

今後 10 年の我が国の地球観測の実施方針
のフォローアップ報告書
(中間取りまとめ)

令和 2 年 4 月 9 日
科学技術・学術審議会
研究計画・評価分科会
地球観測推進部会

目次

1. 背景	1
2. 実施方針策定時以降の国内外の動向	1
2-1 国際枠組による活動等	1
2-2 データ利活用の展開	4
2-3 産業界における環境等に対する新たな動き	4
3. 我が国の主な地球観測に係る取組状況	5
3-1 主な地球観測の実施状況	5
3-2 観測及び観測・予測データ利活用の課題解決等に向けた主な取組と課題	6
3-3 予測情報の創出	7
3-4 データ基盤の強化	7
4. 実施方針を進める上での今後の方向	8
4-1 地球観測情報をデータ利活用の現場に繋ぐ取組の強化（地球観測による課題解決への更なる貢献）	9
4-2 課題解決を志向した地球観測インフラの長期性・継続性の確保	9
4-3 予測情報の高精度化	10
4-4 共通的・基盤的な取組の推進とイノベーションへの貢献	10
別添	14
附属資料	23

1. 背景

平成16年（2004年）12月、総合科学技術会議（現在の総合科学技術・イノベーション会議）において、地球観測に関する研究開発や全球地球観測システム（GEOSS）¹などの国際協力計画等の推進のための10年を見越した基本戦略として、「地球観測の推進戦略」²（以下「推進戦略」とする。）が取りまとめられた。

推進戦略策定後10年を迎えた平成27年（2015年）に、総合科学技術・イノベーション会議（CSTI）環境ワーキンググループは、推進戦略策定以降の地球観測等事業の進捗状況のレビューを実施し、この結果等を受け、平成27年（2015年）8月に地球観測推進部会（以下「本部会」とする。）は、今後10年程度を目途とした「今後10年の我が国の地球観測の実施方針」³（以下「実施方針」とする。）を策定した。

実施方針では、国内外の地球観測の動向や社会情勢の変化に対応して、おおむね3年～5年程度を目安に、本部会が中心となって見直しを行うこととしている。

今般、実施方針策定から4年が経過していることから、実施方針策定後の動向の変化、事業の実施状況等についてフォローアップを行うこととし、実施方針を進めていくための今後の方向を示すこととした。

2. 実施方針策定時以降の国内外の動向

昨今、世界各地において、気候変動の影響と懸念されている激甚な水害・土砂災害や危機的な干ばつ、森林火災、食料生産への悪影響、生物多様性及び生態系の劣化・減少、更には地震・津波・高潮等の自然災害が頻発しており、我が国においても、社会・経済的に甚大な被害をもたらす災害が多数発生するなど、社会基盤の維持等も含めた持続性、強靱性を持った社会の形成への関心がこれまで以上に高まっている。

このような中、実施方針策定後数年の短期間においても、持続可能な社会の実現を目指した様々な取組が国内外の様々なセクターにおいて進められてきており、こうした動きの中で特に気候変動等の影響を考慮することの重要性が増し、そのための客観的根拠としての地球観測が果たす役割や期待が大きくなっている。

2-1 国際枠組による活動等

（1）持続可能な開発目標（SDGs）

平成27年（2015年）9月に、国際連合（国連）総会において、17の持続可能な開発目標（SDGs）を含む「持続可能な開発のための2030アジェンダ」が採択された。17のSDGsのうち、例えば13番の気候変動対応、14番の海の豊かさを守ろう、15番の陸の豊かさを守ろうをはじめ、貧困、飢餓、健康と福祉など、地球観測が貢献できる目標が多く位置づけられている。我が国では、平成28年（2016年）5月に総理大臣を本部長とする「持続可能な開発目標（SDGs）推進本部」を設置し、平成28年（2016年）12月に今後の我が国の取組の指針となる「SDGs実施指針」を決

¹ GEOSS：Global Earth Observation System of Systems の略。衛星、海洋及び地上観測等の、複数の観測システムからなる包括的な地球観測のシステム

² https://www8.cao.go.jp/cstp/output/iken041227_1.pdf

³ https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu2/021-5/houkoku/1362066.htm

定した。また、平成 29 年（2017 年）12 月以降、本実施指針の優先課題 8 分野⁴に沿って、SDGs に関する主要な取組を含めた「SDGs アクションプラン」が半年毎に策定されている。

2030 アジェンダの採択に際しては、地球観測データを SDGs 実施の進捗確認に活用することが我が国からの提案により明記され、また、令和元年（2019 年）12 月の SDGs 推進本部で改定された「SDGs 実施指針」⁵や「SDGs アクションプラン」⁶には、地球観測関連事業が盛り込まれており、SDGs の達成に向けて地球観測の役割が位置づけられている。

（2）気候変動（パリ協定）

平成 27 年（2015 年）12 月に、国連気候変動枠組条約（UNFCCC）第 21 回締約国会議（COP21）においてパリ協定⁷が採択され、産業革命前からの平均気温の上昇を 2℃より十分下方に保持し、1.5℃に抑えることを努力目標とした。我が国では、平成 28 年（2016 年）5 月に「地球温暖化対策計画」⁸を閣議決定し、平成 30 年（2018 年）12 月には「気候変動適応法（平成 30 年法律第 50 号）」が施行された。また、令和元年（2019 年）6 月に「パリ協定に基づく成長戦略としての長期戦略」⁹を閣議決定し、今世紀後半のできるだけ早期に「脱炭素社会」を実現していくことを目標として掲げた。更に、令和 2 年（2020 年）1 月には、本長期戦略に基づく「革新的環境イノベーション戦略」¹⁰が策定された。当該戦略においては、16 ある課題の一つとして「温室効果ガス（GHG）削減効果の検証に貢献する科学的知見の充実」を掲げ、気候変動メカニズムの解明や、予測精度の向上、観測を含む調査研究の更なる推進、情報基盤の強化を位置づけている。

「気候変動に関する政府間パネル（IPCC）」¹¹においては、平成 30 年（2018 年）10 月に「1.5℃特別報告書」、令和元年（2019 年）8 月に「土地関係特別報告書」、令和元年（2019 年）9 月に「海洋・雪氷圏特別報告書」を公表するなど、気候変動に関する最新の科学的知見を公表しており、令和 4 年（2022 年）には第 6 次評価報告書の取りまとめが予定¹²されている。昨年、一昨年に公表された報告書の中で、2℃に抑えることは、相当の技術革新等の努力がなければ実現が困難であることや、2℃に抑えることができた場合であっても、地球環境に相当程度の影響を与え得ることが示唆されている。

このような動向を踏まえ、本部会においては、平成 30 年（2018 年）11 月に、今後の気候変動対策を加速するため、「パリ協定を踏まえた気候変動対策に貢献する温室効果ガス観測及びデータ利活用」¹³の提言を取りまとめている。

（3）防災・減災（仙台防災枠組 2015-2030）

平成 27 年（2015 年）3 月に、仙台市で開催された「第 3 回国連防災世界会議」において、国

⁴ 「あらゆる人々が活躍する社会・ジェンダー平等の実現」、「健康・長寿の達成」、「成長市場の創出、地域活性化、科学技術イノベーション」、「持続可能で強靱な国土と質の高いインフラの整備」、「省・再生可能エネルギー、防災・気候変動対策、循環型社会」、「生物多様性、森林、海洋等の環境の保全」、「平和と安全・安心社会の実現」、「SDGs 実施推進の体制と手段」の 8 分野

⁵ https://www.kantei.go.jp/jp/singi/sdgs/pdf/jisshi_shishin_r011220.pdf

⁶ <https://www.kantei.go.jp/jp/singi/sdgs/dai8/actionplan2020.pdf>

⁷ https://www.mofa.go.jp/mofaj/ila/et/page24_000810.html

⁸ <https://www.env.go.jp/earth/ondanka/keikaku/taisaku.html>

⁹ https://www.env.go.jp/earth/earth/ondanka/post_41.html

¹⁰ <https://www.kantei.go.jp/jp/singi/tougou-innovation/pdf/kankyousenryaku2020.pdf>

¹¹ IPCC：The Intergovernmental Panel on Climate Change 1988 年に世界気象機関（WMO）と国連環境計画（UNEP）により設立。人為起源による気候変動、影響、適応及び緩和方策に関し、科学的、技術的、社会経済額的な見地から包括的な評価を実施し、評価報告書を作成・公表。

¹² <http://www.env.go.jp/earth/ipcc/6th/index.html>

¹³ https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu2/021-6/houkoku/1417645.htm

際的な防災指針として、仙台防災枠組 2015-2030 が採択¹⁴された。同時に、我が国では、長期的視点に立った事前防災投資や「より良い復興 (Build Back Better)」等を重視し、気候変動の影響への適応の観点も念頭においた「仙台防災協カイニシアティブ」¹⁵を実施、令和元年 (2019 年)からは「仙台防災協カイニシアティブ・フェーズ 2」を実施している。

