

第3節 地球規模課題への対応と世界の発展への貢献

気候変動問題への対応は、我が国にとっても、世界にとっても、喫緊の課題である。2016年（平成28年）11月に発効したパリ協定により、我が国においても温室効果ガス排出量の大幅な削減による気候変動の緩和とともに、適応に向けての取組の強化が必要となっている。

1 地球規模の気候変動への対応

(1) 地球環境の観測技術の開発と継続的観測

① 地球観測等の推進

地球温暖化の状況等を把握するため、世界中の国や機関により、人工衛星や地上、海洋観測等による様々な地球観測が実施されている。気候変動問題の解決に向けた全世界的な取組を一層効果的なものとするためには、国際的な連携により、それらの観測情報を結び付け、さらに、統合・解析を行うことで、各国における政策決定等の基礎としてより有益な科学的知見を創り出すとともに、その観測データ及び科学的知見への各国・各機関へのアクセスを容易にするシステムが重要である。「全球地球観測システム（GEOS）」は、このような複数のシステムから構成される国際的なシステムであり、その構築を推進する国際的な枠組みとして、地球観測に関する政府間会合（GEO）が設立され、2017年（平成29年）2月時点で210の国及び機関が参加している。我が国はGEOの執行委員国の一つとして、主導的な役割を果たしている。

② 人工衛星等による観測

宇宙航空研究開発機構は、水循環変動観測衛星「しずく」（GCOM-W¹）、「だいち2号」（ALOS-2）などの運用や気候変動観測衛星（GCOM-C²）をはじめとする研究開発などを行い、人工衛星を活用した地球観測の推進に取り組んでいる（第3章第4節参照）。

環境省は、関係府省及び機関と連携して、気候変動とその影響の解明に役立てるため、全球的な炭素循環に関する観測を推進している。具体的には、温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」（GOSAT³）による全球の二酸化炭素及びメタンの観測技術の開発・運用に加え、航空機・船舶・地上からの観測を継続的に実施している。「いぶき」は、地球温暖化対策の一層の推進に貢献することを目指して、全球の温室効果ガス濃度分布とその変化を測定し、温室効果ガスの吸収排出量の推定精度を高めるために必要な全球観測を行っており、二酸化炭素及びメタンの全球の濃度分布、その季節変動を明らかにし、全球における月別及び地域別（亜大陸規模）の二酸化炭素及びメタンの吸収排出量の推定結果や、二酸化炭素濃度の三次元分布推定データ、地球の全大気の二酸化炭素平均濃度を一般公開するなどの成果を上げている。また、「いぶき」の観測データを解析した結果、温室効果ガス排出インベントリの検証ツールとしての利用可能性が示された。さらに、観測精度の一層の向上を目指した「いぶき」後継機の開発に平成24年度から着手しており、平成30年度の打ち上げを予定している。「いぶき」及び「いぶき」後継機により、温室効果ガスの多点観測データを提供し、気候変動の科学、地球環境の監視、気候変動関連施策に貢献すると同時に、大都市単位あるいは大規模排出源単位での二酸化炭素等の排出把握を行う。

平成24年5月に打ち上げられた、地球規模での気候変動・水循環メカニズムの解明を目的とし

1 Global Change Observation Mission-Water
2 Global Change Observation Mission-Climate
3 Greenhouse gases Observing SATellite

た「しずく」や、平成26年2月に打ち上げに成功した米国航空宇宙局（NASA）との国際協力プロジェクトである全球降雨観測計画主衛星（GPM主衛星）のデータは、気象庁において利用され、降水予測精度向上に貢献する等、気候変動分野における研究利用にとどまらず、気象予報や漁場把握などの幅広い利用分野で活用されている。

具体的には、気象庁において、「しずく」の観測データの利用による数値予報の降水予測精度及び海面水温・海氷の解析精度向上を確認し、平成25年から、同庁で日々運用している数値予報システム及び海面水温・海氷解析において同データを利用している。また、平成28年から、数値予報システムにおいてGPM主衛星の観測データを利用しており、降水予測精度向上に貢献している。

③ 地上、海洋観測等

近年、北極域の海氷の減少、世界的な海水温の上昇や海洋酸性化の進行等、海洋環境が急速に変化している。海洋環境の変化を理解し、海洋や海洋資源の保全・持続可能な利用、地球環境変動の解明を実現するため、海洋研究開発機構は、研究船や観測ブイ等を用いた高度な観測技術を最大限に活用し、海洋が大きな役割を果たす地球環境変動を総合的に観測している。

文部科学省と気象庁は、世界の海洋内部の詳細な変化を把握し、気候変動予測の精度向上につながる高度海洋監視システム（アルゴ計画¹）に参画している。アルゴ計画は、アルゴフロートを全世界の海洋に展開することによって、常時全海洋を観測するシステムを構築するものである。

また、文部科学省は、地球環境変動を顕著に捉えることが可能な南極地域及び北極域における研究諸分野の調査・観測等を推進している。南極地域観測事業では、国際協力の下、「南極地域観測統合推進本部」（本部長：文部科学大臣）を中心に、関係府省や、国立極地研究所をはじめとする研究機関等の協力を得て、南極地域観測第IX期6か年計画（平成28～33年度）に基づき、南極地域における調査・観測等を実施した。

北極域に関しては、「我が国の北極政策」（平成27年10月16日総合海洋政策本部決定）が決定されており、平成27年度から開始した「北極域研究推進プロジェクト（ARCプロジェクト）」では、北極域における環境変動と地球全体に及ぼす影響を包括的に把握し、精緻な予測を行うとともに、社会・経済的影響を明らかにし、適切な判断や課題解決のための情報をステークホルダーに伝えることを目指し、国際共同研究、国際研究拠点の構築、若手研究者等の育成を推進している。加えて、科学技術・学術審議会 海洋開発分科会において、将来的な北極域研究の在り方を取りまとめた。さらに、北極域研究の着実な推進のため、「北極域研究船検討会」を開催し、専門的見地からその在り方の検討を行った。

