

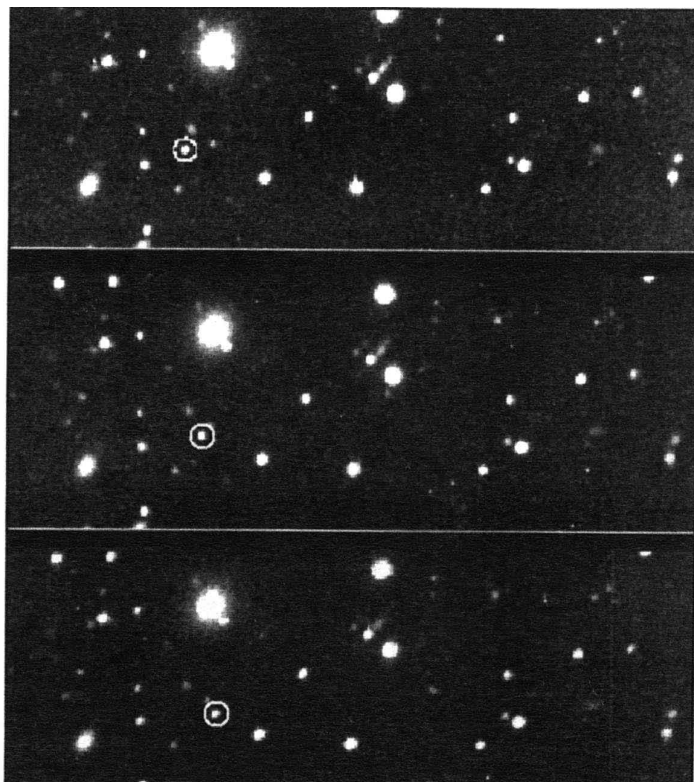
巨大惑星の衛星発見ラッシュ

William Schomaker

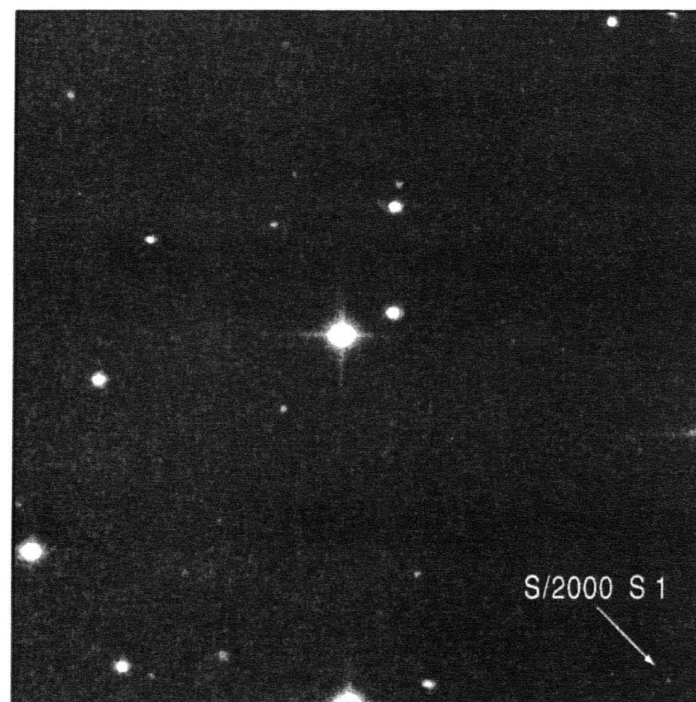
ガリレオ・ガリレイやウィリアム・ハーシェル、アサフ・ホールたちのように、天文学者が個人の力で衛星さがしに精を出す時代は過去のものとなった。現代の衛星探索は、すぐれたソフトウェアと広視野 CCD カメラで武装した観測者と、既知の小惑星や彗星の完備したデータベースへアクセスできる熟達した研究者の、緊密な協力によってなされているからである。こうした新しい強力な方法のおかげで、衛星さがしはかつてない成功をおさめるに至った。1997 年以降、木星・土星・天王星にあわせて 30 個の新衛星が発見され、この 3 年間は歴史上最も多くの衛星が発見された期間のなったのである。

ところが、マサチューセッツ州ケンブリッジにある小惑星センター（MPC）の Brian Marsden は、この衛星発見ラッシュに驚いている様子はない。「これはまさしくその時が来たということだ。太陽系の小天体をさがすために開発された広視野 CCD カメラによって、数年前よりもずっと能率的に探索がおこなえるようになった」という。

