

8. 「宇宙」分野の調査結果

— 目 次 —

8.1. 注目領域の動向	477
8.1.1. 『宇宙活動』および『宇宙科学』	477
8.1.2. 『地球環境』および『地球観測』	477
8.1.3. 宇宙におけるIT(情報技術)革命	478
8.1.4. 宇宙における生命	479
8.2. 回答状況および回答者の内訳	480
8.3. 予測課題のフレーム	481
8.4. 我が国の重点科学技術分野	484
8.5. 我が国にとっての重要度	484
8.5.1. 重要度の高い課題	484
8.5.2. フレーム毎(領域別、目的別)の重要度	485
8.6. 期待される効果	486
8.6.1. 全体的な傾向	486
8.6.2. フレーム毎(領域別、目的別)の期待される効果	488
8.7. 実現予測時期	489
8.8. 現在第一線にある国等	491
8.8.1. 全体的な傾向	491
8.8.2. フレーム毎(領域別、目的別)の現在第一線にある国等	492
8.9. 我が国において政府がとるべき有効な手段	492
8.9.1. 全体的な傾向	492
8.9.2. フレーム毎(領域別、目的別)の政府がとるべき有効な手段	494
8.10. 我が国において懸念される問題点	495
8.10.1. 全体的な傾向	495
8.10.2. フレーム毎(領域別、目的別)の懸念される問題点	495
8.11. 第6回調査との比較(前回調査との比較)	496
8.12. 集計結果一覧	498
8.13. 回答者コメント例(課題別)	506
8.14. 未来技術年表	510

8. 「宇宙」分野の調査結果

8.1. 注目領域の動向

8.1.1. 『宇宙活動』および『宇宙科学』

(1) 宇宙活動の商業化

衛星通信及び人工衛星打上げ事業の商業化はめざましく、米国宇宙関連企業の年間売上における官需対民需の比はこの2-3年で逆転した程である。

米ソ冷戦構造の崩壊後10年、米国政府主導による宇宙活動の民営化政策は未だ一進一退の状態であるが、NASAの当面する課題は宇宙ステーション(ISS)運用の民間移管・利用の第3機関への移管と商業利用の促進である。我が国は日本実験棟(JEM)等をもってISSへ参加している。JEMは我が国政府の国有財産として登録される予定であるが、その運用と利用は特殊法人である宇宙開発事業団へ一任されてきている。「14 民間が運営する軌道上民間研究所の実現」という設問に対する回答の多くは、日本の専門家でも、この課題は米国の問題であるとの認識が現状であることを示している。ISSの未来はNASAのみならず、宇宙開発事業団の今後の努力に依存するであろう。

(2) 有人宇宙輸送システム

有人宇宙輸送システムの課題として理解された設問は「17 地上と宇宙ステーションの間を運航するスペースプレーンの開発」のみであって来た。予測される実現時期が現在のスペースシャトルの耐用年数を越える約12年以降となっているのも、米国が世界で圧倒的にリードしているという認識も、米国政府が過去15年以上に投資した国家予算の大きさによろう。「20 打上げロケットによる宇宙輸送費用が現在の1/10に低減」という設問に対しては、我が国宇宙活動にとって最重要課題であり、経済活動への寄与が第3位に位置付けられたのは、これらの課題の重要性を示している。ただし、両課題共に有人宇宙輸送システム(ポスト・スペースシャトル)に深く関連しているという理解が読み取れないのは、我が国の宇宙政策にそのような見解が示されていないのと、我が国の予算の投資が少なすぎるためであろう。

(3) 有人惑星探査

米国NASAは1980年代以降、宇宙ステーション計画後の最重要プロジェクトを一貫して有人火星探査と位置付けている。このNASAの長期計画に対応する我が国宇宙機関の長期計画はないが、アンケート回答者の多くは米国の新しい宇宙政策始動を見守る状態である。「32 月面に光学あるいは電波望遠鏡の設置」という設問に対する回答者の関心が比較的高い傾向が見られるが、無人計画として理解されている。この課題がハッブル宇宙望遠鏡、ハワイ島に我が国が設置した「望遠鏡スバル」の次期計画と考えられるのならば、有人月面探査は必要になろう。

(山中龍夫)

8.1.2. 『地球環境』および『地球観測』

20世紀の後半、人工衛星による地球観測が行われるようになり、人類は地球を宇宙から眺める事が可能となった。特に1990年代になると、地球環境に対する社会的関心は年々大きくなって来た。このことは地球規模の変動が明確に解りはじめたからであろう。宇宙開発を進めて来た世界各国の地球観測への積極的な取り組みが見られる。宇宙開発機関同士の会議がもたれ、共同研究や開発が進められている。日本においても研究者、技術者を中心にした人工衛星による地球観測の組織が作られ、積極的な活動が行われている。そこでは長期的な地球観測ミッションが計画され、人工衛星やセンサなどの研究開発や利用の領域の検討が行われている。我が国においては人工衛星による地球観測は、1987年に打ち上げられた海洋観測衛星MOS-1以来、MOS-1b、JERS-1、ADEOS、TRMM(米国と共同)などと順調に進められて来た。特にADEOSに搭載されたセンサは日本、米国、フランスの宇宙機関の8種類の観測機器を搭載した約3.5トンの観測衛星であった。これらの観測機器、性能また開発期間などは従来の予想を越えるものであった。このような計画的な開発と資金のもとに行われるプロジェクト、また国際的な共同研究によって

行われるものは成功の確率が高く、実現の度合いが高い。

技術予測の動向として社会的ニーズの高いものは実現が早いのは当然であるが、それに伴う開発資金、人員、組織、体制などが大きな影響をもつ。特に地球環境の問題は観測技術の技術レベルによる所が多い。もちろん、背景となる基礎科学のレベルに負うところも大きい。また身近な所での社会的ニーズ、例えば、火山噴火、地震、台風、洪水などの自然災害、大気汚染、火災、油流出などの人為的災害などがある。これらの予知や予測や監視が強く求められる。このような社会的なニーズが国の研究開発ニーズに投資されることによって加速される。一方、経済の変動によっても技術の予測が影響をうけることにもなる。

地球観測の分野での今後の動向としては、ロケットや衛星の高度化、効率化、コストの低減化に伴う技術的見直しの時期にきていることが大きな課題である。地球環境問題については21世紀には従来の課題から社会的、経済的なものを含んだニーズ、例えば人口増加に伴う食糧生産、水の供給、廃棄物の処理など問題が加えられて来ると考えられる。

(坂田俊文)

8.1.3. 宇宙におけるIT(情報技術)革命

宇宙における情報通信ネットワークの拡大や宇宙機のインテリジェント化は、今後の宇宙開発技術の発展にとって重要な課題となる。宇宙に人類が進出する将来像を描いた場合、地上と同様の大量の情報交換が必須であり、それを実現する伝送媒体、さらには、情報の加工処理技術の発展が基礎となる。また、人類の宇宙進出を助けるためのロボット技術も重要であり、人工知能を究極の目標とする自律化技術や人間が超遠方からその場で作業しているようなイメージをもたせるテレエクジステン、テレオペレーション、テレサイエンスそしてバーチャルリアリティなどの技術革命が注目されている。

インターネットを宇宙へ広げようとする動きは、テレデシックの「インターネットインザスカイ」という言葉とともに注目を集めてきており、KuそしてKaバンドと高い周波数を用いたインターネットを始めとするマルチメディアブロードバンドサービスを目指す衛星通信システムの計画が次々と生まれてきている。また、通信衛星を介した航空機、船舶等移動体へのインターネット高速サービスも開始されようとしている。地上におけるインターネット等高速マルチメディアサービスが光ファイバーによる超高速化により次々と実現していく中で、移動体内でも同様のサービスを受けたいという要望は大きくなってきている。また、地上でも光ファイバーが届かない地域へのサービスを実現し、デジタルデバイドを解消することや、災害時等緊急通信等衛星通信の利用は今後も増えていくものと考えられる。このような状況に応じ、世界各国でのブロードバンド衛星開発が進む中、日本でも、超高速インターネット通信衛星の開発計画が進んでいる。

また、宇宙からの高精度な地球環境データの取得等、宇宙で発生するデータがどんどんと多くなってきており、宇宙から地球への高速データ伝送が必要となっている。さらに、国際宇宙ステーションの実現を始めとして、人類の宇宙への進出に伴い地球と宇宙間の双方向大容量通信の必要性も高まっている。一方で、使用できる通信容量は、技術発展により増加しているものの、その時点での限界があるため、伝送する情報を処理して冗長性を除き必要なもののみを伝送することが必要となっている。このため、宇宙機上でもデータを処理し、データを圧縮、必要なデータだけを地上に伝送することが検討され、採用され始めている。最近では、搭載用のメモリの小型大容量化が進み、データ処理用に高速な小型計算機も利用できるようになってきている。また、衛星にインターネットサーバーを搭載し、地上からインターネットプロトコルによってアクセスすることも検討されている。地上のミラーサーバー等を利用した総合的なシステムにより、世界中のユーザーが直接衛星にアクセスする感覚でデータを取得できるようになるのも近い。

人類は、宇宙ステーションを始めとして、大規模に宇宙を利用する時代に入ってきた。今後は、月基地や、火星基地、さらには宇宙コロニーへと発展することが期待されている。宇宙への有人による進出は、今後さらに進むものと考えられるが、一方で宇宙環境は、無重力、放射線そして真空と人類にとって過酷な条件を備えている。このため、人類の宇宙進出を助けるためには、ロボット等による有人支援技術が重要となる。スペースシャトルのロボットアームを始め、宇宙ステーションでもロボット技術の利用が本格的に行われている。日本では、シャトル上のロボットアームを地上から遠隔操作する実験(テレオペレーション実験)や

ETS-VIIでの宇宙ロボット実験が行われており、将来は、人工衛星を始めとする宇宙機を対象に、ロボット機能を持つサービス衛星が検査、修理や、燃料補給をするようになる。また、地上から宇宙ステーション等での様々な軌道上実験をコントロールし、地上の研究者が宇宙上で実験しているかのごとくにコントロールするテレサイエンス技術、超遠方の周囲環境をモデル化し、地上等へ伝送し人間が超遠方からその場で作業しているようなイメージをもたせるようなバーチャルリアリティ技術、テレエクジステンシス技術も使われるようになると考えられ、IT(情報技術)革命が宇宙においても大きく進められようとしている。

(鈴木良昭)

8.1.4. 宇宙における生命

地球圏外における生命誕生の候補地として火星および木星の惑星、エウロパ、ガニメデ、が考えられ、それらの探査が謳われているが、現時点では、生命誕生の背景となる、水、有機物の存在、気相ならびに地殻の測定の間接的分析が、もっぱらである。決定的探査にはサンプルリターン乃至は有人探査が必要であり、2008年にアメリカが火星のサンプルリターンを計画していたが、その準備計画が相次いで失敗しているので、その実施が大幅に遅れる事になる。現時点では日本が提案している小惑星のサンプルリターン計画があり、この計画の実施により生命活動関連の情報が得られることが期待されている。赤外線分光望遠鏡の感度を上げる事により、太陽系以外の惑星における大気組成を知り、その生命活動の存在を予測することができるので、今後、この方向の計画が進められるであろう。

太陽系天体の探査計画は、国際的な共同や役割分担のもとで、着々とその探査の範囲を広げようとしている。火星については、アメリカを中心に、サンプルリターンや、有人探査の計画が進められている。金星については、その特異な大気運動の解明をめざす日本の周回衛星計画をはじめとして、日欧米がそれぞれ相補的な観測目的をもった探査機を金星に送ろうとしている。さらに、日欧の協力で、水星に複数の周回衛星を送り、多角的な観測を行おうとする計画が具体化しつつある。さらに、将来には、周回衛星による探査の範囲は土星以遠の外惑星にも広げられるであろう。

遠方の宇宙の観測においても、国際的な共同のもとで、各種の波長・観測手段による大型計画が考えられている。軌道上に大型の望遠鏡や干渉計を実現するために、共通して、複数の衛星による編隊飛行が考えられている。X線分野では、日欧の協力で、反射鏡衛星と検出器衛星の2つの衛星の編隊飛行による、大型 X 線望遠鏡計画が進められようとしている。この計画では、米国の協力も得て、X線反射鏡の口径を宇宙ステーション上でさらに大きくすることも検討されている。複数衛星による、宇宙赤外線干渉計や、軌道重力波検出装置の検討も進められている。これら軌道天文台の計画と平行して、将来、月面に大型の光学・電波望遠鏡をおくための検討も進められ、わが国でも、月面探査計画を利用して、基礎実験を進めようとしている。

現在、太陽系の天体における探査計画は、次の通り、多々計画されており、向う30年の間に、地球圏外における生命活動の有無に関する情報は飛躍的に進展するであろう。

月(日本、SELENE、Luna A)

小惑星(日本、サンプルリターン)

火星(米国、サンプルリターン;欧州、Mars Express;ロシア、Mars;日本、のぞみ)

木星および木星の衛星、エウロパ、ガニメデ(米国、ガリレオ探査、icepick 計画等)

土星および土星の惑星、タイタン(米国、カッシーニ、ホイヘンス探査)

(井上一、山田晃弘)

8.2. 回答状況および回答者の内訳

「宇宙」分野の回収率は以下のような結果になった。R2の全分野の回収率は82%であり、本分野の回収率は、これを若干上回る結果となっている。回収人数で見た場合、16分野中15番目という結果であった。

表 8.2-1 「宇宙」分野のアンケート回収状況

回収状況					
R1発送	R1回収	R1回収率	R2発送	R2回収	R2回収率
160人	143人	89%	143人	120人	84%

R2回答者内訳については以下のようになっている。回答者の属性を見ると、全体の女性回答者の割合は3%であるが、本分野はそれを下回る1.7%となっている。年代では50代が最も多く53%を占める。職業別に見ると団体職員の比率が高く、42%であり、全体の比率より32%高い。職種は全体の傾向と比べると、研究開発従事者が多い。

表 8.2-2 「宇宙」分野のアンケート回答者の内訳

性別	男	118人	職業	会社員	10人	専門度の平均	大	15.0%		
	女	2人		大学関係	36人		中	30.8%		
	無記入	なし		公務員	20人		小	54.3%		
年代	20代	なし		団体職員	50人					
	30代	3人		その他	4人					
	40代	30人		無記入	なし					
	50代	63人		職種	研究開発従事					
	60代	23人	上記以外		14人					
	70代以上	1人	無記入		なし					
	無記入	なし	合計		120人					

(注)・専門度の平均:各課題の専門度に関する3つの選択肢(大、中、小)の回答割合の合計を課題数で割った値を示す。

8.3. 予測課題のフレーム

予測課題を検討するにあたって、その前提として、各分野の技術の体系をあらわすフレームの検討を行った。ここでいうフレームとは、横軸に領域、縦軸に目的をとったマトリックスであらわすものである。現時点での技術の将来性や重要度の観点から分野全体の技術のイメージを固めることをねらいとするとともに、予測課題の見直しのための作業フレームとしてもこれを利用する。

