

グローバル探査戦略

国際協働のための共通の認識

2007年5月

グローバル探査戦略 国際協働のための共通の認識

グローバル探査戦略共通の認識: エグゼクティブサマリー

**宇宙探査は人類の将来をより豊かに、強固なものとする。
「我々はどこから来たのか?」、「我々は宇宙のどこにいるのか?」、「我々の運命はどうなっているのか?」といった基本的な問いに答えるための探求は、共通の目標によって各国が連携し、新しい知識を解明し、若い世代を感化し、世界の技術・経済活動の革新を刺激することができる。**

グローバル探査戦略は、これらの恩恵をもたらす鍵である。

最も基本的な人間の特性の一つは、我々を未知の探求に駆り立てる容赦の無い好奇心である。歴史を通じて我々は、地平線のかなたにある神秘を求めて探求してきた。

このように我々が存在する世界を探査、理解、利用することを迫られて、我々は大陸や海洋の至るところにその世界を広げていった。極寒の極地域、深海、高層大気といった地球の最淵部をも探査した。

熱意と決意の高まりとともに、我々に最も近い仲間である月、火星および近傍小惑星といった天体の探査活動を決定してきた。我々の目的は数回の短期間の訪問ではなく、無人探査機により支援された地球外における持続的で最終的には自給自足の人間の滞在である。

持続可能な探査は単独の国家では成し得ない挑戦である。これが、14の宇宙機関*1がグローバル探査戦略 - いつの日か我々が居住し作業するかも知れない太陽系天体に目的地を絞り、無人・有人宇宙探査のビジョンを提示する国際協働のための共通の認識を構築した理由である。同戦略では、各国の戦略や取組を共有するアクションプランが構築され、全参加国がより効果的かつ安全に彼らの探査目標を達成することができる。

この共通の認識は、単一のグローバルプログラムを提案するものではない。むしろ、自発的で拘束力のないフォーラムである国際的な「国際協働メカニズム」

を勧告し、これによって各国は個々のプロジェクトと全体としての取組の両方の強化のために協力できるのである。

宇宙探査の推進のような堅実な科学技術努力は、世界における国家およびその立場の定義に役立つ。宇宙探査に関与する国の数は着実に増加しており、我々は、物理的にも文化的にも人間の存在が地球軌道を超えて拡大する歴史的に重要な新時代に突入しようとしている。

月は我々に最も近い最初の目標である。40億年の太陽系の歴史の宝庫として、月は非常に大きな科学的重要性を有する。また、地球や宇宙についての研究や、更なる宇宙への有人・無人探査の準備のための基地でもある。

火星もまた主要なターゲットである。大気と水が存在し、太陽系における生命の進化に関する重要な鍵を秘めている可能性もある。いずれは、小惑星や巨大惑星の衛星といった他のより挑戦的なターゲットにも到達したいものである。

このような探査の成功には、人間とロボットの協調が欠かせない。無人宇宙機は我々の代理としての偵察者であり、有人探査を可能にする重要な情報を収集するために、最初に過酷な環境を探査してくれる。その後、人間がこれらの目的地に創意工夫、創造性、問題解決能力を持ちこむのである。

本グローバル探査戦略は、地球上の人々に意義深い社会的、知的、経済的利益をもたらすであろう。我々は、太陽系の進化や過酷な環境に対する防御法を学ぶだろう。惑星がどのように機能するかを理解することで、我々は地球についてより多くを学ぶ。生み出された技術は、一層持続的な社会の建設に役立つだろう。

宇宙探査はまた、新たな技術やサービスのニーズを生み出すことで重要な企業家機会を提供する。このような進展は、経済の拡大と新たなビジネスの創出を促進する。

最後に、この宇宙探査の新時代は、挑戦と平和的な目標を共有することで国際的なパートナーシップを強化し、全世界の人々、特に若者に活気を与えるであろう。多くの学生を科学技術の職種に進ませ、革新と創造性を促進するやりがいのある仕事を彼らに提供する。

このような機会は滅多に來ない。宇宙への人間の移住はいまだにその初期段階にある。大部分、我々はこれまで地上からほんの数キロの範囲内に留まり、裏庭でキャンプしているのと大差はなかった。

今こそ、次の一歩を踏み出す時なのである。

注) *1: 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 (韓国航空宇宙研究所)、NASA (米国航空宇宙局)、NSAU (ウクライナ国立宇宙機関)、Roscosmos (ロシア連邦宇宙局)。
宇宙機関とは宇宙活動の責にある政府組織。

第1章

グローバル探査戦略：国際協働のための共通の認識

宇宙探査は人類の将来に必須である。宇宙探査は、「我々はどこから来たのか?」、「我々は宇宙のどこにいるのか?」、「我々の運命はどうなっているのか?」といった基本的な問いに答えるのに役立つことができる。宇宙探査は、共通の利害による各国の連携をもたらす、新知識を解明し、若い世代を感化し、地球上での技術的・経済的イノベーションを刺激することができる。グローバル探査戦略は、将来への扉を開く鍵である。

人間の好奇心は、我々が存在する世界を探査、理解、利用させようとする。探査と発見の旅は文化的活力の指標であり、活力ある社会は全てその地平線の向こうにある新しい何かを目指してきた。

科学的証拠は、約百万年前、現代人は古代アフリカに発し、ユーラシア大陸を渡って広がっていたことを立証する。原人達は海を渡るために筏を組んだのかもしれない。その後の数千年の間、人類は全ての大陸に移住した。まず最初に探検家や冒険家達が、未知のそして時には過酷な環境に自らを置く際に不可分なリスクを受け入れながら、向かう。そして、科学者や貿易商がそれに続き、最終的には普通の人々が入植し、恒久的な居住が築かれる。

人類の宇宙への移住は、探査と発展の構想の次章である。それは未だ初期揺籃期に過ぎず、最初の人類が地球という海岸を離れて宇宙という新たな大洋へ漕ぎ出してから50年も経っていない。また、我々はそう遠くに漕ぎ出しておらず、1961年のYuri Gagarinの飛行以来、450人の宇宙探検家のほとんどは、我々の頭上数百キロの軌道内に留まっている。1968年～1972年に月を探査した24人のアポロ宇宙飛行士達だけが、更に遠くに漕ぎ出した。

我々は、この新たな探査の旅を始めたばかりであるが、我々が物理的に宇宙に滞在するもしくは我々に代わって無人（自動）探査機を送り込む場合であろうと、宇宙で生活し働くために必要となる新たな技能の多くを既に学んできた。

これまでのところ、地球周回低軌道をはるかに離れそして過酷な目的地への探査を行ってきたのは、無人探査機であった。これらの探査機は人類に、太陽系における僅かな「virtual presence」をもたらした。これらの探査機の内最も遠

