

## フロンティア分野の中間フォローアップ（案）

平成 21 年 5 月 11 日  
フロンティア P T

## 目次

フロンティア分野における進捗状況と今後の取組	p 1
（1）状況認識	p 1
（2）重要な研究開発課題及び戦略重点科学技術について	p 3
①全体的な概況	p 3
②重要な研究開発課題の進捗状況	p 4
③戦略重点科学技術の進捗状況	p 1 2
（3）推進方策について	p 1 7
①産学官・府省間・機関間の連携強化	p 1 7
②人材の育成	p 1 8
③大規模プロジェクトのマネジメント	p 1 9
④国際協力・連携の推進	p 1 9
⑤柔軟な分野別推進戦略の展開方策	p 2 0
（4）今後の取組について	p 2 0
①「重要な研究開発課題」及び「戦略重点科学技術」について	p 2 0
②推進方策について	p 2 1
③留意事項	p 2 2
フロンティア分野の戦略重点科学技術俯瞰図	p 2 4
フロンティア分野における主な研究開発課題と政策目標の関係	p 2 8

## フロンティア分野における進捗状況と今後の取組

### (1) 状況認識

第3期科学技術基本計画の制定後、フロンティア分野の研究開発をめぐる国内の状況は大きく変化している。

海洋関係では、食料、資源・エネルギーの確保や物資の輸送、地球環境の維持等、海が果たす役割が増大し、海洋環境の汚染、水産資源の減少、海岸浸食の進行等、様々な海の問題が顕在化したことを受け、海洋政策の新たな制度的枠組みの構築が求められた。また国際的には、12海里の領海や200海里の排他的経済水域、大陸棚の限界等、包括的内容を定めた国際連合海洋法条約に関して、平成8年に批准した我が国においても、これに対応する国内法整備が必要となった。こうした状況を背景として、新たな海洋立国の実現を目指し、我が国の海洋関連施策を集中的かつ総合的に推進することを目的として、平成19年4月に「海洋基本法」が成立、7月に施行され、平成20年3月に「海洋基本計画」が閣議決定された。さらに、メタンハイドレートや海底熱水鉱床等、海洋エネルギー・鉱物資源分野については、「海洋基本計画」を踏まえ、探査・技術開発等の具体的な計画を定めた「海洋エネルギー・鉱物資源開発計画」が策定され、平成21年3月、総合海洋政策本部会合にて了承された。

また、国・地方公共団体および民間において、地図データ利用や地図上に位置づけられる様々なGIS情報の需要が拡大し、共通白地図的なデータ整備や更新、提供の仕組み構築の必要性や、共用のための規格の確立と普及に対する要望が高まった。さらに、平成14年の世界測地系の導入に伴い、高精度・詳細・新鮮な基盤的地図データの整備を図る地理情報システムと、カーナビ等で国民生活や国民経済に深く浸透している衛星測位の連携の可能性が拡大した。これらを契機として、平成19年5月には、衛星測位と地理情報システムに係わる施策を総合的かつ計画的に推進することを目的として、「地理空間情報活用推進基本法」が成立、8月に施行され、平成20年4月に「地理空間情報活用推進基本計画」が閣議決定された。

宇宙に関しては、近年、世界各国が宇宙開発競争を活発に展開し、急速に状況が変化すると共に、科学技術の進展により宇宙利用の重要性が増大しており、宇宙空間技術は国民生活にとって既に不可欠のものとなっている。しかしこれまで、1989年の「スーパー301条」に基づく「日米衛星調達合意」や、技術開発を重視した宇宙開発等に起因する軌道上運用実績の不足などの様々な要因により、我が国の宇宙産業は十分な国際競争力を得られなかった。さらに「我が国における宇宙の開発及び利用の基本に関する決議」により安全保障上の利用に対し制約が生じていた。これらの状況を受け、技術開発に力点が置かれてきた我が国の宇宙開発を、今後は利用を重視したものとすべきとの観点から、平成20年5月には宇宙の利用と産業の国際競争力強化等を理念とする「宇宙基本法」が成立、8月に施行された。これを受け、平成21年5月には、「宇宙基本計画」が作成される予定である。

その他、文部科学省に置かれる宇宙開発委員会での審議を経て、宇宙開発の中心的な実施機関である独立行政法人 宇宙航空研究開発機構（JAXA）について、今後10年程度の期間を対象に、その果たすべき役割を定めた「宇宙開発に関する長期的な計画」

が平成 20 年 2 月に文部科学大臣及び総務大臣により策定されている。なお、「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）については、改訂等は行われていない。

海外の情勢としては、世界の宇宙開発の状況が近年急速に変化しており、世界各国がし烈な宇宙開発競争を展開している。アメリカは、2004 年に新宇宙探査ビジョンを発表し、宇宙開発のターゲットを月、そして火星に向けた計画を打ち出している。また欧州、ロシアにおいても、長期にわたる宇宙開発計画を策定し、先進的な宇宙開発が進められているが、最近になって、中国が有人宇宙飛行や宇宙外交の成果を背景に、存在感を高めている。その他にも、インド、カナダ、イスラエル、韓国等、独自の打上げ手段や各国の特徴を活かした衛星開発を行う等、多様化している。宇宙利用の面では、最も商業利用が進んでいる通信・放送衛星を用いて一般の生活に密着したサービスが提供される一方で、主に軍事利用の観点から、秘匿性の高い通信システムや高速・大容量かつ柔軟性の高い衛星通信技術の開発が進められている。また近年、米国の GPS (Global Positioning System) を中心とする測位衛星システムを利用したカーナビゲーション等のサービスも定着し、幅広く活用されている。米国における GPS システムの近代化に向けた取組とともに、ロシアの GLONASS 計画や、欧州の GALILEO 計画の他、中国やインドなどにも独自の衛星ナビゲーションシステムの開発の動きがある。さらに、地球観測の分野においては、欧米において光学衛星やレーダー衛星による高解像度の地球観測が行われ、長期間にわたる継続した運用により、画像が膨大なアーカイブとして管理され、農業や都市計画、安全保障分野等に広く活用されている。気象衛星については、世界気象機関 (WMO) 等が策定した世界気象監視計画の下、世界の 6 機の静止気象衛星と数個の極軌道気象衛星による観測網が構成されており、我が国の「ひまわり」によって得られた気象情報は、日本国内のみならず、東アジア・太平洋地域の各国に提供されている。

一方、地球の 7 割を占める海洋は、海底や深海には未知の部分が多く、身近で多くの可能性を秘めたもう一つのフロンティアである。世界において、海底の油田・ガス田の開発が行われており、北・南米や西アフリカ沖では 2000m を超える大深度での開発が進められている。また、メタンハイドレートの開発や深層水の利用等、新しい分野への注目が集まっている。特に海洋鉱物資源の探査の分野においては、中国、インド等の著しい経済成長を背景とした近年の資源高騰や資源ナショナリズムの台頭、さらにレアメタルの供給不安等、各国において海洋資源に対する関心が高まっている。また、海外においては、従来なかなか難しいと考えられてきた深海資源探査開発の事業化に、速いスピードで取り組もうとの動きがあり、経済性や環境保護への対応など課題も残されているが、深海資源の商業開発実現に一步近づいている。地震観測などのために海底ケーブルで結んだ海底観測ステーションネットワークの構築が、アメリカ、カナダ、イギリスなどで進んでおり、海底の面的なリアルタイム観測網の整備が進んでいる。また、海底調査のためのプラットフォームである自律型海中ロボットは、科学的目的ばかりでなく海底パイプライン敷設のための調査等のために利用されるようになり、アメリカやノルウェーを中心に大きく発展している。また、米国は、世界最深部（水深 11,000m）へ到達できる AUV/ROV を開発中で、深海調査の基礎技術

を充実させている。中国では、7,000mを越える潜水能力を持つものを建造中で、新たな技術を開発中である。また、英国等では、海流あるいは潮汐流を利用した発電プラントの開発が進んでいる。我が国では、有人潜水調査船「しんかい6500」が持つ潜水能力（水深6,500m）や、深海巡航探査機「うらしま」が持つ連続長距離航走記録（317km）は今なお世界一を誇っているが、それに続く具体的な開発計画を持たない。移動式の潜水機器の開発とは別に、地震国であることから、海底での地震観測の重要性が強く認識され、三重沖に地震計ネットワーク DONET を構築している。現在、これをさらに大規模化していく計画が進んでいて、この分野で世界をリードしようとしている。我が国は、四方を海で囲まれ、広大な排他的経済水域をもつという地理的に恵まれた環境もあって、地震発生のメカニズムの解明に留まらず、現在注目されているレアメタルといった海洋資源の鉱床発見、海からの食糧資源・DNA資源やエネルギーの確保等、我々の生活に密接な関わりを持つ分野で海洋技術がさらに大きく発展して、成果をあげることが期待されている。また、海洋は地球的規模の自然現象に深く関わっており、人類の安全、安心の確保のために、全地球的に海洋の観測や研究を行い、地震、津波、台風・ハリケーンなどの自然災害や地球温暖化などの環境問題のメカニズムの解明、温室効果ガスの削減、海洋環境の保全・回復、防災・減災等に活用することが必要である。

このように、宇宙、海洋等のフロンティア分野については、既に研究開発中心の時代から、その成果を産業の国際競争力の強化や利用の拡大を通じた国民生活の質の向上に展開する時代に移ってきている。また、我が国における海洋及び宇宙に対する知見を深めるための探査・探求活動は、その研究成果が国際的にも高く評価されており、国民の関心や期待が大きい。一方で、フロンティア分野の研究開発は、そのリスクの大きさ、社会への波及効果の高さ等から、引き続き政府が関与して実施する必要性が高い分野であると認識されている。さらには、規模の大きさ及び開発期間の長さを踏まえ、諸外国との間では競争的な関係だけでなく、国際的な協力体制による事業の実現に向けた調整も必要である。

## （2）重要な研究開発課題及び戦略重点科学技術について

### ①全体的な概況

フロンティア分野における研究開発費は、平成20年度において2,446億円である。政策課題型研究開発予算の14.1%を占めており、その割合は年々増加傾向にある。また、国家基幹技術が473億円であり、大きな割合を占めるのが特徴である。

