惑星地質ニュース

PLANETARY GEOLOGY NEWS
Vol.17　No.2　June 2005

発行人：惑星地質研究会　小森長生・白尾元理・出村裕英
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

変わりつつある月惑星科学会議

佐々木　晶　Sho SASAKI

第 36 回月惑星科学会議（Lunar and Planetary Science Conference）は 3 月 14 日から 18 日まで、ヒューストン近郊のリーグシティにある South Seashore Conference Center で開催された。ここは、有名なジョンソンスペースセンターから Clear Lake という内湾を隔てた対岸に位置する。しばらく前までは、ジョンソンスペースセンターの体育館で開催されていた会議だが、参加者の増大とセキュリティの問題から、数年前に場所を移した。NASA の施設はテロの対象になりうるということらしい（もっとも、Space Center Houston のツアーに参加すれば、誰でもジョンソンスペースセンターの中に入ることはできるのだが)。

会議の回数をさかのぼるとわかるように、この会議はもともとアポロ宇宙船が持ち帰った月サンプルの分析結果を議論する会議であった。その後、物質科学の他に太陽系起源・進化の理論的研究、惑星探査画像をもとにした惑星地質学、さらには内部構造・進化の研究など、惑星科学の広い範囲をカバーする会議となった。そばにある Lunar and Planetary Institute が長い間、会議を主催している。会議運営の見事さは評判が高い（もっとも今年私を含めて何人かの参加者は、事前登録を行ったにもかかわらず、それが通っていなかった)。会議のプログラム、アブストラクトは、WEB（http://www.lpi.usra.edu/meetings/lpsc2005）から見ることができる。

盛り上がる火星探査の成果

今回の会議の主役は何かといえば、マーズエクスプレスとカッシーニ（およびホイヘンス）になるだろう。実際に両方のセッションは多くの聴衆を集めていた。セッションは月曜から金曜までの午前・午後の 4 会場。全部で 40 のユニットのうち、15 を火星関係が占めた。つまり、火星に興味があっても全部を聴くことはできない。火曜の午後などは、火星隕石を入れると 4 会場のうち 3 会場が火星関係の講演であった。火星関係はポスターも多く、私の興味のある地質・地形関係に限っても、とても全てを見ることはできなかった。

昨年の月惑星会議ではマーズローバーの結果が華々しく紹介されたが、今年は ESA（ヨーロッパ宇宙機関）のマーズエクスプレスが主役である。画像データは、高解像度・カラー・ステレオという HRSC（High Resolution Stereo Camera）の威力がかなり出ている。とくに地溝などのテクトニクス関連の地形は、ステレオの迫力を感じる。ただ、ほとんどすべての発表でクレーター年代学が使われていて、議論構成も表面の地形観察というよりもクレーター年代をもとに行われている。これは HRSC のリーダーの Neukum の意向が強く働いていると思われる。イタリアの小松氏（彼の大学は直接 HRSC のデータを取り扱っている）によると、Neukum は実際にかな

り個々の研究に関与していて、彼自身ではなくとも彼のグループのメンバーの1人は加わるように要請しているらしい。火星の赤道域に凍った湖が現在も存在するという、最近のNature論文の内容（本誌23〜24ページ参照）については、マーズエクスプレスのメインセッションでは画像は1枚も出されず、金曜日のセッションで紹介された。これは、興味を学会最終日まで引きつけるという会議側の思惑だったのだろうか。しかし、発表を聴いた人からは、氷山といわれた地形は溶岩で説明できる等、内容に否定的な意見が多かった。もしかすると、まだ議論の残る発表内容なので、あえてメインセッションからははずしたということなのかも知れない。

マーズエクスプレスでは、可視近赤外分光のOMEGAの結果も1つのセッションを占める形で紹介された。発表の中では、硫酸塩鉱物がマリネリス峡谷などの層状堆積物地域で発見されたという報告が興味深い。峡谷内部の層状堆積物が、もともとの地層（火山性の成層）を反映しているのか、それとも湖沼堆積物なのか、これまで議論があった。硫酸塩化合物の確認は、湖沼堆積物であるか、火山性の成層であったとしても水成活動の変質を受けていることを示すからである。また、マーズローバー着陸地点のデータも報告された。

マーズローバーの現状については、個人的には興味深く聞いていた。スピリットが少しずつコロンビアヒルを登っていくようすは面白い。オポチュニティは向かう方向は決まっているが、詳細な科学的なターゲットについては模索中のようである。面白いのは、太陽電池パネルのダスト沈積による劣化は、スピリットの方がオポチュニティよりも大きいこと。同じ赤道地域でも大気中のダスト量がかなり違う。これはおそらく地域的な環境の違いを反映しているのだろう。ところが、スピリットの表面についたダストが少し取り払われて太陽電池の出力が回復したそうである。どうやらたまたま小竜巻（ダストデビルといわれる）に遭遇したようである。グセフ平原は竜巻が多く発生していることがマーズグローバルサーベイヤーの高分解能画像からわかっていた。竜巻が走り表面の塵が取り払われるため、平原に黒い筋ができる。この竜巻により大気中のダスト量が増えるためにダスト堆積速度が高いのだが、一方で竜巻に遭遇すれば、ダストは取り払われるのである。

