

8 フロンティア分野

フロンティア分野は、未知なる宇宙、海洋等を探査・探求し、新たなる活用領域としての開発・利用に関する研究開発を推進するものである。第3期科学技術基本計画において、本分野は、国として取り組むべき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、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・人類の持続的発展などへの貢献を目指す。

(1) 宇宙開発利用

宇宙開発利用は、気象衛星、通信・放送衛星など、国民生活に深く浸透し、既に不可欠な存在となっている。平成20年5月には宇宙基本法が成立し、内閣総理大臣を本部長とする宇宙開発戦略本部の下、政府が一体となって宇宙開発利用を進める体制が構築された。また、平成21年には本法に基づき、我が国の国家戦略として「宇宙開発利用に関する基本的な計画」（以下、宇宙基本計画）が策定される予定である。

宇宙に関する研究開発は、宇宙の起源、地球の諸現象等についての普遍的な知識・知見を増大させるとともに、その成果は安全保障、国民生活の向上、産業の振興、人類社会の発展、我が国の国際的地位の向上等に貢献するものであり、今後とも、技術開発力を高めつつ宇宙の利用を重視した政策を進めることが極めて重要である。

今後の我が国の主な人工衛星等の打上げ計画は第2-2-10表に示すとおりである。

第2-2-10表 我が国の主な人工衛星等の打上げ計画

| 衛星名 | 質量 (kg) | 軌道高度 (km) | 打上げロケット | 打上げ年度 | 主な打上げ目的 |
|---------------------------------|-------------------|-------------------------|---------------|---|---|
| 国際宇宙ステーション 日本実験棟「きぼう」 JEM | 約26,800 | 約400 | スペースシャトル (米国) | 船外実験プラットフォームを平成21年度打上げ予定 (船内保管室、船内実験室は打上げ済) | 宇宙先進国としての国際的な地位の維持・向上、有人宇宙技術の蓄積、新たな産業活動に発展し得る宇宙環境利用の推進、新たな科学的知見の獲得等に寄与する。 |
| 宇宙ステーション補給機 HTV | 最大補給品質量 約6,000 | 約400 | H-IIB | 平成21年度 (技術実証機) | 我が国の輸送系により宇宙ステーションへの物資補給を行う。 |
| 技術実証衛星 SERVIS-2 | 740 | 1200 | ロコット (ロシア) | 平成21年度 | 宇宙空間での民生部品・民生技術の耐環境性能実証する。 |
| 準天頂衛星 QZS | 約1,800 | 準天頂軌道 (軌道長半径約42,000) | H-IIA | 平成22年度 | GPSによる測位の補完・補強などの衛星による測位システムの基盤となる技術の実証等を行う。 |
| 第24号科学衛星 PLANET-C | 約480 | 金星周回軌道 (約300-80,000) | H-IIA | 平成22年度 | 金星大気圏を探り、惑星気象の根本原理と大気進化の謎に迫る。 |
| 水循環変動観測衛星 GCOM-W | 約1,900 | 太陽同期準回帰軌道 約700 | H-IIA | 平成23年度 | 地球規模での水循環メカニズム解明に貢献するため、降水、海面水温等の観測を全球規模で行う。 |
| 高性能小型地球観測衛星 ASNARO | 約450 | 太陽同期軌道 約450 | (未定) | 平成23年度 | 大型衛星に劣らない機能・低コスト・短期の開発期間を実現する高性能小型衛星を開発する。 |
| 第25号科学衛星 ASTRO-G | 約1200 | 長楕円軌道 (約100-20,000) | H-IIA | 平成24年度 | 史上最高の解像度で銀河や星形成領域の中心部を描き出し、その物理状態を解明する。 |
| 陸域観測技術衛星2号 ALOS-2 | 約2,000 | 太陽同期準回帰軌道 (約630) | H-IIA | 平成25年度以降 | 災害状況把握に加え、国土管理や資源管理など、平常時のニーズにも対応した多様な用途でのデータ利用に資するため、全球の森林・地形等の観測を行う。 |

