

## アストロバイオロジーへの招待

小林 憲正 KOBAYASHI Kensei

### 「アストロバイオロジー」の誕生

地球生命はいかにして誕生したのか。地球外に生命は存在するのか。これらは人類に遺された最大の謎であろう。そして、この2つの謎は、ひとつの謎の2つの顔ともいえる。

生命の起源の研究は、1953年の「ミラーの実験」を契機に、実験からのアプローチが本格的に始まった。一方、1957年、旧ソ連はスプートニク1号を打ち上げ、宇宙探査が本格的に始まった。つまり、生命の起源の研究の本格化と宇宙探査時代の幕開けは、ほぼ同時期ということになる。米ソ、そして後にヨーロッパの宇宙機関は惑星探査に乗り出すが、その主要な目標のひとつに地球外生命探査があげられた。

1960年にレーダーバーク(J. Lederberg)は、これらの問題、すなわち宇宙における生命の起源・進化・分布を扱う学問分野を、Exobiology(圏外生物学)と名付けた。一方、天文学者の中にも天文学的手法により地球外生命を探査しようとする人々は、1982年に国際天文学連合の中に51番目の委員会「バイオアストロノミー」(生物天文学)を設立した。圏外生物学者と生物天文学者は時に協力しあいながら、時に別々の手法により、生命の起源と地球外生命の謎に取り組んできた。

1996年夏、NASAのゴールドフィン長官は「火星隕石ALH84001中に生命の痕跡が発見した」と発表し、大論争を巻き起こした。これを契機にもNASAは、新たな学問領域の名称としてアストロ

バイオロジー(Astrobiology)を提案した。アストロバイオロジーは、「地球および地球外における生命の起源・進化・分布と未来」を扱う学問領域と定義されている。そして、この学問領域の振興のため、NASAは1997年10月にNASAアストロバイオロジー研究所(NAI)の創設を発表した。NAIは公募により研究チームを募って資金を配分するシステムをとっており、現在はピルチャー(C. Pilcher)所長(図1)の下、4期目(2007~12)とと5期目(2009~2013)の14チームが構成メ



図1 NASAアストロバイオロジー研究所のPilcher所長(右)とGoolish副所長(中央)。左は筆者。

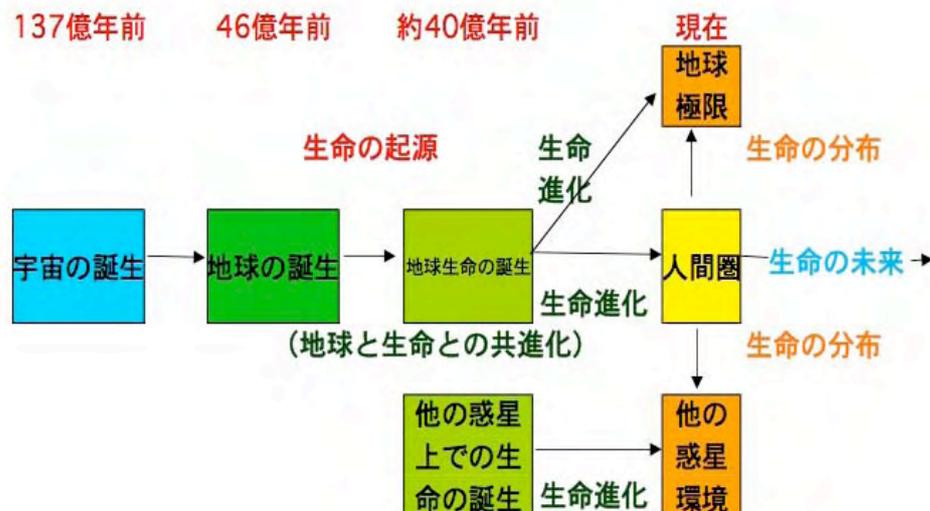


図2 アストロバイオロジーの課題

ンバーとなっている。

NASA が定義したアストロバイオロジーは、極めて圏外生物学に近いものであるが、敢えて違いを探せば、最後の「未来(destiny)」を加えた点であろうか。しかし、従来の圏外生物学活動にはあまり関わって来なかった人々、特に天文学、地質学、極限環境生物学などの分野の人々が続々とアストロバイオロジーに参加するようになった。

なお、アストロバイオロジーは、そのまま訳せば宇宙生物学、あるいは天文生物学となる。しかし、日本では「宇宙生物学」といった場合、圏外生物学も含まれてはいるが、むしろ地球生物を宇宙に持っていった時の挙動を調べる、微少重力生物学、放射線生物学などが表に出てくる。このため、あえて日本語に訳さず、アストロバイオロジーとよぶ習慣となっている。