土星の衛星、タイタンの探査結果

もう1つの目玉は、カッシーニで、とくに搭載されていたホイヘンスのタイタン突入の結果である。タイタンの大気中では低い高度までモヤがかかっていて、ホイヘンスが地表を観察できたのはおよそ20kmの高度からである。上空から得られた画像からは、河川のように屈曲して分岐がある黒い溝が確認できた。これは暗い色の低地へ注ぐように見える。おそらく高地に堆積した黒い塵が、（おそらく）メタンの雨により流されて低地へ運ばれていったのだろう。これまでは地球と火星のみだった河川地形がタイタンにも存在するということは、大きな発見である。ただ、全く予想されていなかったわけでもなく、実際にタイタンに雨が降り、河川が存在することを考えていた人もいるそうである。ホイヘンスは地表への軟着陸にも成功して、地表の画像も送ってきた。表面には数10cm程度の丸みをおびた、おそらく氷の塊が存在する。丸みを帯びていることは、おそらく浸食活動が地表で進行しているためだろう。

ホイヘンスからカッシーニ本体へのデータ通信は冗長性を持たせて2チャンネルで行ったが、

そのうち1チャンネルが全く働かなかったそうである。そのため実際に得られたデータは、取得・送信されたデータの半分だった。画像などは、交互にチャンネルを使うことになっていたので、大気中を降下して地表へ降りるときのデータはほぼ取得できたそうである（ただし、ドップラー計測によりホイヘンスの動きから風速を求めることは、カッシーニで信号を受信できなかったので、地球のアンテナで得られたホイヘンスからの信号データを解析することになった）。

タイタンの表面は地表更新が激しく、クレーターなどは残っていないのではないかと個人的には思っていたが、大気を通したレーダーなどの観察からは、明瞭なクレーターがいくつか存在する。そのため、河川地形の形成やそれをもたらす降雨が（地表面を大きく浸食するほど）頻繁に起きているわけではないのだろう。

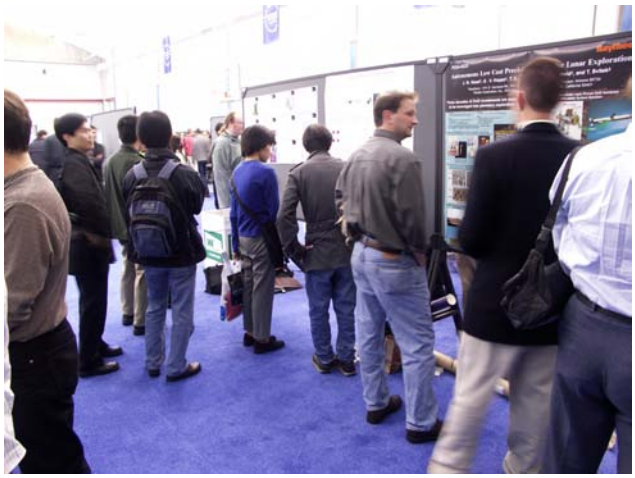
興味あるセッションが多く、隕石などの物質科学関係のセッションをあまり聴くことができなかった。隕石中の presolar grain の話がさらに進んでいること、（大気上空で捕獲された）Interplanetary dust 中に太陽系外成分が発見された話が進展していることが印象に残った。これからの惑星科学では、リモートセンシングと物質科学がうまく連携をとり、さらに理論・モデルが参加していくことが、分野の発展に重要だと思うのだが、シンポジウムの構成を見る限りはお互いの交流は少ないようである。月惑星会議は、個別テーマについて様々な分野の人が加わり深く議論するような場所ではもうなくなっているのだろう。もっとも、ミッションの新しい結果などは、誰でも興味をもって聴いている。このようなところが逆に突破口になればいいのだが。

意外なところでは、金星のセッションがそこそこに人を集めていた。火曜午後の半分という0.5ユニットで6講演しかなく、地形や関連する内部モデルの話のみであったが。他の3会場がいずれも火星関係だった、という理由もあると思うのだが。噂によると、欧州の Venus Express、日本の PLANET-C に次いで、アメリカでも金星ミッション計画が水面下で進んでいるそうである。

最近の会議の雰囲気

今年は登録者が過去最大で、2000人に近づいたという話を聞いた。セッション会場に人が入り切れないことが予想されたため、それぞれの会場の外や他の部屋でもモニターテレビで発表の様子を見ることができるようになっていた。さらに、会場のホテルの部屋のテレビで、月惑星会議の一番大きな部屋の発表をリアルタイムで見ることができるようになっていた。部屋から一歩もでなくても、学会発表の内容を聞くことができるのである。昨年からだが、金曜の午後一杯セッションがある。ただ、金曜になると午前中から格段に人が少なくなる。まだ5日間というのが認知されていないようだ。