| 衛星名 | 質量 (kg) | 軌道高度 (km) | 打上げロケット | 打上げ年度 | 主な打上げ目的 |
|--|----------------------|-----------------------------|---------------|----------|--|
| 全球降水観測／二周波降水レーダ GPM/DPR | 約3,500 (GPM衛星) | 太陽非同期軌道 約400 | H-IIA | 平成25年度以降 | 国際協力の全球降水観測 (GPM) 計画主衛星に搭載する二周波降水レーダ (DPR) により、降水・降雪の三次元分布の観測を行う。 |
| 水星探査計画 Bepi-Colombo | 約220 (MMO) | 水星楕円極軌道 (約400~12,000) (MMO) | ソユーズ・フレガート 2B | 平成25年度以降 | ESA (欧州宇宙機関) との国際協力により、水星の磁場・磁気圏・内部・表層を多角的に観測する。日本はMMO (水星磁気圏探査機) を担当する。 |
| 雲エアロゾル放射ミッション／雲プロファイリングレーダ EarthCARE/CPR | 約1,200 (EarthCARE衛星) | 太陽同期準回帰軌道 | 未定 (欧州) | 平成25年度以降 | 欧州の雲エアロゾル放射ミッション (EarthCARE) 衛星に搭載する雲プロファイリングレーダ (CPR) により、大気中の雲・エアロゾルの三次元分布の観測を全球規模で行う。 |
| 気候変動観測衛星 GCOM-C | 約2,000 | 太陽同期準回帰軌道 (約800) | H-IIA | 平成25年度以降 | 地球規模での気候変動メカニズム解明に貢献するため、植生、雲・エアロゾル等の観測を全球規模で行う。 |
| 第26号科学衛星 ASTRO-H | 約2,400 | 円軌道 (約550km) | H-IIA | 平成25年度以降 | 宇宙の大規模構造とその進化の解明や宇宙の極限状態の理解に向けて、X線により銀河団成長の直接観測や巨大ブラックホール等の観測を行う。 |

(宇宙輸送システム)

我が国の総合的な安全保障や宇宙活動の自律性を維持するためには、必要なときに必要な衛星等を宇宙空間の所定の位置に輸送する能力を独自に確保することが重要である。また、宇宙輸送システムは巨大システム技術であり、その技術力の向上活動自体が産業の高度化や社会経済の発展につながる。このため、重要な研究開発課題として「宇宙輸送システム」が選定されている。

なかでも、宇宙航空研究開発機構が実施している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)、GXロケットについては、「信頼性の高い宇宙輸送システム」として戦略重点科学技術に位置付けられている。大型の人工衛星を打ち上げることができる我が国の基幹ロケットであるH-II Aロケットについては、平成19年度から民間によるロケット打上げ輸送サービスを開始した。平成20年度は、15号機で温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」(GOSAT)等を打ち上げた。これにより、H-II Aロケットの打上げ成功率は、初期運用段階における世界水準を大きく上回る9割以上を達成している。また、国際宇宙ステーション (ISS¹)への食料や消耗品、実験装置等の物資輸送を担い日本のISS計画への貢献手段となるHTVや、その打上げ手段を確保するため、静止トランスファ軌道への輸送能力を8t級のH-II Bロケットの技術実証機及び試験機の平成21年度打上げを目指し開発を進めている。これらH-II Aロケットの開発・製作・打上げ、H-II Bロケット、HTVについては、第3期科学技術基本計画において国家的な長期戦略の下に推進する国家基幹技術「宇宙輸送システム」の構成技術としても位置付けられている。また、官民協力の下、開発を進めてきたGXロケットについては、経済産業省がロケットの飛行制御等を行うアビオニクス等に関する研究開発を実施し、宇宙航空研究開発機構がその第二段に搭載する液化天然ガス (LNG) 推進系を開発している。同ロケットについては、「平成21年度における宇宙開発利用に関する施策について」(平成20年12月2日宇宙開発戦略本部決定)において、平成21年夏ごろまでに本格的開発着手に関する判断を行うとの方向性が示されており、宇宙航空研究開発機構では、同決定に従い、LNG推進系の技術的な見通しを得るために必要な試験等を進めている。

