

宇宙開発と国益を考える研究会

～宇宙探査の意義～

報告書

平成 20 年 3 月

宇宙開発と国益を考える研究会

巻頭言

平成 19 年度の「宇宙開発と国益を考える研究会」の報告書が完成した。研究会としては第 3 回目の報告および政策提言となる。

第 1 回目（平成 17 年度）は、日本が宇宙開発を行う意義について、科学技術上の成果を超えて、安全保障や外交という観点からの「国益」に合致していたのかという点を根本的に問い直した。その結果、最先端の軍民両用技術である宇宙開発を行う経済力が、国際社会に対して日本の国力の反映と認められ、国際交渉を支える力として働いてきたことが確認された。また、宇宙先進国のコミュニティでの発言力や政策決定における影響力という観点からも、日本の宇宙開発能力は有益であったことが認められた。しかし、同時に、日本の宇宙開発利用における成果が日本の文化、価値観や魅力を体現したものとして広く国際的に認知され、日本の外交政策の達成に役立ってきた、といえるところまでは到達していないこともまた、痛感されることとなった。

そこで第 2 回目（平成 18 年度）は、日本の宇宙開発利用の過程や成果を、政府が遂行する外交政策実現のためにいかに活用することができるのか、「宇宙外交」の具体的方策を探ることとした。その際、日本が多国間外交において最も重視するアジア・太平洋地域に焦点を当て、日本が実施すべき方策を検討した。その結果、さまざまなタイプの「宇宙外交」の中で、日本の国力、政治体制、地政学的条件等に鑑みて適切なものは、地球規模で展開される政府間・非政府間の国際フォーラムを通じての国際貢献型であるとされ、このような貢献を通じて、日本の国益に合致した規範の設定に影響力を行使する方法を模索すべきである、という点にまず見解の一致がみられた。そして、その条件を満たした上で、宇宙航空研究開発機構(JAXA)が 1993 年以来展開しているアジア太平洋宇宙機関会議(APRSAF)を日本外交の目的に資する確固たる存在に成長させていくことが、日本の宇宙外交戦略として、望ましい選択肢であるという結論が得られた。また、APRSAF の枠組で「センチネル・アジア」型の具体的なプロジェクトを継続的に実施し、地域の国際協力の礎石とすることが現在の最重要課題であるという点が強調された。

第 3 回目となる今年度は、近年、「はやぶさ」や「かぐや」をはじめとして、日本の宇宙探査の成果が世界で注目を浴びていること、世界的に宇宙機関の活動の中核が地球近傍での宇宙物体運用から月・火星を含めた深宇宙の探査に重点を移しつつあることなどを背景として、国益に資する宇宙探査のあり方について検討を行った。平成 18 年度の研究が地域という切り口からのものであるとすると、平成 19 年度は、探査という主題による切り口からの宇宙外交の方策の検討、ともいえるかもしれない。

もとより、宇宙探査は、宇宙応用と異なり、基本的には、人類が根源的にもつ知への欲求や好奇心、人類のフロンティア拡大への種として潜在的な意思などの要素に導かれて行

うものであり、国益をそこに結びつけることにはふさわしくないという考え方があるいは支配的であるかもしれない。しかし、歴史的に宇宙探査は、普遍的な人類の欲求の発露であるとともに、その時々国際情勢や国家政策の賜物としての側面を鋭く示してきたこともまた事実である。莫大な国家予算を投入して行う宇宙探査において、知の探求のみならず、その成果を日本の国益に合致するものと位置づけられるようなものとして探査を実施する方途を見出そうとするのは、むしろ当然であるともいえ、それは、探査の純粹さをいささかも損なうものではない。

このような前提にたつて、2007年度に3回の会合をもち、本報告書の作成を行った。(メンバーの詳細については31頁参照)。3回の会合は、それぞれ約2時間半を通常の研究会に当て、それ以降も残ることができるメンバーで軽食を取りつつ議論の続きに没頭した。この点は、前2回の研究会と同様であり、むしろ懇親会を兼ねた自由討論の中に示唆に富む発言が飛び出してきたこともまた、前回と同様である。ご多忙の中、長時間の研究会にご参加くださり、資料を用意し議論を尽くしてくださったメンバーの方々に厚く御礼申し上げます。

また、外部有識者として、京都大学名誉教授の木下富雄先生に宇宙探査の意義についてのヒアリングを行い、ご専門の社会心理学、リスク科学の観点からの貴重な御意見と、御提言を頂いた。木下先生の卓抜なご見解については、是非、報告書の当該箇所を熟読していただきたい。ヒアリング結果の掲載を快くお許しくださった木下先生に厚く御礼申し上げます。

最後に、事務局として、研究会準備、ヒアリング、報告書とりまとめにご尽力下さった(財)日本宇宙フォーラムのみなさまに厚く御礼申し上げます。どうもありがとうございました。

平成20年3月

「宇宙開発と国益を考える研究会」 主査 青木節子

目 次

はじめに	1
1. 各国の宇宙探査の現状	
(1) 新宇宙探査構想をめぐる国際協力の動向	1
(2) 世界各国の宇宙探査政策とねらい	2
2. これまでの宇宙探査の実績と評価	
(1) アポロ計画	7
(2) 月・惑星探査	10
(3) 天体観測	13
3. 宇宙探査の意義	
(1) 科学的意義	15
(2) 社会的意義	16
(3) 経済的意義	17
(4) 本質的な意義	17
4. 宇宙探査と日本の国益	
(1) 国益と人類益／宇宙益	18
(2) 国の威信や矜持の向上	18
(3) 世界における日本の地位の向上	19
(4) 先行者としての利益	20
(5) 交渉力を支えるバックグラウンド	21
5. 今後の検討課題	
(1) 宇宙探査の商業的価値	22
(2) 広報普及活動	22
(3) 効果的な宇宙探査の継続	23
(4) 科学ドリブンと政治的プライオリティのバランス	23
(5) 宇宙探査の軍縮への活用	24
(6) 宇宙探査を外交政策につなげるための制度作り	25
(参考資料) 報告書概要	27

はじめに

米国はブッシュ大統領の宇宙探査ビジョンにより、月・火星などの探査に次第に重点を移しつつあり、欧州も将来の火星探査を目指して積極的に宇宙探査活動を続けている。また、中国やインドも更なる月探査機の打ち上げを控えているなど、国際的に月・火星を含む宇宙探査への関心が高まりつつある。これらの国を始め、宇宙探査を宇宙活動の大きな柱の一つと捉えている国も多い。各国はそれぞれの国情に即した宇宙探査に係る政策を持っており、同政策に基づいて宇宙探査活動を計画・立案し、実施している。

このような国際的背景、科学的意義や国民的関心の高さという観点から、我が国においても、宇宙探査を宇宙開発の中核として推進していく環境が整いつつある。宇宙探査の意義や今後の方向性を議論することは、日本の宇宙探査戦略に一貫性を持たせていくために不可欠であり、宇宙探査がどのように日本の国益につながるのかを考える上で重要である。

本研究会では、月に限らず他の惑星や天体など全てを対象とし、宇宙探査そのものの意義、目的を中心に本質的な議論を行い、日本の国益となる宇宙探査とは何かについて検討した。

「アポロ計画」、「月・惑星探査」、「天体観測」の各ミッションがこれまで社会に与えた影響や当初の国益的意図の分析を参考に、今後の日本の宇宙探査のあり方について模索した。なお、議論の過程で、いくつかの課題や具体的な提言につながる方向性が出たものの、時間的制約もあり、より詳細に検討すべき事項は今後の課題としてまとめるにとどめた。

1. 各国の宇宙探査の現状

(1) 新宇宙探査構想をめぐる国際協力の動向

2004年1月に米国のブッシュ大統領が米国新宇宙探査構想¹を発表したことを契機として、宇宙探査をめぐる国際協力の動きが大きく進展した。米国は世界の宇宙機関に国際協力を呼びかけ、2006年8月にはそれに応じて14機関²か

¹ 2004年1月14日付米ホワイトハウス・プレスリリース

<<http://www.whitehouse.gov/news/releases/2004/01/20040114-3.html>>

² ASI (イタリア宇宙機関)、BNSC (英国国立宇宙センター)、CNES (フランス国立宇宙研究センター)、CNSA (中国国家航天局)、CSA (カナダ宇宙庁)、CSIRO (オーストラリア連邦科学産業研究機構)、DLR (ドイツ航空宇宙研究センター)、ESA (欧州宇宙機関)、ISRO (インド宇宙研究機関)、JAXA (宇宙航空研究開発機構)、KARI (韓国航空宇宙研究

らなるグローバル探査戦略（Global Exploration Strategy : GES）検討グループが結成され、国際協力枠組等の検討が開始された。14 機関は宇宙探査を基本的に国際協力で進めていく方針であり、各国の独自性を発揮しつつ全体として統一されたいわゆる、「プログラム・オブ・プログラムズ (Program of Programs)」³による緩やかな分業が志向されている。

GESでの検討を経て、日本の京都で開催された第4回GES会合において、グローバル探査戦略（フレームワーク文書）⁴が合意された。現在は、主として国際協力調整メカニズムの構築に向けた検討を進めている。

（2）世界各国の宇宙探査政策とねらい

①米国

米国は新宇宙探査構想により 2010 年頃までに国際宇宙ステーション (International Space Station : ISS) を完成・スペースシャトルを引退させ、2008 年までに無人月探査、2015 年から 2020 年までにその後の火星探査を見据えた有人月探査を実現するという地球低軌道以遠における宇宙探査のビジョンを明確にした。これにより、米国は ISS を従来の多目的な軌道上施設という位置づけから、有人宇宙探査のための研究を行う場としての利用に方向転換し、長期宇宙飛行のための科学的知見の取得、技術実証のための医学や有人技術に関する研究のために重点的に活用することとしている。

新宇宙探査構想に沿った形で、NASAは 2006 年末に有人月面拠点構想⁵を発表している。米国は国際協力によるGES検討を呼びかけた国であり、有人月面拠点構想の国際調整は、GESの枠組みを活用する一方、並行して二国間協力に向けた話し合いも進めている。米国の探査の特徴としては、有人探査に力を入れているということが挙げられ、無人着陸探査は優先度が低く、日本など他国のミッションとの協力を積極的に進めている。また、米国は当面の宇宙探査目標を有人月探査としているが、将来的には有人火星探査を目標としている。