予測課題のフレーム「宇宙」分野

領域	地球中・低高度軌道	地球高高度軌道
目的		
探査・観測	<p>01 衛星等により24時間リアルタイムで地球全体の環境をモニタし、それらのデータを軌道上で処理し、地球上のあらゆる地域で入手し、直接利用できるシステムが開発される。</p> <p>02 太陽系外地球型水惑星や地球外生命の探査を行うため、複数衛星による超高空間分解能をもつ宇宙遠赤外干渉システムが開発される。</p> <p>03 複数衛星による軌道重力波検出装置が開発される。</p>	
位置利用	<p>04 軌道上で口径数十m以上の大型望遠鏡を組み立て構築する技術が開発される。</p> <p>05 海上風速を1メートル/秒以下の精度で測定できる人工衛星搭載用散乱計が実用化される。</p> <p>06 10 ナノメートル以下のスペクトラム分解能をもつ人工衛星搭載用海色センサが実用化される。</p> <p>07 陸域における水、土壌水分、析出塩濃度、氷雪分布等を全地球的に空間分解能1km以下で測定する人工衛星搭載用マイクロ波放射計が実用化される。</p> <p>08 VLBI(超長基線電波干渉法)、衛星レーザおよび逆レーザ測距と合成開口レーダーによる地殻変動の測定精度がセンチメートル以下となり、地震予知等の精度向上に役立つようになる。</p> <p>09 バイオマスが1kg/m²以下の精度で観測できる衛星搭載マイクロ波センサが実用化される。(植物の乾燥重量は炭酸ガスの排出量を決め、地球温暖化に関係する。現状はシャトル SIR-C で1.4kg/m²)</p> <p>10 衛星進行方向に沿って観測幅500km以上で風の三次元分布測定を可能とする衛星搭載ドップラーライダーが開発される。</p> <p>11 衛星干渉計によるサブミリ波帯での宇宙電波観測システムが開発される。</p> <p>12 通信機能を有する1kg以下の人工衛星が開発される。</p> <p>13 数十メガビット/秒以上の高速インターネット用コンステレーション型グローバル衛星システムが実用化される。</p>	<p>28 数衛星の編隊飛行による軌道大型望遠鏡や干渉計が実現する。</p> <p>29 ギガビット級のグローバル衛星通信システムが普及する。</p> <p>30 商業用高精度測位システムが実用化される。</p>
環境利用	<p>14 民間が運営する軌道上研究所が実現する。</p> <p>15 軌道上における宇宙塵・宇宙線環境下の実験により、生命起源に関わる化学進化の過程が解明される。</p>	
物質・エネルギー利用		<p>31 巨大な太陽電池板をもつ宇宙空間太陽光発電所が建設され、電力がマイクロ波またはレーザーで地上に伝送されるようになる。</p>
輸送	<p>16 部分再使用型(フライバックブースター)宇宙輸送機が開発される。</p> <p>17 地球と宇宙ステーションの間を航空機のように運行し、使用済み衛星を回収できる単段式スペースプレーンが開発される。</p> <p>18 エアークリーピングエンジンを搭載した高速航空機から再使用型ロケットエンジンを搭載した有翼宇宙機を发射する二段式スペースプレーンがわが国で開発される。</p> <p>19 月・惑星に向かうための輸送基地が中・低軌道に実現する。</p> <p>20 打上げロケットによる宇宙輸送費用が現在の1/10以下に低減される。</p>	
人間活動に関連する技術	<p>21 宇宙飛行士の遠隔医療診断・治療システムが確立する。</p> <p>22 数mm以上の比較的大きなスペースデブリ(人工衛星やロケットの破片、宇宙に放出された人工物等の軌道上のゴミ)の観測・監視が可能になり、宇宙ステーション等での有人宇宙滞在の安全性が確保される。</p> <p>23 数十センチメートル以上の使用済み衛星・ロケットの破片等の大型スペースデブリの除去が行われる。</p> <p>24 軌道上における人工衛星の補給、点検、部品交換等のサービスシステムが普及する。</p>	
	<p>25 宇宙で野菜、穀物、動物タンパク質等の食料が自給できる閉鎖生態系を利用する生命維持技術が開発される。</p> <p>26 高圧(1気圧)フレキシブル宇宙船外活動服が開発される。</p> <p>27 自己故障診断機能および自己修復機能を有するフェールオペレーショナル宇宙ロボットが開発される。</p>	

近惑星軌道	遠惑星以遠
<p>32 月面に光学あるいは電波望遠鏡が設置される。</p> <p>33 月面上に恒久的有人基地が作られ、月の地質調査、月からの科学観測、月の資源利用技術の開発等の活動が行われている。</p>	<p>34 惑星からのサンプルリターンが行われる。</p> <p>35 気球による金星大気の長時間観測が行われる。</p> <p>36 有人宇宙船の火星着陸とその帰還が行われる。</p> <p>37 周回衛星による水星の探査が行われる。</p> <p>38 土星以遠の外惑星の周回衛星による探査が行われる。</p> <p>39 太陽・地球からの熱放射の影響を効率よく避けるために、大型光・赤外線天文台が太陽・地球のラグランジュ点に設置される。</p> <p>40 火星土壤中で地球外生命体またはその痕跡が発見される。</p>

8.4. 我が国の重点科学技術分野

宇宙分野の回答者に対して、日本の将来を考える場合、どの科学技術分野に重点を置く必要があるかを問い、下表のような回答を得た。

表 8.4-1 「宇宙」分野の回答者が考える将来の重点科学技術分野

今後5～10年に優先して研究開発を実施すべき分野	2010年頃に研究開発の優先度が高い分野		2010年頃に研究開発の優先度が高い分野	
	分野	人数 (%)	分野	人数 (%)
情報系技術	90人 (75.0%)	情報系技術	38人 (31.7%)	
生命系技術	90人 (75.0%)	生命系技術	104人 (86.7%)	
地球・環境系技術	109人 (90.8%)	地球・環境系技術	115人 (95.8%)	
材料系技術	27人 (22.5%)	材料系技術	45人 (37.5%)	
製造・マネジメント系技術	13人 (10.8%)	製造・マネジメント系技術	11人 (9.2%)	
社会基盤系技術	17人 (14.2%)	社会基盤系技術	31人 (25.8%)	
無記入	2人 (1.7%)	無記入	3人 (2.5%)	

8.5. 我が国にとっての重要度

8.5.1. 重要度の高い課題

回答者(専門度「なし」の回答者は除く)の我が国にとっての重要度の回答結果は以下のとおりである。

「宇宙」分野全体では重要度指数は53.1となっている。我が国にとっての重要度の評価が特に高かった課題(重要度指数の値が高い上位20位までの課題)は、次表に示すとおりである。最も重要度が高く評価されたのはロケット打上げ費用削減関連の課題であるが、そのほかに衛星通信システム、観測衛星システム関連の課題が比較的上位を占めている。

表 8.5-1 重要度指数上位20課題

課題	重要度指数	実現予測時期(年)
20 打上げロケットによる宇宙輸送費用が現在の1/10以下に低減される。	88	2019
29 ギガビット級のグローバル衛星通信システムが普及する。	83	2013
08 VLBI(超長基線電波干渉法)、衛星レーザおよび逆レーザ測距と合成開口レーダーによる地殻変動の測定精度がセンチメートル以下となり、地震予知等に役立つようになる。	82	2013
30 商業用高精度測位システムが実用化される。	78	2013
31 巨大な太陽電池板をもつ宇宙空間太陽光発電所が建設され、電力がマイクロ波またはレーザで地上に伝送されるようになる。	73	2023
13 数十メガビット/秒以上の高速インターネット用コンステレーション型グローバル衛星システムが実用化される。	72	2011
01 衛星等により24時間リアルタイムで地球全体の環境をモニタし、それらのデータを軌道上で処理し、地球上のあらゆる地域で入手し、直接利用できるシステムが開発される。	72	2012
24 軌道上における人工衛星の補給、点検、部品交換等のサービスシステムが普及する。	62	2018
18 エアークリーニングエンジンを搭載した高速航空機から再使用型ロケットエンジンを搭載した有翼宇宙機を発射する二段式スペースプレーンがわが国で開発される。	61	2020
05 海上風速を1メートル/秒以下の精度で測定できる人工衛星搭載用散乱計が実用化される。	61	2012

課 題	重要度指数	実現予測時期(年)
27 自己故障診断機能および自己修復機能を有するフェールオペレーショナル宇宙ロボットが開発される。	61	2017
17 地球と宇宙ステーションの間を航空機のように運行し、使用済み衛星を回収できる単段式スペースプレーンが開発される。	60	2020
22 数mm以上の比較的大きなスペースデブリ(人工衛星やロケットの破片、宇宙に放出された人工物等の軌道上のゴミ)の観測・監視が可能になり、宇宙ステーション等での有人宇宙滞在の安全性が確保される。	60	2014
06 10 ナノメートル以下のスペクトラム分解能をもつ人工衛星搭載用海面センサが実用化される。	58	2013
07 陸域における水、土壌水分、析出塩濃度、氷雪分布等を全地球的に空間分解能 1km 以下で測定する人工衛星搭載用マイクロ波放射計が実用化される。	58	2013
16 部分再利用型(フライバックブースター)宇宙輸送機が開発される。	57	2015
09 バイオマスが 1kg/m ² 以下の精度で観測できる衛星搭載マイクロ波センサが実用化される。(植物の乾燥重量は炭酸ガスの排出量を決め、地球温暖化に関係する。現状はシャトル SIR-C で 1.4kg/m ²)	57	2013
23 数十センチメートル以上の使用済み衛星・ロケットの破片等の大型スペースデブリの除去が行われる。	56	2019
10 衛星進行方向に沿って観測幅 500km 以上で風の三次元分布測定を可能とする衛星搭載ドップラーライダーが開発される。	55	2014
12 通信機能を有する 1kg 以下の人工衛星が開発される。	55	2010

8.5.2. フレーム毎(領域別、目的別)の重要度

領域別でみた場合、課題数の最も多いのは「地球中・低高度軌道」であったが、最も重要度指数が高かったのは「地球高高度軌道」関連課題であった。一方、「遠惑星軌道」で重要度指数が最も低くなっていた。

目的別で見ると「物質・エネルギー利用」、「輸送」、「位置利用」などで重要度指数が60を越えている。一方、「環境利用」、「探査・観測」の重要度指数は低かった。

図 8.5-1 領域別重要度指数

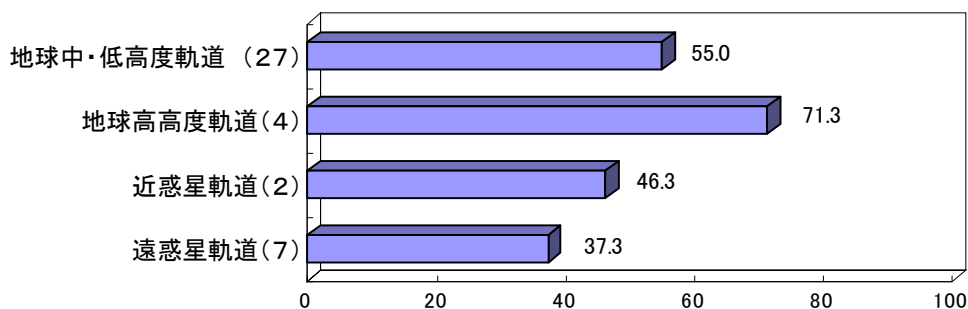
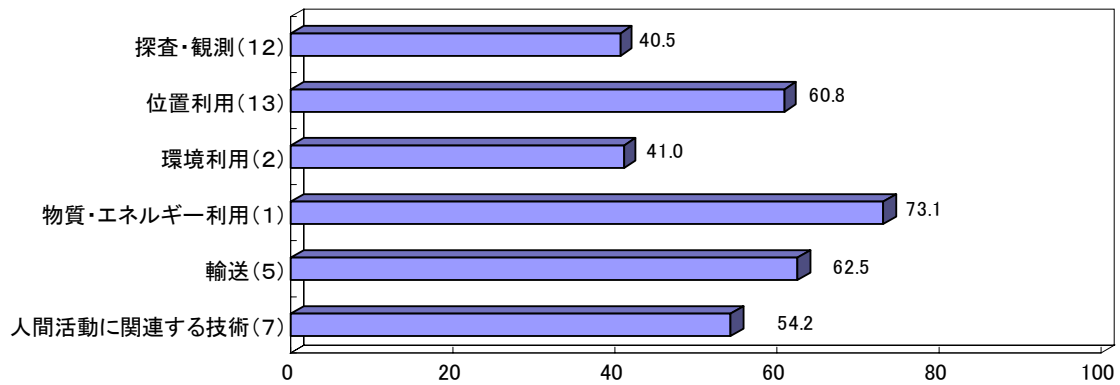


図 8.5-2 目的別重要度指数



(注)・重要度指数 = (重要度「大」回答者数 × 100 + 重要度「中」回答者数 × 50 + 重要度「小」回答者数 × 25 + 重要度「なし」回答者数 × 0) ÷ 重要度総回答者数

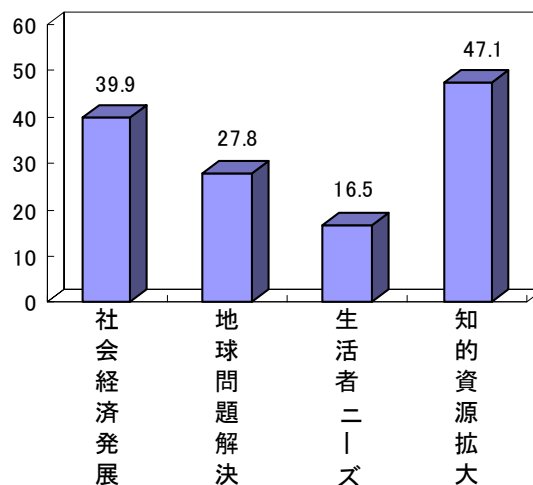
・カッコの中の数字は該当する課題数。

8.6. 期待される効果

8.6.1. 全体的な傾向

当該課題が実現することにより、期待される効果として「社会・経済発展への寄与」、「地球的規模の諸問題の解決」、「生活者ニーズへの対応」、「人類の知的資源の拡大」の4つの選択肢をあげ、複数回答方式で回答を求めた。回答(複数回答)結果は次に示すとおりである。

図 8.6-1 期待される効果(%)



