

# 分野別推進戦略

## (フロンティア分野)

## 1. 状況認識

フロンティア分野は、人類にとって未知なる領域を含む宇宙、海洋等の探査・探求、新たな活用領域としての開発・利用等に関する研究開発を推進するものである。第3期基本計画において、本分野は、国の存立にとって基盤的であり国として取り組むことが不可欠な研究開発課題を重視して研究開発を推進する分野として位置付けられている。本分野では、国の基幹技術を維持・向上しつつ、衛星による通信・測位、地球観測・監視等の宇宙利用、多様な資源・空間を有する海洋利用等により、国民生活の安全・安心と質の向上、経済社会の発展、我が国の総合的な安全保障や地球・人類の持続的発展と国の矜持などへの貢献を目指す。

### (1) 第2期科学技術基本計画期間の総括

第2期基本計画期間におけるフロンティア分野の予算は、平均して毎年約12%の大幅な減少となった。この原因として、宇宙分野についてはロケットの打上げ失敗や衛星の不具合に対する対策実施の影響等が考えられる。しかしながら、宇宙、海洋の関連経費毎の集計では、第2期基本計画期間中、宇宙は毎年平均4%の減少であるものの、海洋については必ずしも減少傾向とは言えず、環境、情報通信、ライフサイエンス等の重点4分野に関連が深い施策については、重点4分野以外の分野であるフロンティア分野よりも重点4分野に集中的に位置付けようとした傾向の影響も含まれると考えられる。

第2期基本計画の分野別推進戦略で掲げた宇宙に関連した研究開発目標に対しては、ロケット・衛星の打上げ計画に遅れが生じているが、H-IIAロケットによる運輸多目的衛星や陸域観測技術衛星の着実な打上げや各種センサ技術、探査技術等の実証及び科学観測などの成果が上げられている。

海洋に関連した研究開発は、基礎研究、環境、エネルギー、社会基盤などの分野に分散して位置付けられているが、第2期基本計画においては、海洋の領域中でもフロンティア開拓型の研究開発をフロンティア分野に位置付け、深海探査技術、海洋微生物利用などで成果が上げられている。

### (2) 当該分野に係わる諸情勢の変化

#### (宇宙開発利用の主な動向、情勢の変化)

我が国の基幹ロケットであるH-IIAロケットについては、1～5号機の打上げは連続して成功したが、6号機の打上げに失敗した。その後、信頼性確保のための対策を最重視して取り組み、約1年3か月を経て7号機による運輸多目的衛星「ひまわり6号」から8、9号機まで3機を連続して成功させた。また、1か月間にM-Vロケットを含む3機のロケット打上げ成功や、衛星の運用開始など、宇宙開発利用の進展を示す実績があげられた。

宇宙科学分野については、小惑星探査機「はやぶさ」やX線、赤外線天文衛星を打ち上げ、世界最先端の科学技術の実証、科学観測等による成果を上げている。

国外においては、スペースシャトル「コロンビア号」の帰還時の事故や米国の新宇宙探査ビジョンの発表を踏まえ、日米欧露加の国際協力の下で進められている国際宇宙ステーション計画が見直される一方、中国の2回の有人宇宙飛行の成功などが注目された。また、宇宙探査の一環として米国、欧州、中国、インド等が月探査計画を発表しており、今後、第3期基本計画期間中において月探査分野が国際的な競争環境の中で次のフロンティアとして注目されると考えられる。

第2期基本計画期間の当初においては、宇宙開発利用に対する取組の基本等について調査・検討を行うため、総合科学技術会議に宇宙開発利用専門調査会を設置し、「今後の宇宙開発利用に関する取組の基本について」（平成14年6月19日総合科学技術会議決定）を取りまとめた。しかし、その後、上に述べたH-IIAロケット6号機の打上げ失敗や米国の新宇宙探査ビジョン等の国内外の状況変化を踏まえ、「我が国における宇宙開発利用の基本戦略」（平成16年9月9日総合科学技術会議決定。以下「基本戦略」という。）として取りまとめた。

