

特集「アポロ月着陸30周年」

アポロから30年

中澤 暁¹

1. アポロ11号との縁

私は1969年7月16日生まれである。

冒頭から私事で大変恐縮だが、アポロ11号が発射されたその日に偶然私は生まれた。だからといって特別の影響を受けたという自覚は全くないのだが、いろいろな縁と運が積み重なり現在惑星科学に携わっている。月を研究対象にしているわけでもないのに、専門家を差し置いて門外漢がこの文章を書かせてもらったのもこの偶然の賜物と感謝している。

勿論、私は打ち上げ当時の興奮を知らない。しかし、幸いにも当日の新聞が実家の物置に保存されていた(図1, 2)。新聞記事は一般的な視点から書かれてあり、また臨場感が伝わってきてなかなか面白い。無造作に30年も保存されて大分黄ばみを帯びているが、せっかくなので一部をこの場で紹介する[1]。

—アポロ11号 月着陸へ今夜打上げ—

【ニューヨーク15日 平野特派員】フロリダ州ケープケネディとテキサス州ヒューストンと——はるかにメキシコ湾をへだてる二つの宇宙センターから、新しい宇宙時代の到来を伝える鼓動。それは、アポロ11号打上げの十六日を前に大きな高まりとなって米国の大地をゆるがしている。米国民はいま目前に展開されようとする壮大な“宇宙のドラマ”の幕あけを息づまる思いで待受けている。

ソ連が月に向けて打上げたルナ15号も、負けずぎ

らいのヤンキー気質をあおって、ひととき興奮を高めているようである。



図1 1969年7月16日付朝刊第一面。当時のアメリカの様子がよく分かる。

¹ 文部省宇宙科学研究所

アポロ11号 未知へのスリル



着月の余裕は1分

どかまや横倒しになったら大変
 距離は9.6kmの月面を飛行するが注意

成否は離陸後7分14秒

もし軌道が狂ったら

【ケネディ宇宙センター15日 清水特派員】月への秒読みが続くケネディ宇宙センターでは、打上げを控えて宇宙船の“仕上げ”もほぼ終わった。米市民の関心もすでに高まりをみせている。しかし一方、期待ほど11号の成功率は確かなものだろうか。

（中略）

特にむずかしいのは着月操縦で、毎秒1.5キロのスピードをほとんどゼロに落として目標点にフワリと降りなければならない。最後の段階ではヘリコプターのようにホバリング（空中停止）して着地点を選ぶのだが、燃料の余裕は時間にして一分余りしかない。もしそこに岩石がごろごろしていたら……さらに、かなりの傾斜地だったら……大変だ。

着地に失敗してLMが横倒しになる危険や衝撃で重大な故障が起こる恐れもある。

着陸についてむずかしいのは離陸とその後のランデブー。

離陸といえば簡単だが、ロケットの場合は「打上げ」である。しかも大ぜいの技術者がいるケネディ発射基地と違い、点検や点火作業はすべて二人の飛行士だけでやらなければならない。

ランデブーもなかなかの難関だ。LMの飛行コースが母船と同じ軌道面にはいなければならないから、ジェミニ宇宙船やアポロ9、10号のように初めから同じ軌道面を飛んでいる宇宙船同士のランデブーとは根本的に違っている。

図2 1969年7月16日付朝刊社会面。逆さまになっている着陸船のイラストが掲載されている。

アポロの飛行は刻々宇宙からナマ放送され、最大のヤマ場、月着陸の前後には三大テレビ網がそれぞれまる三時間ぶっ通しでの宇宙番組を組んでいる。

デパートのオモチャ売場は、色とりどりの“宇宙がん具”に占領された。サターン・ロケットやLM（月着陸船）の大きな模型、リモコンで動き回る宇宙服人形、「カウント・ダウン（秒読み）」とか「ムーン・ターゲット（月目標）」などと名付けられた宇宙ゲームの数々……。

（中略）

人間の数だけ意見があるという“世論の国”米国の一般のアポロ観を、公平、正確にとらえることは難しい。だが、いま手当たり次第、町でとらえてみた人々の声、新聞の論調や投書欄の意見などから大づかみにいえば「アポロ、イコール・ワンダフル」派が半分、「あんなもの、クソ食らえ」という反対派と「さあてね」と首をかしげる懐疑派が半分、まずは五分々々ではなか