新宇宙探査構想発表時にブッシュ大統領は宇宙探査の意義として「米国の

所)、NASA (米国航空宇宙局)、NSAU (ウクライナ国立宇宙機関) FSA (ロシア連邦宇宙局)

³ 各国による分業が相互に依存し合うことにより米国による計画変更の影響を受けた、ISS に対する反省から生まれた概念で、各国が自己完結的に対応できるプログラムを持ち、相互依存性にあまり重きを置かないものの、全体としては統一されたプログラムとなるプロジェクトの進め方。

⁴ 2007 年 5 月 31 日付 JAXA プレスリリース
<http://www.jaxa.jp/press/2007/05/20070531_ges_j.html>

⁵ 2006 年 12 月 27 日付 NASA プレスリリース
<http://www.nasa.gov/home/hqnews/2006/dec/HQ_06376_Year_Ender.html>

リーダーシップ」と「開拓精神」を挙げており、宇宙探査の目的を科学技術力の向上、安全保障能力の向上、経済への貢献であるとしている。

また、2006年10月6日に発表された米国の国家宇宙政策では、宇宙探査・利用の政策目標として、指導力強化、安全保障、宇宙科学、商業部門の強化、安全保障・商業部門を支える科学技術基盤の維持強化、国際協力を挙げており、宇宙科学の目標を、(ア)太陽系に人間活動を拡大するという目的で、革新的な有人およびロボットによる探査プログラムを実施し続けること、および(イ)民生探査、科学的発見および環境活動の利益を増加させること、としている。国際宇宙協力においては、宇宙応用についての国際協力の促進を進めており、宇宙探査を国際協力の対象として用いることにより、他国が米国の政策を支持するようになり、かつ、米国の宇宙産業進展に資するというねらいが記述される。

米国では現在、月有人探査のための次世代有人宇宙船「オリオン(Orion)」、月着陸船「アルテア(Altair)」の開発が急ピッチで進められており、その先には火星への有人探査も見据えているものとみられる。米国の当面の無人月探査は、着陸場所の選定(南極のシャクルトン・クレーターに決まりつつあるようである)と、その場所の環境調査が主な目的になると思われる。「かぐや」のデータを有効に使いながら、「Lunar Reconnaissance Orbiter(LRO)」で着陸候補地点の重点的な観測を行う。

米国は2005年に新しい火星周回機「Mars Reconnaissance Orbiter(MRO)」を打ち上げ、現在、高解像度撮像装置「High Resolution Imaging Science Experiment(HiRISE)」などでの観測を行っている。2007年には着陸機「フェニックス(Phoenix)」が打ち上げられており、本年5月に着陸予定である。2009年には次世代の火星ローバ「マーズ・サイエンス・ラボラトリー(Mars Science Laboratory)」が打ち上げの予定である。これらの意欲的なミッションによって、火星の科学的探査は大きな進展をみせることはまちがいない。また、これらの科学ミッションは、将来の火星有人探査に向けた事前調査(着陸地点の選定、着陸場所の環境調査等)の側面も持っていると思われる。

②欧州

欧州委員会(European Commission:EC)と欧州宇宙機関(European Space Agency:ESA)長官の共同文書として2007年4月に発表された初の欧州宇宙政策⁶の中で、宇宙探査の意義として「新知識獲得への貢献」、「イノベーションの創出」、「宇宙関連の新たな企業や研究機関の創出」を挙げている。欧州の宇

⁶ Communication from the Commission to the Council and the European Parliament - European Space Policy <http://ec.europa.eu/enterprise/space/doc_pdf/com_en.pdf>

宙探査活動においては、宇宙の産業化も一つの大きな目的として掲げられている。同政策は欧州の国際協力保持をいかにして維持向上させるかに力点をおいた文書であり、宇宙システムにおけるリーダーシップ、国際プログラムに対して第一流の貢献をする国際パートナーとしての立場を保持しなければ欧州の戦略的利益を確保し得ないという前提に立って目標が立てられており、宇宙探査も欧州が重要でない（“irrelevant”）立場に追いやられないよう、必ず先端集団の一員となっておかなければならない活動として位置づけられていると考えられる。

ESAの有人宇宙探査活動は「オーロラ計画（Aurora Programme）」⁷の中で、それ以外の宇宙探査・科学ミッションは「Cosmic Vision」⁸の中で実施されている。オーロラ計画は有人火星探査に主眼をおいており、その前段として月探査を位置づけている。

欧州各国はESAの枠内で宇宙探査に取り組んでいる国が多いが、いくつかの主要宇宙活動国は独自の宇宙探査プログラムも有している。例えば、ドイツは月探査計画「Mona Lisa」の一環として月周回機と着陸機ミッションを検討しており、イタリアは月周回探査やロボット月面天文台建設の構想を持っている。英国はペネトレータを積んだ月周回機「MoonLite」や着陸機「MoonRaker」を計画している。また、欧州各国は概してGES活動に積極的であり、国際協力を重視して宇宙探査を進める方針を持っている。

欧州はこれまで、太陽系の探査に関していくつもの意欲的な、また、ニッチ（隙間）を狙った存在感のある探査計画を実施しており、今後も積極的な探査計画を行っていくと見られる。水星については、日本と共同の「ベピコロombo（BepiColombo）」が2013年打ち上げの予定である。金星については「ビーナス・エクスプレス（Venus Express）」が軌道上にある。月については、「かぐや」をはじめとする各国の探査機に先駆けてイオンエンジン推進の「スマート（Smart-1）」を月に送った。火星では「マーズ・エクスプレス（Mars Express）」が軌道上にある他、2013年には生命探査を目的としたローバ「ExoMars」を打ち上げの予定である。土星を探査する米国のカッシーニ計画では、欧州開発の「ホイヘンス・プローブ（Huygens probe）」を衛星タイタンに投下した。彗星については2004年に「ロゼッタ（Rosetta）」を打ち上げ、彗星表面への着陸を目指している。

⁷ ESA Aurora Exploration Programme Web Site
<http://www.esa.int/esaMI/Aurora/ESA9LZPV16D_0.html>

⁸ Cosmic Vision: Space Science for Europe 2015-2025
<<http://www.esa.int/esapub/br/br247/br247.pdf>>

③中国

中国は「経済力の増強／経済の整備」、「科学技術の発展／社会進歩」、「国防力の強化」、「民族の団結力」を宇宙探査の意義として列挙しており、目的の一つが明確に国威発揚にあることが見て取れる。第 11 次五カ年計画（2006－2010）では、経済整備、国家安全保障、科学技術発展と社会進歩の要求に合致するよう宇宙技術、宇宙応用、宇宙科学を発展させるために、特に重点科学技術プロジェクトのブレークスルーを実現することが重視されている。具体的目標の中で宇宙科学研究が挙げられているが、そのねらいは重点的な基礎研究で達成されるブレークスルーを通じて、製品供給保証能力を始めとする宇宙科学技術や全体のインフラ整備、運用能力向上を達成し、それを経済目的のための宇宙利用に応用することと考えられる。また、それを国家の外交政策と組み合わせ、国際協力プロジェクトやアジア太平洋宇宙協力機構 (Asia Pacific Space Cooperation Organization : APSCO) での活動を通じて宇宙製品の輸出を拡大し、先端技術の導入と消化吸収に力を入れている。協力領域として挙げられている 10 部門のトップが「宇宙天文、宇宙物理、微小重力科学、宇宙ライフサイエンス、月惑星探査」であり、宇宙科学は、中国の国家政策を遂行するために用いる国際協力に資するものという位置づけもなされていると思われる。

中国は、国策として月探査を進め、2007 年 11 月に月周回機「嫦娥 1 号」を打ち上げ、その後、同周回機による月面の撮影に成功した。今後の宇宙探査計画では、2012 年頃にローバを搭載した着陸機を、2017 年頃には月サンプルリターンミッションを計画している。中国は月探査の目的の一つとして、月の資源の利用を念頭においている模様である。他国との協力では、ロシアの無人火星探査「Fobos-Grunt」への参加等があるが、GES 活動においては、活動内容や各国の状況の様子を見守っている状況である。

嫦娥 1 号のカメラの解像力や各センサの性能については不明の点もある。また、これらのデータが中国の月・惑星科学者にどれだけの貢献を果たすのかも不明である。嫦娥シリーズは科学観測が目的ではあるが、将来のローバやサンプル・リターンを含め、独自の月探査能力を保有することに大きな意味があるものとみられる。

④インド

中国と同様にこれまで地球低軌道以遠に探査機を送る宇宙探査活動を行ってこなかったが、最近になって無人月探査計画を実施している。同計画の中で、月周回機「チャンドラヤーン 1 (Chandrayaan-1)」及び月着陸機「チャンドラヤーン 2 (Chandrayaan-2)」を開発する計画であり、2008 年にチャンドラヤーン

ン1を打ち上げる予定である。

インド宇宙省の市民憲章にみられるように、国民の経済的利益のための宇宙政策という側面が強く、宇宙科学、宇宙応用ともに経済利益に直接貢献するものと捉えていると考えられる。

インドの月探査機開発の特色としては、国際協力を前提として他国が開発したセンサを多く搭載し、高度な科学データの取得を目指していることが挙げられる。また、有人宇宙往還機の研究開発に着手するなど有人活動は実施しているものの、有人月探査についての具体的な計画はない。GES活動においては、中国と同様、活動内容や各国の状況の様子を見守っている状況である。

インドは宇宙探査にきわめて積極的な姿勢を見せている。「チャンドラヤーン1」に続き、2009年にはインド初のX線天文衛星「アストロサット(Astrosat)」を打ち上げる予定である。現在検討されているその後の科学ミッションには、「チャンドラヤーン2」でのローバによる月面探査や現場でのサンプル分析、火星探査機、小惑星または彗星フライバイ、太陽コロナ観測望遠鏡での可視光および赤外線観測などがある。国際協力をベースに科学的成果を着実に上げ、自国の探査技術を向上させていくことを目指すと思われる。