### アストロバイオロジーのテーマ

アストロバイオロジーのカバーする分野、テーマをざっと見てみよう（図2）。

まずは、**生命の起源**。一般には、生命は約 40 億年前、地球上で誕生したとされている。当時の原始地球環境がどうだったのか。また生命の誕生に必要とされる有機物がどこでどのようにして生成したのか。それらから生命へのステップがどのようなものだったのか。原始地球環境に関しては、太陽系生成論や、火星や金星などの他の惑星との比較が重要となる。有機物の起源に関しても、近年、地球外起源説が有力になっている。つまり星間で有機物が生成し、微惑星や彗星に取り込まれ、地球に持ち込まれ、これをもとに地球生命が誕生した、というシナリオである。その検証のため、地上からの観測、探査機を用いた探査とサンプルリターン、地上模擬実験などの手法によるアプローチが試みられている。NASA のスターダスト探査機は、ヴィルト第 2 彗星から彗星塵のサンプルリターンに成功した。その分析から、彗星中の有機物が極めて低温の環境で生成したことがわかった。さらに、地球生物が用いるアミノ酸は左手型（L 体）であるが、その起源が宇宙にある可能性が種々の模擬実験から示唆された。日本は、「はやぶさ」で小惑星サンプルリターンに先鞭をつけた。「はやぶさ」後継機による、より始原的な小惑星探査により、生命起源の研究に大きな貢献が

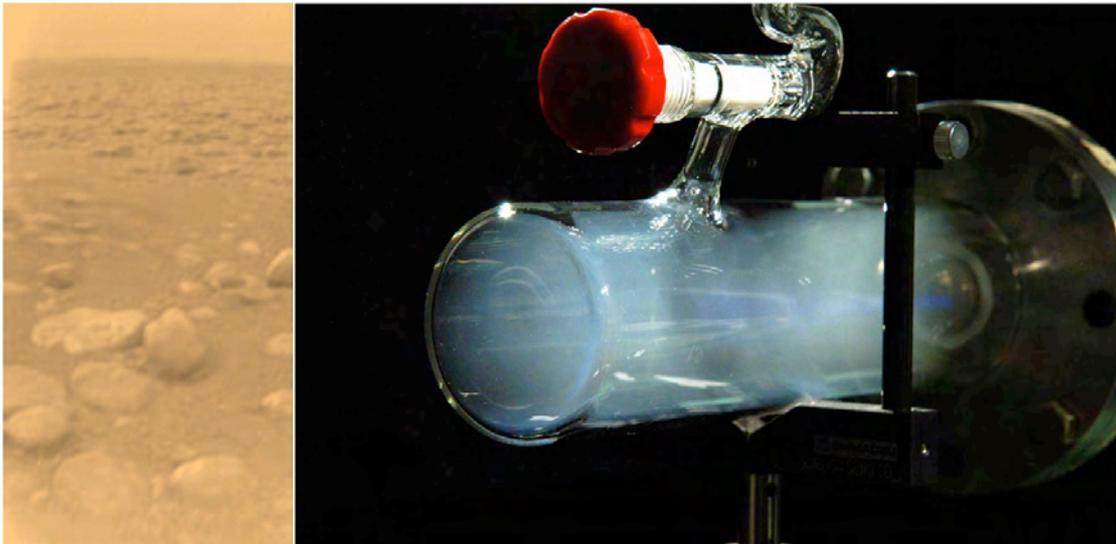


図3 土星の衛星タイタンの生命探査 探査機カッシーニから切り離されたホイヘンスプローブが 2005 年にタイタンに着陸し、初めて表面の写真を撮影した (左図)。タイタン大気は窒素・メタンを主成分とし、それらから生成した様々な有機物や霧 (もや) の存在が知られている。窒素・メタンの混合気体に陽子線を照射すると霧が生成し (右図)、これを加水分解するとアミノ酸が生成する。

なされることが期待される。

次に**生命の進化**。今年 (2009 年) はダーウィン生誕 200 年、種の起源 150 年で生物進化分野も盛り上がっているが、従来の生物学的手法でなく、生命と惑星の共進化の立場から生物進化を考えるのが、アストロバイオロジーの特色である。光合成生物の誕生は、酸素の発生により地球環境を変え、嫌氣的生物を追いやり、やがて地球大気の組成も変えていった。その結果、温暖化ガスの減少による全球凍結 (スノーボールアース) が数次にわたり起きたとの説が支持を増している。全球凍結による大絶滅が、その後の真核生物の誕生、多細胞生物の誕生などの「爆発的進化」の引きがねを引いたと考えられている。6500 万年前の巨大隕石の衝突を端緒とする恐竜の絶滅が、哺乳類の繁栄と、その後の人類の誕生への道を開いたということは極めて有力となっている。