1 ISS : International Space Station

(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)

通信・放送などに人工衛星を利用することは、広域性、同報性、耐災害性などの面で多くの利点がある。このため、重要な研究開発課題として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・センサ技術が選定されている。

通信放送衛星システムについては、文部科学省と総務省の連携により、大型衛星バス技術、大型展開アンテナ技術及び移動体衛星通信技術等の開発・実証を目的とした技術試験衛星Ⅷ型「きく8号」(E T S -Ⅷ)を平成18年12月に打ち上げ、また、ギガビット級の衛星インターネット通信技術等の開発・実証を目的とした超高速インターネット衛星「きずな」(W I N D S)を平成20年2月に打ち上げ、それぞれ順次実験を実施している。測位衛星システムについては、地理空間情報活用推進基本法に基づく「地理空間情報活用推進基本計画」(平成20年4月15日閣議決定)及び「G空間行動プラン」(平成20年8月地理空間情報活用推進会議)の下、総務省、文部科学省、経済産業省及び国土交通省の連携により、山間地、ビル影等に影響されずに高精度測位等を行うことが可能な準天頂衛星(Q Z S)の開発を推進しており、平成22年度の打上げを予定している。また、衛星観測監視システムについては、第2部第2章第2節3(1)及び7に記載されている。

衛星基盤・センサ技術の研究開発については、「信頼性向上プログラム(衛星関連)」が戦略重点科学技術として選定されており、宇宙航空研究開発機構において衛星バス技術や構成部品の信頼性向上に取り組んでいる。また、新たに戦略重点科学技術として選定された「小型化等による先進的宇宙システムの研究開発」では、大型衛星に劣らない機能、低コスト、短納期を実現する高性能小型衛星の研究開発を経済産業省が進めている。

(国際宇宙ステーション計画による有人宇宙技術の獲得)

国際宇宙ステーション(I S S)計画は、日本・米国・欧州・カナダ・ロシアの5極が共同で地球周回軌道上に宇宙ステーションを建設する国際協力プロジェクトであり、我が国は、宇宙先進国としての国際的な地位の維持・向上、有人宇宙技術の蓄積などを目指し、日本実験棟「きぼう」及び宇宙ステーション補給機(H T V)を開発・運用することで本計画に参加している。平成20年6月、「きぼう」の船内保管室がI S Sに取り付けられ、8月から船内での科学実験等が開始された。また、平成21年3月から、若田宇宙飛行士が日本人として初めて約3か月にわたるI S S長期滞在を開始した。I S Sへの物質輸送を担うH T Vについては、平成21年度の技術実証機打上げに向けて、着実に開発を進めている。

(太陽系探査、宇宙天文観測)

宇宙科学の分野においては、宇宙航空研究開発機構が中心となり、全国の大学等の研究者の参加の下、科学衛星を打ち上げ、これまでに世界トップレベルの成果を上げている。

我が国は、重要な研究開発課題として科学衛星計画を推進しており、平成19年9月に打ち上げられた月周回衛星「かぐや」は定常観測から1



「かぐや」搭載のハイビジョンカメラによる「満地球の出」
写真提供：宇宙航空研究開発機構(JAXA)/日本放送協会(NHK)

年以上経過し、科学的な成果が「サイエンス」特別編集号として表紙を飾るなど、様々な雑誌に掲載され始めており、今後も、更なる成果が期待される。また、搭載されたハイビジョンカメラによる「満地球の出」及び「満地球の入」などの美しい映像は国民の宇宙への関心を大いに高めた。また、太陽観測衛星「ひので」においても、平成18年9月に打ち上げられ現在までに2年以上の太陽観測データを取得し、太陽の科学研究に貢献している。さらに、金星探査機（P L A N E T - C）、電波天文衛星（A S T R O - G）、欧州宇宙機関との国際協力による水星探査計画（B e p i C o l o m b o）などの開発等を引き続き進めている。

