクトロメーター（NIMS）、およびマウナケアのケック望遠鏡などの地上望遠鏡の観測データをもとに計算された。それによると、多くの火山が相当に高温の噴火活動をおこなっている。

まず、ピラン（Pillan）火山の1997年の噴火では、延長75km以上の溶岩流と、直径400km以上に広がる暗い火砕物質の堆積層をつくり出した（上図）。このときの溶岩流の温度は $1870 \pm 25 \text{ K}$ で、地上の玄武岩溶岩の温度（ $1400 \sim 1550 \text{ K}$ ）をはるかにこえている。

高温火山活動の例はペレ（Pele）火山でも見つかった。ガリレオのSSIとNIMS、およびカッシーニ探査機のISS（Imaging Science Subsystem）カメラによるペレ溶岩湖の観測の結果、その表面は 1400 K あり、しかも数年間にわたって温度はほぼ一定であることがわかった。2001年2月の観測では $1760 \pm 210 \text{ K}$ の温度の部分もあったが、概してペレの温度は玄武岩質か超塩基性マグマの活動であることを示している。また、2001年2月にケックII望遠鏡はサート（Surt）火山近くに流れ出した溶岩流をとらえ、その温度は 1470 K 以上と計算された。これも玄武岩質か超塩基性の溶岩であろう。

SSIとNIMSのデータ解析から推定される新鮮な溶岩は、オーソパイロキシン（斜方輝石）の仲間のMgに富むもの（エンスタタイト）を主成分とし、超塩基性岩の組成を示すものと考えら

れる。

以上の珪酸塩マグマの活動のほか、従来からいわれてきた硫黄や二酸化硫黄の活動も多く、活発である。

高温火山活動の 3 つのモデル

ガリレオの探査以来、イオに高温の珪酸塩マグマの活動が存在することは、ほぼ確定的になった。この高温火山活動を説明するために、現在 3 つの仮説が提唱されている。

まず第 1 はコマチアイトモデルで、現在最も標準的とされているモデルである。コマチアイト (komatiite) は先カンブリア時代 (始生代から原生代初期) のグリーンストーン帯に産出する超塩基性火山岩で、18 重量%以上の MgO を含む。マグマの急冷時に生成したオリビン (かんらん石) やクリノパイロキシン (単斜輝石) の細長い結晶が発達した組織 (スピニフェックス組織) をもつのが特徴である。コマチアイトマグマの生成には一般に 1650°C 以上の高温条件が必要とされ、このことから、地球上ではコマチアイト生成当時のマントル温度が、かなり高かったものと考えられている。

イオの珪酸塩溶岩は、上にものべたようにオーソパイロキシンが主成分と考えられるが、このような組成のコマチアイトは地球上ではまれである。唯一の例は、南アフリカの Comondale グリーンストーン帯から産出するもので、これはオーソパイロキシンのスピニフェックス結晶を含み、 $\text{MgO}31\%$ 、 $\text{SiO}_250\%$ のコマチアイトマグマから生成したと考えられている。このマグマのリキダス温度は 1884K で、イオのピラン火山の 1997 年噴火のときの温度に近い。このようなことから、イオの高温火山活動は、ある種のコマチアイト的マグマの生成によっておこると考えることができる。イオの珪酸塩マグマがきわめて Mg に富んでいると解釈されることは、イオのマントルで部分溶融が大規模におこったことを示しており、グローバルなマグマオーシャンの形成もありうるだろう。

次に考えられているのは Superheating モデルである。水を含まない珪酸塩の溶融温度は圧力が増すほど高くなるので、地下深部で生成したマグマの温度は、地表における溶融温度よりもずっと高くなっている。そこで、十分熱いまま急速に上昇して噴出すればよいという考えである。しかしながら、玄武岩質のマグマが 1870K の温度を保ったままほとんど冷却しないためには、 1000km もの深さからその温度で急速に上昇しなければならない。このような噴火は地球の月ではあったらしいと考えられるが、地球上では知られていない。イオのマグマが、イオを包む誘導電流とプラズマ流によって、地表近くで加熱されるかもしれないということも考えられるが。