また、「強くしなやかな国民生活の実現を図るための防災・減災等に資する国土強靱化基本法 (平成 25 年法律第 95 号)」に基づき、平成 26 年 (2014 年) 6 月に「国土強靱化基本計画」¹⁶が閣議決定された。これを踏まえ、現在、各府省庁において国土強靱化に関する取組が進められている。国土強靱化基本計画は、平成 30 年 (2018 年) 12 月に見直され、本計画と仙台防災枠組 2015-2030 との関係が示されており、対策の一つとして、気候変動等の影響を踏まえた治水対策や渇水対策を進めていくこととしている。

(4) 生物多様性戦略計画・愛知目標

平成 22 年 (2010 年) 10 月、生物多様性条約第 10 回締約国会議 (COP10) において、「自然と共生する」世界の実現に向け、生物多様性の損失を止めるための具体的な行動目標である「愛知目標」¹⁷が採択された。

我が国では、「生物多様性基本法 (平成 20 年法律第 58 号)」に基づき、平成 24 年 (2012 年) 9 月に「生物多様性国家戦略 2012-2020」を閣議決定し、愛知目標の達成に向けた我が国のロードマップを提示した。また、生物多様性条約を含む、関連条約における科学に基づく意思決定を支援する政府間組織として、平成 24 年 (2012 年) 4 月に「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)」¹⁸が設立された。IPBES は、平成 30 年 (2018 年) 3 月に世界 4 地域別 (アジア・オセアニア、アフリカ、南北アメリカ、ヨーロッパ・中央アジア) の評価報告書を、令和元年 (2019 年) 5 月に「地球規模評価報告書」を公表し、生物多様性や生態系サービスは気候変動や経済成長の影響を受けて劣化を続けていること、地球全体で約 100 万の動植物種が絶滅の危機に晒されていること、持続可能な社会の実現のために早急な社会変革 (transformative change) が必要であることなどを報告している。

(5) 地球観測に関する政府間会合 (GEO)

GEO においては、国際的な様々な活動を背景としつつ、平成 27 年 (2015 年) 11 月の閣僚級会合を受けて、1) 持続可能な開発のための 2030 アジェンダ (SDGs)、2) 気候変動 (パリ協定)、3) 防災・減災 (仙台防災枠組 2015-2030) の 3 つの分野を今後の GEO の優先連携課題として、地球観測データの更なる活用を進めていくこととした。また、同閣僚級会合においては「GEO 戦略計画 2016-2025」¹⁹が承認され、これまでの GEOSS の構築を主目的とした活動から、地球観測が優先連携 3 分野を含め社会の需要に応えることを目的とした活動に重点を置き、民間セクター等の主要なステークホルダーと連携していくことが示された。

令和元年 (2019 年) 11 月の閣僚級会合では、「Investment in the Digital Economy」をテーマとして議論し、上記優先連携 3 分野に加えて、経済への貢献等、様々な意思決定への貢献を進めていくことの重要性が確認された。また、同会合では地球観測を開発援助と連携させる欧米の

¹⁴ https://www.mofa.go.jp/mofaj/ic/gic/page4_001062.html

¹⁵ <https://www.mofa.go.jp/mofaj/files/000070616.pdf>

¹⁶ https://www.cas.go.jp/jp/seisaku/kokudo_kyoujinka/kihon.html

¹⁷ http://www.biodic.go.jp/biodiversity/about/aichi_targets/index.html

¹⁸ <https://www.biodic.go.jp/biodiversity/activity/policy/ipbes/index.html>

¹⁹ https://www.earthobservations.org/documents/GEO_Strategic_Plan_2016_2025_Implementing_GEOSS.pdf

活動に加え、地球観測の量的拡充やデータ基盤のブランド化による国際展開を国家戦略として進める国々の台頭、途上国における地球観測の積極的導入が見られるなど、地球観測を効果的に活用した科学技術外交や国家戦略の新たな時代の到来が示唆されるものとなった。

(6) 国連宇宙空間平和利用委員会 (COPUOS)

国連では、宇宙技術の持続可能な開発目標 (SDGs) への貢献に関連し、地球観測衛星を含む宇宙技術全般を用いたグローバルヘルスへの貢献可能性について検討している。平成 31 年 (2019 年) 2 月に開催された COPUOS 科学技術小委員会第 56 会期では、「宇宙とグローバルヘルスワーキンググループ (WG)」が設置され、国立研究開発法人国立国際医療研究センター (NCGM) 及び国立研究開発法人国立環境研究所 (NIES) から専門家が出席し、地球観測衛星を用いたグローバルヘルスについての取組を積極的に発信した。更に、令和 2 年 (2020 年) 2 月に開催された同委員会第 57 会期では、前年に WG が配布した質問票に回答し、我が国の取組について情報提供を行った他、NCGM から同機構の取組を発表した。

2-2 データ利活用の展開

実施方針策定時以降、地球観測データも含めてデータ利活用の取組が活発に進められている。例えば、「宇宙産業ビジョン 2030」²⁰ (平成 29 年 (2017 年) 5 月 29 日、宇宙政策委員会了承) において、衛星データを活用したソリューションビジネスの推進が、「世界最先端 IT 国家創造宣言・官民データ活用推進基本計画」²¹ (平成 29 年 (2017 年) 5 月 30 日、閣議決定) においては、官民データの活用とデータ連携のためのプラットフォームの整備が言及されている。更に、「統合イノベーション戦略 2019」²² (令和元年 (2019 年) 6 月 21 日、閣議決定) においても、組織や分野を越えたデータの利活用を通じた新たな価値創出が言及されている。

また、平成 31 年 (2019 年) 1 月、世界経済フォーラム年次総会 (ダボス会議) において、我が国から DFFT (Data Free Flow with Trust) を提唱した。また、同年 6 月の大阪サミットでは、デジタル経済、特にデータ流通等に関する国際的なルール作りを進めていくプロセスである「大阪トラック」の開始が合意されるなど、国際的なデータ利活用のための議論が進められている。

2-3 産業界における環境等に対する新たな動き

平成 29 年 (2017 年) 6 月、G20 の要請を受けた「金融安定理事会」によって設立された気候関連財務情報開示タスクフォース (TCFD) は、最終報告書を公表²³し、気候変動のリスク・機会に関する、企業の任意の情報開示のフレームワークを提示した。また、令和元年 (2019 年) 10 月には、我が国において「環境と成長の好循環」のコンセプトの下、TCFD サミットが開催された。このように、投資家が企業の気候関連等への配慮を投資の判断材料と捉える動きが拡大しつつあり、気候変動等への備えを強く意識した行動原理の下で経済社会は動き始めている。このため、今後、地球観測データやそれに基づく予測情報等への関心が更に高まることが予想される。

本部会においては、平成 30 年 (2018 年) 3 月に「地球観測データの産業利用促進方策」²⁴を

²⁰ <https://www8.cao.go.jp/space/vision/vision.html>

²¹ <https://www.kantei.go.jp/jp/singi/it2/kettei/pdf/20170530/siryou1.pdf>

²² https://www8.cao.go.jp/cstp/togo2019_honbun.pdf

²³ <https://www.fsb-tcfd.org/>

²⁴ https://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu2/021-6/houkoku/1417640.htm

取りまとめ、地球観測データの更なる利用促進に向けた取組について提言した。

3. 我が国の主な地球観測に係る取組状況

我が国では、これまで関係府省庁・機関が協力して、衛星、航空機、船舶等及び地上からの統合的な観測の充実に努めてきた。また、国内大学等における地球観測ネットワークにより、生態系・生物多様性等に関する調査・研究も進められてきた。その結果、地球規模で観測能力が空間的にも時間的にも大きく向上し、世界有数の高い観測能力を有するに至っている。このような高い観測能力により、基礎的なデータやそれに基づく科学的知見の蓄積・課題の解決に大きく貢献している。

また、第2章で記載したように地球観測を取り巻く世界的な動きがますます活発化している中で、我が国においても実施方針に基づき、課題解決型の地球観測を志向し、産学官連携、GEO等の国際枠組等により、多様な視点による継続的な地球観測が実施されている。

3-1 主な地球観測の実施状況

(1) 衛星観測

衛星による地球観測は、広域性・同報性・耐災害性があり、グローバルに周期的、かつ長期間にわたってデータを集約できることから、国境を越えた観測データを継続的に作成・蓄積・提供することができる。

この特徴を活かして、地震・津波・火山噴火・台風・竜巻・集中豪雨等の大規模災害について、災害予防と災害発生後の対応能力を向上させるとともに、我が国と国際社会が直面する気候変動や、資源、エネルギー、環境、食糧等の様々な地球規模課題の解決に貢献する知見を提供することで、国内・国際社会の平和と安定に寄与している。

また、そのための基盤となる地球環境科学技術の発展や、観測データの活用による新事業・サービス等の産業分野における価値創出にも貢献している。

(2) 航空機観測

我が国は50年以上にわたり、航空機を用いた空中写真撮影等を実施して、画像情報の整備に取り組んできた。空中写真撮影は、地形図の整備及び修正並びに国土管理への活用、災害が発生した際の状況把握手段として活用されている。