最近の成功が、これら観測機材の進歩にあることはもちろんだが、それにとらず重要なのは、スミソニアン天体物理観測所と国際天文連合 (IAU) に支えられた小惑星センターでの、マースデンたちの仕事である。彼らのオフィスには、未確認天体の報告が毎日何千と寄せられる。それらを既知の衛星や小天体のデータと照合し、新天体かどうかを見分けるのが彼らの仕事なのだ。マースデンはこれを楽しんでいるが、それが必ずしも常に報われるものではないことも承知している。



天王星の新衛星シコラックス（円内）の発見写真（B. Gladman 他による）



土星の新衛星 S/2001S1 の発見写真（ヨーロッパ南天天文台による）

表 1 土星の新衛星（発見順）

衛星名	発見者	発見年	軌道の長半径		公転周期 (日)	半径 (km)	平均等級
			惑星半径 = 1	万km			
S/2000S1*	B. Gladman	2000	383.3	2310	1310	~8	21.7
S/2000S2	〃	2000	252.2	1520	685	~10	21.3
S/2000S3	B. Gladman, J. Kavelaars	2000	287.1	1730	825	~16	20.1
S/2000S4	J. Kavelaars, B. Gladman	2000	302.0	1820	925	~7	22.1
S/2000S5	B. Gladman	2000	187.5	1130	450	~7.5	22.0
S/2000S6	J. Kavelaars, B. Gladman	2000	190.8	1150	455	~5	22.6
S/2000S7*	B. Gladman, J. Kavelaars	2000	333.5	2010	1070	~3	23.9
S/2000S8*	J. Kavelaars, B. Gladman	2000	260.5	1570	730	~3	23.6
S/2000S9*	B. Gladman, J. Kavelaars	2000	307.0	1850	940	~3	23.8
S/2000S10	J. Kavelaars, B. Gladman	2000	290.4	1750	860	~4	23.0
S/2000S11	M. Holman, T.Spahr	2000	297.0	1790	890	~13	20.5
S/2000S12*	B. Gladman, J. Kavelaars	2000	326.9	1970	1040	~3	23.9

*印は逆行衛星

表 2 木星の新衛星（発見順）

衛星名	発見者	発見年	軌道の長半径		公転周期 (日)	半径 (km)	平均等級
			惑星半径 = 1	万km			
S/2000J1	C. Kowal/ S. Sheppard他	1975/2000	104.9	750	130	~4.5	21.0
S/2000J2*	S.Sheppard, D.Jewitt, Y.Fernandez,G.Maginer	2000	331.5	2370	751	~2.5	21.8
S/2000J3*	〃	2000	295.1	2110	625	~2.5	21.8
S/2000J4*	〃	2000	324.4	2320	723	~1.5	22.8
S/2000J5*	〃	2000	295.1	2110	625	~2	22.2
S/2000J6*	〃	2000	323.1	2310	719	~2	22.5
S/2000J7*	〃	2000	293.7	2100	617	~3.5	21.2
S/2000J8*	〃	2000	334.3	2390	758	~3	21.7
S/2000J9*	〃	2000	325.9	2330	730	~2.5	21.9
S/2000J10*	〃	2000	327.3	2340	734	~2	22.5
S/2000J11	〃	2000	176.2	1260	287	~2	22.4

*は逆行衛星。S/2000J1は1975年にC. Kowalによって発見され、S/1975J1と命名されたが、その後見失われていたもの。今回新たに再発見された。

新発見の衛星の特徴

新しく発見された衛星は、これまでに知られているふつうの衛星とは、いくつかの点で基本的に異なった性質をもっている。それらの多くは、軌道の離心率や傾斜角が大きく、中心惑星からかなり遠いところを公転している。それもほとんどが逆行運動である。さらにこれら変則的な衛星は、直径がわずか 3km から最大で約 120km までの小型の衛星たちである。このことから、これらの衛星は、中心惑星とともにそのまわりで形成されたものではないだろう、と考えられる。

最近では、海王星の外側の領域から太陽系内部にとび込んできた小天体が、巨大ガス惑星の重力場に捕らえられて衛星になった、とする考えが有力視されている。しかしそのメカニズムについてはまだ十分に明らかではない。太陽をまわる天体は、大きな運動エネルギーをもっているが、