全体では、「人類の知的資源の拡大」への期待が最も大きくなっており、2番目の「社会・経済発展への寄与」とは10%近くの差がついている。

各効果の回答の比率が高い課題(回答の比率が51%以上で上位10位までの課題)を下表に示す。

表 8.6-1 期待される効果の回答の比率の高い課題

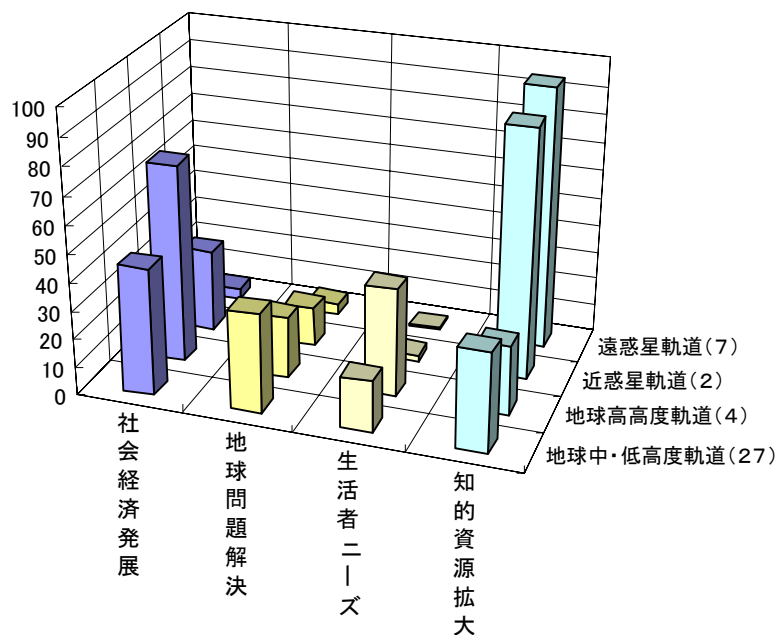
区分	課題	比率(%)	実現予測時期(年)
社会・経済発展への寄与	30 商業用高精度測位システムが実用化される。	93	2013
	13 数十メガビット/秒以上の高速インターネット用コンステレーション型グローバル衛星システムが実用化される。	92	2011
	20 打上げロケットによる宇宙輸送費用が現在の 1/10 以下に低減される。	91	2019
	29 ギガビット級のグローバル衛星通信システムが普及する。	88	2013
	16 部分再利用型(フライバックブースター)宇宙輸送機が開発される。	88	2015
	18 エアブリージングエンジンを搭載した高速航空機から再利用型ロケットエンジンを搭載した有翼宇宙機を発射する二段式スペースプレーンがわが国で開発される。	88	2020
	24 軌道上における人工衛星の補給、点検、部品交換等のサービスシステムが普及する。	87	2018
	31 巨大な太陽電池板をもつ宇宙空間太陽光発電所が建設され、電力がマイクロ波またはレーザーで地上に伝送されるようになる。	86	2023
	17 地球と宇宙ステーションの間を航空機のように運行し、使用済み衛星を回収できる単段式スペースプレーンが開発される。	85	2020
	27 自己故障診断機能および自己修復機能を有するフェールオペレーショナル宇宙ロボットが開発される。	77	2017
地球的規模の諸問題の解決	01 衛星等により24時間リアルタイムで地球全体の環境をモニタし、それらのデータを軌道上で処理し、地球上のあらゆる地域で入手し、直接利用できるシステムが開発される。	97	2012
	07 陸域における水、土壌水分、析出塩濃度、氷雪分布等を全地球的に空間分解能 1km 以下で測定する人工衛星搭載用マイクロ波放射計が実用化される。	95	2013
	09 バイオマスが 1kg/m ² 以下の精度で観測できる衛星搭載マイクロ波センサが実用化される。(植物の乾燥重量は炭酸ガスの排出量を決め、地球温暖化に関係する。現状はシャトル SIR-C で 1.4kg/m ²)	94	2013
	06 10 ナノメートル以下のスペクトラム分解能をもつ人工衛星搭載用海色センサが実用化される。	84	2013
	10 衛星進行方向に沿って観測幅 500km 以上で風の三次元分布測定を可能とする衛星搭載ドップラーライダーが開発される。	80	2014
	05 海上風速を 1メートル/秒以下の精度で測定できる人工衛星搭載用散乱計が実用化される。	77	2012
	08 VLBI(超長基線電波干渉法)、衛星レーザーおよび逆レーザー測距と合成開口レーダーによる地殻変動の測定精度がセンチメートル以下となり、地震予知等に役立つようになる。	77	2013
	23 数十センチメートル以上の使用済み衛星・ロケットの破片等の大型スペースデブリの除去が行われる。	72	2019
	22 数mm以上の比較的大きなスペースデブリ(人工衛星やロケットの破片、宇宙に放出された人工物等の軌道上のゴミ)の観測・監視が可能になり、宇宙ステーション等での有人宇宙滞在の安全性が確保される。	63	2014
31 巨大な太陽電池板をもつ宇宙空間太陽光発電所が建設され、電力がマイクロ波またはレーザーで地上に伝送されるようになる。	59	2023	
生活者ニーズへの対応	29 ギガビット級のグローバル衛星通信システムが普及する。	66	2013
	13 数十メガビット/秒以上の高速インターネット用コンステレーション型グローバル衛星システムが実用化される。	63	2011
	30 商業用高精度測位システムが実用化される。	60	2013
	08 VLBI(超長基線電波干渉法)、衛星レーザーおよび逆レーザー測距と合成開口レーダーによる地殻変動の測定精度がセンチメートル以下となり、地震予知等に役立つようになる。	56	2013

区分	課題	比率(%)	実現予測時期(年)
人類の知的資源の拡大	02 太陽系外地球型水惑星や地球外生命の探査を行うため、複数衛星による超高空間分解能をもつ宇宙遠赤外干渉システムが開発される。	97	2017
	36 有人宇宙船の火星着陸とその帰還が行われる。	96	2025
	34 惑星からのサンプルリターンが行われる。	96	2013
	15 軌道上における宇宙塵・宇宙線環境下の実験により、生命起源に関わる化学進化の過程が解明される。	96	2019
	39 太陽・地球からの熱放射の影響を効率よく避けるために、大型光・赤外線天文台が太陽・地球のラグランジュ点に設置される。	95	2018
	40 火星土壤中で地球外生命体またはその痕跡が発見される。	95	2014
	32 月面に光学あるいは電波望遠鏡が設置される。	95	2021
	03 複数衛星による軌道重力波検出装置が開発される。	95	2019
	04 軌道上で口径数十m以上の大型望遠鏡を組み立て構築する技術が開発される。	94	2015
	38 土星以遠の外惑星の周回衛星による探査が行われる。	93	2018

8.6.2. フレーム毎(領域別、目的別)の期待される効果

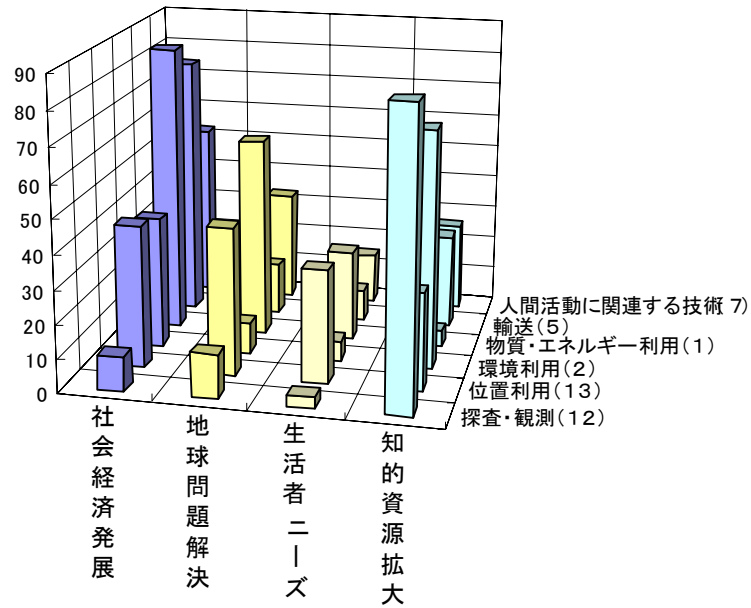
領域別にみると、「地球高高度軌道」(70. 9)における「社会経済発展への寄与」への期待や、「近惑星軌道」(89. 3)、「遠惑星軌道」(94. 1)における「人類の知的資源の拡大」に対する期待が高かった。

図 8.6-2 領域別期待される効果(%)



目的別でみた場合には、「物質・エネルギー利用」(85. 8%)、「輸送」(77. 8%)で「社会・経済発展への寄与」が、「物質・エネルギー利用」(59. 4%)は「地球的規模の諸問題の解決」が、「探査・観測」(86. 6%)、「環境利用」(70. 7%)は「人類の知的資源の拡大」が回答者の期待を集めていた。

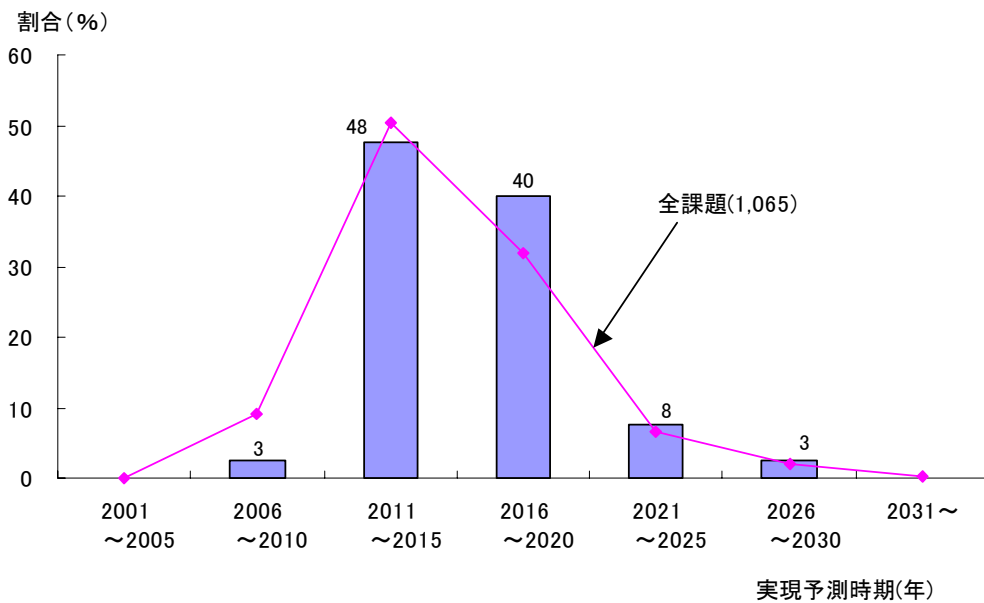
図 8.6-3 目的別期待される効果(%)



8.7. 実現予測時期

実現予測時期の分布は、下図のとおりである。

図 8.7-1 実現予測時期



全課題の実現予測時期の分布と宇宙分野の実現予測時期の分布を比較すると、宇宙分野の課題では実現予測の回答の9割近くが2011年から2020年の間に位置しており、ピークは全課題の傾向とほぼ同じであるが、それまでの実現予測の割合は、全体の傾向よりも低いレベルにある。

一方、領域別課題数と目的別課題数はそれぞれ次の表のとおりである。

表 8.7-1 領域別課題の実現予測時期

領域	01-05	06-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-
地球中・低高度軌道(27)	0	1	14	12	0	0	0
地球高高度軌道(4)	0	0	2	1	1	0	0
近惑星軌道(2)	0	0	0	0	1	1	0
遠惑星軌道(7)	0	0	3	3	1	0	0

表 8.7-2 目的別課題の実現予測時期

目的	01-05	06-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-
探査・観測(12)	0	0	4	5	2	1	0
位置利用(13)	0	1	11	1	0	0	0
環境利用(2)	0	0	0	2	0	0	0
物質・エネルギー利用(1)	0	0	0	0	1	0	0
輸送(5)	0	0	1	4	0	0	0
人間活動に関連する技術(7)	0	0	3	4	0	0	0

領域別にみると、「遠惑星軌道」関連課題は他の領域と比べてそれほど実現予測時期が遅くはなく、むしろ「近惑星軌道」関連課題の実現予測時期の方が遅かった。

目的別では、「探査・観測」、「環境利用」、「輸送」、「人間活動に関する技術」が比較的遅い時期にならないと実現しないと考えられている。

さらにここでは、実現予測時期のほかに「実現しない」、「わからない」という選択肢も設けている。それぞれの回答の比率が高かった課題(上位5課題)は以下の表のとおりである。

表 8.7-3 「実現しない」の回答の比率が高かった課題

課題	「実現しない」の比率(%)	実現予測時期(年)
15 軌道上における宇宙塵・宇宙線環境下の実験により、生命起源に関わる化学進化の過程が解明される。	14	2019
31 巨大な太陽電池板をもつ宇宙空間太陽光発電所が建設され、電力がマイクロ波またはレーザーで地上に伝送されるようになる。	12	2023
23 数十センチメートル以上の使用済み衛星・ロケットの破片等の大型スペースデブリの除去が行われる。	8	2019
22 数mm以上の比較的大きなスペースデブリ(人工衛星やロケットの破片、宇宙に放出された人工物等の軌道上のゴミ)の観測・監視が可能になり、宇宙ステーション等での有人宇宙滞在の安全性が確保される。	7	2014
18 エアークリーニングエンジンを搭載した高速航空機から再使用型ロケットエンジンを搭載した有翼宇宙機を発射する二段式スペースプレーンがわが国で開発される。	5	2020

表 8.7-4 「わからない」の回答の比率が高かった課題

課題	「わからない」の比率(%)	実現予測時期(年)
40 火星土壤中で地球外生命体またはその痕跡が発見される。	18	2014
39 太陽・地球からの熱放射の影響を効率よく避けるために、大型光・赤外線天文台が太陽・地球のラグランジュ点に設置される。	11	2018
18 エアークリーニングエンジンを搭載した高速航空機から再使用型ロケットエンジンを搭載した有翼宇宙機を発射する二段式スペースプレーンがわが国で開発される。	9	2020
03 複数衛星による軌道重力波検出装置が開発される。	9	2019
33 月面上に恒久的有人基地が作られ、月の地質調査、月からの科学観測、月の資源利用技術の開発等の活動が行われている。	9	2027

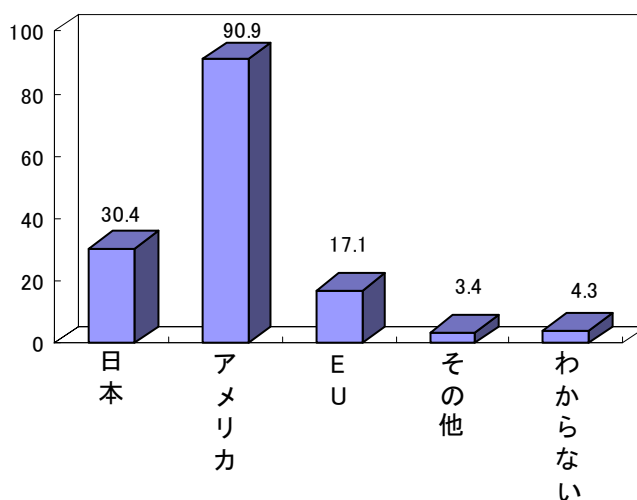
8.8. 現在第一線にある国等

8.8.1. 全体的な傾向

現在第一線にある国等の回答結果は以下の図のようになっている。

宇宙の分野全般では、第一線にある国は「アメリカ」とする割合が圧倒的に高く、2番手の「日本」の約3倍の支持を得ていた。

図 8.8-1 第一線にある国(%)



現在第一線にある国が「日本」という回答の比率が高かった課題(上位5課題)と低かった課題(下位5課題)は以下の表のようであった。

表 8.8-1 「日本」という回答の比率が高かった課題

課題	「日本」の比率(%)	実現予測時期(年)
08 VLBI(超長基線電波干渉法)、衛星レーザおよび逆レーザ測距と合成開口レーダーによる地殻変動の測定精度がセンチメートル以下となり、地震予知等に役立つようになる。	69	2013
11 衛星干渉計によるサブミリ波帯での宇宙電波観測システムが開発される。	67	2014
29 ギガビット級のグローバル衛星通信システムが普及する。	63	2013
27 自己故障診断機能および自己修復機能を有するフェールオペレーショナル宇宙ロボットが開発される。	63	2017
07 陸域における水、土壌水分、析出塩濃度、氷雪分布等を全地球的に空間分解能 1km 以下で測定する人工衛星搭載用マイクロ波放射計が実用化される。	60	2013

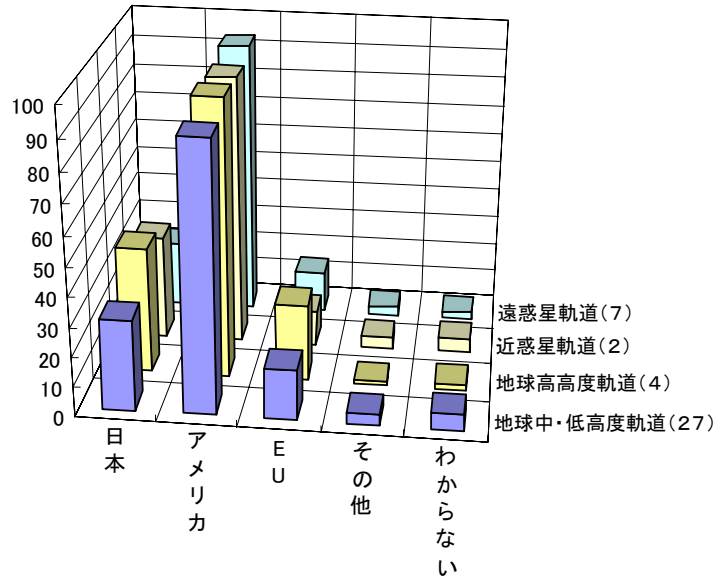
表 8.8-2 「日本」という回答の比率が低かった課題

課題	「日本」の比率(%)	実現予測時期(年)
26 高圧(1気圧)フレキシブル宇宙船外活動服が開発される。	6	2014
14 民間が運営する軌道上研究所が実現する。	6	2019
36 有人宇宙船の火星着陸とその帰還が行われる。	7	2025
19 月・惑星に向かうための輸送基地が中・低軌道に実現する。	9	2020
20 打上げロケットによる宇宙輸送費用が現在の 1/10 以下に低減される。	9	2019