海洋研究開発機構においては、北極環境変動総合研究センターを設置し北極研究を推進するとともに、海氷下でも自律航行や観測が可能な自律型無人探査機（AUV²）等の要素技術開発を実施している。平成28年度は小型のAUVを用いた試験観測を実施し、我が国で初めて北極域における海氷下の自律航走に成功し、塩分・水温などの観測データを取得したほか、海氷下の映像の撮影に成功した。

気象庁は、大気や海洋の温室効果ガス、エアロゾルや地上放射、及びオゾン層・紫外線の観測や解析を実施しているほか、船舶、アルゴフロート、衛星等による様々な観測データを収集・分

1 全世界の海洋を常時観測するため、日本、米国等30以上の国や世界気象機関（WMO）、ユネスコ政府間海洋学委員会（IOC）等の国際機関が参加する国際プロジェクト

2 Autonomous Underwater Vehicle

析し、地球環境に関連した情報の提供を行っている。

また、温室効果ガスの状況を把握するため、国内の3観測地点及び南極昭和基地で大気中の温室効果ガスの観測を行っているほか、海洋気象観測船による北西太平洋の洋上大気や海水中の温室効果ガスの観測及び航空機による上空の温室効果ガスの観測を行っている。これらを含めた地球温暖化に関する観測データは、解析結果と共に公開している。また、国内の4観測地点、南極昭和基地でオゾン層・紫外線の観測を実施している。

(2) スーパーコンピュータ等を活用した気候変動の予測技術等の高度化

文部科学省は、地球シミュレータ等の世界最高水準のスーパーコンピュータを活用し、気候モデル等の開発を通じて気候変動の予測技術等を高度化することによって、気候変動によって生じる多様なリスクの管理に必要な基盤的情報を創出するための研究開発を実施している。

気象庁気象研究所は、エアロゾルが雲に与える効果、オゾンの変化や炭素循環なども表現できる温暖化予測地球システムモデルを構築し、気候変動に関する10年程度の近未来予測及びIPCCの排出シナリオに基づく長期予測を行っている。また、我が国特有の局地的な現象を表現できる分解能を持った精緻な雲解像地域気候モデルを開発して、空間的にきめ細かな領域温暖化予測を行っている。

海洋研究開発機構は、大型計算機システムを駆使した最先端の予測モデルやシミュレーション技術の開発により、地球規模の環境変動が我が国に及ぼす影響を把握するとともに、気候変動問題の解決に海洋分野から貢献している。

(3) 観測・予測データを統合した情報基盤の構築等

文部科学省は、地球観測衛星や陸域・海洋観測によって得られる地球観測データ、気候変動予測データ、社会経済データなどを統合・解析し、新たに有用な情報を創出することが可能な情報基盤として、「データ統合・解析システム(DIAS)」を開発し、これまでに国内外の研究開発を支えつつ、水課題を中心に成果を創出してきた。平成28年度からは「地球環境情報プラットフォーム構築推進プログラム」として、企業も含めた国内外の多くのユーザーに長期的・安定的に利用されるための運営体制の整備をするとともに、防災、エネルギー、農業等、様々な分野の社会的課題を解決に資する共通基盤技術の開発を推進している。

情報通信研究機構は、国際科学会議(ICSU¹)が推進する「世界データシステム(WDS)」計画に基づく世界最大規模の科学データプラットフォームの構築計画において、国際プログラムオフィスのホスト機関に選定されており、日本学術会議、国内外関連研究機関等と連携体制を構築し、地球観測データの解析等を可能とする世界規模の科学データプラットフォーム実現に資する論文及び論文で引用されるデータ間の参照関係分析技術等の研究開発を進めている。

また、宇宙航空研究開発機構と共同で開発した超伝導サブミリ波リム放射サウンダ(SMILES²)によるデータ解析、成層圏等の観測データ提供を行っている。さらに、地球圏宇宙空間の電磁環境及び電波利用に関する研究開発を実施しており、宇宙・地球環境観測データの収集・管理・解析・配信を統合的に行ったほか、観測・センシング技術及び数値計算技術を高度化し、大

1 International Council for Science：人類の利益のために、科学とその応用分野における国際的な活動を推進することを目的として、1931年に非政府・非営利の国際学術機関として設立

2 Superconducting Submillimeter-Wave Limb-Emission Sounder：大気の上(リム)の方向にアンテナを向け、超伝導センサを使った高感度低雑音受信機を用いて大気中の微量分子が自ら放射しているサブミリ波(300GHzから3,000GHzまでの周波数の電波をサブミリ波という。このうち、SMILESでは、624GHzから650GHzまでのサブミリ波を使用している。)を受信し、オゾンなどの量を測定する。

規模データを処理するための宇宙環境インフォマティクス技術¹の開発を進めている。

このほか、船舶、アルゴフロート、衛星等による様々な観測データを収集・分析し、地球環境に関連した海洋変動の現状と今後の見通し等を「海洋の健康診断表」として取りまとめ、情報発信を行っている。

国土地理院は、各国との協力により、地球観測や地球温暖化対策などの分野で活用するための基盤的な地理空間情報を整備・提供する地球地図プロジェクトの推進を行った。また、地球観測衛星データ等を活用したデータ整備手法の技術開発を行っている。

(4) 二酸化炭素等の排出削減に向けた取組

経済産業省は、二酸化炭素回収・貯留（CCS）技術の実用化を目指し、二酸化炭素大規模発生源から分離・回収した二酸化炭素を地中（地下1,000m以深）に貯留する一連のトータルシステムの実証及びコストの大幅低減や安全性向上に向けた技術開発を進めている。