それがどのように消耗して巨大惑星のまわりを回るようになったのだろうか。

ひとつ考えられるのは、巨大ガス惑星がかつて分厚くふくれ上がった大気をもっていたために、突入天体がこのガスとの摩擦でエネルギーを消費して捕獲された、とすることである。この考えの支持者たちは、捕らえられた放浪者が分厚い大気層との摩擦でエネルギーを失っただけでなく、多くの小片に分裂しただろうと主張する。最近の変則的衛星の大量発見は、この仮説を支持するようにみえる。木星と土星の新発見の衛星のほとんどは、明らかに力学的にいくつかのグループに分かれ、おそらく捕獲された天体の分裂で生まれたものと考えられる。

天王星の新衛星

新衛星発見ラッシュは、フランスのコートダジュール天文台の Brett Gladman を中心とする国際チームによる、天王星の観測で始まった。天王星の衛星は、既知の5衛星と、1986年にボイジャー2号の発見した10衛星をあわせて、15個がすでに知られていたが、それはどれも軌道半径がそれほど小さくなく、すべて順行衛星であった。グラッドマンたちは、天王星にも外縁部をまわる変則的衛星があるはずだと考え、野心的な探索計画を開始したのである。その結果、1997年秋にグラッドマンチーム (B. Gladman, P. Nicholson, J. Burns, J. Kavelaas ら) は、パロマー山の5 mヘール望遠鏡で、天王星としては初めての逆行衛星キャリバン (Caliban) とシコラックス (Sycorax) を発見した。さらに1999年夏には第二のチーム (J. Kavelaas, B. Gladman, M. Halman ら) が、マウナケア山の3.5 mカナダ - フランス - ハワイ望遠鏡を使って、3つの逆行衛星セティボス (Setebos) ステファアーノ (Stephano) プロスペロー (Prospero) を発見した。

以上をふまえて、IAUは天王星の衛星は現在20個であるとしているけれども、実はもう1つの発見がある。アリゾナ大学の Erich Karkoschka は、ボイジャー2号の天王星画像から1999年に新衛星 (S/1986U10) を発見した。しかし、軌道を確定するためのきちんとしたデータが足りないため、IAUはまだ新衛星として正式に認知していない (なお、天王星の衛星全体については『天文年鑑』の衛星表などを参照されたい)。

土星の新衛星

グラッドマンと彼の協力者たちは、彼らの探索法を土星にも応用して新衛星の発見を試みた。そして、2000年9月から12月にかけて土星が地球に近くなったとき、12個の新しい変則的な衛星 (S/2000S1 ~ S12) を発見した (表1)。このための観測は、チリの2.2 mヨーロッパ南天天文台 (ESO) 望遠鏡と、マウナケア山の3.5 mカナダ - フランス - ハワイ望遠鏡でなされた。12個のうち5つは逆行衛星である (これまで土星の逆行衛星はフェーベだけしか知られていなかった)。

新発見の衛星は、土星中心から1100万 ~ 2300万 km の半径の軌道を持ち、軌道の大きさと傾斜角によって大まかに3つのグループに分けられる。いずれも小型の衛星で、直径32kmをこえるものはない。これらの発見で、土星の衛星数は30個となった (太陽系の惑星中で最多)。グラッドマンたちの徹底した探索のために、土星と天王星にこれ以上衛星を見つけだすことは期待できないだろう。

木星の新衛星

木星の重力圏は土星や天王星よりもずっと大きく、しかも木星はこれらの惑星よりも地球に近い。このため木星の衛星探索範囲は広がるが、衛星はより明るく見えるので、他の巨大惑星の衛星よりも探索しやすい。

1999 年 10 月、アリゾナ大学スペースウォッチプログラムの 2 人の天文学者、Jeff Larson と Robert McMillan は、キットピークの 0.9 m 望遠鏡で、小惑星と思われる新天体 (1999UX18) を発見した。マースデンは小惑星センターの同僚の Tim Spahr、Gareth Williams らとともにその観測データを検討したが、おどろいたことにその動きは太陽中心軌道に合わない。むしろ木星の衛星らしい運動をしていることがわかった。その後 2000 年夏におこなわれた ESO での追認観測によって、1999UX18 は木星の 17 番目の衛星であることが確実になった。

ハワイ大学の Scott Sheppard と David Jewitt は、マウナケアの 2.2 m ハワイ大学望遠鏡でさらに探索をつづけ、2000 年 11 月から 2001 年 1 月にかけて、10 個の新しい変則衛星と、1975 年に Charls Kowal によって発見されたあと見失われていた 1 つの衛星を発見した。これで木星の衛星は合計 28 個となった (表 2)。新発見の衛星は 3 つのグループに分けられる。またこれらのうちの 9 つは逆行衛星で、木星中心から 2100 万 ~ 2400 万 km の距離にある。逆行衛星の数は既知のもの合わせると 14 個 (全体の半分) になった。