8.8.2. フレーム毎(領域別、目的別)の現在第一線にある国等

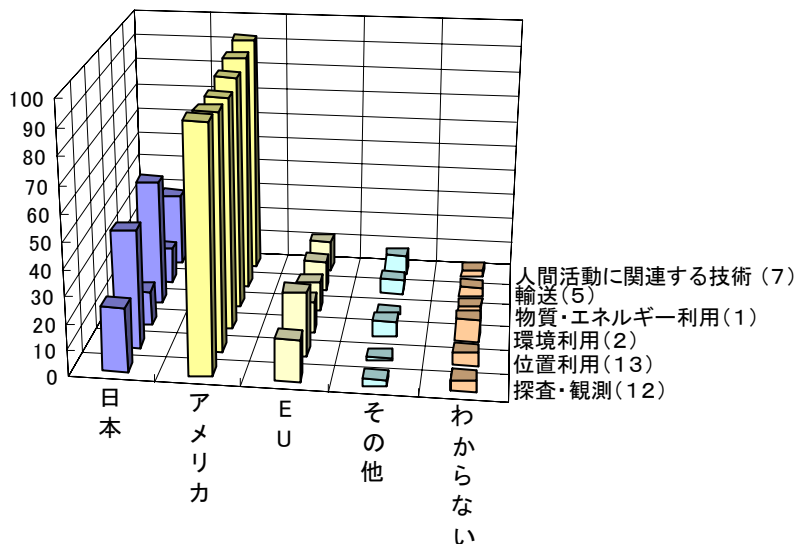
領域別にみると、「アメリカ」の圧倒的優勢は揺るがないが、「地球高高度軌道」において「日本」が第一線であると答える回答者が比較的多く、42.6%であった。

図 8.8-2 領域別第一線にある国(%)



目的別にみた場合、どの目的においても「アメリカ」が最も高いが、比較的「日本」の回答の比率が高かったのは、「位置利用」(44.8%)、「物質・エネルギー利用」(48.1%)においてであった。

図 8.8-3 目的別第一線にある国(%)

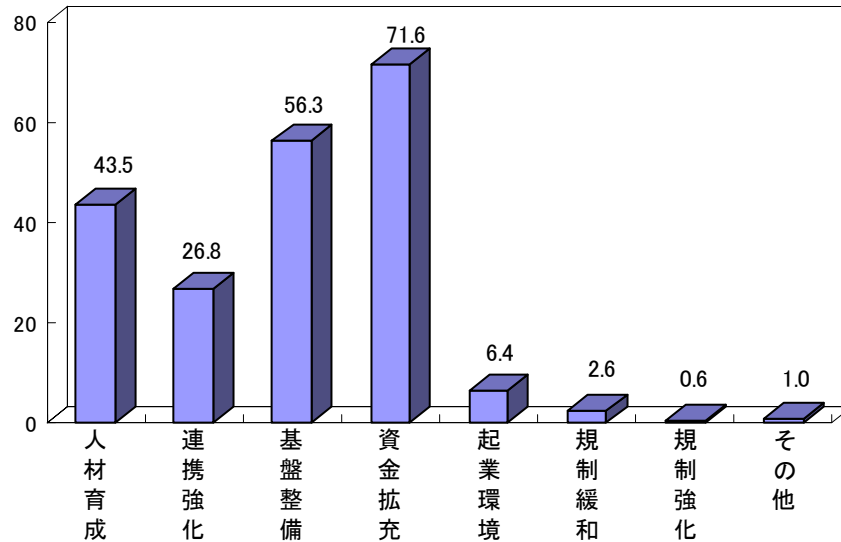


8.9. 我が国において政府がとるべき有効な手段

8.9.1. 全体的な傾向

我が国において政府がとるべき有効な手段の回答(複数回答可)結果は下図に示すとおりである。全体的には、「研究開発資金の拡充」、「研究開発基盤の整備」等が主要な手段として上位にあげられている。

図 8.9-1 政府がとるべき手段(%)



政府がとるべき有効な手段の回答の比率が高い課題(回答の比率が51%以上で上位5位までの課題)を次の表に示す。

表 8.9-1 政府がとるべき有効な手段の回答の比率が高い課題

区分	課題	比率(%)	実現予測時期(年)
人材育成と確保	15 軌道上における宇宙塵・宇宙線環境下の実験により、生命起源に関わる化学進化の過程が <u>解明</u> される。	66	2019
	27 自己故障診断機能および自己修復機能を有するフェールオペレーショナル宇宙ロボットが <u>開発</u> される。	61	2017
	40 火星土壤中で地球外生命体またはその痕跡が <u>発見</u> される。	55	2014
	21 宇宙飛行士の遠隔医療診断・治療システムが <u>確立</u> する。	55	2012
	35 気球による金星大気の長時間観測が <u>行われる</u> 。	55	2016
産学官・分野間の連携強化	13 数十メガビット/秒以上の高速インターネット用コンステレーション型グローバル衛星システムが <u>実用化</u> される。	61	2011
	29 ギガビット級のグローバル衛星通信システムが <u>普及</u> する。	59	2013
	14 民間が運営する軌道上研究所が <u>実現</u> する。	59	2019
	20 打上げロケットによる宇宙輸送費用が現在の 1/10 以下に <u>低減</u> される。	53	2019
	31 巨大な太陽電池板をもつ宇宙空間太陽光発電所が建設され、電力がマイクロ波またはレーザーで地上に <u>伝送</u> されるようになる。	53	2023
研究開発基盤の整備	25 宇宙で野菜、穀物、動物タンパク質等の食料が自給できる閉鎖生態系を利用する生命維持技術が <u>開発</u> される。	71	2019
	18 エアブリージングエンジンを搭載した高速航空機から再使用型ロケットエンジンを搭載した有翼宇宙機を発射する二段式スペースプレーンが <u>わが国</u> で <u>開発</u> される。	69	2020
	33 月面上に恒久的 <u>有人基地</u> が作られ、月の地質調査、月からの科学観測、月の資源利用技術の開発等の活動が行われている。	69	2027
	31 巨大な太陽電池板をもつ宇宙空間太陽光発電所が建設され、電力がマイクロ波またはレーザーで地上に <u>伝送</u> されるようになる。	65	2023
	17 地球と宇宙ステーションの間を航空機のように運行し、使用済み衛星を回収できる <u>単段式</u> スペースプレーンが <u>開発</u> される。	65	2020

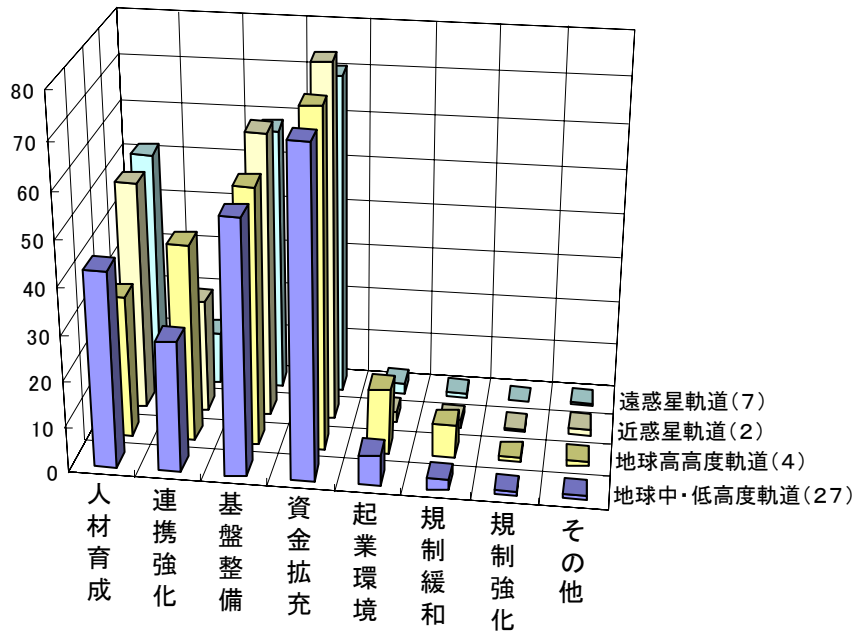
区分	課題	比率(%)	実現予測時期(年)
研究開発資金の拡充	04 軌道上で口径数十m以上の大型望遠鏡を組み立て構築する技術が開発される。	83	2015
	08 VLBI(超長基線電波干渉法)、衛星レーザおよび逆レーザ測距と合成開口レーダーによる地殻変動の測定精度がセンチメートル以下となり、地震予知等に役立つようになる。	82	2013
	16 部分再使用型(フライバックブースター)宇宙輸送機が開発される。	81	2015
	07 陸域における水、土壌水分、析出塩濃度、氷雪分布等を全球的に空間分解能 1km 以下で測定する人工衛星搭載用マイクロ波放射計が実用化される。	81	2013
	18 エアブリージングエンジンを搭載した高速航空機から再使用型ロケットエンジンを搭載した有翼宇宙機を発射する二段式スペースプレーンがわが国で開発される。	80	2020

8.9.2. フレーム毎(領域別、目的別)の政府がとるべき有効な手段

領域別と目的別の割合(%)は次のとおりである。

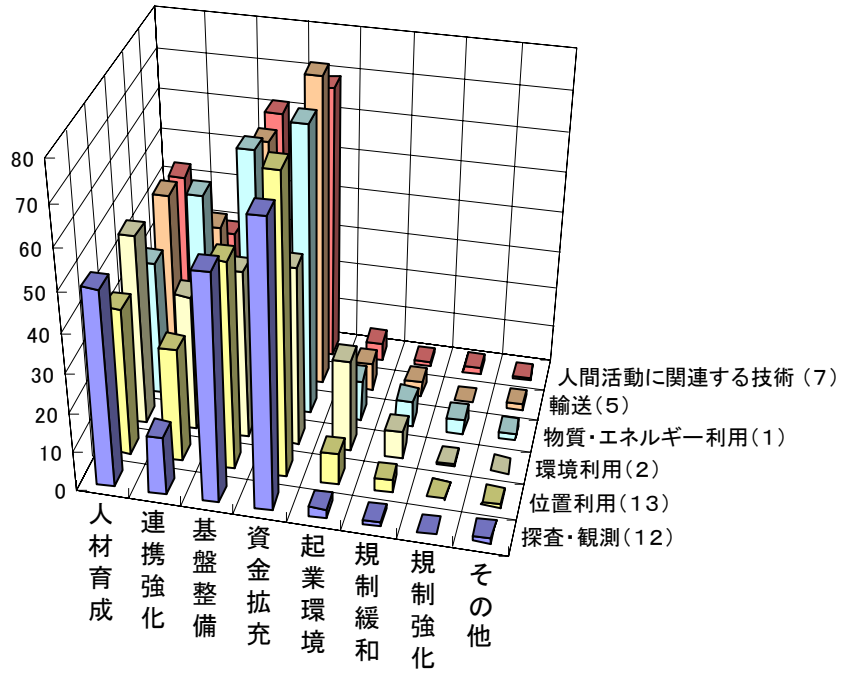
領域別にみると、どの領域も「研究開発資金の拡充」、「研究開発基盤の整備」を政府がとるべき有効な手段だと考えていることがわかる。その他で高い支持を得たのは、「近惑星軌道」(50.5%)、「遠惑星軌道」(51.7%)における「人材の育成と確保」であった。

図 8.9-2 領域別政府がとるべき手段(%)



目的別でみると、「探査・観測」で「人材の育成と確保」(49.8%)を、「物質・エネルギー利用」で「研究開発基盤の整備」(65.1%)と「産学官・分野間の連携強化」(52.8%)を、「輸送」で「研究開発資金の拡充」(77.6%)を望む声が高かった。

図 8.9-3 目的別政府がとるべき手段(%)

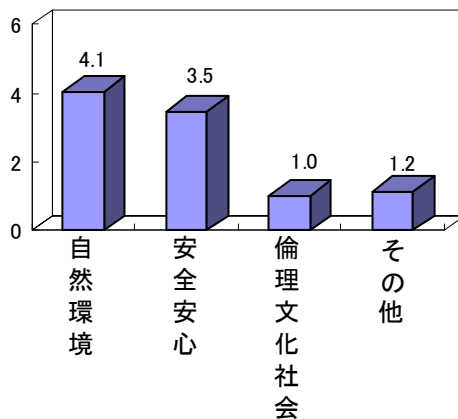


8.10. 我が国において懸念される問題点

8.10.1. 全体的な傾向

課題の実現に際しての、我が国で懸念される問題点についての回答(複数回答可)結果は以下のようになっている。全体としては「自然環境へのマイナスの影響」の割合が最も高いが、4つの選択肢全部を足し合わせても、9.8%と回答への反応はあまり高くない(無回答が多い)。

図 8.10-1 懸念される問題点(%)

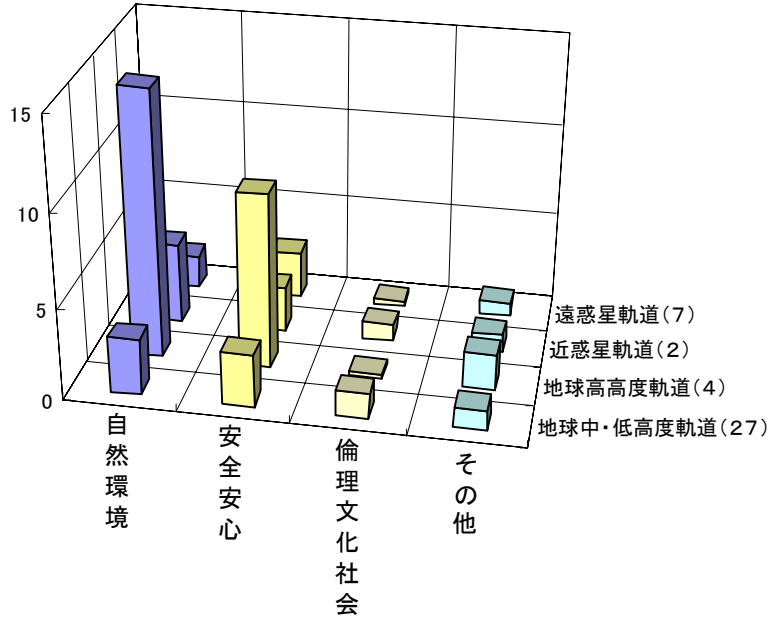


宇宙分野では、懸念される問題点について、回答の比率が51%以上である課題はなかった。

8.10.2. フレーム毎(領域別、目的別)の懸念される問題点

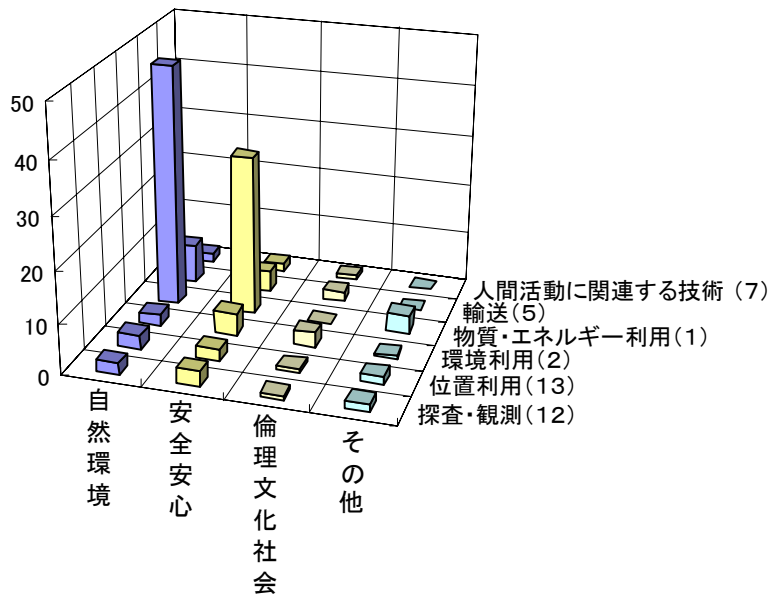
領域別にみると、「地球高高度軌道」に関連する課題の実現に関して比較的懸念が高かった。(「自然環境へのマイナスの影響」が14.6%、「安全・安心へのマイナスの影響」が9.6%であった。)

図 8.10-2 領域別懸念される問題点(%)