また、鉄鋼製造において、化石資源の一層の利用効率化を図るため、製鉄プロセスにおける還元材としてコークスの一部を水素に代替する技術や高炉ガスからの二酸化炭素分離回収技術等、製鉄プロセスにおける革新的な二酸化炭素削減技術を開発している。

環境省は、石炭火力発電所排ガスから二酸化炭素の大半を分離・回収する場合のコスト、発電効率の低下、環境影響等の評価に向けた二酸化炭素分離・回収設備の設計・建設や、我が国に適したCCSの円滑な導入手法の取りまとめ等を行っている。

また、国内における二酸化炭素の貯留可能な地点の選定を目的として、経済産業省と環境省は共同で弾性波探査等の地質調査を実施している。

国土交通省は、国際海運からの二酸化炭素排出量の更なる削減を目標として、革新的な船舶の省エネルギー技術の開発を支援するとともに、船舶からの二酸化炭素排出規制に関わる国際的枠組みづくりを一体的に推進し、海事産業の国際競争力強化を進めた。

海上・港湾・航空技術研究所は、船舶からの二酸化炭素排出量の大幅削減に向け、ゼロエミッションを目指した環境インパクトの大幅な低減と社会合理性を兼ね備えた環境規制の実現に資する基盤的技術に関する研究を行っている。

また、国内外に広く適用可能なブルーカーボンの計測手法を確立することを目的に、大気と海水間のガス交換速度や海水と底生系（底生動植物、堆積物）間の炭素フロー等を定量的に計測するための沿岸域における現地調査や実験を含む研究を推進している。

国土技術政策総合研究所は、温室効果ガス排出を抑制しエネルギー・資源を回収する下水処理技術、住宅の省エネルギー性能向上等に関する技術、みどりを利用した都市の熱的環境改善による低炭素化都市づくりに関する研究を行っている。

(5) 気候変動への対応技術の開発と経済・社会活動への波及

パリ協定に規定された「2℃目標」の実現に向けて、約束草案の効果の総計に関する統合報告書においては、2030年の世界全体の温室効果ガス排出総量は約560億トンと見込まれる一方で、2度目標と整合的なシナリオとするには、2050年までに排出量を240億トン程度の水準にする必要があり、約300億トン超の追加的削減が必要となることが示されており、削減ポテンシャル等が大きい革新技術を特定したエネルギー・環境イノベーション戦略（NESTI 2050）を平成

¹ 宇宙環境に関するシミュレーションや観測から生成される大規模かつ多種多様なデータを処理し、情報を抽出するための技術

28年4月に決定した。政府は、当技術の開発を推進し、研究開発推進体制の構築に取り組んでいる。

文部科学省は、研究開発を実施してきた気候変動の予測情報等の成果を活用し、地方自治体が地域特性に応じて気候変動の影響への適応に取り組むことができるよう、信頼度の高い近未来の気候変動の影響の予測技術や、予測データを超高解像度で精細化する技術、気候変動の影響評価技術、適応策の効果の評価技術を地方公共団体等と協働して開発している。また、気候変動を含む地球環境研究の世界規模のイニシアチブであるフューチャー・アース構想等、国内外のステークホルダーとの協働による研究を推進している。

農林水産省は、農林水産分野における温暖化適応技術として、森林・林業、水産業分野における気候変動適応技術の開発及び野生鳥獣被害対応技術の開発について、更に強化するとともに、精度の高い収量・品質予測モデル等を開発し、気候変動の農林水産物への影響評価を行った。また、評価に基づく中長期的視点を踏まえ、ゲノム情報を最大限に活用した高温や乾燥等に適応する品種の開発、温暖化の進行に適応した生産安定技術の開発、病虫害被害対応技術の開発を推進した。

環境省は、世界や我が国に生じる気候変動リスクとその不確実性を把握し、気候変動リスク管理戦略の考え方や選択肢を国民や国際社会に対して提供する「地球規模の気候変動リスク管理戦略の構築に関する総合的研究（S-10）」、気候変動の一因と考えられている短寿命気候汚染物質（SLCP）の最適な削減パスと、それを実現する効果的な対策を提案する「SLCPの環境影響評価と削減パスの探索による気候変動対策の推進（S-12）」、効果的かつ効率的に緩和・適応策に取り組むための定量的基礎資料を整備し、リスクマネジメントとしての気候変動対策の適切な計画立案に貢献する「気候変動の緩和策と適応策の統合的戦略研究（S-14）」の三つの戦略的研究課題を実施している。これらの戦略的研究をはじめとして、気候変動及びその影響の観測・監視並びに予測・評価及びその対策に関する研究を環境研究総合推進費等により総合的に推進している。

また、気候変動の影響への適応については、政府全体として整合の取れた取組を計画的かつ総合的に推進するため、平成27年11月に「気候変動の影響への適応計画」を閣議決定した。この適応計画に基づき、地方公共団体や事業者の取組をサポートするため、平成28年8月に国立環境研究所に「気候変動適応情報プラットフォーム」を設置し、関係府省庁と連携して、適応に関する最新の情報を提供している。また、関係府省庁が緊密な連携の下、必要な施策を総合的かつ計画的に推進するため、気候変動の影響への適応に関する関係府省庁連絡会議を開催し、適応計画のフォローアップを連絡会議で行うことを決定した。さらに、適応計画で示された、継続的な科学的知見の集積、気候変動の影響評価の定期的な実施、地方公共団体等の支援等の具体的な進め方について、中央環境審議会地球環境部会気候変動影響評価等小委員会を開催し、平成29年3月に「気候変動適応策を推進するための科学的知見と気候リスク情報に関する取組の方針」の中間とりまとめを行った。