土星と天王星については今後の新衛星探索計画はいまのところないが、ハワイ大学のチームによる木星の衛星探索は、これからも続行される予定である。「われわれは 24 等級、直径 1km くらいまでの衛星をさがし出したい」とシェパードはいう。彼によれば、直径 1km 以上の衛星は木星に 100 ぐらいいはあり、これまでに探知できたものは氷山の一角にすぎない、というのだ。シェパードの考えが正しいかどうかはわからないが、天文学者たちが変則的衛星の探索をこれからもつづけるだろうことは確かである。

これまでに発見された多くの変則的な衛星が、巨大ガス惑星によってどんなぐあいに捕らえられたかが解明されるまで、研究はつづけられるだろう。それは、太陽系の形成をより深く理解するために役立つにちがいない。

(小森長生訳)

訳者付記

本稿は次の論文の抄訳である。

Schomaker, William, 2001, On the hunt for modern moons. Mercury, Vol.30, No.2 (March/April, 2001), 29-33.

著者の William Schomaker は、ウィスコンシン大学天文学科の大学院生で、Astronomy 誌の副編集長も兼ねている。巨大惑星の衛星大量発見の事情を知るのに参考になるとあって紹介した。訳出にあたっては、一部を簡略化した一方で、言葉を補って意識した部分も多いことをお断りしておく。

なお、土星の新衛星については次の報告が有用である。この論文には、発見の経緯と、12 衛星の運動と性質がくわしく記されているので、ぜひご参照いただきたい。

Gladman, B., 他10名, 2001, Discovery of 12 satellites of Saturn exhibiting orbital clustering. Nature, 421 (12 July 2001), 163-166.

論文紹介

4.8億年前に地球をおそった隕石シャワー

Kerr, R.A., 2001, Asteroid shower hit Ordovician Earth. Science, 294, 39.

これは「Science」誌 2001 年 10 月 5 日号にのった短い会議報告であるが、興味深い内容なのでほぼ全文を紹介する。いずれ正式な論文が出たときには、改めてとりあげるつもりである。

南スウェーデンの採石場の石灰岩には、得体の知れない斑紋が含まれているが、これらは化石隕石であることが明らかになった。それは、小惑星帯で約 5 億年前におこった大衝突で生成した岩石片が地球に飛来したもので、これまでに知られている限り地球最古の隕石シャワーの証拠となるものである。「これは重要な発見だ。地球は多数の隕石におそわれたにちがいない」と、テネシー大学の隕石学者 Harry McSween はいう。

スウェーデン南部の Kinnekulle 近くの採石場では、過去 10 年にわたって作業員たちが、ゲーテボルク大学の地球化学者 Birger Schmitz の依頼をうけて、40 個の化石隕石を採集・保管してきた。それらのサンプルは直径 1cm から 20cm の大きさで、その化学組成と鉱物組織の特徴から、隕石にまちがいないと判定された。この事実は、今年 9 月にローマ、バチカンの Pontifical Gregorian 大学で開かれた隕石学会の年会で、Schmitz と、スウェーデン Vaner 博物館の Mario Tassinari によって報告された。

採石場に露出する石灰岩層は、4.8 億年前の古生代オルドビス紀初期に形成されたもので、化石隕石はその層の 12 の異なる層準（200 万年間にわたると Schmitz は見積もっている）から産出した。このことから、石灰岩層を形成したかつての浅海には、時間をおいて何回となく隕石が落下したことがわかる。産出した化石隕石の多さからみると、採集したサンプルのサイズ程度の（あるいはもっと大きな）隕石は、4.8 億年前には今日の 25～100 倍もの頻度で地球に降りそそいだものと思われる。

Schmitz と Tassinari によると、採集された化石隕石には、クロームに富む鉱物 - 化石化の間に変質しなかったほとんど唯一の鉱物 - （紹介者注：クロム鉄鉱 Chromite, FeCr_2O_4 ）が含まれている。この鉱物の分析から、ここで発見されたすべての化石隕石は、鉄の少ない L 型あるいはそれに近いコンドライトに属することがわかった。



スウェーデンの採石場から発見された 4.8 億年前の化石隕石

今日地球に落下するコンドライトのほとんどは L 型か、鉄の多い H 型かのどちらかで、その割合はほぼ等しい。これまでの研究によると、L 型コンドライトの多くは、スウェーデンの化石隕石とほぼ同時期にはげしい衝撃を受けたことを示している。このことから、かつて小惑星帯でおこった大衝突によって、すべての L 型コンドライトの起源となる母天体が破砕された可能性が大きいのではないか、と Schmitz はいう。

