

地球観測の推進戦略の
見直しに向けた
我が国の地球観測の
取組状況についての報告

平成 25 年 8 月
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

はじめに	1
1. 現状認識	2
1. 1 地球観測の重要性及び観測の推進戦略について	2
1. 2 総合科学技術会議における推進戦略の見直しの検討について	2
1. 3 地球観測推進部会の対応について	3
2. これまでの取組について	4
2. 1 これまでの成果について	4
(1) 戦略的な重点化の成果	4
(2) 地球観測システムの統合化	7
2. 2 今後の地球観測において強化・展開すべき課題	8
3. 「推進戦略」の策定後の状況変化について	10
3. 1 社会状況の変化	10
3. 2 科学技術、技術革新の進展	11
3. 3 国際動向	12
4. 取組にあたっての重要な観点	15
4. 1 基本認識	15
4. 2 地球観測の在り方	15
4. 3 データの統融合及び利活用の推進	17
4. 4 観測基盤の維持及び長期的な観測の推進	18
4. 5 地球観測に関する国際的な取組戦略	19

はじめに

平成 16 年に「地球観測の推進戦略」(以下、「推進戦略」という。)が総合科学技術会議本会議において関係大臣に対する意見具申として決定されてから 9 年が経過した。

これまでの間に、課題の解決を通じて社会に貢献する地球観測の推進、府省連携による長期観測態勢の整備、データの統融合による地球観測データの多面的な利用の促進、国際的な連携の強化による科学技術外交の進展など、様々な面で、推進戦略は着実に成果をあげてきた。

他方、この間の技術革新の動きはめざましく、情報技術の飛躍的な進歩により社会の情報化が進展し、最近ではビッグデータの可能性に注目が集まっている。科学に対する社会の期待も変化し、平成 23 年に科学技術基本計画が改訂され、持続的な成長と社会の発展の実現や我が国が直面する重要課題への対応などが明記された。また、海洋基本計画、宇宙基本計画、防災基本計画など地球観測に関連する分野の基本計画が制定、改正されている。

また、国際社会に目を移せば、2015(平成 27)年に終了する地球観測システム(GEOSS)10 年実施計画の着実な進捗が確認されるとともに、GEOSS の 2015 年以降の発展的継続についての議論が進んでいるほか、フューチャー・アースのような新しい国際的なイニシアチブも具体化に向け検討が行われている。

このような国内外の社会情勢や技術革新等の状況変化に背景にして、総合科学技術会議においては、平成 24 年 12 月、「地球観測の推進戦略」の見直しの検討に向けた実施状況のレビューを行うことを決定し、文部科学省 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(以下「本部会」という。)が、過去 8 年の取組に対する報告を行うこととなった。

これを受け、本部会では、本報告書において、これまでの成果や課題をまとめるとともに、地球観測の視点から考慮する必要のある状況変化等を整理し、これらを踏まえつつ、レビューにあたっての重要な観点等を取りまとめた。

地球温暖化による影響が顕在化し、また地震や気象災害が頻発する中、これらを把握し、対応を検討するための基盤となる地球観測の重要性はますます増大している。地球観測は、これらの影響把握や対策立案のため、長期的な視点をもって、時には国際協力を通じて、多くの関係者の協力の下に進められるものである。また、9 年前がそうであったように、国際的な GEOSS の動きに対応し、10 年実施計画の検討において、我が国が主導的な立場をとるためにも、国内の地球観測態勢をより強固なものとし、発展させていくことが求められている。

本報告が、より効率的で効果的な地球観測の在り方の検討の礎になることを期待する。

1. 現状認識

1. 1 地球観測の重要性及び観測の推進戦略について

地球観測¹⁾は、地球の現状や将来の予測に対する包括的な理解のための基礎情報を提供し、地球温暖化をはじめとする地球環境変動の監視・検出や影響予測等の地球環境問題への対応、気象・海象の定常監視、自然災害の監視、地理情報の整備、資源探査・管理、地球科学的な知見の充実等に貢献するものであり、その重要性は広く認識されている。

平成 15 年 7 月に開催された地球観測サミット(米国・ワシントン D.C.)で、「地球観測に関する 10 年計画(以下、「GEOSS10 年計画」という。)の策定を盛り込んだ「地球観測サミット宣言」が採択されたことを受け、地球観測を推進するための我が国の取組方針として、平成 16 年 12 月、「地球観測の推進戦略」(以下、「推進戦略」という。)が、総合科学技術会議において決定され、関係大臣に対する意見具申がなされた。推進戦略においては、今後 10 年程度を目処として戦略的に取り組むべき重点課題・事項等がとりまとめられた。これに基づき、関係府省庁・機関の緊密な連携・調整の下に、我が国における地球観測の毎年度の実施方針を策定するなど、地球観測を総合的に推進するための組織として、文部科学省 科学技術・学術審議会 研究計画・評価分科会の下に、本部会が平成 17 年 2 月に設置された。

政府が長期的視野に立って体系的かつ一貫した科学技術政策を実行するために策定する「科学技術基本計画」(以下、基本計画という。)においても地球観測の重要性は認識されており、第 3 期基本計画(平成 18 年 3 月閣議決定)分野別推進戦略では環境分野の推進方針として『「地球観測の推進戦略」に従い、総合的地球観測システムの構築に向けて、省庁横断的な取組が必要であり、各国の活動とも連携して、GEOSS10 年実施計画の実施を目指す』とされている。また、第 4 期基本計画(平成 23 年 8 月閣議決定)においても、『地球観測、予測、統合解析により得られる情報は、グリーンイノベーションを推進する上で重要な社会的・公共的インフラであり、これらに関する技術を飛躍的に強化するとともに、地球観測等から得られる情報の多様な領域における利用を促進する』と記述されており、地球観測の政策的重要性が明確に示されるとともに我が国として重点的に推進すべき取組に位置づけられている。

1. 2 総合科学技術会議における推進戦略の見直しの検討について

推進戦略においては、総合科学技術会議は『実施方針とそれに基づく事業の進捗状況について科学技術・学術審議会からの報告を受けるとともに、必要に応じて関係府省・機関からも報告を受けて総合的な評価を行うこと等により、統合された地球観測システムの運用状況をフォローする。このような総合的な評価及び国内外の動向を踏まえて、「地球観測の推進戦

¹⁾「推進戦略」においては、「地球観測」を「地球環境変動の監視・検出や影響予測等の地球環境問題への対応、気象・海象の定常監視、自然災害の監視、地図作成(地理情報の整備)、資源探査・管理、地球科学的な知見の充実等を目的として、大気、海洋、陸域及び地球内部の物理・化学的性状、生態系とその機能に関する観測を行うものであって、全球を観測対象とするもの、または地域を観測対象とするが全球の現象に密接に関係するもの」と定義した。地球観測の目的からして、「地球観測データ」には、これらの自然科学的なデータだけでなく全球的な社会経済データも含まれると考えられる。

略」の見直しを必要に応じて行うものとする。』と規定している。

総合科学技術会議においては、推進戦略策定から 8 年が経過し、国内外の社会情勢や技術革新等の状況変化が生じていることに鑑み、「科学技術政策担当大臣等と総合科学技術会議有識者議員との会合」(平成 24 年 12 月 27 日開催)において推進戦略の見直しについて取り上げ、本部会からの過去の取組全体に対する報告を受けて、推進戦略の見直しを検討することとされた。

1. 3 地球観測推進部会の対応について

上記の経緯を踏まえ、本部会においてはこれまでの我が国の取組全体の報告として、総合科学技術会議による総合的なレビューに資する観点から、これまでの成果や課題をまとめるとともに、推進戦略の策定以降の技術革新や国内外の状況変化について地球観測の視点から考慮する必要のあるものを整理し、これらを踏まえつつ、取組にあたっての重要な観点等についてとりまとめた。なお、総合科学技術会議において毎年度の取組についてフォローアップを行っていることから、個別分野の成果等の網羅的な報告はこれらに譲ることとし、本報告では、これまでの 10 年の成果を概括するとともに、次の 10 年も見据えて、今後の戦略を検討する上で特に重要と考えられるものを取り上げることとする。

2. これまでの取組について

本部会においては、地球観測に対する利用ニーズや国際的動向を的確に踏まえ、関係府省・機関の緊密な連携・調整の下、俯瞰的な観点から地球観測の広い領域に取り組むため、推進戦略に沿って毎年度「地球観測の実施方針」(以下、「実施方針」という。)を策定し、これに基づき関係府省・機関が立案した計画を「地球観測の実施計画」(以下、「実施計画」という。)にまとめている。これらをもとに、連携拠点の設置やデータの利用と共有の促進に向けた取組が開始されるなど、府省・機関にまたがる司令塔として、本部会は重要な役割を果たしてきた。

また、前章で指摘したとおり、推進戦略の実施状況は、毎年度、実施計画に基づく地球観測等事業の進捗状況のフォローアップとして、総合科学技術会議において、統合された地球観測システムの運用状況のフォローが行なわれてきた。

毎年度のフォロー状況を振り返ると、府省連携等や各省の努力により観測が維持され、観測データの提供や公表、そして観測データの統合・融合に向けた取組が進むとともに、国際貢献も進展していることが見て取れる。他方、課題としては、長期的な観測態勢の構築、観測システムの更新の必要性が掲げられているほか、観測データの提供、公表が進むのに伴い、より一層のデータ統融合、積極的な情報発信、課題解決への貢献の必要性が指摘されている。

個別分野毎の成果等の網羅的な報告は、この毎年度のフォローアップに譲ることから、ここでは、推進戦略に示された重点化の観点を踏まえ、これまでの10年の成果を概括することとする。

なお、地球観測においては、観測対象が地球温暖化をはじめとして中・長期的に変化する事象を含むことから、数々の中・長期的な観測データを組み合わせることによる現象の解析、予測のためのより確度の高いモデルの構築や改良のような長期的な成果を目指した取組が多く行われている。本報告書では掲載されていないが、このようないわば進行中の取組から今後更なる成果が創出され、顕在化している課題解決への貢献が期待される。

2. 1 これまでの成果について

(1) 戦略的な重点化の成果

推進戦略は、①国民の安心・安全の確保、②経済社会の発展と国民生活の質の向上、③国際社会への貢献の3点を踏まえ、国として喫緊に対応すべきニーズを明確にした上で、ニーズに的確にこたえ得る重点的な取組を戦略的に行うことが必要であるとの認識のもと、取り組むべき課題・事項として、(i) 地球温暖化に関わる現象解明・影響予測・抑制適応、(ii) 水循環の把握と水管理、(iii) 対流圏大気変化の把握、(iv) 風水害被害の軽減、(v) 地震・津波被害の軽減をあげている。

この10年間、これらの課題・事項に対して様々な取組がなされてきたところであるが、その

間に、成果の国民への還元が社会的に強く要請されるようになった。これを踏まえ、本項では、上記①～③の観点から、どのような成果をあげてきたのかレビューを行った。

(詳細は別添1を参照。各文末の括弧内の記述は、取り組むべき課題との対応を示す。)

○ 国民の安心・安全の確保

この10年間の間に、衛星をはじめとする観測体制が整備され、データの提供が定常的に行われるようになったことから、データ利用機関による地球観測データの利用が進み、国や自治体の施策への反映や国民への情報提供を通じて、自然や人間活動が引き起こすリスクの低減や、地球環境の包括的な観測・監視及び自然災害被害の軽減、危機管理に貢献している。具体的には、以下のような成果が得られた。