⑤ロシア

ロシア連邦宇宙局(FSA)が策定し、ロシア政府が2005年10月に承認した「2006年ー2015年のロシア連邦宇宙プログラム」(政府令第635号)では、宇宙開発利用の目的は、国民生活の質の向上、経済成長、潜在力の創設、国家安全保障向上という、大統領教書で述べられたロシアの戦略的目標を実現するための道具と位置づけている。戦略目標を達成するための2015年までのプログラムとしては、環境観測、災害監視、気象観測、通信放送などの宇宙応用分野に力を注ぐとし、文書の中にみられる基礎科学研究(「太陽、太陽系惑星、太陽・地球関係及び地球を取り巻く宇宙空間の研究」)や「有人宇宙飛行学の成果の向上」も、「イノベーション的ロシア経済」に奉仕するものと考えられている。宇宙探査については、「社会・経済分野、科学、国際協力、国防および国の安全の要求を満たすための民生、汎用の宇宙設備の開発」と書かれている。また、同プログラムの中には「米国、欧州諸国および中国は、月、火星への有人飛行の準備、ならびにそれに続くこれら惑星の開発をめぐる活動を大きく活性化させている。これらの問題の解決にあたり開発される技術は飛躍的なものになるであろう。こうした状況は有人宇宙飛行分野でのわが国の優先課題に損失をもたらしかねず、また科学・技術関連分野におけるロシアの遅れにつながりかねない。」と記載されており、先行者としての利益を失わないためにも、宇宙探査は、国益の問題として欠かすことが出来ないと捉えていると考えられ

る。

ロシアは独自の有人輸送と有人月面拠点を含む月・火星探査計画を持っている模様で、有人技術の優位性を背景に、幅広い国際協力調整を進めている。過去に多くの無人月探査などの宇宙探査を行ってきた実績があり、二国間での国際協力では存在感を維持している。GES 活動に参加して存在感を維持しつつも、NASA や ESA と一定の距離をとっているのが現状である。

ロシアは宇宙開発初期の時代に月や金星の積極的な探査活動を行ない、金星表面の撮影や月からのサンプル回収などの成果をあげた。また、1986 年のハレー彗星接近時には、探査機「ベガ (Vega)」を打ち上げた。しかし火星については目だった成果がなく、1988 年打ち上げの 2 機の「フォボス (Phobos)」探査機は 1 機が火星到達前に通信途絶、1 機が火星周回軌道到達後 2 か月で通信途絶となった。1996 年には「マーズ 96 (Mars 96)」の打ち上げに失敗。以降、独自の惑星探査は行っていない。当面、自国のハードウェアや得意な分野のセンサ技術と、海外の技術を組み合わせた宇宙探査という現実的な方向を目指すと思われる。

2. これまでの宇宙探査の実績と評価

(1) アポロ計画

これまでの代表的な宇宙探査の例として、人類初の有人月面着陸を成し遂げた米国の「アポロ計画」がある。1961 年から 1972 年の計画終了までに約 230 億ドル（現在の価値にして 1200 億ドル）の資金と 40 万人の人材が投じられた。同計画では合計 12 人が有人月面着陸に成功し、約 380kg の月の石を地球へ持ち帰る等の成果があった。

アポロ計画は、元々 1960 年 7 月に NASA が内部計画として立案したものだったが⁹、1961 年 4 月の 2 つのショック（ガガーリン・ショックとピッグズ湾・ショック）を契機に、米ソ冷戦下における当時のケネディ政権の中で政治外交的利用が検討され、わずか 20 日間のうちに実施が決定された¹⁰。そして 1961 年 5 月

⁹ アポロ計画の起源（年表）については、Ivan D. Ertel and Mary Louise Morse, *The Apollo Spacecraft: A Chronology, Volume I, Through November 7, 1962* (NASA SP-4009, 1969). Available at <<http://www.hq.nasa.gov/office/pao/History/SP-4009/v1p1.htm#1960-b>>.

¹⁰ ケネディ政権は 1961 年 4 月、ソ連の宇宙飛行士ユーリ・ガガーリン (Yuri A. Gagarin) による人類初の有人宇宙飛行の成功と、その直後の自らのキューバ・ピッグズ湾でのカストロ政権転覆計画の失敗という 2 つのショックによって、米国の国際的威信を完全に失墜させてしまった。ケネディ政権によるアポロ計画の決定と実施の過程については、渡邊浩

25日、ケネディ大統領は異例の第二次一般教書演説の中で、10年以内に有人月面着陸を実現させるというアポロ計画の開始を宣言したのである。

当時、米国はアポロ計画を実施し着実に技術開発を進める一方、ソ連との月探査における協力の可能性についても並行して模索していた。1964年1月のジョンソン大統領の一般教書演説では「可能ならば協力、必要ならば単独で月探査」という協力と競争の中間姿勢をとっていた。当時旧ソ連の情報を入手するのは一般的に難しかったため、協力することで情報を出来るだけ入手しようという米国の戦略も垣間見られた。

米ソ両国間で通信や気象といった宇宙利用分野での協力が実現し、月探査協力につながる機運も何度かあったものの、結局、米ソ月探査協力は実現しなかった。米国は、1968年12月にジョンソン政権下でアポロ8号により人類初の有人月周回飛行（初めて「地球の出」を撮影）に成功し、1969年7月にニクソン政権下でアポロ11号による人類初の有人月面着陸に成功した。

こうした成功の一方で、アポロ計画はジョンソン政権末期から縮小され、NASA 予算の削減や1970年4月のアポロ13号の事故の結果、アポロ18号、19号、20号の中止が決定された。その後、1972年12月のアポロ17号による最後の有人月面着陸、アポロ計画のロケットや宇宙船を利用した宇宙実験室「スカイラブ (Skylab) 計画」(1973年5月) や冷戦の緊張緩和 (デタント) の象徴となった「アポロ・ソユーズ試験計画 (Apollo-Soyuz Test Project : ASTP)」(1975年7月) などが実施されたが、1972年1月にスペースシャトル計画が決定されたことで、NASA の宇宙活動の中心はその開発へとシフトしていったのである。

①政治外交的意義

アポロ計画の政治外交的意義として、米国は宇宙分野だけでなく総合的に国際社会における地位を回復したことが挙げられる。これにより、米国は宇宙開発を競争から協力へ、探査から利用へ、月から地球へと転換する契機となった。アポロ計画の国際社会に対する政治的・心理的影響は、第二次大戦後の現代社会において最大のものの一つであり、アポロ計画が人類初の有人月面着陸を実現することにより、米国の国際的地位および国内の求心力を回復・向上させた。米国の世論調査でも、1965年には宇宙活動における国民の意識がソ連先行から米国先行に逆転した他、1970年には大学生の78%が米国人であることに誇りを持っているという結果が出ている¹¹。

崇「ケネディ政権とアポロ計画—宇宙政策における競争と協力—」(一)、(二・完)、『阪大法学』、第56巻第5号、2007年1月、103-125頁、第56巻第6号、2007年3月、149-175頁。

¹¹ George H. Gallup, *The Gallup Poll: Public Opinion 1935-1971, Volume Three 1959-1971* (New York: Random House, 1972), pp. 1952, 2283.

また、アポロ計画は国際関係における競争と協力の交錯の中から決定され、推進された宇宙政策であり、アポロ計画における競争と協力は国際関係（冷戦）の安定性向上に貢献したという主張もある¹²。ただ、歴史学者や国際政治学者の間では、アポロ計画に国際政治的意義は少なかったという意見もある¹³。確かに、直接的・短期的な軍事的・経済的影響という点では、スパイ衛星やインテルサットなどの実用衛星の方が大きかったと言うべきであろう。しかし間接的・長期的には、アポロ計画によって生み出された宇宙技術と軍事技術の連携、宇宙技術のスピンオフ、システム工学の発展など、軍事的・経済的影響は非常に大きかったと言うべきである。

そもそも、アポロ計画は軍事でもない、商業でもない、科学でもない、「民生の (civilian)」計画として、そして冷戦の流動的な最前線での戦闘の一部として決定された。その一方で、アポロ計画の科学技術的意義を最大限に高める努力が行われており、また、その軍事的あるいは商業的可能性が否定されていたわけではない。したがってアポロ計画の目的は、もちろんその中で優先順位があってそれこそが重要であるが、多様なものだったのである。

この目的の多様性と経費の莫大さを理由として、アポロ計画は定量的な評価が難しく、抽象的で定性的評価にとどまってきたのも事実であろう。しかしだからと言って、アポロ計画の政治外交的意義を過小評価することはできない¹⁴。

②技術発展／産業界への貢献

アポロ計画により信頼性を上げるための技術や高度な制御技術などが発展し、産業界に広がっていったと言われている。日本が宇宙開発に導入している信頼性やシステムエンジニアリングの手法は、米国のアポロ計画等で築き上げられてきたもので、宇宙分野では国際宇宙ステーション（ISS）などのプロジェクトを米国と協力して実施してきたため、比較的導入が早かった。現在では、様々な大学でシステムエンジニアリングの講座が立ち上がり、産業の中にも浸透しつつある。

アポロ計画は巨額を投じたプロジェクトであったため、大きな経済的効果が生み出された可能性も否定できない。当時 NASA でアポロ計画に従事してい

¹² 渡邊浩崇「ケネディ政権とアポロ計画—宇宙政策における競争と協力—」(一)、(二・完)。

¹³ 一例として、Walter A. McDougall, ... *The Heavens and the Earth: A Political History of the Space Age* (New York: Basic Books, 1985), pp. 411-414.

¹⁴ 政治外交史（宇宙政策史や冷戦史）、科学技術史、人類史などの観点から、アポロ計画の歴史的総括を試みたものとして、John M. Logsdon, Walter A. McDougall, Daniel J. Boorstin, and Frank White, *Apollo in Its Historical Context*, Edited Version of Remarks Presented at a July 19, 1989 Symposium (Washington, DC: Space Policy Institute, George Washington University, April 1990).