**生命の分布**では、地球外生命の検出が究極の目的となる。そのターゲットは火星、木星の衛星のエウロパ、そして土星の衛星のタイタンとエンケラドスである。火星の生命探査は、1996 年の ALH84001 中の生命痕跡論争以降、再び活発に行われるようになった。NASA の一連のローバーミッションでの水の検出を経て、Mars Science Laboratory や ExoMars による生命探査に期待が集まりつつある。しかし、ヴァイキング計画の結果をみるまでもなく、火星生命探査は探査地点と探査方法に大きく依存するものであり、現在 NASA や ESA がやっている方法が最善とは限らない。日本を含めた各国の様々なアプローチが必要である。エウロパの氷の下の海や、タイタン大気から生成した様々な有機物と生命との関連は、今後の外惑星探査と室内模擬実験の中で解き明かされていくであろう (図 3)。

一方、地球での生命圏の広がりもアストロバイオロジーの大きなテーマである。温泉や極地、地殻深部、高層大気中にも生命が検出された今日、微生物の惑星間伝播の可能性が注目される。現在、国際宇宙ステーションの曝露部をもちいて宇宙空間の微生物と有機物を捕らえようとする「たんぽぽ計画」が計画されている (図 4)。

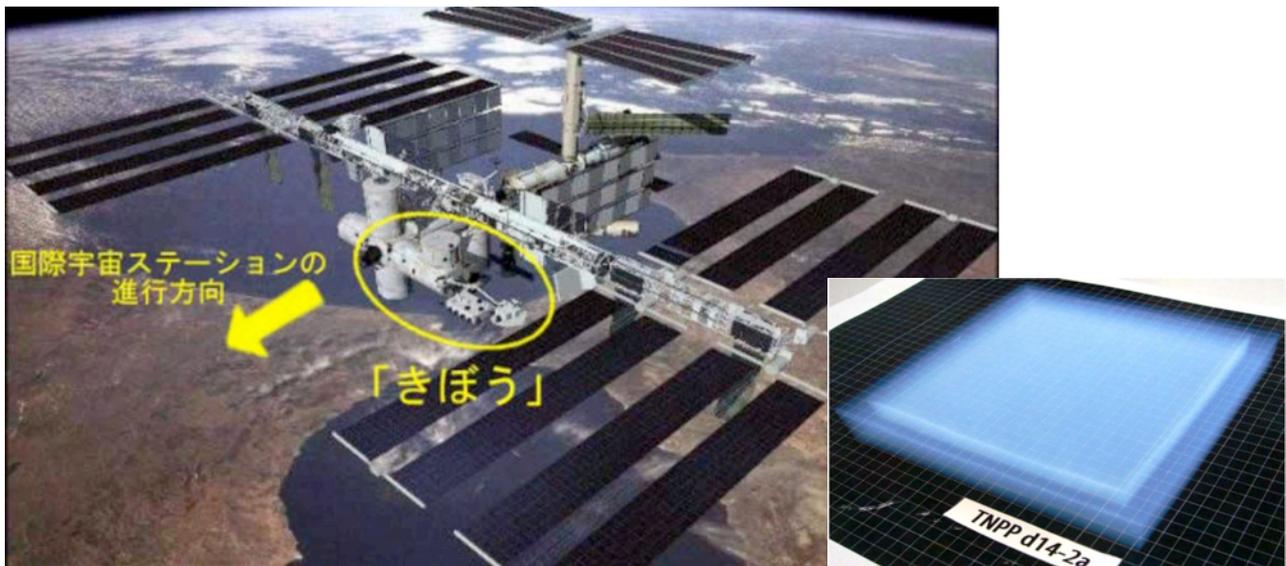


図4 宇宙ステーション曝露部での微生物・有機物捕集計画「たんぼぼ」。微生物の惑星間移動や、宇宙塵による有機物の地球への持ち込みを検証するため、国際宇宙ステーション日本実験モジュールの曝露部（左図）でダストの捕集や微生物・有機物の曝露を行う計画。高速（秒速数 km/s）で飛来するダストの捕集のため、超低密度のエアロゲル（右下図）を用いる。

これまで、何回もの生物の大絶滅をかいくぐり、地球生命は約 40 億年間、生存を続けてきた。しかし、個々の種の寿命はそれほど長くないようである。人類がより長く存続し続けるにはどうしたらよいであろうか。これが**生命の未来**の課題である。人類が誕生し、文明をきずいてきたが、いわゆる地球環境問題や核戦争の可能性などが人類や地球の田の生物の未来に影を落としている。これらを解決しつつ、いかに地球人間圏・生物圏を守っていくか。そのためには比較惑星学やこれまでの地球と生命の歴史の真の理解が必要であり、アストロバイオロジーの役割は重いといえる。さらに、人類の宇宙への進出に伴う諸課題、例えば宇宙農業やテラフォーミングの可能性などの議論もここに含まれるであろう。

このようにアストロバイオロジーのテーマは多岐にわたるが、ひとことでいえば、従来、地球生命しか議論して来なかった「生物学」を物理学、化学と同様、宇宙のどこでも成り立つ学問とすること、つまり生物学を天動説から地動説に変えて、われわれの宇宙での位置づけを認識させることであろう。