こうした母天体の破碎は、似たような軌道をもつ小惑星の“族”をつくり出しただろう。サウスウェスト研究所の David Nesvorny と William Bottke が最近おこなったシミュレーションによると、衝突で生まれた破碎岩片の流れは、地球にもとどいたと考えられる。スウェーデンの石灰岩中に含まれる隕石は、このような流れのなかの小さな岩片を表しているのではないかと Schmitz はのべている。これまでに採集されたサンプルの中に H 型コンドライトが含まれていないことは、それらの落下率が今日と同じくらいに低かったことを反映しているにすぎないのだろう。

しかしながら、今回見つかった化石隕石にかんしては、まだいくつかの問題点があると Bottke はいう。またカナダのカルガリー大学の Alan Hildebrand は、「4.8 億年前に隕石が集中的に落下した場所は、他にもまだあるかもしれない。とはいうものの、Schmitz の話は少しうますぎるようにみえる」ともいう。もっとも問題になりそうな点は、採石場の石灰岩の形成期間が 200 万年だとする Schmitz の大ざっぱな見積もりである。これがもし 2000 万年間だったとしたら、隕石の落下率は計算上では現在と同じようなものになるだろう。この点にかんして Schmitz は、「もし石灰岩が 200 万年間よりもっと長い期間にわたって形成されたのなら、岩石中に含まれる三葉虫の化石にも進化のあとが見られるはずであるが、それを示すような事実はない」と反論する。実際のところ、オルドビス紀初期におこった隕石シャワーは、6500 万年前に恐竜を滅ぼしたとされる大衝突などとは明らかにちがって、生物の進化に影響をあたえた形跡はまったくないようにみえる。

以上が報告記事のあらましであるが、ここでのべられている Kinnekulle の採石場 (58° 35 'N, 13° 26 'E) からは、実はすでに化石隕石 (コンドライト) の発見が 1988 年に報告されている (Nature, 336, 8 Dec. 1988, 572-574)。しかもスウェーデンではもう 1 か所、中部の Brunflo 近くの採石場 (63° 5 'N, 14° 53 'E) にあるオルドビス紀中期 (4.63 億年前) の石灰岩からも、化石隕石 (コンドライト) が見つかったとの 1981 年の報告がある (Nature, 289, 22 Jan. 1981, 285-286)。これらの前例が、今回の報告とどうかかわってくるのか、興味深いことである。

地層中からの化石隕石の発見報告はまだきわめて少ないが、多くの人が問題意識をもって探していけば、今後ぞくぞく見つかる可能性があるのではないだろうか。これも惑星地質学の大きなテーマの 1 つになるにちがいない。

(小森長生)

論文抄録

カリストの地下に存在する海の安定性

Rulz, J., 2001, The stability against freezing of an internal liquid-water ocean in Callisto. Nature, 412, 409-411.

木星の衛星カリストに誘導磁場が発見されたことから、この衛星の地下に液体の水の層 (海) があると考えられてきたが、現在の理論モデルでそのような海の生成を理解することはむずかしい。カリストでは潮汐加熱の効果は十分でないので、地下の海が今日まで凍結しないで存続しつづけた理由を考えることは困難である。これまでの研究では、海をおおう氷の外殻は固体の対流にたいして不安定なため、一度対流が始まると液体の水は約 1 億年で凍結するはずだとされてきた。著者は、物理学的により適切な水と氷の粘性率 (すなわちこれまで考えられてきた応力とは無関係なニュートン流体的粘性率ではなく、応力に依存する非ニュートン粘性率) の方法論を適用すれば、氷の外殻は対流にたいして安定になることを示した。このことは、非凍結物質や他の特別な条件を考えなくとも、地下の海が現在まで存続できることを意味する。

(K)

若い地下氷の存在から推定される火星の最近の気候変動

Mustard, J.F., Cooper, C.D., and Rifkin, M.K., 2001, Evidence for recent climate change on Mars from the identification of youthful near-surface ground ice. *Nature*, 412, 411-414.