- ・東日本大震災等の大規模自然災害・復興状況について、内閣府をはじめとした国内外の防災機関へのデータ提供体制が整備され、定常的に人工衛星観測データが災害状況把握に利用されるようになった。(iv)、(v)
- ・海氷、海面水温、水蒸気、降水、土壌水分などで継続的観測が可能となり、水循環変動・気候変動における総合的な理解が大きく進展し、気象予報や洪水予測の精度向上が図られた。(i)、(ii)、(iv)
- ・新しい雨量観測網の構築により、集中豪雨や局所的な大雨(いわゆるゲリラ豪雨)の観測強化が図られ、河川管理・防災活動等への活用が進められている。(iv)
- ・衛星観測や航空機等を活用した現地観測を含む、空・陸・海洋の観測データの組み合わせにより、全球規模での二酸化炭素吸排出量の定量的把握が可能となった。これらのデータを活用した気候変動予測の精度が向上したことで、将来のより効果的な地球温暖化対策の政策立案等への貢献が期待される。(i)、(iii)
- ・海洋観測及び数値予測による温室効果ガスの増加に伴う海洋環境の変動が、我が国の社会に与える影響の定量的な評価が進んだ。(i)
- ・北極におけるオールジャパンによる地球観測活動が本格的に開始され、地球温暖化の把握や北極海航路の利用可能性評価に貢献している。(i)
- ・地上・衛星観測データを組み合わせることにより、紫外線予測分布の一般向けのホームページでの提供がはじまり、国民の紫外線対策に貢献している。(その他)
- ・位置情報の整備や地殻変動の監視により、地震・火山噴火の仕組みの解明や防災・減災に貢献している。(v)

○ 経済社会の発展と国民生活の質の向上

観測体制の整備とデータ提供の定常化は、気象予報、海氷監視、農業、漁業等の現業分野における観測データの利用の拡大にも寄与している。数値天気予報や海氷状況把握、漁海況情報等などへの現業利用が進んだほか、穀物需給動向分析や大陸棚調査といった新しい分野への貢献も進展し、経済社会の発展や国民生活の質の向上に貢献している。具体的

には、以下のような成果が得られた。

- ・衛星観測データの現業利用が継続・進展し、数値天気予報・台風解析・海氷状況把握、北極海航路数値予測等の気象・気候サービス、海洋監視等の幅広い分野で利用が進められている。(iv)、(その他)
- ・衛星観測による土壌水分データが、農林水産省の海外食糧需給レポートにおいて穀倉地帯の干ばつ状況の客観的な比較情報として定常的に利用されるようになり、世界の主要穀物等の需給動向と見通しの分析に貢献している。(その他)
- ・衛星観測による海面水温等のデータが、漁海況情報作成に定常的に利用され、漁船の操業の効率化に貢献している。(その他)
- ・海底地形・地質等の観測データをもとにした大陸棚の延長申請が平成 24 年に認められ、我が国の海洋権益の拡充に貢献した。(その他)

○ 国際社会への貢献

我が国の地球観測能力を生かした観測により、違法伐採監視や自然災害による被害状況の把握など、アジア太平洋諸国を中心とした世界各国における社会的課題の解決に貢献してきた。また、世界的な海洋ブイ観測網をはじめ、地球観測データや解析結果を提供する観測・情報ネットワークシステムである GEOSS の構築など、国際的な観測網・データネットワークの構築にも貢献をしている。このように、我が国は国際協力の推進を通じて、国際社会における役割を果たし、持続可能な社会の構築に貢献してきた。このような貢献は国際的にも評価されており、「科学技術外交」のツールとしての地球観測の一層の推進が求められる。

- ・我が国の気象衛星が世界気象観測網の一翼を担い、30 年以上にわたって、特に東アジア・西太平洋の各国へ衛星画像を提供し、各国の防災対応等に貢献している。(iv)
- ・世界の雨分布速報や画像などの衛星データに、地理空間情報を組み合わせることで、途上国等の水文情報が乏しい地域における洪水警報の構築や干ばつ監視・予測、氷河融解による洪水予測等に貢献している。(i)、(ii)、(iv)
- ・全球地球観測システム(GEOSS)のデータベースに、衛星、海洋、地上観測のデータやそれらを活用した予測結果等を提供し、世界全域を対象とした包括的なデータ共有システム作りに貢献している。(i)～(v)
- ・衛星による農業監視活動により、世界の食料価格安定化への貢献が期待される。(その他)
- ・国際災害チャーターやセンチネルアジアの枠組みを利用して、衛星観測データの提供を行い、アジアや世界各地の自然災害の被害状況の把握、復興計画等の立案に利用された。(iv)、(v)
- ・衛星データの活用により、ブラジル・アマゾンにおける森林の違法伐採の抑制や各地の世界遺産管理、湿地帯管理に貢献している。(その他)
- ・全球気候観測システム(GCOS)の基準地上放射観測網の構築へ貢献するとともに、衛星観

測データや地球温暖化予測モデルの検証、地球放射収支の見積もりに貢献した。(i)

- ・衛星により観測した全球 3 次元地形の無償提供により、世界各国における地形評価に活用された。(その他)
- ・各国が打ち上げる複数衛星により全球を観測する衛星コンステレーションを構築するため、地球観測衛星委員会(CEOS)において我が国が主導的な役割を果たした。(i)、(ii)、(iv)

(2) 地球観測システムの統合化

地球観測においては、衛星、船舶、航空、海洋、地上観測データ等の異なる手法で得られたデータの統合化や、観測とモデルの統合化、さらには、これに社会・経済データ、地理空間情報等の様々な情報を融合することによって新たな知見を創出することが期待される。これを効果的・効率的に成し遂げるには、関係府省・機関、更には国際的な観測枠組みとの連携・協調が重要であり、これまで以下のような取組が実施されてきた。(詳細は別添2を参照)

○ 連携拠点等の設置：

連携拠点は、国内外の観測ニーズと進捗状況等に関する情報の集約や実施計画を作成し、関係府省・機関間の連携を推進するなど緊急の課題に機動的に対応できる体制を確保することで、地球観測活動を効果的・効率的に推進することを目的としたものである。推進戦略の策定をきっかけとして平成 18 年に環境省・気象庁を中心として「地球温暖化分野に関する連携拠点」が設置された。また「地震・津波・火山分野」においては、既存の枠組みの下、関係機関での連携が進められている。

なお、連携拠点以外にも、海洋生態系、陸域炭素循環、北極域、生態学などの分野で、関係府省・機関の間で、観測計画の立案、データの相互利用等をはかることで、利用者のニーズに合わせた効果的、効率的な観測を行っている。

また、関係機関が既存の施設や観測設備を共用したり、国際協力や民間活力を活用したりすることで、定常観測では実施していない観測項目や広域の観測を行うことを可能としている。

○ データの共有と利用の促進

課題解決型の地球観測の推進には、観測データの体系的な収集、合理的な管理、データの統合や情報の融合が重要である。上記のような関係府省・機関の連携による観測の推進に加えて、データの共有、統融合を促進するため、次のような取組が開始されている。

データベースの連携、データ利用者の利便性の向上のためのデータ・メタデータの統合化に向けた取組と、それを活用した農業、健康、水循環及び生態系等、異なる分野の連携を進める糸口として、地球観測関係機関で取得された地球観測データのメタデータの収集や地理空間情報等の基盤となるデータの整備が進んでいる。このような取組としては、文部科学省のデータ統合・解析システム(DIAS)、国土交通省／国土地理院の地球地図、経済産業省／産業技術総合研究所の GEO Grid がある。

また、国際的な取組としては、全球地球観測システム(GEOSS)があり、データネットワークを構築することでデータの利用促進をはかり、水分野や生物多様性、森林炭素、食糧安全保障等の分野で、アジア水循環イニシアチブ(AWCI)やアフリカ水循環調整イニシアチブ

(AfWCCI)、アジア太平洋地域生物多様性観測ネットワーク(AP-BON)等の国際的なイニシアチブ等も通じてアジア・アフリカ諸国等と連携することで、観測データを利用した社会問題解決への貢献が進められている。この他にも、国内外の関連機関の研究者との協力でデータの品質評価・管理やデータベースの構築が行われている。

2. 2 今後の地球観測において強化・展開すべき課題

○ 観測基盤の維持及び長期継続的観測の実現:

これまで、現業機関が扱う定常観測や大型プロジェクトベースでの長期観測が行われ、また、長期観測の実現のため関係府省・機関や研究開発機関・大学において観測施設の共用や人材、技術の活用を通じた連携も一部進められてきた。推進戦略で設置された連携拠点も、府省連携によってより効率的な長期観測を維持する目的を持っている。しかしながら、特に研究機関が実施している多くの地球観測については、地球環境変動の実態把握のためのモニタリング観測という重要な役割を担っているにもかかわらず、主に短期の競争的資金により実施され、継続性を確保することが難しくなっている。これは、観測においては、短期で所与の目的を達成可能なものと、長期で実施すべきものがあることを踏まえた適当な仕分けが行われていないことも原因の一つであろう。このような状況が続けば、研究成果の引き継ぎが困難になるばかりでなく、若手研究者の減少等により持続的な人材確保が困難になり、ひいては観測活動の低調化、観測技術・観測機器開発能力の低下や観測の質の劣化につながりかねない。また、長期観測にあたっては、観測ニーズに対応した観測項目の設定や測定精度などの技術向上、既存設備の維持管理や老朽化・リプレイスへの対応が重要であり、その観点からも中・長期的な視点を持って地球観測をとらえ、推進していく必要がある。

また、日々の生活で活用されているデータや長期観測が実現されている観測項目についても、観測頻度の改善や空白期間のない観測が求められており、中・長期的な観測においてはこれらを十分考慮する必要がある。

○ 観測イノベーション:

同一の手法で観測を継続するだけが長期観測の目的ではなく、観測精度の向上や観測の安定性の確保、低コスト化に向けた技術開発に取り組んでいくことが重要である。さらに、斬新な着想に基づく新たな観測手法の開発や新たな地球物理量の観測は科学にブレークスルーをもたらすと同時に、新たな社会貢献や問題解決が図られる可能性を秘めている。例えば、我が国の温室効果ガス観測衛星(GOSAT、いぶき)の観測により、世界で初めて全球規模の温室効果ガスの吸排出が可能となり、今後の環境政策の重要なツールとなった。また、フェーズドアレイ方式Lバンド合成開口レーダ(PALSAR)の開発により、昼夜・天候を問わない地表面の観測を実現させた。更に、XバンドMPLレーダの開発・運用により、局所的な大雨や強風の観測精度を向上させた。このように、新たな観測や精度を向上した観測を可能とするセンサやシステムの開発が、それ以前にはありえなかった、様々な課題解決への道を開くものとなっている。このような言わば観測イノベーションの推進を今後さらに強化する必要がある。

○ データの利用と共有の促進のための更なる取組の必要性：

2. 1 で述べたように、データの共有や統合化など利用を促進するための取組に着手され、着実に進捗しているが、平成 25 年度の実施方針の重点事項の一つにも掲げられているように、地球観測システムの統合による観測データの共有・統融合の推進は、地球観測データを科学的・社会的に有用な情報に変換するうえで不可欠なものであり、既存の取組を進展させるなどデータの利活用を促進する取組を強化する必要がある。また、データの統融合は、データの利用促進を目的としたものであるから、ユーザーにとって利用しやすいシステムとして整備されるべきであり、データサイエンスの観点からの検討も求められる。