#### アストロバイオロジー分野での国際的連携

アストロバイオロジーは極めて学際的な分野であるとともに、国際的な協力が不可欠な分野でもある。ヨーロッパでは 2001 年にブラック(A. Brack)を会長として European Astrobiology Network Association (EANA)が設立される。そして、NAI や EANA などの世界の Astrobiology 組織の連合体である、アストロバイオロジー組織連盟(Federation of Astrobiology Organizations; FAO)が設立された。これには、米国、欧州、オーストラリア、イスラエル、メキシコなどの各国・地域のアストロバイオロジー組織が参加している。

日本でもアストロバイオロジーの諸テーマを扱う国内学会として、1975 年に「生命の起原および進化学会(SSOEL-Japan)」1987 年には日本宇宙生物科学会が設立されているが、国際的な連携が

十分になされておらず、NAI や EANA から連携の核となるようなネットワーク作りが求められていた。また日本の宇宙機関も、NASA や ESA と異なりアストロバイオロジーの核となるような部門を持たなかった。しかし、JAXA の中期計画に生命の起源の探求が含まれ、宇宙利用科学の 3 本の柱のひとつにアストロバイオロジーが加えられたことなど、変化は起きつつある。

### 日本アストロバイオロジーネットワーク

2008 年、私たちはまずは日本のアストロバイオロジーのネットワークの立ち上げのため、12 月に葉山の湘南国際村で「アストロバイオロジー・ワークショップ 2008」を開催した。この会には天文学、惑星科学、化学、生物学などの様々な分野の研究者が約 60 名集まり、2 日間にわたり系外惑星・星間化学から極限生物にいたるアストロバイオロジーの様々な問題を議論した。

ワークショップにおいて、「日本アストロバイオロジーネットワーク」を創設することで合意が得られた。当面は、国内外のアストロバイオロジー関連の情報の共有を目的とし、数名の世話人により運営される。代表世話人は東京薬科大学の山岸明彦氏、総務担当世話人は国立天文台の大石雅寿氏、国際担当世話人を小林が担当する。5 月の地球惑星科学連合の大会において、以前より「アストロバイオロジー」セッションを開いているので、このおりに会合を開いたり、また、別の時期に独自のワークショップを開催することを計画している。また、前記の FAO にも近々加盟を申請するとともに、米国の Astrobiology Science Conference (隔年) や欧州の EANA 会合 (毎年) にも積極的に参加し、交流を図っていく予定である。興味のある方は、<http://www.ls.toyaku.ac.jp/astrobiology-japan/> をご覧になり、ネットワークに参加していただきたい。会費は無料である。

### 参考文献

小林憲正、2008：アストロバイオロジー 宇宙が語る〈生命の起源〉、岩波科学ライブラリー。  
渡部潤一ほか編、2008：太陽系と惑星 (シリーズ現代の天文学 9)、日本評論社。

(横浜国立大学大学院工学研究院)

## 第 40 回月惑星科学会議 参加報告

諸田智克 Tomokatsu MOROTA

惑星科学最大の国際会議である月惑星科学会議 (LPSC: Lunar and Planetary Science Conference) は今年、記念すべき第 40 回大会を迎え、3 月 23 日から 27 日の会期で開催された。本会議はもともとアポロによる成果を発表する場として設けられたものだが、現在では太陽系の起源・進化に関する理論研究、実験研究を含む惑星科学の広い範囲をカバーする会議となっている。筆者は今回で 4 年連続 4 回目の参加であった。

記念大会である本大会より、ヒューストン北部ブッシュ国際空港から更に北方約 20km の位置にある The Woodlands Waterway Marriott Hotel and Convention Center に会場が変更となった (写真 1、2)。もともとはジョンソンスペースセンター内で開かれていたが、参加者の増大とセキュリティの問題から、2002 年より、ヒューストン南方のリーグシティにある South Seashore



写真1 会場の The Woodlands Waterway Marriott Hotel and Convention Center



写真2 講演会場前のロビーのようす



写真3 ポスターセッションのようす

Conference Center に変更されていた。しかし、そこでもセッション会場に人が入りきらない等の問題があり、さらに膨れ上がった参加者とセッション数に対応するため、今年から会場が変更となったのである。

本会議のプログラムやアブストラクトに関する詳細は下記サイトから見る事ができるので、そちらを参照されたい (<http://www.lpi.usra.edu/meetings/lpsc2009/>)。今回は特別セッションとして、金星大気セッション、月探査セッション、水衛星セッション、メッセンジャーセッションが開かれた。残念ながら、本会議は同時に1つのセッションが平行に開かれているため、興味ある講演をすべて聞けるわけではない。本稿では、筆者が特に注目していた月探査セッションとメッセンジャーセッションを中心に、会議の様相について紹介する。