くまで到達したボイジャー1号(Voyager 1), 1997年打上げは、現在太陽系から永遠に去ろうとしている。

一方、人類は地球の周回軌道を社会のために利用してきており、衛星を用いて世界規模の通信・測位、環境監視を提供し、信頼できる気象予報を配信し、自然災害に対応する救急隊員を支援している。

本文書は、これらの実証済みの且つ良く管理された宇宙利用に関するものではない。そうではなくて、**グローバル探査戦略(GES)**は、新たな機会にとりかかるものである。それは、いつの日か人類が居住し作業することになる太陽系の目的地に焦点を当て、全世界的に協働された宇宙探査に向けたビジョンを練り上げるものである。

GESは、ビジョンを現実のものとするための議論と困難な作業に向けた足場を設定するものである。さらに、各国宇宙機関(宇宙機関、科学機関、政府により指名され政府を代表する宇宙機関のグループを含む)が各々の宇宙探査の目標をより効果的かつ安全に達成できるよう、国際協働戦略のための行動計画も含む。

宇宙探査に関与する国の数は着実に増加している。これまでに学んだものの上に築いていくことにより、科学的、技術的および人類の目標を達成するための我々の総合的な能力は、かつてないレベルに達している。

我々は今、宇宙探査の新たな波、歴史的に重要な一つの波に突入している。米国は宇宙探査ビジョンを策定し、欧州宇宙機関はオーロラ宇宙探査プログラムを有し、中国、インド、日本、ロシアは月または火星を探査する野心的な国家プロジェクトを有し、カナダ、ドイツ、イタリア、韓国およびイギリスでは、将来の国家ミッションが議論されている。

人々は、おそらくこれまでで最も野心的な科学技術プロジェクトである国際宇宙ステーションをいくつかの国々の宇宙飛行士達が建設するのに感嘆し、中国は宇宙飛行士を打ち上げた第3番目の国となった。無人探査機の最前線では、ホイヘンス(Huygens)探査機が土星の月、タイタンの濃い霞の下にある川の溪谷や山々の新世界を明らかにし、「はやぶさ」は小惑星「イトカワ」に着陸し、惑星間往復探査飛行の新たな時代の到来を告げている。

これまで達成された成果の多くは、宇宙開発を行う国家の 2 国間または多国間の協力により可能となったものであり、この傾向は今後も続くだろう。しかし、既存の計画を国際的に協働し、新たな計画の策定を可能とする単独の包括的な宇宙探査戦略が存在したことはない。

したがって、14 の宇宙機関によって作成されたこの **GES 国際協働のための共通の認識** は、新たなスタートを意味するものである。2006 年の国際的な議論は、本文書に詳述される共通的な宇宙探査のテーマを作り出した。この共通の認識は、国々が宇宙探査計画を共有し、各々のプロジェクトと集合的な取組みを強化するために協働することを可能とする、自発的で強制力を有しない議論の場 (**国際協働の仕組み**) を生み出すものである。自発的な仕組みとして、国際的な国際協働プロセスは、新たな参加機関にも開かれている。各々が新たな展望や技能をもたらし、その見返りとして、共通の知識や経験にアクセスすることとなるだろう。

本共通の認識は単独のプログラムに関する提案ではなく、各々の宇宙探査活動が、国際協働を通してより多くのことを達成できるということを認識するものである。各国は、各々の宇宙活動に関して多様な科学的、技術的、社会的目標を有しており、一部の国は他国より多くをなし得ることは必然である。

予測可能な将来において、月、火星、および地球近傍の小惑星が、主要な有人宇宙探査の目的地である。我々はまだ、木星の月 **Europa** や、土星を周回する **Titan** や **Enceladus** といった魅力的だがずっと遠方の目的地に向けて人類を送る実用的な知識と技能を有していない。

実現可能な前者のグループへの探査でさえ、あらゆる規模と複雑性を持った無人および有人宇宙ミッションが必要となる。国際協働戦略は複数の意味で有用である。国際協働戦略は、共有する目的を持つ国々が投資への見返りを最大化できる共同プロジェクトに参画するのに役立つであろう。各プロジェクトの科学技術面での成功、そして失敗さえも、それに続くミッションの改善に役立てることができる。

本共通の認識は、パートナー間の相互理解を増進するための国際宇宙探査協働ツールの作成をも要求する。探査を構成する要素の共通言語を共同して作成することにより、計画立案者やエンジニアは、通信、管制、生命支援、ドッキングシステムといった実際の機能を共同で如何に構築するかについて合意することができるだろう。このような宇宙機関の「相互運用性」は、宇宙探査のリス

クを低減し、致命的な緊急事態時のクルーの安全を確保することにもなる。政府機関が GES の創出を率いてきたが、宇宙の新たなフロンティアを経済的な機会へと転換する上で、産業界がますます重要な役割を担っていることを、我々宇宙機関は認識している。企業家が、リソースを引き出したり、カーゴ輸送や通信といったサービスを提供するビジネスを創出することが期待される。これにより、宇宙探査がより持続可能なものとなり、政府のリソースを人類の知見の境界を更に押し広げるために用いることが可能となる。過去 30 年にわたる地球周回軌道活用の成功は、この可能性が高いことを強く示唆している。時間の経過とともに、所有権や関心のある場所の保護といった課題が生じる可能性があるが、GES 国際協働の仕組みは、そのような新たな課題にも役立つであろう。

以下の章では、社会に対する利益に重点をおきながら特定のテーマの下に構成されて、宇宙探査の理論的根拠が述べられる。また、人類がこの新たな旅に着手する上でとるべきステップについて、有人と無人探査の相補関係に重点をおきながら概説する。また、それ自体重要な目的地として、また特に火星やそれ以遠への探査の踏み台として価値があり、必須の月への回帰について議論する。本文書は、国家的な取り組みと国際的な取り組みの国際協働の改善により、宇宙探査をより強固なものに、そして全ての者にとって実施可能なものにする事ができると結論付ける。

第2章

社会へのサービスとしての宇宙探査

グローバル規模の宇宙探査とは、各国が実施しているものと国際的に実施しているものを合わせた多くのプロジェクトの総和である。しかし、それはまた、深い科学的な問題に対する答えを見つけ出し、新たな経済機会を創出し、人間の生命の限界を広げて行こうとする集団的な意思を意味する。社会サービスにおける宇宙探査の目標は、グローバル探査戦略で繰り返し述べられるテーマのなかで具現化される。

地球全体で、我々は多くの切迫した社会的、政治的および環境的問題に直面している。このような状況下では、社会にとっての宇宙探査の妥当性が良く理解されないこともある。では、なぜ宇宙探査は重要なのか？宇宙探査はどのように社会と関わっているのだろうか？我々の共通の未来にどのように貢献できるのだろうか？