○ 未知の現象の解明、新たな科学的知見の創出を目指した観測と課題解決を目指した観測の戦略的な推進：

科学技術分野の研究は、未知の解明を目指した学術研究 (science-oriented research) と課題解決を目指す研究 (mission-oriented research) とに大分できる。健全な科学の発展、社会への貢献のためには、新たな課題や課題解決の糸口の発見に繋がる学術研究と、課題解決を目指す研究を戦略的に進める必要がある。

地球観測においては、複雑なシステムから成り未知の部分が多い地球環境という観測対象の特性からして、その変動を把握し、影響を予測し、対応していくためには、現象の理解につながる未知の探求は欠かすことは出来ず、これにより得られる新たな科学的知見が課題解決や経済社会の発展に貢献することは言うまでもない。一方で課題解決を意識する必要性についても 1. 1 で述べたように第 4 期科学技術基本計画で指摘されており、未知の解明を目指す観測と、社会からの具体的な課題解決の要請に応じた観測を有機的に連携させ、戦略的に取組むことが重要である。

真に地球観測が社会に貢献するため、上述のような地球観測の特性を踏まえつつ、長期モニタリングが必要な観測と地球システムのプロセスを理解しモデルを高度化するための観測など、各取組を分類した上で両者をどのように組み合わせ、長期観測も含め実現していくのか検討する必要がある。

3. 「推進戦略」の策定後の状況変化について

地球観測においては、喫緊に対応すべきニーズを明確にし、ニーズに的確にこたえ得る取組を行うことが必要である。これは、潜在的な課題の発見、顕在化した課題への対応を効率的かつ効果的に行うためにも重要であり、国内外における社会や科学技術の状況変化を適宜踏まえた戦略的な取組が必要とされる。

そこで、「推進戦略」の策定後の種々の状況変化について以下に整理した。

3. 1 社会状況の変化

○ グローバル化の進展、災害等の人類の持続可能性と福祉を脅かす事象の発生・増加：

タイにおける大規模な洪水(平成 23 年)は、グローバルな経済活動を行う我が国にとって、他国における自然災害の発生がサプライチェーンの寸断等を通じて我が国経済へ甚大な影響を及ぼすことを明確に認識させることとなった。

グローバル化が進展し、世界経済の相互依存性が高まるなか、他国の災害は決して他人事ではなく、我が国の国民の安全・安心、経済社会の発展、人類の持続可能性と福祉を確保するためには、発展途上国・先進国の区別なくレジリエントな社会の構築が重要であり、その基盤となる地球観測の重要性が再確認されているところである²。

また、このように、グローバル化が進展したことで、推進戦略で示された戦略的な重点化の 3 つの観点「国民の安心・安全の確保」、「経済社会の発展と国民生活の質の向上」、「国際社会への貢献」は相互に深く関係し、切り離せないものとなっている。

○ 気候変動及びその影響の顕在化：

2007 年に公表された気候変動に関する政府間パネル(IPCC)第 4 次評価報告書において、『過去 30 年間にわたる人為起源の温暖化が、地球規模で、多くの物理・生物システムにおいて観測された変化に識別可能な影響を既に及ぼしている可能性が非常に高い』、『最も厳しい緩和努力をもってしても、今後数十年の気候変動のさらなる影響を回避することができないため、適応は、特に至近の影響への対応において不可欠となる』と指摘されている。また、平成 23 年に IPCC から公表された「気候変動への適応推進に向けた極端現象及び災害のリスク管理に関する特別報告書(SREX)」においては、気候変動と極端な気象・気候現象の関係及びこれらの現象の持続可能な開発への影響、気候変動に関連する災害リスク管理を適応にどう活かすかに関する知見がとりまとめられている。

気候変動に対する適切な緩和・適応策の立案が政策的課題となっているなか、我が国においても、平成 25 年 7 月に環境省中央環境審議会に、気候変動影響評価等小委員会が設置され³、政府全体の「適応計画」策定に向けた取組が開始されている。

○ 地球観測と密接な関連を持つ基本計画の策定・見直し等

推進戦略の策定以後、海洋・宇宙・防災などの分野において、地球観測に密接に関連した

² 第 5 回 GEOSS アジア太平洋シンポジウム 東京宣言(平成 24 年 4 月 4 日)

³ 同小委員会は、気候変動による影響への対応(適応)の観点から政府全体の「適応計画」策定に向けて、既存の研究による気候変動予測や影響評価等について整理し、気候変動が日本に与える影響及びリスクの評価について審議することを目的としている。

政府計画等の策定・見直しが行われてきた。

海洋基本法(平成 19 年制定)に基づき、海洋に関する施策の総合的かつ計画的な推進を図ることを目的とした「海洋基本計画」(平成 25 年 4 月閣議決定(旧計画:平成 20 年策定))が策定され、海洋調査やモニタリング、気候変動予測・適応等の研究開発、衛星等の活用について記載されている。

また、宇宙基本法(平成 20 年制定)に基づき、我が国の宇宙開発利用に関する施策の総合的かつ計画的な推進を図るため「宇宙基本計画」(平成 25 年 1 月宇宙戦略本部決定(旧計画:平成 20 年策定))が策定され、リモートセンシング衛星等のデータの利用拡大の重要性等について記載されている。

さらに、災害対策基本法(昭和 36 年制定)に基づき策定される「防災基本計画」では、東日本大震災等を受けた見直しが適宜行われているが、防災に関する研究及び観測等の推進等について記載されている。

3. 2 科学技術、技術革新の進展

○ 情報技術の高度化、ビッグデータの利活用:

情報技術の飛躍的な進歩から、企業活動や市民生活に情報システムの利用が浸透し、社会の情報化が進展している。最近では、分野を超えた大規模かつ多様な関連データ(ビッグデータ)から、科学的発見や社会的・経済的な課題の解決に繋がる新たな知見や洞察を得られる可能性に注目が集まっている。

地球観測や地球環境研究においても、観測やモデルの空間・時間解像度の向上に伴い、データ量が増大しているが、社会経済データなどの多種多様なデータと情報を組み合わせて新たな知見を生み出すことは、社会のイノベーションに繋がるばかりでなく、様々な意思決定をする際の判断の基盤として貢献するものであり、推進戦略においてもビッグデータの在り方等に関して検討すべきである。その際には、地球観測の観点からのビッグデータとは何か、ビッグデータを扱うとはどのようなことか、整理する必要があるだろう。

○ 観測技術の向上

衛星をはじめとして観測項目が増加したこと、また、衛星におけるセンサ分解能をはじめとして観測の時間的、あるいは空間的な解像度が技術的に上がったことで、これまでに比べミクロな場所の情報が得られるようになった。これにより、例えば、これまでは現場観測のみであったデータ項目についても衛星取得データの活用が可能となるなどデータの利活用においても変化が生じている。また、地球観測が対象とする現象の解明には、観測データと数値モデルの両面からの取組が重要であるが、データ同化技術の進歩により、観測データを用いたシミュレーションモデルの精度向上や、逆にシミュレーションモデルを用いることで、地域的に遍在し、観測頻度にもバラツキがある観測データの不足を補ったり、効果的な観測網の設計を行うことが可能となってきた。このような技術の進歩を、社会におけるニーズを満たし、課題解決に繋がるものとするため、従来の観測技術の組み合わせの再検討をする必要がある。

3. 3 国際動向

○ GEOSS の在り方に関する議論：

平成 17 年 2 月のベルギーで開催された地球観測サミットにおいて、GEOSS10 年実施計画が策定されて以降、GEO は原則 3 年ごとに閣僚級会合を開催し、GEOSS 構築の促進を図ってきた。また、主要八カ国首脳会議(G8 サミット)でも、平成 20 年の北海道洞爺湖サミットや、平成 21 年のラクイラサミットにおいて、GEOSS の取組みの重要性が言及され、GEOSS の枠組みにおいて観測、予測及びデータ共有を強化するとされた。

現在、GEOSS では、当初の 10 年実施計画の終了を控え、平成 27 年以降の活動の発展的継続及び新たな実施計画の策定について承認を受けるべく、現在、平成 26 年 1 月に開催される「地球観測に関する政府間会合(GEO)閣僚級会合」に向け、GEOSS の在り方について議論が行われている。そこでは、観測システムの強化、観測データの共有の推進、ユーザー及び政策決定者との連携の強化、民間及び非営利部門との連携の強化、開発途上国との連携、特に能力開発面での強化などが検討されている。推進戦略は、GEO の設置を契機に制定された経緯もあることから、平成 26 年 1 月以降に予定されている現在の活動を発展させた平成 27 年以降の次期 GEOSS 10 年実施計画の検討の着手にあたり、推進戦略についても見直しが必要である。

○ 持続可能な開発目標(SDGs)に関する議論：

平成 24 年 6 月にブラジルで開催された「国連持続可能な開発会議(リオ+20)」において、平成 27 年に達成期限を迎えるミレニアム開発目標(Millennium Development Goals: MDGs)を補完する、環境と開発問題に関する新たな世界目標である「持続可能な開発目標(Sustainable Development Goals: SDGs)」の策定の開始が合意された。SDGs は、持続可能な開発の 3 つの側面(経済、社会、環境)に統合的に対応し、先進国・途上国を対象とする普遍的目標となる予定である。

SDGs は数値目標であり、その達成状況をモニターし、評価、予測するとともに、達成に向けた方策をとることが重要となる。この点において科学技術の貢献が求められており、SDGs とリンクした地球観測は国際戦略においても非常に重要となる。

○ 観測等研究の社会への貢献に向けた動き：

気候変動や災害等の地球規模課題への対応は、安心・安全かつ経済発展の基盤となる持続可能な社会の構築に不可欠であり、そのための科学の貢献について国際的な議論が進められている。

学術コミュニティにおいては、国際科学会議(ICSU)等が中心となり、「フューチャー・アース(Future Earth) イニシアチブ」が、リオ+20 にあたって発表され、持続可能な地球環境の構築に貢献するため、分野間連携を進めるとともに、政府・地方自治体、国際機関、開発援助機関、産業界等のステークホルダーを研究プロセスに参画させ、協働して新しい知見を生み出し、具体的な課題の解決にあたることを目指している。

また、防災の取組に関しては、平成 17 年 1 月の「第 2 回国連防災世界会議」で採択された「兵庫行動枠組」において、『災害による損失は増大し、開発利益を奪い、地球規模の問題となっている』との認識のもと、防災能力の向上に向けた、災害の研究・観測・予測のための科

学技術の振興等が明記されており、現在、次期枠組みに向けた議論が行われている。

このような課題解決に科学・研究の貢献が求められる世界的な流れの中で、地球観測はどうあるべきか、また、観測したデータの蓄積・共有・利活用をどう進めていくべきか、観測の在り方そのものにも影響が及ぶ可能性がある。

○ オープンデータ化の議論：

科学データのオープン・アクセスについては、平成 16 年に開催された経済協力開発機構 (OECD) 科学技術政策委員会閣僚級会合において、公的資金による研究開発データへのより開かれたアクセスと幅広い利用を促進するためのガイドライン策定等の国際協力をより一層推進する⁴とされた。また、本年 6 月の G8 サミットにおいて、オープンデータに係る原則について記載した「オープンデータ憲章⁵」に合意し、首脳コミュニケに盛り込まれた。

我が国においても、公共データは国民共有の財産であるという認識の下、本年 6 月に閣議決定された「世界最先端 IT 国家創造宣言」において、『「情報資源」の活用こそが経済成長をもたらす鍵となり、課題解決にもつながるとして、公共データの民間開放(オープンデータ)及び公共データを自由に組み合わせて利活用可能な環境の整備を早急に推進する必要がある』とされている。