また、気候変動研究等において、大気のエアロゾル・雲・降水粒子や温室効果ガス等の高度分布を、基本的に衛星は積分量（マクロな物理量）で測定するのに対し、航空機はミクロ量で正確かつ体系的に観測することができる特徴を有しているため、航空機を用いた地球観測は、地球温暖化を招く大気変動のメカニズムの解明に活用されることが期待される。

(3) 船舶観測

海は地球表面の約70%を占めており、船舶、ブイ・漂流フロート等観測機器による海洋地球観測データは、航海の安全、気象・海象、水産業の振興や海洋生態系の保全、海洋エネルギーや鉱物資源の開発等をはじめ、衛星観測等のリモートセンシングデータの検証や校正にも活用されるなど、様々な観点から重要となっている。また、全球的な海洋観測網は、衛星だけでは観測が困難な地球観測データの取得に必須となる。

海洋の先駆的研究において、多様な分野の専門家が混乗し複数機器を搭載できる船舶観測は、

物理・化学・生物・地学などの基礎過程が複合的プロセスを形成する海洋における現象の解明、新しいプロセスの発見、有用生物・遺伝子の発見などに大きな役割を果たしてきた。更に、海洋観測機器の設置・回収および検証においても船舶は欠かすことのできない存在である。

また、民間船舶を使った観測はその周期性・長期継続性の観点から極めて優れた観測手法として評価されている。

さらに、漂流フロート観測は、その機能がより高度なものに拡張されつつあり、今後は気候変動研究のための物理観測ツールから地球環境変動のための生物・化学観測ツールへの発展が期待されている。

(4) 地上観測

地上観測は高精度・高時間分解能でのデータ取得を可能にする最も基盤的で重視すべき観測である。生態系・生物多様性分野に見られる不規則な自然現象のデータ化においては特に地上観測が重要な役割を果たす。また遠隔地においても、測器の高度化や情報通信技術の進展により、多数の観測点からの高時間空間分解能データの収集・処理が可能になってきている。地上観測のネットワーク化やマスターサイト（同一サイトにおいて微気象、CO₂フラックス、生態系の物質循環など複数分野にわたる項目を観測する重点サイト）の進展などによる統合的な解析も進みつつある。更に、高精度真値データ提供、生態系情報と分光反射情報の同所的観測の進展により、衛星観測アルゴリズムの開発や検証等にも不可欠な役割を果たしている。

3-2 観測及び観測・予測データ利活用の課題解決等に向けた主な取組と課題

実施方針の8つの課題に対する、観測及び観測・予測データ利活用の課題解決、社会実装に向けた主な取組を別添に示す。

別添のとおり、現在も多様な観測及び観測・予測データ利活用の取組が実施されているものの、今なお気候変動、地球環境の保全、防災・減災等は喫緊の課題であり、その対応のため更なる取組の実施や現在実施されている取組の強化が望まれている。

気候変動に関しては、これまで地球観測衛星により数十年継続して、雲・降水等の観測が行われてきているが、現行の「宇宙基本計画」²⁵（平成28年（2016年）4月1日、閣議決定）においては地球観測衛星の開発・打ち上げ計画について、後継計画の記載がない。気候変動の状況把握や気候変動メカニズムの解明には連続した観測データが有効であり、かつ、こうしたデータは、国際的な合意形成や、各国の様々な政策判断や経営判断を合理的に行うための重要な科学的根拠を提供するものである。1990年代初めより地球観測衛星の開発、運用と連動して発展してきた我が国の先進的で広範囲に及ぶ科学技術の蓄積と利用に鑑みれば、地球観測衛星の継続的な開発・運用が求められている。日本学術会議からも、今後の「宇宙基本計画」に、地球観測衛星をより着実に推進するべきとの提言がなされている。

また、気候変動の影響が最も顕著に現れる地域である北極域においては、海氷が存在する海域の知見が不十分であり、これは環境変化予測の不確実性の原因となっている。また、雪氷圏や極域においては、定量的な影響評価に必要なブラックカーボンなどエアロゾルや対流圏オゾンの短寿命気候強制因子(SLCF)の現場観測の密度が不足しており、現場観測の拡充も望まれている。さらに、民間企業の環境貢献として、国際定期便航空機を活用した上空の大気観測の取組がある

²⁵ <https://www8.cao.go.jp/space/plan/keikaku.html>

が、民間航空機を使った温室効果ガス観測は、世界の広範囲で高頻度に観測データを収集できるものであり、民間航空機の新たな利用価値を提唱するイノベーションにつながることを期待される。

地球環境の保全に関して、森林は温暖化防止や生物多様性の保全において重要な役割を担っているものの、世界で森林の減少が問題となっている。森林劣化の主な原因である択伐を監視するためのステレオ視可能な高解像度衛星画像などを用いた衛星監視技術や、森林のバイオマスおよび生物多様性の変化を高精度に推定するためのレーザー観測など、広域にわたる森林被害を把握に資する技術の研究開発が求められている。しかし、全球での衛星レーザー観測体制はいまだ実験段階にあり、中でも時系列変化のモニタリングに必要なポイントング機能は開発されていない。また、これらの技術開発と検証には地上観測コミュニティとの連携強化も不可欠である。海洋については、「第3期海洋基本計画」²⁶（平成30年（2018年）5月15日、閣議決定）において謳われている様々な海洋環境等に関わる課題、特に海洋プラスチックごみを含む海洋ごみ等に対応していくための実態把握にも注力していく必要がある。

防災・減災に関して、災害発生時にはまず状況把握が求められるが、航空機 SAR 及び衛星 SAR は夜間、雲、噴煙などで視界が遮られる状況下でも、上空から広範囲に情報を収集することができ、火山災害時に有効である。しかし、一部機関では、航空機の運用費が高額であることが課題となっており、現状随時・臨機に十分対応していない。また、衛星についても、定常的な観測を行っているものの、観測タイミングは衛星軌道に依存するため、災害時の臨機応変な対応は難しい。一方で、災害時の迅速な初動対応体制が必要であり、航空機と衛星のデータを相補的に活用することでそうした体制の構築に貢献できる。また、災害後の状況を詳細に把握するため平時との差分抽出を行うので、平時におけるベースマップ（比較用観測データ）の整備も必要である。

3-3 予測情報の創出

衛星による地球観測データの高精度化、計算機の急速な発展とともに、数値モデルを用いた予測技術や、観測データと数値モデルを統合し、より高度な情報を作り出すデータ同化技術の高度化が進んでいる。気候変動においては、気候変動対策の基盤となる予測情報が創出され、それらの情報は、気候変動適応策の検討等にも活用されている。また、第6期結合モデル相互比較プロジェクト（CMIP6）のもと、海外の気候モデルとともに我が国の気候モデルによる予測が IPCC 第6次評価報告書等の作成に活用されている。

一方、1.5°C目標に代表される低排出シナリオにおける解析では、ブラックカーボンやメタン、対流圏オゾンといった短寿命気候強制因子（SLCF）を含む二酸化炭素以外の気候影響要因の重要性が相対的に増すなど、従来とは異なった問題にも注意を向ける必要があり、今後大きな課題となる可能性が高い。また、近年、モデル性能の向上で、個別の異常気象への温暖化影響などが評価可能になっているが、集中豪雨などの解析にはさらなるモデル再現性の向上が必要とされている。

3-4 データ基盤の強化

実施方針に基づき、観測ビッグデータの具体的な課題解決への利活用を図るため、データ基盤

²⁶ <https://www8.cao.go.jp/ocean/policies/plan/plan03/plan03.html>

の整備が進められている。主な取組を別添に示す。

現在、様々な分野においてデータ基盤の構築が進んでいるが、各々のデータ基盤の強みを活かし、効果的・効率的にデータを利活用できるよう、データ基盤間の更なる連携が求められている。

また、時間・空間分解能の向上と高精度化に伴い、データの超大容量化が急速に進んでおり、これらと統合される社会経済データ等の多様化と相俟って、量、質の両方の意味でデータ爆発時代を迎えている。ネットワークの更なる高速化による通信速度の改善や機械学習等を使った分析の高度化・効率化が進む中、データ科学の最先端を切り拓く研究開発との連携なしには、データの利活用どころか、データの保存や共有すら十分できない状況にある。

4. 実施方針を進める上での今後の方向

我が国が「目指すべき未来社会」として提唱する Society 5.0²⁷は、ビッグデータや IoT、AI 等の先端技術をあらゆる産業や社会生活に取り入れ、イノベーションから新たな価値が創造されることにより、誰もが快適で活力に満ちた質の高い生活を送ることができるようになることを目指している。Society 5.0 では、新たな価値・サービス創出の基となるデータベースの整備が中核である。良質なリアルデータである地球環境情報、3次元地図情報等を生み出す地球観測データは、まさにデータ駆動型社会となる Society 5.0 の共通基盤として、極めて重要である。

また、我が国は、様々な主体が相互連携し合う包摂性のある社会を形成し、社会の基盤を維持しつつ高度化することによって持続可能性を確保し、社会の強靭性を高めていくことによって成し遂げられる、「質の高い成長」を推進している。