フロンティア分野における重要な研究開発課題のうち、宇宙関係では、我が国初の有人宇宙施設である日本実験棟「きぼう」船内保管室及び船内実験室が国際宇宙ステーションに取り付けられ運用を開始するとともに、月周回衛星「かぐや」や太陽観測衛星「ひので」による観測結果が国際的に高い評価を受けるなど、宇宙科学の進展に大きく貢献した。また、国家基幹ロケットであるH-IIAロケットの打上げ成功を重ね、

世界水準の成功率を達成するに至った。さらに、陸域観測技術衛星「だいち」、技術試験衛星Ⅷ型「きく8号」、超高速インターネット衛星「きずな」、温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」と、我々の生活に密着した実利用実証衛星が相次いで打ち上げられ、大きな成果をあげている。

また海洋関係について、マントルや巨大地震発生域への大深度掘削を可能にする世界初のライザー式科学掘削船である地球深部探査船「ちきゅう」は、日米主導の統合国際深海掘削計画(IODP)の主力船として、海底下の探査を行っており、下北沖試験掘削コアサンプルからは未知の地殻内微生物圏に関する知見が得られた他、南海トラフでは地震発生メカニズムの解明に有益なデータが取得される等、研究開発分野において高い成果を上げた。また、世界最高レベルのブイや観測船などによる海洋観測を国際共同で実施した他、海底地震・津波観測ネットワークとしてモニタリングシステムの設置が進められた。地球変動シミュレーションの面では、世界最高レベルの気候シミュレーション能力を有するスーパーコンピューター「地球シミュレータ」を活用し、先端的な海洋・大気変動モデルを用いた研究が推進されており、平成19年にノーベル賞を受賞した「気候変動に関する政府間パネル」(IPCC)第4次評価報告書作成へ貢献するとともに、平成18年から3年連続で、インド洋ダイポールモード現象発生の予測に成功するなどの成果を上げた。

一方で、利用の拡大・産業化の促進、海洋開発や資源探査・開発の促進、世界的な宇宙機器の小型化への対応等、社会情勢の変化への対応については更なる検討・注力が必要である。

以上のとおり、第3期科学技術基本計画策定後の3年間においては、全般的に計画通り進んでおり、その成果は国内外で高く評価されているものと考えられる。

## ②重要な研究開発課題の進捗状況

### <宇宙領域>

#### ・進捗が遅れている研究開発目標

##### 「水星探査プロジェクト(BEPI COLOMBO)」

衛星開発は着実に進められているが、共同開発相手であるESA側の都合により、当初計画から2年先送りされている。

##### 「全球降水観測/二周波降水レーダ(GPM/DPR)」

平成19年度に開発に着手し、センサの設計、製作は着実に進められているが、共同開発相手であるNASA側の都合により、当初計画から3年先送りされている。

#### ・特に進展が見られた研究開発目標

##### 「月周回衛星「かぐや」(SELENE)」

月軌道への投入等の技術実証、10ヶ月間の観測データの収集が完了し、研究開発目標をほぼ達成している。

##### 「第22号科学衛星「ひので」(SOLAR-B)」

当初計画どおり平成 18 年に打上げられ、現在まで継続して太陽観測データを取得し、研究開発目標をほぼ達成している。

「陸域観測技術衛星「だいち」(ALOS)」

地球観測及び災害観測・監視における有効性が確認され、研究開発目標をほぼ達成している。

## ○ 太陽系探査

月周回衛星「かぐや」については、月全域についての高精度な地形・表層構造、鉱物・元素分布、重力・磁場分布、プラズマ環境などの観測データを元にした数多くの論文が世界的権威のあるジャーナルに掲載され、平成 21 年 2 月には米科学雑誌「サイエンス」で特集されるなど、月の起源と進化に迫る研究で世界的に認められる成果が挙げられており、研究開発目標が達成された。これに留まらず、搭載されたハイビジョンカメラにより撮像された詳細な月表面や地球の月の画像は、インターネット等を通じて全世界に伝えられ高い関心を集めた。

平成 22 年度の金星探査機 (PLANET-C) 打上げに向け、搭載機器の開発を進め、フライトモデルの設計及び製作を実施中である。特に、金星の周回軌道における耐熱性や耐放射線性といった過酷な環境に対する衛星システム開発は、世界においても先端的な技術開発である。これまでのところ、計画通り開発が進捗しているものの、金星軌道への投入のためには打上げ可能期間が限られることから、十分なスケジュールマージンを確保して確実に開発を進める必要がある。

ESA との国際共同プロジェクトである水星探査プロジェクト (BEP1 COLOMBO) については、ESA 側の事情により研究開発目標に定められた計画から 2 年先送りされた。水星の起源と進化の解明に向けた観測が期待されており、着実な衛星開発を進めるとともに、連携を一層深め、スケジュール遅延のリスクを回避する努力を行う必要がある。

その他、「はやぶさ」による小惑星探査の成果が国内外で広く認められており、今後も「はやぶさ」や「かぐや」の後継機による小惑星・月といった太陽系探査ミッションの推進が必要である。

## ○ 宇宙天文観測

「ひので」(SOLAR-B) は当初の計画通り平成 18 年 9 月に打上げられ、現在まで継続して太陽観測データを取得し、研究開発目標をほぼ達成している。太陽大気の構造とダイナミックな磁気活動を高精度で観測し、磁気リコネクション過程、コロナの成因、ダイナモ機構などの宇宙プラズマ物理学の基本的諸問題解明に迫る新たな知見が得られており、観測の科学的成果が米科学誌「サイエンス」で特集される等、世界的に広く成果が認められている。

地上の電波望遠鏡群と協力して、口径約 35,000km 相当の電波干渉計を構成する ASTRO-G プロジェクトは、大型展開アンテナなど難易度の高い技術開発が進められている。信頼性向上やリスク低減を図りつつ、確実な開発を進めるとともに、スペース VLBI に関する国内外の連携・協力計画を継続して進める必要がある。

上記に加え、我が国が世界における研究をリードしている X 線天文の継続および精

度向上を目指した ASTRO-H プロジェクト計画や、赤外線天文 (SPICA) プロジェクト、さらには小型衛星の活用や、編隊飛行等の新しい技術を導入し、効果的に科学研究を進める必要がある。

#### ○ 宇宙輸送システム

ロケットの信頼性向上に向けた取組としては、飛行データの取得等のデータベースの蓄積や 2 段エンジン、固体ロケットブースタの改良等により、H-IIA ロケットの打上げ成功率は研究開発目標に定める 90% を超え、世界最高水準のレベルに達しつつある。ただし、一度打上げが失敗すれば信頼を失う事になり、打ち上げ再開や商業受注等にも影響を与える事が予想されることから、データベースの蓄積や高信頼性設計手法の研究を行うなど、信頼性向上の不断の取り組みが必要である。

また、国際競争力の向上のためには、ロケット開発に係る低コスト化、信頼性の向上及び短納期化を実現する次世代輸送系システム設計基盤技術の開発が重要であり、開発したシステムの実証試験の着実な実施が求められる。

M-V ロケットは、平成 18 年度に打上げ成功した 7 号機をもって運用を終了し、平成 19 年度より固体ロケットシステム技術の維持等を目的とした調査研究を実施している。今後、設定したシステム要求に基づきシステム設計・要素試験等を着実に進めることが重要である。

その他、次期使い切りロケットや、再使用型輸送システムの実現に向け、システムの研究、熱防護材、空気吸込み式エンジン等の先進的要素技術の研究が行なわれており、これらの技術蓄積を継続して進める必要がある。

#### ○ 衛星観測監視システム

温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」(GOSAT) は、着実な衛星開発が行われ、研究開発目標に示す計画通り平成 21 年 1 月に打上げられた。今後、二酸化炭素及びメタンの全球濃度分布把握に資する観測データが提供される予定であり、気候変動の影響が大きな社会問題となっている状況において、世界中から期待が寄せられている。着実な運用により世界中に観測データ提供を行なうとともに、高精度化を図った後継機衛星の研究開発も検討を行う必要がある。

世界初の衛星搭載二周波降水レーダ (DPR) は、NASA の熱帯降雨観測衛星「TRMM」に搭載され降水に関する新しい知見をもたらした降雨レーダー (PR) の発展型であり、平成 19 年度に開発着手した。共同開発相手である NASA 側の都合により研究開発目標に定められた計画から 3 年先送りされたものの、水循環モデルの改良と予測精度の向上を実現し、局所現象を含む地球規模での水循環変動メカニズム解明への貢献が期待されており、継続して設計、製作を進める必要がある。

地球環境変動観測ミッション (GCOM) については、当初計画から若干の遅れが発生しているが、米国海洋大気庁が計画している極軌道環境衛星システム (NPOESS) との協力が全球地球観測システム (GEOSS) 実施計画の早期成果として登録される等、国内外からの期待度は高い。高性能マイクロ波放射計後継センサ (AMSR2) を搭載する GCOM-W は、衛星の製作試験及び地上システムの整備を実施中であり、着実に開発を進める必要がある。また、多波長光学放射計後継センサ (SGLI) を搭載する GCOM-C は、

衛星の予備設計及び SGLI の試作試験を実施中であり、着実に研究開発を進める必要がある。

雲・エアロゾル過程の理解を進めて気候モデルの改善および温暖化予測の高精度化を実現するために必要な、欧州の雲エアロゾル放射ミッション (EarthCARE) 衛星に搭載する雲レーダの送受信部エンジニアリングモデル開発に着手している。

これらの衛星による地球環境の観測に係る研究開発については、国家基幹技術である海洋地球観測探査システムの中核をなすものである。また、我が国が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り、全地球に関する多様な観測データの収集、統合化、解析、提供を行っていくため、継続的な取組が必要である。