た科学者や数学者が、アポロ計画の終結によりウォール街に進出し、投資の世界に科学的な手法や高度なコンピュータ技術をもたらしたのが金融工学の始まりと言われている。また、アポロ計画の誘導コンピュータには初期の集積回路（IC）が数多く使われており、半導体の発展にも大きく寄与した。IC 創成期において市場に出回る価格が高い時期に NASA や国防総省などがかなりの部分を買取り、最初に NASA で信頼性のテストが行われた。それが民間で活用されることにより、信頼性や極小化に貢献したといわれている。最先端の科学技術を牽引し、間接的・長期的に軍事技術にも貢献した。

③教育／人材育成への貢献

アポロ 11 号の月着陸を見て、当時の世界の若い世代がインスパイアされた。実際に多くの人のその後の人生を決めていく根源的な要因になったと考えられる。米国におけるアポロ計画／NASA 予算と理科系 Ph. D の学生の数との関係を見ると、アポロ計画の開始前後から理科系 Ph. D 学生が増え始め、人類初の月着陸の数年後にピークに達し、アポロ計画が縮小・中止されると共に減少している。特に物理科学系 Ph. D 学生と工学系 Ph. D 学生の数はその傾向が顕著に出ており、アポロ計画と Ph. D 学生の数で因果関係があると考えられる。ただし、米国においてはスプートニクショックの後に国防教育法（1958 年）が制定され、教育に投資を増やした背景もあり、アポロ計画と時を同じくして理科系 Ph. D 学生が増えたのはその影響も考慮する必要がある。

④経済的利益

具体的な経済的なりターンについては、アポロ計画単独での評価はほとんどないものの、1959 年から 1969 年までに NASA が拠出した研究開発支出 250 億ドル（ほとんどがアポロ計画への支出）に対し、1959 年から 1987 年までに得られる利益は 1810 億ドルに達すると予測した報告もある¹⁵。

（2）月・惑星探査

太陽系の天体を地上から望遠鏡で観測するだけでは、得られる情報はきわめて限られたものでしかない。その天体を科学的に調べるためには、人間が行くか、観測機器を搭載した探査機を送りこむ必要がある。月については、アポロ

¹⁵ “Economic Impact of Stimulated Technological Activity,” Final Report, Midwest Research Institute, Contract NASW-2030, 15 October 1971, in John M. Logsdon, et al. eds., *Exploring the Unknown: Selected Documents in the History of the U.S. Civil Space Program, Volume III: Using Space* (Washington, DC: NASA SP-4407, 1998), pp. 408-414.

計画による有人探査がおこなわれた。1965年には、「マリナー4号 (Mariner-4)」がはじめて火星表面の近接撮影に成功し、クレーターだらけの表面の写真を送ってきた。これは、惑星観測における「望遠鏡時代」の終わりを告げる象徴的な出来事であった。現在、人類はすべての惑星およびいくつかの小天体に探査機を送っている。

アポロ計画および各探査機の成果によって、太陽系に関する教科書の記述はほとんど書き換えられたとあってよい。以下に、アポロ計画および惑星探査の成果を簡単にまとめる。

①アポロ計画の科学的成果

アポロ計画の最大の科学的成果は地球に持ち帰られた約 380kg の月の石にある。これらのサンプルの成分分析や放射性同位元素による年代測定によって、採取された場所（海や高地）の岩石組成や年代が明らかになり、月の歴史や初期の太陽系についての基本的なプロセスが明らかになった。また、採取場所の岩石の絶対年齢とその場所のクレーターの数との相関関係が明らかになり、クレーター年代学が成立した。これによって、他の天体についてもクレーターの数を観測することによって、表面の古さを推定することが可能になった。

アポロ 17 号のハリソン・シュミット (Harrison H. Schmitt) 宇宙飛行士は地質学者であった。サンプル採取は無人でも可能だが、採取すべき岩石をその場で選ぶことや表面下を掘って採取することは現在でも困難である。この点は、有人探査の優位性を示すものである。アポロ計画ではこの他、月面に設置した地震計や、軌道上からのカメラ撮影、鉱物分布観測などにより、多くの成果が得られた。

なお、アポロ宇宙船の着陸地点決定のために、「レンジャー (Ranger)」、「サーベイヤー (Surveyor)」、「ルナー・オービター (Lunar Orbiter)」等の月無人探査機による事前調査が行われた。月に関する科学的知見の多くが、これらの探査機によってもたらされた。

総じて、アポロ計画による科学探査によって、月ばかりでなく、太陽系の起源や進化についての人類の知見が飛躍的に増加した。

②水星

1974年と1975年に「マリナー10号 (Mariner-10)」が接近し、表面の観測を行った。それ以後、長い間、探査機は打ち上げられなかったが、2004年に「メッセンジャー (MESSENGER)」が打ち上げられ、2011年に水星周回軌道に入る予定である。2008年1月には1回目の水星フライバイを行い、観測画像を送ってきている。

③金星

金星は不透明の雲におおわれているため、望遠鏡では表面を見ることはできない。ソ連は早い時期からベネラ探査機シリーズを送りこみ、表面のデータや写真を送ってきた。米国の「パイオニア・ビーナス (Pioneer Venus)」(1978年)と「マゼラン (Magellan)」(1990年)は表面をレーダーで観測し、金星全体の地形を明らかにした。また、その表面が全面にわたって地質学的にきわめて新しいことも明らかにされた。2006年にはヨーロッパの探査機「ビーナス・エクスプレス」が金星周回軌道に入り、主に大気の観測を行っている。

④火星

1976年に2機の「バイキング (Viking)」探査機が到達し、オービターが軌道上から表面を観測すると同時に、ランダーが着陸した。ランダーは表面の写真を地球に送ってくるのと同時に、火星の土壤中に生物が存在するかどうかのテストも行った。

近年、米国は「マーズ・グローバル・サーベイヤー」、「マーズ・オデッセイ (Mars Odyssey)」などの周回機を火星に送り込む一方、「マーズ・パスファインダー (Mars Pathfinder)」の「ソジャーナ (Sojourner)」に続き、2004年に「スピリット (Spirit)」と「オポチュニティー (Opportunity)」という2機の本格的な火星探査ローバ (Mars Exploration Rover : MER) を着陸させた。その主目的は、火星に水が存在した証拠の直接的な発見である。この目的は達成され、2機のローバは現在も活動中である。

欧州は着陸機「ビーグル 2 (Beagle-2)」のミッションには失敗したが、高解像度ステレオカメラを搭載した「マーズ・エクスプレス」が火星を周回中である。

⑤木星

「パイオニア 10 号、11 号 (Pioneer-10, 11)」に続いて 1979 年に木星を訪れた「ボイジャー 1 号、2 号 (Voyager-1, 2)」は、木星とその衛星を間近から観測し、データを送ってきた。多数の新発見がもたらされ、4 大衛星もその姿が明らかになった。木星に薄いリングがあることも明らかになった。1995 年に到達した「ガリレオ (Galileo)」は、木星を周回して観測するとともに、そのプローブを木星大気中に投下した。

⑥土星

「パイオニア 11 号」に続き、1980 年には「ボイジャー 1 号」が、1981 年には「ボイジャー 2 号」が土星を訪れ、土星の輪や衛星などに多数の新発見があった。

2004年には「カッシーニ」が土星周回軌道に入った。2005年には「ホイヘンス・プローブ」が衛星タイタンに降下し、はじめてその表面を撮影した。カッシーニの観測は現在も続いており、衛星エンケラドスからの水の噴出など、興味深い現象を観測している。

⑦天王星

これまで、天王星を訪れたのは1986年の「ボイジャー2号」のみである。横倒しの惑星の環や衛星を観測した。

⑧海王星

これまで、海王星を訪れたのは1989年の「ボイジャー2号」のみである。衛星トリトンでは、氷の火山が発見された。

⑨太陽系外縁天体

太陽系外縁部ではいわゆるエッジワース・カイパーベルト天体の発見が続いており、科学的関心が高まっている。冥王星を含む太陽系外縁天体を観測した探査機はないが、2006年打ち上げの「ニューホライズンズ (New Horizons)」が2015年に冥王星に到達する予定である。

⑩小惑星

木星へ向かうガリレオは小惑星アイダ、ガスプラを近接撮影した。「ニア・シューメーカー (NEAR Shoemaker)」は2000年に小惑星エロスを周回軌道から探査、最終的には表面に到達した。

日本の探査機「はやぶさ」は2005年イトカワに到着、サンプル回収を試み2010年に地球帰還の予定。イトカワはその質量が小さいため、微小天体が集積して一体化する前の段階で進化が止まってしまった原始的天体の可能性があり、太陽系の進化の解明に大きな知見を与えるものである。

⑪彗星

2004年に彗星ビルト2に接近した「スターダスト (Stardust)」は、彗星のちりを回収し、2006年に地球に帰還した。2005年、探査機「ディープインパクト (Deep Impact)」はテンペル1彗星を近接観測するとともに、インパクトを彗星に衝突させる実験を行った。

(3) 天体観測

天文学は地上から光学望遠鏡で宇宙を観測することによって発展してきた。しかしながら、地上から観測できる波長は可視光と赤外線の一部、それに電波の領域のみである。これを「大気の窓」といい、これ以外の電磁波、すなわち赤外線、紫外線、X線、ガンマ線などは大気中の分子や水蒸気などによって吸収され、地上に届くことはない。電波の領域もサブミリ波あたりになると、大気の影響を受けはじめる。

このため、天体をさまざまな波長で観測するには、観測装置を宇宙に打ち上げなくてはならない。一方、光学望遠鏡も大気のゆらぎなどの影響を受けるので、より高精度の観測を行うには、ハワイやチリなど観測に適した場所に大望遠鏡を設置するか、望遠鏡を宇宙にもっていく必要がある。

天文学にとって宇宙からの観測が必要な理由は以上による。

以下に、主な宇宙望遠鏡と天文観測衛星について簡単にまとめる。

①可視光

1990年に打ち上げられ、1993年から本格的な観測を開始したハッブル宇宙望遠鏡は、それまで大気層を通してしか見ることのできなかった諸天体を、驚くほどの解像度で観測することに成功した。星の誕生から死、銀河の構造、遠方の銀河などについて、多くの知見が得られた。また、望遠鏡の本来の目的の1つであったハッブル定数（宇宙膨張の定数）の決定も行われた。ハッブル宇宙望遠鏡では可視光のほか、近赤外、紫外の領域での観測も可能である。