地球観測データを効果的に組み込んだ Society 5.0 の推進は、国内外の「質の高い成長」を科学技術面から支え、環境問題、気候変動、防災・減災、食料安全保障、エネルギー問題、生物多様性劣化等の解決に向けた取組を行いつつ、経済成長や産業振興、社会福祉等にも貢献する。

我が国の地球観測、及び地球観測・予測データと社会・経済情報を統合して社会経済的価値を生み出す科学技術は世界の最先端にあり、Society 5.0 の中核を担うものである。また、世界各国と協調して GEO を設立し、これを持続的に運営してきたソフトパワーに世界から敬意や信頼が寄せられている。

世界的にも、第2章で述べたように、様々なセクターにおける活動において地球観測が位置付けられており、また、GEO の活動の中でも見られるように、各国において、温室効果ガス排出抑制や災害対策にとどまらず、様々な社会経済活動における意思決定において、地球観測データやそれに基づく予測情報など科学的知見を根拠として活用する流れが顕著になってきている。我が国においては第3章に述べたように、これまで様々な観測活動等が各省、各機関において実施されて、世界的にも有数の観測能力を構築してきた一方で、継続的な開発・運用の見通しが立っていないなどの大きな課題にも直面している。今後、気候変動の影響が様々な分野で顕在化し長期にわたり拡大するおそれがある状況等を踏まえれば、気候変動の影響をより正確に理解し新たな科学的知見をもたらす地球観測の果たす役割はますます重要性を増しており、我が国の地球観測を後退させることなく、様々な課題解決に貢献していくことは急務の課題である。

こうした観点から、実施方針に基づく今後の地球観測の実施等にあたって、以下の点を更に強

²⁷ 第5期科学技術基本計画において導入された社会像。狩猟、農耕、産業革命、情報社会に次ぐ4番目の社会変革として位置付けられている。

化していく。

4-1 地球観測情報をデータ利活用の現場に繋ぐ取組の強化（地球観測による課題解決への更なる貢献）

地球観測の継続的な実施は、SDGs、気候変動、防災・減災、生物多様性保全等の様々な課題解決及び様々な政策判断、更には経済活動のために極めて重要な役割を果たす。実施方針において提唱した「課題解決型の地球観測」への転換は極めて時機を得たものであり、こうした観点から抽出した8つの課題、すなわち、「気候変動に伴う悪影響の探知・原因の特定」、「地球環境の保全と利活用の両立」、「災害への備えと対応」、「安定的な食糧や農林水産物の確保」、「総合的な水資源管理の実現」、「エネルギーや鉱物資源の安定的な確保」、「健康に暮らせる社会の実現」、「科学の発展」は、現時点においても引き続き取り組むべき重要な課題である。関係府省庁・機関は、相互に協力して、これらの課題に貢献する取組を実施していくべきである。

今後、更なる貢献を実現していくためには、専門家ではないエンドユーザーが様々な場面で参照する情報としては、観測データそのものは活用が困難であることが想定される。このため、地球観測データをエンドユーザーが利用できる情報に変換し提供していくことが重要であり、こうした情報への転換、その受け渡し、繋ぎを実現できる人材や体制が一層重要となってくる。こうしたデータ利活用の現場の課題解決により貢献していくためには、データホルダーやエンドユーザーを含め、様々な関係者の更なる交流や連携を促進し、課題の共有、意思疎通を図り相互理解を深めていくことが重要であり、そうした活動を積極的に進めていくことが求められる。

4-2 課題解決を志向した地球観測インフラの長期性・継続性の確保

第3章や前項に掲げた取組や課題への対応を進めていくためにも、多様な観測手段や広範な分野の研究能力を結集した統合的な取組を進め、継続的な観測を実施するとともに長期のデータを蓄積し、持続的に必要な観測データを提供できることが必要である。このためには、観測設備・機器の老朽化への対応や計画的な更新、機器開発を含む、より効率的な観測網の構築等、観測体制の維持・継続・発展を図っていくことが不可欠である。

特に、SDGs、気候変動、防災・減災、生物多様性保全等の課題に対して、国内のみならず国際的にも我が国が引き続きプレゼンスを発揮して国際ルール作りを主導していく上で、また、食料・水・エネルギー安全保障や防災計画等の我が国の存立基盤に係る政策決定や ESG 投資の判断等民間事業者の重大経営判断等の意思決定への貢献、その他の地球科学分野を含む地球観測コミュニティへの貢献の観点からも、全球観測が可能な衛星による地球観測は極めて重要な役割を有する。併せて、第3章にも記載したように、航空機観測、海洋観測等についても、長期的、継続的な観測や新たな課題に対する観測技術の開発、観測体制の構築などが求められる。

気候変動等の地球規模課題への対応を進めていく上で、地球観測に基づく科学理解の深化はもとより、今後ますます地球観測データが社会経済活動の意思決定における重要な根拠として重視されていく中で、地球規模の観測インフラを社会インフラとして維持・整備していくことが必要である。継続的で切れ目のない地球観測のためには、我が国の強みである科学技術の強化及び更なる先端的な研究開発、人材育成、官民連携ならびに関係省庁のニーズを考慮した後継機等

の開発・運用など、必要な地球観測の基盤構築と良質なデータの継続的提供を関係府省庁・機関が適切な費用分担のもと共同で実現していくことを推進する。

これらの取組を着実に実施していくため、関係府省庁・機関の緊密な連携・調整の下、理解や危機感を共有するとともに、関連する基本計画等に地球観測の推進、地球観測体制の整備、国際的な貢献策等を反映し、継続的かつ着実な実施を目指す。

4-3 予測情報の高精度化

予測情報は、国内においては、気候変動に伴う防災・減災対策や農林水産業における対応など、国・地方公共団体等における気候変動適応策の基盤となる情報であるとともに、企業に対するESG投資の判断や気候変動を踏まえた企業の将来戦略検討への活用など、今後ますます多様なセクターでの活用が見込まれる情報である。また、国際的にも、パリ協定のもと各国で推進されている緩和策や適応策において、更なる予測技術の高度化が期待されており、IPCC第6次報告書策定にあたっての議論やその後の第7次報告書に向けた議論などを踏まえ、更なる研究開発が求められる。

今後は、これらのニーズ等を踏まえ、地球観測データを着実に蓄積するとともに効果的に用いて、気候モデル等の数値モデルを高度化（不確実性の低減）し、継続的な予測情報の高精度化とあわせて、地球観測データの統合的な利用に資する情報の提供を促進し、緩和策・適応策の意思決定に役立てていくことが重要である。

4-4 共通的・基盤的な取組の推進とイノベーションへの貢献

(1) データ基盤インフラの強化及びデータの統合化・利活用の促進

IoTやAI（人工知能）等の情報技術の高度化や知識集約型社会への移行に伴って、情報やデータの価値が飛躍的に高まってきている中、地球観測・予測データ等の地球環境ビッグデータを有し、それらデータを実施方針に掲げた課題をはじめとした様々な課題解決に活用できるデータ基盤の重要性はますます高まっている。学術利用のみならず様々なユーザーの要望に応じていくためには、これまで以上に、地球観測に関連する多様な分野のデータとの統合的な利用を促進し、DFFTの理念も踏まえデータへのアクセシビリティを高めていくことが必要であり、DIAS等のデータ基盤の継続的な維持管理を行うとともに、更なる機能強化を図ることが必要である。特に、これらデータ基盤は、地球観測データ等をエンドユーザーが利用可能な情報に変換することができる重要な機能を有しており、データ基盤を長期的・安定的に運用し、ユーザーニーズを踏まえた一層の産学官の利用拡大を促進するには、ユーザー利用支援を含めた運営体制の強化を図ることも併せて検討が必要である。

また、専門知識とともに幅広い視野を有する技術者がデータ・コンシェルジュとなり、ユーザーのニーズを把握しつつ新たな知の創出に貢献することが期待される。

これらを効果的に推進するためには、Society 5.0の下、各省で整備が進むデータ基盤のデータが、分野内のみならず、分野間で更に利活用されるよう、データ連携基盤の取組の推進が求められる。

(2) 産業利用促進への更なる取組強化

実施方針の共通的・基盤的な取組及び「地球観測データの産業利用促進方策」で提言した産業

利用促進方策を着実に実施、あるいは強化していくことが重要である。

具体的には、第5期科学技術基本計画（平成28年（2016年）1月22日、閣議決定）に示されるような適切なオープン&クローズ戦略による利用機会の拡大、フィジビリティスタディによる有用事例の拡充等によるデータ利活用の促進、観測実施主体（データホルダー）の社会での活用先を意識した取組、バックキャストの視点から社会ニーズに対応できる地球観測システムの計画・整備などに代表される方策により、社会と研究開発を「つなぐ」地球観測を推進していくことが求められる。また、地球観測・予測データを活用した広範な新産業等の創出への貢献、データの公正性・透明性の確保、継続的なデータ蓄積・品質管理・提供、適切なデータポリシーなど、データ基盤を中心とした取組も重要である。

こうした施策の実施状況と成果は未だ十分ではないため、地球観測データの社会実装と国民への成果還元を確実に進める上でも、欧州の「コペルニクス計画」等の事例を参考に、国や公共機関による投資と事業開発プログラムを伴う戦略的施策・アンカーテナンシー等を用いた安定的な需要の形成やシードマネー等の支援を行うことにより、それを乗り越えるような構想力を得て戦略的な推進が図られることが求められる。