聴衆は増えたが、ミッションの新しい結果といえども質疑の盛り上がりが今一つに感じた。新しい結果もすぐに WEB で公開されるので、もうわかっているということなのか。講演のキャンセルがあったときに、司会者が時間を埋めるために質問を誘導したときも何度かあったが、あまり出てこない。以前は、どんな講演にも質問をするような幅の広い研究者がいたのだが、そのような人も見あたらない。また、日本人参加者の質問が少ない（私も2，3しかしていないのだが）。10年前の方が、参加者こそ今より少なかったが、もっと質問はしていたのではないかと思う。



ポスターセッションのようす

ホテルでのディナーパーティー

一方で、ポスターのセッション方でのやりとりは、昔よりも活発になっている印象がある。Man-to-man での質問、議論の方をむしろ好むようになっているのだろうか。月惑星会議のポスターセッションの難点は、自分のポスターを出しているのと同じ時間帯の他のポスターを見に行く余裕がないこととである。そのため、ポスターのコアタイムの日（火曜、木曜）は、開始時間の 1 時間以上前に行き、（買ってきたサンドイッチを食べながら）あらかじめ面白そうなものには目を付けておくといった努力もした。

また、今年から別の会場で行っていたバーベキューディナーが、ホテルでのディナーに変更されている。またディナーの代金は登録料とは別払い。おそらく登録者全員が参加できるだけの席がないのでは、ということである。このまま人数が膨張すれば、Lunar and Planetary Institute 付近で開くのは無理で、ヒューストンのダウンタウンの会議場に移行せざるを得ないという話も聞いた。分野が発展して会議が大きくなるのは悪いことではない。その一方で、以前あった家族的な雰囲気が失われていくのも確かである。

私がはじめて月惑星科学会議に参加したのは 1987 年である。当時日本人参加者はまだ 20 人ほどで多くなかったと思う（とはいえ、海外での惑星科学関連の会議ではかなり多かった方なのだが）。1989 年に開かれた 20 周年（これはアポロ 11 号の着陸から 20 年にもなる）の会議のとき、司会者が「この中でアポロ 11 号の月着陸以降に生まれた人はいるか」と聞いたとき、数人が手を挙げたのに驚いた記憶がある（アメリカでは 10 代で大学院まで進む学生もいるので）。現在同じ質問をすると、おそらく会場の 3 分の 1 は手を挙げるのではないか。それだけ会議に若い人も増えている印象がある。いや、こんなことを書くと、佐々木も年を取ったなといわれるかも知れないが。

これからは日本の惑星探査の結果も、次々と月惑星会議で報告されていくだろう。まずは、来年の会議ではぜひ「Hayabusa session」が人を集めるのを見たいものである。Hayabusa はサンプルリターンミッションである。先に述べた、リモートセンシングと物質科学の乖離を少しでも引き戻す役割を果たすことができるのではないだろうか。　　（国立天文台水沢観測所）

GIS セミナーに参加して

児玉　信介　Shinsuke KODAMA

GIS（Geographic Information System；地理情報システム）とは、地図上に様々な情報を重ね合わせて表示・分析を行うシステムのことである。GIS を用いることで、地図や画像処理に関する高度な知識がなくても解像度や投影法の異なる複数の地図を 1 枚に重ねあわせ、そこから新たな情報を抽出することができる。

従来 GIS は、地図やリモートセンシングデータが豊富に存在する地理学や地球環境、都市環境学の分野で利用されてきた。近年、欧米では、月・惑星探査によるリモートセンシングデータの大量取得に加え、アポロ写真や地質図など過去の紙ベースの資料の電子化によって GIS を利用した研究を行うための環境が整いつつあり、最新の探査データと過去の探査データを組み合わせた研究が一般ユーザーでも可能になっている。日本においても、「はやぶさ」による小惑星探査や「セレーネ」による月探査によって価値あるデータが数多く得られることが予想され、複数の機器を用いた解析や過去のデータと組み合わせた解析を行うためにも GIS の導入が必要になると思われる。