気象庁気象研究所は、いわゆるゲリラ豪雨のような局地的大雨をもたらす極端気象現象を、二重偏波レーダやフェーズドアレイレーダー、GPS等を用いてリアルタイムで検知する観測・監視技術の開発に取り組んでいる。また、局地的大雨を再現可能な高解像度の数値予報モデルの開発など、局地的な現象による被害軽減に寄与する気象情報の精度向上を目的とし研究を推進している。

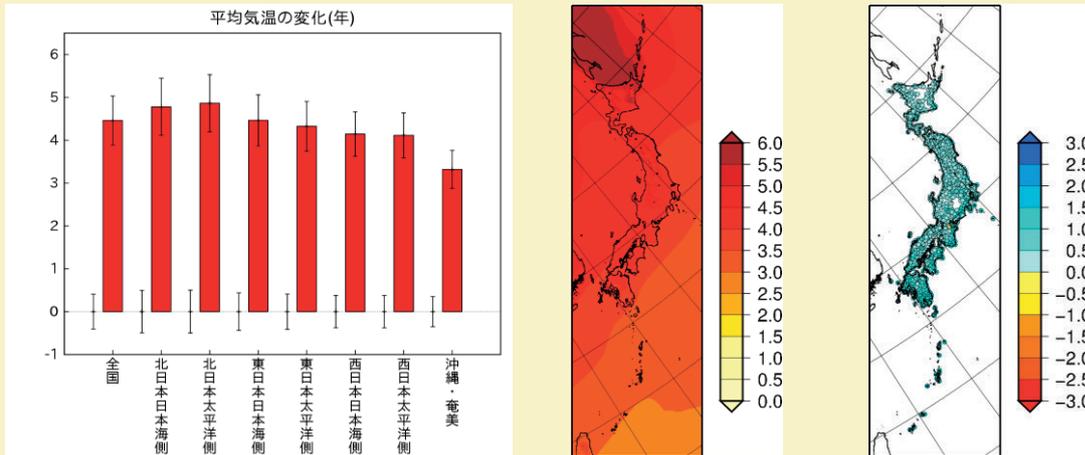
コラム
2-4

温暖化がそのまま進んだ100年後の日本 ～地球温暖化予測情報第9巻を発売～

気象庁は、地球温暖化の緩和策や適応策の検討に資すること、また、地球温暖化に係る科学的知識の普及を目的に、平成8年度より、数値モデルによる地球温暖化の予測結果を「地球温暖化予測情報」として公表している。平成29年3月には、文部科学省委託事業である気候変動リスク情報創生プログラムによる予測結果を用い、最新となる「地球温暖化予測情報第9巻」（以下、「第9巻」とする。）を取りまとめ公表した。

「第9巻」では、防災上の意識を高める観点等から気候変動に関する政府間パネル（IPCC）が想定する温室効果ガスの排出シナリオのうち、最も高い水準で温室効果ガスの排出が続くシナリオ（RCP8.5シナリオ）に基づき行った予測について、年による変動の幅や信頼度の評価結果を加えて提供している。

この中では、21世紀末頃の我が国は20世紀末頃と比べて、年平均気温が地域によって+3.3～+4.9℃と大幅に上昇するほか、猛暑日（日最高気温35℃以上）の日数が大幅に増加、真冬日（日最高気温0℃未満）の日数が大幅に減少すると予測している。また、日降水量200mm以上の大雨の日数は2倍以上に、滝のように降る雨（1時間降水量50mm以上の短時間強雨）の年間発生回数も2倍以上になるなど、大雨や短時間強雨の頻度は全国的に増加すると予測している。一方、無降水日数も全国的に増加すると予測しており、水資源管理等への影響も考えられる。降雪については、本州日本海側で大きく減少するほか、降雪期間が短くなると予測しているが、一方で、21世紀末においても20世紀末と同程度の降雪量となる年もあると予測していることから、大雪への備えも引き続き必要である。



20世紀末を基準とした21世紀末頃における気温・降水量の変化の予測

(左) 各地域において、左の細線は年平均気温の20世紀末における年による変動の幅、右の棒グラフは年平均気温の21世紀末における変化量、右の細線は年による変動の幅（単位：℃）を示す。

(中) 年平均気温の変化分布図（単位：℃）。

(右) 1時間降水量50mm以上の年間発生回数の変化分布図（単位：回）（信頼度の高い地点のみ表示）。

資料：気象庁作成

■ 第2-3-17表／地球規模の気候変動への対応のための主な施策（平成28年度）

府省名	実施機関	施策名
文部科学省	本省	気候変動適応戦略イニシアチブ
		気候変動リスク情報創生プログラム
	宇宙航空研究開発機構	地球観測システム研究開発費補助金
農林水産省	本省	農林水産分野における気候変動対応のための研究開発
経済産業省	本省／資源エネルギー庁	二酸化炭素削減技術実証試験事業費
		二酸化炭素貯留ポテンシャル調査事業
		二酸化炭素回収技術実用化研究事業
		二酸化炭素大規模地中貯留の安全管理技術開発事業
		気候変動対応クリーンコール技術国際協力事業
		グリーン貢献量認証制度等基盤整備事業委託費
環境省	本省	地球環境戦略研究機関拠出金
		海洋環境保全上適正な海底下CCS実施確保のための総合検討事業

2 生物多様性への対応

生物多様性及び生態系サービスに関する科学と政策の連携の強化を目的として設立された「生物多様性及び生態系サービスに関する政府間科学 - 政策プラットフォーム（IPBES）」の第5回総会が、2017年（平成29年）3月ドイツ・ボンにて開催された。環境省は、同総会において、IPBESの国際的な議論に積極的に参画するとともに、IPBES作業計画に我が国の知見を効果的にインプットし作業計画に貢献するため、IPBESに関わる専門家及び関係省庁間における国内連絡会を2回開催した。また、生物多様性日本基金を活用し、執筆者の能力強化に資する国際ワークショップを開催した。