このようにデータの幅広い公開と利用の促進は、新たな知見の獲得、産業の発見や健全な判断への貢献に繋がるものと広く認識されている。

地球観測については、全球地球観測システム(GEOSS)10 年実施計画において、地球観測による社会利益はデータ共有なしには成し遂げられないとして、関連する国際文書や国家のデータポリシー及び法律の存在を認識しつつ、GEOSS で共有されているすべてのデータ、メタデータ及びプロダクトを完全かつオープンに交換することを目指す、データ共有原則が提唱されている。さらに、平成 22 年に開催された地球観測に関する政府間会合(GEO)閣僚級会合において、再利用とデータ配布の費用負担のみで、無制限でアクセス可能なデータの集合体(GEOSS Data CORE)を創造すること等により、当該原則の実施を促進することが、北京宣言として採択されるなど、既にオープンなデータ共有のための取組が開始されている。このようなデータのオープン化を更に加速するためには、地球観測以外の分野におけるデータ配布に関する我が国・世界の潮流を踏まえつつ、戦略的に取組んでいくことが重要である。

○ 他国における地球観測に係る動向：

中国やインドだけでなく、タイ、マレーシア、ナイジェリアなど先進諸国以外の国々が自前の地球観測衛星を保有するようになるなど、各国の観測能力が上がっている。また、最大の地球観測国である米国が、戦略的な地球観測の推進のため本年 4 月に「国家民生用地球観測計画」を発表している。米国は、40 年以上にわたってランドサット衛星のデータを無償公開し、欧州においても今後打ち上げを予定しているセンチネル衛星のデータを無償公開する計画であり、今後、これらの膨大な衛星データを有効に活用することが課題となっている。国際協力

⁴ Science, Technology and Innovation for the 21st Century. Meeting of the OECD Committee for Scientific and Technological Policy at Ministerial Level, 29-30 January 2004 – Final Communique

⁵ G8 Open Data Charter

(https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/207772/Open_Data_Charter.pdf)

の効果的・効率的な推進の観点から、これら国際的な状況変化や検討状況に留意し、戦略的に取り組むことが重要である。

また、アジア、アフリカ、南米等における急速な発展の中で、衛星をはじめとする地球観測へのニーズの増大が予想される。我が国が、科学技術外交・資源外交などの複合的観点から如何に取り組むべきか検討することも重要である。

○ その他の動き

北極域は、地球温暖化による平均気温の上昇が最も大きく、地球上において気候変動が最も顕著に表れている地域の一つである。また、北極における変化は、大気・海洋循環の変化や雪氷圏変化などを通して、全球的な気候システムにも大きな影響をもたらす可能性がある。さらには、海氷域面積の減少に伴う北極海航路の活用の可能性など経済活動の面からの関心も高まっている。

また、近年、我が国周辺海域において、近隣諸外国の海洋安全保障や海洋権益をめぐる主張や活動が活発化しており、さらに、我が国領海及び排他的経済水域内での外国漁船による違法操業や、我が国の同意を得ない外国船舶による海洋調査等の事案も発生しており、海洋における秩序維持の観点からの地球観測の貢献の可能性についても考慮する必要がある。

4. 取組にあたっての重要な観点

4. 1 基本認識

地球観測は、大気、海洋、陸域及び地球内部の物理・科学的性状、生態系とその機能に関する観測を行うものであり、地球の現状や将来の予測に対する包括的な理解のための基礎データを得るものである。

地球観測の推進戦略の制定時においては、「国境を越えた汚染物質の拡散、気候変動、生物種の絶滅、資源の枯渇等その影響が全球的現象として現れ始めている」との認識であったが、その後のグローバル化の進展と世界経済の相互依存性の高まりから、我が国の国民の安全・安心、経済社会の発展、人類の持続可能性と福祉の確保のため、その基盤となる全球的な観測がますます重要となっている。

また、地球観測に求められる役割も、地球温暖化や地球規模水循環等に関する包括的な観測態勢を整え、地球環境変化の現象の解明等に貢献するという従来からの役割に加え、第4期基本計画にあるとおり、グリーンイノベーションを推進するうえでの重要な社会的・公共的なインフラとして、大規模自然災害などの地球規模の問題解決へ貢献することが期待されているところである。

今後の地球観測は、社会経済の発展や地球システムに起因する様々な課題解決に不可欠な未知の地球システム・自然現象の解明や新たな科学的知見の創出を目指した観測という視点のみならず、グリーンイノベーションなどの社会からの具体的な課題解決の要請に応じた観測を行うことになろう。

また、情報技術の発展からデータの利活用・統融合の可能性が広がり、ユーザーの拡大も期待できる。課題解決に貢献するためにも、ユーザーの意見をこれまで以上に取り込んだ観測が求められるが、直接的なデータの利用者のみならず、気象予報など観測データが基礎となったサービスの利用者についても十分に配慮する必要があるだろう。

また、実施にあたっては、地球観測には国際連携による包括的な取組が求められることから、国際協力を有効に活用し、我が国が強みを持つ領域や関心の高い領域についてリーダーシップを発揮し、継続的な観測をできるようにすることも必要であろう。

今後の地球観測の在り方の検討にあたっては、以上の基本認識、並びに第2章及び第3章の議論を踏まえて実施すべきであり、特に、以下の点に考慮して行うべきである。

4. 2 地球観測の在り方

○ 戦略的取組の必要性：

東日本大震災以降、日本人のリスク認識が地震等に移り、地球温暖化等へのリスク認識が相対的に下がっている。しかし、現実には、世界における極端気象の増加などその影響は顕在化している。

地球温暖化等の長期的な環境変動の中には、異常気象や極端現象等による災害や生物多様性の損失の原因となる現象や一旦変化が引き起こされれば回復し得ない現象の存在が

知られており、中長期的な変動・影響を一貫的かつ継続的に把握し、変動の兆候を早期に発見するとともに、変化を予測し、将来を見越した対応を取る必要がある。また、これらの現象は、人間活動や様々な要素が相互に作用し合い複雑かつ未知の部分が多い地球システムが起こすものであり、その理解はまだ十分とは言えない。

よって、このように複雑な地球環境変動を把握するとともに、将来世代にも及び得る新たな課題や大きな影響を及ぼし得る課題を発見・先取りし、影響を軽減する等の適切な対応を実施し、危機に備えるためには、新たな科学的知見の創出や未知の地球システムや自然現象の解明が欠かすことはできない。

上述のような地球観測の対象の特性を踏まえれば、第4期科学技術基本計画に示されたように地球観測を課題解決に結びつけるためには、そのベースとなる地球システムへの理解が重要かつ不可欠であることは明白である。

また、必ずしも地球観測は、直接的に課題解決を行うものではないが、観測で得られる知見を社会に役立て、課題解決につなげる道筋を示すことは重要である。未知の解明を行う地球観測においても、これを十分検討する必要がある。

地球観測の推進にあたっては、以上のような地球観測の特性を踏まえつつ、未知の解明と併せて課題解決に貢献するため、課題や目的を明確化し、例えば、必要な観測項目の整理や、機関連携等を含む研究計画の策定など、戦略的な取組の継続が必要である。また、中長期的な視野から地球観測が実施されることが多いことから、本部会における実施方針の策定及び実施計画の取りまとめ、並びに総合科学技術会議によるフォローアップというPDCAサイクルにおいても、これを踏まえて長期的な展望をもって対応することが適切である。このため、これまでの毎年のPDCAサイクルよりも、比較的長期を見据えた実施方針の下で、より実効的なPDCAサイクルを回していくことが適切である。

また、地球観測が対応すべき地球環境変動は複雑であり、その対応のためにはベースとなる基礎・基盤的な観測の継続に加えて、以下のような観点についても考慮することが重要である。

- ① 地球環境変動の時間的な影響の広がり(世代間の波及効果:現在引き起こした問題が次世代や中長期的に影響を及ぼすこと)
- ② 地球環境変動の空間的な影響の広がり(広域的な波及効果:限られた地域の変動が他の地域やグローバルに影響を及ぼすこと、ある現象の発生地域とその被害や影響を受ける地域が異なること)

○ グローバルな観測とローカルな観測の融合:

衛星等のグローバルな観測データとローカルな観測データを結びつけることによって生まれる利益は相互で大きい。地球観測においては、グローバルな視点のデータが強調されがちであるが、観測対象には極めて地域性の強いものや測定方法が個別的なものがあり、これらに関してはより長期的なデータが蓄積されている場合もある。課題解決への貢献のためには、このような空間解像度が異なる観測手法から得られた結果をうまく活かし構造化するとともに、統合・融合する視点も重要である。

○ 政策的対応や新たなニーズへの対応のための観測:

気候変動対策や生物多様性保全が世界的な政策課題として取り組まれるなか、法的枠組みや取組の議論の基礎となる科学的知見を提供する地球観測が果たす役割は大きい。例えば、「途上国における森林の減少・劣化に由来する排出の削減等 (REDD+)」に関して、森林の適切な管理・保全や REDD+ の取組の効果を検証するためにその基礎となる森林のデータが必要であり、また、生物多様性に関しては、生態系の保全・回復の状況把握のためのベースラインのデータも必要となる。

また、欧州では、気象予測を再生可能エネルギーの出力変動予測や電力需要予測などへ活用することが進んでおり、我が国においても、同様に、環境エネルギー政策に関連した地球観測の貢献も期待される。

4. 3 データの統融合及び利活用の推進

○データの統合化・保存:

データの統合化・保存は、過去から現在までのデータをもとに新たな知識が生み出される可能性を保全するものであり、将来的な科学技術の発展やデータ利活用の促進の基礎となるものである。観測データの中には、紙媒体に記録された貴重な歴史的観測データもあり、その散逸を防ぐという視点も重要である。

観測データやこれを使用したモデル出力等を集約し公として共有を進めるには、共有のための労力を下げることが必要であるが、どのようなデータをどうアーカイブしていくのか、またそれらデータの統融合によりどのような価値が創出されるのか、広いコミュニティで議論しながら戦略的に取り組む必要がある。

その際には、それぞれのデータの取得手法、データの時空間分布の概要が分かるようにし、各機関で行われる観測や研究の連携を促進するものにもすることも重要である。

また、データの保存に当たっては、デジタルデータの同一性を保ちつつ記録、保持していくためのエンジニアリング的な研究項目についても検討の必要がある。さらに、データの統合化の部分で共通、国際標準化の観点も重要である。

○データの利活用を促進する技術の開発及び環境の整備:

上記で述べたようにデータが保存されるだけでは利用は促進されない。利用者とコミュニケーションし、データやそのフォーマットについて要望を聞き、利用者の利便性を高めることで利用が進む環境を作るといった観点も必要である。併せて、データのオープン化を進め、二次利用が促進されれば新たな産業の創出を含めた価値の創造が期待される。

また、観測データを活用し、社会に生かすという点では、特に、地球観測データはモデルを介して予測や実社会の課題解決等に適用されることが多く、これらをつなぐ技術開発の促進が求められる。

○ビッグデータサイエンスへの取組の必要性:

地球観測や地球環境研究においても、観測やモデルの空間・時間解像度の向上に伴い、データ量が増大しているが、データが整理されておらず、有効に活用できていない可能性が

ある。ビッグデータを整理し、社会経済データなどの多種多様なデータと情報を組み合わせて新たな知見を生み出すことは、分野間の連携が促進され、社会の判断の基盤として貢献するものである。よって、データ利用の促進の観点からもビッグデータサイエンスへの取組を検討する必要がある。その際には、一般的にも定義が曖昧であるビッグデータについて、地球観測の観点からのビッグデータとは何か、ビッグデータを扱うとはどのようなことかを整理・明確化することが効率的・効果的な取組のためには重要である。

