惑星地質ニュース
PLANETARY GEOLOGY NEWS
Vol.4 No.3 Sep. 1992

発行人：惑星地質研究会　小森長生・白尾元理
事務局：〒193　八王子市初沢町 1231-19　　高尾パークハイツ B-410 小森方　TEL. 0426-65-7128

惑星地質講演会をきいて

柳澤　正久　Masahisa YANAGISAWA

IGC（万国地質学会議、8月24日〜9月3日、京都）を機会に、8月29日（土）9：00〜16：00、京都大学理学部共同大講義室で惑星地質の講演会が開かれた。「惑星地質学を勉強しよう」という、目的のはっきりした、なかなか良い講演会だった。聴衆は約80名、そのうち9割が日本人で、その半分が学生さんだったでしょうか。普通、英語の講演会のあと、「Any question?」といわれるとシーンとするのが日本の現状ですが、この会ではそれぞれの講演に多くの質問がなされました。日本人がだいぶ国際的になってきたのと、会の雰囲気が良かったせいでしょう。以下にそれぞれの講演の様子を簡単に報告します。

1. Ron Greeley (Arizona State Univ.)：　Aeolian Processes

火星と金星を例に、風によってできる地形について話してくれた。よくまとまっていてわかり易く、「これで Planetary Aeolian Processes はマスターできた」という気にさせてくれた。火山やクレーターの風下では、砂がたまったり、逆にはぎとられたりする。このような地形から平均的な風向きがわかるが、金星の地表では赤道に向かって風が吹いているらしい。つまり北半球では北風、南半球では南風である。より暑い赤道で大気が上昇するのに伴うハドレー循環と呼ばれる現象を反映しているのではないかということである。

2. Vic Baker (Univ. Arizona)：　Planetary Hydrology

火星の水の流れによってできた谷や流床の話をわかり易くしてくれた。あちこちの雑誌に、火星に水が流れていた証拠として谷の写真と短い解説が載っている。フーンとは思うが、どうしてそれが水の流れた地形だとわかるのか、さらにどんな情報が得られているのかについては詳しくわからない。この講演では、こうした谷の水源から末端まで、専門家がどのような地形から、どのように情報をよみとっていくのかを、豊富なスライドと時間を使って説明してくれた。

3. Robert Strom (Univ. Arizona)：　Impact Cratering

一般的なクレーターの話が主で、内容の大部分は「クレーターの科学」（水谷仁著、東大出版会）に含まれている。オリジナルな話としては、火星のクレーターは小惑星の衝突でできたとして、クレーターのサイズ分布から衝突体の大きさのサイズ分布を求め、それを小惑星の分布と比べていた。地上の望遠鏡では見えない小さい（≦10km）小惑星のサイズ分布がわかるというのが長所だそうだ。

4. Steve Saunders (JPL) ： Planetary Tectonism and Volcanism

Vocanismについて講演する予定だったJames　Headが来られなくなってしまったため、Saundersが金星の Tectonism とVolcanismの両方について話した。昼食後、満腹のところへブツブツ聞きとりにくい英語で単調にやられたので、すっかり良い気持ちになってしまった。テセラやコロナ地形など、レーダーイメージを見せては地質学的解釈をしていたが、特に新しい話はなかったと思う。

5. William Kaula (UCLA)： Planetary Interiors

こわい顔をした大学の先生が難しい数学と物理を使ってまくし立て、おまけに内容が多すぎて、それぞれに少ししか触れなかったものだから、理解できた人はほとんどいなかったと思う。おぼろげながらわかったことをあげると、水の存在はマントルの粘性を下げるが、金星には水がないのでマントルが変形しずらいだろうということである。金星では高地に対応して正の重力異常があるが、これは高地がマントルの上にのっている（水に浮かべた木片のようにではなく、机の上の木片のように）ことをしめしている。これはマントルが変形しずらいことで説明できるということである。さすがに講演の後は「Any question?」に対して一瞬の沈黙があったが、まあ、Kaula大先生の顔が拝めただけでも幸せだったと思いましょう。