標記のセミナーは、惑星科学の分野では GIS を利用して具体的にどんなことができるのか、どのように使われているのかといったことを、実際に GIS を使って惑星地質を研究している人たちに教えてもらうという目的で、3 月 21 日にアリゾナ州フラッグスタッフにある米国地質調査所（USGS）で開かれた。当初は、3 日ほどかけて実際に GIS ソフトを使ったトレーニングを行うことを計画していたが、講師陣のスケジュールの都合で最終的に 1 日のみとなった。セミナー参加者は、日本から 7 名とマーズエクスプレスの HRSC チーム（ドイツ）から数名であった。日本からは筆者のほかに、石井徹之君、佐藤広幸君、鈴木絢子さん（東京大 M2）、小林慎悟君、根本絵津子さん、松本直也君（会津大 M1）が参加した。彼らはとても熱心で、セミナーが終わった後もいろいろと質問をしていた。参加者は全員、月惑星科学会議（3 月 13〜18 日）の出席者で、学会終了後にヒューストンからフラッグスタッフに移動した。フラッグスタッフはフェニックスから 240 km ほど北に位置する小さな町である。北にグランドキャニオン、東にメテオクレーター、市内にローウェル天文台と観光にもお勧めの町である。高地（標高 2000 m 以上）にあるせいか寒く、雪が降ることもあった。

セミナーでは、Ken Tanaka 氏を中心とする米国地質調査所（USGS）の惑星地理情報学グループのスタッフに講師をしていただいた。彼らは、GIS を駆使して惑星リモートセンシングデータから様々な地図を作成するだけでなく、一般ユーザーがこれらの地図を使って研究できるようにデータベースを構築し、各種ツールとともにオンラインで提供している（http://astrogeology.usgs.gov/Teams/Geomatics/）。また後で述べるが、Web ブラウザ上で動作する簡易 GIS ツールも提供している。

セミナーの内容は、大きく 2 つに分かれていた。1 つは、解析に使われる地図の作成に関する

講演をするTanaka氏

火星のDEMについて説明を受ける鈴木さん

話で、火星の地形モデルを例に紹介していた。もう1つは、GISを使った場合のメリットについての話で、解析例やデモを交えて紹介していた。

地形モデルの作成にもGISは使われているのだが、ここでは地形モデルを作成するのに使用するデータや、処理の流れ、解析環境、そして出来上がった地形モデルについて解説された。その中で、Randolph Kirk氏が紹介した火星ローバー探査機によるミクロスケールのステレオ画像から作成された微細地形モデルやカラー合成画像は、これまで周回衛星による月表層の画像データを用いたkm〜mスケールでの研究が中心だった筆者にとって新鮮であった。また、Trent Hare氏は、今後取得される予定のHRSCステレオ画像を使った火星の地形モデル作成計画などについて触れ、火星の研究にかなり力を入れていることが伺えた。

GISを用いた解析については、Jim Skinner氏が具体例を挙げてわかりやすく説明した。Hare氏によるGISソフトウェアArcGIS（ESRI社）のデモンストレーションでは、GISの便利さを実感した。ここでは、エウロパと火星が例として上げられていた。エウロパでは、衛星画像からエウロパ表面の線構造をマウスでなぞって別のレイヤーに抜き出し、それを全球表示させて位置と形状の関係を見るといったことをコンピュータ上で行っていた。火星では、クレーターのサイズと位置情報、地質区分をまとめたデータベースを作成し、そこから条件に合うクレーターだけを抜き出し全球マップ上にマークを表示するといった処理を見せてもらった。両方とも、手作業で行おうとすると相当手間のかかる作業だが、GISを使うと、まさにボタン1つであっという間に出来上がり、という感じであった。

Ken Tanaka氏による月の地質図作成計画の紹介もあった。月面地質図は、すでにアポロ時代に作られているが、それ以降更新されていない。アポロ以降、様々な月探査機によって高解像度の分光画像や様々な物理探査データが得られ、アポロ時代よりも詳細な地質マッピングが可能になった。これらのデータを使って、30年以上更新されていない月面地質図を新しくしようというものである。この計画はNASAがスポンサーとなりUSGSが運営している。この計画の特徴は、USGSだけで地質図を作るのではなく、地質図を作る研究者を国内外を問わず広く募集し、地域を分担して作成するところにある。参加者は、作成した地質図をNASAが主催するPlanetary Geology and Geophysics Program（毎年5月開催）に提出し、査読後に出版する。

地質図作成に関する技術的なサポートはUSGSが行っている。彼らは、月のコペルニクスクレーター周辺地域で試験的にマッピングを行い（もちろんここでもGISが使われている）、それを基に参考書のようなものを用意している。地図作成のための資金は提供されないが、出版に関してはNASAのサポートがあるとのことである。現在、ロシア、イギリス、イタリアの研究者が参加している。

セミナーでは、惑星地理情報学グループが開発している簡易GISツール・データベース「PIGWAD（Planetary Interactive G.I.S.-on-the-Web Analyzable Database）」についての紹介があった。PIGWADは、Webブラウザを使って地図を表示するオンラインGISツールで、過去の探査データから得られた情報を1枚の地図に重ねて表示できる（詳細は、http://astrogeology.usgs.gov/Projects/webgis/）。現在、月・火星・金星のほかに木星の衛星（イオ・エウロパ・ガニメデ・カリスト）の地図が利用可能である。またこれらの地図の一部は、ホームページからのダウンロードも可能である。GISは空間情報を扱う研究で非常に役立つが、高機能な市販のGISソフトは値段も高く維持費もかかるため、手軽に購入できるものではない。彼らが開発しているPIGWADには、今のところ地図を表示する機能しか備えられていないが、1枚の地図に必要な情報を重ねて表示できることの便利さは実感できると思う。