我が国は、生物多様性に関するデータを収集し全世界的に利用することを目的とする地球規模生物多様性情報機構（GBIF）に参加している。GBIFで蓄積されたデータは、IPBESでの評価の際の重要な基盤データとなることが期待されている。環境省は、2016年（平成28年）10月にブラジルのブラジリアで開催された第23回理事会に参加した。

農林水産省は、農林水産物のゲノム、遺伝子等の情報を大学・民間企業等の育種関係者に提供するため、当該情報のデータベースの整備と次世代ゲノム解析機器から生み出される膨大な塩基配列情報を高速・高精度でつなぎ合わせて整理するゲノム断片整列化機能や、整理されたゲノム配列から新規の有用遺伝子の存在を予測する機能の開発を行っている。また、農業生物資源ジーンバンク事業として、農業に係る生物遺伝資源の収集・保存・評価・提供を行うとともに、DNAをはじめとするイネ等のゲノムリソースの保存・提供も行っている。

また、地球温暖化の進行に伴う農林水産業への影響を低減するため、農林水産省気候変動適応計画を策定し、将来の気候変動が農林水産分野に与える影響を、分野・品目ごとに高精度に予測・評価する手法を開発し、予測結果に基づき適応品種の育成や安定生産技術の開発を推進している。また、国際連携による途上国での気候変動対策及び持続可能な食料安定供給への取組を推進している。

製品評価技術基盤機構は、生物遺伝資源の収集・保存・分譲を行うとともに、これらの資源に

関する情報（系統的位置付け、遺伝子に関する情報等）を整備・拡充し、幅広く提供している。

また、微生物資源の保存と持続可能な利用を目指して13か国23機関のネットワーク活動¹に参加し、多国間の交流を進めるなど、生物多様性条約を踏まえたアジア諸国における生物遺伝資源整備を積極的に支援している。

さらに、遺伝子組換え植物により、ワクチンや機能性食品等の高付加価値な有用物質を高効率に生産するための基盤技術の開発研究を推進している。これにより、植物の機能を活用した安全で生産効率の高い物質生産技術の迅速な実用化を推進している。

また、近年、地球温暖化、海洋環境劣化、乱獲等による海洋生物への様々な影響が顕在化してきており、海洋生態系の保全が重要な課題となっている。このため、文部科学省は、海洋資源利用促進技術開発プログラムにおいて、海洋生態系を総合的に解明する研究開発を行うとともに、科学技術振興機構の戦略的創造研究推進事業において、海洋生物の観測・モニタリング技術の研究開発等を行っている。さらに、津波により被害を受けた東北地方太平洋沖の海洋生態系を回復させるための調査研究を実施している。

第4節 国家戦略上重要なフロンティアの開拓

海洋や宇宙の開発・利用・管理を支える一連の科学技術は、産業競争力の強化や経済・社会的課題への対応のみならず、我が国の存立基盤を確固たるものとするものである。また、国際社会における評価と尊敬を得るとともに、国民の科学への啓発をもたらす意味でも重要であり、長期的視野に立って強化していく必要がある。

1 海洋分野の研究開発の推進

世界第6位の領海・排他的経済水域を有する我が国は、「海洋立国」にふさわしい科学技術とイノベーションの成果を上げる必要がある。そのため、氷海域、深海部、海底下を含む海洋の調査・観測技術、生物を含む資源、運輸、観光等の海洋の持続可能な開発・利用等に資する技術、海洋の安全確保と環境保全に資する技術、これらを支える科学的知見・基盤的技術の研究開発に着実に取り組むことが重要である。

内閣府は、総合海洋政策本部と連携し、海洋基本計画と整合を図りつつ、海洋に関する技術開発課題等の解決に向けた取組を推進している。

基盤的技術の研究開発について、文部科学省は、科学技術・学術審議会海洋開発分科会において策定された「海洋科学技術に係る研究開発計画」に基づき、未来の産業創造に向けたイノベーション創出に資する海洋科学技術分野の研究開発を推進している。

海洋研究開発機構は、深海探査技術や掘削技術等の最先端の調査・観測・開発利用技術の開発・運用や、シミュレーション技術やビッグデータ収集・解析技術等の情報基盤の整備・運用を進めている。さらに、これらの技術を活用し、アクセス困難な深海底・氷海域や、多種多様な未知の生物種の存在など、いまだ十分に解明されていない領域の実態を解明するための基礎研究を推進している。

¹ アジア・コンソーシアム、平成16年設立

(1) 海洋の調査・観測技術

海洋研究開発機構は、海底下に広がる微生物生命圏や海溝型地震及び津波の発生メカニズム、海底資源の成因や存在の可能性等を解明するため、地球深部探査船「ちきゅう」の掘削技術や海底ケーブルネットワークを用いたリアルタイム観測技術等の開発を進めるとともに、それらの技術を活用した調査・研究・技術開発を実施している。

また、大きな災害をもたらす巨大地震や津波等、深海底から生じる諸現象の実態を理解するため、研究船や有人潜水調査船「しんかい6500」、無人探査機等を用いた地殻構造探査等により、日本列島周辺海域から太平洋全域を対象に調査研究を行っている。また、文部科学省は、科学技術・学術審議会海洋開発分科会の下に、新たに「次世代深海探査システム委員会」を設置し、次世代深海システムの在り方について調査している。