最後になりましたが、多忙な時間をさいて下さった講演者の先生方、そして、講演会を企画、準備し、我々に勉強の機会を与えて下さった関係者の方々に深く感謝いたします。

（柳澤正久さんは電気通信大学）

参加者名簿：吾妻瞬一、阿部彩子、阿部豊、安部正真、荒牧重雄、石井輝秋、石川剛、市川八州夫、出村裕英、今井博、岩橋純子、上野茂樹、越後和正、及川純、大谷栄一、大村誠、大西道一、岡田和也、岡田達秋、岡野和行、奥野充、小野重明、加藤工、門田晃典、門野敏彦、鎌田桂子、亀仲樹、川上紳一、岸本清行、久保健一、久保寺章、倉本圭、小池千代枝、小松吾郎、小森長生、五味義明、斉藤潤、佐々木晶、佐藤周一、酒井治孝、島津浩哲、清水以智子、清水醇、城野信一、白尾元理、隅田まり、瀬野徹三、高木靖彦、宝田晋治、田近英一、田中明子、玉木賢策、寺薗淳也、中村昭子、中川弘之、並木則行、萩原邦行、廣井孝弘、廣井寛江、平田成、比屋根肇、福岡浩、藤井直之、藤原顕、本田理恵、松本誠樹、三川内岳、水谷仁、南桂子、南政次、宮下敦、宮地直道、村上英記、望戸尚、守屋以智雄、柳澤正久、山口靖、山路敦、山本彩、吉田久昭、渡辺敏充、Gulick,V., Gupta,D.C., Gwalani,L.G., Jadhav,G.N., Schmincke. 以上85名

←講演会のようす

マックで惑星画像を読む

寺薗淳也　Jun-ya TERAZONO

惑星画像 CD-ROM とは

ボイジャーやマゼランの活躍をみてもわかるように、最近の惑星探査では膨大な画像データが取得できることが特徴となっています。このようなデータを安価に記録するのに最適なシステムが CD-ROM のディスクで、最近では平凡社の大百科事典 35 巻を一枚の CD-ROM ディスクに収めたものが発売されて話題になっています。このようなソフトが普及するにつれて、CD-ROM ドライブの方もじわじわと価格が下がっており、最近では実売価格が５万円を切るものまで登場しています。

NASA と JPL では、このような CD-ROM の特徴を生かして、数年前から大量の惑星画像のデジタルデータを配付しはじめました。現在（1992 年９月７日）までにバイキングの火星画像８枚、ボイジャーの外惑星とその衛星画像 12 枚、マゼランの金星画像 52 枚が配付されています。最初のディスク１枚が 20 ドル、２枚目以降が１枚につき６ドルという低価格です。

金星画像のディスクを例としてその内容を説明しますと、１枚の CD-ROM には 10 組の索引画像（BROWSE) が収められており、それぞれの索引画像はさらに 50 組以上の高解像度画像ファイルで構成されています。つまり、索引画像の興味ある部分を、高解像度画像でクローズアップしてみることができます。このように１枚の CD-ROM には、ラベルを含めると約 1000 枚以上の画像ファイルがはいっており、その容量は合計約 600MB にも達します。また画像データはデジタル値として記録されていますから、画像のコントラストを上げたり、ある濃度領域の部分だけ強調したりすることができ、従来の紙焼きのプリントでは不可能であった加工を、簡単に行うことができます。この CD-ROM は、Image というソフトによって Macintosh と IBM PC とその互換機で簡単に利用することができます。

さて、このように良いことづくめの惑星画像 CD-ROM ですが、実際には CD-ROM ドライブと CD-ROM ディスクの購入費で約 10 万円を出費しなければなりませんし、せっかく購入したのに、期待したほどのことはなかったという場合もあるかもしれません。そこで、惑星画像 CD-ROM の内容を知っていただくために、今回そのごく一部をコピーして、皆さんの Macintosh で試していただくことにしました。配付の方法は、最後に記してあります。

惑星画像 CD-ROM のフロッピー版の試用法

このフロッピー版は、次のような内容の２枚のフロッピーからなります。

１枚目 (ICGWB1)：高解像度画像ファイル (FF19) と Image のマニュアルが収められています。マニュアルは MS Word のデータファイルの形式をとっています。

２枚目 (IGCWB2)：画像表示と簡単な解析をおこなうソフトウェア「Image 1.44」とそのためのマクロファイル、マクロファイルの説明、そして画像ファイル（BROWSE）が収められています。Image はアメリカ保健省（NIH）で開発されたパブリック・ドメインのソフトウェアで、自由に配布、複製ができるものです。画像ファイルは２つのファイル（*.IMG 及び *.LBL）からなっています。.IMG の方は画像データそのもので、.LBL