現時点において、「基本戦略」で示した基幹ロケット等の技術の維持・開発において信頼性の確保を最重視する等の方針は引き続き堅持すべきであり、この分野別戦略においても「基本戦略」に基づいた取組を推進する。

#### (宇宙開発から宇宙の利用・産業化への移行)

我が国の宇宙開発利用は、これまでの研究開発、技術開発を重視した「宇宙開発」の時代から、安全・安心や国民生活の質の向上、総合的な安全保障の確保等を目的とし、地球観測衛星、通信放送衛星、測位衛星等の社会インフラとして「宇宙の利用・産業化」を図る時代に移ってきていると考えられる。

そのため、引き続き信頼性を確保した上で、災害や地球環境の課題解決に向けて、これらの宇宙利用システムが社会に定着、浸透されるよう、より利用ニーズに立脚した研究開発を重視するとともに、利用分野の各施策・プロジェクトと密接な連携の下に推進する。

社会インフラとしての宇宙（衛星）の利用者は環境、情報通信、社会基盤等の分野に属している。これらについては、利用分野の各施策・プロジェクトとして利用ニーズに即した研究開発を推進するとともに、ロケット・衛星の全体システムとしての調整・統合化の必要性、宇宙利用技術の蓄積・発展等の観点を考慮し、フロンティア分野との密接な連携の下に施策・プロジェクトを推進していく必要がある。

また、さまざまな高度技術の統合の上に成立つ巨大システム技術であり、打ち上がった後は修正することが容易ではない「一発勝負」である宇宙技術は、信頼性、耐久性、コスト管理など、ものづくり技術分野の施策にも関連する。

#### (海洋における主な動向、情勢の変化)

海洋の分野については第2期基本計画期間中に世界最高の海底掘削能力を持つ地球深部探査船「ちきゅう」が完成した。「ちきゅう」は日米が主導する統合国際深海掘削計画（IOD

P)の主要掘削船であり、今後、人類未踏の地球内部に関する知見を深めるだけでなく、海溝型地震の監視・観測網の構築や資源探査などへの貢献も期待されている。また、深海巡航探査機「うらしま」が世界最長の連続長距離航走記録を達成するなど、海洋の分野のうち深海底の探査・観測は我が国が諸外国に対し優位に立つ有力な分野であり、研究開発・技術開発について世界最先端の維持・向上を目指す戦略をとる必要がある。

我が国は、国連海洋法条約の締結により、国土の約1.2倍、世界第6位となる約447万km<sup>2</sup>の広大な排他的経済水域（EEZ）及び大陸棚において主権的権利を有することになる。大陸棚に関しては、地形・地質が一定の条件を満たしている場合さらに延伸する可能性がある。そのため、日本周辺における海洋基礎調査の必要性が急速に高まっており、特に海域境界設定、大陸棚限界画定および沖ノ鳥島などの遠隔離島とその周辺の活用は緊急の課題となっている。また、近年の原油の価格高を反映し、世界中の海域で海洋資源開発のための探査・開発活動が活発化している。

また、スマトラ沖大地震・津波や我が国の沿岸における大型台風の来襲により、海底地震や津波、高潮などに対する国民の防災への要請が高まってきている。

#### (海洋における利用を重視した取組の推進)

陸域の資源に恵まれず、四方を海に囲まれた我が国にとって、海洋資源、海洋空間・機能の利用に関しては、食料、資源・エネルギー基盤の強化、新産業の創出の面から研究開発を進める必要がある。海底資源を巡る周辺諸国との関係性を考えた場合、それらの技術開発は、我が国の安全保障、海洋権益の確保にもつながるものである。さらに、海洋空間・機能の利用により、CO<sub>2</sub>の海洋貯留等の地球環境諸問題の解決に資する可能性をも秘めている。

海洋の多様な資源や空間を利用するための海洋技術は、センシング、海中情報伝達、外洋上プラットフォーム技術等の要素技術が融合した分野横断的な先端的研究開発が必要であり、このような取組を推進する必要がある。