宇宙探査は、基本的な人間の特性である未知の世界を探検したいという我々の底知れぬ好奇心で、その結果避けることの出来ない今日的な表現である。

その過程において、我々は新たな知識と技能を獲得し、それが多くの有用かつ予想不可能な方法で人類の問題を解決し、商業活動を支援する我々の総合的能力の一部となる。まさに宇宙探査の困難さは、人間のインスピレーションとイノベーションのきっかけとなることなのである。

宇宙飛行の最初の 50 年は、多くの顕著な事例をもたらしている。衛星は、地球規模の通信及び測位に革命をもたらし、気候変動に関する重要なデータをもたらした。宇宙環境に対応するために開発されたロボティック技術や画像技術及び他のツールは、次世代の空港セキュリティ・スキャナや医療診断器機といった地上での重要な応用をもたらした。

将来、持続的かつ経済的なグローバルに協働された宇宙探査のアジェンダは、以下の項目を通して社会に貢献できる。即ち、

- ・革新的な技術による宇宙と地上における新知識の獲得およびグローバルな課

題の解決

- ・宇宙への人類の存在の物理的・文化的な恒久的拡大
- ・経済的発展と新たなビジネス機会の実現
- ・挑戦的かつ平和的な目標の共有による国際協力の構築
- ・全体的および個人的な取組を通じての社会の活性化

これらは、五つの探査テーマ（優先順位を意味するものではない）を通して成就される。

テーマ 1: 科学技術における新たな知見

本来探査とは、未知のものを探し出すために制御可能なリスクを冒すものであり、それが明らかにするものの多くは前もって知り得ない。これは、新規投資の利益を計算したい者にとっては課題となる歴史的な例を挙げると、1887年に **Heinrich Hertz** が初の電磁波送受信装置で実験していたとき、彼は、今日の広汎な世界的規模の通信ネットワークも、それが支える経済活動も予想できなかったのである。

宇宙探査は、地球の生物圏および広漠としたはるかなる宇宙に関して太陽系理解の一助に、新たな知見をもたらす。多くの謎は依然として残っているが、無人宇宙機、短期間の有人月ミッション、地球低軌道における有人活動において、我々は良好なスタートを切った。

太陽系の科学探査は宇宙時代の最も初期に始まった。我々はまず、最も近い惑星体である月、金星、火星に無人探査機を送りこんだ。また、我々は地球近傍の宇宙環境について研究し、いかに地球磁場が太陽から放たれる物質の絶え間ない照射や致命的な放射から我々を護ってくれているかを学んだ。

これらの初期ミッションは、各天体に関する豊富な知識を我々に教えてくれた。より洗練された今日のミッションは45億年前に形成されてからの太陽系の内部の仕組みを解明し始めている。

系統的で科学志向の宇宙探査は、太陽系の歴史や、生命の起源および性質に関する基本的な真実を明らかにしてくれる。主要な疑問に答えるためには、無人・有人両方の探査が必要である。

今日、多くの研究は2つの大きな疑問に焦点を置いている。：どのように太陽系は進化し、地球以外に生命体は存在するのか？これらは、科学的にも哲学的にも非常に重要な問題である。これらの問いへの答えを探求するために、われわれは太陽系で我々に最も近い隣人に眼を向けた。

一見大きさでは地球と双子のように見える金星であるが、我々の知る限り、生命体にとってはこれ以上不向きなものはない。惑星探査機は、段違いの世界的な温暖化により、息苦しい硫酸の濃密な大気となり、温度は鉛を溶かすほど暑い地獄のような状況の惑星を見出した。金星の科学的研究は継続されるが、有人ミッションの目的地とはならないだろう。

火星については全く異なるストーリーとなる。火星は、表面は寒冷で不毛のようだが、かつては暖かく湿っていたとの証拠が存在する。重要となる水を初めとする生命の原料の多くを有するようである。無人ミッションは最近の水文活動の証拠を発見しており、一部の科学者は氷海が存在する証拠があると信じている。

現在我々は、火星に生命が存在し得たか、していたか、あるいは未だにしているかを単に知らないのである。しかし、その荒涼とした表面は紛れもなく危険であるにもかかわらず、火星は金星とは違って、答えを探しに訪れることを検討しうる場所である。

人間が長期研究を実施できる場所に関して非常に詳細な研究が起こるのは必然では有るが、無人の探査機であればより遠くに到達することができるであろう。

複雑な生命化学の前駆物質となり得る単純な炭素分子は、土星の周りを公転する巨大衛星タイタンの分厚い大気や彗星といった多様な場所で見つかっている。なぜ我々の化学組成は、我々が住む岩石型惑星よりも、太陽や土星とか木星のような巨大惑星に近いのだろうか？

その答えは不明であり、太陽系や遠い星の周りで形成されている惑星におけるこれら「前生物的」化学物質の分布を調べることによってのみ明らかになる。

宇宙探査が答えを求めるもう一つの永遠の問いは、どのように太陽系が形成されたか？ 月は潜在的に太陽系の歴史に関するユニークな博物館であり、この物語を解明する上で主要な役割を担うかもしれない。

更に、現在考えられているように、もし月が惑星サイズの物体と原始地球との破壊的な衝突によって形成されたとすると、生命が誕生した当時の地球環境に関する何らかの手がかりが月に保存されている可能性がある。地球の表面は、太陽系の起源や歴史をほとんど記録しておらず、地震および火山の噴火など活発な地質学的プロセスにより、地球の表面は何度も再製されている。それとは対照的に、月は、その40億年あるいはそれ以上の歴史を通じて、変化する状況を受動的に受けとめてきた。

世界的規模の宇宙探査は、科学技術の進歩の原動力である。問題の解明がイノベーションを促進するが、問題が大きければ大きいほど、その結果起こるイノベーションも大きくなる。

この「惑星博物館」を探査するには、月面上を任意に移動できる能力と地下数百メートルまで掘削できる能力が求められよう。こうした作業を実施するには、共同して作業する有人とロボットを必要とするであろう。類似の技術が火星でも要求されるだろう。そこでは、グリーンランドや南極で行うのと同様に、火星の気候に関する歴史的な記録を求めて、アイスコアサンプルを掘削することになるだろう。また、地下水が存在するならば、地表の放射線や低温から護られた何らかの生命を生み出しているかもしれない。

我々はまた、小惑星や彗星といった太陽系の構成要素の遺物の調査も開始した。こうした天体への我々の関心は、科学的、経済的そして現実的なものである。初期の太陽系において生物前駆化学物質や水を供給したという役割に加え、その鉱物資源を求めて、これらの物体の位置を測りそして探査を行うという現実的な期待があると信じている者も存在する。