は画像データの情報を収めたラベルです。Imageで読むときには .LBLは基本的には必要ありません。

（１）画像データを読むのに必要なシステム

このフロッピー版で画像データを読むためには、次のMacintoshシステムが必要です。

① 4MB以上のメモリを搭載していること。快適に動作させるためにはできれば8MB以上のメモリを装備してください。

②カラーディスプレイ。Imageは256階調モード（白黒／カラー）で動作しますので、このモードをサポートしていないディスプレイの場合にはソフトウェアが動作しません。

③ハードディスクを装備していること。恐らく２台以上のフロッピーディスクがあるマシンでも大丈夫だと思いますが、画像ファイルはサイズが大きいので、ハードディスクはほぼ必須と考えてください。

④浮動小数点コプロセッサを搭載していること。あるいはコプロセッサをエミュレートするINITがインストールされていること。

（２）画像を見るための手続き

① Image 1.44を起動します。

② [File] メニューからサブメニュー[Import] を選択します。[Open] というサブメニューもありますが、このディスク内の画像（Magellanのレーダー画像）はImage 1.44で想定しているファイルとは異なるため、こちらでパラメータを指定して読まなくてはなりません。Import はそのために用意されたメニューです。

③ [Import] の中にはいくつかのメニューがあります。ここでは [Custom] を選びます。
さらに、ファイルのデータ長に関するパラメータを指定するために、[Edit] をクリックします。

④ Width, Height, Offset、そして Fixed Scale の場合の２つの欄、合計５つの欄がありますが、さしあたって変更が必要なのは上の２つ（Width, Height）です。

BROWSE の場合はWidth を 1024、Height を 898 に
FF19 の場合はWidth を 1024、Height を 1025 に

指定した上で、[OK] をクリックし、ファイル (BROWSE.IMG または FF19.IMG）を選択して、[Open] をクリックして画像を読み込んでください。

⑤途中で File I/O Error が起きた旨表示されることがありますが、構わずに読み込みを続けてください。画像はきちんと表示されます。

（３）基本的な機能

Imageには数多くの機能があります。詳しくは添付のマニュアル About Image を読んでいただくとして、ここではそのうち、ごく基本的な機能だけを紹介します。

＜スクロール＞ Tools から手のマークを選択します。マウスボタンを押しながら上下左右に動かしますと、画像がスクロールします。

＜階調変更＞ Map という欄をクリックしますと、対角線が引かれた正方形の絵が出てきます。これは階調とコントラストを示す線で、この線をドラッグすることにより、階調とコントラストを自由に変化させることができます。

＜疑似カラー＞[Options] メニューから [Color Tables] サブメニューを選びますと、いくつかのカラーテーブルのリストが出てきます。適当なテーブルを選んでやりますと、画像の階調に対応した色がつきます。この色は実際の地表の色を表すものではもちろんありませんが、Map などを使って自由に変化させることにより、画像の輪郭をはっきりさせたりすることができます。

＜拡大＞ Tools から虫メガネ（左上端）を選びます。画像の上でクリックすると画像が拡大されます。64 倍まで拡大できます。元に戻すためには、Tools の虫メガネをダブルクリックするか、[Edit] メニューから [Unzoom] を選びます。

Image はパブリックドメインのソフトウェアでありながら、非常に多機能で、ここでは全てを説明しきれないほどです。皆さんがこのソフトウェアを通じて、惑星画像ついて理解を深めていただけると幸いです。

惑星画像 CD-ROM のフロッピー版の購入法

実際に惑星画像 CD-ROM の内容を紹介するため、以下のものをセットでおわけします。①本文で紹介したフロッピー２枚、②ソフトウェア Image の解説パンフレット（英文）、③惑星画像 CD-ROM の購入申込書（英文）。

御希望の方は、下記に郵便振替で 1000 円を送金してください。振込用紙の裏側には、惑星画像 CD-ROM のフロッピー希望とお書きください。申込の締切りは 10 月 15 日で、10 月下旬に発送いたします。