目的別には、「物質・エネルギー利用」関連課題に対して懸念が高かった(「自然環境へのマイナスの影響」が47.2%、「安全・安心へのマイナスの影響」が31.1%であったが、1課題だけなので簡単には考察できない。)。他には、「輸送」関連課題の実現に対して「自然環境へのマイナスの影響」が7.6%と比較的高かった。

図 8.10-3 目的別懸念される問題点(%)



8.11. 第6回調査との比較(前回調査との比較)

今回調査の課題(40課題)のうち、継続課題(前回調査と課題の内容が同一)が21課題、修正課題(前回調査の課題の内容を一部修正)が9課題、新規課題が10課題となっている。それぞれの割合は、53%、23%、25%となっている。このうち継続課題について前回調査の重要度の割合と実現予測時期を今回調査のそれと比較した結果を以下の表に示す。

重要度指数が増加した課題は6課題、減少した課題は14課題、変わらなかった課題は1課題となっている。

また、実現予測時期についてみると、前回調査における実現予測年と全く同じだった課題36、課題37、課題39を除いて、他の18課題では予測時期が遅くなっていた。

表 8.11-1 第6回調査からの継続課題との比較

課題 (今回)	重要度指数 / 実現予測時期(年)		課題 (前回)
	今回	前回	
05 海上風速を1メートル/秒以下の精度で測定できる人工衛星搭載用散乱計が実用化される。	61 2012	51 2009	06 海上風速を1メートル/秒以下の精度で測定できる人工衛星搭載用散乱計が実用化される。
06 10 ナノメートル以下のスペクトラム分解能をもつ人工衛星搭載用海面色センサが実用化される。	58 2013	56 2008	07 10ナノメートル以下のスペクトラム分解能をもつ人工衛星搭載用海面色センサが実用化される。
07 陸域における水、土壌水分、析出塩濃度、氷雪分布等を全地球的に空間分解能 1km 以下で測定する人工衛星搭載用マイクロ波放射計が実用化される。	58 2013	56 2009	08 陸域における水、土壌水分、析出塩濃度、氷雪分布等を全地球的に空間分解能1km 以下で測定する人工衛星搭載用マイクロ波放射計が実用化される。
08 VLBI(超長基線電波干渉法)、衛星レーザおよび逆レーザ測距と合成開口レーダーによる地殻変動の測定精度がセンチメートル以下となり、地震予知等の精度向上に役立つようになる。	82 2013	84 2009	09 VLBI(超長基線電波干渉法)、衛星レーザ及び逆レーザ測距と合成開口レーダーによる地殻変動の測定精度がセンチメートル以下となり、地震予知などの精度向上に役立つようになる。
09 バイオマスが 1kg/m ² 以下の精度で観測できる衛星搭載マイクロ波センサが実用化される。(植物の乾燥重量は炭酸ガスの排出量を決め、地球温暖化に関係する。現状はシャトル SIR-C で 1.4kg/m ²)	57 2013	58 2008	10 バイオマスが1kg/m ² 以下の精度で観測できる衛星搭載マイクロ波センサが実用化される。(植物の乾燥重量は炭酸ガスの排出量を決め、地球温暖化に関係する。現状はシャトルSIR-Cで 1.4kg/m ²)
10 衛星進行方向に沿って観測幅 500km 以上で風の三次元分布測定を可能とする衛星搭載ドップラーライダーが開発される。	55 2014	51 2009	12 衛星進行方向に沿って観測幅 500km 以上で風の三次元分布測定を可能とする衛星搭載ドップラーライダーが開発される。
12 通信機能を有する 1kg 以下の人工衛星が開発される。	55 2010	57 2009	14 通信機能を有する1kg 以下の人工衛星が開発される。
19 月・惑星に向かうための輸送基地が中・低軌道に実現する。	46 2020	51 2018	23 月・惑星に向かうための輸送基地が中・低軌道に実現する。
20 打上げロケットによる宇宙輸送費用が現在の1/10 以下に低減される。	88 2019	93 2014	25 打上げロケットによる宇宙輸送費用が現在の1/10以下に低減される。
21 宇宙飛行士の遠隔医療診断・治療システムが確立する。	52 2012	52 2009	27 宇宙飛行士の遠隔医療診断・治療システムが確立する。
23 数十センチメートル以上の使用済み衛星・ロケットの破片等の大型スペースデブリの除去が行われる。	56 2019	68 2015	29 数十センチメートル以上の使用済み衛星・ロケットの破片等の大型スペースデブリの除去が行われる。
26 高圧(1気圧)フレキシブル宇宙船外活動服が開発される。	40 2014	46 2009	31 高圧(1気圧)フレキシブル宇宙船外活動服が開発される。
27 自己故障診断機能および自己修復機能を有するフェールオペレーショナル宇宙ロボットが開発される。	60 2017	62 2014	32 自己故障診断機能及び自己修復機能を有するフェールオペレーショナル宇宙ロボットが開発される。
29 ギガビット級のグローバル衛星通信システムが普及する。	83 2013	78 2009	35 ギガビット級のグローバル衛星通信システムが普及する。
32 月面に光学あるいは電波望遠鏡が設置される。	43 2021	50 2017	39 月面に光学あるいは電波望遠鏡が設置される。
33 月面上に恒久的有人基地が作られ、月の地質調査、月からの科学観測、月の資源利用技術の開発等の活動が行われている。	49 2027	53 2025	40 月面上に恒久的有人基地が作られ、月の地質調査、月からの科学観測、月の資源利用技術の開発等の活動を行っている。
34 惑星からのサンプルリターンが行われる。	43 2013	51 2010	43 惑星からのサンプルリターンが行われる。
35 気球による金星大気の長時間観測が行われる。	32 2016	41 2011	44 気球による金星大気の長時間観測が行われる。
36 有人宇宙船の火星着陸とその帰還が行われる。	39 2025	38 2025	46 有人宇宙船の火星着陸とその帰還が行われる。
37 周回衛星による水星の探査が行われる。	36 2015	37 2015	47 周回衛星による水星の探査が行われる。
39 太陽・地球からの熱放射の影響を効率よく避けるために、大型光・赤外線天文台が太陽・地球のラグランジュ点に設置される。	37 2018	38 2018	49 太陽・地球からの熱放射の影響を効率よく避けるために、大型光・赤外線天文台が、太陽・地球のラグランジュ点に設置される。

8.12. 集計結果一覧

区分	課題番号	課題	アンケート区分	回答者(人)	専門度(%)			我が国にとっての重要度(%)					期待される効果(%)			
					大	中	小	指数	大	中	小	なし	社会・経済発展への寄与	地球規模の諸問題の解決	生活者ニーズへの対応	人類の知的資源の拡大
地球中	1	衛星等により24時間リアルタイムで地球全体の環境をモニタし、それらのデータを軌道上で処理し、地球上のあらゆる地域で入手し、直接利用できるシステムが開発される。	1	136	26	41	33	72	48	45	7	1	35	96	32	18
			2	111	23	44	33	72	47	48	5	0	33	97	26	11
			専	25	100	0	0	85	72	24	4	0	40	100	28	20
	2	太陽系外地球型水惑星や地球外生命の探査を行うため、複数衛星による超高空間分解能をもつ宇宙遠赤外干渉システムが開発される。	1	114	12	33	54	38	7	36	50	7	2	4	0	98
			2	95	9	35	56	32	2	29	62	6	0	2	0	97
			専	9	100	0	0	53	22	44	33	0	0	0	0	100
	3	複数衛星による軌道重力波検出装置が開発される。	1	94	9	20	71	32	2	27	65	5	2	5	1	93
			2	80	8	16	76	28	1	15	78	6	0	1	3	95
			専	6	100	0	0	46	17	50	17	17	0	0	17	83
4	軌道上で口径数十m以上の大型望遠鏡を組み立て構築する技術が開発される。	1	122	14	43	43	45	12	46	39	2	11	10	5	91	
		2	103	11	40	50	40	7	43	48	2	5	7	4	94	
		専	11	100	0	0	50	10	70	20	0	9	0	18	91	
5	海上風速を1メートル/秒以下の精度で測定できる人工衛星搭載用散乱計が実用化される。	1	105	12	35	52	62	33	51	14	2	30	74	34	21	
		2	86	6	35	59	61	26	65	7	1	26	77	34	15	
		専	5	100	0	0	70	40	60	0	0	20	100	60	20	
6	10ナノメートル以下のスペクトラム分解能をもつ人工衛星搭載用海面センサが実用化される。	1	92	11	35	54	59	28	53	18	1	39	77	30	26	
		2	74	5	38	57	58	22	67	10	1	31	84	28	24	
		専	4	100	0	0	56	25	50	25	0	50	100	50	0	
7	陸域における水、土壌水分、析出塩濃度、氷雪分布等を全地球的に空間分解能1km以下で測定する人工衛星搭載用マイクロ波放射計が実用化される。	1	99	13	40	46	59	26	58	16	0	44	91	26	22	
		2	77	10	42	48	58	20	71	9	0	43	95	23	10	
		専	8	100	0	0	69	38	63	0	0	25	100	25	0	
8	VLBI(超長基線電波干渉法)、衛星レーザおよび逆レーザ測距と合成開口レーダーによる地殻変動の測定精度がセンチメートル以下となり、地震予知等に役立つようになる。	1	110	10	32	58	78	61	32	5	2	34	66	49	25	
		2	94	6	31	63	82	66	31	2	1	31	77	56	18	
		専	6	100	0	0	100	100	0	0	0	50	83	67	17	
9	バイオマスが1kg/m ² 以下の精度で観測できる衛星搭載マイクロ波センサが実用化される。(植物の乾燥重量は炭酸ガスの排出量を決め、地球温暖化に関係する。現状はシャトルSIR-Cで1.4kg/m ²)	1	80	13	35	53	61	28	61	11	0	34	90	23	16	
		2	67	6	31	63	57	18	74	8	0	39	94	18	4	
		専	4	100	0	0	88	75	25	0	0	25	100	50	0	
10	衛星進行方向に沿って観測幅500km以上で風の三次元分布測定を可能とする衛星搭載ドップラーライダーが開発される。	1	100	13	31	56	59	31	46	20	3	29	69	43	19	
		2	81	7	31	62	55	21	59	17	2	14	80	42	9	
		専	6	100	0	0	83	67	33	0	0	17	83	50	0	

「宇宙」分野

実現予測時期						現在、第一線にある国等(%)						我が国において政府がとるべき有効な手段等(%)								我が国において懸念される問題点(%)				
		2006	2011	2016	2021	2026	2031	日本	アメリカ	EU	その他の国	わからない	人材育成と確保	産学官・分野間の連携強化	研究開発基盤の整備	研究開発資金の拡充	起業環境等の整備	関連する規制の緩和・廃止	関連する規制の強化・新設	その他	自然環境へのマイナスの影響	安全・安心へのマイナスの影響	倫理・文化・社会へのマイナスの影響	その他のマイナスの影響
実現しない	わからない																							
(%)	(%)																							
		4	2					32	93	31	3	4	42	36	50	67	8	8	1	3	4	13	5	6
		3	1					35	96	35	2	2	42	39	54	74	6	3	2	2	4	12	4	5
		4	0					48	96	52	0	0	56	36	60	76	4	0	0	0	0	16	0	8
		5	8					21	84	18	1	13	42	7	48	60	3	0	0	2	2	4	3	5
		3	6					16	95	15	1	5	47	6	49	72	1	0	0	2	1	1	1	3
		0	0					22	100	44	11	0	67	33	67	56	11	0	0	0	0	0	11	0
		2	9					16	71	15	0	24	39	1	44	51	0	0	0	2	0	3	1	4
		4	9					14	79	18	0	16	45	4	48	61	0	0	0	3	0	1	0	4
		0	0					33	83	33	0	17	17	0	33	83	0	0	0	0	0	17	0	0
		1	5					30	89	20	2	6	35	18	49	70	0	0	0	2	2	5	1	3
		1	1					26	91	18	1	3	36	16	54	83	0	0	0	2	1	8	1	4
		0	0					45	64	36	0	0	18	36	45	73	0	0	0	0	0	18	9	9
		2	9					38	82	28	0	10	40	22	47	66	1	2	0	1	0	3	1	2
		1	6					35	88	22	0	5	38	21	50	74	0	0	0	1	0	0	1	1
		0	0					20	100	20	0	0	40	20	40	100	0	0	0	0	0	0	0	0
		1	9					49	79	23	1	13	35	21	51	66	3	2	0	1	3	2	0	2
		1	8					49	89	15	0	7	38	16	57	77	1	1	0	1	1	1	1	1
		25	0					75	100	50	0	0	0	25	50	75	0	0	0	0	0	25	0	0
		3	5					54	79	30	2	14	37	26	55	69	3	3	0	1	3	2	0	3
		0	5					60	86	23	1	12	39	23	60	81	3	0	0	1	0	3	0	1
		0	25					75	88	50	0	13	38	25	75	88	0	0	0	0	0	0	0	0
		0	7					64	72	25	4	13	42	24	55	68	2	3	0	1	1	6	0	4
		0	4					69	81	19	3	9	40	22	57	82	2	0	0	1	0	2	0	2
		0	0					83	100	17	0	0	0	67	33	100	0	0	0	0	0	17	0	0
		0	9					40	88	29	0	8	45	26	59	65	4	3	1	1	3	3	0	4
		0	6					43	90	28	0	9	49	22	61	78	6	0	0	1	0	0	0	0
		0	0					75	100	75	0	0	75	25	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0
		1	11					40	80	26	0	11	41	17	47	68	6	2	0	0	4	2	1	1
		1	6					44	88	17	0	4	43	16	51	78	4	1	0	0	1	1	1	1
		0	0					33	100	33	0	0	17	33	33	100	0	0	0	0	0	17	0	0

(注)図形の見方に関しては7ページを参照

区 分	課 題 番 号	課 題	ア ン ケ ー ト 区 分	回 答 者 (人)	専門度(%)			我が国にとっての重要度(%)					期待される効果(%)			
					大	中	小	指数	大	中	小	なし	社会・経済発展への寄与	地球的規模の諸問題の解決	生活者ニーズへの対応	人類の知的資源の拡大
地 球 中 心	11	衛星干渉計によるサブミリ波帯での宇宙電波観測システムが開発される。	1	97	8	37	55	44	11	44	45	0	6	14	3	85
			2	85	7	28	65	41	6	45	49	0	1	12	4	91
			専	6	100	0	0	42	0	67	33	0	0	0	0	100
	12	通信機能を有する1kg以下の人工衛星が開発される。	1	115	23	34	43	56	30	35	31	4	69	10	37	18
			2	98	20	34	46	55	30	35	31	5	76	10	35	13
			専	20	100	0	0	66	40	45	15	0	80	5	30	30
	13	数十メガビット/秒以上の高速インターネット用コンステレーション型グローバル衛星システムが実用化される。	1	114	16	33	51	70	49	37	10	4	88	9	59	2
			2	97	16	26	58	72	52	37	9	2	92	2	63	1
			専	16	100	0	0	91	81	19	0	0	94	0	63	0
14	民間が運営する軌道上研究所が実現する。	1	109	21	28	50	44	12	46	35	6	72	18	17	44	
		2	97	21	23	57	44	9	51	36	3	74	11	9	45	
		専	20	100	0	0	60	30	50	20	0	70	10	15	55	
15	軌道上における宇宙塵・宇宙線環境下の実験により、生命起源に関わる化学進化の過程が解明される。	1	83	14	24	61	43	12	38	48	2	6	8	4	98	
		2	74	16	14	70	38	7	32	62	0	4	7	3	96	
		専	12	100	0	0	50	17	50	33	0	8	0	8	92	
16	部分再使用型(フライバックブースター)宇宙輸送機が開発される。	1	111	24	31	45	60	34	42	22	3	83	19	13	16	
		2	93	25	28	47	57	28	48	20	3	88	15	5	13	
		専	23	100	0	0	61	39	35	17	9	100	9	0	9	
17	地球と宇宙ステーションの間を航空機のように運行し、使用済み衛星を回収できる単段式スペースプレーンが開発される。	1	114	24	31	46	61	35	45	16	4	83	25	16	20	
		2	94	21	31	48	60	30	55	12	3	85	20	9	18	
		専	20	100	0	0	74	50	45	5	0	95	10	5	15	
18	エアブリージングエンジンを搭載した高速航空機から再使用型ロケットエンジンを搭載した有翼宇宙機を発射する二段式スペースプレーンが我が国で開発される。	1	106	26	29	44	62	39	37	19	5	85	13	17	21	
		2	91	24	29	47	61	34	42	21	2	88	10	11	12	
		専	22	100	0	0	75	55	41	0	5	91	0	5	14	
19	月・惑星に向かうための輸送基地が中・低軌道に実現する。	1	121	28	29	43	47	19	37	39	5	36	15	4	79	
		2	103	27	28	45	46	14	44	40	2	37	13	3	75	
		専	28	100	0	0	54	18	68	11	4	39	14	0	82	
20	打上げロケットによる宇宙輸送費用が現在の1/10以下に低減される。	1	120	23	32	46	86	75	21	4	0	91	28	24	29	
		2	100	24	35	41	88	78	20	2	0	91	20	18	24	
		専	24	100	0	0	94	88	13	0	0	92	13	13	25	