筆者は月の分光地質が専門だが、最近は月でも複数の元素濃度マップを重ね併せたり、地形図と組み合わせて空間的な広がりを見るといった複数の情報を組み合わせた研究が増えつつある。このような研究では、各データの空間情報を把握し、互いの位置を正確に合わせることが非常に重要になるが、そのためには地質だけでなく地図や画像処理に関する高度な知識とプログラミング技術が要求される。GISはこうした手間を省き、研究者が地質研究に専念することを可能にしてくれる。今後さらに増えるであろう惑星探査データを効率よく解析し、成果を挙げていくためにも、このようなツールの利用は欠かせないと今回のセミナーで強く感じた。

（宇宙航空研究開発機構）

…… …… …… …… …… …… …… …… …… …… ……

第 1 回マーズエクスプレス会議の開催

小松　吾郎　Goro KOMATSU

マーズエクスプレスはヨーロッパが中心となって開発した初の火星探査機であり、すでに様々なデータが公表されていることは、皆様もご存知であろう。私自身も高解像度ステレオカメラHRSCのデータ解析に参加しており、そのデータの有用度に感嘆している。

2005年の2月21日から25日にかけてオランダの北海に面したノルドヴァイクという町にあるヨーロッパ宇宙機関傘下のESTEC（European Space and Technology Centre；ヨーロッパ科学技術センター）で第1回マーズエクスプレス会議が開かれたので参加した。私の感想としては、これはヨーロッパの惑星科学にとって歴史的な会議になるというものだった。ヨーロッパにとって初めて自前で火星から大量の良質データを収得できたミッションがマーズエクスプレスであり、それが多数の新たな惑星科学の研究グループをヨーロッパに誕生させるきっかけになって

いる。会場では若い研究者たちが多数いたのが目についた。その多くが、国際惑星科学研究大学院が2002年にペスカーラで開催したジオプラネット（GeoPlanets）という名の惑星地質学サマースクールの受講生であったことは私としても非常にうれしくかつ誇りに思える出来事だった。また発表はしないが会議に参加しているアメリカからの研究者もいて、やはりマーズエクスプレスのデータの質の高さが惑星科学の本場でも認められている証拠であろう。

私の興味あった会議の要点は３つの搭載機器、HRSC（High Resolution Stereo Camera；高解像度ステレオカメラ）、OMEGA（Visible and Infrared Mineralogical Mapping Spectrometer；可視赤外鉱物マッパー）、PFS(Planetary Fourier Spectrometer；惑星フーリエ放射計）の観測結果であり、それぞれ活発な討議がなされていた。

HRSCでは、そのステレオ能力が発揮された３次元画像に参加者の興味は集中していた。私はこの３次元画像能力が惑星地質学の研究に新たな地平を開くと考えている。今まで上から観察するだけであった対象をいろいろ角度を変えて見ることができる。これは地質学的な観察にとってとても有益な点だ。話題となっていた個別研究ではエリシウム地域の浮き氷が割れたような地形（パックアイス）があった（本誌23〜24ページ参照)。もしその解釈が正しいなら、まだ氷がその場に残っていることになる。ただ、これは溶岩地形だという研究者もおり決着はついていない。また、パックアイスのアイディアについても以前にアメリカの研究者たちが提唱していたこともあり、この英科学雑誌ネイチャーに発表された研究結果はいろいろと議論の的になっていた。

OMEGAについては、火星の各地で水和した硫酸塩を見つけたことが話題の中心だった。硫酸塩は、NASAのオポチュニティーローバーもメリディアニ平原で大量に発見しており、これで火星の鉱物学は新たな局面に入ったといえる。硫酸塩は、火星の水の歴史に大きな関連があり、更なる研究が待たれる。ただ私も会議で質問したのだが、硫酸塩が単独で存在しているのか、あるいは他の鉱物と混じっているのかが説明されておらず、解明にはさらなる解析を待つしかない。この点は、どのような地質作用が実際に起きたかを考察するのに重要な情報である。

PFS関連では、なんといっても火星大気中のメタンの探知であろう。地球のメタンは生物起源のものが多く、火星で見つかると生命探査の観点からも面白い。ただし、PFSでの結果はほとんど探知限界だという研究者もおり、必ずしもPFSによるメタンの探知が学会で完全に認知されているわけではない。