ろうか。

（中略）

十二年前の'57年10月、ソ連のスプートニク打上げで宇宙競争に大きな遅れをとったあのショック、あの屈辱を米国人は忘れることができない。それからの数年、米国は幾度、ソ連に“人類初の……”というタイトルをほしいままにさせたことか。」（1969年7月16日付毎日新聞朝刊第一面より抜粋）

—アポロ11号 未知へのスリル—

【ケネディ宇宙センター15日 清水特派員】月への秒読みが続くケネディ宇宙センターでは、打上げを控えて宇宙船の“仕上げ”もほぼ終わった。米市民の関心もすでに高まりをみせている。しかし一方、期待ほど11号の成功率は確かなものだろうか。

（中略）

特にむずかしいのは着月操縦で、毎秒1.5キロのスピードをほとんどゼロに落として目標点にフワリと降りなければならない。最後の段階ではヘリコプターのようにホバリング（空中停止）して着地点を選ぶのだが、燃料の余裕は時間にして一分余りしかない。もしそこに岩石がごろごろしていたら……さらに、かなりの傾斜地だったら……大変だ。

着地に失敗してLMが横倒しになる危険や衝撃で重大な故障が起こる恐れもある。

着陸についてむずかしいのは離陸とその後のランデブー。

離陸といえば簡単だが、ロケットの場合は「打上げ」である。しかも大ぜいの技術者がいるケネディ発射基地と違い、点検や点火作業はすべて二人の飛行士だけでやらなければならない。

ランデブーもなかなかの難関だ。LMの飛行コースが母船と同じ軌道面にはいなければならないから、ジェミニ宇宙船やアポロ9、10号のように初めから同じ軌道面を飛んでいる宇宙船同士のランデブーとは根本的に違っている。

(中略)

居住空間四・五立方メートルという狭い船内では、休養といっても立ったまま。

もし休養が不十分のまま離陸操縦に移ることになれば、注意力の低下に伴うミス……“居眠り運転”も起こり得る。」(1969年7月16日付毎日新聞朝刊社会面より抜粋)

第一面の記事からアメリカ国内の当時の様子がおおよそ分かる。国民の総意で盛り上がっていたわけではなかったようだが、特別番組でテレビ中継し、ショーウィンドーがブームを反映していた。また当時の宇宙開発競争において先行していたソ連に追いつこうとするアメリカの対抗意識は相当だったのだろう。何とかして有人月面着陸の一番乗りを果たし、ソ連よりも優位に立ちたい思っていたことがよく分かる。

一方、社会面の記事は全て懐疑論で埋まっており、写真には月面に逆さまに落下していく着陸船のイラストまである(図2)。当時の新聞記者にはとても成功するとは思えなかったのだろう。初めてガガーリンが人工衛星で地球を一周したのはこのわずか8年前の1961年の事である。人類が地表から327キロ上空を飛べるようになってわずか8年後に1000倍の38万キロ離れた月まで行けるとは簡単には思えない。アメリカの衛星技術は直前のサーベイヤー計画、ルナ=オービター計画でソ連に追いつき始めたとはいえ、かなりの失敗も繰り返している[3]。しかも有人月着陸計画の予行演習であるアポロ7号から本番の11号までわずか9ヶ月、ほぼ2ヶ月に一機のペースで打ち上げた。このハイペースでよく成功させたものだとあらためて驚く。

2. 自分の世代への影響

アポロは世間一般に大きな影響を与えたのだろうか。「将来何になりたいか?」などと私が聞かれるようになったときには、人類が月に行けることはもう既知のこと

だった。しかしアポロの成功が我々の世代に大きな影響を与え、我々をそれ以前の世代から大きく変えたとは思われない。例えば、この文章を書くに当たり小学生時代の文集の“将来の夢”を読み直してみた。一学年約100人の中で「将来宇宙飛行士になりたい」と書いた者は一人もいなかった。多いのは相変わらずパイロットと野球選手だった。