(2) 海洋の持続的な開発・利用等に資する技術

文部科学省は、海洋資源の探査を行うために必要な先進的・基盤的技術の開発及び開発した技術を用いた調査研究を行っている。平成25年度から実施している「海洋資源利用促進技術開発プログラム海洋鉱物資源広域探査システム開発」において、これまで大学等が開発してきた最先端センサ技術の高度化を進め、複数センサを組み合わせた効率的な広域探査システムの開発や、新たな探査手法の開発及びその実用化に向けた実証を行うことで、民間企業等への技術移転を進めている。

総務省は、効率的な海洋資源調査に資するべく平成26年度から海洋資源調査のための次世代衛星通信技術に関する研究開発を開始し、地球局の小型化・省電力化技術、衛星自動追尾（揺れ対策）等の技術開発に取り組んでいる。

海洋研究開発機構は、我が国周辺海域に眠る海底資源に関する調査研究を加速するために、自律型無人探査機（AUV）や遠隔操作型無人探査機（ROV¹）等の探査機を運用し海底地形や海底下構造の広域調査を実施している。特に平成27年度は海底の精密調査等の実施が可能な海底広域研究船「かいめい」の建造が行われ、平成28年度以降慣熟訓練を経て実運用される予定である。

(3) 海洋の安全確保と環境保全に資する技術

近年、地球温暖化、海洋環境劣化、乱獲等による海洋生物への様々な影響が顕在化してきており、海洋生態系の保全や海洋生物資源の持続可能な利用の実現が重要な課題となっている。このため、文部科学省は、海洋資源利用促進技術開発プログラムにおいて、海洋生物の生理機能を解明し、革新的な生産につなげる研究開発や生態系を総合的に解明する研究開発を行うとともに、科学技術振興機構の戦略的創造研究推進事業において、海洋生物の観測・モニタリング技術の研究開発等を行っている。

海上・港湾・空港技術研究所は、海洋資源・エネルギー開発に係る基盤的技術の基礎となる海洋構造物の安全性評価手法及び環境負荷軽減手法の開発・高度化に関する研究を行っている。

海上保安庁では、海上交通の安全確保及び運航効率の向上のため、船舶の動静等を収集するとともに、これらのビッグデータを解析することにより海上における船舶交通流を予測し、船舶にフィードバックするシステムの開発を行っている。

1 Remotely Operated Vehicle

2 宇宙分野の研究開発の推進

気象衛星、通信・測位・放送衛星などの宇宙開発利用は、国民の日々の生活に不可欠な存在であり、また、人類の知的資産を拡大し、国民に夢と希望を与える重要なものである。我が国の宇宙開発利用は、「宇宙基本法」や「宇宙基本計画」によって国家戦略として総合的かつ計画的に推進されている。

第2-3-18表／宇宙基本計画工程表（平成28年度改訂）のポイント

宇宙基本計画工程表(平成28年度改訂)のポイント		平成28年12月13日 内閣府宇宙開発 戦略推進事務局
宇宙基本計画の政策体系		
①宇宙安全保障の確保、②民生分野における宇宙利用推進、③産業・科学技術基盤の維持・強化		
宇宙政策の目標達成に向けた宇宙プロジェクトの実施方針		
衛星測位 <ul style="list-style-type: none"> 準天頂衛星7機体制の確立 ⇒7機体制(平成35年度目途)の構築に向け、平成29年度に2・3・4号機を打ち上げ、初号機後継機の平成32年度打ち上げ、性能向上のための研究開発体制を整備 ⇒津波対策含む地域防災機能強化に向けた安否確認システム等を平成30年度に実現 	衛星リモートセンシング <ul style="list-style-type: none"> 情報収集衛星の機能強化・機数増 ⇒光学多様化1号機及びデータ中継衛星1号機の開発、平成29年度に光学衛星6号機打ち上げ、10機の整備の計画について検討 即応型の小型衛星 ⇒運用構想等に関する調査研究の実施 先進光学衛星と先進レーダ衛星 ⇒平成32年度目途打ち上げ 静止気象衛星 ⇒遅くとも平成35年度までに後継機の製造に着手 温室効果ガス観測技術衛星(GOSAT) ⇒平成29年度に3号機センサに水循環変動観測衛星(GCOM-W)後継センサを相乗りさせることを検討 その他リモートセンシング衛星 ⇒衛星データの利活用に資する基盤の整備について具体化に向けた検討 	個別プロジェクトを支える産業基盤・科学技術基盤の強化策
新規参入を促進し宇宙利用を拡大するための総合的取組		
<ul style="list-style-type: none"> 「宇宙産業ビジョン」を平成29年春までに作成(宇宙機器・利用産業の振興等) 衛星リモセン法成立を踏まえ、平成29年度前半に規制と振興のバランスを確保する「衛星リモートセンシング関連政策に関する方針」を作成 国土強靱化基本計画及び地理空間情報活用推進基本計画(G空間)と連携し、新事業・新サービスの創出支援(社会インフラ整備・維持、防災・減災、交通・物流、農林水産、個人サービス・観光) 		
宇宙システムの基幹的部品等の安定供給に向けた環境整備		
<ul style="list-style-type: none"> 平成27年度の部品・コンポーネントに関する技術取組に基づきフォローアップを実施 軌道上実証機会の提供(ISSからの超小型衛星放出、材料曝露実験等) 		
将来の宇宙利用の拡大を見据えた取組		
<ul style="list-style-type: none"> 東京オリンピック・パラリンピックの機会を活用した先導的実証実験を検討 LNG推進系の実証試験、再使用型宇宙輸送システム研究開発、宇宙太陽光発電等 宇宙資源の探査・開発について国際動向を収集しつつ、将来の取組について研究 スペースデブリ対策に官民で取り組む(国際ルールやガイドライン作り、研究開発等) 		
宇宙開発利用全般を支える体制・制度等の強化策		
政策の推進体制の総合的強化		調査分析・戦略立案機能の強化
国内の人的基盤の総合的強化、国民的な理解の増進		
法制度等整備		
<ul style="list-style-type: none"> 宇宙活動法及び衛星リモセン法 ⇒平成28年11月に国会で成立、11月16日に公布 ⇒宇宙活動法は公布後2年以内に施行、衛星リモセン法は公布後1年以内に施行 		
宇宙外交の推進及び宇宙分野に関連する海外展開戦略の強化		
宇宙空間の法の支配の実現・強化		諸外国との重層的な協力関係の構築等
<ul style="list-style-type: none"> 国際社会におけるルール作り貢献 米国、仏、EU、豪州等、APRSAF等 		
産学官の参加による国際協力の推進		
<ul style="list-style-type: none"> 官民で一体的に推進する枠組みの構築検討 「宇宙分野における開発途上国に対する能力構築支援の基本方針」に基づく取組の推進 タイ、インドネシアをはじめとしたASEAN協力パイロット事業の推進 		
宇宙科学・探査、有人宇宙活動		
<ul style="list-style-type: none"> X線天文衛星代替機の開発着手、平成32年度打ち上げを目指す ISS(国際宇宙ステーション)：2024年まで延長、機能集約した新し「補給機」(HTV-X)の詳細設計に着手 国際有人探査：第2回国際宇宙探査フォーラム(ISEF2)を平成28年度後半に東京開催 		