更に重要なのは、我々は、これらの天体が地球に衝突し得るものであり、そして実際にしたことがあり、地球の歴史の中で数回の大量絶滅の原因となった可

能性が高いことを現在知っているということである。こうしたことは再度起こりうる。今までのところ人類は幸運であったが、いつの日かこの幸運も尽きるであろう。

地球と交差する小惑星の軌道を変更出来る初の宇宙機開発の研究が現在進行中である。健全な宇宙探査プログラムは、我々が、この究極の保険に加入するのに必要な基本的知識を授けてくれるだろう。宇宙科学者 Carl Sagan がかつて認めたように、恐竜は宇宙プログラムを有していなかったので絶滅したのである。

テーマ2: 持続的な滞在・人類のフロンティアの拡大

人類が古代アフリカに出現して以来、我々は地球上で最も暑い、寒い、湿潤な、又は乾燥した地域に居住してきた。宇宙探査における初期の試験的なステップは、既に人類の生息範囲を地球軌道上および月面の厳しい環境にまで拡大し、無人探査機はさらに遠くまで及んでいる。

上述のように、アポロ宇宙飛行士による短期間の探査では月面上で数日間のみ生命を維持することが要求され、長期滞在や現地資源の開拓はなされなかった。ミールや国際宇宙ステーションのような宇宙ステーションは、地球からの継続的支援を必要とするかたちではあるが、我々の滞在能力を数ヶ月ないし数年に拡大した。

更に遠くに向かい、長期的なかつ自足的な拠点を設置することは、人的、科学的、技術的そして経済的リソースにおける大きなコミットメントを要するものである。

そもそも、なぜ人間を宇宙に送りこむのだろうか？ なぜ、無人ロボットだけに任せないのだろうか？人間固有の判断能力によって我々は蓄積された経験や知識に基づいて新たな状況に対応することができる。宇宙で居住し作業する人間を送りこむことによって、人間だけが提供できる知性と即時の判断能力をフル活用できるのである。人間はコアサンプル掘削機の緩んだボルトをすばやく発見して締めることができるが、ロボットに同じことをやらせるようにプログラムするには、問題を探知する手段を持っていたとしても何時間も要するだろう。実験室内でさえ人間と同等の働きをするロボットを得るには相当な期間がかかるだろう。

現在、より持続的に月に人類を滞在させることが可能であり、地球への依存を軽減するよう資源を調達することも十分可能となるであろう。おそらく火星にもさらに多くの資源が存在するであろうが、はるかに長い移動時間が、技術的な要求を高くし、リスクとりわけ宇宙放射線のリスクを増加させる。

長期的には、宇宙で定常的かつ自足的に滞在することによって、人類はその知識と歴史の貯蔵庫を別世界に維持することができるであろう。

我々の地球との関係も間違いなく再定義されることになり、地球上にある恵みに対する感謝の念を高めることになるだろう。宇宙プログラムの最大の貢献は、アポロ飛行士により撮影された空虚な宇宙の中にもろく孤立した存在として月の地平線上に見られた宇宙に浮かぶ地球の画像がもたらした心理的影響である。

テーマ 3: 経済的な拡大

宇宙活動の第 1 ステージは宇宙機関を通して各国政府が主導したが、徐々に産業界がより大きな役割を果たすようになってきている。数十億ドル規模の産業の一部として企業は、民間が所有する衛星群を使用した音声通話、モバイルインターネットアクセス、高品質テレビ放送を世界中の顧客に提供している。

近年では、商業地球観測衛星が打ち上げられている。最初は政府が主要な顧客であったが、顧客層は急速に拡大した。数え切れないほどのユーザがマイカーに衛星ベースのカーナビを搭載し、Google™ Earthといったソフトウェアツールを通して誰もが地形データにアクセスできるようになっている。

既に、先見の明のある企業家は更なる宇宙分野への商業的な進出について検討している。宇宙探査が月、火星に広がるにつれ、民間企業が、クルーおよびカーゴ輸送サービス、通信・測位サービス、宇宙での資源抽出及び処理サービスを提供する機会も出てくるであろう。

過去 100 年間にわたって、政府が投資したインフラ(鉄道、高速道路、インターネット)や最初の顧客としての政府利用(郵便配達のための初期の航空機利用)が、大きな重要性を持つまでに成長し、現在国庫に多額の税収入をもたらすようになった。今、宇宙ベースのサービスは、同じモデルを継承している。

例えば、月には岩石に閉ざされた酸素が豊富なので、生命維持装置の月での運用に用いることができるに違いない。液体酸素は、ロケット燃料としても利用できるかもしれない。そして、地球から持ち込むよりも宇宙で生成するほうがより経済的に違いない。

月の掘削は、航空宇宙用に用いられる強くて軽い金属であるチタンを産出するに違いない。最終的には、豊富な存在が知られている月のヘリウム 3 は、もし融合炉が実現すれば、貴重なものとなろう。

商業宇宙旅行の潜在的可能性も、実際のものとはバーチャルなもの双方に存在する。新たな通信とロボティクスの技術革新は、地上の顧客に対し、月または火星への”バーチャルな滞在”を提供する見込みである。

現実の経験を好む者に対しては、サブオービタル宇宙旅行が実現しようとしている。将来的には、地球周回軌道上の宇宙ホテルや、月訪問ツアーも出てくるかもしれない。

宇宙探査技術の多くは民間で開発され、民間はより広い経済分野でそのノウハウを活用する予想外の道を見つけるだろう。政府は、懸賞金を一例とする革新的な方法で官民の協力を促進することでこれを支援できる。

産業界が安心して投資できるためには、長期的な宇宙探査実施の確実性、民間のアイデアの政府施策への導入、および法整備が必要である。これは、所有権や技術移転といった難しい課題に関する共通理解を意味する。グローバル探査戦略の一部として予見される国際協働メカニズムは、これらの重要な課題を議論する場を提供するものである。

宇宙での作業に付随する困難と制約は、創造力を刺激する。宇宙分野で開発された能力や技術の多くは、おそらく同レベルの投資を持ってしても他の分野では生まれなかったであろう。

宇宙探査は多様な分野の専門家を結集し、革新的な新手法による作業のやり方を生み出す。非常に複雑なシステムに関するシステムズエンジニアリングや、高信頼性のメカニズムおよびソフトウェアの設計といった宇宙探査に必要な技能は、現在、より広い産業で用いられている。

宇宙探査の新時代に向けた挑戦的な技術には以下のものが含まれる。

- ・ 効率的な発電および蓄電
- ・ 宇宙および天体表面移動
- ・ 通信および誘導
- ・ 遠隔医療を含む宇宙飛行士のヘルスケア
- ・ 無人探査用自律運用および高性能意思決定
- ・ 惑星資源採取および利用
- ・ 軌道上宇宙機修理
- ・ 人間とロボットとの協調
- ・ 効果的な生命維持及び環境制御による安全な居住地