#### ○ 通信放送衛星システム

技術試験衛星Ⅷ型 (きく 8 号) は、平成 18 年 12 月に打上げられ、移動体通信の実証が行われた。受信系機器に不具合が発生したものの、中継装置等により対処を行い、防災実験等で成果が挙げられている。また、大型静止衛星バス技術や大型展開アンテナが後続衛星へ技術継承され、商用衛星受注等に繋がっている。今後も、利用機関と連携した更なる技術実証、利用実証の継続が必要である。

超高速インターネット衛星 (きずな) は、平成 20 年 2 月に打上げられ、現在通信利用実験を着実に実施している。これまでに、超小型地球局に対する高速伝送技術が実証された。また、アジア太平洋地域に対する科学技術外交のツールとして大きく貢献しており、今後も、相手国のニーズを踏まえた、長期的な視点による取組が求められる。

これら、きく 8 号やきずなを用いた、衛星通信ネットワークにより、災害対策、デジタルデバインド解消、衛星インターネット等の技術実証が行われている。今後もこれらの実証を継続するとともに、実際の防災活動等に適用されるよう、取組む必要がある。また、次世代情報通信技術として、地上と衛星の共用携帯電話システムの実現に向けた研究開発を進める必要がある。

#### ○ 測位衛星システム

衛星搭載原子時計と地上局間との精密時刻比較技術の開発として、技術試験衛星Ⅷ型 (きく 8 号) に搭載した高精度時刻比較装置を用いて、世界初の衛星－地上間の双方向時刻・周波数比較実験を実施し、10 億分の 1 秒を下回る高い精度を得た。

準天頂衛星システムについては、平成 22 年度の初号機打上げに向け開発が進められている。また、ユーザインターフェース仕様書の公開を踏まえ、ユーザ受信端末やユーザアプリケーションの開発進展が期待されている。さらに、高速移動体に適用可能な新たな高精度測位補正方式及び測位補正情報等を受信する受信機に関する技術開発並びに補正情報を準天頂衛星に送信する地上施設を整備が進められている。「地理空間情報活用推進基本計画」及び本年度策定される予定の「宇宙基本計画」に基づき、測位衛星システムの中核となる準天頂衛星について、技術実証・利用実証を行いつつ、システム実証に向けた施策を進めるとともに、官民が協力してパーソナルナビゲーション等の地上システムとも連携した新しい利用を促進する必要がある。



我が国衛星メーカーの国際競争力強化を図るために必要な基盤技術を実証する、次世代衛星基盤技術開発プロジェクトについては、衛星排熱能力 5kW、擬似時計の精度 10ns 以内等の見通しが得られ、準天頂衛星において実証される予定である。得られた技術を、今後の商業化につなげるとともに、さらなる競争力強化に向けた取組を推進する必要がある。

#### ○ 国際宇宙ステーション計画による有人宇宙活動技術

日本実験棟「きぼう」は、平成 20 年に第 1 便（船内保管室）、第 2 便（船内実験室、ロボットアーム）の打上げと組立を実施し、概ね計画通り進捗している。第 3 便（船外実験プラットフォーム、船外パレット）は開発及び米国への輸送を完了しており、平成 21 年度に打上げと組立を行う予定である。「きぼう」の取付け済みの部分については軌道上検証を順調に完了し、平成 20 年 8 月から運用・利用を開始した。これまでに、マランゴニ対流実験、氷結晶成長実験や教育利用ミッション等に加え、一般公募による有償利用等により利活用の促進が図られている。以上のような「きぼう」の開発・運用・利用に加え、宇宙飛行士の訓練及び日本人宇宙飛行士の活動等を通して、我が国の有人宇宙活動技術の蓄積を図っている。平成 28 年以降の国際宇宙ステーションの利用については、国際的な調整を進める必要があり、継続して米国、ロシア等各極の状況把握・交渉等を行うことが必要である。

#### ○ 衛星基盤・センサ技術

二周波降水レーダ (DPR) 開発の基本設計審査を実施、Ka 帯レーダ (KaPR) の電気的エンジニアリングモデルの開発試験が完了し、フライトモデルの製作に必要な知見を取得し、詳細設計及びフライトモデルの製作・試験を実施している。

また、雲・エアロゾル過程の理解を進めて気候モデルの改善および温暖化予測の高精度化を実現するために必要な、欧州の雲エアロゾル放射ミッション (EarthCARE) 衛星に搭載する雲レーダの送受信部エンジニアリングモデル開発に着手している。

レーザ技術を用いた高精度 CO<sub>2</sub> 観測技術については、地上設置の二酸化炭素観測用差分吸収ライダー装置を開発し、CO<sub>2</sub> 分布の予備観測を実施する等、研究開発が進められている。

その他、アジア等に貢献するため、陸域および海域の観測の重要性が高まる等、新しいタイプのリモートセンシング技術の研究開発が進められており、将来の地球観測ニーズに対応するため、着実な開発と早期の軌道上実証が求められる。地球周回衛星搭載のマイクロ波放射計、マイクロ波散乱計に対する需要に加え、将来の静止気象衛星搭載センサ候補の研究開発が求められており、観測タイミングの迅速化とあわせて総合的な推進が求められている。

#### ○ その他

長期的な計画に基づく基盤的研究を着実に行う必要があり、有人宇宙開発計画や、月面着陸・探査ミッション、さらに宇宙太陽光発電システム等に関して、将来の展望や需要、国際的な動向等を踏まえつつ、実用化に向けた研究開発を推進する必要がある。

## <海洋領域>

- ・進捗が遅れている研究開発目標  
特にない。

- ・特に進展が見られた研究開発目標

### 「地殻構造調査」

計画通り、伊豆・小笠原弧周辺海域において高精度な地殻構造調査を実施し、その結果を大陸棚画定に反映させた。

### 「海上資源輸送技術」

貨物船倉システムおよび荷役システムの開発、輸送システムの最適化等を行い、当初計画どおり天然ガスハイドレートの海上輸送技術を開発した。

### 「地球環境観測研究」

太平洋におけるブイ観測網は赤道域に加え、黒潮続流域にも計画通り整備され運用を開始した。インド洋についても計画通りブイの展開が進んでいる。船舶による太平洋の縦横断精密観測や北極域の観測データ解析により海水温の変動や海洋が吸収する二酸化炭素量の変動、寒冷圏の雪氷変動観測などより、地球温暖化の影響に関連する変化を検出した。

### 「地球内部の動的挙動の研究」

海底観測により南太平洋マントル上昇流・西太平洋プレート沈み込み帯の動的構造がより明らかとなった。

## ○ 深海・深海底探査技術

次世代型深海探査技術の開発については、「次世代動力システム」「高精度位置検出装置」、「制御システム」の要素技術の開発が集中的に実施された。また、開発者、ユーザー双方を交えたフォーラムを開催する等、幅広い分野の関係者からのニーズを把握する努力が行なわれており、これらの要求を満足するための要素技術の整理と、試作機による各要素技術の検証を進める必要がある。

海洋資源の利用促進に向け、「海底地形・位置計測技術」、「海水の化学成分計測技術」、海底熱水鉱床及びコバルト・リッチ・クラスト賦存域の「海底下構造の高精度計測技術」に関する研究開発が実施された。今後も、海底熱水鉱床等の賦存状況を広域かつ効率的に探査するための新たな技術開発を進めるとともに、資源探査に適したシステム構築に向けた開発を行う必要がある。

有人深海探査技術として、安全でより効率的な有人潜水調査を実現するため、応答性に優れる推進装置の設計・開発を実施した他、無人深海探査技術についても、小型の無人探査機を用いた各種海域試験を実施した。また、船舶による深海底探査技術においても、海底下の構造探査に用いられる2次元音響探査装置の高精度化等を実施した。深海底における自律的な調査能力の向上のため、これらの探査技術について引き続き開発・検証を進めることが重要である。

## ○ 海洋生物資源利用技術

地殻内微生物研究については、「ちきゅう」下北沖試験掘削コアサンプルからの新奇微生物の分離及び微生物多様性の解析等を行い、未知の地殻内微生物圏に関する多くの情報・知見を得ている。継続して地殻内微生物圏に関する探索・調査を行い新たな知見を得るとともに、蓄積したデータが社会に有効に活用されるよう、データベース構築を進める必要がある。

深海底等の極限環境生物の研究については、培養を介さず微生物生態系を把握するメタゲノム解析手法を用い、各地で採取された試料を対象に微生物多様性の解析が進められた。また、極限環境における圧力効果の特性に関する検証、極限環境下における生体膜流動性と細胞増殖との関連性についての検証等が実施され、極限環境における生物機能の解明が進められている。今後も極限環境生物に関する調査を行い、同環境下における生物機能や生態系の果たす役割の解明をすすめる、関連の研究分野との連携も計りつつ成果を蓄積する必要がある。

#### ○ 地球内部構造解明研究

地球内部の動的挙動の研究において、地球深部探査船による南海掘削研究が実施され、地震断層に連なる分岐断層浅部の活動度や、付加体浅部の応力場を明らかにするなど、地球内部のダイナミクスに関する調査観測が進められている。引き続き、海底地球物理観測を強化することにより、マントル対流パターンの推定や、地震発生断層到達のための深度掘削に向けて、IODPの科学目標に沿って、研究計画を具体化する必要がある。

地殻構造調査については、伊豆・小笠原弧周辺にて音響探査を実施し、取得された地殻構造情報から構造の連続性や地殻変形の把握が進められた。今後は、得られた地下構造結果をもとに、伊豆・小笠原弧における鉱物資源ポテンシャルに関する研究を推進する必要がある。

#### ○ 海洋利用技術

大水深域における石油・天然ガス等資源の調査・開発に関しては、我が国周辺の伊豆、小笠原海域等の大水深域において、データの取得・解析が行われた。引き続き調査を実施し、目標としている、これらの資源のポテンシャル評価及び探査技術の確立を図る必要がある。また、大水深、強海流等の条件下においても高い稼働率を実現できる石油生産プラットフォーム、輸送用タンカー、生産用ライザー等から成る浮体式生産システムについて、安全性評価手法の構築が進められている。