#### 月探査セッション:チャンドラヤーン1の初期成果

2日目に開かれた月探査セッションは、前回注目された日本の月周回衛星「かぐや」の特別セッションに引き続き、今回も目玉セッションの1つであった。特に、「かぐや」のライバルであるインドの月探査機チャンドラヤーン1 (Chandrayaan-1) の初期成果が発表されるとあって、多くの月研究者がつめかけていた。

チャンドラヤーン1は2008年10月22日に打ち上げられ、現在は月面から100km上空の極軌道上で順調に

観測を続けている。筆者も「かぐや」搭載の撮像分光機器のサイエンスチームに所属しているだけに、チャンドラヤーン1がどのようなデータと科学成果を出してくるのか、大きな期待とわずかな恐れを抱えてセッションに臨んだ。

初期成果とあって、未だ月進化の理解を大きく発展させるような成果は得られていないが、データの質や解析状況は期待を裏切らないものであった。地形マッピングステレオカメラ (TMC) は、「かぐや」の地形カメラ (TC) を凌ぐ、5m/pixel という超高空間分解能で月の3次元地形モデルを作成する。発表では、オリエンタール盆地などの数カ所の鳥瞰図を見せながら、データ校正や解析が順調に進んでいることをアピールしていた。一方で、TMC は視野角が20km とやや狭いという不利な点もある。今後、「かぐや」TC との相互参照により、月の詳細地形の把握がなされることを期待する。

表面の鉱物組成の把握を目的とした高解像度スペクトルカメラ (HySI) や月面鉱物マッピング装置 (M3) の成果も素晴らしいものであった。特に M3 によりオリエンタール盆地のピーキングで、 $1.25\mu\text{m}$  付近の斜長石の吸収が見られたことに注目が集まっていた。これは、月面で明確な斜長石の吸収を最初に発見した、「かぐや」搭載スペクトル・プロファイラ (SP)、マルチバンド・イメージャ (MI) の成果を確証するものである。しかし、講演で見せていたいくつかのスペクトルデータはややノイズで、キャリブレーションに苦労している様子が伺えた。

午前の最後には中国の月探査機「嫦娥1号」(Chang'E-1) の講演が予定されていたが、ビザの問題で来米できなかったらしく、発表がキャンセルになったことは残念である。

引き続き、2日目の午後の月探査セッションでは「かぐや」の成果が中心に話されていた。昨年は、質の高いデータをアピールすることで大いに会場を沸かせたが、今回はさすがに解析も進み、科学成果の報告が中心になっていた。

月探査セッション会場前では前回同様に、「かぐや」のハイビジョン映像が42インチディスプレイを使って公開されていた。休憩時間だけでなく、セッション中でも絶えず多くの研究者が美しい動画に見入っていたようである。

### メッセンジャーセッション

3日目の午前には、水星探査機メッセンジャーの特別セッションが開かれた。昨年に引き続き特別セッションとなった今回は、2008年10月6日の2回目のフライバイで得られたデータも加わり、大いに盛り上がっていた。画像データの撮影範囲は2回目のフライバイにより全表面の90%まで上がり、表面の鉱物組成やテクトニクス研究が更に進んでいた。

今回、筆者が見た中で最も聴衆が多かった講演はジム・ヘッド博士の発表ではなかったかと思う。ジム・ヘッド博士の発表は、昨年同様、水星に火成活動があったことを報告するものであった。火口と思われる地形の発見などの複数の証拠を挙げて、畳み込むように結論づけるあたりはさすがである。

午後には水星の進化とテクトニクスに関するセッションが開かれ、ここでもメッセンジャーのデータを使った発表があった。昨年の特別セッションでは、カロリス盆地の中心部にある Apollodorus クレーターから放射状にのびた、Parthenon Fossae と呼ばれる溝地形の成因に関し

て、マグマの貫入でできたのでは？と、議論が盛り上がったが、今回、新たに興味深い成因モデルが提唱されていた。Apollodorus クレーター形成が引き金となって、カロリス盆地形成に伴って発生していた中心部の引っぱり応力が解放され、溝構造ができたというものである。

2回目のフライバイでの新たな発見もあった。レンブラント (Rembrandt) 盆地と名付けられた衝突盆地の発見である。南半球 (33°S、88°E) に位置し、720km の直径 (水星で2番目に大きい) をもつ衝突盆地で、この領域は1回目のフライバイでは日陰領域となっていたため発見できなかった。発表では、クレーター密度をもとに、カロリス盆地とほぼ同じ、重爆撃期の終わりにできた若い衝突盆地であることが述べられていた。