一方、先日の新聞の投書欄には「息子の幼稚園の文集に、将来の夢は宇宙飛行士が並ぶ……」とあった。もし手元に最近の幼稚園・小学校の文集をお持ちであれば、将来の夢に宇宙飛行士を挙げた子供がどれくらいいるか教えて頂きたい。おそらく最近になって急激に増えたのではないかと想像する。つまり、世間一般にはアポロよりもその後のスペースシャトルの方がずっと与えた影響が大きかったと私は思う。一般の教師など専門の宇宙飛行士以外が搭乗したり、日本人が搭乗したためである。アポロは「人類は技術的には月まで行ける、特別な人は宇宙に行ける」ということをまず示した。しかし「自分でも宇宙に行ける」と、宇宙・惑星探査を世間一般に浸透させ、身近に思わせたのはその20年後のスペースシャトルの活躍である。

3. 惑星科学への影響

アポロ計画で人類は月に立ち、科学機器を設置し、表面の試料を地球に持ち帰った。月面には水が存在せず、生命体がないことを確認した。一つ一つの科学成果も重要であるが、惑星科学にとって最も大きな成果は「月の研究が天文学から地球(惑星)科学に委ねられた」[2]ことだろう。

月の研究は太陰暦による月の運行に始まり、ガリレイによって月表面のクレーターが観察(スケッチ)され、ケプラー・ニュートン・キャベンディッシュらの研究により月の質量が見積もられた。そして20世紀後半の宇宙開発によって月はそれまでの天文学(望遠鏡観察)から惑星科学(物質科学)の対象へと移行した。

表1 これまでの月の主な探査史 ([3]を元に作成, 加筆)

年	人名・衛星名	国	軌道・成果	探査事項			
				地理系	物理系	化学系	地学系
1609	ガリレイ	伊	望遠鏡観測	スケッチ(初の月探査?)			
1609~19	ケプラー	独	ケプラーの法則				
1665	ニュートン	英	万有引力の法則				
1798	キャベンディッシュ	英	万有引力定数の測定				
1903	ライト兄弟	米	飛行機の発明				
1957	スプートニク 1	ソ	無人地球周回(初)				
1959	ルナ 2	ソ	月面に衝突(初)		月の磁場		
#	ルナ 3	ソ	月スイングバイ(初)	画像(裏側は初)			
1961	ボストーク 1	ソ	有人地球周回(初)				
1964~65	レンジャー 7~9	米	月面に衝突	画像			
1965	ソンド 3	ソ	月スイングバイ	画像(裏側も)			
1966	ルナ 9	ソ	月面に軟着陸(初)	月面の映像			
#	ルナ 10~12	ソ	月を周回(初)	画像			
1966~67	サーベイヤー 1	米	月面軟着陸	月面の映像	レゴリスの硬度		
1966	エクスポローラー 33	米	地球を周回		月の磁場、宇宙線強度		
#	ルナ 13	ソ	月面軟着陸	月面の映像	レゴリスの硬度		
1967	サーベイヤー 3	米	月面軟着陸	月面の映像	レゴリスの硬度		
#	エクスポローラー 35	米	月を周回		月の磁場、宇宙線強度		
1967~68	サーベイヤー 5~7	米	月面軟着陸	画像・月面の映像	レゴリスの硬度	レゴリスの化学組成(初)	
1966~67	ルナ=オービター 1~5	米	月を周回	広域画像			
1969~72	アポロ 11, 12, 14~17	米	有人月面着陸(初)・サンブルリターン・月面車	月面の映像	熱流量、磁力、重力、月震観測	大気組成、(帰還後:化学組成、同位体年代など)	(帰還後:レゴリス・岩石の鉱物組成など)
1970~76	ルナ 16, 17, 20, 24	ソ	月面軟着陸・サンブルリターン・月面車(初)	月面の映像	月の磁場	(帰還後:レゴリスの化学組成など)	(帰還後:レゴリスの鉱物組成など)
1981~	スペースシャトル	米					
1989~	ガリレオ	米	月スイングバイ(木星へ)	画像(赤外~紫外、偏光)			
1990	ひてん・はごろも	日	月スイングバイ				
1990~	ハッブル宇宙望遠鏡	米	地球を周回	画像(赤外~紫外)			
1994	クレメンタイン	米	月を周回	画像(赤外~可視)、地形測定	広域重力(地殻の厚さ)		広域鉱物分布
1998~	ルナ=プロスペクター	米	月を周回	画像	広域重力、月の磁場	水の存在、ラドンの計測	