（3）分野間の連携、多様なステークホルダーの関与及び人材育成

継続的な地球観測を安定的・長期的に進めていくためには、各観測コミュニティにおける観測技術・ノウハウの維持・継承、高度化が必要であり、次代を担う人材の育成・確保は重要である。また、横断的なデータ利活用により、新たな科学的・技術的知見を得るためには、革新的な情報科学技術及びそれらを支える数理科学等との融合も重要である。このため、観測データの幅広い利活用等も念頭に、他分野も含めた多様な研究者及び技術者、特にデータサイエンスやAI等の情報科学技術に関する知見のある若手人材の地球観測やデータ利活用への積極的な参加を促す取組が求められる。また、環境問題等の解決に取り組みながら持続可能な社会を構築するためには、地球環境を様々な角度から観ることの必要性や意義等を理解することが重要であり、初等中等教育段階から、身近な自然環境の観測活動等の充実を図ることが望まれる。加えて、国民の更なる理解を得るため、極端気象や気候変動など近年の様々な環境問題等を理解する上で地球観測の果たす役割や地球観測による成果を発信するなどのアウトリーチ活動の推進も重要である。

（4）国際的な取組の推進

地球観測は我が国のみで実施可能な取組ではなく、国際枠組等の下での国際協力や国際貢献の観点が必要である。WMO や UNFCCC、COPIUS、UNESCO/IOC 等の国連機関や GEO 等の政府間枠組、官民連携、また、フューチャー・アースが推進する学際研究の取組等、様々な取組を通じて、以下の3分野等の国内外のユーザーサイドのニーズを踏まえた課題解決に貢献していくことを、引き続き強化していくことが必要である。特に我が国が属するアジア・オセアニアにおける地域活動には積極的に参画し、主導していくことが望まれる。

とりわけ開発協力大綱（平成27年（2015年）2月10日、閣議決定）で掲げられた「質の高い成長」の推進においては、包摂的な取り組みにより持続可能性で強靱な社会の形成が謳われており、我が国の強みを活かした分野毎の取り組みに加えて、分野間の連携と協働のシナリオを描き、地球観測の役割を関係府省庁と共有し、科学技術と国際開発援助の密接な連携により、戦略的な展開を図る。

① 持続可能な開発目標（SDGs）への貢献

SDGs への貢献には、直接的にも間接的にも様々な貢献が期待される。我が国における現行の SDGs 実施指針には、我が国における SDGs の推進状況を的確に把握するために、統計データだけでなく、地球観測データも積極的に活用することが定められている。今後、SDGs に向けた取組状況を評価していくにあたっては、世界的に共通のインディケータが必要となってくるため、SDGs の各インディケータとして地球観測データの有効性を積極的に発信し、その利活用を推進するなど、SDGs の達成への具体的な貢献が期待される。併せてポスト SDGs に向けた目標設定に貢献しうる地球観測の基盤構築を見越した取組も推進していくことが重要である。

これらを実現していくために、それぞれの地域などにおける個別の課題に対し具体的に観測データや予測情報等に基づいた解決策を協働で実現する取組などを通じ、世界共通のインディケータを確立するための活動が期待される。

② パリ協定等温室効果ガス削減への貢献

気候変動への適応策や緩和策の検討や各国の排出量削減努力の評価のためには、その基礎となる観測データの継続的な取得は極めて重要であり、実施方針においても、すでにIV 1. において、具体的な課題として位置付けているところである。

今後は更に、各国の宇宙機関や気象・環境関連機関との協力により、二酸化炭素やメタン等の温室効果ガスの排出源及びバイオマス等の吸収源の観測等を強化し、それら観測データを駆使したグローバルな炭素循環の実態把握を推進することで、国際的に進捗状況を確認する仕組みである「グローバルストックテイク」²⁸、並びにパリ協定における目標の達成に貢献することが期待される。

③ 防災・減災（仙台防災枠組）への貢献

昨今の異常気象など、過去に経験したことのない災害が発生している現在の状況においては、過去の統計データのみでは将来の防災・減災対策を検討することは困難となってきた。今後は、地球観測データやそれらに基づく将来予測情報等を活用し発災以前からの防災・減災対策なども含め、各々の災害現象の監視・観測情報等を効果的に組み合わせるシステムを構築し、防災・減災に貢献していくことが期待される。

④ 生物多様性戦略計画・愛知目標への貢献

引き続き、生態系・生物多様性等の地球観測ネットワークによる現地調査及び航空機や衛星によるリモートセンシングの分野横断的な観測の推進、データと知見の共有促進の強化を行うことで、地球規模の生態系・生物多様性の現状把握や保全活動への貢献が期待される。特に、今後、生態系の保全を目的とした保護地域の量（面積）の把握だけではなく、生態系や生態系サービスの劣化・持続可能性などの質の評価を実施することが重要になってきており、複数の観測コミュニティの協働による客観的根拠の提供など愛知目標の達成のみならずポスト愛知目標への貢献が期待される。

⑤ グローバルヘルスへの貢献

今後も宇宙技術の持続可能な開発目標（SDGs）への貢献という観点から、引き続き COPUOS 科学技術小委員会「宇宙とグローバルヘルス WG」の議論への積極的な関与が期待される。

（5）地球観測によるイノベーションへの創出

²⁸パリ協定の目的及び長期的な目標の達成に向けた世界全体の進捗状況を定期的に確認し、各国がそれぞれの取組を強化するための情報提供を行う仕組み。2023年に第一回を、それ以降5年毎に実施。

地球観測では、測定範囲の拡大、高精度化、高頻度化が求められるが、地球観測の技術開発において、先端的な技術の導入に加え、技術応用や技術更新を重ねることによる新たなイノベーション創出も期待される。また、地球観測が科学的・社会的に持続的な成果を創出するには、イノベーションを活用し、地球観測を空白期間なく維持することや持続的な技術開発を実施することも重要であり、引き続き実施方針や他の関連する政策方針を踏まえてイノベーションの創出に貢献する。

また、パリ協定長期成長戦略において掲げた今世紀後半のできるだけ早期に「脱炭素社会」を目指す等の地球環境問題に係る高い目標を達成するには、科学的知見に基づく情報を社会的なイノベーションに結び付けることが不可欠である。昨今の環境問題に対する倫理観の高まりやESG投資が拡大していることもイノベーション創出や社会実装、更には普及・ビジネス化に向けた流れを後押ししており、今後更に関係府省庁や産学官が一体となって機動的に対応し、新産業の創出を含め、新たな社会的価値とビジネス価値の結合など、我が国の地球観測に係る高い技術力を活かした社会的なイノベーションで世界を牽引することが重要である。

観測及び観測・予測データ利活用の課題解決等に向けた主な取組

1. 課題解決型の地球観測

(1) 気候変動に伴う悪影響の探知・原因の特定

- 環境省や文部科学省、国立環境研究所（NIES）、宇宙航空研究開発機構（JAXA）は、温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」（GOSAT）、「いぶき2号」（GOSAT-2）による温室効果ガスの観測を進めている。10年以上にわたる「いぶき」（GOSAT）の観測・研究成果や海外宇宙機関、国際機関等を通じた働きかけにより、衛星 Greenhouse Gasses（GHG）観測の有用性が国際的に認知された。これにより、GHG 排出・吸収量の標準的な算定方法を規定した IPCC ガイドラインにおいて、「衛星センサには分解能の制約がある」等の表現（2006年版）から、2019年5月の IPCC 京都総会で採択された改良版で「地上データの乏しい地域では衛星データを用いることで推定精度を向上できる」及び「GOSAT-2等の新しいGHG観測衛星により衛星データによる推定が急速に進展する」等の表現へ大きく前進し、衛星GHG観測がGHG排出量の推定手段の1つとして記載された。
- 文部科学省、JAXA は、気候変動の予測精度向上を目指し、水循環変動観測衛星「しずく」（GCOM-W）、気候変動観測衛星「しきさい」（GCOM-C）、日米協力によるGPMコア衛星の観測運用を行っている。また、災害状況把握・地域観測・資源探査の幅広い分野で利用が進んでいる「だいち2号」（ALOS-2）の観測運用を行っている。
- 環境省や文部科学省、JAXA は、「いぶき」（GOSAT）、「いぶき2号」（GOSAT-2）を発展的に継続する温室効果ガス観測センサ（TANSO-3）と、高性能マイクロ波放射計2（AMSR2）を高度化した高性能マイクロ波放射計3（AMSR3）を搭載する温室効果ガス・水循環観測技術衛星（GOSAT-GW）の開発を行っている。
- 総務省や文部科学省、JAXA は、気候変動の予測精度向上を目指し、我が国と欧州が協力して、雲エアロゾル放射ミッション「EarthCARE」を実施し、雲プロファイリングレーダー（CPR）等の開発を行っている。
- 東北大学は民間航空機を用いた定期的な日本上空の大気採取観測を1970年代より継続しており、世界最長の上空における温室効果ガスの観測データとなっている。
- NIES、気象庁等は、世界で極めて不足している上空における温室効果ガスの観測データを飛躍的に増やすことを目的として、世界に先駆け、民間航空機を用いた継続的な温室効果ガスの観測を行っている。
- NIES は観測数が極めて少ないシベリア上空の3カ所で1990年代より定期的な大気採取によって温室効果ガスの観測を継続している。
- NIES は1990年代より太平洋上で民間船舶を活用した洋上大気中の温室効果ガスならびに表層海水中の二酸化炭素分圧の観測を継続し、グローバル・カーボン・プロジェクト（GCP）の年次レポートに大きな貢献をしている。
- 気象庁は、北西太平洋域において50年以上にわたる海洋気象観測船での定線観測を継続し、海洋循環の長期変化、海洋による二酸化炭素の吸収・蓄積、海洋酸性化等の実態を明らかに