この会議で探査結果の発表がなかった搭載機器はMARSIS (Mars Advanced Radar for Subsurface and Ionosphere Sounding；火星地中および電離層のサウンディングレーダー)である。この機器は長波長の電磁波で火星の地殻内部構造を調べる予定で、液体の水なども見つけようという目的もあるが、マーズエクスプレス会議開催時点ではアンテナの展開がまだ行われていなかった。これは展開が他の機器に影響を与えると考慮されているためだが、この記事が出る時までには展開されているかもしれない。

この会議の２週間後にヒューストンで開かれた恒例の月惑星会議にも参加したのだが、この短い間隔ではマーズエクスプレス関係の新しい話は聞かれなかった。私にとってヒューストンの会議ではタイタンの探査結果の方が遥かに面白かった。

今回マーズエクスプレス会議に日本人は私以外にはJAXAの前沢洌さんが参加されておられた。この会議に参加して思ったのは、日本の惑星科学にとってはセレーネ月探査計画の成功が大きな鍵になるということだ。セレーネはマーズエクスプレスと同じように総合的なミッションであり、探査後長期間にわたって解析できるような基礎データを大量に収得することになっている。探査成功の暁にはセレーネ会議が開かれるだろうし、マーズエクスプレスのように大勢の若手研究者が惑星科学に参入する機会になることを望んでいる。

（国際惑星科学研究大学院、イタリア・ペスカーラ）

論文紹介

火星に氷の海、それとも溶岩の海？：大西洋を隔てた論争が勃発

Kerr R.A., 2005, Ice or Lava Sea on Mars? : A Transatlantic Debate Erupts. Science, Vol. 307, (4 March) 1390-91

先週、火星に北海の大きさの凍った海が見つかったというニュースをアメリカの惑星科学者が聞いて、すぐ思い浮かべたのはデジャ-ビュ（既視感）だ。「私たちはグローバルサーベイヤーがこれらの地域を撮影した7年前に、この感覚を体験した」とアリゾナ大学（ツーソン）の惑星地質学者Alfred McEwenはいう。「そのとき私たちはまず“すごい、まるで凍った氷のようだ”と思った。しかし、すぐにそれは溶岩に違いないとわかった」。

「それは溶岩であるはずがない」というのは英国のオープンユニバーシティ（ミルトン、ケインズ）の火山学者John Murrayだ。ヨーロッパ宇宙機関のマーズエクスプレスに搭載された高解像度ステレオカメラ（HRSC）を取り仕切っている彼らのチームは、先週、最初のマーズエクスプレス科学会議で次のように報告した。「すなわち“溶岩”は実は浮氷（ice floe）でおおわれた、その場で凍結した海である。それはElysium Plainsを、着陸して火星生命の微小化石を探すのにはぴったりの場所にさせるだろう」とMurrayは述べている。

Elysium付近の地下から水と溶岩の両方が流れ出たという考えは、誰もが同意している（Science. 2001年11月30日号. 1820p）。McEwenたちは、溶岩と水の流れを、長さ1000kmのCerberus Fossaeの大きな地割れにまでさかのぼって追跡した。どうやら、上昇するマグマが地下水を横切り、それを地表につながる割れ目に運び、過去または現在の生命デブリを水といっしょに運んだようだ。Murrayと同僚たちは、今、約500万年前にこのようにほとばしり出たものが地下にしみこまずに、深さ45 m・さしわたし約850kmの広さにたまった証拠を見出している。「いったん表面が凍った後に水が再び動くと、氷を壊して浮氷となり、火山灰と堆積物の保護層の下に埋まった凍った海に閉じ込めた」と彼らはいう。

Murrayと同僚たちは、Natureの3月17日号に掲載される論文で、画像（それは他の惑星から送られてきたヨーロッパ最初のデータだが）の中にみつけた氷のしるしについてくわしく述べるだろう。主張の中心は「推定される海の海水準は、その表面が凍った後に沈んだ」というものだ。彼らは、マーズグローバルサーベイヤーからのレーザー高度測量とともにHRSCのステレ

氷の海、それとも溶岩の海.
エリシウム平原のこの地域は、南極沖の氷の海のようにみえるが、それは人を欺くものであると、アメリカの多くの地質学者は反対する。

オイメージングを使って海抜マッピングをおこない、いくつかのクレーターの外側と同様に内側の堆積物は、クレーターのリムより約 15 m下に沈んだことを発見した。「あふれた水はしみこんだか昇華してしまったが、溶岩はそうはならない。“流れの”エッジは溶岩よりもむしろ海と結びつく」と Murray はいう。彼は、以前に HRSC が撮影したところに乱流によって洗われた浜辺、高い水位をあらわす証拠、最後の低水位を示すパックアイスの跡などを見ている。