#### (包括的な利用システムの開発)

宇宙・海洋の利用を重視した取組においては、人工衛星や海洋探査船、地上・海上等の現場観測など多様な観測・探査等のシステムを融合させた包括的なデータの運用と処理が必要である。これは我が国が独自に、災害や危機の情報および地球観測の情報等をデータセットとして一元的に管理・運用するものであり、我が国が災害や地球環境問題の解決に積極的かつ主導的に取り組むための基盤となるものである。

#### (3) 当該分野の将来的な波及効果の客観評価

科学技術政策研究所のデルファイ調査報告書結果において、安全・安心社会の宇宙・海洋・地球技術、地球環境高精度観測・変動予測技術、深海底観測調査技術が政府関与の必要性、及び欧米に対する研究開発水準が高く、科学技術インパクト・経済的インパクト・社会インパクト

トから成る総合インパクト（波及効果）が高い研究領域とされている。

フロンティア分野の特徴として、ほぼ全ての課題が、全分野平均に対して政府関与の必要性が高いと評価されている。

## 2. 重要な研究開発課題

### (1) 重要な研究開発課題の絞り込み

デルファイ調査などによる将来的な波及効果、我が国の国際的な科学技術の位置・水準、政策目標への貢献度、官民の役割分担の観点から絞り込まれた、重要な研究開発課題を宇宙と海洋に分けて示す。（別紙Ⅷ-1「重要な研究開発課題の体系」参照）

#### <宇宙>

デルファイ調査及びそれを基にした専門家の意見では、安全・安心社会や地球環境の観測等に関わる宇宙関連技術は、研究開発水準が高く、波及効果が大きいとされている。また、飛躍知の発見・発明から安全が誇りとなる国まで、ほぼ全ての政策目標の実現に広く貢献する。官民の役割として、官はリスクの高い研究・開発・実証を実施、民は事業化・産業化を目指すという方針があるが、デルファイ調査で評価されたように、官民の役割からはほぼ全ての課題が官主体で取り組むべき研究開発課題となる。これらを踏まえ、「我が国における宇宙開発利用の基本戦略」の推進戦略、及び各施策の政策目標への貢献や研究開発目標、成果目標等を考慮し、技術体系を整理した上で以下を宇宙開発利用及び宇宙科学分野で推進すべき重要な研究開発課題として選定する。

- 宇宙輸送システム
- 通信放送衛星システム、測位衛星システム、衛星観測監視システム、衛星基盤・センサ技術
- 国際宇宙ステーション計画による有人宇宙活動技術
- 太陽系探査、宇宙天文観測

#### <海洋>

デルファイ調査において、安全・安心社会に関わる海洋・地球関連技術、深海底観測調査技術は、研究開発水準が高く、波及効果が大きいとされている。また、宇宙と同様に官を中心とした取組の必要性が高い課題が大部分である。さらに、科学技術の限界突破から安全が誇りになる国まで広範囲の政策目標の実現に広く貢献すること、特に我が国の安全保障、海洋権益の確保にも寄与することを踏まえ、我が国の研究開発水準が高い深海底の探査・観測を中心とした研究開発、並びに社会的ニーズが高い海洋の環境及び資源・エネルギーに関する

る研究開発、さらに安全に係わる研究開発について、以下を重要な研究開発課題として選定する。

- 深海・深海底探査技術、海洋生物資源利用技術
- 海洋環境観測・予測技術、海洋利用技術、海洋環境保全技術
- 地球内部構造解明研究、海底地震・津波防災技術

## (2) 研究開発目標と成果目標

以上の15の重要な研究開発課題について、計画期間中に目指す研究開発目標（科学技術面での成果）及び最終的に達成を目指す研究開発目標、並びに、社会・国民に対してもたらされる成果（アウトカム）に着目した目標（成果目標）を別紙Ⅷ-2のとおり定める。また、第3期基本計画の3つの理念の下での政策目標の実現に向けて、より具体的に定めた個別政策目標は「第3期科学技術基本計画の政策目標の体系」のとおりであるが、個々の重要な研究開発課題が、どの個別政策目標の達成に向かっているかについては、別紙Ⅷ-2の重要な研究開発課題名の欄に、個別政策目標の該当番号を付記することで明確化している。