郵便振替口座番号：東京 5-96024　　加入者名：白尾元理

（寺薗淳也さんは宇宙科学研究所惑星研究系）

論文紹介

地球型惑星の巨大環状構造

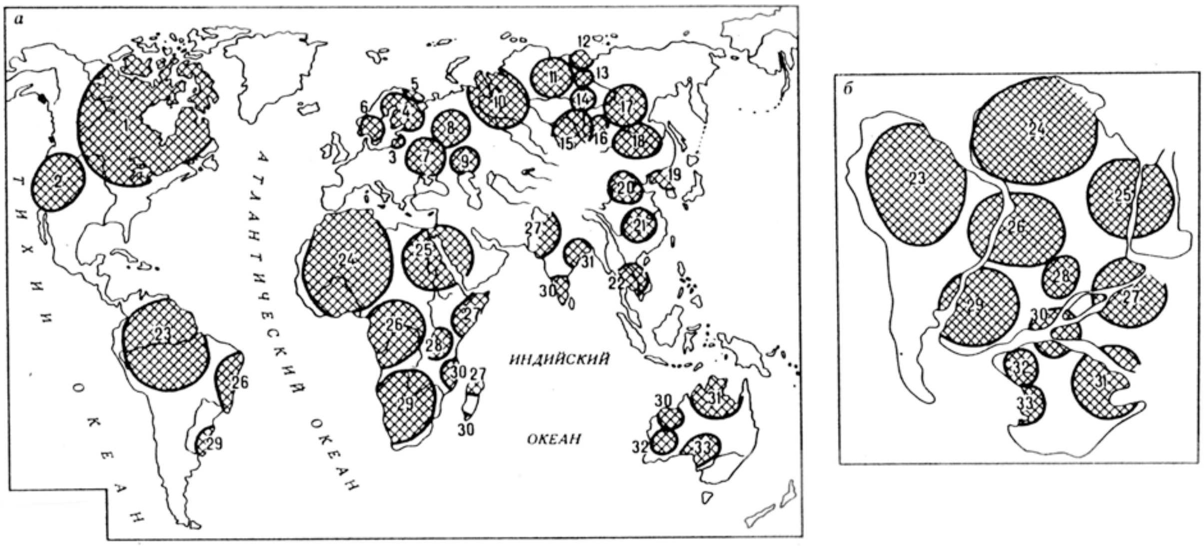
Baker,V.R., and Finn, V.J., 1992: Endogenetic megaconcentric morphostructures of the terrestrial planets.　29th IGC Abstracts, 3, 647.

Finn, V.J., and Baker, V.R., 1992: Global morphostructural comparison of Venus and Earth. 29th IGC Abstracts, 3, 647.

この２つのアブストラクトはほとんど同じ内容であり、IGC の実際の講演でも同一人物（Baker）によってなされたので、ここではまとめて紹介する。

衛星からのリモートセンシングデータを中心に、地質学、古テクトニクス、地球物理学、地球化学等のデータを総合することによって、地球の大陸上に巨大な同心円的環状構造が認められるようになってきた。その大きさは直径数百 km から数千 km にわたり、大きなものほど長い時間かかって（おそらく 10^{7}〜10^{9}年）形成されたようにみえる。その成因は地球深部の運動と関係していると思われる。

著者らは１つの作業仮説として、コアとマントルの境界の熱的、化学的不均一性が内部の運動



〈参考〉 地球上の nuclears の分布。Ya.G. Katz 他「宇宙地質学の基礎」(1988) より 。

をおこすと考える。すなわち、これによって大規模なマントルの対流がおこり、物質や熱の輸送を通じて、長期間にわたる大がかりなダイアピルの上昇と、マントル物質の集中的な沈降がおこった。地球上の巨大な環状地形構造は、このような内部運動の地表への現われである。こうしてできた大構造のうち、古い構造は再活動し、古い構造ができたときの岩圏の弱線にそって新しい構造ができている例もある。

一方、ベネラ 15／16 とマゼランの金星探査によって、金星にも大規模な巨大環状構造の存在が明らかになった。金星の火山性高地 (swells)、盆地、ノバ (novae)、コロナ (coronae) は、大規模なマントルの上昇と沈降の結果できたものである。地球と金星のこの大構造の比較研究は、地球型惑星の内因的な進化の研究に役立つであろう。