（国際協力・連携の推進）

近年、環境変動や大規模自然災害等、地球規模の諸問題の深刻化に伴い、地球観測衛星技術の必要性、宇宙技術の利用における各国の連携協力の重要性が高まっている。我が国は、自らが主催するアジア太平洋地域宇宙機関会議（A P R S A F¹）をはじめ、国連宇宙空間平和利用委員会（C O P U O S²）、地球観測衛星委員会（C E O S³）などの国際会議を通じて、宇宙分野における国際協力の更なる推進を目指している。特にアジア地域において、A P R S A Fを通じ、インターネットにより衛星画像等の被災地情報を提供・共有する「センチネル・アジア」プロジェクトを20か国51機関8国際組織の協力の下で推進している（平成21年（2009年）1月現在）。また、我が国のイニシアティブにより、A P R S A Fの下、地球環境変動を監視するS A F E⁴プロジェクト及び人材育成を目的として各国共同で小型衛星を開発するS T A R⁵プロジェクトが平成20年12月に合意され、活動の幅が広がっている。

（2）海洋開発

（フロンティア（海洋）分野の研究開発の推進）

海洋は、その広大さとアクセスの困難さのために、人類にとって今もなおフロンティアであり、未知なるものを解明したいという知的欲求から、これまで海洋に関する様々な調査・研究が行われてきた。これらの取組により、未利用のエネルギー・鉱物資源の存在や、気候変動をはじめとする地球環境の変化への海洋の関連などが明らかとなってきている。このように、海洋の諸現象に関する原理を追求し解明することは、地球環境問題の解決、海溝型巨大地震への対応、海洋資源の開発など、今後の人類の発展に深くかかわる重要な課題の解決を図るためにも必要である。

このような観点から、平成19年4月に成立した海洋基本法においては、海洋の開発及び利用、海洋環境の保全等が適切に行われるためには海洋に関する科学的知見が不可欠であるが、海洋については科学的に解明されていない分野が多いことから、海洋政策の基本理念として、「海洋に関する科学的知見の充実」を図ることが重要とされている。

また、海洋基本法に基づき、今後5年間の海洋政策を示した海洋基本計画（平成20年3月閣議決定）が策定された。同計画においては、我が国が新たな海洋立国を目指して、海洋政策を推進するため、「海洋を知る」「海洋を守る」「海洋を利用する」のバランスと連携に配慮することが重要とされているほか、政府が総合的かつ計画的に講ずべき施策として、「海洋科学技術に関する研究開発の推進等」が挙げられている。

1 A P R S A F : Asia-Pacific Regional Space Agency Forum
2 C O P U O S : Committee on the Peaceful Uses of Outer Space
3 C E O S : Committee on Earth Observation Satellites
4 S A F E : Satellite Application for Environment
5 S T A R : Satellite Technology for the Asia-Pacific Region

第3期科学技術基本計画におけるフロンティア（海洋）分野の分野別推進戦略においては、国家基幹技術「海洋地球観測探査システム」を構成する「次世代海洋探査技術」と、「外洋上プラットフォーム技術」が戦略重点科学技術に選定されるとともに、以下の3領域の重要な研究開発課題が選定されている。