アメリカの火星地質学者たち（彼らは火星からのほとんどすべてのデータを独占することによってこの分野を支配していたのだが）は、このことに納得していない。「私は、彼らが正しいとは思わない」とカリフォルニア・メンロパークのアメリカ地質調査所の名誉惑星地質学者 Michael Carr はいう。McEwen ら多くの研究者は、Carr よりもさらに強い調子で自分たちは最初は正しかった、と感じている。「私たちはこれらの溶岩を 7 年間調べてきた。アイスランドの溶岩流の写真を火星の写真と隣り合わせに並べてみれば、ほとんど違いがないことがわかるだろう」と McEwen はいう。

火星の溶岩は、海の氷にとてもよく似ている。両者を形づくったプロセスがよく似ているためだ。しかし火星では、McEwen は他の火山地形の間に溶岩を噴出してできた小さな地形や、地球上の溶岩にみられる急峻な側端崖（levees）を見出している。「私たちがいっているのは、溶岩の海についてだ」と、アリゾナ・フラグスタッフのアメリカ地質調査所の惑星火山学者 Laszlo Keszhelyi はいう。「あきらかに沈下した溶岩は、固い殻の下で溶岩がしりぞいた結果である」と続ける。

その解答は、今回 HRSC が撮影した地域を、この 8 月に打ち上げ予定のマーズ-リコネサンス-オービターに搭載されたカメラと地下レーダー（ground-penetrating radar）の目標地点として要求することにありそうだ。そのときまで、水か溶岩かは、依然として見る人の眼に依存している。

（小森長生訳）

火星地殻の 2 極分化をめぐって

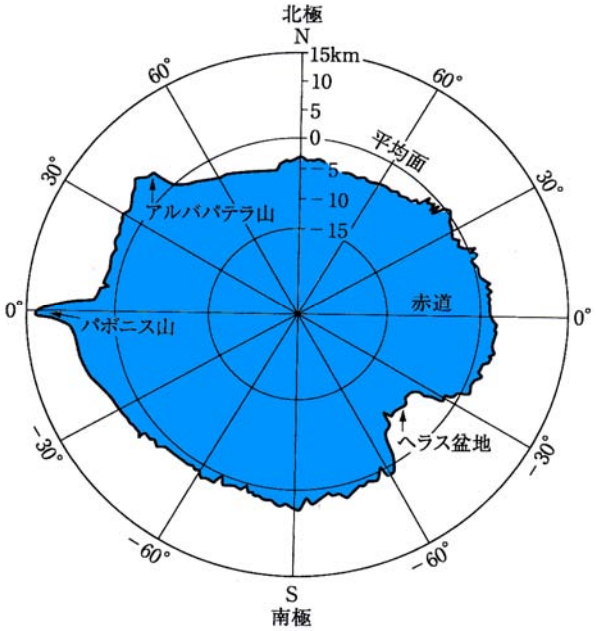
Watters, T.R., and McGovern, P.J., 2005, Hemispheres apart: The Martian crustal dichotomy. Eos, Vol.85, No.5(1 Feb), 46-47.

地球は、よく知られているように、赤道半径が極半径よりも少し長く、回転楕円体に近い形をしており、1/298.25 の偏平率をもっている。火星も同様な形をしていて、偏平率は 1/169.80 と地球よりもやや大きい。ところが火星のグローバルな形には、地球にはないもう 1 つの大きな特徴がある。それは、火星の北極半径が南極半径よりも数 km 短かく、全体として北半球が低地、南半球が高地を形成していることである。この事実は、マーズグローバルサーベイヤー（MGS）に搭載されたマーズオービターレーザー高度計（MOLA）の観測によって、高い精度でつきとめられた。

火星がこのような特異な形をしているのは、北半球の地殻が薄く、南半球の地殻が分厚いことの表れとも考えられるが、そもそもいつ、どのようにしてこのような形ができあがったのかは、まだまったくわかっていない。

2004 年 9 月 30 日から 10 月 1 日までの 2 日間、この問題をめぐる Hemisphere Apart ワークショップが、テキサス州ヒューストンの月惑星研究所で開催された。この論文はそのときの議論の内容を紹介したものである。会議では、半球 2 極分化の原因について、内因論と外因論が議論されたが、どちらの立場をとるにせよ、北半球と南半球の非対称性は、火星の歴史のひじょうに早い時期にできあがったのではないか、ということで共通認識が得られたようである。

内因論の立場では、たとえば、degree—one のマントル対流によって地殻物質の移動がおこった場合、upwelling 地帯では地殻は薄く、downwelling 地帯では地殻は厚くなる。これが 2 極分化をもたらしたという考えがある。しかし、マグマオーシャン固結後にこのようなマントル対流がおこったとしても、それには数億年オーダーの時間が必要だという考えもあり、ひじょうに早い時期に 2 極分化がおこったという考えと、どう折り合いをつけるのかが問題となるところだ。この難点についてもいろいろな議論が出された。



火星の南北両半球の非対称性．この断面（西経 113°と 308°を通る）では北半球で例外的に高い地域が入っている．垂直方向は水平方向の 100 倍に誇張してある．（D.E. Smith ほか，1999 による：小森長生著『火星の驚異』平凡社新書（2001）から）