火星で最大の水の貯蔵庫の 1 つは、地殻と土壤に含まれる氷である。地表近くの浅い地下氷は 40° 以上の高緯度で安定と考えられ、氷の存在を示す地形的特徴が多くみられる。中緯度の土壤も水の氷の貯蔵庫と考えられ、その容量は軌道変化によっておこる気候変動のために 10 万年のタイムスケールで変化すると予想される。しかしこのような中緯度にも現在地下氷が存在するのか、またそれがどんな時間的变化をするのかは不明確である。著者らは、土壤中の空隙をみたす水の氷の貯蔵庫が中緯度地域にも存在する観測的証拠を示した。氷でみたされた土壤の貯蔵庫が、厚さ 1~10m で緯度 30° ~ 60° の間に分布するならば、その水の量は火星全体を 10~40cm の厚さでとりまく水の量に相当する $(1.5 \sim 6.0) \times 10^4 \text{km}^3$ である。この貯蔵庫は 10 万年前以後の軌道傾斜角が大きかった時期につくられ、現在は減少傾向にあると推定される。

(K)

火星エオリス地域の古い火山

Stewart, E.M. and Head, J.M., 2001, Ancient Martian volcanoes in the Aeolis region: New evidence from MOLA data. *Jour. Geophys. Res.* 106, E8, 17505-17513.

マーズグローバルサーベイヤーの高度計データから、火星のエオリス地域のノア代の丘状地形 Zehoyria Tholus が火山起源であることがわかった。類似の地形が付近にもみられることから、このような地形によって特徴づけられる火山活動は、以前に考えられていたよりも広範に分布するらしい。Zehoyria は、地形的および計測データから成層火山起源であると推定される。火山体は爆発的な噴火と溶岩流出によって形成し、引き続いて山腹が浸食された。この結果、頂部が平で山腹斜面が上に凹の火山錐が形成された。Zehoyria が火山地形であると判断した基準は、火星の他の古い地域に類似の地形を見つけだし、その起源を判別するのに役立つ。

(S)

火星の火山錐とアイスランド型偽クレーターの類似性

Greeley, R., and Fagernts, S.F., 2001, Icelandic pseudocraters as analogs to some volcanic cones on Mars. *Jour. Geophys. Res.*, 106, E9, 20527-20546.

偽クレーターは地表水、あるいは浅い地下水と熱い溶岩流との反応によってできる根なし火口である。スコリアやスパッターが積み重なることによって、小規模な火山地形ができる。アイスランドの偽クレーター地域数カ所を調査し、火星の類似地形と比較した。アイスランドの偽クレーターは基底直径 6~70m、火口直径 2~28 m に対して、火星のものはそれぞれ 30~180m、12~80m と大きい。火山噴火の数値モデルによって、地球と火星の環境下での偽クレーターの形成条件を調べると、大きさの違いは火星の小さな重力と大気圧に起因するもので、また火星ではより少ない水の存在下でできたことが示される。火星の偽クレーターは緯度 8° N の低緯度にまであり、その形成時には低緯度にも地下 20m 以浅に氷を含んだ地層があったことが推定される。

(S)



アイスランド Alftaver 地域の偽クレーター群

初期地球での還元型気体の生成に微生物マットが果たした役割

Hoehler, T.M., Bebout, B.M., and Marals, J.D., 2001, The role of microbial mats in the production of reduced gases on the early Earth. *Nature*, 412, 324-327.

地球大気中の酸素をつくり出した光合成の出現は、地球全体の生物生産力を 100～1000 倍も高め、地球化学的進化と生物進化に大きな影響をあたえてきた。この新たな生産力の多くは、光合成微生物と嫌気性微生物を密接に結びつける微生物マットで生じたものだろう。著者たちは、メキシコの Guerrero Negro の塩分濃度の高い環境にみられる、現生シアノバクテリアを主とするマットから、大量の水素ガス (H_2) が放出されているのを認めた。また予期しなかった CH_4 の流出も観察したが、これは微生物マット内の酸化還元電位が H_2 によって変化するために生ずるのだろう。こうした気体の流出は、光合成をおこなう微生物マットが地球上の生物生産力の増大に実質的に貢献してきたこの 20 億年間にとくに大きかったと思われる。著者らが観察したような H_2 ガスは宇宙空間へ失われるが、そのことが原始海洋と原始大気の酸化の重要なメカニズムとなりえただろう。(K)

稲妻放電による窒素固定が減少して生物におこった危機

Navarro-Gonzalez, R., Mckay, C.P., and Mvondo, D.N., 2001, A possible nitrogen crisis for Archaean life due to reduced nitrogen fixation by lightning. *Nature*, 412, 61-64.