（深海・深海底探査技術、海洋生物資源利用技術）

文部科学省では、海洋研究開発機構における海洋の観測・探査を行うために必要な先進的・基盤的技術の開発を実施している。例えば、平成20年5月に大深度小型無人探査機「A B I S M O」が、世界で初めてマリアナ海溝チャレンジャー海淵^{かいえん}において、10,000m以深における海洋、海底面、海底下の連続的試料採取に成功したほか、平成20年11月には人工衛星を利用した小型の深海探査機の遠隔制御に成功している。また、世界最長の連続長距離自律潜航記録（317km）を持つ深海巡航探査機「うらしま」や世界最深レベルの潜航能力（水深6,500m）を持つ有人潜水船「しんかい6500」等を運航し、海洋に関する調査観測研究を推進している。戦略重点科学技術に関しては、「次世代海洋探査技術」が国家基幹技術「海洋地球観測探査システム」を構成する技術として選定されており、文部科学省では、人類未踏のマントルへの到達や地殻内の有用微生物の採取等を目指す地球深部探査船「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」及び船舶等の従来の手段では調査が困難な海域・海象における調査観測や、大水深における重作業・精密作業が必要な調査観測を可能にする技術開発として「次世代型深海巡航探査機技術の開発」、「大深度高機能無人探査機技術の開発」を海洋研究開発機構において推進している。

また、海底熱水鉱床等の未利用の海洋資源の開発を推進するため、文部科学省では、科学技術・学術審議会海洋開発分科会において、海底熱水鉱床を中心とする海洋資源の探査に関する技術開発の在り方について検討するとともに、平成20年度より、大学等に蓄積された技術を活用し、海洋資源の探査に必要となるセンサーなどの基盤技術の開発を推進する「海洋資源の利用促進に向けた基盤ツール開発プログラム」を実施している。



次世代海洋探査技術で開発が計画されている「次世代型深海巡航探査機」（左図）及び「大深度高機能無人探査機」（右図）の概念図

写真提供：海洋研究開発機構

（海洋環境観測・予測技術、海洋利用技術、海洋環境保全技術）

文部科学省では、海洋研究開発機構における地球環境観測研究・予測研究・シミュレーション研究（地球温暖化等の地球環境変動の解明を目指し、世界各地で研究船、観測ブイ、陸上観測機器等の観測設備を用いた海洋・陸面・大気の観測及び気候変動等の予測・シミュレーション）を推進している。また、これらの観測研究等で得られたデータを、世界最高水準の性能を有するスー

パーコンピュータ「地球シミュレータ」等を活用して解析し、地球環境の物理的、化学的、生態的プログラムのモデル研究等を行い、平成20年7月にはインド洋ダイポールモード現象の3年間連続予測に成功するなど、地球規模で気候に影響を及ぼす現象の予測精度向上に貢献した。

経済産業省では、石油天然ガス・金属鉱物資源機構と連携して、石油等資源の賦存状態の調査等を引き続き行っている。

国土交通省では、港湾空港技術研究所と共同で全国港湾海洋波浪情報網（NOWPHAS）の充実等を行っている。

気象庁では、海洋・海上気象観測やエルニーニョ現象の解明等、海洋現象及び気候変動の監視・予測情報の拡充に向けた調査・研究等を引き続き行っている。

海上保安庁では、海洋に関する測量・観測技術及び解析技術の研究開発を実施している。

海上技術安全研究所では、海洋技術における安全、環境保全に関する研究を行っている。NEAR-GOOSに関連して、気象庁、海上保安庁が、日本周辺海域を中心とした海洋データの交換を促進するためのシステムを運用しており、海洋研究の一層の推進が図られている。

(地球内部構造解明研究、海底地震・津波防災技術)

文部科学省では、海洋研究開発機構における、無人探査機「かいこう7000」や深海調査研究船を利用した、海洋底プレートのダイナミクス解析や大陸棚画定調査に貢献する地殻構造調査を行う地球内部ダイナミクス研究を推進している。例えば、平成18年度からは、我が国に甚大な被害をもたらす東南海・南海地震の想定される震源域において地震・津波の規模や地殻変動をリアルタイムで監視できる地震・津波観測監視システムの開発を進めている。また、海溝型巨大地震発生メカニズムの解明を目指して、統合国際深海掘削計画（IODP）の枠組みの下に地球深部探査船「ちきゅう」による紀伊半島沖熊野灘における深海掘削を推進している。