これらにより、（イ）何を目指して政府研究開発投資を行っているのか、どこまで政策目標の実現に近づいているかなど、国民に対する説明責任を強化するとともに、（ロ）個別施策やプロジェクトに対して具体的な指針や評価軸を与え、社会・国民への成果還元の効果的な実現に寄与することとなる。

### 3. 戦略重点科学技術

#### (1) 選択と集中の戦略理念

フロンティア分野の戦略重点科学技術は、以下の2つの戦略理念に沿って4つの技術に絞り込む。(別紙Ⅷ-3「戦略重点科学技術の体系」参照)

#### (戦略理念)

国土が狭く、資源に乏しい我が国は、宇宙・海洋のフロンティアを最大限に活用して国の基盤を確保し、我が国の総合的な安全保障に貢献する。

戦略理念1. 宇宙・海洋のフロンティアにいつでも自在に到達できる技術を確立する。

- 世界トップレベルの信頼性の独自宇宙輸送手段を確保する。

戦略理念2. 宇宙・海洋の利用のフロンティアをきり拓く。

- 地球に関する観測・監視データの包括的な利用技術を開発する。

#### (戦略重点科学技術)

- ① 信頼性の高い宇宙輸送システム
- ② 衛星の高信頼性・高機能化技術
- ③ 海洋地球観測探査システム(うち、次世代海洋探査技術)
- ④ 外洋上プラットフォーム技術

#### (2) 戦略重点科学技術の選定理由と技術の範囲

各戦略重点科学技術に含まれる個別技術ごとに、その選定理由を示す。

##### ① 信頼性の高い宇宙輸送システム

我が国が必要な時に、独自に宇宙空間に必要な人工衛星等を打ち上げる能力を確保・維持するための宇宙輸送システムは、我が国の総合的な安全保障や国際社会における我が国の自律性を維持する上で不可欠である。その信頼性の確立等のため、第3期計画期間中に集中投資する必要がある以下の研究開発を推進する。

- H-ⅡAロケットの開発・製作・打上げ

(選定理由) 我が国の基幹ロケットとして位置付けているH-ⅡAロケットについて、今後も継続的に打上げ、実績を積むことで世界水準を上回る信頼性を確立する必要がある。

- H-ⅡBロケット(H-ⅡAロケット能力向上型)

(選定理由) 我が国の基幹ロケット開発能力の維持、国際競争力の確保、及び2008年度の宇宙ステーション補給機(HTV)技術実証機打上げとその後の継続的な運用に向け、第3期計画期間中にH-ⅡBロケットの開発を集中的に進める必要がある。

- 宇宙ステーション補給機(HTV)

(選定理由) 日本の実験棟「きぼう」が打ち上がった後の国際宇宙ステーションへの物資補給に関する我が国の責務を果たし、国際宇宙ステーションへの我が国独自の補給手段を確立するため、2008年度の宇宙ステーション補給機(HTV)技術実証機打上げに向け、第3期期間中に集中的にHTVの開発を進める必要がある。

なお、GXロケットについては、その中型ロケットとしての必要性にかんがみ、技術的課題に見通しが得られた時点で評価・検討を行い、戦略重点科学技術として位置付ける。

## ② 衛星の高信頼性・高機能化技術

フロンティア分野として宇宙の利用・産業化の基盤となる要素技術を蓄積・発展させ、先端技術の開発を推進するとともに、国民の安全保障に資する宇宙利用技術を支えるため、以下の研究開発を推進する。

### ○ 災害対策・危機管理のための衛星基盤技術

(選定理由) 耐災害性、広域性等の衛星の特徴を活かし、国民の安全・安心に資する災害対策・危機管理システムを構築するための基盤技術として、高機能衛星搭載中継器等の開発を集中的に進める必要がある。

### ○ リモートセンシング技術(ハイパースペクトラルセンサ技術)

(選定理由) 先進的なリモートセンシング技術の一つとして第3期期間中に大きな進展が期待されるハイパースペクトラルセンサについて、データ処理解析技術等の研究開発を集中的に進め、環境観測、災害監視、資源探査等の広範な分野における地球観測データの有効活用を図る。