してきた。これらの成果は、日本の気象・気候等に関わる海洋変動の継続的監視の重要性を実証したものである。更に、同海域におけるアルゴフロートの展開とその維持等も含め、世界気象機関（WMO）やユネスコ政府間海洋学委員会（UNESCO/IOC）等による全球海洋各層観測調査プログラムの持続的な海洋観測の一翼を担っている。

○総務省においては、極端気象現象の早期捕捉・発達メカニズム解明及び予測技術向上を目的とし、更なる高時間空間分解能化を目指した先端的リモートセンシング技術の研究開発が行われている。高精度化に伴い大容量になった観測データを効率的に公開・分析していくため、機械学習等を使った分析の高度化が進められている。

○気象庁は、気候変動に関する国内外の枠組・施策等のもと、温室効果ガスや成層圏オゾン、日射放射、エアロゾルの光学的特性等の地上からの環境気象観測を継続して実施するとともに、それら観測の精度向上や観測成果に基づく気候変動メカニズム解明等の研究を推進している。

○気象庁や経済産業省、産業技術総合研究所（AIST）は、我が国で唯一、WMO 全球大気監視（GAW）計画の全球観測所に選定されている南鳥島において、温室効果ガスの挙動に影響する関連ガス等の高精度連続観測を行っている。

○文部科学省、海洋研究開発機構（JAMSTEC）は、海洋観測に加え、温室効果ガスや大気汚染物質、植生変動等の観測を周北極域やアジア離島等で実施することで、衛星観測の検証や、気候変動下の地球表層システムと人間活動との相互作用を含む収支解明等の研究を推進している。

○ONIES は北海道落石岬、沖縄県波照間島、富士山頂で温室効果ガスの現場観測を実施しているほか、アジアを中心とした6カ国において定期的な大気採取観測を行い空白域でのデータ蓄積に貢献している。またシベリア6カ所において地上タワーを使った二酸化炭素とメタンの観測ネットワーク（JR-STATION）を展開している。

○国内大学等における研究ネットワーク（日本フラックス研究ネットワーク（JapanFlux）、日本長期生態学研究ネットワーク（JaLTER）、日本及びアジア太平洋生物多様性観測ネットワーク（JBON、APBON））は、生態系の炭素・窒素・水循環機能、生物季節（フェノロジー）、及び生物多様性に対する気候変動や人為影響の解明・予測に関する現地調査・モデル解析等を、国土全域を網羅する多地点の森林、農地、湖沼河川、沿岸において実施している。データや知見は生態系の炭素吸収能の将来変動予測、生物多様性と生態系サービスのアセスメント、衛星観測アルゴリズム検証等に貢献している。またアジア・オセアニア地域の大学や研究機関とも協力して国際ネットワークを形成し、観測や統合的解析、及び能力開発にも貢献している。最近ではネットワーク間連携の促進、及び複数分野の観測を実施する地上観測拠点となる「マスターサイト」の構築にも努めている。

○国際地球観測年以降、南極地域観測統合推進本部のもと、国立極地研究所をはじめとした各研究機関・関係各省庁等の連携・協力により南極地域観測事業が継続的に実施されている。全球的な大型大気レーダー観測網による国際共同観測を主導しての極域大気変動が地球温暖化を含む全球環境変化に与える影響の解明や、氷床コア掘削とその解析による現在と過去の地球システムの変動解明、環境変化に大きく影響される氷床・海氷縁辺での大気-氷床-海洋の相互作用の解明に関する重点研究観測のほか、地の利を生かした地球環境の変化を

検知するモニタリング観測等を実施している。

○気象庁は前述の衛星、地上、船舶及び航空機による観測や気候モデルのシミュレーションに基づき、全国や地方を対象とする気候変動・監視予測情報を提供する他、それらの精度向上・充実に努めている。

また、雪氷圏での大気および積雪中の光吸収性エアロゾルを地上観測・衛星リモートセンシングにより研究的に監視し、地球温暖化を加速する積雪融解プロセスの解明や、モデルを用いた雪氷圏への定量的な影響評価の研究を行っている。

○JAXA は、「全球降水観測計画主衛星」(GPM)や「しずく」(GCOM-W)の観測データによる検証等を通じて、気象・気候モデルの予測精度向上に貢献している。地球の水・エネルギー循環にとって重要な大気潜熱加熱の三次元分布データを TRMM/PR や GPM/DPR の降雨レーダに基づいて作成・提供してきたことで、3次元の降水特性の解明が進み、さらに、DPR 二周波観測により降雨・降雪の判別や降水の粒径分布といった雲降水プロセスに関する情報が得られるようになった。このような知見の活用した雲微物理過程の高度化も、気象・気候モデルの予測精度向上に貢献している。

○環境省・国交省・農水省等による適応策事業「地域適応コンソーシアム事業」に文部科学省の気候変動適応技術社会実装プログラム(SI-CAT)等によって創出された気候変動予測情報が活用されている。

○文部科学省は、統合気候モデル高度化プログラムを通じて気候予測モデルを開発し、第6期結合モデル相互比較プロジェクト(CMIP6)に参画している。この結果は、IPCC 第6次評価報告書等の作成に活用されている。

(2) 地球環境の保全と利活用の両立

○独立行政法人国際協力機構(JICA)とJAXAは、「だいち2号」(ALOS-2)を用いて森林伐採地域の検出や違法伐採を監視するシステム「JICA-JAXA 熱帯林早期警戒システム」(JJ-FAST)を構築した。JICAとJAXAは、「JICA-JAXA 熱帯林早期警戒システム」(JJ-FAST)により森林減少データに簡単にアクセスできるウェブベースシステムを構築。熱帯林を有する77か国を対象に、ALOS-2活用により年間を通じて気候やインフラ整備状況、治安等に関わらず森林の現状把握を監視でき、森林違法伐採の減少の抑止力等で貢献している。また、違法漁業操業対策や農業、インフラ分野等での開発途上地域でのPOCを実施し、JICA-JAXAで連携し同システムを発展させ、さらに活用すべく、検討をすすめている。

○JAXA等が作成している全球マングローブデータが、令和元年(2019年)10月、国連環境計画(UNEP)において公式報告データとして採用された。

○国土地理院は、全球測位衛星システム(GNSS)からの測位信号を、全国約1,300か所に設置した電子基準点において24時間連続でリアルタイムに観測しており、高密度かつ高精度な測量網の構築、広域の地殻変動の監視、位置情報サービスの支援に役立てている。また、「だいち2号」(ALOS-2)の観測データを用いた干渉SAR技術により、地震・火山活動による地殻変動、地盤沈下等の面的な監視を全国で実施している。

○文部科学省、JAMSTECは、「海洋基本計画」(平成30年(2018年)5月15日、閣議決定)等を踏まえ、近年、地球温暖化の影響が最も顕著に現れている北極域において、太平洋側北極海を中心に継続的にデータの取得を推進し、酸性化の進行や生態系の変動、化学物質の循環等の海洋環境の実態把握、それらの現象と海水の振る舞いと相互作用等の理解を進める

ことにより、北極域の環境変動に係る将来予測の不確実性を低減するための取組を行っている。

- 文部科学省、JAMSTEC は、SDGs 等の国際的な取組を踏まえ、WMO や UNESCO/IOC 等による持続的な全球観測網の構築・維持に寄与するべく、北太平洋、インド洋、南大洋での船舶定線観測、係留ブイ観測、自動昇降型漂流ブイ（アルゴフロート等）観測を実施し、海洋環境の現状把握とその動態のメカニズム解明を進めている。
- 環境省や文部科学省、JAMSTEC 等は、令和元年（2019 年）6 月の G20 大阪サミットで共有された、共通の世界のビジョンとして 2050 年までに海洋プラスチックごみによる追加的な汚染をゼロにまで削減することを目指す「大阪ブルー・オーシャン・ビジョン」等を踏まえ、海洋プラスチックごみの汚染の影響や動態の把握を進めている。
- 文部科学省、JAMSTEC では全球海洋環境変動の把握のため、観測データ解析や観測データ統合を通じて、知見の充実を進めると共に、ウェブページ等を通じてデータを公開している。
- 北極域における環境変動と海洋生態系変動の把握について、JAMSTEC 及び北海道大学は、2018 年に署名された「中央北極海無規制公海漁業防止協定」に定められている国際的な協同調査計画策定のために太平洋側北極海で進行している海洋環境と海洋生態系変化に関するモニタリングとそこで得られた科学的な知見の提供を行っている。今後も水産庁及び水産教育・研究機構と連携しつつ、同協定に関して行われる科学的活動に貢献していく。
- 衛星写真や航空画像によるリモートセンシングを活用して画像解析を行う一方で、全国の研究機関・大学等の有識者の協力も得ながら現地調査も並行して実施し、現存植生図やサンゴ礁分布図、藻場分布図等の作成を進めている。また、このような取組の成果は、日本国内における各種施策立案や環境アセスメント等への活用にとどまらず、「アジア太平洋生物多様性観測ネットワーク（APBON）」や「アジア・オセアニア地球観測に関する政府間会合（AOGEO）」を通じてアジア太平洋地域の有識者や保全団体等と共有することにより、アジア太平洋地域における生態系・生物多様性の現状把握や保全活動の推進に寄与している。