## 火星セッション

火星関係は毎日の午前・午後の口頭セッションの時間帯で必ず1つはあり、ポスターセッションでも欧米火星ミッション成果が続々と取りあげられ、火星が最も議論の俎上に載った天体だったことは間違いない。かつて火星探査の花形は、表面テクスチャーによる地形・地質の判読だった。ローバーが走り回って新発見のラッシュが続き、並行していたグローバルマッピングも終わり、いまでは高空間分解能・高波長分解能が勝負の地質判読という「しらみつぶし・精査の段階」に入っている。火星地質学は、表面組成に基づく議論が深化し、地球地質学に近づいている。各研究者は、周回機と着陸機の現地での分析による制約条件から何が言えるか、しのぎを削っている。

データが少ないときには不自然なほど単純な描像やモデルが幅をきかせたが、今は相矛盾した情報に翻弄されて全体像が掴みにくい「乱世」である。例えば、ある場所では風化・変質を示唆する粘土鉱物や沸石が発見され、別の場所では全く風化していないカンラン石そのものが見えている。広い地域で地表浅部に水分子の存在が示唆される一方、水の移動で濃集・分別する元素の全球分布からは液相の水の寄与がほとんど見られない。酸化環境やアルカリ環境、いろいろな指標が地球上では一般的でない組合せを示している。火星が地球以上に複雑で局所的な変化に富んでいることは間違いない。ひとつの有力な見方は、火星表層環境が次第に不活性な環境に変化し、昔の環境指標を更新しきれず複数の矛盾した特徴が現在の地表に混在している、というものである。

Phoenix ミッションの成果で目を引いた3点を挙げる。まず、水氷の存在が確認されたこと。次に昼夜の湿度変化から表層と大気で水蒸気の活発な交換があると示され、水の緩衝体として Mg 過塩素酸塩水和物が相図と共に提案・考察されていた。最後は、多角形土を刻むクラック充填物が氷楔ではなく砂楔であると示唆され、極域といえども表層に液相の水が豊富にあるわけではないと分かったことだ。(火星セッションの部分のみ出村裕英が執筆)

## その他のセッション

カッシーニによる最新の成果を含んだ水衛星セッションも今回の主役の一つであった。月探査セッションと同時開催であったため、2、3の講演しか聴けなかったが、画像データからタイタンの低温火山活動が現在でも続いているように見えることや、イアペタスの赤道に沿ったリッジは degree-2 の対流で形成された可能性があることなど、興味深い話題が絶えなかったようである。

ポスターセッションは火曜と木曜の夕方に行われ、コアタイムは6時半から3時間程の時間がと

られていた。いつもながら、ポスターセッションは非常に議論が活発であった(写真3)。そのため、筆者が火曜日にかぐやコーナーで行った発表には絶えず人が訪れ、他のポスターをほとんど見ることができなかった(嬉しいことではあるのだが)。木曜のポスターセッションでは、メッセージ関連の発表があり、こちらでも最新の興味深い成果が話されていた。特にテクトニック構造や光条クレーターのマッピング、地質マップの作成など、データの取得範囲が拡大したことを生かした研究が多く見られた。

### 会議を終えて

最終日の講演の後に、クローリングパーティが開かれた。ホテルのロビーでアルコールやソフトドリンクを片手に談笑するささやかなものであったが、別れを惜しむには十分であった。

今回、会場を変更しただけあって個々の会議室は十分に広く、会議室に聴衆があふれることはほとんど無かった。また会議室が並列になっているため、講演の合間に会場を移動する場合もスムーズであった(昨年までは会議室間がやや離れていたため、移動した場合、講演の最初を聞けないことが多かった)。そのため会場に対する参加者の反応は総じて好評だったようである。

一方で、会場の変更に起因するのかは不明だが、参加費が50%ほど上がったのは痛い。また、昨年まで慣れ親しんできたレストランから離れてしまったため、なかなか通うことができなかったのは残念である。食事に関しては新たな開拓が必要であり、今後の楽しみとしたい。

来年の第41回会議は3月1日から5日まで、今回と同じThe Woodlandsで開催される予定である。今年は例年よりも1週間ほど遅く開催され、年度末ギリギリであったために日本人にとっては帰国してからも旅費手続きなどの事務作業でドタバタさせられたが、来年はそのような心配はないだろう。来年には、今年5月打ち上げ予定のアメリカの月探査機ルナー・リコナイスランス・オービタ(LRO)の初期成果が出てくると期待される。それにより、ますます月研究の競争が激化するだろう。

(JAXA/ISAS)

## TA (Teaching Assistant) からみた惑星探査データ解析実習

鈴木絢子 Ayako SUZUKI

さる3月10, 11日に、惑星探査育英会が主催する第1回惑星探査データ解析実習会が東京大学の本郷キャンパスで開かれた。惑星探査育英会とは、将来の惑星探査を担う人材の育成と地球惑星科学教育の拡充を目的として設立された会である。日本惑星科学会会員有志によって運営され、日本惑星科学会の将来惑星探査検討グループに支援を受けている。