深海底鉱物資源の調査及び開発に関して、コバルト・リッチ・クラスト鉱床については、南鳥島周辺海域等において、資源賦存状況調査を実施するとともに、採鉱・選鉱・製錬技術の確立を図るための調査を実施した。引き続き調査を実施し、コバルト・リッチ・クラスト鉱床、海底熱水鉱床等の賦存状況の評価及び選鉱・製錬技術の確立を目指す必要がある。

天然ガスハイドレート（NGH）の海上資源輸送技術については、貨物船倉システム及び荷役システムの開発、輸送システムの最適化等を行い、NGHの海上輸送技術を開発し、研究開発目標が達成された。

メタンハイドレート利用に関する研究については、平成19年度はカナダとの共同

研究による陸上産出試験を行い、世界で初めてメタンガスの連続生産に成功した。平成 21 年度以降も研究開発を継続し、我が国周辺海域での産出試験等に取り組み、メタンハイドレート生産技術の検証と商業的産出に必要な技術の整備を目指す必要がある。

洋上風力および海流・潮汐からの発電については、小規模発電として期待され技術およびプラントの提案がされている。実験プラントによる検証試験および必要となる技術開発をおこなう必要がある。

#### ○ 海洋環境観測・予測技術

地球環境観測研究については、太平洋、インド洋、北極海、ユーラシア大陸アジア域等において、研究船、ブイ等の観測施設・機器を用いた観測研究が実施された。また、シベリア凍土の急速な融解や、北極海の海氷面積が観測史上最小になったことを確認する等、多くの成果が得られた。今後も、アジアモンスーンを中心として水平的な水循環実態を理解するために海洋、陸域での研究統合を一層進めると同時に、特に陸域水循環観測分野における東南アジア諸国との連携を強化する必要がある。また、Argo のような自動海洋観測機器の測定項目数、測定可能深度、測定センサの安定性の改良を行うことが求められる。

地球システム統合モデル開発及び高精度気候変動予測シミュレーションについては、モデルと観測データを総合的に用いて、気候変動や海洋変動の解析研究、予測研究を行うとともに、地球システム統合モデルの再現性評価・改良が行なわれた。これまでの研究成果が IPCC 第 4 次評価報告書に大きく貢献した他、マッデンジュリアン振動の再現、インド洋ダイポールモードの 3 年連続予測成功等の成果があった。今後、より一層のモデル開発および予測精度評価を行うことが重要である。

シミュレーションによる台風及び局所的顕著現象の予測技術については、プログラムの改良及び機能拡張を実施した。また、気象情報に関する市場動向調査を実施し、気象情報提供サービス分野へのデータ提供・事業展開の可能性の検討が行われた。今後も、観測データとの詳細な比較検討や、プログラムコードの最適化を行うことにより、高精度化・高速処理に向けた取組を進める必要がある。

#### ○ 海底地震・津波防災技術

地震発生メカニズムの解明と発生過程の評価として、プレート境界の大地震発生領域（アスペリティ）周辺で発生する様々な地殻活動について、定常観測データの解析等により、物理モデル構築に必要なデータ・知見の集積が進められている。今後は、地震現象をモニタリングするシステムを高度化し、予測シミュレーションモデルに取り込む手法を開発する必要がある。また、地震発生の物理・化学過程に関する基礎的なシミュレーション研究推進、予測手法の妥当性を評価・検証する枠組みを構築することが課題となっている。

海底地震・津波観測ネットワークに関しては、東南海地震・津波対応の観測ネットワークシステムの構築が進められており、システムの広域展開・低コスト化を実現できるよう、高電圧化の技術開発等を進める必要がある。また、海底下 3000m 程度の超深度掘削孔における長期モニタリングシステムの開発・設置に向け、孔内傾斜計の陸

上孔内を使つての評価試験に向けて、主要センサ部の準備を進めるとともに、実際に設置するための位置や海底下深度など掘削孔設計に関する具体的検討及び提案が行われた。引き続き技術開発とともに、実際に掘削孔内に設置して試験を行う事が必要である。さらに、室戸、釧路等に設置された観測システムが継続して運用されており、得られたリアルタイム地震観測データは気象庁に配信され、地震の震源決定に利用されている。また、海底の津波計による津波検知の有効性についても実証するデータが得られている。これらの技術は世界をリードしており、国内利用に留まらず、海外へ当該技術を輸出していくことについても検討する必要がある。

#### ○ 海洋環境保全技術

沿岸域海洋保全として、引き続き、気候変動予測モデルの高精度化等への貢献を目的に、国内外の研究者及びデータ利用機関との調整を進め、利用促進を図るとともに、ユーザー要望を開発に反映していく必要がある。

### ③戦略重点科学技術の進捗状況

#### 1) 信頼性の高い宇宙輸送システム

我が国が必要なときに、独自に宇宙空間に必要な人工衛星等を打上げる能力を確保・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立性を維持する上で不可欠である。また、巨大システム技術の統合であり、きわ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ものである。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-IIA 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ている。

宇宙輸送システムは、多額の研究開発資源を投入し、国が主導する一貫した推進体制の下で、JAXA を中心に多数の民間企業の技術を活用して推進するものであるため、官と民との連携や国際協力を含む明確な長期的戦略や目標の下、着実に技術の確立と信頼性の向上を目指して計画を進めるとともに、技術動向や長期ニーズを踏まえ、適宜計画を柔軟に見直していく必要がある。

#### ・ H-IIA ロケットの開発・製作・打上げ

H-IIA ロケットは、平成 18 年度以降、10 号機から 15 号機の打上げを連続で成功し、初期運用段階における世界水準を超える、93.3%の打上げ成功実績を積み重ねた（15 機中 14 機成功）。また、平成 19 年度以降の民間打上げ輸送サービスが順調に開始され、官民役割分担の体制の下で 3 機の打上げに成功した。このように、信頼性と実績を積み重ねたことも追い風となり、平成 21 年 1 月に、韓国の衛星の打ち上げ輸送サービスを受注した。

研究開発目標は、「成功率 90%（20 機以上打上げ実績において）を達成する」とさ

れており、今後計画されている全ての打上げを確実に成功させることが必須である。これまでも、飛行データの取得等のデータベースの蓄積や高信頼性設計手法の研究を行うとともに、2 段エンジン、固体ロケットブースタの改良を実施する等の信頼性向上プログラムの取組が行われているが、引き続き、信頼性向上の不断の取組を図る必要がある。また信頼性向上を図りつつ、国際競争力の確保の観点から、運用費の一層の抑制に努めていく必要がある。今後も、技術の維持、部品材料の安定供給体制の維持、射場施設設備等のインフラの整備・維持などの打上げ事業体制の安定を図るとともに、打上げにおいては、国としての安全確保業務の確実な実施を行うなど、商業打上げ業務の一層の受注に向けて、官民で協力して取り組むことが重要である。

・ H-II B ロケット (H-II A ロケット能力向上型)

H-II B ロケットは、平成 20 年度に地上試験用タンクによる第 1 段燃焼試験を完了し、日本で初めてとなる 1 段エンジンクラスタ技術 (2 基同時燃焼) および直径 5m の軽量大型タンクの製造技術 (摩擦攪拌溶接による) を確立した。また射点設備の改修および各サブシステムの開発試験を計画どおり実施中であり、当初計画 (2008 年 (平成 20 年) 度までにロケットの開発・運用を行う) からは遅れが生じているものの、平成 21 年度の試験機打上げに向け、射場総合試験を着実に実施している。

これまでの H-II A ロケット開発で培われた信頼性評価の手法を適用し、試験機の打上げ・運用を確実にを行うとともに、その後毎年 1 機予定されている HTV 運用機の打上げに向けて、プロジェクト管理を着実に実施していく必要がある。また H-II B ロケットは、HTV 打上げ手段として不可欠であるとともに、静止遷移軌道への 8t 級大型衛星やデュアルロンチが可能となるため、商業化への期待も大きい。官民共同の開発体制の利点を活かし、試験機およびその後の打ち上げを確実にを行い、打上げニーズの取り込みにも注力する必要がある。

・ 宇宙ステーション補給機 (HTV)

HTV については、NASA による安全審査を受け有人信頼性のあるシステムであることが確認され、全モジュールを組み合わせた全機機能試験を実施し、種子島への輸送準備を着実に実施している。これに先立ち、平成 20 年、HTV が ISS にランデブーする際に必要となる HTV 近傍域通信システム (PROX) 及び GPS アンテナをスペースシャトルにより打ち上げ、軌道上検証を実施した。

有人安全要求を適用した高い信頼性が要求される輸送手段であり、着実な技術の蓄積が求められている。また、スペースシャトル退役後の代替輸送手段として、国際宇宙ステーションに対する船外機器・大型船内機器の物資補給能力を有する事から、国際的にも高い期待が寄せられている。確実なミッション成功に向け、HTV の宇宙ステーションへの結合など、初めてとなる一連の運用に関して慎重に手順の検証等を行い、万全を期すとともに、開発課題・スケジュール・資金計画等のプロジェクト管理の強化を継続する必要がある。

・ GX ロケット (LNG 推進系の飛行実証)

GX ロケットについては、平成 18 年度、宇宙開発委員会におけるプロジェクト中間

評価の結果を踏まえて、総合科学技術会議において戦略重点科学技術（信頼性の高い宇宙輸送システム）の施策の一つに位置付けた。その後、平成 20 年 12 月の宇宙開発戦略本部決定により、LNG 推進系の技術的な見通しや所要経費の見積もりを含む全体システムの検討、安全保障ミッション等を含む中小型衛星の需要の見通しを踏まえ、平成 22 年度概算要求までに、本格的開発着手に関する判断を行うこととされている。

## 2) 衛星の高信頼性・高機能化技術

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、先端的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、衛星の高信頼性・高機能化技術の研究開発を推進する必要がある。

また、国家基幹技術である海洋地球観測探査システムのうち、災害監視衛星利用技術は、大規模自然災害等の脅威に自律的に対応し、国民の安全・安心を実現するために、広域性、同報性、耐災害性を有する衛星を用いた全地球的な観測・監視技術を構築するものである。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。