これらの技術の開発は、質量の最小化や高放射線環境における高信頼性運用設計といった宇宙探査の制約を伴って推進される。

このような技術は、地球上の製品やサービスに生かされることが多い。例えば、無人宇宙機に搭載され火星で生命を探索するために開発された装置は、現在発展途上国でポータブルの結核診断装置として利用されている。

我々は、資源を保護し、できるかぎりリサイクルすることによって、地球から遠く離れた人間その他の生命を維持する必要がある。このような課題への対応は、医学、農業、環境管理といった分野における連携やスピノフの機会を促進し、地球上での持続可能な開発を成し遂げる一助となるであろう。

過去において、有人探査機は、そのミッションの複雑さや不確かさと向き合ってきた。これには高度の知性、創意工夫、イノベーションが要求された。将来の宇宙探査も、全く異なるものではないであろう。新しい技術と人間とマシン

との間の協調が、惑星表面を探索していくにあたって、遠隔地での有人オペレーションを支援するための重要な要求事項となるであろう。

テーマ4: グローバルなパートナーシップ

宇宙は厳しい環境であり、一時に全ての宇宙探査の課題に取り組めるリソースを有する国は無い。そのため、宇宙開発国家は、その初期から多くの二国間あるいは多国間協力によって協調してきた。

1970年代の Apollo-Soyuz プロジェクトは、単に技術的な協力ばかりでなく、冷戦時代の政治的緊張緩和の顕著な例であった。17カ国からなる欧州宇宙機関(ESA)の起源は、大陸全土にわたる科学的協力構築の意思である。今日、ESAは打上げロケットのシリーズ化や気象衛星を開発し、欧州各国の個々の能力をはるかに超えたプログラムで火星を探索した。

宇宙探査目標の共有や基本的な科学的疑問を解明しようという共通の動機は、友好と協力の精神による多様な国家の連携を促進する。

このタイプでは間違い無く過去最大のプロジェクトである国際宇宙ステーションプログラムは、協調的な手法の価値を明確に実証した。米国、カナダ、欧州、日本およびロシアは、1国ではなし得なかった成果を、協調することで達成した。また、その過程において、文化的小および政治的理解を含む強固な協力関係を構築した。

パートナーシップの他の事例：

- ・ JAXA は NASA との協力により、「はやぶさ」を小惑星「イトカワ」に着陸させた。小惑星からの世界初のサンプルリターンミッションは2010年に帰還予定である。
- ・ 米国と欧州の新しい科学機器がインドの宇宙機に搭載されてまもなく月を周回する。
- ・ 中国の宇宙機「双星(Double Star)」は欧州で製造された機器の支援を受けて、地球磁場と太陽風の間関係を調査している。
- ・ 中国とロシアは火星の衛星への共同ミッションを計画している。
- ・ 日本と欧州は最も内側の惑星である水星へのミッションで協力している。

これら既存の協力関係の成功は、宇宙探査のグローバル戦略によって更に多くのことが達成できることを示唆している。パートナーシップにより、各国はそれぞれの関心事項について共通の理解を構築し、教訓を共有することで高リスクの失敗を回避し、将来の計画立案の助けとなる科学的成果について議論できるのである。

最も重要なのは、宇宙探査の構成要素や相互運用性（異なるシステムが共に機能することを確保すること）のような現実的な問題について議論する場が必要だということである。中国で購入された携帯電話がカナダで使用できたり、ドイツ製の車が米国の安全規定をクリアできたりする国際的に合意された標準規格は、グローバル経済を支える上で必須であり、これらは人類の活動範囲が地球外にまで拡大する時正に重要となろう。科学的に重要な分野の保護といった込み入った問題が浮上する可能性があり、これらの問題が我々の前進を妨げる前に議論できるわけである。

宇宙探査の共通言語を共有することで具体的な目標が共有され、共同プロジェクトの機会が生まれやすくなる可能性がある。したがって、各国の予算を活用しミッション目的を国際協働していくことによって、各国は宇宙探査を通じて既存のグローバル・パートナーシップを強化・拡大できるのである。

このパートナーシップの精神は、共通の目標を推進する中で各国の連携を強める挑戦的且つ平和的な活動を提供することによって、間接的にグローバルセキュリティの強化になるだろう。その精神はまた包含的である。目標は、世界中の国々とその国民が関与できるように宇宙探査参加への機会を拡大することである。

テーマ 5: 感化(*Inspiration*)と教育

宇宙探査は、我々の心を特別な形でとらえるものである。宇宙探査は、我々が住む世界（森羅万象）の驚異について思考することで、我々を刺激し感化する。世界中の人々が、比類なきミッションの成功にある種の誇りを感じ、ミッションの失敗には痛みを共有する。

将来、新たなバーチャル・リアリティ技術により、探査と発見の興奮と驚きをこれまで以上により直感的に共有できるようになるだろう。現実的な意味で、人が

火星に降り立ち、ロボットが **Europa** に降り立つ時、我々は「そこに居る」ことができるであろう。

宇宙探査の最大の成果の一つは、若い世代に対し、彼ら自身が人生で何を達成したいのか、そして自明の事を越えていこうとするよう感化していく役割を担っていることである。宇宙への興味は、彼らの多くを科学技術分野の仕事へ導くとともに、彼らにその未知に到達するための教育的選択をもたらすであろう。また、宇宙探査プログラムは、あらゆる分野の教育者に対し、学生の意欲をより掻き立てる授業に資する新たな情報を提供することになるだろう。

宇宙探査は、創造性、挑戦、意欲に関する無限の可能性を持った仕事をも生み出すであろう。それは、新世代の科学者やエンジニアを魅了し支持する強力な磁石であり、彼らの多くはより広い経済分野で自身のキャリアを見出すだろう。

多くの国は科学技術分野の人材減少について懸念しているが、宇宙探査プログラムはこの傾向を変えてくれるに違いない。

第3章

宇宙探査の旅の地図作成

宇宙探査は、基礎的知識の獲得に始まり、最終的望まれる人類の恒久的滞在の達成に至るといふ論理的なステップを踏んで推進される。宇宙探査は無人及び有人双方の多様なミッションを必要とする。グローバル探査戦略は、全ての国々の取り組みと貢献を協働する共通の認識を提供し、これにより全てが宇宙の探査に参加し、そこから利益を享受することができるのである。

1957年の初の衛星打上げ以来、宇宙探査は、短期間で非常に集中したミッションからより長期間で広範囲のミッションへと確実に進んでいるという特徴的な形で進化してきている。

1960年代と70年代、人類は各々のミッションにおいて3日に満たない期間、月を訪問した。サリュート、スカイラブ、ミールそして国際宇宙ステーションといった宇宙ステーションでもって、我々は宇宙空間に数ヶ月滞在する方法を習得した。ロシアのValeri Polyakov飛行士は、ミール宇宙ステーションに14ヶ月滞在した記録を持つ。こうした経験の上に立ち、我々は、月でのそして最終的には太陽系の他の部分における持続的な人類の滞在を確立する準備を進めている。