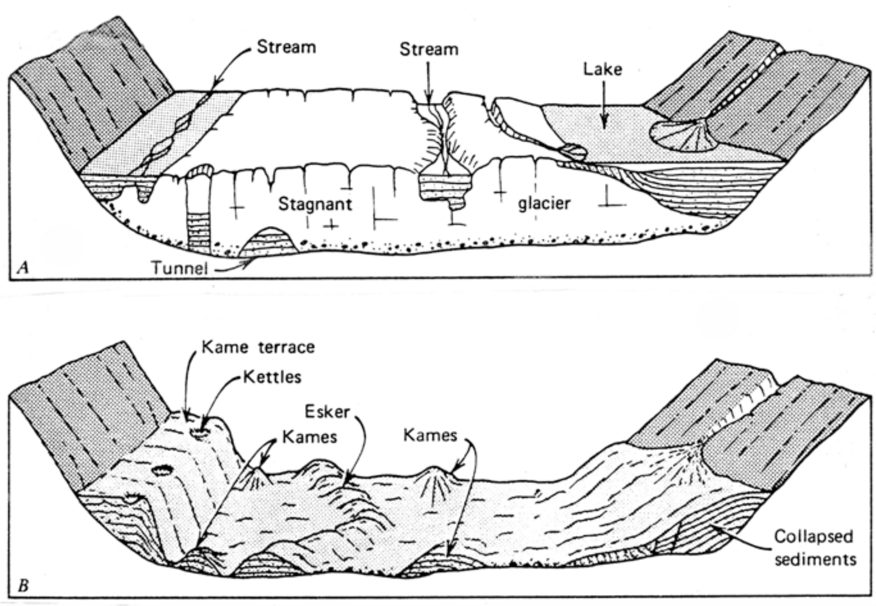
もう1つ火星については、第一級の地形的な高まりがタルシスとエリシウムにある。一方クリュセトラフと北方平原は岩圏の下降運動の産物である。これらは、地球や金星よりもずっと半径が小さく厚い岩圏をもつ地球型惑星の進化の例を示している。

〈紹介者註〉地球上の大環状構造については、1980 年代から旧ソ連の科学者達が、衛星画像のくわしい解析から多数見つけだしている。M.Z. Glukhovsky らはこれを nuclears とよび、先カンブリア時代の 38〜26 億年前にかけて、原始地殻内での複雑な構造運動や火成活動によってできたものだとしている。すでに 1984 年モスクワで開かれた第 27 回 IGC でも発表されているが、Baker らがこれらロシア人の仕事について全くふれていないのはどういうわけだろうか。参考までに Glukhovsky らによる nuclears の分布図を上にかかげておく。　(小森長生)

火星における古代の氷床

Strom,R.G.,and Kargel,J.S., 1992: Ancient ice sheets on Mars.　29th IGC Abstracts, 3, 646.

火星の高緯度地方にみられるさまざまな地形から、過去に氷床が広がっていたことが読みとれる。平原地帯の地形には、長い曲がりくねったリッジ、溝状地形 (grooves)、ピット (pits)、先のとがったリッジ、交差するチャネル、中央リッジをもつ曲がりくねったチャネルがある。こ



〈参考〉氷河地形のいくつかの例。R.F.Flint「Glacial and Quaternary Geology」（1971）より。

れらの地形はそれぞれ、エスカー（eskers）、洗い流し痕（scour marks）、ケトル（kettles）、モレーン（moraines）、アウトウォッシュプレーン（outwash plains）、中央エスカーをもつトンネル谷、と解釈できる。また、アルギュレ（Argyre ）のような山地では、とがった峰のリッジ、孤立した不規則な形の山、半円形の湾、耳たぶ状の岩くずのエプロンがみられ、これらはそれぞれアレート（aretes, ナイフリッジ）、ホルン（horns, 尖峰）、サーク（cirques, カール）、アルプスに存在するものとよく似た岩石氷河、であると解釈できる。

これらの地形の組み合わせは、ランダムに分布しているのではなく、南北半球とも 35°よりも高い緯度にあり、地球上の更新世の氷床の前進と後退によってつくられた氷河地形と似た配列を示している。以前はこれらの地形は、風の作用や火山、テクトニックなど、異なったいろいろな作用でできたとされてきたが、氷河による起源を考えると、これらすべての地形の形成が単一の原因で説明できる。