窒素は地球生命体にとって必須の元素であるが、大部分の窒素は大気中に運動論的に安定な N_2 の形で含まれており、生物が利用しやすい形（例えば硝酸塩やアンモニア）に固定する仕事は、今日では一般に細菌によってなされる。しかし初期地球では窒素は、稲妻放電で生成される窒素酸化物のように無生物的に固定されたものが、生物に利用されたと考えられる。著者たちは、冥王代（45 億年～38 億年前）から始生代（38 億年～25 億年前）にかけて大気組成が CO_2 優勢から N_2 優勢に変化した間に、稲妻放電による窒素酸化物の生成が減少し、約 22 億年前にはその生成が 2 桁までも下がったことをシミュレーションで明らかにした。この窒素固定減少の危機が、生物学的窒素固定を生み出し、窒素固定能力をもった生物の発展を促したと考えられる。(K)

衝突クレーターの形成から推定したエウロパの氷地殻の厚さ

Turtle, E.P., and Pierazzo, E., 2001, Thickness of a European ice shell from impact crater simulations. *Science*, 294, 1326-1328.

木星の衛星エウロパには中央丘をもつ衝突クレーターがいくつかある。地球型惑星では、中央丘はクレーター形成のさいに隆起したその場所の地殻構成岩石から成り立っている。このことから考えると、エウロパのクレーターにみられる中央丘は、氷の地殻が十分に厚く、衝突天体が氷地殻を貫通してしまわなかっただろうことを示している。著者たちは、地下の液体の水（海）をおおう氷の層が、クレーター形成でどのように気化・融解するかをシミュレートし、エウロパの氷地殻の厚さを見積もった。衝突によって物質は部分熔融ゾーンをこえて破碎されただろうから、シミュレーションの結果は衝突の場所と時間での氷の厚さの下限を示すものである。結論として氷地殻の厚さは 3～4km 以上あるに違いないと思われる。(K)

タギシュレイク隕石は D 型小惑星のサンプルか

Hiroi, T., Zolensky, M.E., and Pieters, C.M., 2001, The Tagish Lake Meteorite: A possible sample from a D-type asteroid. *Science*, 293, 2234-2236.

新しいタイプの炭素質コンドライトであることがわかったタギシュレイク隕石（本誌 Vol.13, No.1, March 2001 の論文紹介参照）は、その反射スペクトルが D 型小惑星のスペクトルによく似ていることがわかった。D 型小惑星はメインベルトの外縁部に比較的たくさんみられるタイプの小惑星で、これまでに知られていたどの隕石よりも始源的な天体ではないかと推定されている。タギシュレイク隕石は炭

素に富み(4~5重量%)、水の変質をうけており、プレソーラーグレインや炭酸塩も多く含んでいる。これらの事実は、D型小惑星が始源的物質からなり、いかなる加熱変成作用もうけていないと考えられてきたこととよく一致する。(K)

タギシュレイク隕石に含まれる有機物

Pizzarello, S., 他 6名, 2001, The organic content of the Tagish Lake Meteorite. Science, 293, 2236-2239.

2001年1月にカナダの凍結した湖に落下したタギシュレイク隕石は、最も始源的な物質を含んだ隕石である。分析の結果、モノカルボキシル酸、ジカルボキシル酸、ジカルボキシミド、ピリジンカルボキシル酸、スルホン酸、脂肪族炭化水素、芳香族炭化水素といった、一連の可溶性有機化合物(約100ppm)を含むことがわかった。非溶性の炭素はいちじるしい芳香特性を示し、重水素を含み、また $^3\text{He}/^{36}\text{Ar}$ 比0.01(惑星の気体組成に似る)をもつフラレーン($\text{C}_{60}\sim\text{C}_{160}$)を含んでいる。タギシュレイク隕石の有機物組成はマーチソン隕石などに比べると比較的単純であるが、以上の事実はこれまでどの隕石にもみられなかった特徴をもち、原始太陽系の化学進化をさぐるのに有益である。(K)

新刊紹介

Stuart Ross Taylor 著, Solar System Evolution : A New Perspective (Second Edition)

Cambridge University Press; ISBN: 0521641306 U.S. \$ 90, ハードカバー, 484 ページ

<http://uk.cambridge.org/earthsciences/catalogue/0521641306/>

今秋発刊された Solar System Evolution の第2版が手元に届きました。10年前(1992)に発行された第1版には、学部時代お世話になった物質科学関係者の方も多いと思います。本文が白黒なのは昔のままですが、旧版以降に大きく進んだ観測・探査の成果が取り入れられて、一新されています。著者が化学/地学畑であり、化学組成・同位体の議論や進化に関する考察が丁寧なされています。新しく触れる概念や専門用語は、図表や文章を使って平易に導入され、初心者の方でも分かりやすいと思います。細かく章立てされているので、目次から「あれ何だっけ?」と疑問に思っていた概念や値が引きやすく、参考文献が充実しているのも魅力的です。