実現予測時期		現在、第一線にある国等(%)						我が国において政府がとるべき有効な手段等(%)								我が国において懸念される問題点(%)								
		日本	アメリカ	EU	その他の国	わからない	人材育成と確保	産学官・分野間の連携強化	研究開発基盤の整備	研究開発資金の拡充	起業環境等の整備	関連する規制の緩和・廃止	関連する規制の強化・新設	その他	自然環境へのマイナスの影響	安全・安心へのマイナスの影響	倫理・文化・社会へのマイナスの影響	その他のマイナスの影響						
2006	2011	2016	2021	2026	2031	(%)	(%)																	
						0	4	62	73	30	1	10	43	19	45	64	1	0	1	0	2	1	0	1
						0	4	67	84	24	1	7	53	8	51	76	0	1	1	0	0	0	0	0
						0	0	67	83	33	0	0	67	0	17	100	0	0	0	0	0	0	0	0
						6	5	33	82	37	0	7	37	44	40	50	17	7	2	0	11	5	2	4
						3	5	32	90	31	1	3	38	50	44	60	13	3	2	0	13	5	2	4
						0	0	10	95	35	0	0	45	45	50	65	20	10	0	10	5	0	10	10
						4	4	34	91	30	0	2	25	46	39	61	25	15	1	2	7	5	4	3
						4	1	35	91	28	0	3	23	61	38	64	25	9	0	0	7	2	3	1
						6	0	44	94	44	0	0	13	63	44	81	13	13	0	13	6	13	6	6
						6	11	10	86	17	8	10	32	50	34	39	41	20	2	1	6	6	2	1
						5	7	6	90	11	9	6	30	59	31	35	44	14	1	0	3	5	3	1
						0	0	15	95	15	15	0	35	40	40	40	55	10	0	5	10	5	5	5
						16	10	31	76	16	2	17	54	10	48	52	1	2	0	0	1	5	8	1
						14	8	20	86	14	3	11	66	11	54	55	3	0	0	0	1	4	3	0
						17	0	33	92	17	0	0	58	8	50	67	0	0	0	0	0	8	0	0
						2	2	19	89	13	5	6	40	34	58	77	14	4	1	1	7	4	0	2
						1	2	12	94	4	4	5	41	29	57	81	9	3	0	1	10	3	2	0
						4	4	13	100	4	0	0	48	26	48	87	9	0	0	4	13	9	0	0
						4	5	16	91	7	3	5	43	39	54	70	7	3	1	2	6	6	3	2
						2	1	14	93	3	2	3	44	34	65	77	4	2	0	1	9	7	2	0
						0	0	15	95	5	0	0	50	40	75	85	5	0	0	5	10	15	0	0
						8	10	28	80	9	2	7	50	43	59	76	11	5	1	2	8	6	1	2
						5	9	26	86	4	0	3	52	42	69	80	7	3	0	1	9	5	1	1
						18	9	32	91	9	0	0	55	50	73	91	14	5	0	5	9	14	0	5
						3	8	11	93	14	12	5	45	29	48	66	4	2	1	2	4	4	3	2
						4	3	9	93	10	11	4	45	32	55	74	2	0	0	2	2	4	3	0
						7	4	11	100	14	21	0	54	39	64	82	7	0	0	4	0	0	4	0
						5	6	16	87	36	15	6	44	48	52	71	21	14	2	3	12	5	1	1
						4	4	9	92	36	12	4	43	53	58	77	14	10	1	2	9	1	1	0
						4	4	8	96	33	13	0	38	54	50	67	8	17	0	4	4	4	0	0

(注)図形の見方に関しては7ページを参照

区分	課題番号	課題	アンケート区分	回答者(人)	専門度(%)			我が国にとっての重要度(%)					期待される効果(%)			
					大	中	小	指数	大	中	小	なし	社会・経済発展への寄与	地球規模の諸問題の解決	生活者ニーズへの対応	人類の知的資源の拡大
地球中低高度軌道	21	宇宙飛行士の遠隔医療診断・治療システムが確立する。	1	91	16	27	56	52	18	53	29	0	31	13	40	38
			2	78	17	24	59	52	18	55	26	1	28	12	47	37
			専	13	100	0	0	54	31	31	31	8	46	8	69	23
	22	数mm以上の比較的大きなスペースデブリ(人工衛星やロケットの破片、宇宙に放出された人工物等の軌道上のゴミ)の観測・監視が可能になり、宇宙ステーション等での有人宇宙滞在の安全性が確保される。	1	118	18	38	44	61	31	51	17	1	36	47	15	18
			2	102	17	37	46	60	27	59	13	1	31	63	13	15
			専	17	100	0	0	74	53	35	12	0	24	59	29	18
	23	数十センチメートル以上の使用済み衛星・ロケットの破片等の大型スペースデブリの除去が行われる。	1	115	17	33	50	60	30	50	17	2	33	60	15	7
			2	101	13	36	51	56	22	60	17	1	28	72	9	3
			専	13	100	0	0	79	62	31	8	0	38	69	31	0
24	軌道上における人工衛星の補給、点検、部品交換等のサービスシステムが普及する。	1	116	22	44	34	63	36	44	20	0	79	23	14	16	
		2	101	19	45	37	62	31	54	15	0	87	23	11	15	
		専	19	100	0	0	75	53	42	5	0	100	16	21	26	
25	宇宙で野菜、穀物、動物タンパク質等の食料が自給できる閉鎖生態系を利用する生命維持技術が開発される。	1	100	18	26	56	55	26	40	32	1	51	44	17	45	
		2	89	18	27	55	50	16	52	31	1	55	48	13	46	
		専	16	100	0	0	69	44	44	13	0	50	56	38	31	
26	高圧(1気圧)フレキシブル宇宙船外活動服が開発される。	1	77	12	23	65	46	16	37	46	1	45	13	14	35	
		2	70	9	23	69	40	9	36	54	1	61	6	4	37	
		専	6	100	0	0	42	17	17	67	0	83	0	17	17	
27	自己故障診断機能および自己修復機能を有するフェールオペレーショナル宇宙ロボットが開発される。	1	97	13	36	51	63	36	44	19	1	68	13	13	32	
		2	92	9	33	59	61	28	59	12	1	77	8	7	32	
		専	8	100	0	0	84	75	13	13	0	75	0	0	13	
地球高高度軌道	28	複数衛星の編隊飛行による軌道大型望遠鏡や干渉計が実現する。	1	114	18	38	45	50	21	40	35	4	18	18	0	89
			2	97	18	35	47	51	19	51	27	3	16	9	1	88
			専	17	100	0	0	75	59	24	18	0	29	12	0	76
29	ギガビット級のグローバル衛星通信システムが普及する。	1	109	19	35	46	78	63	28	6	3	85	19	59	6	
		2	95	17	34	49	83	72	21	4	3	88	8	66	3	
		専	16	100	0	0	94	88	13	0	0	94	6	56	0	
30	商業用高精度測位システムが実用化される。	1	118	14	35	51	73	48	47	4	0	88	25	56	9	
		2	100	13	30	57	78	59	36	5	0	93	12	60	3	
		専	13	100	0	0	92	85	15	0	0	100	15	31	8	

実現予測時期		現在、第一線にある国等(%)						我が国において政府がとるべき有効な手段等(%)									我が国において懸念される問題点(%)							
		日本	アメリカ	EU	その他の国	わからない	人材育成と確保	産学官・分野間の連携強化	研究開発基盤の整備	研究開発資金の拡充	起業環境等の整備	関連する規制の緩和・廃止	関連する規制の強化・新設	その他	自然環境へのマイナスの影響	安全・安心へのマイナスの影響	倫理・文化・社会へのマイナスの影響	その他のマイナスの影響						
2006	2011	2016	2021	2026	2031	(%)	(%)																	
						1	3	23	93	15	10	3	56	35	56	54	5	11	0	1	0	1	4	1
						1	4	24	99	14	8	0	55	35	62	60	3	9	0	1	0	1	3	0
						0	0	31	100	23	8	0	77	54	85	69	8	15	0	0	0	0	8	0
						8	7	26	92	25	2	3	41	25	58	61	3	2	3	1	2	3	0	2
						7	3	27	93	19	2	3	37	25	59	70	1	0	4	1	3	2	0	1
						24	0	47	100	35	6	0	35	35	59	82	0	0	6	6	0	0	0	0
						10	10	20	83	14	2	10	32	23	57	56	6	1	5	2	3	1	1	1
						8	6	23	84	13	0	8	30	26	58	63	3	1	6	1	2	1	0	0
						15	0	46	85	31	0	8	38	46	54	69	8	0	8	8	0	0	0	0
						3	4	28	88	13	7	6	38	30	56	67	12	3	1	1	3	3	0	2
						4	2	31	94	10	6	2	35	30	61	74	8	0	1	1	2	1	0	0
						0	0	32	95	21	5	0	32	21	63	84	11	0	0	5	0	0	0	0
						2	7	19	86	13	14	7	55	32	67	66	9	3	0	0	4	4	4	1
						2	6	22	92	10	10	3	54	28	71	71	7	1	0	0	3	3	3	0
						0	0	44	100	25	13	0	50	31	69	75	6	0	0	0	6	0	0	0
						1	8	5	97	10	25	1	34	27	58	60	12	1	0	0	0	4	0	0
						0	9	6	97	9	26	0	29	30	61	67	7	0	0	0	0	1	0	0
						0	0	17	100	17	17	0	33	50	50	83	17	0	0	0	0	0	0	0
						0	5	59	81	15	1	3	54	36	49	68	10	0	0	0	2	4	1	0
						0	5	63	89	10	0	2	61	33	58	77	5	0	0	0	1	1	1	0
						0	0	75	88	13	0	0	63	25	38	100	0	0	0	0	0	0	0	0
						1	3	37	85	34	1	6	43	18	54	69	1	1	0	1	4	1	0	2
						1	1	42	89	34	0	3	43	11	58	76	0	1	0	1	4	0	0	2
						0	0	47	82	35	0	6	24	24	59	82	0	6	0	0	6	0	0	6
						4	6	60	92	30	0	2	31	54	50	72	25	15	0	0	3	6	5	2
						2	4	63	97	28	0	0	26	59	51	76	16	9	0	1	3	3	1	1
						0	0	75	100	38	0	0	19	56	50	81	13	13	0	0	6	0	6	0
						4	7	20	94	29	9	2	25	49	48	60	35	19	0	1	4	7	3	2
						5	6	17	98	31	6	0	21	50	52	69	31	12	0	1	4	4	0	1
						0	8	15	100	38	8	0	8	38	54	85	15	23	0	0	8	8	0	0

(注)図形の見方に関しては7ページを参照

区分	課題番号	課題	アンケート区分	回答者(人)	専門度(%)			我が国にとっての重要度(%)					期待される効果(%)			
					大	中	小	指数	大	中	小	なし	社会・経済発展への寄与	地球規模の諸問題の解決	生活者ニーズへの対応	人類の知的資源の拡大
高度地球軌道	31	巨大な太陽電池板をもつ宇宙空間太陽光発電所が建設され、電力がマイクロ波またはレーザーで地上に伝送されるようになる。	1	122	13	42	45	68	49	28	18	5	84	62	34	4
			2	106	11	40	49	73	59	19	17	5	86	59	27	5
			専	12	100	0	0	88	83	8	0	8	92	83	25	0
近惑星軌道	32	月面に光学あるいは電波望遠鏡が設置される。	1	120	15	28	57	45	13	44	40	3	5	7	0	98
			2	101	13	32	55	43	9	50	39	3	4	6	0	95
			専	13	100	0	0	58	23	62	15	0	8	8	0	92
近惑星軌道	33	月面上に恒久的有人基地が作られ、月の地質調査、月からの科学観測、月の資源利用技術の開発等の活動が行われている。	1	122	18	29	53	53	24	40	33	3	48	26	7	84
			2	103	17	29	53	49	16	53	28	3	55	22	5	83
			専	18	100	0	0	60	33	44	17	6	61	33	6	72
遠惑星軌道	34	惑星からのサンプルリターンが行われる。	1	119	18	31	50	45	13	44	40	3	7	3	1	98
			2	100	20	32	48	43	9	48	40	3	6	4	0	96
			専	20	100	0	0	68	40	50	10	0	5	10	0	100
遠惑星軌道	35	気球による金星大気の長時間観測が行われる。	1	95	16	25	59	37	7	32	56	5	2	3	0	95
			2	80	15	25	60	32	3	28	63	8	3	3	0	91
			専	12	100	0	0	48	8	67	25	0	8	8	0	100
遠惑星軌道	36	有人宇宙船の火星着陸とその帰還が行われる。	1	121	20	31	49	44	18	27	50	4	18	16	2	95
			2	102	21	31	48	39	10	33	52	5	13	13	0	96
			専	21	100	0	0	55	29	38	29	5	19	19	0	90
遠惑星軌道	37	周回衛星による水星の探査が行われる。	1	105	17	29	54	38	8	33	54	6	4	2	1	94
			2	91	15	32	53	36	6	30	60	4	2	1	1	91
			専	14	100	0	0	63	36	43	21	0	7	7	0	100
遠惑星軌道	38	土星以遠の外惑星の周回衛星による探査が行われる。	1	102	18	27	55	35	8	27	56	9	3	3	0	95
			2	88	16	28	56	32	3	25	64	7	0	0	0	93
			専	14	100	0	0	52	21	50	21	7	0	0	0	100
遠惑星軌道	39	太陽・地球からの熱放射の影響を効率よく避けるために、大型光・赤外線天文台が太陽・地球のラグランジュ点に設置される。	1	97	15	29	56	39	9	33	54	4	5	7	3	93
			2	88	15	26	59	37	9	25	61	5	1	2	2	95
			専	13	100	0	0	54	23	46	31	0	0	0	0	100
遠惑星軌道	40	火星土壤中で地球外生命体またはその痕跡が発見される。	1	103	13	21	66	46	19	29	48	4	4	7	1	97
			2	87	14	16	70	42	16	23	55	6	3	6	1	95
			専	12	100	0	0	60	42	25	25	8	8	17	0	100