○分野間の連携及び多様なステークホルダーの関与の促進について：

「推進戦略」においては、ニーズにこたえる戦略的な重点化として、①地球温暖化にかかわる現象解明・影響予測・抑制適応、②水循環の把握と水管理、③対流圏大気変化の把握、④風水害被害の軽減、⑤地震・津波被害の軽減が挙げられ、また 15 分野の分野別戦略が整理されていた。分野ごとの観測は重要であるが、分野を超えた知を導き出して社会に適用するには、分野別に重点化や戦略を立てるだけでなく、重点分野間の連携を促進する方策を検討する必要がある。特に、課題解決への貢献の観点からは、研究者のみならず、行政、産業界、市民等の多様なステークホルダーの参画により科学から社会へ知を受け渡し、社会の発展への寄与を志向する、トランスディシプリナリの視点も意識する必要がある。

4. 4 観測基盤の維持及び長期的な観測の推進

○長期継続的な観測の実施：

たとえば地球温暖化の把握等を目的とした地球観測は、長期的な時間スケールで生じる地球環境変動を的確に把握するとともに、変化を予測し、将来を見越した対応を取るために不可欠な基盤情報であり、中・長期的な変動・影響を対象としている観点から、衛星・海洋・地上観測による継続的・長期的な観測が欠かすことができない。

継続的な観測を実現するためには、重要度の高い観測項目については関係府省・機関の業務観測の一環として実施する等の長期継続性を確保する方策の検討が必要であり、そのための項目の洗い出しを実施し、戦略的に取り組むという視点も重要である。また、社会や環境が変化する中、これまで観測が行われてきた項目に対してもその必要性や課題解決への貢献について評価し、我が国が長期継続すべき観測項目を特定することも重要である。その上で、地球環境研究の観点からコミュニティの総意として必要な研究課題を実施していくことが必要である。

○観測技術に関する研究開発の推進：

衛星・海洋・地上観測のいずれにおいても、同一の手法・精度での継続観測だけでなく、更なる精度の向上や新たな観測手法の開発を通じた新たな物理量の観測等による科学的なブレークスルーの実現や課題解決への貢献が重要であり、継続的な研究開発が重要である。また、モニターのような基盤的な観測であっても、機器に係るイノベーションにより観測手法が変化し、取得できるデータの増加や、新たな知見を生み出しうるデータ取得が可能となり、継続的な研究開発が重要である。

社会や企業が興味を持つ分野については、研究者のアイデアをもとに新たな観測技術が生まれる。このような民間の力を活用する視点も必要である。

○地球観測の予算的特性を踏まえた戦略的検討の必要性：

推進戦略においては、「地球観測の実施には、大型観測基盤が必要である。大型観測基盤には、衛星・船舶・航空機等の観測プラットフォーム、地上観測拠点・レーダ観測、ゾンデ（観測気球）・海洋観測ブイ等の観測ネットワーク、固体地球に係る地震・火山・測地・地球電磁気等の観測網、これらに係る情報通信システム、観測データを管理・保存・提供するデータシステム等が含まれる。」とされている。このような大規模基盤を必要とする地球観測を安定的に実施し、また、上述したように長期継続的な観測を実施するためには、観測機器の整備・維持等で多額の予算が必要となり、多くの研究者の関与も必要である。これには継続的な予算が求められることから、長期的な展望をもって計画を検討し、着実に進捗するよう戦略的に取り組む必要がある。

4. 5 地球観測に関する国際的な取組戦略

○科学技術外交への観測の貢献：

科学技術外交の推進の観点からも観測は重要である。日本の将来、次世代を考えた場合に、我が国が地球観測及びデータ利用・研究への貢献を通じて、国際的リーダーシップを発揮し、かつ、世界から信頼できる国と認識されるために戦略的に取組を進めることが必要である。この観点から、推進戦略においては、現在アジア・オセアニアに特化しているが、現在の国際状況も踏まえ、アフリカ等への対象地域拡大や地域的課題の解決への観測の貢献等の内容や人材育成も含め戦略を再検討することも必要だろう。

また、策定に係る議論が行われている持続可能な開発目標（SDGs）に関して、観測・研究は目標の達成状況の把握や課題解決に必要な情報を提供するものであり、大きな貢献が期待できる。世界の持続可能な開発への貢献を通じ、我が国が国際的なプレゼンスを高める観点から、SDGs とリンクした地球観測をどう進めるのか検討することも必要である。

さらに、モニタリング等は国際的協調が比較的可能であり、外交とは離れて世界協調の基盤を形成できるものであるとの視点を備えることが重要である。

以上のような観点から取組を行うにあたっては、（独）国際協力機構（JICA）や世界銀行、アジア開発銀行等が、既に地域の技術支援及び能力開発プロジェクトにおいて、地球観測データの活用を進めていることから、これらの機関と連携をすることも有効な方策である。

○観測における国際協力の推進：

観測における国際協力の推進は、科学技術外交のみならず、科学技術の観点からも重要である。国際協力により、我が国単独では得られない観測データ、研究成果が得られるとともに、長期観測に向けた体制の整備が可能となる。

推進戦略の策定以降、アジア各国において観測にかかる自前資金が飛躍的に増加し、観測能力が向上している。これまでは我が国から支援を行うという側面が大きかったが、これらの能力を活用した他国との連携の方策についても検討する必要がある。

以上

2. 1 これまでの成果について

(1) 戦略的な重点化の成果及びその他の成果

3つの観点、5つの分野/その他の分野からの成果

※3つの観点の内、主となるものところに個別成果を記載

整理番号	成果	観点				分野					
		国民の安心・安全の確保	経済社会の発展と国民生活の質の向上	国際社会への貢献	その他の観点	地球温暖化にかかわる現象解明・影響予測・抑制適応	水循環の把握と水管理	対流圏大気変化の把握	風水害被害の軽減	地震・津波被害の軽減	その他の分野
○国民の安心・安全の確保											
東日本大震災等の大規模自然災害・復興状況について、内閣府をはじめとした国内外の防災機関へのデータ提供体制が整備され、定期的に人工衛星観測データが災害状況把握に利用されるようになった。(iv、v)											
1	【災害・復興モニタリングへの貢献】 (独)宇宙航空研究開発機構(JAXA)及び経済産業省の開発した合成開口レーダ(PALSAR)等を搭載した陸域観測技術衛星「だいち」(ALOS)や経済産業省の資源探査用将来型センサ(ASTER)により、東日本大震災などにおいて緊急観測や災害・復興モニタリングを実施し、災害対応に貢献した。	○							○	○	
海水、海面水温、水蒸気、降水、土壌水分などで継続的観測が可能となり、水循環変動・気候変動における総合的な理解が大きく進展し、気象予報や洪水予測の精度向上が図られた。(i、ii、iv)											
2	【水循環観測による気象予報・洪水予測精度の向上】 米国航空宇宙局(NASA)との共同プロジェクトである熱帯降雨観測衛星(TRMM)に搭載された我が国の降雨レーダ(PR)、や米国の地球観測衛星Aquaに搭載された我が国の高性能マイクロ波放射計(AMSR-E)、第一期水循環変動観測衛星「しずく」(GCOM-W1)に搭載している高性能マイクロ波放射計(AMSR2)により、10年を超える長期間にわたって、昼夜雨天を問わない海水、海面水温、水蒸気、降水、土壌水分などの継続的観測が可能となり、水循環変動・気候変動における総合的な理解が大きく進展することにより、気象予報や洪水予測の精度向上が図られた。 具体例として、AWCI(アジア水循環イニシアティブ)において、フィリピンのパンパンガ河で統合水資源管理のパイロットを実施した際、降水データは、河川流量の推定に利用され、ダムの水門の開閉の制御を通じて水資源管理に活用された。更に、高分解能衛星データによる地滑りに脆弱な地点の抽出と降水データを組み合わせ、豪雨に伴う大規模な地滑りが起きやすい地点の予測が可能になった。	○				○	○		○		
新しい雨量観測網の構築により、集中豪雨・ゲリラ豪雨の観測強化が図られ、河川管理・防災活動への活用が進められている。(iv)											
3	【XRAINによる豪雨観測の強化】 国土交通省では、集中豪雨や局所的な大雨(いわゆるゲリラ豪雨)の観測を強化するためXRAIN(XバンドMPLレーダネットワーク)による雨量観測網を構築し、国、都道府県等による河川管理や防災活動で活用の他、研究機関、民間企業等による降雨予測や地方自治体、民間企業等による施設管理などの利活用を進めている。	○							○		
衛星観測や航空機等を活用した現地観測を含む、空・陸・海洋の観測データの組み合わせにより、全球規模での二酸化炭素吸排出量の定量的把握が可能となった。これらのデータを活用した気候変動予測の精度が向上したことで、将来のより効果的な地球温暖化対策の政策立案等への貢献が期待される。(i)、(iii)											
4	【衛星による温室効果ガス観測の実現】 JAXA、環境省及び(独)国立環境研究所(NIES)は、温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」(GOSAT)により世界初の衛星による温室効果ガス観測を、地上観測では不可能であった全球レベルで開始した。更に、取得された衛星観測データを地上観測データ等と組み合わせ、データの校正・検証を行い、温室効果ガスの濃度データを算出・配信するとともに、二酸化炭素ネット吸収排出量を算出した。これらのデータを活用した気候変動予測の精度向上により、将来のより効果的な地球温暖化対策等の政策立案への貢献が期待される。	○		○		○					
5	【陸・海・空の温室効果ガス等の観測データの統合解析による温暖化予測精度の向上への貢献】 気象庁では、南鳥島に月1回飛行する自衛隊輸送機を利用した対流圏中層の温室効果ガス等の観測を開始し、これにより陸・海・空の観測データを総合的に解析できるようになり、大気全体の温室効果ガスの挙動理解及び地球温暖化予測の精度向上に貢献している。	○				○					

整理 番号	成果	観点				分野					
		国民の安心・安全の確保	経済社会の発展と国民生活の質の向上	国際社会への貢献	その他の観点	地球温暖化にかかわる現象解明・影響予測・抑制適応	水循環の把握と水管理	対流圏大気変化の把握	風水害被害の軽減	地震・津波被害の軽減	その他の分野
6	【人為起源の二酸化炭素による海洋酸性化の把握】 気象研究所は、海中溶存物質を観測する機器及び標準物質の高精度化と高効率化を進めた。そして、北太平洋や南大洋の海洋表層や海洋内部の二酸化炭素・酸素・栄養塩類等を高い精度で時系列観測し、人為起源の二酸化炭素が海中に蓄積されることによって、海洋酸性化が進んでいることを明らかにした。	○		○		○					
7	【南鳥島における観測によるアジア域における温室効果ガス発生・吸収減の変動評価、温暖化予測の精度向上への貢献】 気象研究所、国立環境研究所及び産業技術総合研究所は、南鳥島気象観測所において、定常的に観測されていないハロカーボン類や二酸化炭素同位体等の温室効果ガスの挙動に関連する物質の観測を開始した。これにより観測データが少なかった北西太平洋上における温室効果ガス関連物質の動態が把握できるようにより、アジア域における温室効果ガスの発生源・吸収源の変動をより正確に評価でき、温暖化予測の精度向上等に貢献される。	○		○		○		○			
8	【地上、衛星観測及びモデルの組み合わせによる二酸化炭素収支、蒸発散の把握及び、気候モデル検証への貢献】 アジア地域の陸域生態系の熱・水・二酸化炭素収支観測のネットワークであるアジアCO2フラックス観測ネットワーク(AsiaFlux)に登録されたデータや、モデル、衛星観測データの組み合わせにより、国別、地域別、および全球規模での二酸化炭素収支や蒸発散をより現実的に把握できるようになり、地球環境変化の現象解明や、気候モデルの検証に貢献した。	○		○		○	○				
9	【地上・船舶・航空機による包括的な温室効果ガス観測、及びモデルの組み合わせによる二酸化炭素放出量・吸収量の推定】 国立環境研究所で実施している地上・船舶・航空機を使ったモニタリングでは、観測空白域であるアジア太平洋域の温室効果ガスデータを包括的に取得し、世界に発信することによって全球的なフラックス推定に貢献した。特に地上タワー観測と航空機観測とモデルを組み合わせ、シベリアでの詳細なCO2放出量・吸収量推定に成功した。	○		○		○	○				
10	【民間航空機の活用による温室効果ガスのグローバル観測】 気象研究所及び国立環境研究所は、日本航空等の民間3社との共同研究により、民間航空機による世界初の温室効果ガス定常観測を実現し、大気中の二酸化炭素、メタン等のデータを飛躍的に増やし、GEOSS及びWMOの全球大気監視計画(GAW)等が行う地球環境モニタリングに貢献している。また、これにより、3次元的な温室効果ガスの動態把握、観測データのモデル解析による発生源・吸収源の正確な評価が可能となった。 この取り組みは、民間活用の好例として世界の参考にされている。	○		○		○		○			