構成は以下の通りです。まず1章で太陽系起源論の歴史を振り返り、2章で宇宙・太陽系の構造と恒星での元素合成について、3章で恒星形成論と私たちの太陽について、4章で私たちの原始太陽系星雲の形成論を、5章でその星雲の化学組成進化がまとめられています。それを踏まえて6章では、隕石中に見られる数々の証拠を隕石分類・年代学・同位体分別など色々な概念と共に導入し、ここに50ページを割くという力の入れようです。7章では微惑星・原始惑星形成論を、8章では巨大ガス惑星形成論と最近よく報告される太陽系外惑星を、9章で衛星とリングを、10章で冥王星系・彗星・小惑星・宇宙塵を、それぞれまとめています。その後は各論に入り、11章で「生き残り」の水星と火星、12章で「双子」の金星と地球、13章で月、14章で衝突現象の役割を述べています。最終15章のエピローグでは、地球のような惑星を作る困難さ等に触れて締め括られています。

ときおり詩的な表現がみられ、一般教養書として読んでも面白いと思います。手に取る機会

がありましたら、ぜひ一度目を通してみてください。

(出村裕英)

INFORMATION

● 2001 マーズオデッセイ火星到着

2001年4月7日に打ち上げられた火星探査機マーズオデッセイは、6か月余りの旅を終えて10月24日火星に到着、近火星点高度128km、遠火星点高度27000km、周期18.7時間の細長い楕円の火星周回軌道に乗った。これから約3か月かけて、エアロブレーキングによってしだいに円軌道へと修正し、2002年1月末までには、高度400km、周期2時間の円形極軌道に落ちつく予定である。本格的な観測は2002年2月から開始されるはずであるが、予備的観測はすでにおこなわれている。2001年10月30日には、火星南極上空22000kmからとらえられた南半球の熱放射赤外画像が公開された。

● ディープスペース1がボレリー彗星の核を撮影

NASAのディープスペース1号は、1999年7月29日、9969番小惑星ブラユ (Braille) の撮影 (本誌 Vol.11, No.4 Dec.1999 参照) 後、自動航法システムに故障が生じ、その後の活動が心配されていた。しかし2001年9月22日22時30分 (世界時) 首尾よくボレリー彗星の核に2170kmまで接近し、核の撮影に成功した。ボレリー彗星 (19P / Borrelly) は、公転周期6.86年、近日点距離1.358AU、遠日点距離5.828AU、離心率0.624、軌道傾斜角約 30° の短周期彗星。1905年に発見され、これまでに13回の出現が知られている。今回撮影された核は長径約8km、短径約4kmの細長い形で、ボーリングのピンのような姿をしている (ハレー彗星の核の半分ほどの大きさ)。表面の反射能はハレー彗星の場合と同様に4%程度で、暗い物質におおわれている。表面の地形は複雑で、こみ入った起伏や深い割れ目が見られる。ハレー彗星よりも鮮明な画像が得られた意義は大きい。



● マーズグローバルサーベイヤーが火星の積雪量をはかる

火星の大気の大部分を占める二酸化炭素は、南・北半球の冬にその3分の2を極冠に凍結させる。NASAゴダードスペースセンターのD.E.Smithらは、マーズグローバルサーベイヤーのレーザー高度計を使って2週間ごとに表面の高度を計測し、二酸化炭素の積雪量が最大1.5~2mであることを求めた。また探査機の電波トラッキングシステムを使って雪の密度も得られた。(NASA News No.01-110 から)

● 惑星地質研究会会費納入のお願い

惑星地質研究会では『惑星地質ニュース』の発行経費として、会員の皆様から2年ごとに1200円 (600円 / 年) の会費をいただいております。2002・2003年度会費納入の時期となりましたので、同封の郵便振替用紙でご送金くださるようお願いいたします。

編集後記 : Asher と McNaught の予測通り、11月19日早朝、しし座流星群は大出現しました。私は、中央アルプス駒ヶ岳の千畳敷カール (標高2612m) で快晴のもと、1時半過ぎから薄明の始まる5時頃までは毎時1000個以上、特に2時から4時までは毎時3000個以上の流星を眺めることができ感激しました。世界的に見ても今回は日本が最高の条件で、出現数は1998年のヨーロッパ・北アフリカでの出現と比肩するようです。降り続く流星の中で、久しぶりに宇宙を肌で感じました。 (S)