実現予測時期		現在、第一線にある国等(%)						我が国において政府がとるべき有効な手段等(%)								我が国において懸念される問題点(%)								
2006	2011	2016	2021	2026	2031	日本	アメリカ	EU	その他の国	わからない	人材育成と確保	産学官・分野間の連携強化	研究開発基盤の整備	研究開発資金の拡充	起業環境等の整備	関連する規制の緩和・廃止	関連する規制の強化・新設	その他	自然環境へのマイナスの影響	安全・安心へのマイナスの影響	倫理・文化・社会へのマイナスの影響	その他のマイナスの影響		
																							実現しない (%)	わからない (%)
						13	7	41	84	14	1	8	39	47	61	66	15	11	6	2	54	34	0	4
						12	6	48	90	11	0	5	34	53	65	73	10	7	4	2	47	31	0	4
						8	0	58	92	17	0	0	25	58	33	92	0	8	0	8	33	17	0	17
						3	11	34	81	13	2	11	48	21	58	66	3	2	2	1	3	3	0	1
						3	7	46	89	11	2	7	50	19	56	78	2	2	1	1	4	3	0	0
						0	0	69	92	38	8	8	38	31	46	92	8	15	8	0	0	8	0	0
						4	10	25	93	16	7	4	51	35	66	70	5	1	1	2	6	2	2	2
						3	9	25	93	13	6	3	51	31	69	78	3	1	0	2	5	2	2	2
						6	0	50	94	39	11	0	44	39	78	89	6	6	0	0	6	0	0	6
						0	3	38	95	14	6	2	45	15	59	71	2	1	1	0	6	6	0	3
						0	0	40	97	15	2	1	47	11	57	74	2	1	0	0	4	6	0	2
						0	0	55	100	25	0	0	55	20	50	90	5	5	0	0	5	10	0	0
						2	5	23	88	9	9	5	54	14	55	58	1	1	0	1	2	1	0	2
						3	5	24	94	10	8	3	55	9	55	66	3	1	0	1	1	1	0	1
						0	0	58	92	25	8	0	75	25	58	67	8	8	0	8	0	0	0	0
						2	8	3	98	6	9	1	53	26	66	67	3	2	0	2	4	3	2	2
						1	4	7	97	5	7	1	53	20	64	72	1	1	0	2	2	3	1	0
						0	0	19	100	10	10	0	57	24	71	71	5	5	0	5	0	0	0	0
						2	8	27	88	25	4	4	49	12	58	65	2	1	0	1	1	2	0	2
						0	3	29	93	27	1	1	47	10	59	70	2	1	0	1	1	1	0	1
						0	0	43	93	50	0	0	57	36	57	86	7	7	0	7	0	0	0	0
						0	9	11	93	13	4	2	46	14	54	60	1	3	0	0	3	4	2	1
						1	6	13	91	11	0	2	52	9	55	67	1	1	0	0	2	3	1	0
						0	0	21	86	14	0	0	57	21	36	64	7	7	0	0	0	0	0	0
						4	18	28	75	23	1	14	48	16	55	63	2	1	0	0	2	1	0	1
						5	11	36	88	23	0	7	52	11	60	72	5	1	0	0	1	1	0	0
						15	0	38	100	31	0	0	54	31	46	69	15	8	0	0	0	8	0	0
						10	26	10	94	10	4	3	52	18	59	67	3	2	0	0	2	3	0	3
						5	18	10	94	7	2	1	55	11	59	74	3	1	0	0	1	2	0	1
						8	8	17	100	0	8	0	33	25	58	83	8	8	0	0	8	0	0	0

(注)図形の見方に関しては7ページを参照

8.13. 回答者コメント例(課題別)

地球中・低高度軌道	<p>01 衛星等により24時間リアルタイムで地球全体の環境をモニタし、それらのデータを軌道上で処理し、地球上のあらゆる地域で入手し、直接利用できるシステムが開発される。</p> <p>○極めて大規模なシステム技術。国際協力が不可欠。○地球環境を知ることは、人類の将来にとって重要ではあるが、地球環境を計測するための技術開発が環境破壊や他の学術進展に影響しないことが肝要である。○利益の出にくい分野なので、国の積極的役割が必要。気象、資源探査、地球物理等関連ある分野の学際的統合が必要。○入手・利用に関する規制と、そのシステムの維持が問題となる。○モニタをする項目の選択によって、開発時期に遅れが出る可能性がある。データの共同利用を考えた場合、国際的協力関係が必要。○技術的には可能であるが、軍事的、社会的要因が大きい。○データの利用の仕方(コンテンツ)が洗練されるまで時間が必要であろう。</p>
	<p>02 太陽系外地球型水惑星や地球外生命の探査を行うため、複数衛星による超高空間分解能をもつ宇宙遠赤外干渉システムが開発される。</p> <p>○単一手法に限定することなく、多様な探査法の開発が必要である。○複数衛星による干渉計を構築する技術はランデブドッキングの応用技術であるが、我が国ではミッションとの関連で研究が遅れている。○一番近い恒星でも500万年先にあるので、地球近くの軌道に複数衛星を配置しないと太陽系外地球型水惑星の探査はエンジニアリング上で不可能では。○超高空間分解能のレベルがどれくらいかにも依るだろうが、衛星運用技術もからみ、かなり遅れそう。○技術よりもやはり根源的科学研究をこのような手段により行う必然性の問題と思われる。○社会的必要性と投入可能資金の問題。</p>
	<p>03 複数衛星による軌道重力波検出装置が開発される。</p> <p>○開発されても、重力波検出が可能か否かは別。検出までにはもっと時間がかかりそう。○他の科学予算の総枠の中での priority を考えなければならない。○ハードだけでなく、充分な精度、安定度を確保できるアルゴリズムなどが実用の鍵。○衛星による計測手法が適切とは思えない。精度・安定度・様々な補正処理がネック。○社会ニーズがない。○かなり難しい。</p>
	<p>04 軌道上で口径数十m以上の大型望遠鏡を組み立て構築する技術が開発される。</p> <p>○光学望遠鏡か電波望遠鏡かで、目的も変わるし、光学の場合であれば、地球環境の把握にも使用できる。必要なのはドライビングフォースか。○国際協力がポイントになる。科学的な意義の判断による。○ESAが現在計画中である。軌道上から地球表面の情報を収集する(情報収集、スパイ)衛星に利用できる。○インフレータブル構造物技術は現在進行中。この技術が有望。○面精度など利用目的で異なるので、その精度要求も実現性を左右する。○光軸や焦点などのアライメントが必要。精度を確保できるか。○学問的に非常におもしろい。ハッブル以上の分解能を有する望遠鏡ができる。</p>
	<p>05 海上風速を1メートル/秒以下の精度で測定できる人工衛星搭載用散乱計が実用化される。</p> <p>○国際協力(分担)で実現すればよく、我が国が開発することが必須ではない。○我が国で推進するとすれば米国とは異なる方式とすべき。又気象等の利用分野での研究も推進すべき。○気象情報の収集は容易でない(精度の観点)。実用化までには時間を要する。○環境計測のみで具体的改善策がないものは宇宙予算の妨げになる。○風速1m/sは不可能!2m/s以上となる。これであれば2001年に実現可。○精度が3m/sと1m/sとで、impactは変わるのか?検討が必要。○台風など自然災害による被害を少なくするための技術として必要。ハードルは低い。</p>
	<p>06 10ナノメートル以下のスペクトラム分解能をもつ人工衛星搭載用海面色センサが実用化される。</p> <p>○国際協力(分担)で実現すればよく、我が国が開発することが必須ではない。○10nmはADEOS-II用のGLIですすでに実現している。ADEOS-IIの打上げは2001年。○搭載系としては今後は小型・軽量等の研究課題。またデータの利用分野の研究もあわせて実施すべき。○気象情報の収集は容易でない(精度の観点)。実用化までには時間を要する。○環境計測のみで具体的改善策がないものは宇宙予算の妨げになる。○海面色のうちでも、クロロフィル-aは実現性大。カロチノイド、フィコビルンなどの色素は困難。水温と同時観測が有効。○地球観測用はプライバシー侵害などの影響あり。</p>
	<p>07 陸域における水、土壌水分、析出塩濃度、氷雪分布等を全地球的に空間分解能1km以下で測定する人工衛星搭載用マイクロ波放射計が実用化される。</p> <p>○実現するには100m級の展開アンテナが必要。SARの方が実用的。○1km分解能が必要か不明。むしろ、氷雪はボリューム測定が必要であり、マイクロ波放射計以外のセンサが必要である。○2006~2010年頃に全世界を8個ぐらいの衛星でカバーしようという計画が進んでいる。○搭載系としては今後は小型・軽量等の研究課題。またデータの利用分野の研究もあわせて実施すべき。○気象情報の収集は容易でない(精度の観点)。実用化までには時間を要する。○日本の立場と利権確保を考慮した計画であるべき。環境計測のみで具体的改善策がないものは宇宙予算の妨げになる。○地球観測は観測データの利用方法によっては、自然生態系破壊につながる。</p>
	<p>08 VLBI(超長基線電波干渉法)、衛星レーザおよび逆レーザ測距と合成開口レーダーによる地殻変動の測定精度がセンチメートル以下となり、地震予知等に役立つようになる。</p> <p>○VLBIとSLRの精度はすでに達成されている。SARでこの精度は無理:「役立つ」はあいまい。予知は不可能だが、現在でも何らかの役にはたっている。○地震予知のメカニズムが不明。このような方法に意味があるかが重要。○GPSの併用も含めたシステム構築が必要。○時間をかければ比較的容易に実現できるが、リアルタイムでの応答を必要とするレベルには時間を要する。○地上のみ(根は含まない)。植生種類毎の方向性散乱特性ランタベースが完備すれば可能。熱帯雨林ではPバンド以上の波長が必要。○要求精度の必要性が不明。センサ自体ではなくアルゴリズムを含めた測定技術全体の研究により精度は向上する。</p>
	<p>09 バイオマスが1kg/m²以下の精度で観測できる衛星搭載マイクロ波センサが実用化される。(植物の乾燥重量は炭酸ガスの排出量を決め、地球温暖化に関係する。現状はシャトル SIR-Cで1.4kg/m²)</p> <p>○マッチパラメータ合成開口レーダ及びセンサフェージョンで可能となる。○搭載系としては今後、小型・軽量化の研究も必要。また、データの利用分野の研究も合わせて推進すべき。○原理的、技術的にはできあがっているから、これの実現は政治・経済的判断による。優先度の高い公共事業の一つと考える。○早期に実現すべき技術。</p>
	<p>10 衛星進行方向に沿って観測幅500km以上で風の三次元分布測定を可能とする衛星搭載ドップラーライダーが開発される。</p> <p>○専用大型衛星を打ち上げる気になれば、技術的には可能。○原理的にはできあがっているから、ライダーの開発にどれだけ資金をつぎ込むか。○環境計測のみで具体的改善策がないものは宇宙予算の妨げになる。○風系の研究の先行きとその生活者への還元を明確化する必要あり。根本的に地球環境悪化防止にどう役立つか不明。○エアロメルの少ない海洋上での対流圏・成層圏。風の計測要求精度が不明だが、力技で実現はできる。○観測幅500km以上でなければもっとすぐ開発される。</p>
	<p>11 衛星干渉計によるサブミリ波帯での宇宙電波観測システムが開発される。</p> <p>○衛星でやることの必然性に疑問。○知的要求を満たすための許容投下資金バランスが悪い。</p>

地球中・低高軌道	12 通信機能を有する1kg以下の人工衛星が開発される。 ○全く新しい設計概念の導入が不可欠。○1kg以下で自立する人工衛星は不可能。クラスター、母機依存型なら可能性もある。○技術的には可能。光ファイバ網より優れるとは思えない。
	13 数十メガビット/秒以上の高速インターネット用コンステレーション型グローバル衛星システムが実用化される。 ○技術的には、現在の技術で実現可能。その意義が不明。○G-bitは単独衛星として2005年頃には実現される。○コンステレーション型グローバル衛星システムの先行き不透明。○技術的には実現性はあるが、地上のシステムと相互接続ができないであろう。したがって、実用化は考えられない。○実現にはかなりのコストがかかる。費用対効果の面から実現不可能と思う。○数十メガビットからさらにはギガビットが比較的早期に必要となる。
	14 民間が運営する軌道上研究所が実現する。 ○ステーションの利用、民間が意味を見出せば、実現できるかもしれない。○コストメリットが出るような研究テーマを明確にしなければ、維持費がかかる。○国際宇宙ステーション(ISS)も米国の権利・義務の分をNASAは運営をボーイングに委託しようとしている。○経済効果を狙った(簡便な、そして水面下での)国の支援の下で、外国企業を取り込んだ形で進展する。○我が国の宇宙商業化法の整備が急務。○営利的な利用が実現するためには輸送費の大幅な低減が必要であろう。○国際宇宙ステーションでの実現の可能性からみると国際共同の研究所。経済性に問題があるだろう。
	15 軌道上における宇宙塵・宇宙線環境下の実験により、生命起源に関わる化学進化の過程が解明される。 ○地上研究又は、火星探査などの方がより重要。○宇宙輸送コストの低減は必須である。
	16 部分再利用型(フライバックブースター)宇宙輸送機が開発される。 ○スペースシャトルは2020年代まで運用され、その後はフライバックブースターや2段式でなく、単段式スペースプレーンに移行すると考えられる。○オゾンホール等に対する対策が必要である。○民間との共同事業としての成立性はある。○ペガサスロケットで既に実現している。○H-IIAの状況に影響を受けるが政策として方向ができれば意外と早い。○部分再利用型宇宙輸送機は、途中段階としては存在しても、最終目標ではない。○再利用型ロケットのニーズは高いが、コストでは高いのが難点。低コストの解が求められる。
	17 地球と宇宙ステーションの間を航空機のように運行し、使用済み衛星を回収できる単段式スペースプレーンが開発される。 ○ESAにおいても再使型輸送機の研究を進めている。○米国のSSTO計画が困難にぶつかっているが、推進エンジン技術の見通しはあるので遅れることはあっても実現可能と思われる(ロケット式)。○着陸場所等の確保が日本では困難。コストメリットがあるかどうか疑問。ただし、デブリ対策になるかも。○単段式で地球と宇宙ステーション間を往復する往還機は結局開発されないのではないかと。まして衛星回収においてや。○オゾンホール等に対する対策が必要である。○航空機並の信頼度とスペースプレーン運航中異常時への各国協力制度、災害補償制度が必要。○宇宙輸送コストの低減は必須である。
	18 エアブリージングエンジンを搭載した高速航空機から再利用型ロケットエンジンを搭載した有翼宇宙機を発射する二段式スペースプレーンがわが国で開発される。 ○一段目に関してフィージビリティが不明確であり開発費用も多大なものになるため、国際協力が必要。○オゾンホール等に対する対策が必要である。○宇宙開発を続けるに際しては信頼性の高い再利用型のスペースプレーンが最も必要である。○スペースシャトルの経験を見ると、輸送コストの低減にどのように寄与できるのかのスタディが必要ではないか。○技術としてのフィージビリティは高いが経済的なメリットは小さい(お金が問題)。○エアブリージングの有効性は充分には検討されていない。システム検討が必要。○再利用型ロケットのニーズは高いが、コストで高いのが難点。低コストの解が求められる。
	19 月・惑星に向かうための輸送基地が中・低軌道に実現する。 ○目的の明確化が必要。技術的には現状でも可能と思う。○中・低軌道に基地を置くメリットはない。月が前進基地になる可能性は大。○現宇宙ステーション計画以降のプロジェクトになり得る。○宇宙輸送コストの低減は必須である。○宇宙ステーションの延長とも考えられるが、輸送基地としての機能・規模を持つには時間を要する。
	20 打上げロケットによる宇宙輸送費用が現在の1/10以下に低減される。 ○現在よりも大幅にコストダウンすることは難しいと考える。○成功率100%を望まれるうちは無理。○まずユーザーが多くなる事が必要。次に成功率は諸外国並であることが認可される環境が必要。○宇宙往還が商業ベースに乗った時。当面は見込薄。○宇宙輸送コストの低減は必須である。○打上げコストのみを論ずるのは愚。ペイロード損失率を含めて現在の1/10以下にすべき。○ロケットの打ち上げ費用の低減化は加速される方向にあるが、材料の品質保証をとる必要あり。○宇宙環境問題が発生しないように注意すること。
	21 宇宙飛行士の遠隔医療診断・治療システムが確立する。 ○遠隔診断は現在でも可能。しかし、それだけの診断システムを宇宙機上に整備する必要性は薄い。○2001年6月からISSのロシア要素であるザリカ(サービスモジュール)内でNASDAのHDTVカメラを用いたクルーの健康(精神衛生)上のデモンストレーション実験が行われる。課題はある程度現行のシステムで実施可能と考えられる。○医療システムには素人だが、このようなシステムが確立するのは時間の問題と思われる。○我が国独自の有人宇宙飛行技術展開の明確なシナリオがない現状で、有人飛行と関連するいくつかの技術項目は、それぞれを個別に見ても余り体系的な展開はできない。特にそうした技術のわが国にとっての重要度の評価は今後の有人飛行の展開シナリオと密接に関連している。飛行士のテレメディシンは国際的に貢献できることに加えて地上での生活経済にインパクトもあるが、生命維持の食糧生産技術は我が国が火星等へのミッションを計画しない限りあまり重要でないといった面がある。○その技術が、そのまま地上の医療技術として利用される。○在宅医療・救急医療・災害対策等への波及効果が大い。○無重力での手術方法の開発など、新規開発要素大。○1組織で推進するのは、既存の知見の活用の点から非効率かつ達成度が高くならないが連合プロジェクトとするための首頭取りをする機関がない。○診断システムの開発は早いと思うが、治療システムは遅れるだろう。
	22 数mm以上の比較的大きなスペースデブリ(人工衛星やロケットの破片、宇宙に放出された人工物等の軌道上のゴミ)の観測・監視が可能になり、宇宙ステーション等での有人宇宙滞在の安全性が確保される。 ○宇宙に光学トラッキング装置を設けることにより技術的には可能。Cost performance?数mm以下のデブリの安全性。○観測が可能になると安全性が確保されるのは別の話で、安全対策とデブリが増えない対策は別途検討すべき。○微小デブリの観測は可能になるだろうが、その安全対策には時間を要する。○現状で10cmφ程度が実現されている模様。○観測(監視)は20年先ごろか、安全性確保に至るには相当かかる。○将来、我が国が独自の宇宙活動を展開するためには必須の技術。○現在のNORADの精度を上げても確保は無理。
	23 数十センチメートル以上の使用済み衛星・ロケットの破片等の大型スペースデブリの除去が行われる。 ○近い将来必要になる技術。○相当困難と思われる。○おそらく、打上げコストに関係した問題として、国際的に取上げられる。○国際協力が必要。○デブリ発生個数等は激減することはできても、除去はコスト面から当面は可能性は薄い。○検出、回避の技術は比較的早期であるが、除去までには時間がかかる。