この文書で想定されている長期的な宇宙探査は、国際宇宙ステーションとは非常に異なったものである。それは単一の宇宙プロジェクトではなく、むしろ、いくつかの目的地に向けた大小様々の多数のミッションやプロジェクトから成り立つものとなろう。ISSに参加していない国々も、宇宙探査への有益な貢献が可能であり、また実際に貢献しつつある。

個々のプロジェクトは、他の目的よりも特定の目標に重点を置くかもしれない。例えば火星での無人科学ミッションに焦点をおくもの、または月資源利用のために必要な技術を試験するものなど。各々のプロジェクトは、人類のフロンティアを一步一步拡大するという総合的な目的を支援するであろう。



この図表^{*2}は、主たる目的地において人類が継続的に滞在し作業を行っていくことを目標として、我々がこれまでどの程度進歩してきたのかを示している。図の中央にある縦線は**持続可能な宇宙探査**のために越えなければならない境界を示している。これは、ほんの少しの時間新たな環境と単に戦うということの意味するものではなく、地球からの僅かな支援もしくは全く支援を受けずに、そこに実際に住み、その資源を用いていくということの意味するものである。

我々は、無人ミッションにおいても有人ミッションにおいても、このレベルの自立性には未だ達していない。地球周回低軌道における我々の活動は、持続可能性の一線にアプローチしているものの、それを超えることは、無人ミッションにとってできても、依然として巨大な挑戦である。例えば、私達は通信衛星に燃料を補給する技術を基本的には有しているものの、これを実現するインフラを有していない。

無人探査は、人類の存在を太陽系に拡大していく上で、最初の重要なステップである。有人探査が有益と認められかつ正当化されるまでには、目的地についての基本的な知識を得るために数世代の無人探査が必要となろう。

最初に、遠隔操作で地表を検知し安全な着陸位置を特定するためのオービターを送る。次に、表面を直接調査するランダー、そして、地球上での実験を可能にする物質を持って帰る無人サンプルリターンミッションを送る。

今日、宇宙から地球へ持ち帰った物質はほんのわずかである。次の10年で、小惑星、あるいは火星の衛星の1つからサンプルを持ち帰る無人ミッションによって、この知識は増強されるだろう。

火星の表面への最初の無人サンプルリターンミッションは、人類の月への帰還と時を同じくしそうである。このことは、それがいかに大きな技術的挑戦であるかを物語っている。

太陽系の主要な天体を探査した無人探査機は、多くの価値あるデータをもたらしてきたが、さらに以遠の目的地(図中では' Beyond') に関しては、今までに蓄積された知識は私達の宇宙技術の制約によって限定されている。

私達はタイタンの川床や氷の岩をのぞき見ることはできたが、川が今でも流れているのか、または氷が何で構成されているかどうかは知らない。私達は **Europa** の氷が液体の海を覆っていると考えているが、そこに生命が存在するかどうかは知らない。

要するに、私達はこれらの目的地を理解するための最初の一時的なステップを達成したにすぎないのであり、人類がいつそれらに到達するのか(果たしてそれは可能なのか)、あるいはどんな技術を利用するのかを推測することはできない。

明らかに、この探査の概略図は、旅の各ステップで得られる経験が次のステップを可能にすることを示している。同様に重要なことは、いくつかの目的地に向けて並行して進歩していくことが、全ての探査にとって有用な経験を創出するという点である。それぞれの目的地に向けた経路に沿った進捗は、プロジェクト間の国際協働の増加によって支えられるであろう。

注) *² : この図での低軌道とは国際宇宙ステーション軌道(高度約400km程度)をさす。

第4章

月：太陽系における我々の第2の拠点

月は、人類が別の天体に住むことを学ぶ最初の場所となろう。地球から僅か3日の距離に位置し、低重力で天然資源に富んだ月は、人類と機械が宇宙への更なる冒険を準備するのに理想的な場所である。40億年に及ぶ太陽系の歴史の埋蔵庫として、また地球及び宇宙の観測場所として、月は大きな科学的可能性を有している。探査はまた、宇宙で利用可能な資源によって人類が自給自足生活を営みうるのかどうか明らかにするであろう。

1960年代の米国及びソビエト連邦の無人探査ミッションで月探査が開始された。最初の軟着陸は1966年のLuna-9によって達成された。その後、軌道周回衛星、サンプルリターンミッション、月面移動機を含むいくつかのソビエト及び米国のミッションが実施された。

この間6つのアポロミッションで12人の飛行士が月面に着陸し、サンプルを地球に持ち帰った。

こうした劇的な成功のおかげで、月の物質は地上の実験室で研究することができたのである。最古のものと思われるサンプルは、この地球で発見された最古の岩よりもほぼ10億年以上も前のものであるとされている。また、月から得たサンプルは、他のどの惑星面の年代測定よりも正確とされている。

持続的な有人探査は、月から始まるであろう。月は、人類が地球からの緊急の支援なしに生活し活動することを学ぶ場所となり、また、火星及びそれ以遠への有人ミッションに必要となる技術を試験する場となるであろう。

月の科学探査は、3種類の調査を含む。すなわち、「月の」科学、「月からの」科学、および「月における」科学の3つである。「月の」科学は、月の地質学、地球化学及び地球物理学を含み、我々が月の歴史を理解するのに役立つものである。現在の仮説によると、火星ほどの大きさの物体が原始地球に衝突した際に、蒸発した岩石が地球周回軌道に放出された。この物質が後に合体して月になったとされている。

ゆえに月は太陽系の歴史の多くを知るかけがえのない証人である：そしてまた、この歴史を他のどの惑星よりも完全かつ明確に記録している。例えば、太陽系の歴史の初期に地球と月に衝突した彗星や隕石は、生命を形作る要素を持っていたのか？その答えが、原始のままの月の表面に残されているかもしれない。月に刻まれているデータを解読するためには、広範囲にわたる無人探査と、科学的に高い関心を有する場所を有人により精巧に調査することの双方が必要となるかもしれない。

「月からの」科学では、月に大気が存在せず“電波通信に適した静かな”環境であることを利用し、宇宙を観測する為の安定したプラットフォームとして月を活用することができるだろう。例えば、天文学者は、数十億年前の最初の星のフォメーションから放射されたシグナルを“観測する”低周波電波望遠鏡の製作に関心を寄せている。

「月における」科学では、月面環境が無人機器、装置及び人類に与える影響を調査する。月面において、低重力、放射線、塵、微小隕石及び極端な気温変化に晒されることは、多くの試練を課すことになる。これらの影響を理解することによって、エンジニアは、この苛酷な環境で私達が長期間使用することができる素材の開発やシステムの設計ができるであろう。