整理番号	成果	観点				分野					
		国民の安心・安全の確保	経済社会の発展と国民生活の質の向上	国際社会への貢献	その他の観点	地球温暖化にかかわる現象解明・影響予測・抑制適応	水循環の把握と水管理	対流圏大気変化の把握	風水害被害の軽減	地震・津波被害の軽減	その他の分野
海洋観測及び数値予測による温室効果ガスの増加に伴う海洋環境の変動が、我が国の社会に与える影響の定量的な評価が進んだ。(i)											
11	【海洋環境変化の実態把握】 気象庁では、地球温暖化予測の進行に影響を与える海洋の炭素循環や熱輸送過程の変動を把握するため、北西太平洋における高精度・高密度の海洋観測を開始しており、これまでの長期間の観測成果とあわせ、代表的な定線（東経137度線、165度線）における、二酸化炭素の蓄積量の増加や深層における水温の変化、海洋の酸性化の進行に関する解析成果の提供を開始した。このように、多角的に海洋環境の変化の実態把握に取り組んでいる。	○				○					
12	【海洋観測等及び数値予測による地球温暖化影響等の把握/ IPCC報告書への貢献】 (独)海洋研究開発機構(JAMSTEC)では、地球温暖化に伴う海水温の上昇、北極の海水減少による日本の気象への影響、海洋の酸性化による海洋生態系への影響等を把握するための高精度な海洋観測等を国際連携の下、継続して実施し、これらの変動や変化を再現・予測するための数値モデルの高度化に取り組むことにより、温室効果ガスの増加に伴う海洋環境の変動が、日本の社会に与える影響の定量的な評価が進んだ。具体的には、海洋深層の貯熱量の全球広域での増加、全球における二酸化炭素分布、北極海で発生する低気圧の経路が海水減少に伴って変化し日本の冬の寒さの原因となっていること等を明らかにした。 気候変動に関する政府間パネル(IPCC)第5次評価報告書作成に向けて代表的濃度パス(RCP)濃度シナリオに示される二酸化炭素濃度をもとに、CO2濃度上昇を一定の目標値で抑えるために必要な将来のCO2排出量削減量とその不確実性の計算を行い、また不確実性をもたらす要因についても検討するなど、貢献した。	○		○		○		○			
北極におけるオールジャパンによる地球観測活動が本格的に開始され、地球温暖化の把握や北極海航路の利用可能性評価に貢献している。(i)											
13	【北極における地球観測活動の本格的な開始】 グリーン・ネットワーク・オブ・エクセレンス(GRENE)事業北極気候変動分野が開始され、我が国として、北極域における観測活動の推進を本格的に開始した。これまで、日本においては個別の機関で行われていた北極圏での観測が、オールジャパンで行われることから、気候変動解明の鍵となる北極域の理解が期待される。 これまでに、JAXA「しずく(GCOM-W1)」衛星により北極海の海水が観測史上最小面積を記録したことを観測(2012年9月16日)するとともに、衛星データを活用した海洋貯熱量の推定により、海水出現時期を予測し、WEBを通じて公開するなど、地球温暖化の把握、北極海航路の利用可能性評価に貢献している。	○	○	○		○					
地上・衛星観測データを組み合わせることにより、紫外線予測分布の一般向けのホームページでの提供がはじまり、国民の紫外線対策に貢献している。(その他)											
14	【地上・衛星観測データの組み合わせによる紫外線予測分布の提供】 気象庁による国内3地点の紫外線観測結果を、米国航空宇宙局(NASA)の全球のオゾン全量に係る衛星データ(OMI)と気象庁のモデルを用いた紫外線予測分布と合わせて、気象庁HP等で国民に提供することにより、国民の日々の紫外線対策に貢献している。	○									オゾン層の動態解明
位置情報の整備や地殻変動の監視により、地震・火山噴火の仕組みの解明や防災・減災に貢献している。(v)											
15	【位置情報の整備、地殻変動の監視による地震・火山噴火の仕組みの解明、防災・減災への貢献】 国土地理院では、GNSS連続観測、VLBI、合成開口レーダー(SAR)等の技術を用いて、国際的な位置基準と整合した位置情報の整備提供を継続して実施しているとともに、地震や火山活動に伴って発生する地殻変動を監視し、地震・火山噴火の仕組みの解明、防災・減災に貢献している。	○								○	

整理番号	成果	観点				分野					
		国民の安心・安全の確保	経済社会の発展と国民生活の質の向上	国際社会への貢献	その他の観点	地球温暖化にかかわる現象解明・影響予測・抑制適応	水循環の把握と水管理	対流圏大気変化の把握	風水害被害の軽減	地震・津波被害の軽減	その他の分野
○経済社会の発展と国民生活の質の向上											
衛星観測データの現業利用が継続・進展し、数値天気予報・台風解析・海水状況把握、北極海航路数値予測等の気象・気候サービス、海洋監視等の幅広い分野で利用が進められている。(iv)(その他)											
16	【気象・気候サービス、海洋監視等への衛星データ利用】 気象庁における数値天気予報・台風解析・海水状況把握、ウェザーニューズ社による北極海航路数値予測、日本気象協会による天気情報提供システム(世界の雨情報などの幅広い分野において、TRMM/PR、Aqua/AMSR-E、しずく/AMSR2等の衛星観測データの現業利用が継続・進展した。		○						○		
17	【海水マップの作成による海難防止への貢献】 海上保安庁とJAXAは、オホーツク海において、陸域観測技術衛星「だいち」による海水衛星画像や巡視船や船舶、航空機などからの海水情報を集約して、「海水速報(マップ)」を毎日作成・公開し、海難防止に貢献した。		○								海難防止
衛星観測による土壌水分データが、農林水産省の海外食糧需給レポートにおいて穀倉地帯の干ばつ状況の客観的な比較情報として定常的に利用されるようになり、世界の主要穀物等の需給動向と見通しの分析に貢献している。(その他)											
18	【土壌水分データの穀物需給動向分析への貢献】 AMSR-E及びAMSR2の取得した土壌水分データが、農林水産省の海外食糧需給レポートにおいて穀倉地帯の干ばつ状況の客観的な比較情報として定常的に利用され、世界の主要穀物等の需給の動向と見通しの分析に貢献した。		○								穀物需給状況
衛星観測による海面水温等のデータが、漁海況情報作成に定常的に利用され、漁船の操業の効率化に貢献している。(その他)											
19	【海面水温データ等の漁海況情報作成への利用】 AMSR-EやAMSR2、AVHRR、MODIS等海面水温、海色等の衛星データと現場観測データ等が複合的に組み合わせられて、約2500隻/日を利用する一般社団法人漁業情報サービスセンターの漁海況情報作成に定常的に利用され、漁船の操業の効率化(約16%程度の燃料節約)に貢献した。 衛星データの海色情報を用いた赤潮監視により、各自治体水産試験場における養殖漁業等への被害低減に貢献した。		○								漁海況情報
海底地形・地質等の観測データをもとにした大陸棚の延長申請が平成24年に認められ、我が国の海洋権益の拡充に貢献した。(その他)											
20	【大陸棚調査への貢献】 我が国は200海里を超える大陸棚の延長申請に関して、海上保安庁海洋情報部、(独)海洋研究開発機構(JAMSTEC)、(独)産業技術総合研究所(AIST)、(独)石油天然ガス・金属鉱物資源機構(JOGMEC)をはじめとする関係省庁・機関がこれまで実施してきた海底地形・地質等の観測データに加えて新規観測を実施し、さらにこれらを大陸棚の限界に関する情報として統合し、2008年に国連の大陸棚限界委員会に延長申請を提出した。この申請の科学的・技術的な正確さが認められ、2012年4月には我が国が申請していた沖ノ鳥島関連海域のうち四国海盆海域については、ほとんどが認められ、沖ノ鳥島を起点とする延長が認められている。これは我が国の海洋権益の拡充に向けた重要な一歩であるとともに、観測の成果としても大変意義深いものである。		○								○