### ・ 災害対策・危機管理のための衛星基盤技術

これまでに、「だいち」（ALOS）は、140 回を超える国内外の大規模自然災害の緊急観測を行い、岩手・宮城内陸地震、新潟中越沖地震等における災害状況把握に活用され、海上・沿岸災害、土砂災害、水害等でのデータの有効性が確認された。その他、だいちの観測データは、地図作成、植生分布把握、資源探査等、幅広い分野に活用されている。加えて中国四川省大地震、ミャンマーの洪水等、海外での災害時に国際災害チャータや「センチネル・アジア」を通じてデータを提供する等、科学技術外交に貢献している。陸域観測技術衛星 2 号（ALOS-2）の開発研究においては、合成開口レーダの研究（高分解能化）が行われている。

設定された「2010 年（平成 22 年）までに地球観測および災害観測・監視におけるだいちの有効性の実証を行う」という研究開発目標はほぼ達成された。また防災分野におけるアジアの連携に関しては「センチネル・アジア」の取組が計画通り整備されたところであるが、災害分野に限らず、引き続きユーザーと連携した利用促進を行い、一層の利用範囲の拡大を図るとともに、データの一般利用における民間事業者の積極的活用を検討する必要がある。また、データ処理・利用の推進という観点においては継続した取組が求められるため、後継機の開発や、取得したデータを国のアーカイブとして確実に管理する体制の構築を進める等、継続的にユーザーへ陸域観測データを提供することが重要である。

### ・ 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等）

衛星搭載センサによるリモートセンシング技術については、1999 年に米国の衛星に搭載され打上げられた ASTER、および、「だいち」（ALOS）に搭載され打上げられ

た PALSAR は、取得した地球観測データをユーザーに提供するとともに、データ解析処理システムの開発・実証を通じて、新規油田・ガスの発見や、鉱区の取得など、資源開発に貢献している。資源探査以外にも、森林監視、水質監視、環境監視など幅広い分野において活用が期待され、衛星の新たな利活用の範囲を拓き、国民生活の向上等に貢献し得るものである。

今後は、各種地球観測衛星に搭載するセンサ技術の高度化を図るとともに、データ処理解析技術の研究開発による、データ利用の一層の促進・普及を図ることが重要である。実利用に向けた解析手法の研究、データベースの拡張を行うなど、着実に実施する必要がある。

可視域から近赤外線領域の波長において従来よりも大幅に波長分解能を高めたハイパースペクトラルセンサは、資源探査等において早期の実用化が望まれる事から、開発を着実に実施するとともに搭載衛星の選定を前広に検討し、早期に打上げることが必要である。また、データを有効に利用するため他の衛星データ等との融合技術などの先端的利用技術を研究していく必要がある。

- ・ 信頼性向上プログラム（衛星関連）
- ・ 宇宙環境信頼性実証プログラム

衛星関連の信頼性向策として、単一故障点の減少やサバイバビリティの向上の観点における設計面の対策の他、ETS-VIII大型展開アンテナ小型部分モデル（LDREX-2）の製作・試験等を実施した。これらの対策は、だいち（ALOS）、きく8号（ETS-VIII）、きずな（WINDS）、いぶき（GOSAT）等の衛星開発に反映されており、目標として設定された、衛星の全損事故を生じさせない、確実な衛星ミッションの遂行が図られている。一方、衛星用部品の低コスト化の観点については、衛星構体の重量削減による製造コストの削減の見通しを得る等、成果は現れつつあるものの、宇宙機器産業のシェア拡大の実現については、十分に達成できている状況ではない。

今後も引き続き、電源系・姿勢制御系・推進系の衛星バス技術や、宇宙用電子デバイス・機構部品の基盤技術について一層の信頼性向上を図るとともに、中長期的なミッションに基づき策定された技術ロードマップに従い、小型実証衛星1型（SDS-1）等を用いて、宇宙での事前実証を着実に実施するとともに、衛星用部品・コンポーネントの低コスト化を推進する必要がある。

また、宇宙環境信頼性実証プロジェクト（SERVIS）については、平成21年に2号機を打上げ、民生部品・民生技術の宇宙実証等を着実に進めることにより、民生部品・民生技術の活用による衛星の低コスト化、高機能化等を推進する必要がある。

我が国の宇宙産業の国際競争力を強化し国際衛星市場への参入を目指すため、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の研究開発を実施している。衛星の低コスト、短期の開発期間を実現するための新たな衛星開発アーキテクチャの検討、基準策定を進め、詳細設計およびフライトモデルの製造に着手する必要がある。

### 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、食糧、DNA 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ものである。

次世代海洋探査技術は、国家基幹技術の海洋地球観測探査システムを構築するものであり、エネルギー安全保障を含む我が国の総合的な安全保障を実現するためには、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が不可欠である。

#### ・ 「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

マントルにまで至る「ちきゅう」による深海底科学掘削の成果は、地震発生のメカニズム解明による災害の被害低減、気候変動や生物資源・エネルギー資源に関する知見に留まらず、掘削技術の確立による産業界への波及効果等にも貢献するものである。これまで、試験掘削及び IODP 南海掘削において、水深 2,200m における噴出防止装置 (BOP) 設置・作動確認とライザー掘削技術の蓄積、強潮流下における船体の定点保持性能の確認が行われた。また、断層帯等の構造の複雑な地層における掘削等により、着実に技術蓄積が行われている。

目標として設定されている、2010 年度 (平成 22 年度) までの海底下 7,000m の大深度掘削技術確立に向け、継続した技術開発が求められる。また、開発者、ユーザー双方を交えたフォーラムを開催し、幅広い分野の関係者からのニーズを把握する対策が行われているが、関連する専門家によるピアレビュー等により、成果を継続的に評価する必要がある。また、長期間に亘る南海掘削計画の推進により目標とする深度までの掘削を達成するために、長期的な運用計画や体制について、随時検討を行う必要がある。

#### ・ 次世代型深海探査技術の開発

広大な排他的経済水域 (EEZ) を持つ日本の海洋資源利用のための調査・開発や地球温暖化現象の解明等にとって、無人巡航探査機および高性能無人探査機技術はきわめて重要なツールである。これまでに、巡航型の無人探査機の開発にあたり主要構成要素である、「次世代動力システム」「高精度位置検出装置」、「制御システム」の技術開発を集中的に実施した。また、海底熱水鉱床をはじめとする海洋資源探査技術の開発に関しては、特に賦存状況を広域かつ効率的に把握するための技術開発が重要であり、「海底地形・位置計測技術」、「海水の化学成分計測技術」、海底熱水鉱床及びコバルト・リッチ・クラスト賦存域の「海底下構造の高精度計測技術」に関する研究開発を実施した。

当初の研究開発目標達成に向け、技術開発が続けられているが、平成 20 年 3 月に閣議決定された「海洋基本計画」に基づき、平成 21 年 3 月に経済産業省が関係府省連携の下「海洋エネルギー・鉱物資源開発計画」を策定し、メタンハイドレート及び

海底熱水鉱床の実用化に向けた探査・技術開発等に係る道筋（ロードマップ）が示された。この実現に向け、新たな鉱床発見や正確な資源の賦存量を把握することが可能な自律型無人探査機（AUV）等を活用した海洋資源探査の開発の他、環境影響評価や将来の商業化に向けた賦存量調査や採掘技術等の着実な実施が必要である。

#### 4) 外洋上プラットフォーム技術

##### ・ 外洋上プラットフォームの研究開発

エネルギー・鉱物資源のほぼすべてを海外からの輸入に頼っている我が国にとって、EEZでの海洋資源・空間の利用は、社会経済・安全保障上、大きな意義があり、その基盤となる重要な技術開発の一つである。海洋に賦存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、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。

外洋上プラットフォームの設計支援ツールとして、用途に応じて安全性・経済性・環境影響の観点から、最適なアウトプットを提供する設計技術（調和設計法）の開発を実施した。併せて、その構成をなす要素技術の開発を行うとともに、調和設計法の開発に資する利活用調査を実施した。

目標として設定されている2010年（平成22年）まで、浮体構造の安定性・信頼性向上技術、係留技術等の要素技術開発を着実に進行する必要がある。また、洋上風力発電、海底資源開発等、想定される利用形態に対して、外洋上プラットフォームの利活用調査の結果を踏まえ、利用状態ごとの優先順位を考慮した重点化を図りつつ、実用化を見据えた検討を行う必要がある。

### (3) 推進方策について

#### ① 産学官・府省間・機関間の連携強化

宇宙科学の面では研究者を中心としたコミュニティが機能しており、宇宙利用面におけるコミュニティの形成については、国家基幹技術「海洋地球観測探査システム」フォーラム、地球環境観測や衛星災害監視等に関するシンポジウム、関係省庁・機関との連絡会議等を通じた利用者ニーズの把握が行われている。また、連携体制の構築に関しては、通信放送衛星、測位衛星の利用実証への民間の参加、海洋地球観測探査システム推進本部会合の開催による複数システムの有機的一体性をもった推進、次世代海洋探査技術に関する大学・民間企業・関連法人との協力協定の締結等により、体制強化を図っている。利用促進に向けては、各利用省庁・機関に宇宙利用担当部門を設置すると共に、これらの取組を基に、地球観測、通信、測位等の各利用分野のニーズに基づき国の宇宙開発利用に積極的に責任を持って関わる産学官などの多様な「利用コミュニティ」の形成を推進することが必要である。

海洋科学の面でも、国家基幹技術「海洋地球観測探査システム」による他機関との連携や、フォーラムを通じた利用者ニーズの把握が行われている。また、平成19年度には独立行政法人 海洋研究開発機構（JAMSTEC）と独立行政法人 石油天然ガス・金属鉱物資源機構（JOGMEC）が海洋資源分野における連携協定を結んでいる。他、海洋資源開発に必要な探査、技術の開発について、文部科学省と経済産業省において連携している。また、国土交通省は学界、関係研究機関の有識者等からなる連絡会を設置し、その中で研究開発の方向性等について検討しながら、外洋上プラットフォームの研究開発を実施した。今後、様々な機関が行った研究の成果や技術について、関係機関によるデータの共有をより一層進めるとともに、地球深部探査船「ちきゅう」や三次元物理探査船「資源」等、世界レベルの高度な性能を持つ我が国の探査船を有効活用し、新産業の創出や海洋権益の確保などの目標に向けて、省庁連携の下で推進する必要がある。