地球以遠の場所に人類が持続的に存在するには、「月における」科学 から、異なる天体に居住し作業する方法を習得しなければならない。重要なステップは、月の資源を利用できるかどうかを判断することである。月の土壌から酸素を取り出すことができれば、クルーの生命維持システム用の空気を提供するだけでなく、宇宙機への燃料補給が可能になるかもしれない。

別のプライオリティは、空気や電力、水などの消耗品の使用を低減するための効率的なリサイクル技術を開発することであろう。この課題は国際宇宙ステーションでの私達の経験を基に推進されるが、同時に地球の貴重な資源の使用管理方法を教示するものとなるかもしれない。

月の環境は脆くかつ特別なものであると考えていくことは我々の責任であり、従って我々が月を探査する際にも、我々は月を保護し保全するための措置を施さなければならない。

月は私達に最も近い「天然の宇宙ステーション」であり、人類が火星やそれ以遠への旅を続けるための能力の開発を探求するにあたって次のステップを踏むためには理想的な場所である。地球から火星までは最短でも6ヶ月はかかるのに比べ、月へは僅か3日の旅である。通信の遅れは火星の数10分どころかわずか1.5秒である。

輸送手段、生命維持、居住及び高度なロボットはすべて、遠くの地で使用する前に月の過酷な環境のもとで試験をすることが可能である。人間の探検家もまた、月を利用して技能を開発するとともに、これから臨む長期にわたる旅行に向けて彼らの身体および精神をいかに適応させるかを学ぶことになるであろう。

月は多くの人々の文学や文化の中に強く根差し、本能的に想像力を刺激する。月はすべての人間に、ただの光の点ではなく「場所」として良く知られている唯一の天体である。さらに月は、多くの人々が将来訪れたいと憧れることが可能な場所である。

約40年前の人類初の月着陸が前の世代の人々の心を捉えたように、今後の月探査は世界中の次世代の人々の間に熱狂と創造性をかきたてるだろう。

月探査の初期の頃と比べて、今日のより発達したメディアは、全ての人々にとって宇宙探査旅行がより身近なものとして感じられるような斬新な方法を生み出すことだろう。例えば、私達は仮想存在技術によって月への無人・有人探査に個人的に参加できるかもしれない。特に、子供たちの参加も可能で、彼らは - 科学者、エンジニア、教師及び起業家として、未来の探検家を志すように奮起することになるかもしれない。

第5章

火星及びそれ以遠

火星は、大気と水の両方を有する惑星であるため、宇宙探査の中核である。火星の地質を研究し、古代のそして現存するかもしれない生命の存在を探求するため、次第に複雑なものとなっている無人ミッションが既に始まっている。無人探査機による調査が限界に達したとき、人類は、さらなる謎の解明のために自ら乗り込むであろう。小惑星や彗星及び巨大惑星の月といった他の目的地もまた、人類の好奇心の重要な対象である。

月と同程度、そしておそらくそれ以上、火星は人々の想像力をかきたてる。数百万の人々が、火星表面を探査する小さなローバーの冒険を熱心に見入っている。有人の探査が実現した際には、更に熱狂的なものとなるであろう。

人類が火星を訪れ、探査し、そして居住するという可能性を追求することは、最も挑戦的である一方、今世紀の宇宙探査の中で最も得るところの大きい目的かもしれない。そのようなミッションに向けた多くのアプローチが検討されているが、その技術的・財政的な実現可能性はまだ不確かで、多くの準備作業が必要とされている。現在、火星は、無人の周回機、ランダー及びローバーにより探査されている。長期的には、火星の表面からサンプルを持ち帰ったり、Europa の氷殻とその下に存在するとされている海洋を調査したりするための野心的な無人のミッションが計画されている。

火星をよく知ることは、地球の歴史と進化をよりよく理解するのに役立つ。 証拠によると、ずっと以前、火星と地球は今日よりもより類似していた。火星に生命が存在したのか、あるいはまだ今日も存在しているのかどうかは、まだ解明が不十分である。火星に関する詳細な研究は、かつては生命の存在が可能であったこの惑星が現在私達が見ているような不毛の世界へどのように変貌を遂げたのか？について、重要な手掛かりを提供してくれるかもしれない。火星の地質学、天気と機構そして他の自然現象を見ることにより、科学者達は、火星についてだけではなく、地球環境がこれまでどのような進化を遂げ、今後どのように変化していくかについての真相も知るであろう。

現在、無人探査機による偵察と地表の調査に焦点がしばられている。穴を開けサンプルを回収することは、惑星の歴史と生命の存在の可能性を解明するのに役立つであろう。例えば、火星の地表面下に至ることができれば、何らかの生命が地表の放射線や冷氣から保護されて生き延びているかもしれない。しかしながら、無人探査は究極的には限界がある。より効果的な探査は、火星に送られる有人探検家の洞察力と工夫を活用することにより、達成できるものである。

火星は地球に類似しているため、太陽系の中では人類が将来最も持続的な生命活動を営む可能性が高い場所である。克服すべき重要な技術面での挑戦は多く存在するが、あるものを与えてくれる。火星には部分的に放射線を遮蔽する薄い大気が存在する。低緯度の表面温度はかなり過酷であるが対応できないほどではない。そして1日は地球より37分長いだけであり、太陽光発電による電力確保が可能であり、より高度な電力源が利用できるようになるまで、これが人間と機械を支えるだろう。

表面下の氷あるいは水が存在する可能性は、人類の持続的な居住をより実用的で自立したものにするだろう。また大気中の二酸化炭素からメタン・酸素ロケット燃料を、そして氷から酸素を合成することも可能かもしれない。

人類が火星に行く時、人類はロボットだけでは実施できない探査を可能とする追加の手法を有するであろう。

火星への無人探査ミッションを独自に実施することが可能な国家は複数あるが、それら国家間の取り組みを国際協働することに大きな利益が存在する。国際火星探査ワーキンググループなどのグループを通して、こうしたことが既に起こりつつある。巨大な挑戦を鑑みれば、火星有人探査は、持続的な国際パートナーシップを通してのみ達成可能であろう。

そのようなプロジェクトを開始するための歴史的な決定はさらに数年先のことだろう。しかし、それに向けた2つの重要なステップはすでに講じられている：第一に、宇宙探査に、より多くの国家を参加させること；そして第二に、この共通の認識文書に記載されているようなグローバルな国際協働を開始することである。