アポロ計画の持ち帰った合計308kgもの試料は多くの研究者によって様々な手法と視点から研究された。またソ連のルナ計画も遠隔操作によって月面の土壌をおよそ300g地球に持ち帰った。量は少ないが、アポロと異なる地点から採取された試料はアポロの試料と付き合わせるにより、局所的ではなく月全体の議論を可能にした。

月の科学が地球惑星科学へ移行し大きく躍進したのは、まさにアポロによって大量の試料が地球に持ち帰られたためである。化学・地学・物理学の様々な測定方法を用い、限られた試料をあらゆる角度から調べることが可能になったためである。

このことは表1を見るとわかりやすい。アポロ以前は軌道上及び月面上の画像の他はレゴリスの定性的な硬度が調べられただけであった。しかし試料が地球に持ち帰られた途端に、表面土壌の物性、鉱物組成・組織からみた月の歴史、月の岩石の同位体年代な

ど、惑星科学的結果が次々と報告された。それまでの衛星写真やテレビ映像での議論から大きく一歩踏み込み、月の構造と形成論について仮説ではなく実証を以て論じることが出来るようになったのである。試料をいろいろな視点から検討すれば月の起源についても明らかになる筈である。

しかし現在のところ我々は月の起源を解明できていない。様々な検討から得られた制約条件全てを満たすような月の形成モデルがないのである[4]。矛盾が生じるほど検討結果が揃ったことは喜ぶべきことだと思うが、今後は他にどんな制約条件が必要か吟味すると同時に、これまでの検討が正しいかを再検討する必要があるだろう。

アポロが持ち帰った試料が多量だったため、国際的分析研究システムも整備された。このことも大きな成果であろう。NASAによってまず一次分析され、その結果が報告される。実際に試料を用いて研究を行い

たい国内外の研究者は研究計画書を提出し、審査された後に試料が配布される。以上のシステムは日本の南極隕石の研究システムにも大いに参考にされた[5]。

また、アポロ計画は惑星科学以外にも大きな影響を与えた。「月の物質を扱う時代に自分たちの足元も分かっていない!」という刺激があったのではないかと想像するのだが、ちょうどその当時のプレートテクトニクスの急激な発展と結びつき、グローバル地震学が確立してホットブリュームの発見につながった。また、アポロが大急ぎで開発されたため、衛星技術が短期間に急激に進歩し、天文衛星や地上観測衛星などの地球周回衛星も数多くあがり成果も上がった。GPSもアポロ計画がなければもっと先の話だったにちがいない。

影響を受けた科学を言い出すときりがない。

4. 次の地球外物質

それまで遠目に見ることしか出来なかった対象を実際に手にとって研究できるようになる、ということは大きな躍進である。勿論リモートセンシングは広域を調べられるという利点がある。しかし一方、物質科学には様々な手法があり、一つの試料を多角的に見ることが出来る。

現在、日本でもいくつかの惑星探査計画が進行している。そのうちのMUSES-C計画では小惑星のレゴリスを採取することになっている。小惑星表層物質を地球に持ち帰ることにより、小惑星の表面状態、太陽系始源物質の組成組織、小惑星は彗星のなれの果てなのか、などの科学目標を目指す[6]。アポロ計画が月の研究の大きな転機となったように、MUSES-C計画は小惑星研究ひいては惑星科学の大きな転機となるだろう。

月の研究の転機は生まれるのが少し遅すぎたため逃してしまった。今度の惑星科学の躍進の瞬間は是非とも立ち会って目の当たりにしたい。

参考文献

- [1] 1969年7月16日付毎日新聞朝刊。
- [2] 久城 育夫, 武田 弘, 水谷 仁, 1984: 月の科学, 岩波書店。
- [3] ケネス・ガトランド, 1982: 世界の宇宙開発, p.128-167, 旺文社。
- [4] 井田 茂, 1994: 第3回惑星科学フロンティアセミナー集録, p.1-5。
- [5] 国立極地研究所編, 1987: 南極の科学, p.68-78, 古今書院。
- [6] 宇宙科学研究所編, 1996: MUSES-C計画概要, p.332-453, 宇宙科学研究所。