

# JAXAブリーフィング 月探査の現状と将来ビジョン

田中 智<sup>1</sup>

(要旨) 月の科学、利用や有人探査に向けて世界中が月を目指している中で、わが国は1980年代より月に目を向け、技術開発を進めてオリジナリティーの高いミッションを立案してきた。日本の惑星科学と探査の将来につなげてゆくために、「かぐや」が打ち上がった今、探査ミッションへの積極的参加、世界に誇る観測機器を長期的視点で整備、学会のサポート体制の強化が期待される。月探査の現状と今後の動向について紹介する。

## 1. はじめに

「月」は惑星科学にとって最も重要な天体の一つである。地球から「最も近い」という位置的な意味での重要さだけでなく、これまでに明らかにされた科学的事実から見ても地球型惑星(衛星)の起源や進化をひもとく重要な天体である。これまでに約90機の探査機が月を目指し(うち、成功したミッションは半数程度)、数多くの科学的データをもたらした。しかし、月探査はもう十分過ぎるほどやったとは決して思われていない。2007年9月14日、わが国の大型月周回探査衛星「かぐや」が打ち上げられた。現在は通常運用フェーズに入り、順調に科学データを収集している。月の起源や進化の大きな謎のいくつかが解明されることが期待される一方で、もっと大きな謎が生まれることだろう。月探査は現在にいたっては、科学だけではなく「利用」や「有人基地」などというキーワードも盛り込まれてきたが、科学的にもようやく月の真の面白さがあらわになってきたという段階ではなからうか。ここではサイエンスに携わる、もしくは興味のある方々に広く月探査について関心を持っていただく希望を込めて、月探査の現状と今後の動向について紹介する。

## 2. 数年来の「月探査ブーム」

ここ数年来、月探査は一種のブームと言ってよいほ

1. 宇宙航空研究開発機構

ど際立って多い。2003年にESA(欧州宇宙機関)はスマート1(SMART-1)と呼ばれる月周回衛星を打ち上げ、所定の運用を終了後、2006年に月面に衝突させその使命を終えた。また、「かぐや」打ち上げの約1ヶ月後には中国が「嫦娥1号」を打ち上げた。これも「かぐや」同様、月周回探査衛星である。さらに2008年にインドも周回探査衛星「チャンドラヤーン1号」を打ち上げる予定であり、そして有人探査も眼中に入れた詳細マッピングを主目的とするLRO(Lunar Reconnaissance Orbiter)と月面の水の存在を確認するためのLCROSS(Lunar Crater Observation and Sensing Satellite)を2機相乗りで打ち上げる準備が米国で進められている。

5年から10年程度の将来まで見ると、月探査計画はさらに目白押しである。月探査にはそれほど積極的ではなかったヨーロッパ諸国も次々と構想案を出しているし、ロシアも独自の月探査のビジョンを打ち出してきた。まさに宇宙開発に関与したすべての国が月探査計画を検討している状況である。図1に最近の世界の月探査動向を示したが、状況は時々刻々変化しているためにあくまでもある時点でのものである。このような状態は当面は継続するか、もしくはさらにヒートアップの様相さえ伺える。

## 3. 現在検討が進められているわが国の月探査ミッション

現在、宇宙航空研究開発機構(JAXA)内では工学、

科学、そして将来の月惑星探査プログラムという位置づけで3つの月探査ミッションの検討が進められている。それぞれの特徴と現状を紹介する。

### 3-1. 小型月着陸探査ミッション(SLIM)

宇宙科学研究本部工学委員会のワーキンググループで検討が進められている。後で述べる「かぐや」後継(SELENE-2)ミッションの技術実証の一部を担うという位置づけもあり、速戦的に月に着陸機を送り込むという戦略上のねらいもある。もともと現在飛行中の「かぐや」は周回衛星だけでなく着陸機も搭載することを検討していたが、最終的には周回衛星に絞られたという経緯もあり、着陸機に関するわが国の検討や開発にはかなり年数をかけている。本ミッションは2000～2003年頃に検討がなされた月面軟着陸実験機(SELENE-B)ミッションで行った検討結果の多くを継承でき、実現性が高い反面、科学観測機器の搭載や運用は限定されると思われる。

### 3-2. LUNA-GLOBミッションへのペネトレータ搭載計画

宇宙科学研究本部理学委員会のワーキンググループで検討が進められている。LUNA-GLOBはロシアが検討を進めている月科学探査ミッションであり、着陸機と4機のペネトレータ、周回リレー衛星で構成され、地震探査などによる内部構造のネットワーク探査などを行う。わが国からLUNAR-Aで開発をしたペネトレータをベースとしたものを再製造して4機供給する。LUNAR-Aミッションは2007年2月に計画が中止されたがペネトレータの開発は続行し、ほぼ技術的には確立している段階である。LUNAR-Aミッションではペネトレータを2機搭載する計画であったため、よりパワフルな内部構造探査を展開できると期待される。一方、LUNAR-Aが中止になった、いわゆる「負の遺産」をどう払拭するか、さらに部品枯渇などによって再製造には一部再設計も必要とされ、コスト面での懸念も残っている。

### 3-3. 「かぐや」後継機(SELENE-2)ミッション

JSPEC(2007年4月に設立された月・惑星探査推進グループ)で検討が進められている比較的大型の軟着陸ミッションである。将来の月惑星探査のための戦略、

利用調査、技術開発および国際関係をバランス良く組み合わせるミッションとして提案を検討している。JSPECでの探査推進の特徴は別に詳述されると思うのでここでは重複を避けるが、ミッションの長期目標を見据えた上で、「シリーズ」として探査をプログラマ的に推進することを可能にする。この試みは、惑星探査のように一般に運用期間が長く成果がフィードバックされるまでに時間を要するミッションでは効率的な戦略と思われる。