資料：内閣府作成

(1) 宇宙輸送システム

宇宙輸送システムは、人工衛星等の打ち上げを担う技術であることから宇宙利用の第一歩であり、希望する時期や軌道に人工衛星を打ち上げる能力は自立性確保の観点から不可欠な技術基盤といえる。我が国が、自立的に宇宙活動を行う能力を維持発展させるとともに、国際競争力を確保するため、平成32年度の初号機打ち上げに向け、平成26年度からH3ロケットの開発に本格着手した。

また、我が国の基幹ロケットであるH-IIAロケット、H-IIBロケット、イプシロンロケット



H-IIAロケット32号機(左)及びイプシロンロケット2号機(右)の打ち上げ
提供：宇宙航空研究開発機構

により、平成28年11月に静止気象衛星「ひまわり9号」、同年12月に宇宙ステーション補給機「こうのとり」6号機及びジオスペース探査衛星「あらせ」、平成29年1月にXバンド防衛通信衛星「きらめき2号」、同年3月に情報収集衛星レーダ5号機の打ち上げに成功した。

(2) 衛星測位システム

測位衛星システムについては、総務省、文部科学省、経済産業省及び国土交通省等が連携し、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初号機「みちびき」による実証実験等を行っている。内閣府は、平成24年度から、実用システムの整備を進めており、平成35年度をめどに持続測位が可能となる7機体制を確立させるため、平行して測位技術の研究開発を進めている。また、「みちびき」については、平成29年2月に宇宙航空研究開発機構から内閣府に移管されている。

(3) 衛星通信・放送システム

宇宙基本計画に「新たな技術試験衛星を平成33年度をめどに打ち上げることを目指す。」と明記されたことを踏まえ、総務省と文部科学省が連携し、電気推進技術や大電力発電、フレキシブルペイロード技術等の技術実証のため、平成28年度より次期技術試験衛星の開発に着手した。また、大型衛星バス技術、大型展開アンテナ技術、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」(ETS-VIII¹)や、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」(WINDS²)による実験を行った。

(4) 衛星地球観測システム

環境省は、「いぶき」を、平成20年度に打ち上げ、地球温暖化対策を推進している。さらに、観測精度の一層の向上を目指した温室効果ガス観測技術衛星2号(GOSAT-2)の開発に平成24年度から着手しており、平成30年度の打ち上げを予定している。

宇宙航空研究開発機構が平成24年5月に打ち上げた「しずく」のデータは、気象庁において利用され、降水予測精度向上に貢献するなど、気象予報や漁場把握等の幅広い分野で活用されている。

さらに、平成26年2月に打ち上げに成功したNASAとの国際協力プロジェクトであるGPM主衛星の運用や平成29年度打ち上げ予定のGCOM-C等の研究開発も行っている。

このほかにも、「だいち2号」が平成26年5月に打ち上げられ、様々な災害の監視や被災状況の把握、森林や極域の氷の観測等を通じ、防災・災害対策や地球温暖化対策などの地球規模課題の解決に貢献している。

そのほか、文部科学省と宇宙航空研究開発機構は、地上からスペースデブリ(宇宙ゴミ)等の



水循環変動観測衛星
「しずく」(GCOM-W)
提供：宇宙航空研究開発機構

1 Engineering Test Satellite-VIII

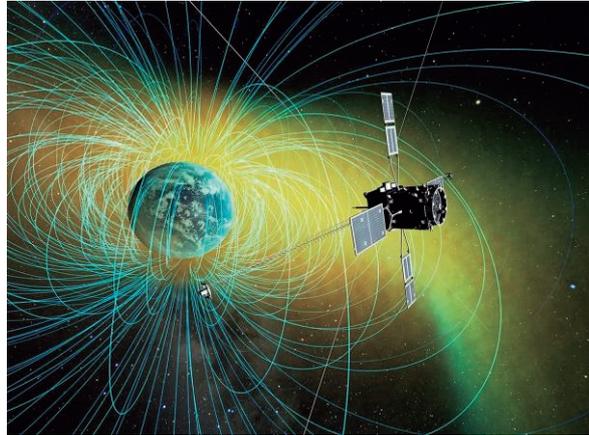
2 Wideband InterNetworking engineering test and Demonstration Satellite