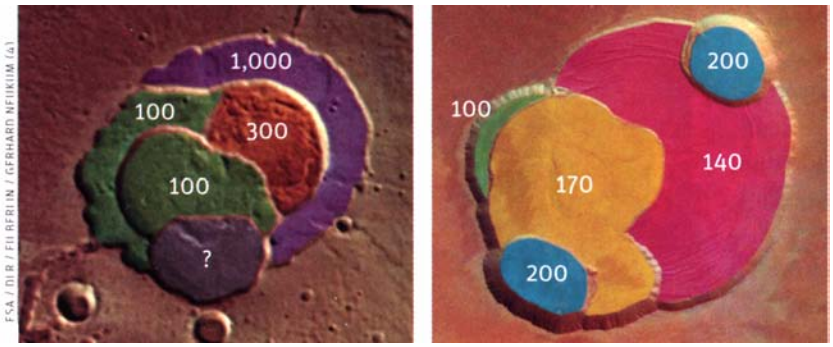
一方、外因論の立場からは、北半球におこった巨大衝突が地殻物質をはぎとった、という考えが有力である。北半球の低地帯には、ユートピア、アキダリア、クリュセなどの円形に近い巨大衝突盆地が埋もれていることが確かめられている。これら衝突盆地の複合形成によって地殻がけずりとられ、北半球の地殻が薄くなったとすれば、そんなに話はややこしくならない。しかも、その衝突はきわめて初期におこったとすれば話はうまくいく。

いずれにしても、この問題の解明にはいっそうのデータの集積が必要で、今後の探査に期待がかけられる。　　（小森長生訳）

INFORMATION

●火星に活火山？

火星にはオリンポス火山をはじめとする巨大な盾状火山が多数あるが、それらが現在も活動しているのかどうかは不明だった。従来のクレーター密度年代では、火山性クレーターを除外することが難しかったが、ヨーロッパ宇宙機関のマーズエクスプレスに搭載されたHRSCの高分解能（10m）カラーステレオ画像によって、高精度のクレーター密度年代をきめることができるようになった。求められた年代値からみると火山活動は間欠的で、新しい活動は1～2億年前頃のものが多い。今までのところ最新のものは、オリンポス火山南西山麓の溶岩流の240万年前である。しかし、カウントしたのはごく一部の地域のみなので、さらに若い火山地形が見つかる可能性は高そうである。（Sky & Telescope, 2005, April, 18p）



マーズエクスプレスのHRSCが撮影した火星の2つの巨大カルデラ Hecates Tholus（左）と Olympus Mons（右）．カルデラ底は何回もの陥没によって形成したもので、異なったクレーター密度年代を示す．数字は年代で、単位は100万年．

●日本惑星科学会一般講演会（共催：会津大学公開講座）
「小惑星探査機『はやぶさ』が切り拓く太陽系・惑星科学新時代」のお知らせ

日　時：9月19日（月・敬老の日）、13:30受付開始、14:00-17:00

場　所：福島県立会津大学講堂

講演者：国立天文台 渡部潤一助教授、JAXA/ISAS 藤原顕教授（はやぶさプロジェクトサイエンティスト）

申込先：会津大学事務局企画予算グループ（電話0242-37-2510、 FAX0242-37-2546、e-mail: cl-plandget@u-aizu.ac.jp）受付開始は7日1日（金）10時、〆切は9月12日（月）17時です。なお引き続き9月20日（火）～22日（木）には秋季講演会が、9月23日（祭）にはエクスカーション（磐梯山等）がおこなわれます。詳しくは学会のホームページ　http://www.wakusei.jp/　から秋季講演会のページをたどって御確認下さい。

アクセス：千歳・セントレア・伊丹・福岡空港からの参加者は、引き続き行われる日本惑星科学会秋季講演会(9/19-22)で企画されている「5人以上の申込み」で早割よりも安いパックがお奨めです(http://www.aizubuskanko.com/aloc2005/　)。ただし、こちらの予約申込〆切は7月8日（月）と早いので、御注意下さい。関東からの参加者は、東北新幹線郡山経由も悪くありませんが、新宿駅新南口ー会津若松の高速バス、私鉄の「会津往復列車たびきっぷ」（http://www2.ocn.ne.jp/~yagan/asa-aizu.htm　）が非常に経済的です。

編集後記：初めての編集後記です。本号は、いま月惑星科学分野でアポロ以来の質的大変革の渦中にある火星がメインです。新データに興奮していた熱気は次第に落ち着き、興味や手法も洗練されてきました。GISツールを用いて地球科学の知見と複数機器データを総合し、議論を深化させている様子が目に見えるようです。今秋には小惑星探査機はやぶさが初画像をもたらしているはず、間もなく日本も世界に打って出ます。（D）