SELENE-2計画は、過去のミッションで獲得した月軌道投入技術や周回探査技術に加え、今後の月惑星探査に重要な基盤技術として位置づけられている軟着陸技術の実証を主軸にしたミッションである。これは将来の月試料サンプルリターンや月面基地の設立などを眼中に入れた一連のプログラムの中に位置づけられている。現在、衛星コンフィギュレーションや搭載機器の検討中であり、確かなことは言えないが、少なくとも数10kgから100kgの観測機器の搭載が期待できる。着陸地点の地質調査、地球物理探査に加え、月面天文台の礎を築く計画など科学的な面でも検討を進めている。その反面、多面性を持った多目的ミッションであるという位置づけであるために「科学」目的は順位が高いとは限らない。つまり着陸地点の選定や搭載機器のプラオリティー決定は必ずしも科学第一優先ではない可能性がある。

## 4. これからの月探査を実現するために

巨額を投じて実現する宇宙探査ミッションは降ってくるものではない。大げさな言い方だが、血のにじむ思いと努力を重ねて勝ち取るものである。そこまでして月惑星探査ミッションをしなければならないかという、しなければならないものだと私は思う。ではどうやって勝ち取るか—基本は3つである。第1は、われわれがトップサイエンスを実現し、それをきちんとアピールすること。惑星科学会で議論されているサイエンスのレベルは高く、この点で世界に劣っていないが、もっとそれらを戦略的にアピールする方策と実践が必要だと思う。今、われわれはこれまでにない機会が訪れている。「かぐや」のデータは質、量とも莫大であり、まさにサイエンスの宝の山である。これらを

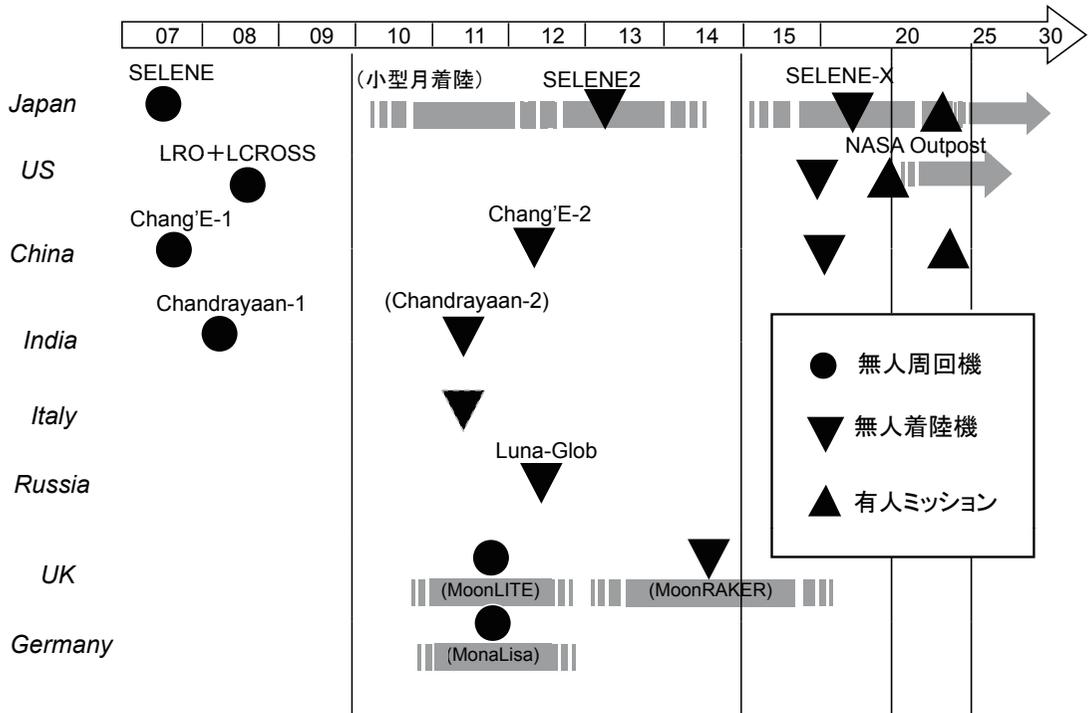


図1：各国の月探査に関わる計画。2007年9月ごろの情報に基づいて作成したものである。計画は打ち上げ予定や内容は時々刻々と変化しているが、今後10～20年にわたり月探査が各国で非常にさかんに行われることを象徴している。

うまく使いこなせるかどうかは今後のミッション遂行に非常に大きな影響を与えるだろう。第2は、世界に誇るサイエンス機器を持つこと。「小型」、「軽量」、「高性能」は宇宙搭載機器の3大原則であるが、日本はこの点で先陣を切っているとは必ずしも言えない。どんな機器でも世界のトップを保持することは無理だとしても、世界に肩を並べることのできる搭載機器開発をプログラムの行く長期的な戦略を持ちたい。そして第3が、強靱なサポート体制である。その根源的役割を果たすのが学会にはかならない。学会の支持、学会の考える長期ビジョン、学会の考えるサイエンス展望、これらがすべてミッション遂行の大きなモチベーションになる。しっかりしたオリジナリティーの高いビジョンであるほど高い実現可能性を持つ。

現在の月探査乱立状態の中で、われわれが独自のステータスで月探査を遂行するのは容易なことではないだろう。しかし、われわれは1980年代、月探査競争が

一応の終止符を迎え、月探査が見向きもされなかった時代から月探査ミッションを黙々と検討し、機器を開発し、独自でオリジナリティーの高いミッションを計画したことは特筆すべきものがあるし、今にも生きていると信じたい。