### ○ 信頼性向上プログラム(衛星関連)

(選定理由) 衛星の全損事故を生じさせない確実なミッション遂行のため、電源系、姿勢制御系等の衛星バス技術や機構部品の基盤技術の一層の信頼性向上に集中的に取り組む必要がある。

### ○ 宇宙環境信頼性実証プログラム(SERVIS)

(選定理由) 宇宙の産業利用の促進のため、衛星等の製造の低コスト化、短納期化を目指し、民生部品について地上試験、宇宙実証等を集中的に進める必要がある。

## ③ 海洋地球観測探査システム(うち、次世代海洋探査技術)

日本の技術的優位性を活かし、世界に先駆けて海中・海底・海底下を自由に調査・探索する次世代システムを構築し、海洋の未利用・未発見の鉱物資源、エネルギー資源等の探査を行うとともに、地震発生帯等における広範で精密な探査手段を確保するため、以下の研究開発を推進する。

### ○ 「ちきゅう」による世界最高の深海底ライザー掘削技術の開発

(選定理由) 新たな資源の探索技術、地球内部構造の解明、及び我が国の国際競争力の確保



のため、地球深部探査船「ちきゅう」による海底下 7000m の大深度掘削技術の確立、大深度からマントルまでの試料採取を可能とする大水深掘削技術の開発等に集中的に取り組むことが必要である。

○次世代型深海探査技術の開発

(選定理由) 従来調査が困難であった海域を含む海中及び海底の調査を精密・広域に行うために必要な技術の開発に集中的に取り組むことが必要である。

④ 外洋上プラットフォーム技術

海洋に賦存する膨大な未活用資源及び海洋空間有効利用の基盤技術として、以下の研究開発を推進する。

○ 洋上プラットフォームの研究開発

(選定理由) 海洋に賦在している膨大な未活用の空間及び自然エネルギーの利活用を長期的に推進するためには、海上空間利活用の基盤となる浮体技術の確立が急務となっている。このため、第3期期間中に洋上プラットフォームの研究開発に集中的に取り組むことが必要である。

(国家基幹技術)

宇宙輸送システム

我が国が必要な時に、独自に宇宙空間に必要な人工衛星等を打ち上げる能力を確保・維持するための宇宙輸送システムは、我が国の総合的な安全保障や国際社会における我が国の自律性を維持する上で不可欠である。宇宙輸送システムは、巨大システム技術の統合であり、極めて高い信頼性をもって製造・運用する技術が要求され、幅広い分野に波及効果をもたらすとともに、国が主導する一貫した推進体制の下で進められている。また、世界最高水準のロケットエンジン技術の開発や国際宇宙ステーションへの我が国独自の無人輸送機の開発を通じ、世界をリードする人材育成にも資する長期・大規模プロジェクトである。

さらに、総合科学技術会議は、「我が国における宇宙開発利用の基本戦略」においてH-II Aロケットシリーズを我が国の基幹ロケットとし、宇宙輸送システム技術を宇宙開発利用の基幹技術として位置付けている。以上より、宇宙輸送システムを国家的な長期戦略の下に推進する国家基幹技術として位置付ける。

国家基幹技術としての宇宙輸送システムは、基幹ロケットであるH-II Aロケットを中心とした以下の技術等により構成される。

- H-II Aロケットの開発・製作・打上げ
- H-II Bロケット (H-II Aロケット能力向上型)
- 宇宙ステーション補給機 (HTV)

## 海洋地球観測探査システム

地球規模の環境問題や大規模自然災害等の脅威に自律的に対応するとともに、エネルギー安全保障を含む我が国の総合的な安全保障や国民の安全・安心を実現するためには、広域性、同報性、耐災害性を有する衛星による全地球的な観測・監視技術と、海底の地震発生帯や海底資源探査を可能とする我が国独自の海底探査技術等により「海洋地球観測探査システム」を構築し、全地球に関する多様な観測データの収集、統合化、解析、提供を行っていく必要がある。このシステムは、我が国周辺及び地球規模の災害情報や地球観測データ等をデータセットとして作成・提供するものであり、我が国が災害等の危機管理や地球環境問題の解決等に積極的かつ主導的に取り組むための基盤となるものである。