さらに、今後の取組として、大規模な先端技術を持つ宇宙機関と海洋機関、及び大学における研究の連携が不可欠である。JAMSTECによる利用実験において「きく8号」を用いた深海探査機の遠隔制御試験が行われ、地球環境観測等において「海洋地球観測探査システム」を通じた海洋と宇宙のデータの連携は進められているが、センサ技術やシステム開発等における連携を強化し、我が国の基幹産業としてフロンティア分野を推し進める努力が必要である。

## ② 人材の育成

フロンティア分野は、ロケットや衛星等の一部の領域で、海外からの商業受注実績も出てきているが、今後一層の産業化を進展させるためには、研究と実業をつなぐ、産業化を担う技術人材の育成が求められている。全体を俯瞰的に見渡せる人材を育てる必要があり、各要素技術に加えて、全体を統合して機能させるためのシステム総合工学を習得する機会が必要である。また、海外から研究者を受け入れ、競争的に研究の推進を図る機会も必要である。さらに、将来の産業界を担う人材を育成する観点から、理学・工学に加えて、経済や法律、政治等といった人文社会学等も含めた、より幅広い総合人材教育を行う必要がある。また海洋技術は、普段の生活で直接的にふれることの少ない分野であることを考えると、人材を海洋技術に向けるためには、大学生等に研究あるいは学習のために海にふれる機会を増やす必要がある。

また、エンジニアの継続的な確保が質・量ともに課題となっており、エンジニアの育成においてはプロジェクト経験を学生時代から積ませる事が、新しいアイデアを創出する事の出来る人材を育て、技術の継承を行うために効果的である。そのため、このような技術継承の観点からも、国の研究開発において、大学等との連携を含め、人材育成に積極的に努めるとともに、国家戦略に基づき大学等の教育機関を巻き込んだ長期にわたる事業計画を策定することが求められる。また最終的には、産業規模が拡大し、国の研究開発プロジェクトのみならず、産業界自らが実施する事業において技術継承が達成される姿が目標である事から、国による継続的な研究

開発の遂行とともに、国が開発した基盤技術を積極的に移管する等、産業振興を促進する取組が求められる。

特に、フロンティア分野における研究者・技術者を、将来に亘って、質・量ともに確保するためには、次世代を担う青少年等へのアウトリーチ活動が重要である。このため、小中高校生等を対象として、実験教室や出前講座など、フロンティア分野に関する正しい知識と理解を深められるような取組が求められる。

### ③ 大規模プロジェクトのマネジメント

大規模なプロジェクトの適切な管理のために、プロジェクトの実現性の検証を十分に行うための立ち上げ段階の資源配分の強化（フロントローディング）、中間段階でのチェック体制の強化、中止を含む方針転換が可能な評価体制の構築等の取組を行う必要がある。例として、JAXA においては、プロジェクトを横断的かつ、独立的評価を行える体制を強化し、信頼性を向上させる取組が実施されている。具体的には、経営審査の充実および経営によるプロジェクト進捗管理の強化（外部による信頼性評価）など、プロジェクト管理の強化を図っている。また、JAMSTEC においては、次世代海洋探査技術の開発にあたって、組織を横断したプロジェクトチームを設置し、開発方針の検討を行うとともに、プロジェクトの進捗状況等の管理を行っている。

国家基幹技術「海洋地球観測探査システム」については、宇宙開発、海洋開発及びデータ統合・解析において得られた技術や成果を一つのシステムとして一体化するため、文部科学省に海洋地球観測探査システム推進本部を設置し、各プロジェクトの進捗状況を把握し、観測データの保有者とユーザーとの連携を促進するためのフォーラムを開催するなど、システム全体のマネジメントを効率的に実施している。

このほか、プロジェクトマネジメント資格（PMI）の習得促進等も行っているが、巨大複雑系システムを対象とした、新たなプロジェクトマネジメントやシステムズエンジニアリング等の認定制度の導入を行う事も有効と考えられる。

### ④ 国際協力・連携の推進

（宇宙開発関連）

アジア地域での連携・協力として、我が国はアジア太平洋地域宇宙機関会議（APRSAF）において合意された「センチネル・アジア」プロジェクトを推進しており、20 カ国 51 機関 8 国際組織（平成 20 年度末現在）の協力の下、インターネット上で「だいち」を始めとした衛星画像等の災害情報を共有する活動を行っている。また、自然災害被災地の衛星画像を参加国が最善の努力で提供する「国際災害チャータ」への参画と貢献を行っている。

また、米・欧・露・加及び日本の計 15 カ国が参加する国際宇宙ステーション計画を実施している。地球観測分野では、日米共同の全球降水観測（GPM）計画及び

日欧共同の「雲エアロゾル放射ミッション（EarthCARE）」を実施している。

その他、日米英が共同で開発した望遠鏡を搭載する太陽観測衛星「ひので」の運用や、日欧共同の水星探査計画「BepiColombo」を実施している。また月探査分野では、月探査国際宇宙探査協働グループ（ISECG）の設置による協力推進を行っている。

#### （海洋開発関連）

深海掘削については、日米主導の統合国際深海掘削計画（IODP）を推進し、海溝型巨大地震発生メカニズムの解明、地殻内生命圏等の探査、地球環境変動の解明などを目指している。また、各国との協力のもと、全世界の海洋の状況をリアルタイムで監視・把握する高度海洋監視システム（Argo 計画）の維持や、赤道域の暖水が世界中の気候に及ぼす影響を調査するため、トライトンブイの展開等を実施している。海底観測ネットワークおよび防災技術については、災害に苦しむ太平洋沿岸諸国等へと技術を輸出して、沿岸諸国の安全安心に貢献することが期待される。

### ⑤ 柔軟な分野別推進戦略の展開方策

平成 18～20 年度までの 3 ヶ年間の進捗状況の把握・整理を踏まえた詳細なフォローアップの結果、現時点で推進戦略の見直しは必要ないことが確認できた。

ただし、今後も情勢変化に対応しつつ PDCA サイクルを適切に運用して、さらに柔軟に戦略を推進することが重要である。

なお、「我が国における宇宙開発利用の基本戦略」と分野別推進戦略との間にも、乖離は生じていない。

## （４）今後の取組について

### ①「重要な研究開発課題」及び「戦略重点科学技術」について

H-IIA ロケットについては、民間企業による「打上げ輸送サービス」が開始されたことを踏まえ、引き続き一層の信頼性の向上に努めるとともに、官民の役割に応じ、官民連携したコスト低減活動等による国際競争力の強化が必要である。また、H-II B ロケットについては、試験機およびその後の打上げを確実にを行うとともに、民間移管に向けた取組を進める必要がある。GX ロケットについては、宇宙開発戦略本部において行われる本格的開発着手に関する判断を踏まえ進める必要がある。

衛星については、センシング技術の高度化等も勘案しつつ、利用者も含めた産学官の連携のもとで衛星の社会に於ける活用や産業化の方策を検討していく必要がある。今後、世界の衛星市場への日本の参入を促進するためには、通信・放送衛星等の既に成熟した市場のみならず、新市場の開拓に取り組む必要がある。その際、我が国の有する中・小型衛星システムの活用等により低コスト・短納期な衛星システムの実証を行うことで、

多様なニーズに対応しつつ、国際競争力の強化を図っていく必要がある。また、通信・観測分野を中心とした世界の技術トレンドへの追従・凌駕を継続的・計画的に図ると共に、開発期間中の利用者ニーズの変化にも留意した開発を実施する必要がある。

国際宇宙ステーションは、平成 28 年以降の運用方針が定められていないなど、今後の国際的な情勢などによる計画の変更リスクも依然として潜在する。引き続き、国際宇宙ステーション計画をめぐる状況の変化にも留意しつつ、進める必要がある。

日本の宇宙科学は、すでに高い実績を残してきているが、国際的に日本の地位を高めるソフトパワーとしても大きく貢献している。研究者の主体性を活かしながら、今後は国としての戦略を加え、日本の総合力と独自性を発揮していくことが必要である。また、近年、米国では月・火星探査計画が進められている他、中国、インド等においても月の長期的な探査計画が策定されている。こうした他国の取組みを考慮し、日本としての長期的な戦略や国際連携についても検討を行っていく必要がある。

次世代型深海探査システムの開発については、我が国の EEZ をより効率的かつ精密に探査するための重要な技術開発であることから、引き続き要素技術研究を進めるとともに、次世代の多様な無人深海探査機を実現するための計画を立案して、要求の高い探査機から順次実現していく必要がある。

地球深部探査船「ちきゅう」については、平成 20 年度に行われた点検整備の過程で一部不具合が発見されたところであるが、今後、関連する機器のトラブル再発防止に万全を期すとともに、今後の研究計画についても、全体の研究進捗への影響を考慮しつつ、必要に応じ見直しを行う必要がある。

外洋上プラットフォームについては、プラットフォームの利活用調査の結果を踏まえ、利用形態毎の優先順位を考慮した重点化を図ることが必要である。

## ②推進方策について

第 3 期基本計画策定後の 3 年間における各施策の推進状況は概ね順調であり、その成果は高い評価を得た。今後、分野別戦略策定後の社会情勢の変化や他分野技術の進捗等を踏まえ、柔軟に研究開発を推進することが重要である。

特に、昨年閣議決定された「海洋基本計画」や本年策定された「海洋エネルギー・鉱物資源開発計画」、同じく昨年閣議決定された「地理空間情報活用推進基本計画」及び今年度決定予定の「宇宙基本計画」に示された考え方を踏まえつつ、進める必要がある。