月と同じように、火星の環境は脆くかつ特別なものであり、我々は火星を探査する際にも、火星の環境を保護し保全するための措置を施さなければならない。

太陽系の形成から取り残された小惑星や彗星は、高度に科学的な興味の対象である。無人探査機は、水や有機物を含有するこれら太陽系初期の残骸への探査を開始している。彗星の尾から採取された最初の物質は既に予想外の結果をもたらしている。将来、彗星の核や小惑星から初期の物質が地球に持ち帰られた時に新しい発見があることは間違いない。小惑星への最初のサンプル・リターン探査ミッションは地球へ帰路の途中にあり、休止状態の彗星の表面にプローブを着陸させる試みも実施されているところである。こうしたミッションは、地球に衝突するかもしれない軌道を有するいくつかの小惑星によるリスクに関する更なる理解をも我々にもたらすであろう。

木星や土星といった巨大惑星の月のような更に遠い目的地は、際立った科学的な重要性を有している。例えば **Europa** は氷殻下の水の存在の可能性、**Titan** は炭素ベースの分子を包含する寒冷で密度の高い大気を持つ。今後数 10 年間の有人探査の目的としては現実的ではないものの、宇宙探査技術が進歩するにつれよりアクセスしやすくなるであろう。

月への持続的な有人探査と平行して、火星、小惑星及び他の目的地への無人探査機による科学的な調査を実施することによって、将来、人類が火星及びそれ以遠に有人探査を始める際に使用されるであろう重要な技能を開発する機会を得ることができるだろう。

第6章

グローバル探査戦略の実施

国際パートナーシップは、ある一つの国が自分だけで実施できるものの幅を拡大し、リスクを軽減し、無人または有人の宇宙探査イニシアティブの成功の可能性を増加させるものである。グローバルな規模での長期にわたる宇宙探査の実施に成功するため、探査を支援する実地的なメカニズムの構築と維持が必要である。

2006年初期に、14機関は宇宙探査における共通の利益に関する議論を開始した。それぞれ異なる背景、利害及び能力の下、各機関は宇宙探査に関する共通の理解と用語の構築を開始した。

予備的な議論の成功は、関心を有する宇宙機関間での公式な国際協働の共通の認識を将来構築していくことは、**グローバルな探査戦略**の策定と実施に役立つであろうことを示唆した。

このような共通の認識は、下記を通してグローバルな宇宙探査の協働に役立つものである。

- 宇宙探査に関する利益、目的及び計画について参加者が議論する場の提供
- 社会全体を通じた宇宙探査活動への関心と参加の促進

下記を目的として。

- 利用可能な全てのリソース、知識及び技術的能力の活用
- 各パートナー個々の投資の促進
- 各国の計画間のギャップおよび重複の特定
- 各国及び国際ミッションからの“教訓”の共有
- 生命維持システムの相互運用性などによる、宇宙での有人安全の改善。
- グローバル宇宙探査の総体としてのロバスト性の強化

国際協働の原則

下表は、持続可能な宇宙探査に向けた国際的な協働のための主要原則と、当該共通の認識に結果的に求められる要求事項の例を示す。

主要原則	結果的な要求事項
開放的かつ 包含的	<ul style="list-style-type: none"> ● 宇宙探査関連の出資及び活動を行うすべての関係機関参加者からのインプット ● 宇宙探査に既得権益を持つすべての利害機関、あるいは個別の関連能力を有しない宇宙機関や国家機関との協議の場を提供すること
柔軟的かつ 発展的	<ul style="list-style-type: none"> ● 既存の協議および国際協働メカニズムを考慮し統合すること ● 協議・国際協働への要求が増大するにつれて、協議・国際協働の構造およびメカニズムが次第に確立され進化すること ● 宇宙探査に既得権益と明確な利害関係を持つ、政府によりアサインされた代表者の参加を許可すること ● 様々なレベルの協議および国際協働の場を提供すること
効率的	<ul style="list-style-type: none"> ● 国際協働メカニズムの役割および期待される成果は、同国際協働プロセスに参加している利害関係者により受け入れられること。
相互利益に 基づく	<ul style="list-style-type: none"> ● 共通の平和的な目的に貢献し、全ての参加者に利益をもたらすこと ● 参加機関の国家的な優先事項を尊重すること ● 参加は任意であり、各機関の関心のレベルに基づくこと

今後の道筋

14 の宇宙機関は、上述された原則に基づいて、グローバルな探査戦略の将来の国際協働のために公式な**国際協働メカニズム**の設置を目指すことで合意した。このメカニズムの設置要領が定義されようとしている。国際協働によって利益を受ける分野や活動はその進捗とともに変化するが、初期に考察される可能性のある分野は、以下のとおりである。

- ・ 相互運用性を促進する標準規格
- ・ 科学データおよび関連の分析結果を共有する手法
- ・ 共有インフラの開発を可能とする共通サービスの特定
- ・ ペイロード搭載機会を提供するメカニズム
- ・ 計画立案および国際協働プロセスに将来より広い参加を得るための方法および手段
- ・ 関連する国際的な法的合意文書の必要性に関する評価

14 の宇宙機関は、共通の国際探査協働ツールを作成することが、国際協働プロセスの実施を強化すると認識している。

この国際協働メカニズムは自発的なパートナーシップによるものである。したがって、各国の自律的な決定権を縮小することにはならない。しかしながら全参加者は、知見、アイデア及び計画の共有は、各機関の決定の最適化に役立つことを望んでいる。

第7章

明日への窓：人類はなぜ探査するのか

宇宙探査は、社会サービスにおけるグローバル・パートナーシップとなりうるものである。それは、人類の努力と技術革新の双方を要し、新たな知見と商業機会をもたらすであろう。

宇宙探査の原動力：

人類の文明：最終的な居住を可能にするために、他の惑星にまで人類の存在を拡大する；

科学的な知見：地球や太陽系および宇宙の歴史—その中における私達の位置づけ—についての基本的な問題を解明するための科学的活動を追及する；

グローバル・パートナーシップ：共通の目的の追求に向けて国家間の協力関係を築けるような、挑戦的で、共有可能で、平和的な活動を提供する；

経済的発展：地球の経済活動を拡大し、地球の生命に利益をもたらすような宇宙活動を実施する。

一般市民の参加：一般市民の参加を促し、学生に希望を与え、今後の課題解決に必要とされる先端技術労働者の育成を支援するために、活気に満ちた宇宙探査プログラムを活用する。

本グローバル探査戦略国際協働の共通の認識は、将来の世代を啓発しながら人類のフロンティアが太陽系まで恒久的に拡大を続けていく明日へのビジョンを、私達に示すものである。本共通の認識は、多くの国家によって単独でもしくはパートナーシップによって行われる無人・有人による宇宙探査の取り組みが、すべての人類に対する長期的な恩恵を最大化していくためにどのように協働しうるのか予見するものである。

本文書の作成に貢献した宇宙機関は、このビジョンを共有するとともに、世界中の他の機関や組織体が、このビジョンの実現に参加することを勧める。