我が国の安全保障・危機管理等に関する情報を独自に持つための技術は、総合科学技術会議が「我が国における宇宙開発利用の基本戦略」において宇宙開発利用の基幹技術として位置付けている。また、地球温暖化にかかわる現象解明・影響予測・抑制適用や地震・津波被害の発生メカニズム解明等は、総合科学技術会議の「地球観測の推進戦略」において戦略的な重点化のニーズとして示されている。これらに資する海洋地球観測探査システムは国家的な長期戦略に合致するものであり、国家基幹技術として位置付ける。

海洋地球観測探査システムには、以下の技術が含まれる。

- 次世代海洋探査技術
- 以下の課題のうち、衛星による地球環境の観測に係る研究開発及びデータ統合・解析システムの技術開発に関するもの【環境分野】
  - ・衛星による温室効果ガスと地球表層環境の観測
  - ・地球・地域規模の流域圏観測と環境情報基盤
  - ・マルチスケールでの生物多様性観測・解析・評価
- 災害監視衛星利用技術【社会基盤分野】

## 4. 推進方策

### (1) 産学官・府省間・機関間の連携強化

宇宙科学においては、研究者コミュニティの総意を反映した科学衛星計画が定められており、国際的に評価される成果が上がっている。一方で、宇宙開発利用については国レベルで宇宙活動全体を統括する一元的な枠組みが必要であるとの意見がある。また、利用者の総意が反映されていないとの意見もあり、学協会のネットワーク、産業界、アカデミア等を活用して、健全な利用者コミュニティの形成とその評価・調整の場が必要である。さらに、今後の宇宙利用分野を見据え、ニーズに即した官民共同プロジェクト等を推進していくことにより、宇宙利用の拡大を図ることも重要である。

海洋分野についても、海洋開発を含めて産学官の研究開発コミュニティを形成し、一元的な取組を推進することが必要である。また、海洋開発関係省庁連絡会議等によって、関係省庁の連携を図っているが、食料、資源・エネルギー基盤の強化、新産業の創出および我が国の安全保障、海洋権益の確保のために、より一層の府省間連携の方策を検討する必要がある。

海洋や地球の観測は、宇宙分野においても重要な課題となっている。また、海底地下生命探査は、地球外生命探査と極限環境における生命探査の点で共通性がある。技術、アウトリーチや教育など、宇宙と海洋両者の協力ができる領域が存在することから、大規模な先端技術を持つ宇宙機関、海洋機関と、大学における研究・教育との間の、さらに効率的な連携を検討する必要がある。

### (2) 人材の育成

#### (科学技術理解増進への貢献による裾野の拡大)

未知なる宇宙や海洋のフロンティアへの挑戦など、フロンティア分野の各種活動は、科学技術に関する国民の高い関心を集め、科学技術創造立国を標榜する我が国において、科学技術全体への理解増進につながる効果的なイベントとなる場合が多い。これらを通じ、国民、特に若い世代に夢と希望やチャレンジ精神を与えることは、将来に対する我が国の活力を与えるものである。

特に、フロンティア分野の研究開発は、子どもたちの好奇心をかきたて、科学技術の世界に誘うものであることから、第3期基本計画で示されている「次代の科学技術を担う人材の裾野の拡大」に沿って、初等中等教育段階から子どもが科学技術に親しみ、学ぶ環境を形成されることに大きく貢献できる面を考慮する必要がある。すなわち、宇宙・海洋の専門知識を有する人材や施設を活用した教育の実施、体験的な学習機会の支援・提供、子どもの関心を引く宇宙・海洋の教材の作成・提供、並びに魅力ある授業のできる教員の養成と資質向上への貢献等について積極的に取り組むべきである。

#### (大学・組織における専門家の育成)