また、我が国の大陸棚の限界を設定するため、総合海洋政策本部の総合調整の下、外務省、文部科学省、経済産業省、国土交通省等が連携して海域調査等を行い、平成20年6月に必要な調査を終了し、同年11月に国連事務局へ申請文書を提出した。

なお、平成20年度におけるフロンティア分野の主な研究課題は第2-2-11表のとおりである。

第2-2-11表 フロンティア分野の主な研究課題（平成20年度）

| 府省名 | 研究機関等 | 研究課題 |
|--------------|------------|---|
| 総務省 文部科学省 | 情報通信研究機構 | ・災害対策・危機管理のための衛星基盤技術 ・海洋資源の利用促進に向けた基盤ツール開発プログラム |
| | 海洋研究開発機構 | ○次世代海洋探査技術 ・「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 ・次世代型深海巡航探査機技術の開発 ・大深度高機能無人探査機技術の開発 |
| | 宇宙航空研究開発機構 | ○信頼性の高い宇宙輸送システム ・H-IIAロケットの開発・製作・打上げ ・H-IIBロケット ・宇宙ステーション補給機（HTV） ・GXロケット ○衛星の高信頼性・高機能化技術 ・信頼性向上プログラム（衛星関連） |

| 府省名 | 研究機関等 | 研究課題 |
|-------|--------------------------------------|--|
| 経済産業省 | | ・リモートセンシング技術の研究開発 |
| | 産業技術総合研究所 | ・地球化学的手法及び古生物学的手法を用いた地球・海洋環境の予測手法の開発 ・海洋地質調査研究 |
| | 新エネルギー・産業技術総合開発機構 石油天然ガス・金属鉱物資源機構 | ・次世代輸送システム設計基盤技術開発プロジェクト（GXロケット） ・メタンハイドレート技術開発 ・深海底鉱物資源調査 |
| 国土交通省 | 海事局 | ・外洋上プラットフォームの研究開発 ・天然ガスハイドレート（NGH）輸送船の開発 |
| | 海上保安庁海洋情報部 | ・西太平洋海域共同調査（WESTPAC） |
| | 気象庁気象研究所 | ・海洋における炭素循環の変動に関する観測的研究 |

[横断的分野]

1 国家基幹技術

資源エネルギー供給の逼迫化や地球温暖化、自然災害の頻発等、我が国を取り巻く状況が大きく変化する中、我が国が持続的に発展し、世界をリードしていくためには、長期的な国家戦略を持って取り組むべき重要技術を精選して推進していくことが必要である。

このため、政府では、第3期科学技術基本計画や分野別推進戦略の策定に際して、国家的目標と長期戦略を明確にして取り組むべきものとして、「宇宙輸送システム」、「海洋地球観測探査システム」、「高速増殖炉サイクル技術」、「次世代スーパーコンピュータ」、「X線自由電子レーザー」の5つの国家基幹技術を選定している。

これらの国家基幹技術は、国家の総合的な安全保障の向上や、世界最高水準の研究機能の実現を図るものであり、引き続き重点的に推進していく。

(1) 宇宙輸送システム

第2部第2章第2節8(1)参照。

(2) 海洋地球観測探査システム

地球環境変動の予測を行うためには、全球観測網の整備及びそのデータの管理・提供が必要である。また、我が国周辺海域の詳細地形の調査や資源探査は、国家の総合的な安全保障の観点から必要である。海洋地球観測探査システムは、こうした課題解決に取り組むため、海洋及び宇宙からの観測・探査により得られるデータの統合・解析・提供を目指しており、「次世代海洋探査技術」、「衛星観測監視システム」、「データ統合・解析システム」の3つの技術で構成されている。平成18年度に総合科学技術会議においてシステム全体の推進体制が評価され、今後は、地球環境観測分野、災害監視分野、資源探査分野における社会的貢献が期待されている（第2-2-12図）。