昨今日本の固体惑星探査は、探査機「はやぶさ」や「かぐや」で目覚ましい成果をあげ、イトカワや月の見事な画像やその他観測データが学会やシンポジウム場で紹介されている。「データは一般に公開されています」という言葉を聞いて、ぜひ自分でもそれらのデータを眺めたいが、独特な観測データフォーマットや専門ソフトウェアに一人でゼロから取り組むのは、少々ハードルが高いと感じている方も少なからずいるのではないか。かく言う私も、火星探査機が撮影した画像デー



タを使って研究していることもあって、特に「かぐや」の画像データにはとても興味があったが、尻込みしていた一人である。以前一念発起して SPICE 講習会に参加したこともあるが、会のレベルが非常に高く、1日目にソフトウェアのインストールで失敗して残りの講習会を何もできずに過ごしたという苦い経験もあった。本実習の案内を受け取ったとき、すぐ参加しようと決めたが、同時にまた

同じようになるのではないかと、私と同じような人が出るのではないかと、という不安も浮かんだ。

しかし探査育英会の方々は、私が考えるような不安はちゃんと理解しておられた。今回の実習では事前に必要なソフトウェアを各自でノートパソコンにインストールすることになっており、懇切丁寧なインストール方法のウェブページが準備されていた。さらにウェブページのフォローとして、参加者のメーリングリストが設けられていたこと、そしてそれが非常にうまく機能していたことは特筆すべき点である。インストールがうまくいかないなどのメールがメーリングリストに流れると、講師・TA (Teaching Assistant: 実習補助員) だけでなく、他の参加者が応答する場合もあった。この良い雰囲気は、例えば UNIX コマンドなどの非常に基礎的な質問にも丁寧に答える講師・TA・参加者の努力でできあがっていたものだと思う。研究を行ううえで、メールやメーリングリスト上で議論や質問をする機会は増えている。今回多くの学部生が参加していたが、彼らにとっては良い練習の機会にもなったのではないだろうか。

実習には TA も含め 36 人の学部生・大学院生・ポスドクなどが参加した。一人一人がノートパソコンを広げる様子は、さながら未来の学校のものであった (上の写真)。実習では、前半は FITS 形式や SPICE といった枠組みについて学び、後半に「はやぶさ」搭載の NIRS (近赤外線分光計) と AMICA (可視分光撮像カメラ) が取得した実際のデータを用いた処理や簡単な解析を行った。講師の平田成氏と北里宏平氏が代わる代わる担当され、それぞれのテーマで講義、実習、講義、実習を繰り返して進められた。講義によって実習に必要な知識が得られ、実際に手を動かすことで講義内容がより良く理解できた。UNIX に触れるのが初めてという参加者もいて、講師・TA は手一杯だったが、ここでも参加者同士が教え合う光景が見られた。人数の多さから、探査データが持っている強烈な魅力を再認識する一方、参加者に学部生が多く、大学院生やポスドクなどの“現役の研究者”が少ないことに驚いた。この現象は、大学院生やポスドクのほとんどが既に使い方を知っているためだろうか。

私の勝手な考えであるが、探査データを研究で使わない人も、しない人こそ、このような実習に参加すれば良いのになあと考えている。先日、慶応義塾高校野球部のお話をテレビで見た。当野球部は 100 人を越える部員がいる中、2 軍の選手にも球拾いなど裏方の仕事だけでなくちゃんと野球の練習をさせているそうだ。なぜ試合に出ない選手にも十分な練習時間を取っているのか尋ね

られた監督は、「野球に良いイメージを持って卒業させたい。そうすれば彼らは、野球を見に行き、子供に野球を教える。それが野球の裾野を広げることになる。」とおっしゃっていた。なるほどと思った。惑星探査を行うには、莫大な人的・金銭的資源が必要だ。そこまでしてなぜ惑星探査を行うのかと説明が求められる時、探査データを見て感動したことのある“サポーター”が多いほど、追い風は強くなるのではないだろうか。

もちろん探査には“主力選手”の育成が必要不可欠だ。探査育英会では、実習時にできたつもりになるだけではなく、研究室に帰ってからも実際に探査データを閲覧・解析する人間、研究室の仲間へ伝え教えることのできる人間の育成を目指しているのだと私は解釈している。今回の実習のメーリングリストに、今後も疑問・質問やデータ公開の情報のメールが送られて、参加者同士の交流が続いていくことを期待している。末筆ながら、実習会を企画された探査育英会、濃い内容の実習を準備された講師の方々にお礼を申し上げたい。

(神戸大学)