整理番号	成果	観点				分野					
		国民の安心・安全の確保	経済社会の発展と国民生活の質の向上	国際社会への貢献	その他の観点	地球温暖化にかかわる現象解明・影響予測・抑制適応	水循環の把握と水管理	対流圏大気変化の把握	風水害被害の軽減	地震・津波被害の軽減	その他の分野
○国際社会への貢献											
我が国の気象衛星が世界気象観測網の一翼を担い、30年以上にわたって、特に東アジア・西太平洋の各国へ衛星画像を提供し、各国の防災対応等に貢献している。(iv)											
21	【気象衛星による世界気象観測網構築への貢献】 気象衛星「ひまわり」が、世界気象機関(WMO)の提唱する世界気象監視計画(WWW)の重要な柱となる世界気象衛星観測網構築の一翼を担い、特に東アジア・西太平洋の各国へ防災情報に資する重要な気象情報として衛星画像を直接提供するなど30年にわたって貢献してきた。			○					○		
世界の雨分布速報や画像などの衛星データに、地理空間情報を組み合わせることで、途上国等の水文情報が乏しい地域における洪水警報の構築や干ばつ監視・予測、氷河融解による洪水予測等に貢献している。(i)、(ii)、(iv)											
22	【雨分布速報の洪水警報や干ばつ監視・予測への活用と国際貢献】 衛星観測により時空間分解能、配信時間、降水推定精度の全てにおいて世界トップクラスの世界の雨分布速報を提供できるようになり、アジア開発銀行によるプロジェクトにおいて洪水予警報システムや干ばつ監視・予測に活用された。カンボジア、ミャンマー、フィリピン、ベトナムで用いられている。		○	○				○	○		
23	【途上国等の洪水予警報能力向上への貢献】 (独)土木研究所 水災害・リスクマネジメント国際センター(ICHARM)は、国際洪水ネットワーク(IFNet)や民間企業9社との共同研究により、発展途上国などの水文情報が乏しい地域において、GSMaP等の衛星観測データや地上観測データ等を活用した洪水予警報システムを構築するための総合洪水解析システム(IFAS)を開発した。 また、アジア開発銀行のプロジェクトでインドネシア国ソロ川へ洪水予警報システムとしてIFASの運用を開始し、同国の洪水被害予警報能力を向上させた。 加えて、UNESCOが実施するODA(JICA)プロジェクトで、インダス川の洪水予警報システムとしてパキスタン国気象部へ洪水予警報システムIndus-IFASを導入し、試験運用を開始した。			○					○		
24	【GSMaPによる世界の雨分布情報の提供】 複数の衛星を利用した全球合成降雨マップ(GSMaP)により、世界の雨量データが観測4時間後に毎時準リアルタイムで公開され、ICHARM及び国際建設技術協会にて試行的に開発・運用され、世界81カ国のユーザに洪水予警報が発信され、洪水被害の低減に寄与している。	○		○				○			
25	【衛星画像データの氷河融解による洪水予測等への活用】 「だいち」の画像を用いてブータン王国、ネパールの融解氷河により形成される氷河湖の現状把握を行い、決壊洪水の危険度評価や洪水ハザードマップの作成、二次災害として予想される地滑りのマッピング等を実施し、ブータン王国についてはH25年度よりODA事業として決壊洪水の早期警報システムが進められている。 また、アルゼンチン・アンデス地方では、世界銀行との協力の下、「だいち」の観測データを持ちいて、飲用や農業などの水資源として活用される氷河のマッピングを実施し、氷河の体積変動を定量的に把握することに貢献している。			○			○		○		
全球地球観測システム(GEOSS)のデータベースに、衛星、海洋、地上観測のデータやそれらを活用した予測結果等を提供し、世界全域を対象とした包括的なデータ共有システム作りに貢献している。(i)～(v)											
26	【GEOSS構築への我が国観測及び予測結果等の貢献】 全球地球観測システム(GEOSS)のデータベースに、衛星、海洋、地上観測のデータを提供し、各国とのネットワークを強化するとともに、GEOポータルなど、取得した地球観測データや地理空間情報、それらのデータを活用した予測結果等を共有するための世界全域を対象とした包括的なシステム作りに貢献している。			○			○	○	○	○	災害、健康、エネルギー、気候、水、気象、生態系、農業及び生物多様性

整理番号	成果	観点				分野					
		国民の安心・安全の確保	経済社会の発展と国民生活の質の向上	国際社会への貢献	その他の観点	地球温暖化にかかわる現象解明・影響予測・抑制適応	水循環の把握と水管理	対流圏大気変化の把握	風水害被害の軽減	地震・津波被害の軽減	その他の分野
衛星による農業監視活動により、世界の食料価格安定化への貢献が期待される。(その他)											
27	【衛星による農業監視活動への貢献】 2011年のG20で合意された、リモートセンシングによる客観的かつタイムリーな作物生産量推定や農業気象情報を世界食糧機関(FAO)等に提供するGEOグローバル農業監視(GEO-GLAM)の一環として、JAXAは、アジア稲作監視チーム(Asia-RiCE)を主導し、合成開口レーダ(SAR)を用いたコメの作付面積・収量把握の実証開始に協力している。併せて、「しずく」、TRMM等の衛星データを用いたコメの作況見通しを、ASEAN食糧安全保障情報システム(AFSIS)と協力して、FAOに提供を開始する予定である。これにより穀物価格の安定化に寄与している。			○							農業監視
国際災害チャーターやセンチネルアジアの枠組みを利用して、衛星観測データの提供を行い、アジアや世界各地の自然災害の被害状況の把握、復興計画等の立案に利用された。(iv)、(v)											
28	【国際災害チャーターを通じた世界各地の災害対応・復興への貢献】 2005年に国際災害チャーターにJAXAが加盟し、四川省大地震直後の被害状況の把握など106回の緊急観測を行い、海外機関に対し観測データを提供した。これらは、フィリピン・マヨン山噴火やネパールでの洪水において、ハザードマップの作成、被災者の救出、復興計画の立案等に利用された。これらの貢献が我が国への信頼醸成に繋がり、東日本大震災においては、国際協力により約5000シーンの衛星画像の提供を受けた。			○				○	○		
29	【タイ洪水等における災害・復興モニタリングへの貢献】 JAXAの航空機搭載合成開口レーダ(Pi-SAR-L2)による現地観測やASTERによる衛星観測による緊急観測や、GSMaPによる降雨量の把握など、タイの大洪水等の国外の大災害において災害・復興モニタリングが行われ、災害対応に貢献した。			○				○	○		
衛星データの活用により、ブラジル・アマゾンにおける森林の違法伐採の抑制や世界遺産管理、湿地帯管理に貢献している。(その他)											
30	【森林違法伐採監視への貢献】 「だいち(ALOS)」のLバンド合成開口レーダ(PALSAR)により、雲の状況に関係なく地上の状況を把握し、そのデータをブラジル政府機関に概ね5日に1回提供することで、ブラジル・アマゾンにおける森林伐採現場の早期発見・監視による違法行為の抑制に貢献した。			○							
31	【世界遺産管理、湿地帯管理への衛星データの貢献】(その他) 世界遺産を管理するUNESCO、ラムサール条約による世界の湿地帯管理との協力で「だいち(ALOS)」等衛星データが利用される仕組みが構築され、利用されている			○							世界遺産、湿地帯管理
全球気候観測システム(GCOS)の基準地上放射観測網の構築へ貢献するとともに、衛星観測データや地球温暖化予測モデルの検証、地球放射収支の見積もりに貢献した。(i)											
32	【全球気候観測システム(GCOS)の基準地上放射観測網の構築への貢献】 気象庁の日射放射観測地点は、東アジア・北西太平洋域において全球気候観測システム(GCOS)の基準地上放射観測網(BSRN)の一翼を担い、衛星観測データや地球温暖化予測モデルの検証および地球放射収支の正確な見積もりに貢献している。			○		○					
衛星により観測した全球3次元地形の無償提供により、世界各国における地形評価に活用された。(その他)											
33	【衛星データの地形評価への利用】 経済産業省と米国航空宇宙局(NASA)の協力の下に開発された、資源探査用将来型センサASTER(米国Terra衛星搭載)により観測した全球3次元地形(地上立体画像)の無償提供により、世界各国において地形評価に利用されるとともに、災害・水・エネルギー・環境分野においてこれを用いて高度な解析が可能となった。			○							地図作成

<参考>

■3つの観点

<p>「自然や人間活動が引き起こすリスクを低減し国民の健康と福祉を守る」ため、</p> <p>「国民の安心・安全の確保と、それに係る国の施策の方針決定に不可欠な情報を取得することが重そこで、以下に取り組む。</p> <p>「地球環境の保全を目指した地球環境の包括的な観測監視の実施」</p> <p>「自然災害被害の軽減や危機管理に繋がる恒常的な観測・監視の実施」</p>	<p>「エネルギー・鉱物資源の安定供給と水資源・農林水産資源の適切な管理は経済活動を支えるもの。」</p> <p>「これら資源の持続的供給に関わる不確実性を減少させ、安定な供給を図る」ため、</p> <p>「包括的な地球観測情報を整備」する。</p>	<p>我が国の「地球観測能力を十分に活かした観測の推進によって、国際社会に貢献することが重要」</p> <p>「特に、アジア・オセアニアの国・地域との国際協力を進め、当該地域に共通する社会的な懸案事項を解決することは、持続可能な国際社会を構築するために極めて重要。」</p>
---	---	---

■5つの分野

地球温暖化にかかわる現象解明・影響予測・抑制適応	水循環の把握と水管理	対流圏大気変化の把握
<p>温暖化の進行は、気温・海水温の上昇、海面水位の上昇、雪氷圏の変化等に直接的な影響として現れるだけでなく、降水量とその分布、農業生産性、生態系、人間の健康等に影響を及ぼすと予測され、的確な対策の実施が必要。</p> <p>温暖化政策決定には、気候の現状把握、信頼できる気候変動予測が不可欠。モデルの信頼性を高めるためには、包括的な観測データが必要。</p> <p>また、抑制・適応対策を的確に講じるためには、直接・間接の影響を観測により早期に把握することが重要。</p> <p>アジア・オセアニア域を中心とする大気・陸域・海洋の温室効果ガス観測、炭素循環と生態系の観測、雪氷圏・沿岸域等の気候変動に脆弱な地域での温暖化影響の観測等が必要。</p>	<p>水不足、水質汚染、洪水被害の増大等の水に関わる問題が世界各地で発生。今後水問題に起因する食料不足、伝染病の発生、生態系の劣化等が顕在化し、水を巡る国際的な紛争が更に深刻な事態となることが予想される。</p> <p>水循環にかかわる包括的な観測を組織的に行い、適切な水管理に有用な情報を提供することは、市民生活の安全性の確保のみならず、政治的・経済的な安定に貢献するもの。</p> <p>したがって、水循環データとその関連データの包括的な収集と情報の共有・提供を促進する体制の整備が望まれる。</p> <p>アジアモンスーン域の包括的な水循環観測データの整備を行い、変動についての理解を深め、的確な水管理に必要な水循環変動予測の精度向上と災害被害の軽減に寄与することが望まれる。</p>	<p>アジア地域の人口増加と都市快活の進行による地域の環境問題が全球に及ぶ恐れ。特に、化石燃料の燃焼に伴う大気汚染物質の放出量の増大は、硫黄・窒素酸化物、オゾン、エアロゾル等による発生源周辺の環境悪化をもたらすだけでなく、酸性降水等の越境輸送を通して広範囲の地域環境に影響を及ぼす懸念。</p> <p>また、土地利用変化や砂漠の拡大によって、黄砂やエアロゾルの発生・輸送に変化がもたらされ、周辺諸国の市民生活に大きな影響を及ぼす可能性。</p> <p>大気汚染物質は、微量温室効果ガスの大気における挙動にも深く関連しており、その観測も重要。</p> <p>先進国、アジア諸国との協力の下、観測網の整備をさらに進めることが望まれる。</p>

風水害被害の軽減	地震・津波被害の軽減
<p>アジア地域では、豪雨や台風・サイクロンによる大規模水害、渇水による干ばつ等により、広範囲の地域に大きな社会経済的な被害が発生。</p> <p>我が国の衛星観測技術、地域観測ネットワーク、風水害発生予測モデル等に関する高度な技術・知見を活用し、国際的な枠組みとの連携の下、開発途上国及び風水害頻発地域の被害軽減に資する包括的な観測が期待される。</p> <p>そのため、風水害の予測と被害防止・軽減に資する観測システムに必要な地上観測網の計画的な維持更新、拡充を図る。さらに衛星観測等により、自然災害が頻繁に発生する地域の重点的な観測を実施し、数値地理情報等を活用して予測・対策技術の高度化が必要。</p>	<p>地震・津波による被害を軽減するためには、観測技術の高度化とともに、地震・津波の発生メカニズム解明に向けての取組を行い、その成果を防災へ生かすことが必要。</p> <p>各機関が運用している観測網を有効に活用し、陸域・海域において観測の空白のない恒常的観測体制を整備することが望まれる。</p> <p>また、地震・津波発生予測を目的とした高精細な観測ネットワーク等の我が国が有する観測基盤技術のアジア諸国への移転などを通じて、これまで蓄積してきた観測能力や技術を最大限に活用し、メカニズムを解明することが求められている。</p>