また、フロンティア PT において検討を行った、現状分析と今後の対応方針に関する取り纏めを踏まえ、以下のような対応を進める必要がある。

### 【宇宙領域（人工衛星の開発・利用）】

衛星システム開発全般に関しては、国が開発する研究開発衛星と民間が開発する実利用衛星の間を埋める対策が必要であり、実利用化を見通した低コスト化・高信頼性化を図る努力が必要である。そのため、ユーザーニーズに即した、長期間にわたって使い続けられるような衛星共通バスの開発や、衛星観測データ形態の一貫性や観測の継続性を

持たせた長期的データ提供の確保、さらに、民生部品、新規開発機器の軌道上実証等の取組を進める必要がある。

特に、地球観測衛星が取得した画像情報蓄積基盤とデータハンドリングシステムの整備が必要であり、ユーザーが必要とするときにすぐに利用できるような体制を整備する必要がある。また、データの付加価値を高める画像処理技術の向上や、アプリケーションの開発、データ同化手法の開発等についても、取組を進める必要がある。

#### 【海洋領域（海洋のエネルギー・鉱物資源開発）】

国が担うべき役割として、賦存量・賦存状況をより広域で効率的かつ正確に把握するための探査技術の開発を加速させることが重要である。またあわせて、採掘・揚鉱システム、製錬技術等の開発を行うとともに、商業規模での生産システムの設計や経済性評価、環境影響評価手法、及び、資源賦存状況に見合った探査・開発システムの構築を行う必要がある。このため、省庁連携に加えて、関連する技術・ノウハウを有する民間企業との積極的な連携を図る必要がある。

特に海底熱水鉱床については、より高度な調査手法の活用検討に加え、活動を停止した海底熱水鉱床（埋没した鉱床を含む）等の鉱床を広域かつ効率的に探査するためのリモートセンシング技術や、鉱床の賦存量を高精度で効率的に把握するためのボーリングマシンの改良、コアの回収率を高めるための技術開発等が必要である。

#### ③留意事項

分野横断・融合の事例としては、国際宇宙ステーションの微小重力環境を利用した医薬品の開発などの医療分野や新素材の開発、海洋探査による地震活動の解明から社会基盤（インフラ、防災）分野への貢献など、他分野との連携が行なわれている。

また、国家基幹技術「海洋地球観測探査システム」の基幹要素である「データ統合・解析システム」においては、大量のデータを様々なレベルでの意思決定に活用する取組みの紹介や今後のあり方などを議論するため、開発者とユーザーの双方が参加する「データ統合・解析システム」フォーラムを、平成19年6月及び平成20年5月に、東京大学、JAMSTEC、JAXAが開催した。

フロンティア分野は、宇宙輸送システムや海洋探査システム、国際宇宙ステーション等の成果や能力が、環境分野、社会基盤、情報、エネルギー分野等の他分野に対し、新たな技術や知見を創成するための手段として欠かせない技術を提供している分野でもある。

今後、一層の成果の活用のため、地球環境観測、災害監視、地球資源探査、情報通信等の幅広い分野との連携を図り、ニーズの把握、新たな利用方法の創出、利用に伴う周辺技術の整備及び課題の抽出、他の観測手段との連携等、分野を問わない、前広な検討を行うことが必要である。

特に、国家基幹技術に位置づけられている海洋地球観測探査システムについては、「気候変動に関する政府間パネル」（IPCC）などにおいて、地球温暖化など気候変動に係わ

る地球規模での客観的なデータの継続的な取得や地域レベルでの気候変動の影響の調査が求められていることを踏まえつつ、これらのニーズに対応できる体制整備に努める必要がある。一方、データ統合・解析システムについては、多様なユーザーに対して利便性の高い形で情報を提供していけるよう、ユーザーニーズに即した形で、引き続き衛星や海洋観測データ等の収集、統合化・共有化、体制の構築を推進していくことが必要である。

また、近年、ミャンマーサイクロン被害や中国四川地震等、大規模災害が相次ぎ、世界的に防災強化への期待が高まっていることを踏まえ、観測情報を迅速に被災者・救援者への行動につなげる為の分野を横断した連携体制の構築が必要である。

人材育成について、フロンティア分野に関しては、国家プロジェクトのもと、関係する大学、企業及び実施機関の人材育成が行われるとともに、各機関独自の教育プログラムに依存している現状にある。今後、戦略的、分野横断的な人材育成プログラムについて検討が必要である。

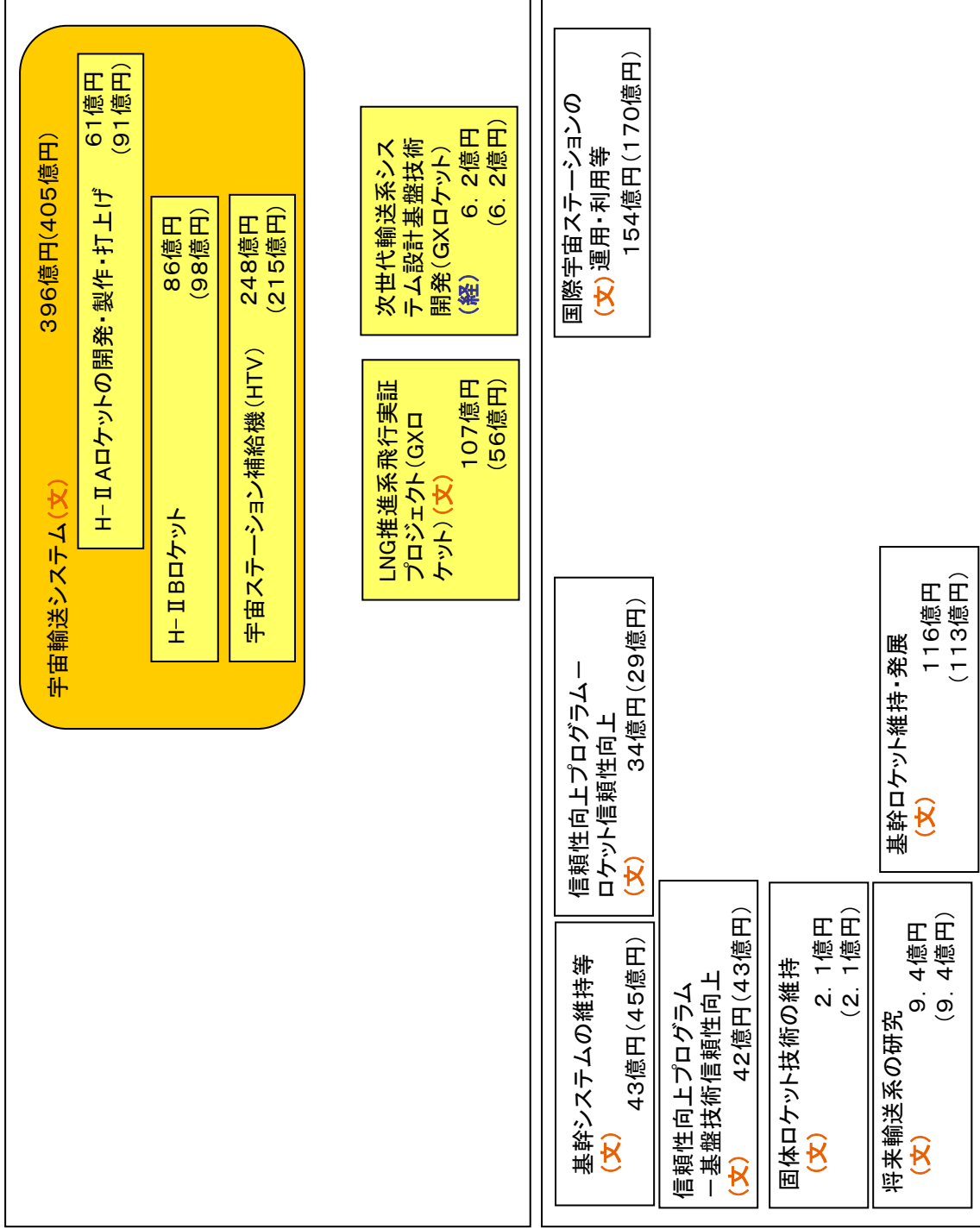
以上を踏まえ、フロンティア分野の戦略を一層推進していくこととする。なお、現在の戦略については、特段、変更の必要は無いが、海洋基本計画や宇宙基本計画等の国家戦略に柔軟に対応しつつ、進める必要がある。