地球中・低高軌道	24 軌道上における人工衛星の補給、点検、部品交換等のサービスシステムが普及する。 ○実現するためには、コスト、ユーザー側のニーズが重要。○サービス衛星を打ち上げるにもロケットが必要であり、無駄と思う。代わりに、予備衛星を打ち上げるか衛星の信頼性を上げるほうが安くすむのではないか。○補給や部品交換のための宇宙機を打ち上げるにもロケットが必要であり、ムダだと思う。このような宇宙機を打ち上げるのではなく、予備衛星を打ち上げた方がコストパフォーマンスがよいのではないか。○ロボット衛星、有人システムと組み合わせたサービスシステムが有効。国の投資が必要。○経済的な観点からの有効性が示されない限り、このようなシステムは「普及」しない。○人工衛星の製造コストと輸送コストが下がり、また部品の寿命が長くなる。壊れるのは放射漏れであるから消耗品となるのでは？
	25 宇宙で野菜、穀物、動物タンパク質等の食料が自給できる閉鎖生態系を利用する生命維持技術が開発される。 ○完全閉鎖でなくとも良い。どこまで閉鎖度を高められるかを知ることが重要。宇宙環境下での生態系の構造安定性、進化の研究が必要。○動物タンパク質まで含む閉鎖生態系となると規模も大きくなり、複雑になるので、実現はずっと遅れるだろう。○その技術開発の波及効果大きい。○2000年から新たに国際協力体制の構築が進められている。○現在と同じものであれば大規模になる。合成タンパク等は安全性の確認等時間がかかる。
	26 高圧(1気圧)フレキシブル宇宙船外活動服が開発される。 ○新材料の開発がなされれば、可能で、それほど困難とは思えない。○誰もが見落としていたことに、ひょいと気づいた…といった事象がないと実現困難。○宇宙服の材料の開発研究の結果いかんによる。○有人技術に責任を持たない日本では無理。○高圧でなくとも良いのでは。
地球高高度軌道	27 自己故障診断機能および自己修復機能を有するフェールオペレーショナル宇宙ロボットが開発される。 ○どの程度の能力を想定しているかにより実現予想時期は大きく異なるだろう。○自己修復機能の範囲により実現時期が異なる。○期待される技術。○研究として早期に進むと考えるが、真にメリットのあるものは開発には時間がかかる。○診断技術は発達しても修復は困難(特にハードを含む場合)。
	28 複数衛星の編隊飛行による軌道大型望遠鏡や干渉計が実現する。 ○アイデアとしては既に確立しているが実現にはまだ遠い(理由の一つは科学的観測の側からの要求がそれほど高まらないのでは)。○望遠鏡が対象とする観測周波数によって異なる。○アイデアはいいかにも考えそうなことだが、ニーズと資金に問題。○国際協力が必要。○編隊維持に必要な多量の燃料を補給するシステムの開発が先であろう。
	29 ギガビット級のグローバル衛星通信システムが普及する。 ○技術的な可能性に問題はない。ただし、普及までにはやはり時間を要するのでは。○コンステレーション型ならその将来は先細りとなる。○社会ニーズが低い。地上でもかなりの高速通信網が整備される。○通信政策と投入資金との問題。実現しない。○民間の投資をすすめるべき。○通信衛星の数が多くなると地球低軌道が混雑するので大型のものを少なく運用すべき。○利用形態に依存するが、速度としてのギガビットの実現は比較的早期になる。
地球高高度軌道	30 商用高精度測位システムが実用化される。 ○現在のGPSの延長上で考えればすぐであろうが、高精度で商用となると少し先か。○宇宙の商業化に伴い、この分野は民間において実用化が促進されよう。○商用、実用化はできない。投入資金対効果、あまりに悪い。○GPSの効果については未だこれらかもしれないが商業的には自分の位置が常に把握できるという図りしれないメリットが有る。○商用では現在の測位システムで充分であり、高精度軌道による必要があるか疑問。技術的には可能でも実用にはならない。○測位システムは典型的な社会インフラであり「公共」により運営されると考える。「商業」にはなじまない。○GPSの民間への解放政策に変更がない限り、商用の新規システムは実現しない。○安全保障問題への取り組みと省庁間障壁の徹底的除去。
	31 巨大な太陽電池板をもつ宇宙空間太陽光発電所が建設され、電力がマイクロ波またはレーザーで地上に伝送されるようになる。 ○対宇宙機ならかなり早い時期に実現すると思われる。○概念設計の段階は過ぎているが問題点は2つ。その1、巨大宇宙建造物の建築技術未熟。その2、伝送エネルギーの地上受信地近傍の環境破壊。○マイクロ波、レーザー共受電施設の設置場所とその安全確保。○宇宙科学技術を利用したクリーンで大規模なエネルギー源を確保することは、我が国国民のエネルギー安全保障上、重要であるばかりでなく我が国の宇宙技術宇宙先端産業の育成、向上に是非必要。○但し、実用的に電力をまかなえる規模かどうかは疑問。○今後10～20年間は省エネ技術、地上の風力、太陽光エネルギー等の利用技術の開発、普及が進められ電源開発は制御される。宇宙発電所は建設コストが高い、位置及び姿勢制御が難しい等でコスト的に実現される意義は低い、温暖化防止には貢献しない。○大気中を通したマイクロ波・レーザーエネルギー伝送は、地球環境への影響をよく調査・評価することが重要。自然環境以外にEMC(電磁干渉)の問題をクリアする必要あり。例えば、生体へのEMC、他機器(航空材等)へのEMC。○経済性についての比較、システムの安全性についての検討がまず必要。○本格的なシステム研究と輸送系を含む要素技術開発必要。フィージビリティは未だ不確定。○外部エネルギーの取得と発散すべきエネルギーの収支すべきエネルギーの収支についての考慮が必要。地球温暖化に関係する。
近惑星軌道	32 月面に光学あるいは電波望遠鏡が設置される。 ○宇宙空間に設置される可能性が高い。○実現するとすれば国際協力。光学の意味はほとんどない。○技術的にはいつでも可能な状態にある。要求の切迫度と資金調達兼ね合いで設置時期がきまる。○コスト効果比からみて、実現は疑問がある。○科学進歩上の意義は大きい。○月面に設置する必然性が見当たらない。
	33 月面上に恒久的有人基地が作られ、月の地質調査、月からの科学観測、月の資源利用技術の開発等の活動が行われている。 ○事業規模と付加価値からは実現性が見えてこない。○国際法の整備が必要。○実現には政治経済的要素に大きく左右されるので遠い先になりそう。技術的には既に可能。○月の資源利用は最小限にすべきと思うが、観測基地、さらに宇宙開発を拡大する時の中継基地として重要。○国際プログラムとしてスタートすれば15～20年で可能と思われる(ポストISS)。○輸送系の抜本的改善が必要。
遠惑星以遠	34 惑星からのサンプルリターンが行われる。 ○小惑星、彗星からのサンプルリターン計画もある。○検査システムの構築、国際法の整備が必要。分析システムの開発が必要。○宇宙研のMUSGS-Cミッション(2006年頃に小惑星からの無人サンプルリターン)が成功すれば、実現は早まるが、難しい状況。○宇宙に資源を求めるためにも、必要な技術であり、重要。○その技術が将来の発展につながる。○国際協力が必要。
	35 気球による金星大気の長時間観測が行われる。 ○問題は資金のみ。○「長時間」とはどれくらいか。○比較的早い時期に実現しそう(長時間といっても高々一週間くらいを想定して)。○気球は疑問。○将来の宇宙資源確保のための拠点。○日本では困難。日本の関心は「水星」。○国際協力が必要。
	36 有人宇宙船の火星着陸とその帰還が行われる。 ○技術的には可能であろうが、事業規模とリスク、付加価値をあわせ考えると実現性は見えてこない。○社会的コンセンサスを得ること、検査システムを作る。○火星への移住が行われる場合、全く新しい倫理、文化への対応を要す。○将来の宇宙資源確保のための拠点。○国際協力によって実現。○米国の政策しだい。○輸送系の原理的な改革(比推力を大幅向上し、かつ、推力レベル大)が大前提。現行ロケットでは不可能。

遠 惑 星 以 遠	<p>37 周回衛星による水星の探査が行われる。 ○問題は資金のみ。○ESA の BepiColombo 計画は 2009 年スタート、4 年後の観測開始を視野に進行中。米国でも似た計画あり。日本は ESA を協力予定。○ISAS を中心に実現される。○国際協力が必要。</p>
	<p>38 土星以遠の外惑星の周回衛星による探査が行われる。 ○問題は資金のみ。○国際協力が必要。○外惑星との衛星を探査することで生命の起源あるいは太陽系の起源について知識が深まる。○すでに NASA で実施している。○エネルギー源の問題がネックとなっている。現在の技術では原子力電池以外は考えられませんが、世論は使用を許さないとと思われる。</p>
	<p>39 太陽・地球からの熱放射の影響を効率よく避けるために、大型光・赤外線天文台が太陽・地球のラグランジュ点に設置される。 ○ラグランジュ点への赤外望遠鏡設置計画は現在進行中。実現時間は技術的より経済的要素(資金調達)で決まるだろう。○技術的には可能。○国際協力が必要。○ラグランジュ点におよより月面の方がベター。○複数あるラグランジュ点のうち、L5 点へ太陽観測衛星の打ち上げを検討しているグループがある。</p>
	<p>40 火星土壤中で地球外生命体またはその痕跡が発見される。 ○探査は何回も行われるだろうが生命体の痕跡が発見されるか否かはわからない。○技術予測以前に、生物科学的判断が関係。○非常に実現性高い。○国際協力が必要。○可能性のある領域の精密探査が必要であるが、現状から考えると、発見するのは難しいのではないかと。</p>

8.14. 未来技術年表

実現予測時期(年)	課題
2010	12 通信機能を有する1kg以下の人工衛星が開発される。
2011	13 数十メガビット/秒以上の高速インターネット用コンステレーション型グローバル衛星システムが実用化される。
2012	01 衛星等により24時間リアルタイムで地球全体の環境をモニタし、それらのデータを軌道上で処理し、地球上のあらゆる地域で入手し、直接利用できるシステムが開発される。 05 海上風速を1メートル/秒以下の精度で測定できる人工衛星搭載用散乱計が実用化される。
2013	21 宇宙飛行士の遠隔医療診断・治療システムが確立する。 06 10ナノメートル以下のスペクトラム分解能をもつ人工衛星搭載用海色センサが実用化される。 07 陸域における水、土壌水分、析出塩濃度、氷雪分布等を全球的に空間分解能1km以下で測定する人工衛星搭載用マイクロ波放射計が実用化される。 08 VLBI(超長基線電波干渉法)、衛星レーザおよび逆レーザ測距と合成開口レーダーによる地殻変動の測定精度がセンチメートル以下となり、地震予知等の精度向上に役立つようになる。 09 バイオマスが1kg/m ² 以下の精度で観測できる衛星搭載マイクロ波センサが実用化される。(植物の乾燥重量は炭酸ガスの排出量を決め、地球温暖化に関係する。現状はシャトル SIR-C で 1.4kg/m ²) 29 ギガビット級のグローバル衛星通信システムが普及する。 30 商業用高精度測位システムが実用化される。 34 惑星からのサンプルリターンが行われる。
2014	10 衛星進行方向に沿って観測幅500km以上で風の三次元分布測定を可能とする衛星搭載ドップラーライダーが開発される。 11 衛星干渉計によるサブミリ波帯での宇宙電波観測システムが開発される。 22 数mm以上の比較的大きなスペースデブリ(人工衛星やロケットの破片、宇宙に放出された人工物等の軌道上のゴミ)の観測・監視が可能になり、宇宙ステーション等での有人宇宙滞在の安全性が確保される。 26 高圧(1気圧)フレキシブル宇宙船外活動服が開発される。 40 火星土壤中で地球外生命体またはその痕跡が発見される。
2015	04 軌道上で口径数十m以上の大型望遠鏡を組み立て構築する技術が開発される。 16 部分再使用型(フライバックブースター)宇宙輸送機が開発される。 37 周回衛星による水星の探査が行われる。
2016	35 気球による金星大気の長時間観測が行われる。
2017	02 太陽系外地球型水惑星や地球外生命の探査を行うため、複数衛星による超高空間分解能をもつ宇宙遠赤外干渉システムが開発される。 27 自己故障診断機能および自己修復機能を有するフェールオペレーショナル宇宙ロボットが開発される。 28 複数衛星の編隊飛行による軌道大型望遠鏡や干渉計が実現する。
2018	24 軌道上における人工衛星の補給、点検、部品交換等のサービスシステムが普及する。 38 土星以遠の外惑星の探査が行われる。 39 太陽・地球からの熱放射の影響を効率よく避けるために、大型光・赤外線天文台が太陽・地球のラグランジュ点に設置される。
2019	03 複数衛星による軌道重力波検出装置が開発される。 14 軌道上民間研究所が実現する。 15 軌道上における宇宙塵・宇宙線環境下の実験により、生命起源に関わる化学進化の過程が解明される。 20 打上げロケットによる宇宙輸送費用が現在の1/10以下に低減される。 23 数十センチメートル以上の使用済み衛星・ロケットの破片等の大型スペースデブリの除去が行われる。 25 宇宙で野菜、穀物、動物タンパク質等の食料が自給できる閉鎖生態系を利用する生命維持技術が開発される。
2020	17 地球と宇宙ステーションの間を航空機のように運行し、使用済み衛星を回収できる単段式スペースプレーンが開発される。 18 エアブリージングエンジンを搭載した高速航空機から再使用型ロケットエンジンを搭載した有翼宇宙機を発射する二段式スペースプレーンがわが国で開発される。 19 月・惑星に向かうための輸送基地が中・低軌道に実現する。
2021	32 月面に光学あるいは電波望遠鏡が設置される。
2023	31 巨大な太陽電池板をもつ宇宙空間太陽光発電所が建設され、電力がマイクロ波またはレーザで地上に伝送されるようになる。
2025	36 有人宇宙船の火星着陸とその帰還が行われる。
2027	33 月面上に恒久的有人基地が作られ、月の地質調査、月からの科学観測、月の資源利用技術の開発等の活動が行われている。