小クレーターの分布密度にもとづいて決めた地形の形成年代によると、最後の氷期は、火星の歴史の比較的若いアマゾン代初期〜中期にあたる。アルギュレ盆地には、古いヘスペリア代におこった氷河作用の証拠もある。これらの氷河作用は、北半球に海が存在したことの当然の結果だったといえる。すなわち、海から蒸発した水蒸気が、高緯度で雪として堆積したことが、火星の氷期をもたらした。これは、火星が比較的最近まで、今日とは異なった気候をもっていたことを示している。（小森長生）

論文抄録

火星地殻の二極化の原因

McGill, G.E., and Squyres, S.W., 1991: Origin of the Martian Crustal Dichotomy: Evaluating Hypotheses.　Icarus, 93, 386-393.

火星の北 1／3 と南 2／3 では、クレーター密度や地形、地質などに著しい違いが見られる。この二極化の原因について現在までに提出されてきた仮説について検討した論文である。

提出された仮説は現在のところ次の3説になる。(1) 単一衝突仮説…火星北極付近に起きたとされる巨大衝突により生成されたと思われる盆地（Borealis Basin）を起源とする説。(2) 複数大規模衝突説…複数の大規模な衝突が重なったために北部の地形が形成されたとする説。(3) 内因説…コア形成やマントル対流などの影響により、火星北部地域が沈降したとする説。結論としては (1)(2) の複合とみているようだが、地形を説明するには (3) が有利ということである。いずれにせよ結論は、将来の重力や高度、高解像度画像データや地震学的情報に期待するほかないであろう。 （寺薗）

金星の風成構造の実験的研究

Marshall, J.R., and Greeley, R., 1992: An Experimental Study of Aeolian Structures on Venus. Jour. Geophys. Res., 97, 1007-1016.

マゼランの画像で、金星表面に砂丘状の堆積層の存在がわかった。金星表面での風成層形成の実験的研究によると、濃密な大気は水底のリップルマークに似た、横列の小さな砂丘状の堆積層を形成する。その発達は、風速、粒径、大気の密度によってきまる。これらの地形は金星面のいろいろな高度に分布するが、最も典型的なものは大気の濃い低い土地にみられる。 （K）

INFORMATION

●『地球近傍小惑星研究会』開催のお知らせ

地球近傍小惑星の進化、起源、探査、衝突等に関心をお持ちの方の参加を期待いたします。今年は参加しやすいように「太陽系科学シンポジウム」直後に開催されます。

日　時：1992年12月2日（水）～3日（木）
場　所：宇宙科学研究所　本館1階入札室
世話人：水谷仁（宇宙研）、向井正（神戸大）、輿石肇（RESTEC）、磯部しゅう三（国立天文台）

●マーズオブザーバー火星に向かう

マーズオブザーバーは、米東部夏時間9月25日13時05分、タイタン3型ロケットでフロリダ州ケープカナベラル基地から打ち上げられ、火星に向かった。来年8月には高度400kmの火星極周回軌道に入り、11月から本格的な観測を開始する。搭載されている観測装置は、γ線と熱放射のスペクトロメーター、広角カメラ（視野140°、直下の解像力250m）、望遠カメラ（解像力1.5m）、磁力計、赤外線ラジオメーター等で、表面の岩石の化学組成や気象観測に重点が置かれている。少なくとも火星の1年に当たる約700日間の95年末まで観測を続ける。

いっぽう日本の宇宙研ではPLANET-B計画として1996年9月頃、火星周回衛星を打ち上げることがほぼ決定している。97年9月に近火点での火星高度150km、遠火点が10火星半径の楕円軌道に入ることが予定され、おもな観測項目は、太陽からの粒子と火星高層大気や磁場の相互作用などである。

編集後記：すさまじい残暑のつづく8月下旬、京都でIGCが開かれました。外国からの参加者も相当まいった方が多かったのでは？“incredible”を連発する人もいました。しかし、惑星地質講演会はなかなかの盛況で、出席者はよい刺激をうけたことと思います。柳澤氏の文章からそのふんい気をくみとってくだされば幸いです。これが日本での惑星地質学発展の契機になればうれしいことです。お膳立てをしてくださった方々に厚くお礼申し上げます。 （K）