戦略重点科学技術：信頼性の高い宇宙輸送システム【予算総額：509億円（467億円）】

個別技術

宇宙輸送  
システム技術



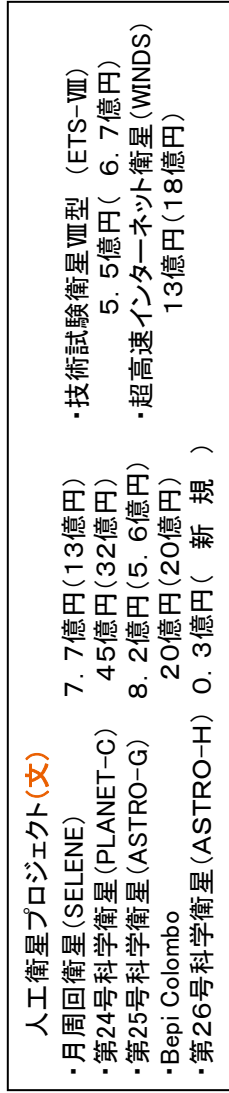
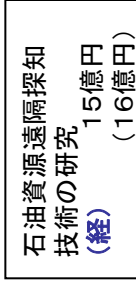
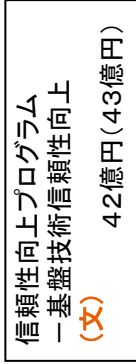
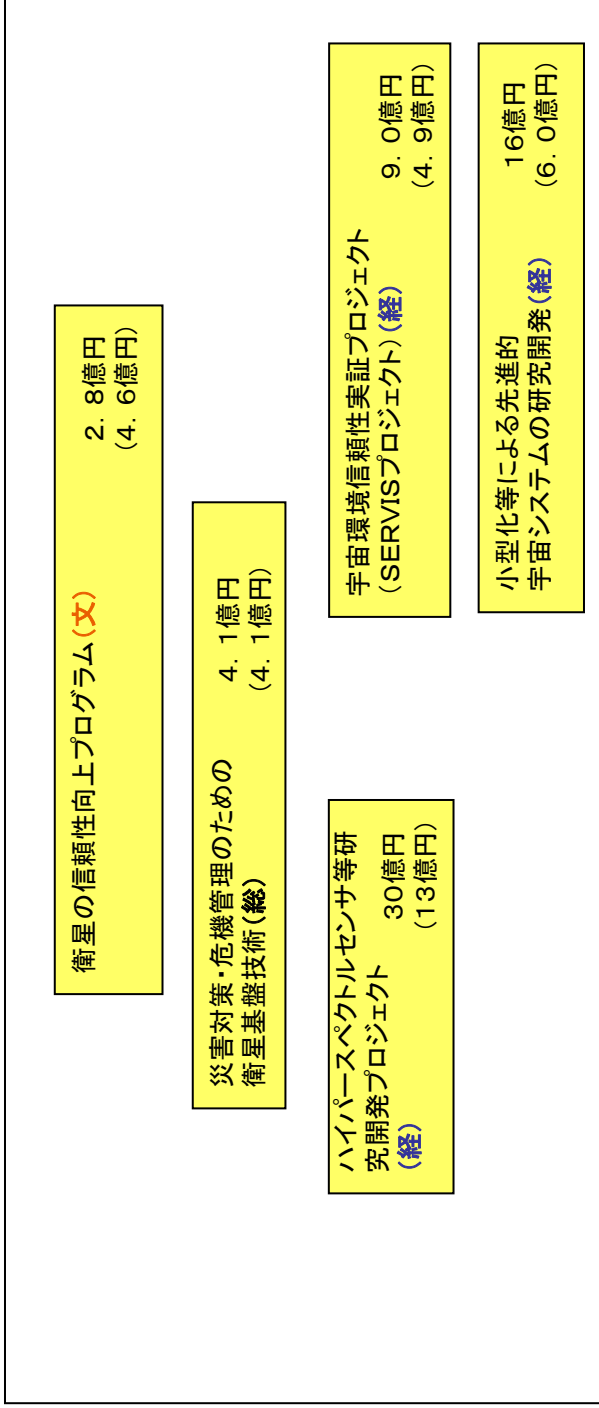
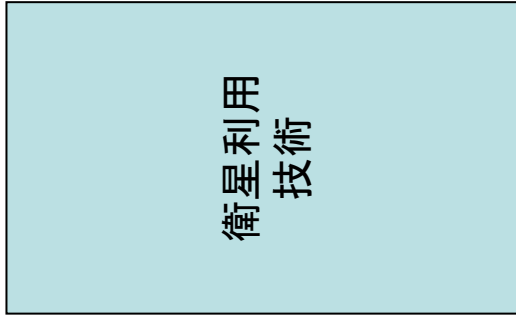
基礎

応用

担当省：(文)：文部科学省、(経)：経済産業省、(厚)：厚生労働省、(農)：農林水産省、(国)：国土交通省、(環)：環境省、(総)：総務省、(警)：警察庁

戦略重点科学技術：衛星の高信頼性化・高機能化技術【予算総額：62億円(33億円)】

個別技術



戦略重点科学技術該当施策

基礎

応用

担当省：(文)：文部科学省、(経)：経済産業省、(厚)：厚生労働省、(農)：農林水産省、(国)：国土交通省、(環)：環境省、(総)：総務省、(警)：警察庁

目標

宇宙の利用・産業化や国民の安全保障に資する基盤技術を蓄積・発展させる。



フロンティア  
分野

## 戦略重点科学技術：次世代海洋探査技術【予算総額：84億円(72億円)】

### 個別技術

### 深海・深海底 探査技術

#### 次世代型深海探査技術の開発(文)

11億円(4.0億円)

#### 次世代型巡航探査機技術の開発

7.1億円(2.5億円)

#### 大深度高機能無人探査機技術の開発

3.5億円(1.5億円)

#### 「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(文)

66億円(64億円)

#### 「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」

7.0億円(4.0億円)

#### ライザー管挙動解析技術の開発

(国) 0.4億円(0.7億円)

#### 地球内部ダイナミクス研究

(文) 12億円(15億円)

#### 海洋・極限環境生物研究

(文) 6.2億円(7.6億円)

戦略重点科学技術  
に含まれない関連施策

戦略重点科学  
技術該当施策

基礎 応用

普及・展開

### 目標

地球の生い立ち、生命、物質の起源について飛躍的な知識を得るとともに、我が国の海洋権益を確保・拡大する。

担当省：(文)：文部科学省、(経)：経済産業省、(厚)：厚生労働省、(農)：農林水産省、(国)：国土交通省、(環)：環境省、(総)：総務省、(警)：警察庁



フロンティア分野

戦略重点科学技術：外洋上プラットフォーム技術【予算総額：0.5億円(0.6億円)】

個別技術

海洋利用技術

外洋上プラットフォームの研究開発  
(国) 0.5億円  
(0.6億円)

戦略重点科学技術  
に含まれない関連施策

地球環境観測研究  
(文) 19億円(20億円)

メタンハイドレート開発促進事業  
(経) 45億円  
(25億円)

目標

海洋フロンティアを開拓し資源を確保する。

基礎

応用

普及・展開

担当省：(文):文部科学省、(経):経済産業省、(厚):厚生労働省、(農):農林水産省、(国):国土交通省、(環):環境省、(総):総務省、(警)警察庁

F-4

# フロンティア分野における主な研究開発課題と政策目標の関係

理念	大政策目標	中政策目標	主な研究開発課題とその進捗段階
人類の英知を生む	飛躍知の発見・発明	(1) 新しい原理・現象の発見・解明	<p>大深度掘削技術の確立とともに、未知の地殻内微生物の採取を行う</p> <p>電波天文衛星 ASTRO-G</p> <p>地殻内微生物および深海底等の極限環境生物の研究</p> <p>大深度科学ライザー掘削技術 (深海地球ドリリング計画)</p> <p>月の起源と進化の解明に迫る科学的知見を得る</p> <p>月周回衛星 (SELENE)</p> <p>太陽観測衛星「ひので」 (SOLAR-B)</p> <p>宇宙プラズマ物理学の基本的諸問題解明に迫る新たな知見を得る</p>
		(2) 非連続な技術革新の源泉となる知識の創造	<p>地上の電波望遠鏡群と協働して、ブラックホール構造等を解明</p> <p>深海底等の極限環境が生物に与える影響を解明</p> <p>国際宇宙ステーション計画</p>
科学技術の限界突破	科学技術の限界突破	(3) 世界最高水準のプロジェクトによる科学技術の牽引	<p>日本実験棟「きぼう」の運用・利用を通じ、有人宇宙活動技術を着積</p> <p>国際宇宙ステーション計画</p>
		(4) 地球温暖化・エネルギー問題の克服	<p>海底堆積物を含む海洋・陸面・大気を観測するシステムを構築</p> <p>地球環境観測衛星 (ALOS)</p> <p>海上資源輸送技術</p> <p>温室効果ガス観測技術衛星 (GOSAT)</p> <p>地球環境変動観測ミッション (GCOM)</p> <p>沿岸域海洋保全</p> <p>メタンハイドレートに適用する生産手法の検証を行う</p> <p>天然ガスハイドレートの海上輸送技術を確立</p>
環境と経済の両立	環境と調和する循環型社会の実現	(5) 環境と調和する循環型社会の実現	<p>衛星搭載用プロファイリングレーダの開発</p> <p>沿岸域海洋保全</p> <p>メタンハイドレートに適用する生産手法の検証を行う</p> <p>世界最高のギガビットレベルの超高速衛星通信技術を確認</p> <p>超高速インターネット衛星 (WINDS)</p> <p>技術試験衛星Ⅷ型 (ETS-VIII)</p>
		(6) 世界と魅了するユビキタスネット社会の実現	<p>M-Vロケットの後継機として、即時打上げ要求に対応する技術の維持</p> <p>H-IIロケットを世界最高水準のロケットとして確立し、国際宇宙ステーションへの自律性ある輸送手段としてHTVを着実に運用</p> <p>H-IIロケット</p> <p>宇宙ステーション補給機 (HTV)</p> <p>H-IIAロケット</p> <p>打上げ成功率90%を達成</p>
イノベーション	イノベーション	(7) ものづくり・インバートン・ワン・国家の実現	<p>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の研究開発</p> <p>小型化等による先進的宇宙システム</p> <p>ハイパースペース・アウトセルサ</p>
		(8) 科学技術により世界を勝ち抜く産業競争力の強化	<p>宇宙ステーション補給機 (HTV)</p> <p>H-IIAロケット</p> <p>打上げ成功率90%を達成</p>
生涯はつらつ生活	生涯はつらつ生活	(9) 国民を悩ます病の克服	<p>可視域から近赤外線領域の波長において従来よりも大幅に波長分解能を高めたMVA-スペーストラセプサの開発</p>
		(10) 誰もが元気に暮らせる社会の実現	<p>我が国としてGPSなどの互換性を有する高精度衛星測位システムの基盤となる技術の実証</p> <p>宇宙用部品の低コスト化を実現し、宇宙機器産業のシェア拡大を実現</p> <p>宇宙環境信頼性実証プロジェクト (SERVIS)</p>
安全が誇りとなる国	安全が誇りとなる国	(11) 国と社会の安全確保	<p>地球中心から地殻表面にいたる地球内部の動的挙動に関する調査観測</p> <p>地球内部の動的挙動の研究</p> <p>海底堆積物を含む海洋・陸面・大気を観測するシステムを構築</p> <p>洋上において風車等を稼働させる事が出来るプラットフォームを実現</p> <p>外洋上プラットフォーム</p> <p>取得した地球観測データを効率的に処理・解析するシステムを開発</p>
		(12) 暮らしの安全確保	<p>取得した地球観測データを効率的に処理・解析するシステムを開発</p>