（3）災害への備えと対応

- 災害管理活動のための宇宙技術を基盤としたプラットフォームとして開発が進められている「センチネル・アジア」が、国連防災機関（UNDRR）が発行する「国連世界防災白書 2019 (Global Assessment Report 2019)」に掲載された。センチネル・アジアは JAXA が主導しており、アジア太平洋地域の災害対応に資するため、陸域観測技術衛星 2 号「だいち 2 号」(ALOS-2) 等の衛星による災害地域の観測及び画像の提供や、観測画像の解析により得られた被害地図等の災害情報を提供・共有する活動を行っている。
- 文部科学省、JAXA は、我が国の防災・災害対策等を含む広義の安全保障(安全・安心)、農林水産業、国土管理等に貢献する、広域かつ高分解能で観測可能な先進光学衛星 (ALOS-3) の開発を行っている。また、超広域の被災状況の迅速な把握や、地震・火山による地殻変動等の精密な検出のため、「だいち 2 号」(ALOS-2) で培った、天候・昼夜を問わず観測可能な広域・高分解能レーダセンサ技術を発展させた先進レーダ衛星 (ALOS-4) の開発を行っている。
- 気象庁は、平成 27 年（2015 年）7 月にひまわり 8 号の運用を、平成 29 年（2017 年）3 月にひまわり 9 号の待機運用を開始した。8・9 号になって、空間解像度が上がり、波長についてもバンドを多く持つようになった。これらのデータは、防災や地球環境の監視の強化に

役立っている。

- 総務省や国土地理院、海上保安庁は、平成 31 年（2019 年）の科学技術・学術審議会が関係大臣に対して建議した「災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画（第 2 次）の推進について」趣旨に沿い、航空機 SAR を利用した観測や次世代航空機搭載 SAR の開発、航空機による定期巡回監視等を行っている。
- 文部科学省、防災科学技術研究所（NIED）は、陸域・海域で発生する地震・津波・火山をリアルタイムで観測する大規模な観測網を構築・運用している。これにより、地震や津波等を早期かつ精度よく検知し、関係機関に観測データを提供することで、地震調査研究や津波警報、緊急地震速報等に活用されている。
- 海上保安庁、JAMSTEC 等は、船舶による地殻変動観測や海底下構造調査を実施し、取得したデータを地震発生メカニズムの理解や地震動予測、津波発生および津波浸水被害予測等に役立てている。こうした活動を踏まえて、プレート固着の現状把握及び推移予測を進めている。
- 総務省においては、災害時航空機 SAR 観測運用スキーム（内閣府（防災担当主導））に基づく緊急観測を実施し、関係機関にその画像データを提供するとともに、画像閲覧システムによって Web 上から確認できる体制こう構築している。
- 総務省においては、極端気象現象の早期捕捉の取り組みとして、局地的大雨（いわゆるゲリラ豪雨）の早期探知システムを開発し、自治体との実証実験を実施している。さらに、戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）レジリエントな防災・減災機能の強化「豪雨・竜巻予測」参画メンバーと共に一般公募した 2000 人や屋外イベント主催者へ豪雨の直前予測情報をメールで通知する実証実験を実施している。また、地上デジタル放送波を用いた水蒸気量観測による豪雨予測精度の向上に関する取り組みでは、民間企業と連携した水蒸気観測データのサービス化に向けた首都圏を中心に観測ネットワークの整備を実施している。
- 気象庁は衛星、地上、船舶等による観測を着実に実施している。特に、平成 27 年（2015 年）7 月に運用を開始したひまわり 8 号及び平成 29 年（2017 年）3 月に待機運用を開始したひまわり 9 号は、空間解像度が上がり、波長についてもバンドを多く持つようになり、防災対応能力の強化に貢献している。
- JAXA は気象庁とのデータ交換協定の下、「しずく」（GCOM-W）や「全球降水観測」（GPM）、「しきさい」（GCOM-C）等の衛星データを定常的に提供し、気象庁が実施する数値気象予報や災害情報の精度向上に貢献している。
- JAXA は内閣府（防災）との衛星画像利用に関する取り決め協定の下、防災の指定行政機関等のユーザに対し、災害発生時に「だいち 2 号」（ALOS-2）等による緊急観測の実施と観測画像や災害情報の提供、平時には防災用地図情報システムや防災訓練への衛星地図等の提供などを実施した。また、センチネルアジアや国際災害チャータの国際的な枠組みを通じて、世界の防災活動にだいち 2 号（ALOS-2）等による緊急観測の実施およびデータ提供を通じて、国内だけでなく世界の減災活動を支援している。
- JAXA は複数衛星の降水観測データを統合して作成する全球降水マップ（GSMaP）に、新たに予測技術を導入することで、ほぼ実時刻の全球の雨情報提供を実現した。また、12、24、72 時間積算降雨量情報を追加することで、自治体の災害状況把握と避難判断等への活用

を推進した。GSMaP は世界に向けてリアルタイムで提供され、地上観測が不足しているアジアを中心に多くの国々の気象・防災機関などによる現業利用が進み、社会インフラとしても定着しつつある。

○JAXA は複数枚の「だいち2号」(ALOS-2) の観測データを活用して河川堤防、港湾、空港などのインフラの微小な変位を検出する技術を開発し、実際の河川堤防や港湾で変位計測により同技術の有効性を実証した。この結果、公共事業での利用のために国土交通省の新技術情報提供システム(NETIS)において同技術が登録された。さらに、代理店を活用して同技術を広く普及展開することで、社会実装を推進した。行政の期待は高く、国土交通省ではインフラの維持管理要領への同技術活用の盛り込みを視野に入れて各地方整備局や地方自治体に技術紹介を行う等、将来の利用定着化に向けた取組が加速している。

○JAXA は火山活動の把握における「だいち2号」(ALOS-2) 観測データの利用推進を進めた結果、気象庁において「だいち2号」(ALOS-2) 観測データが火山活動による地殻変動の判断材料として活用され、恒常的な火山監視における実利用・定常利用が定着した。具体的には、日本全国の活火山(全111火山)について、「だいち2号」(ALOS-2) 観測データに基づく地殻変動の状況が火山噴火予知連絡会に報告・公表されており、中長期的に火山活動を把握するための情報として活用されている。また、火山活動の状況に応じて警戒が必要な範囲や防災機関・住民等のとるべき防災対応の指標となる「噴火警戒レベル」の判定基準において、「だいち2号」(ALOS-2) 観測データの解析が火山活動による山体膨張の評価手段として追加され、噴火警戒レベルの設定・運用に役立てられている。また、国土地理院により国土全域について定常的に SAR 干渉解析が実施されるとともに、地震や火山活動に伴う顕著な地殻変動については地理院地図で公開されている。

(4) 食料及び農林水産物の安定的な確保

○水産庁は、平成30年(2018年)6月に閣議決定された「水産政策の改革について」や同年12月の漁業法改正等を踏まえ、資源評価対象魚種の拡大や資源管理の高度化を実現するための調査体制の強化を進めている。

○農林水産省は、気候変動の農業への影響を解明し、安定的な食料供給のための気候変動適応策等を提示するため、農業生態系における、熱環境と高温障害等発生時の生産性、炭素循環と温室効果ガスフラックスのモニタリングを行うとともに、温室効果ガス排出量の算定の精緻化、温暖化緩和技術の適用による排出削減量等の評価を行い、気候変動に係る適応と緩和を両立させる農業技術の開発に向けた取組を進めている。また、森林の動態やCO₂フラックス等の長期現地観測を行い、森林・林業への気候変動影響評価技術と森林の温室効果ガスの吸収源及び貯蔵庫としての機能の持続的発揮技術の高度化に取り組んでいる。

○REDD+で問題となっている森林劣化の主な原因である択伐を監視する観測手段としてステレオ視可能な高解像度衛星画像があるが、この監視手法は研究段階である。また時系列の光学衛星データ、合成開口レーダなどを利用して森林の変化を捉える手法は、広域の森林管理における森林の伐採、植栽、成長や、大型台風による風倒や土砂災害モニタリングに応用可能であるが、これらは研究開発途上である。