②赤外線

1983年に打ち上げられた世界初の赤外線天文衛星 IRAS は、赤外線での全天サーベイを行い、宇宙には多数の赤外線源（ちり、星や銀河の形成領域など）があることを明らかにした。現在運用中の日本の「あかり」は、この全天サーベイをより高感度、より高解像度で行い、星や銀河の形成プロセスを解明するものである。

スピッツァー宇宙望遠鏡は、ハッブル宇宙望遠鏡やチャンドラ X線望遠鏡（後述）とともに「宇宙望遠鏡」シリーズの1つをなすもので、2003年に打ち上げられた。各天体の赤外線領域での高解像度観測が可能で、可視光では見えていなかったさまざまな現象が明らかになった。

③紫外線

2003年に打ち上げられた紫外線天文衛星 GALEX は、主に銀河の進化や星の形成領域などの観測を行っている。

紫外線望遠鏡は太陽の観測にも必要で、現在運用中の「ひので」も活躍して

いる。

④X線

X線の領域はブラックホールの観測などに欠かせない。日本はX線天文衛星について、1979年の「はくちょう」から現在の「すざく」にいたるまで、世界に誇ることでできる実績をもっている。

1999年打ち上げのチャンドラX線望遠鏡は、各天体のX線領域での高解像度観測が可能で、X線天体の観測だけでなく、ハッブル宇宙望遠鏡やスピッツァー宇宙望遠鏡とのコラボレーションにより、観測対象の構造やそこで起きている現象を多角的に理解することにも役立っている。

⑤ガンマ線

1991年に打ち上げられたガンマ線観測衛星コンプトンは、なぞの多いガンマ線バーストの観測などに大きな成果をもたらした。

⑥電波

1997年に打ち上げられた「はるか」は、地上の電波望遠鏡との連携で、「宇宙VLBI（超長基線電波干渉計）」を形成し、電波源の観測を行う世界初の試みであった。地上のVLBIよりも基線が長くなるので、高解像度の観測が可能になった。

宇宙の年齢や初期の歴史を研究するには、ビッグバンのなごりである宇宙背景マイクロ波放射を観測する必要がある。2001年打ち上げのWMAPは宇宙背景放射を高精度で観測し、宇宙の年齢が137億年であることを明らかにした。

3. 宇宙探査の意義

(1) 科学的意義

宇宙探査の意義として真っ先に考えられるのは科学的な成果である。自然科学の最大の目的は人間の知的探求心を満足させ、人間を取り巻く環境である自然界を理解することにある。宇宙、太陽系、生命の起源を知りたいというのは人類共通の欲求であり、新しい知見を得て起源を解明することは科学的に重要である。

また、人類が追求しているものの1つに地球外生命の存在の可能性がある。地球外生命を調査することは生命の進化を知る上で重要であり、人間とは何かということを考えるための一つの方法である。地球外生命が発見されれば、我々

の現在の価値観を根本から覆すような大きな変革をもたらす可能性がある。

宇宙探査は宇宙の起源や進化の解明、地球外生命の調査などに必須な手段であり、「宇宙に行かなければ分からないことが非常に多い」という点で、科学において宇宙探査はなくてはならないものである。

加えて、地球近傍天体（Near Earth Object:NEO、地球に接近する軌道を持つ彗星や小惑星等の総称）対策としても宇宙探査は重要である。将来、地球に飛来する、または地球に衝突しうる可能性が考えられるNEOを早期に探知し、その回避のための措置に関する国際合意を形成する必要に迫られるとの見解もある¹⁶。

（2）社会的意義

アポロ計画のところで既に述べたとおり、アポロ 11 号の月着陸は、当時の世界の若い世代を感化し、同世代の多くの人のその後の人生に大きな影響を与えた。宇宙探査の成果に影響を受けた人が、やがて新しい地球観・価値観を持ち、地球規模の問題を解決するような人材になる可能性は大きい。アポロ宇宙船が撮影した地球の画像は、地球が閉鎖系であり、資源は有限であることを、何よりも雄弁に人類に語りかけた。バックミンスター・フラーの造語「宇宙船地球号（Spaceship Earth）」や、「かけがえのない地球（Only One Earth）」という言葉は、アポロ宇宙船が撮影した地球の写真によってポピュラーなものになった。

JAXA が行ったアンケートによれば、日本が月面拠点を建設するためにどれくらいのお金を支払っても良いかという設問で、他の年代に比べて 50 代以上が突出して多い支払い意思額となっている。他のアンケートと比べ、50 代以上でこれほど突出することは珍しく、明らかにアポロ計画による影響といえる。ただし、宇宙探査が人々に与える心理的影響は少なからず確実にあるものの、実際に宇宙探査の成果がどのくらいの影響を与えているのか、あるいはどのような活動が効果的なのかを捉えるのは非常に難しく、今後何らかの手段を用いて検証してみる必要がある。

宇宙探査は宇宙活動の中でも一般の人にとって「よく目に見えるもの」の一つであり、一般による宇宙のより良い理解のためには非常に重要である。

地球外生命の発見などの価値観を覆すような成果は別として、多くの人にとって宇宙探査の細かな科学的内容はほとんど意味をもたないだろう。ただし、「世界初」や「世界最高」などの形容詞のつく成果は、一般へのアピール度が

¹⁶ Rusty Schweickart, “The NEO Challenge”, a presentation made at the National Defense University on April 26, 2007, in Washington, D.C.

高く、多くの人が宇宙に親近感を持ち、宇宙活動への理解を高める。日本の月周回衛星「かぐや」が撮影した「地球の出」などは、一般の人が宇宙をより良く理解するのに効果がある。また、「かぐや」の CM のような企業活動も宇宙の理解普及に効果があると考えられる。

また、宇宙探査の成果物の 1 つとして複雑なシステムの管理が挙げられる。巨大技術はリスクの塊だが、宇宙はそのリスクガバナンスの典型的なものである¹⁷。アポロ計画の成果としてのシステム工学の他、宇宙食の「食の安全性」確保の観点から考案された食品管理技術「HACCP」¹⁸なども宇宙探査から社会に派生した管理手法として有名である。組織の設計・維持のための宇宙で培ったそのようなシステムは、例えば地方自治体の経営や企業のマネジメントなど、社会システムを動かす際の参考になる可能性がある¹⁹。

(3) 経済的意義

経済の視点から考えると、宇宙探査への投資に対するリターンという考え方が重要である。宇宙探査からのリターンは複層的なものであり、科学・学術面でのリターン、政治・安全保障上のリターン、社会的リターンの他に、経済・ビジネス上のリターンが考えられる。

「はやぶさ」や「かぐや」の影響もあり、宇宙探査への一般の関心が高まりを見せていることに加え、地球環境問題の大きな盛り上がりもあり、それらが衛星写真などの商業的な価値を引き上げていることは注目されるべきところである。民間はテレビコマーシャルに宇宙からの画像を活用するなど、宇宙の裏にあるブランドの価値をうまく商業利用している。

(4) 本質的な意義

未知の世界を探査するというのは人間の本質である。個の欲求としての地球以外の場所を探査したい、宇宙を見たいという思いが集まることにより、個の欲求の集合体となり、それが宇宙探査の意義となる。個のレベルでは合理性よ

¹⁷ この部分については、木下富雄京都大学名誉教授のインタビューを参考にした。詳細については 5 年前から実施されている (財) 国際高等研究所と JAXA との共同研究を纏めた報告書「木下富雄編 2008 宇宙問題への人文・社会科学からのアプローチ」(9 月刊行予定) を参照のこと。

¹⁸ HACCP は従来から行われてきた最終製品の検査に重点を置く衛生管理方法とは異なり、食品の安全性をより高めるために、製造における重要な工程毎に管理 (危害の分析、予測) することで、より安全性を高めるための手法。

¹⁹ 前述の註 18 と同様、木下富雄京都大学名誉教授のインタビュー

りも、何かをやりたいということが実際の行動を左右する。

好奇心はDNAに組み込まれた基本的なものであり、人類の進歩を支えている根本的なものである。人間だけでなく猿の世界でも、食や性よりも、好奇心の方がより強い動機付けになるという心理学の実験データもある。²⁰

このように知能を持った生物にとって、好奇心や知的欲求というものは少なからず普遍的な存在としてあるが、特に先進諸国では宇宙探査で知的な好奇心を追求することが必要になってくるであろう。若者の就業意識を見ても、これまでの経済的な利益の追求よりも、社会的な貢献といった意識が強くなってきており、時代的に考えてもそういった知的な好奇心の追求が今後重要になってくると思われる。

4. 宇宙探査と日本の国益

(1) 国益と人類益／宇宙益²¹

国益ということを考えた場合、その使い方に充分留意する必要がある。宇宙探査の国益というと資源の獲得や軍事的優位性というものが必ず入ってくることになるが、それらが意図せずとも前面に出てしまえば国際的な非難を受ける可能性がある。したがって、場合によっては国益に代えて人類益や宇宙益という表現を使っていくことも必要であり、特に、国際場裏では、人類益や宇宙益という平和的な表現を効果的に用いることは重要といえる。宇宙を特定の覇権国家のものにしてはならず、発展途上国も含めた人類共通の財産にするべきだという見解は、平和憲法を持つ日本であるからこそ言えることであり、それが内向きには国益になると考えられる。

一方、人類益や宇宙益というのは抽象的なもので、短期に考えた場合、それに対する具体的なリターンが見えにくい部分があることも事実である。国益という、より具体的な概念の方が説明し易い場合もあり、その時々によって国益と人類益／宇宙益をうまく使い分けていく必要があろう²²。

(2) 国の威信や矜持の向上

国の威信や矜持の向上は、間違いなく国益となるであろう。国家威信とは、

²⁰ 前述の註 18 と同様、木下富雄京都大学名誉教授のインタビュー

²¹ 前述の註 18 と同様、木下富雄京都大学名誉教授のインタビュー

²² 前述の註 18 と同様、木下富雄京都大学名誉教授のインタビュー

国家が国際社会の中で立派な一員として、他から侮られることなく信頼と尊敬を受けることであり、一方、国家の矜持とは国家としての誇りや自尊心であり求心力である。そのような威信や矜持を向上させるためには、政治的、軍事的、経済的、社会的、科学技術的などの総合的な国力（他の国家に対する優位性）、そしてその国家としての理念・価値観を国内外に誇示することが必要となる。