もう 1 つは、セラミック火山作用とでもいうべきモデルである。すなわち、イオの環境条件では、塩基性～超塩基性のマグマからシリカや金属が蒸発し、ある種の隕石中に見られる CAI (Ca と Al に富む包有物) に似た、難揮発性の残留物質がマグマをつくっているかもしれない。このようなマグマは 1900K に達する高い溶融温度をもっている。

以上のモデルのどれがより確からしいのかは、まだわかっていない。イオがなぜ、どのようにして高温のマグマをつくり出すのか、その一方で特有の揮発性成分をもっているのはなぜなのか。イオにはわれわれにとって未知の問題がまだたくさんあるといえよう。 (小森長生)

論文抄録

火星のヘラス盆地に見られる直線状と曲線状の模様の成因

Ormo, J., and Komatsu, G., 2003, Mars Orbiter Camera observation of linear and cuvrilinear features in the Hellas basin: Indication for multiple processes of formation. Jour. Geophys. Res., 108, E6, 13-1—13-13.

マーズオービターカメラ（MOC）の高解像度画像から、火星表面の直線状／曲線状形態の詳細が明らかになった。ヘラス盆地の線状形態は地球上のそれとの比較から3グループに分けられる。第1はダストデビルの軌跡をしめす線状模様、第2は断裂作用で表面に形成された溝状地形、そして第3は氷河作用によって形成された線状地形（モレーンやエスカーの列など）で、これに関係して周氷河作用によるクリオターベーションパターンなどの構造もみられる。これらの地形は、火星の気候変動の歴史の解明に重要である。

(K)

210 万年前から 40 万年前までつづいた火星の氷期

Head, J.W., ほか4名, 2003, Recent ice ages on Mars. Nature, 426 (18/25 Dec.), 797-802.

地球に氷期をもたらした重要な要因は、惑星の運動と軌道パラメーターの変化である。火星も同様に、過去210万年前から40万年前までの間、自転軸の傾斜角（黄道面の垂線となす角度）が 30° ～ 35° に達したことによって氷期が訪れた。この間、水の氷と塵の混合堆積物は、南北緯度 30° （地球ではサウジアラビアやアメリカ合衆国南部に相当）まで堆積した。現在の火星は間氷期にあり、堆積物中に含まれる氷は蒸発し、極にむかって後退している。地球とはちがって火星の氷期は、極地のほうが暖かく、大気中の水蒸気と塵は赤道方向に運ばれ、中緯度にまで広範に平坦な塵と氷の堆積層を形成したのである。

(K)

火星初期における持続的な水流と堆積作用の証拠

Malin, M.C., and Edgett, K.S., 2003, Evidence for persistent flow and aqueous sedimentation of Early Mars. Science, 302(12 Dec.), 1931-1934.

マーズグローバルサーベイヤー（MGS）のマーズオービターカメラ（MOC）と、マーズオデッセイの熱放射画像撮影システム（TEMIS）の観測によって、火星のErythraeum地域にあるHoldenクレーター（直径150km、 26° S、 34° W）の北のクレーター間平原に、水の流れがつくった地形が見出された。蛇行するチャネル地形と、その下流に形成された扇状地堆積物のエプロン（ 11×13 km、 115 km²）である。その特徴から、火星初期には十分な量の持続的な水の流れがあったと考えられる。

(K)

火星の Nili Fossae 地域でオリビンの濃集発見

Hoefen, T.M. ほか5名, 2003, Discovery of olivine in the Nili Fossae region of Mars. Science, 302 (24 Oct.), 627-630.

MGS搭載の熱放射スペクトロメーター（TES）による観測で、火星のNili Fossae地域の3万km²の範囲に、オリビン（かんらん石）が濃集していることを発見した。Nili Fossaeはイシディアス衝突盆地（ 14° N、 271° W）の北西縁にあるグラーベン地帯で、盆地の形成に関係してできたと考えられている。TES観測によれば、表面岩石のオリビン含有率は30%に達する。オリビンの組成はFo₃₀～Fo₇₀（Foはforsterite 苦土かんらん石）。オリビンは水のある環境で風化しやすいので、このような露出があることは、火星が長期間寒冷でドライな環境をもっていたことを示すと考えられる。

(K)