状況を把握することにより我が国の人工衛星の安定的運用に貢献する宇宙状況把握システムの構築や、高感度な赤外線センサの人工衛星への搭載技術の研究に、防衛省と共同で取り組むとともに、広域かつ高分解能な撮像が可能な先進光学衛星や先進レーダ衛星、衛星間光通信を実証する光データ中継衛星の開発等にも取り組んでいる。

(5) 宇宙科学・探査

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、世界初のX線の撮像と分光を同時に行う人工衛星の開発・運用や、小惑星探査機「はやぶさ」による太陽周回天体からの試料回収など、X線・赤外線天文観測や月・惑星探査などの分野で世界トップレベルの業績を上げている。平成28年12月に打ち上げたジオスペース探査衛星「あらせ」は、地球周辺の宇宙空間ジオスペースにおいてプラズマの観測を行い、オーロラや宇宙嵐などの太陽活動と地球の相互作用や宇宙環境の理解の深化を目指している。平成26年12月に打ち上げた「はやぶさ2」は、平成30年に小惑星「リュウグウ」へ到着し試料を回収したのち、平成32年に地球への帰還を予定している。

また、平成27年12月に金星周回軌道へ投入された金星探査機「あかつき」は、平成28年4月より定常観測に移行し、金星大気メカニズムの解明を目指した観測を行っている。打ち上げ後約2か月で運用断念となったX線天文衛星「ひとみ」については、科学的意義や国内外からの期待が大ききことなどを踏まえ、開発体制の見直しなどの再発防止策を実施した上で、X線天文衛星代替機の開発に平成29年度から着手することとしている。このほか、我が国初となる月への無人着陸を目指す小型月着陸実証機（SLIM）や欧州宇宙機関との国際協力による水星探査計画（BepiColombo）の探査機の開発等、国際的な地位の確立や、人類のフロンティア拡大に資する宇宙科学分野の研究開発を推進している。



ジオスペース探査衛星「あらせ」
提供：宇宙航空研究開発機構

(6) 有人宇宙活動

国際宇宙ステーション（ISS）計画¹は、日本・米国・欧州・カナダ・ロシアの5極共同の国際協力プロジェクトである。我が国は、平成21年7月に完成した「きぼう」日本実験棟及び宇宙ステーション補給機「こうのとり」（HTV）の開発・運用や日本人宇宙飛行士のISS長期滞在により本計画に参加しており、これまでに、有人・無人宇宙技術の獲得、国際プレゼンス（国際的地位）の確立、宇宙産業の振興、宇宙環境利用による社会的利益（創薬につながる高品質蛋白質結晶の生成、医学的知見の獲得、次世代半導体の開発に資する材料創製、超小型衛星放出等）及び青少年育成等の多様な成果を上げてきている。2016年（平成28年）7月から10月まで、^{おおにしたくや}大西卓哉宇宙飛行士がISSに長期滞在し、「きぼう」を利用した様々な科学実験やISS各施設のシステム運用等を実施した。2016年（平成28年）12月には、宇宙ステーション補給機「こうのとり」6号機を打ち上げ、ISSへの物資補給ミッションを成功させた。特に、日本製のリチウムイオン電池を利用したISSの運用に不可欠なバッテリーの輸送は、ISS参加各国から賞賛を受けた。また、2015年（平成27年）12月に、新たな日米協力の枠組みに係る合意文書を取り交わし、2024年（平成36年）までの我が国のISS運用延長への参加が決定しており、将来の波及性を踏まえた新たな宇宙機（HTV-X）の開発に2016年度（平成28年度）より着手している。

また、ISSを最大限活用しつつ、無人探査ミッション、有人探査ミッションという順で、段階を経て火星に至る、持続可能な国際宇宙探査のシナリオについての国際的な検討が、各国の宇宙機関から構成される国際宇宙探査協働グループ（ISECG）を中心に進められている。

(7) 宇宙の利用を促進するための取組

文部科学省は、人工衛星に係る潜在的なユーザーや利用形態の開拓等、宇宙利用の裾野の拡大を目的とした「宇宙航空科学技術推進委託費」により、産学官の英知を幅広く活用する仕組みを構築した。これにより、宇宙航空分野の人材育成及び防災、環境等の分野における実用化を見据えた宇宙利用技術の研究開発を引き続き行っている。



^{おおにしたくや}大西卓哉宇宙飛行士（上）、
^{ゆいきみや}油井亀美也宇宙飛行士（下左）、^{かみのりしげ}金井宣茂宇宙飛行士（下右）
提供：宇宙航空研究開発機構／米国航空宇宙局



ISSロボットアームで把持された
「こうのとり」6号機
提供：宇宙航空研究開発機構／米国航空宇宙局

¹ 日本・米国・欧州・カナダ・ロシアの政府間協定に基づき地球周回低軌道（約400km）上に有人宇宙ステーションを建設、運用、利用する国際協力プロジェクト

経済産業省は、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や国際競争力のある宇宙用機器の研究開発を進めている。また、衛星を活用したリモートセンシング（遠隔探知）技術を用いた鉱物資源探査等に資するセンサの開発やデータ処理解析技術などの衛星利用技術の開発も進めている。

■第2-3-19表／国家戦略上重要なフロンティアの開拓のための主な施策（平成28年度）

府省名	実施機関	施策名
内閣府	宇宙開発戦略推進事務局	実用準天頂衛星システム事業の推進
文部科学省	本省	南極地域観測事業
		北極域研究推進プロジェクト
		海洋鉱物資源広域探査システム開発
		宇宙航空科学技術推進の調整に必要な経費
	宇宙航空研究開発機構	国際宇宙ステーション開発費補助金
		地球観測システム研究開発費補助金
国土交通省	本省	海洋産業の戦略的振興のための総合対策
	海上保安庁	我が国領海及び排他的水域における海洋調査の推進