その最も効果的な手段の一つとして国家が選択してきたのが、宇宙活動であり、有人・無人を含めた宇宙探査であった。宇宙探査は宇宙活動の根本であり、宇宙活動の中でも国際的・地球的・人類的活動としての側面が強い。また、宇宙探査は最先端の宇宙科学技術を必要とする場合が多く、現代の科学技術を牽引するものの一つである。一方で、宇宙探査は宇宙活動の中でも、直接的・短期的に国民一人一人の利益につながりにくく、科学技術力はもちろんとして経済力などに余裕がなければ積極的に取り組むことはできない。加えて、最先端の宇宙探査に取り組んでいる国家は、人類と地球の発展のためという理念・価値観を持ち、なおかつそれを実現する豊かな国力を持った国家というイメージを持たれることが多い。もちろん、その裏に宇宙をわが物にしたい、軍事的・経済的利益を先取りしたいという野望を疑われることもある。特に、宇宙探査から宇宙利用の段階に移行してゆく過程において、それらがより深刻な問題に発展しうるであろう。

したがって、宇宙探査が国際社会に対して、潜在的・間接的ハードパワーとソフトパワーの両方を同時に誇示することができるという点で、宇宙活動の中だけでなく他の政策と比較してもこれに代わるものは少ない。米国が1960年代にアポロ計画に取り組んだ理由はまさにこれである。現在においても、米国や中国が宇宙探査に積極的に取り組んでいるのは、宇宙というフロンティア領域が近い将来に地政学的に重要になるからということもあるが、それよりも宇宙探査がその国の普遍的理念・価値観及び総合的国力を国際社会に示すのに最も効果的な手段の一つであると考えているからではなかろうか。

こうして宇宙探査によって、その国の普遍的理念・価値観及び総合的国力を国際社会に示すことができ、その国の威信や矜持を向上させることができるのである。では、そのような威信や矜持によって、より具体的にはどのような利益がその国にもたらされるのであろうか。主として、世界における日本の地位の向上、先行者の利益、そして交渉力を支えるバックグラウンドの3つが考えられる。

（3）世界における日本の地位の向上

「かぐや」が捉えたハイビジョンカメラによる「地球の出」、「地球の入」の

映像は人類にとって大きなインスピレーションを与えた。そのような成果が出れば世界における日本の地位が上がり、それが国益となる。その際極めて重要なポイントとなるのはミッションのコンセプトである。他国でもできることをやっていたのでは、評価は高くない。「はやぶさ」が海外で高く評価されている理由の1つは、それがNASAやロシアのような宇宙大国では考えないようなチャレンジングなミッションだったことにあると言える。つまり、「かぐや」や「はやぶさ」のように、コンセプトが先進的で、新たな発見の要素に富み、優れた技術が投入されたミッションを進めていけば、日本国民が世界に誇れる宇宙探査が可能なのである。

また、宇宙探査は宇宙活動の原点であり、宇宙に限らず現代の科学技術を牽引するものの一つであり、宇宙コミュニティ内における発言力強化のためにも宇宙探査は極めて大きく貢献する。ロシアを例に挙げると、ロシアは旧ソ連時代に極めて多くの宇宙探査の実績を有しているものの、最近までは、逼迫した予算のために単独での宇宙探査活動を遂行できない状況にあった。しかし、独自の計画はないものの、火星探査機フォボスを中国と協力して実施するなど、いろいろな国に働きかけて宇宙探査協力をアプローチしている。各国でロシアとの協力を模索する動きは数多く見られ、いまだ宇宙コミュニティ内において、強い発言力を持っている²³。

宇宙探査の分野において、日本はX線天文衛星、太陽観測衛星、「はやぶさ」「かぐや」のように、世界に誇れる実績を持っている。こうした探査計画を進めていけば、日本の科学に対する総合的な評価を高めることに貢献できるであろう。更に、こうした探査計画をになう科学者や技術者も、巨大科学と国際協力という時代の要請にこたえられる資質を身につけることができるであろう。

宇宙に限らず、生物学、物理学、地球科学などさまざまな分野において現在の科学は巨大化しており、一方では競争しながらも、国際協力が必須となっている。したがって、自国の科学の優位性を保ち、リーダーシップを発揮しながら、国際協力を進めていくことが必要である。

(4) 先行者としての利益

宇宙空間や天体に対して、そこに行ったことがある、そこについてよく知っている、そして今も行くことができるという事実による先行者の利益が考えら

²³ ロシアでは、最近の好況を反映して、民生分野の宇宙予算は21世紀最初の5年間で4倍となっており、今後のプログラムの活性化が予想される。兵頭慎治「ロシアにおける宇宙開発政策の立案プログラム－2006-2015年のロシア連邦宇宙プログラム」『国際安全保障』第35巻第1号、2007年6月、116頁。

れる。現在までに日本は予算を費やして宇宙開発を行ってきたが、先に宇宙開発を行うことで既得権を確保するという事は国益につなげる上で重要な要件である²⁴。ある程度体制が固まった後に国際協力プロジェクトに参加するのと、提供する資金は少なくとも最初から参加しているのでは、国際社会の日本に対する視線、評価は、相当異なるであろう。既に述べた通り、かつて米国と共に宇宙探査を牽引してきたロシアも、他国が相次いで宇宙探査活動を活性化させていることから、有人飛行分野でのロシアの先行者の利益を失わないためにも宇宙探査を行うということを掲げている。

また、例えば月について、他国が月の資源や資源が濃集している地域の領有権を主張するような場合を考えると、「かぐや」がその前に月面を徹底的に調べ、そのデータを取得し、科学的データとして発表していれば、領有権の否定を規定する国際法（宇宙条約第 II 条）の擁護者として、国際社会において日本は大きな発言力を持つための必要条件となりうる。

（5）交渉力を支えるバックグラウンド

国の威信や矜持の向上はそのまま交渉力を支えるバックグラウンドとなる。現在、国際社会において日本の置かれている状況を考慮すれば、宇宙活動は、ハードパワー的側面から間接的に、ソフトパワー的側面から直接的に、日本外交に貢献することが望ましく、そのために宇宙活動の中でも宇宙探査は絶好の分野である。

また、科学的成果に目を向ければ、その厳密な評価は科学コミュニティの中で行われるが、その国がどのような探査計画をもっているか、探査機がどれだけの性能をもっているか、ミッションが成功し、どれだけの科学的発見がなされたかなどについては、その国の象徴としての側面も持つ。ただし、宇宙探査の場合、地球温暖化問題について日本に影響をもたらす「温室効果ガス観測技術衛星（GOSAT）」²⁵などの地球観測ミッションとは異なり、その成果は直接、われわれの生活に役立つという性格のものではないので、すぐに外交的効果が現れるわけではない。したがって、その探査計画がいかに優れたものであり、人類の知の領域拡大に貢献するかを積極的にアピールしなければ、この効果は生まれてこないだろう。国際交渉や会議の場で、日本の宇宙探査の成果を的確にアピールできる政治家や外交官が増えれば、より効果が出るであろうと考えら

²⁴ 前述の註 18 と同様、木下富雄京都大学名誉教授のインタビュー

²⁵ GOSAT は、JAXA、環境省及び国立環境研究所が共同で進めている計画。宇宙からの温室効果ガスの濃度分布を観測する衛星で、温室効果ガスの吸収排出状況の把握など、温暖化防止への国際的な取り組みに貢献することを目的としている。2008 年度の打上げ予定。

れる。

5. 今後の検討課題

(1) 宇宙探査の商業的価値

宇宙探査の商業的な価値を引き上げる努力をする必要がある。従来の宇宙への参加者は限られた内部のものだけであったが、これを外へと広げ、今まで宇宙と関係の薄かった人や企業を宇宙へ引き入れるべきである。また、宇宙探査はオリンピックやサッカーのワールドカップなどと同じように、「世界の日本代表」であるという意識を持ち、この視点から外へ向けた広報活動を行うべきである。更には、宇宙探査から得られた映像を科学的な資産として捉えるだけでなく、映像的な資産、アーティスティックな資産などとして捉え、これを外部の人が評価する仕組みを作るべきであると考えられる。より具体的には、①探査技術をより広く経済界から求める：「宇宙でも使われる当社の技術」となることにより、参加企業には大きな宣伝効果が得られる、②日本代表として見える部分で日本のデザインを使う（日本人のアイデンティティの発揚、宇宙への参加者の和み、などの効果）、③宇宙映像をデザイン的に活用できる道を開く、などが考えられる。

このようにして、新たなプレーヤーや発想を取り入れて、宇宙の価値を引き上げることにより、宇宙へ幅広い範囲の企業が参加できるようになれば、将来的には宇宙探査への資金を企業から引き出させることが可能になるだろう。そして、それが宇宙探査における新たな PPP（官民連携）の形に発展することも考えられる。これは、企業側からも CSR（企業の社会的責任）の視点から魅力的である。また、このようなアプローチが、従来の科学的探究、国同士の競争、国の政治上の Prestige などと代わる（あるいは、加わる）、社会やビジネスに役立つ宇宙探査というイメージ構築につながる。

(2) 広報普及活動

宇宙探査は子供の夢であり、天文ファンなどの層を広げていくことが出来る分野である。子供が興味を持ち、層が広がれば、将来宇宙を支える層に厚みが出てくるため、そういう層をいかにつかんでいくかが重要となる。現在、JAXA は「はやぶさ」の DVD を作りプラネタリウムや科学館に配布しているものの、まだまだ広報・マーケティングが充分ではない面があり、さらに充実させる必

要がある。例えば、「かぐや」についての手に触れられるキット（プラモデルや模型）を制作・販売することや、教育用のビデオを作り、全国の小学校に配布・提供することなどによる広報・教育的インパクトは非常に大きいように思われる。また、理科の教科書は昔とほとんど変わっておらず、宇宙探査や最近の天体観測の成果はほとんど載っていない。「はやぶさ」や「かぐや」を教科書に載せる他、太陽のところの記述で「ひので」を載せることなどにより、若い世代へのインスパイアという意味で非常にインパクトがあると考えられる。