○水産庁は、太平洋および我が国周辺海域を対象とした海況予測システム(FRA-ROMS)による表・中層の水温や流れの約2ヶ月先までの予測値に基づいて、サンマやスルメイカ等の水産

資源に関する長期漁海況予報を水産研究・教育機構と協力して公表している。

- 地球表層と人間活動との相互作用の把握について、文部科学省、JAMSTEC は、HF レーダーによる津軽海峡の表面流速観測値を漁業活動や防災に有益な情報として準リアルタイムで発信し、漁業者を中心とするユーザーとの意見交換を通じて、その手法を逐次改良している。また、地元市民向けの報告会等を毎年実施している。
- 東北マリンサイエンス拠点形成事業において、東北地震被災地の漁業者や自治体等へ研究情報を展開している。瓦礫分布情報は、今後の瓦礫掃海事業の継続計画や漁場選定に活用されている。
- JAXA は、ASEAN 諸国の主要作物であるコメの作柄情報について ASEAN 各国及び AFSIS (ASEAN+3 Food Security Information System) と協力し、農業気象情報と各国の農業統計担当組織からの情報を取りまとめ、JJ-FAST の中間生成物を用いたアジア地域での稲作の生育状況把握のプロジェクトを展開して各国と共有するとともに、G20 イニシアチブである AMIS (Agricultural Market Information System) 及び GEOGLAM (GEO Global Agriculture Monitoring) にその情報を提供し、世界的な食料安全保障リスク把握への利用を推進している。本取組みは日本政府の SDGs アクションプラン 2019 にも掲載された。
- JAXA が開発したソフトウェアである JASMIN (JAXA's Satellite based Monitoring Network system for FAO AMIS Market Monitor) の利用推進を進めた結果、日本農業新聞における東南アジアのコメ生育状況の記事において、JASMIN の農業気象データや水稻作況状況データが活用されるようになった。

(5) 総合的な水資源管理の実現

- JAXA と東京大学が連携し、衛星データと連携した陸面シミュレーション・システム (Today's Earth) を開発・公開した。本システムは全球 50km (河川情報は 25km) 及び日本域 1km の解像度を有し、河川水位や氾濫面積などを推定し、洪水予警報に役立てる取り組みが進んでいる。特に日本域については、内閣府 SIP-II (戦略的イノベーション創造プログラム) などの活動を通じて予測情報を含めたデータ提供を行う計画であり、日本における防災・減災への貢献を目指している。
- 文部科学省と東京大学は、電力会社と協働し、DIAS において、洪水リスクの軽減と水力発電効率の向上を目的とした、水災害と水利用の課題解決に資するシステムの開発を行っている。

(6) エネルギー及び鉱物資源の安定的な確保

- 経済産業省は、我が国のエネルギー・資源の安定供給のため、石油等の資源の遠隔探査を主要な目的として宇宙実証用ハイパースペクトルセンサ「HISUI」の開発を行っている。令和元年 (2019 年) 12 月に国際宇宙ステーションの「きぼう」日本実験棟へ取付けられ、今後観測を行う予定である。

(7) 健康に暮らせる社会の実現

- 文部科学省と東京大学は、DIAS において、南部アフリカ地域におけるマラリア患者数データと JAMSTEC が作成する気候変動予測データを蓄積、統合解析し、「マラリア感染予警報システム」を構築し、マラリア流行予測情報を現地行政機関等に配信している。
- 外務省は、令和元年 (2019 年) 2 月に開催された国連宇宙空間平和利用委員会 (COPUOS) 科

学技術小委員会第 56 会期に設置された「宇宙とグローバルヘルス WG」において、JAXA、国立国際医療研究センター（NCGM）及び NIES から専門家が出席し、地球観測衛星を用いたグローバルヘルスについての取組を積極的に発信した。

（8）科学の発展

- 国土地理院は、国際的な位置の基準である国際地球基準座標系（ITRF）の構築・維持を目的として、全球統合測地観測システム（GGOS）の下で世界各国と協働して超長基線電波干渉法（VLBI）や GNSS による観測を行い、国連総会で決議された「地球規模の測地基準座標系（GGRF）」の維持に貢献している。観測成果は、我が国における国家座標の基準となっているほか、うるう秒適用の参考となる地球自転速度変化の把握、プレート運動の把握等に役立っている。
- 我が国の北極域研究のナショナルフラッグシッププロジェクトである北極域研究推進プロジェクト（ArCS：Arctic Challenge for Sustainability（代表機関：国立極地研究所、副代表機関：海洋研究開発機構・北海道大学））において、社会一般や北極問題に関心を持つステークホルダーへ研究成果が発信されている。
- JAXA は、「熱帯降雨観測衛星」（TRMM）、「全球降水観測計画主衛星」（GPM）、「しずく」（GCOM-W）、「しきさい」（GCOM-C）等の複数衛星による長期の観測データを活用し継続的に長期データセットを構築している。本データセットは気候変動のトレンドの検出にも利用可能な水準に達しており、気候変動研究（ArCS 等）に役立terようになってきている。これらの長期データセットは、国内外の大学や研究機関において、北極域における気候変動研究や水循環メカニズムに関する研究、温室効果ガス排出に関する研究等の様々な分野で利用され、世界水準の成果が出ている。

2. 共通的・基盤的な取組

- 文部科学省は、平成 18 年（2006 年）から、世界に先駆けて、地球観測・予測情報を効果的・効率的に組み合わせる新たな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）」を開発している。DIAS は、地球環境情報プラットフォームとして、我が国で実施される地球観測のデータ・メタデータを収集するとともに、国内外の大学、研究機関、政府、地方自治体、国際枠組等の多くのユーザーによる地球観測・予測情報を用いた研究開発等を支え、気候変動・水課題を中心に国内外の社会課題解決に資する成果例を創出している。
- 経済産業省では、政府衛星データのオープン&フリー化及びデータ利用環境整備事業を実施しており、平成 31 年（2019 年）2 月に、政府衛星データを利用した新たなビジネスの創出を目的とした、衛星データプラットフォーム「Tellus」の運用が開始された。Tellus には、衛星データに加え、気象、人流などの地上データが順次搭載されている。多様な衛星データと地上データを組み合わせることで、産業の裾野拡大及び様々な社会課題解決への寄与が期待される。
- 農林水産省においては、平成 31 年（2019 年）4 月に農業・食品産業技術総合研究機構（NARO）を運営主体として農業データ連携基盤「WAGRI」の運用を開始し、また気候変動の影響評価について、平成 28 年（2016 年）8 月に環境省では気候変動適応情報プラットフォーム「A-PLAT」の運用を開始するなど、それぞれのニーズや目的に応じたデータ基盤が運用されてき

ている。

○気象庁は、WMOのもと、平成2年（1990年）から温室効果ガス世界資料センター（WDCGG）を運営しており、温室効果ガスに関する唯一の世界データセンターとして、世界各国からの観測データを収集・解析し、提供している。

「地球観測推進部会」における本件に関する審議の経過

第2回 令和元年7月29日

- ・衛星による地球観測の取組状況についてヒアリング
- ・フォローアップの進め方について審議

第3回 令和元年9月13日

- ・関係省庁、大学の取組状況についてヒアリング

第4回 令和元年11月29日

- ・日本学術会議「地球観測将来構想小委員会」よりヒアリング
- ・骨子案について審議

第5回 令和2年4月9日

- ・中間とりまとめ案について審議

科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会 地球観測推進部会 委員名簿

- ◎小池 俊雄 国立研究開発法人土木研究所 水災害・リスクマネジメント国際センター
センター長
- 春日 文子 国立研究開発法人国立環境研究所 特任フェロー
- 赤松 幸生 国際航業株式会社 取締役
- 岩谷 忠幸 特定非営利活動法人気象キャスターネットワーク 副代表/事務局長
- 上田 佳代 京都大学大学院地球環境学堂 環境健康科学論分野 准教授
- 浦嶋 裕子 MS&AD インシュアランスグループホールディングス株式会社
総合企画部 サステナビリティ推進室 課長
- 河野 健 国立研究開発法人海洋研究開発機構 地球環境部門 部門長
- 三枝 信子 国立研究開発法人国立環境研究所 地球環境研究センター センター長
- 佐藤 薫 東京大学大学院理学系研究科 教授
- 神成 淳司 慶應義塾大学環境情報学部 教授
- 関根 正人 早稲田大学理工学術院 教授
- 高村 ゆかり 東京大学未来ビジョン研究センター 教授
- 舘 和夫 前国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構 第一宇宙技術部門 理事補佐
- 中北 英一 京都大学防災研究所 教授
- 中田 薫 国立研究開発法人水産研究・教育機構 理事
- 堀 宗朗 国立研究開発法人海洋研究開発機構 付加価値情報創生部門 部門長
- 武藤 めぐみ 独立行政法人国際協力機構 地球環境部 部長
- 村岡 裕由 岐阜大学流域圏科学研究センター 教授
- 六川 修一 東京大学大学院工学系研究科 教授
- 若松 健司 一般財団法人リモート・センシング技術センター
ソリューション事業第一部 部長

◎：部会長 ○：部会長代理
令和2年4月現在