INFORMATION

●スターダストがヴィルト第2彗星の塵採取成功

NASA の彗星探査機スターダストが、2004 年 1 月 3 日午後 4 時 40 分（日本時間）、ヴィルト第 2 彗星の核から約 240km のところを通過し、核の撮影と、核から飛び出す塵の採集に成功した。スターダストは 1999 年 2 月 7 日に打ち上げられ、2002 年 11 月 2 日に 5535 番小惑星アンネフランクに接近したあと、今回の彗星フライバイを果たした。ヴィルト第 2 彗星（81P/Wild2）は、公転周期 6.40 年、軌道離心率 0.539、軌道傾斜角 $3.^\circ 24$ 、近日点距離 1.59AU の木星族彗星。撮影された画像によると核の直径は約 5km、クレーターの多いごつごつした外観をしめす。塵を吸着した採集器は帰還カプセルに収められ、2006 年 1 月 15 日ユタ州の砂漠にパラシュートで着陸する予定。塵の組成分析が待たれる。

●ESAの彗星探査機ロゼッタの打ち上げ成功

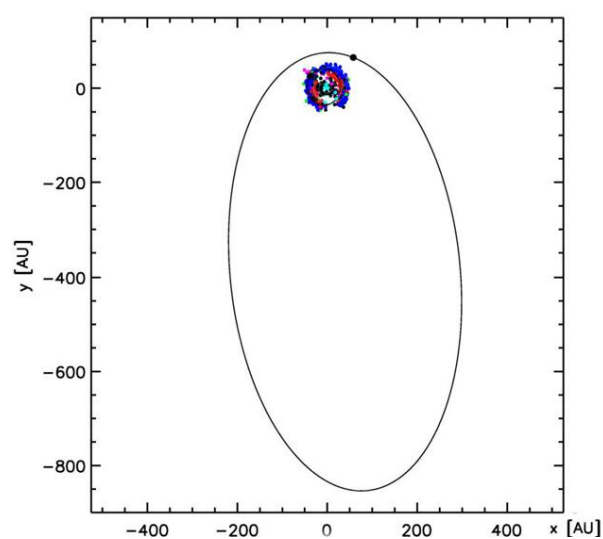
当初の 2003 年 1 月打ち上げ予定から 1 年以上遅れていたヨーロッパ宇宙機関（ESA）の彗星探査機ロゼッタは、今年 3 月 2 日、南米のギアナ宇宙センターから成功裡に打ち上げられた。目標の天体はチュリュモフ-ゲラシメンコ彗星で、到着は 2014 年の予定である。チュリュモフ-ゲラシメンコ彗星（67P/Churyumov-Gerasimenko）は、公転周期 6.56 年、軌道離心率 0.632、軌道傾斜角 $7^\circ .126$ 、近日点距離 1.29AU。ロゼッタは彗星到着までに地球を 3 回（2005 年 3 月、2007 年 11 月、2009 年）、火星を 1 回（2007 年 2 月）スイングバイして、長旅に必要な速度を得る。2014 年 5 月に彗星近くに到着すると周回軌道に入り、同年 11 月彗星核にランダー（Philae と命名）を着陸させる。軌道上からと核表面での観測調査は 2015 年 12 月までつづけられる予定。ロゼッタのオービターには 11、ランダーには 10 の観測機器が搭載されており、意欲的な探査が企てられている。とくに彗星核の実態解明が大きく期待される。

●太陽系最遠の天体を発見

3 月 15 日、カリフォルニア工科大学の M. Brown 博士らのグループは、太陽系最遠の天体を発見したと発表した。この天体はイヌイット伝説の海の女神にちなんで Sedna（セドナ）と命名。現在、太陽から 1300 億 km（87 天文単位）の距離にあり、離心率の大きな楕円軌道上を周期 10500 年で公転している（右下図）。Sedna は赤味が強く、大きさは同じチームによって発見された Quaoar と冥王星の中間の直径 1300～1700km 程度と推定される。（→<http://www.gps.caltech.edu/~mbrown/sedna/>）



(NASA, JPL)



(Mike Brown, 2004)

編集後記：昨年大接近した火星は遠ざかりましたが、今度は探査機からの数多くの興味深いデータにまたわくわくです。本誌上でも逐次紹介に努めたいと思います。多くの皆様から会費のご協力をいただき、ありがとうございました。本年もどうかよろしく。 (K)