（3）効果的な宇宙探査の継続

アポロ計画のところで既に見てきたとおり、アポロ計画／NASA 予算と理科系 Ph.D の学生の数とは密接に関係しているように思われる。逆に考えると、アポロ計画のような大きなプロジェクトが盛んに行われているときは教育的効果が持続するが、一旦プロジェクトが途切れてしまったときには効果が減少すると考えられる。アポロ計画のような大きなプロジェクトを継続することは難しいが、教育に大きく影響を及ぼすような効果的な宇宙探査を継続して行っていくことが必要であろう。

（4）科学ドリブンと政治的プライオリティのバランス

NASA では科学ミッションを選定する場合、公募で科学的なプライオリティで選ぶ場合と、政策的なプライオリティで決める場合と両方の機会を持ち合わせている。科学者からのボトムアップの場合、計画自体は国が考えるのではなく、まずは科学者がやりたいことを提案し、最終的に審査に通ったミッションに予算が与えられる。トップダウンで決定したミッションの例としてはアポロ計画が挙げられる。アポロ計画においては、当初 NASA が内部計画として策定したため、ある意味、下から上がってきた計画ともいえるが、その時は実施には結びつかず、1961年4月の2つのショック（アポロ計画の箇所（2（1））で既述）が引き金となり、政策的プライオリティに基づいて実施が決定された。

宇宙探査を科学が牽引するか、政治的要因が牽引するかのバランスについては、その時代に応じて常に変化しているといえる。組織のプライオリティに合わせて上層部の人事も変化し、それによって宇宙探査のミッションの傾向が変化する。米国において以前はボージャーやパイオニアのように必ず2機ずつ探査機を打ち上げていたが、ゴールドマン元 NASA 長官時代には「Faster, Better, Cheaper（より早く、より良く、より安く）」を掲げたディスカバリー計画での惑星探査が行なわれるようになった。しかしその後、火星については、火星ロ

ーバ（MER）を再び2機体制にするなど力を入れ、多少のリスクがあってもチャレンジするという方針に転換している。その後も次々に火星着陸機の計画が策定され、大型化していることから、火星探査については政治的なレベルでの意図もあると考えられる。

従来から日本では、全国から科学・探査ミッションの提案を募集し、全国の専門家が提案を審査し、競争原理を働かせて実際に実施するミッションを選定するという方法が採られてきた。これはある意味でオリンピックの日本代表選手を選定するようなものであると言える。近年は、そのようなボトムアップに加えて、社会的背景や日本の置かれている立場からトップダウンでミッションを実施するという動きも出始めている。宇宙探査を科学が牽引するか、政治的要因が牽引するかのバランスについては、車の両輪のようなものであり、日本の宇宙開発にとっても両方バランスよく取り入れながら宇宙探査を実施していく必要があるだろう。

（5）宇宙探査の軍縮への活用

宇宙探査の軍縮への活用として、宇宙からの宇宙兵器の配備や他の宇宙物体への武力の行使の監視が考えられる。国際社会では、国連軍縮特別総会の結果設立された「軍縮会議」（Conference on Disarmament : CD）（1984年以前は「軍縮委員会」（CD）という名称であった）、欧州審議会等をはじめとするさまざまなフォーラムで長年カナダやフランスなどが主張している信頼醸成措置である。フランスは、1978年以来、国際衛星監視機関（ISMA）を提案し、カナダは1986年以来、パクサット計画を推進する。パクサット計画とは、カナダが1986年に軍縮会議（CD）内外で発表した検証措置で、パクサットAとパクサットBの2つのプログラムからなる。パクサットAは、宇宙から宇宙を監視し、宇宙兵器の実験や配備がないことを証明することを目的とする。完全な検証ができない場合でも、宇宙での兵器実験の敷居を高くすることが期待されている。パクサットBは、地上の軍事行動勃発の予防監視や武力紛争時の事実調査、多国間軍備管理条約（南極条約、核不拡散条約、海底非核化条約、化学兵器禁止条約など）検証の一手段として用いることを予定する²⁶。1980年代には、民生のリモート・センシング衛星の解像度では、特に宇宙から宇宙の監視に不十分であるとされ、導入に向けての真剣な議論に入ることはなく、その後、パクサットについて言及されることは、ほとんどなかった。しかし、解像度0.6メートル程度にまで向上した最近の商用画像の性能に鼓舞されて、カナダ外務省は、21世紀初期より、パクサット案の研究を再開した。2006年6月21日にカナダがCDに提出した文書

²⁶ CD/PV.367 (1986), pp.28-29.

CD/1785 は、宇宙技術の格段の向上、現在は冷戦構造が存在しないため、宇宙の監視について主要な宇宙大国がより寛容であり得ることなどを理由に、宇宙での兵器実験などを監視するための検証措置として、パクスATT Aを再提案するものであった²⁷。

現在のところ、CD においてパクスATT A 案を進める具体的な計画はないが、中国の衛星破壊 (anti-satellite: ASAT) 実験のような行動が起きたこともあり、国際情勢次第では、宇宙の監視は、必要な方策として真剣な議論が開始する可能性もある。日本としても、日本の技術を用いて、宇宙の軍事利用を監視するシステムなど、軍縮に資する提案を行い、国際的な合意の下で同システムを開発し得る可能性があり、軍縮の促進を積極的にリードしていく立場からも国益に適うと考えられる。

(6) 宇宙探査を外交政策につなげるための制度作り

宇宙外交に関して、日本は宇宙政策を他の分野の政策と連動させて、交渉上の取引材料の一つとして活用することが時には必要である。宇宙探査は、日本が比較優位を持つ分野として交渉上の取引材料となりうる。

宇宙外交の例として、1969 年日米交換公文を考えてみたい。1960 年代前半から半ばにかけて、日本は旧ユーゴスラビアやインドネシアに固体燃料による観測ロケットを輸出し、輸出拡大に意欲を示していた²⁸。米国は日本の固体ロケット技術の輸出が、輸出先で弾道ミサイルに転換されることを警戒し、日本の輸出に歯止めをかけることが必要であると考えていた。当時また、1964年10月、中国が核実験に成功して核兵器国となったことから、日本も核武装を考えるのではないかということ、および他のアジア諸国が共産主義の方が優れたシステムと考えるのではないかということも米国の懸念材料であった。日本が中国よりも早く地球周回軌道にロケットを打ち上げることができれば、米国にとっても自由主義諸国の科学技術の優位を示すことができ、また、日本も国家威信が保たれたと考え、核武装という選択肢を捨てることができるであろう、というのが米国の見通しであった。そこで、米国の液体燃料ロケットの技術を日本に移転するかわりに、固体ロケットの輸出を差し控えさせ、かつ、非核兵器

²⁷ Canada, *Space-based Verification : PAXSAT A Then and developments since*, CD/1785 (21 June 2006).

²⁸ 1964 年 2 月、佐藤栄作首相は、国会において、「東大のほうは、カップロケットならば、これはもうユーゴスラビアに行ったとか、あるいはパキスタンというように、各国にも出ております。」と述べ、ロケット輸出を有望な輸出品目ととらえていた。衆議院科学技術振興対策特別委員会議録第 6 号、昭和 39 年 2 月 26 日、12 頁。また、青木節子『日本の宇宙戦略』334-335 頁および 349 頁参照。

国にとどまらせるよう努めたのである。佐藤内閣は、この交換条件を日本の国益に合致するものと判断し、米国との取引に応じ、厳格な輸出管理、宇宙の平和利用、インテルサットシステムの支援などに応じることになった。その結果、1969年7月に日米交換公文が締結された²⁹。

したがって、この日米交換公文は、米国の日本に対する核・ミサイル（ロケット）の不拡散政策と共産主義の封じ込め政策の一環という側面が強い。しかしながら、他の外交案件との取引という面もあったようである。今後のさらなる検証が必要であるが、米国から日本への宇宙技術移転の交渉は、沖縄返還や経済摩擦の交渉と重なっている部分が多く、日本側が技術移転を受け入れたことが、米国側から沖縄返還などに関して好意的対応を引き出すことにプラスに作用したと考えられるのである。このような意味では、過去にも日本の宇宙活動がその外交政策に貢献していたとすることができるだろう。ただし、概して日本は宇宙探査において、日本の国益となるよう国際社会にアピールできるものを持っているにもかかわらず、うまく外交政策につなげられていない現状がある。先行者としての日本の技術的比較優位がなくなる日が来るかもしれないということを考えた場合、日本に有利な段階で、法制度形成や発言力の確保、交渉力を支えるバックグラウンドという観点から幅広く日本の外交力の一要素となるよう、宇宙探査を位置づけていく努力が重要である。

宇宙活動における日本のリーダーシップが一般に知られていない主要な理由の一つに、日本はボトムアップの政策形成・決定であり、米国のように国家・政府のトップレベルの決定として開始されることが少ないために、国内外への発信力が弱くなってしまっていることが考えられる。米国においては当初ホワイトハウスで意思決定を行い、省庁間ワークショップなどで各省庁の利害調整をした上で、NASA や国務省などが動くという制度になっている。日本ではそれとは制度が異なり、必ずしも省庁・政府機関間の調整が迅速に行かない面もあり、日本の宇宙探査を外交力につなげる契機を失わせる結果となる一面が指摘できそうである。今後は、日本がリーダーシップを発揮できる国際会議等の場を活用し、宇宙探査をうまく外交政策に結びつけることができるような制度作りが期待される。その目的を達成するためにはまず、行政における省庁間のさらなる連携が必要であろう。

²⁹ 日米交換公文が成立するまでの政治外交過程については、黒崎輝『核兵器と日米関係—アメリカの核不拡散外交と日本の選択 1960-1976』（有志舎、2006年）、108-146頁。

「宇宙開発と国益を考える研究会」

～宇宙探査の意義～

報告書概要

平成20年3月

宇宙開発と国益を考える研究会

「宇宙開発と国益を考える研究会」報告書概要(1/5)