---

## 新 HP 紹介

### 月の科学と探査

ヒューストンにある月惑星研究所 (LPI) が、従来の HP 「月の科学と探査」 (Lunar Science and Exploration) <http://www.lpi.usra.edu/lunar/> を 3 月 17 日から使いやすく内容も豊富に強化して公開したので紹介する。この「月の科学と探査」HP の冒頭言によると、「月の科学と探査の情報の入口を強化するのが目的で、……………この HP は初期のアポロ時代からごく最近の研究報告にいたるまでの月のすべてにアクセスできるようにデザインされている」とのことである。また「この HP は月の探査・研究にかかわっている研究者や技術者に役立つ手段となるとともに、再び月へというアメリカの計画に興味をもつ学生や一般人への窓口ともなりうる」と書かれている。全体は 14 の項目からなり、今回その中に加えられた目玉は次の 4 つである。①月上空飛行によるデジタルアトラス、②月の衝突クレーターデータベース、③月惑星科学会議 (LPSC) アブストラクト、④月探査機の機器データベース、である。

各項目はさらに細かい項目から構成されるが、それらは「月の科学と探査」HP のために新規に作られたものもあるが、LPI の HP の中にすでにあったもの、ほかの大学・機関などにすでにあったものにリンクできるようにしたものも多い。しかし世界中には膨大な月関連の HP がすでにより、月研究者でさえ重要な HP を知らなかったり、いつのまにか有益な HP が出現していたりする。その意味では、この「月の科学と探査」HP はよい道しるべとなるだろう。

①の「月上空飛行によるデジタルアトラス」は「Lunar Image and Maps」の項目中にあり、クリックして出てくるのはアポロのメトリック画像から作成されたキングクレーターと「かぐや」の地形カメラの DTM から作成されたモスクワの海とアポロ 15 号着陸地点付近の画像である。それぞれの画像をクリックすると動画となって上空を飛行できる仕組みである。それぞれの動画を見比べると、アポロのメトリック画像は解像力が 20 m でフィルムをデジタル化したのに対して、「かぐや」の地形カメラの解像力は 10 m で最初からデジタルデータなので、圧倒的に「かぐや」による上空飛



このHPの「Lunar Image and Maps」からたどっていけるアポロ15号着陸地点の360°パノラマ。実際には14000×1850画素の鮮明な画像をダウンロードでき、プリントアウトして飾っておけば、アポロ宇宙飛行士の気分になれる。

行の方が臨場感があって美しく、この動画作りにかかわった私としては嬉しい。

「Lunar Image and Maps」の項目中には、アポロ着陸地点のパノラマ（上写真）も新規に加えられた。この項目の中にはルナーオービターやアポロの写真、カイパーの写真月面帳、USGSの月地質図などを見ることができる。

「Lunar Surface」の項目に含まれる②の「月の衝突クレーターデータベース」は今年できたばかりのデータベースで、LPIのインタープログラムの一環として作成されてものらしい。月の8700個の衝突クレーターのデータが記載されている。このデータベースは膨大ではあるが、それよりも興味を引くのは「月の衝突クレーターツール」である。まず月面の密度、凝集力、空隙率など入力し、次に衝突物質の密度、直径、速度、衝突角度などを入力すると形成されるクレーターの直径、深さ、インパクトメルトの質量、蒸発する質量、脱出速度を超える割合、形成時間などが表示される。いろいろと数値を入れてシミュレーションしていくうちに、クレーターの形成機構を詳しく知りたくなるようにできている。

③「月惑星科学会議（LPSC）アブストラクト」は、文字通り今年40回目を迎えたこの会議のアブストラクトがすべて読めるページである。電子化される以前のアブストラクトはすべて印刷物からスキャンしてある。キーワードから簡単に検索できる。

「Luna Mission Summaries」の項目に含まれる④の「月探査機の機器データベース」では旧ソ連のルナ1号から今年5月に打上予定のルナリコネサンスオービターにいたるまでの各探査機の観測機器の諸元が掲載されている。こちらは無味乾燥なので、むしろ同じページからたどっていける「月探査機のサマリー」の方が役立つかもしれない。例えば「かぐや」では、JAXAの「かぐや」サイトにリンクするようになっているので、より詳しい情報が得られることが多い。

さてこのHPからのリンクによって直接アクセスできる書籍・雑誌・地図・アブストラクトは膨大なもので、日本国内にこれだけ豊富な文献をそろえている大学は10に満たないのではなかと思う。またダウンロードできるアポロの写真等も、10年前まではNASAに手紙を書いてカタログを請求し、数か月もかかってようやく購入できたものである。現在は卓上からこれらの資料をあっという間に、しかもタダで手にすることができるのである。月についての調べ事などがある場合には、ぜひこのHPを訪れて活用していただきたい。（白尾元理）

**編集後記：** 今回は編集人2人が3月23～27日にヒューストン北部で開催されていたLPSCに参加していたこと、またその報告を諸田智克さんをお願いしたことなどの理由により、発行が遅れたことをお詫びいたします。しかし新鮮な情報を掲載することができましたので、その雰囲気を感じとっていただければ幸いです。（S）