【今年度研究会の目的】

- 平成17年度の研究会(外交や安全保障の視点も含めた国益としての宇宙開発の意義について検討): 我が国の宇宙開発能力は、ソフトパワー的効果の多くは発揮されておらず、戦略的に展開する必要があり、宇宙政策と外交政策の連携強化等、宇宙開発活動を国内外にアピールする必要がある。
- 平成18年度の研究会(より実践的な「宇宙外交」の具体的方策について「アジア太平洋」地域に特化して検討): 国際緊急援助活動などの現場の声から、宇宙応用技術利用の可能性があること、我が国の宇宙外交は国際フォーラムを通じた国際貢献型等が中心とならざるを得ず、APRSAFの成長が望ましいが、外交政策決定者と宇宙機関関係者の情報共有の仕組みづくりが急務。
- 平成19年度は、日本の宇宙探査戦略に一貫性を持たせるべく、国益の観点から、我が国の宇宙探査の意義や目的を中心に本質的な議論を行う。
- 昨年度と同様、今年度の成果についても、政府等における宇宙政策検討の参考に供する他、広く一般にも公開し、世論形成に資する資料とする。

【検討の体制】

- 慶應義塾大学青木節子教授を主査とする5名の研究会メンバーによる検討(JAXAが協力)

【検討の経緯】

- 平成19年12月に第1回の会合を開催し、その後2月、3月と合計3回の会合を行い、更に外部有識者へのインタビューを行い、今回報告書を取りまとめた。

「宇宙開発と国益を考える研究会」報告書概要(2/5)

【1. 各国の宇宙探査の状況】

(1)国際協力の動向:米国新宇宙探査構想を契機に14機関からなるグローバル探査戦略検討グループ(GES)

(2)各国の宇宙探査政策のねらい

米国:将来的には有人火星探査 欧州:オーロラ計画(有人宇宙探査活動)、ニッチな太陽系探査
中国:国威発揚、国際協力、資源利用 インド:経済利益への直接貢献
ロシア:有人技術の優位性を背景に、存在感を維持

【2. これまでの宇宙探査の実績と評価】

(1)アポロ計画

- 宇宙分野だけでなく総合的に国際社会における米国の地位の回復に貢献(政治外交的意義)
- 信頼性技術や高度な制御技術、金融工学、半導体技術の発展等に貢献(技術発展/産業界への貢献)
- 若い世代への刺激、理科系学生の増加(教育/人材育成への貢献)
- NASA研究開発支出(1959~1969)に対する経済的リターン(1959~1987)は約7倍との報告(経済的利益)

(2)月・惑星探査

- 地上から望遠鏡で観測するよりも探査機を送りこんだ方が多くの情報が得られる。
→「望遠鏡時代」が終わり、太陽系の各惑星、太陽系外縁天体、小惑星、彗星の観測
- アポロ計画および各探査機の成果によって、太陽系に関する教科書の記述はほとんど書き換えられた。

マリーナ10号、メッセンジャー(水星)、パイオニアビーナス、マゼラン、ビーナスエクスプレス(金星)、マリーナ4号、バイキング、マーズ・グローバル・サーベイヤー、マーズ・オデッセイ、マーズ・パスファインダー、ソジャーナ、スピリット、オポチュニティ、マーズ・エクスプレス(火星)、パイオニア1、2、ボイジャー1、2、ガリレオ、カッシーニ、ホイヘンス・プローブ(木星、土星、天王星、海王星)、ニア・シューメーカー、はやぶさ(小惑星)、スターダスト、ディーピンバクト(彗星)

(3)天体観測

- 宇宙からの天体観測は大気で吸収される電磁波(赤外線、紫外線、X線、ガンマ線)を観測すること、「大気のゆらぎ」などの影響を受けない可視光の高精度の観測が可能

ハッブル宇宙望遠鏡(可視光)、IRAS、あかり、スピッツァー宇宙望遠鏡(赤外線)、GALEX、ひので(紫外線)、はくちょう、すざく、チャンドラン(X線)、コンプトン(ガンマ線)、はるか(電波)

「宇宙開発と国益を考える研究会」報告書概要(3/5)

【宇宙探査の意義】

(1)科学的意義

- 宇宙、太陽系、生命の起源を知りたいという人類共通の欲求
 - 地球外生命を調査することは生命の進化を知る上で重要
 - 将来地球に衝突しうる地球近傍天体(NEO)対策としても重要
- 宇宙に行かなければ
分からないことが多い
- 宇宙探査はなくてはならない

(2)社会的意義

- 宇宙探査の成果に影響を受けた人が、やがて新しい地球観・価値観をもち、地球規模の問題を解決するような人材になる可能性は大きい。
- 「世界初」「世界最高」等の成果は、一般の人へアピールし、親近感、宇宙活動への理解につながる。
- システム工学、食品管理技術などの宇宙で培った管理手法は、地方自治体の経営や企業のマネジメントなど、他のシステムに応用される可能性がある。

(3)経済的意義

- 宇宙の成果物により商業的な価値を引き上げている(例:テレビコマーシャルでの衛星画像の利用)。
→経済・ビジネス上のリターン

(4)本質的意義

- 未知の世界を探査するというのは人間の本質。
- 好奇心はDNAに組み込まれた基本的なもので、人類の進歩を支えている根本的なもの。
→特に先進諸国では宇宙探査で知的な好奇心を追求することが必要

「宇宙開発と国益を考える研究会」報告書概要(4/5)

【3. 宇宙探査と日本の国益】

(1) 国益と人類益／宇宙益

- 国益と人類益／宇宙益を使い分ける必要
「国益」＝資源の獲得や軍事的優位性 → 国際的な非難を受ける可能性
場合によっては国益に代えて「人類益」や「宇宙益」という平和的な表現を国際場裏で用いることが日本の国益に資する。

(2) 国の威信や矜持の向上

- 宇宙探査により、その国の普遍的理念・価値観・総合的国力を国際社会に示すことができる。
→ その国の威信や矜持を向上させることができる。
→ 世界における日本の地位の向上、先行者の利益、交渉力を支えるバックグラウンドとなる。

(3) 世界における日本の地位の向上

- 人類に大きなインスピレーションを付与 → 日本の地位が上がり国益となる。(例: はやぶさ、かぐや)
↳ 他国がやらない、先進的なコンセプトで、新発見の要素に富み、優れた技術によるミッションが必要
- 現代の科学技術を牽引する宇宙探査は、日本の科学に対する総合的な評価のアップ、宇宙コミュニティ内の発言力強化に貢献。

(4) 先行者としての利益

- 先に宇宙開発を行うことで既得権を確保 → 日本の国益
- 体制固定後の国際協力プロジェクト参加⇔最初から参加 … 国際社会からの評価は大きく異なる。

(5) 交渉力を支えるバックグラウンド

- ハードパワー的側面から間接的に、ソフトパワー的側面から直接的に日本外交に貢献できる可能性があり、宇宙探査は絶好の分野。
- ただし、宇宙探査の成果は直接われわれの生活に役立つという性格のものではないので、外交的効果を生むためには、探査計画がいかに優れたものであり、人類の知に貢献するかを積極的にアピールする必要がある。

「宇宙開発と国益を考える研究会」報告書概要(5/5)

【今後の検討課題】

(1) 宇宙探査の商業的価値

- 今まで宇宙と関係の薄かった人や企業を宇宙へ引き入れるべき。
- 宇宙探査は「世界の日本代表」という意識の視点から外へ向けた広報活動を行うべき。
- 宇宙探査から得られた映像を、アーティスティックな資産として捉え、外部の人が評価する仕組みを作るべき
↳ 新しいプレーヤーや発想を取り入れることで、宇宙の価値を引き上げる: 新たなPPP(官民連携)につながる可能性

(2) 広報普及活動

- 広報・マーケティング活動を充実させる必要。(例: 手に触れられるキットの制作・販売、教育用ビデオなど)
- 昔からほとんど変わっていない理科の教科書に、「はやぶさ」、「かぐや」など、宇宙探査や最近の天体観測の成果を載せれば、若い世代へのインスパイアとなる。

(3) 効果的な宇宙探査の継続

- 教育に大きく影響を及ぼすような効果的な宇宙探査を継続して行っていく必要。
→ アポロ計画時、プロジェクト最盛時は持続した当初教育的効果が、一旦プロジェクトが途切れてしまった時には効果が減少。

(4) 科学ドリブンと政治的プライオリティのバランス

- 宇宙探査のミッション選定に際して、公募による科学的なプライオリティで選ぶか(ボトムアップ)、政策的なプライオリティで選ぶか(トップダウン)のバランスを考慮すべき。
→ 日本では従来から主にボトムアップで選定してきたが、近年は社会的背景や日本の置かれている立場から、トップダウンでミッションを実施する動きもある。

(5) 宇宙探査の軍縮への活用

- 日本の技術を用いて、宇宙の軍事利用を監視するシステムなど、軍縮に資する提案を行い、国際的な合意の下で同システムを開発していくことができる可能性。

(6) 宇宙探査を外交政策につなげるための制度作り

- 宇宙探査は、日本が比較優位を持つ分野として外交交渉上の取引材料となりうる。(例: 1969年日米交換公文)
- 宇宙探査をうまく外交政策に結びつけるために、行政における省庁間のさらなる連携が必要。
→ 日本は国益となるよう国際社会にアピールできるものを持っているにもかかわらず、うまく外交政策につなげられていないのが現状

「宇宙開発と国益を考える研究会」について

○ メンバー（順不同）

青木節子 慶應義塾大学総合政策学部 教授（主査）
村山裕三 同志社大学大学院ビジネス研究科 教授
渡邊浩崇 大阪大学大学院法学研究科 特任研究員
古川勝久 （独）科学技術振興機構 社会技術研究開発センター 主任研究員
寺門和夫 科学ジャーナリスト

○ インタビュー

木下富雄 （財）国際高等研究所 フェロー
京都大学 名誉教授

○ その他オブザーバ

山田秀幸 文部科学省
佐藤雅彦 （独）宇宙航空研究開発機構（JAXA）
佐藤正章 JAXA
小川眞司 JAXA
佐々木薫 JAXA
遠藤 敬 JAXA
菊地耕一 JAXA

事務局：財団法人日本宇宙フォーラム

宇宙開発と国益を考える研究会 報告書

平成 20 年 3 月

発行：宇宙開発と国益を考える研究会

本資料に関するお問い合わせ先：

財団法人日本宇宙フォーラム 広報・調査事業部
〒100-0004
東京都千代田区大手町 2-2-1 新大手町ビル 7 階
TEL.03-5200-1302

無断複写、転載を禁ずる