2.1 これまでの成果について

(2) 地球観測システムの統合化

整理 番号	成 果
○連携拠点等の設置	
<p>連携拠点は、国内外の観測ニーズと進捗状況等に関する情報の集約や実施計画を作成し、関係府省・機関間の連携を推進するなど緊急の課題に機動的に対応できる体制を確保することで、地球観測活動を効果的・効率的に推進することを目的としたものである。推進戦略の策定をきっかけとして平成18年に環境省・気象庁を中心として「地球温暖化分野に関する連携拠点」が設置された。また、「地震・津波・火山分野」においては、既存の枠組みの下、関係機関での連携が進められている。</p> <p>なお、連携拠点以外にも、海洋生態系、陸域炭素循環、北極域、生態学などの分野で、関係府省・機関の間で、観測計画の立案、データの相互利用等をはかることで、利用者のニーズに合わせた効果的、効率的な観測を行っている。</p> <p>また、関係機関が既存の施設や観測設備を共用したり、国際協力や民間活力を活用したりすることで、定常観測では実施していない観測項目や広域の観測を行うことを可能としている。</p>	
1	<p>【地球温暖化分野に関する連携拠点】 本連携拠点は、地球温暖化分野の地球観測実施計画の作成・報告、地球観測へのニーズ等の調査・集約、関係府省機関の調整及び情報の収集・分析、さらに、機関間・分野間の連携施策の検討等を行うものであり、環境省と気象庁により平成18年に国立環境研究所内に事務局が設置された。 運営は「地球観測に関する関係府省・機関連絡会議(温暖化分野)」の下で行われ、地球温暖化観測推進委員会(温暖化分野)による科学的助言を得つつ、地球温暖化監視・予測のために必要な観測ニーズを踏まえて、関係機関による観測の実施計画を取りまとめ、観測施設の相互利用や、観測データの標準化及び流通促進などに関する連携施策の立案・検討を通じて、関係府省・機関間の観測の連携を推進している。</p> <p>【地震及び火山分野に関する連携拠点】 地震調査研究は、地震調査研究推進本部が定める施策や観測計画等に基づき、地震予知研究は、文部科学省科学技術・学術審議会測地学分科会における建議に基づき、地球観測推進部会とも協力しながら関係機関との連携を推進している。我が国においてニーズの大きい分野であり、地震調査研究推進本部の事務局を務め、また、科学技術・学術審議会測地学分科会を所管する文部科学省が連携拠点としての機能を果たし、連携が推進されてきた。</p>
2	<p>【東北マリンサイエンス拠点(海洋生態系の調査研究拠点)】 文部科学省の「東北マリンサイエンス拠点形成事業」において、東北大学(代表機関)、東京大学大気海洋研究所(副代表機関)、海洋研究開発機構(副代表機構)の3機関が中心となり、2011年3月11日に発生した東日本大震災による東北沖の海洋生態系へのインパクトと漁業への影響について、被災地のニーズに合わせた効果的、効率的な漁業の復興と持続的漁業の在り方を示すことを目指し、海洋生態系の調査・観測を実施し得られたデータを解析している。</p>
3	<p>【陸域炭素循環観測ネットワーク】 陸域炭素循環観測ネットワーク(JapanFlux, AsiaFlux)が発足し、観測並びにデータ利用の連携が進んでいる。</p>
4	<p>【北極環境研究コンソーシアム】 北極環境研究コンソーシアムが発足したことから、北極域の観測が連携して実施されるものと期待される。</p>
5	<p>【長期生態学研究に関する連携(JaLTER)】 長期生態学研究に関する連携組織(JaLTER)が発足し、観測やデータ統合に関して連携が進んでいる。</p>
6	<p>【地震予知研究と火山噴火予知研究の統合】 これまで個別に進められていた地震予知研究と火山噴火予知研究が統合され、新たな観測研究計画が開始されていることから、観測網、観測データの統合等が促進され、新たな成果が得られつつある。</p>
7	<p>【地球観測システム構築推進プランによる機関・分野間連携の促進】 包括的で持続的な地球観測システムの構築に向け、文部科学省の「地球観測システム構築推進プラン」において、我が国が先導的に取り組むべき研究領域における効果的な観測に係る技術開発、観測研究等について、多くの地球観測が機関・分野連携した研究計画の下で実施された。</p>
8	<p>【航空機観測における民間活力の活用】 日本航空の大型旅客機による航空機観測により、長期的かつ包括的観測データの収集が可能となった。民間の支援を活用した共同研究体制が構築された。また観測データベースの構築と公開により、全世界の研究者にデータが提供され、国際的な気候変動研究に重要な貢献を果たした。</p>
9	<p>【機関間連携による定常観測外項目の開始】 気象庁、国立環境研究所、産業技術総合研究所が連携し、既存の施設や観測設備の共同利用と各々が開発した新たな観測技術の導入により、気象庁の定常観測で実施していない観測項目(水素、ラドン、ハロカーボン類、酸素、二酸化炭素同位体)の観測を開始することができた。</p>

整理 番号	成 果
<p>○データの共有と利用の促進</p>	
<p>課題解決型の地球観測の推進には、観測データの体系的な収集、合理的な管理、データの統合や情報の融合が重要である。上記のような関係府省・機関の連携による観測の推進に加えて、データの共有、統融合を促進するため、次のような取組が開始されている。</p> <p>データベースの連携、データ利用者の利便性の向上のためのデータ・メタデータの統合化に向けた取組と、それを活用した農業、健康、水循環及び生態系等、異なる分野の連携を進める糸口として、地球観測関係機関で取得された地球観測データのメタデータの収集や地理空間情報等の基盤となるデータの整備が進んでいる。このような取組としては、文部科学省のデータ統合・解析システム(DIAS)、国土交通省/国土地理院の地球地図、経済産業省/産業技術総合研究所のGEO Gridがある。</p> <p>また、国際的な取組としては、全球地球観測システム(GEOSS)があり、データネットワーク網を構築することでデータの利用促進をはかり、水分野や生物多様性、森林炭素、食糧安全保障等の分野で、アジア水循環イニシアチブ(AWCI)やアフリカ水循環調整イニシアチブ(AFWCCI)、アジア太平洋地域生物多様性観測ネットワーク(AP-BON)等の国際的なイニシアチブ等も通じてアジア・アフリカ諸国等と連携することで、観測データを利用した社会問題解決への貢献が進められている。この他にも、国内外の関連機関の研究者との協力でデータの品質評価・管理やデータベースの構築が行われている。</p>	
10	<p>【データ統合・解析システム(DIAS)】 データの共有はもちろんのこと、観測データを気候変動予測、社会経済データ等を組み合わせて科学的・社会的に有用な情報に変換すること(統合化)が重要である。</p> <p>文部科学省においては、地球観測データ、気候変動予測データ、社会・経済データ、地理空間情報等を統合解析することによって創出される革新的な成果の国際的・国内的な利活用を促進するため、地球環境情報の世界的なハブ(中核拠点)となるデータ統合・解析システム(DIAS)を整備し、DIASの高度化・拡張と利用促進を図ってきた。例えば、水循環の把握と水資源管理の分野では、9つの国際的なデータセンターとの連携によるデータの相互利用を実現しているほか、河川の流域において「水」を介して密接に関わる様々な分野(例えば、気候(降水情報、河川流出)、街づくり(ダム、下水道、洪水防御、土地利用)、健康(洪水と感染症)、農業(作物)、物質循環(水質)、生物多様性等)における多様なデータや数値モデルをDIAS上で統合し、流域固有の課題を解決するために有用な情報を創出できる情報基盤の整備を多くのステークホルダーと協働して推進している。このシステムを活用することにより、(独)国際協力機構(JICA)と協力して国際開発援助案件の試行やGEOSSの地域支援としてアジア・アフリカ地域の水循環・水資源管理にも貢献している。</p> <p>また、DIASは、国内における地球観測データの共有化・統合化を促進することを目的に、実施計画に登録された事業において収集・作成されたデータ・メタデータの収集・アーカイブを実施している。これまでの成果として、平成23年度の実施計画に登録された155事業のうち50の事業から、約2200件のメタデータを収集している。</p>
11	<p>【全球地球観測システム(GEOSS)構築への貢献】 推進戦略はGEOSS10年実施計画の策定と並行して進められた経緯から、地球観測に関する国際的な枠組みへの戦略的な対応が重要な観点として記載されている。</p> <p>我が国は、GEOSS推進のための組織である「地球観測に関する政府間会合(GEO)」の執行委員会メンバーを務めている他、作業計画へのリード機関・貢献機関としての参加、事務局への人的貢献、主要なタスクチーム等へのメンバーの派遣を行っており、GEOSSの構築のため中心的な役割を担ってきた。</p> <p>GEOSSの枠組みにおいては、船舶及び係留ブイ、自動昇降型漂流ブイや北太平洋中高緯度のブイネットワーク、観測機器の係留等による海洋観測を世界気候研究計画(WCRP)、全球気候観測システム(GCOS)等の国際連携の下実施し、観測によって得られたデータはインターネットを通じて世界中に公開している。さらには観測データを用いた気候変動解析と予測を実施し気候変動に関する政府間パネル(IPCC)を通じて、GEOSSに貢献してきた。</p> <p>GEOにおいては、水分野(AWCCI、AFWCCI)や生物多様性(GEO-BON、AP-BON、J-BON)、森林炭素(FCT、GFOI)、食糧安全保障(GEO-GLAM)などの分野において国際機関や宇宙機関、各国行政機関が連携したイニシアチブが立ち上がり、観測の社会への貢献が進められており、我が国もこれらに貢献してきた。また、アジア太平洋地域におけるGEOSSの活動の一層の連携強化のため、我が国は2007年から「GEOSSアジア太平洋シンポジウム」を毎年開催し、GEOSSの普及及び推進に向けた情報交換を行い、共通理解を深めるとともに、これを通じて具体的な連携取組の推進、アジア太平洋地域の取組を世界に発信している。</p>
12	<p>【海洋生物情報に関する拠点】 生物多様性研究の一環として、Biological Information System for Marine Life(BISMaL)を構築・運営し、海洋生物の情報整理・蓄積・提供を行うとともに、IODE傘下の国際的なデータベースであるOBIS等との連携を推進している。また、調査航海や関連研究活動により取得する地球観測データや、海洋再解析データ等をアーカイブし、BISMaLの海洋生物情報と併せて統合的に公開する拠点として、海洋研究開発機構 国際海洋環境情報センター(GODAC)の整備を推進している。</p>
13	<p>【衛星観測における国際連携の推進によるデータ利用の促進】 地球観測衛星委員会(CEOS)により各国の地球観測衛星のデータ取得計画の調整、利用者への情報提供、ヴァーチャルコンステレーションによる利用の促進、データの校正を推進している。</p>
14	<p>【地球地図プロジェクトの推進による地理空間情報の整備】 多種多様にわたる地球観測データの管理、利用及び共有の促進には、共通基盤となる地理情報の整備が重要である。このため国土地理院においては、1992年より地球地図プロジェクトを推進しており、我が国主導の下で、各国の国家地図作成機関の協力により全陸域の基盤的地理空間情報の整備・公開を進めている。我が国は地球地図プロジェクトを推進する地球地図国際運営委員会(ISCGM)の事務局を担っている。平成25年8月現在、地球地図プロジェクトには180を超える国・地域が参加しており、110を超える国・地域については、データの整備・公開が行われている。地球地図データはインターネットでダウンロードでき、非商用利用であれば無償で誰でも利用することが可能である。さらに平成25年7月には、事務局が中心となって全球をカバーする土地被覆や植生に関する地球地図データの第2版を整備し、公開を開始したところである。</p>
15	<p>【観測データ品質の評価及びそのデータ補正への活用】 太平洋の海洋内部の二酸化炭素・酸素・栄養塩類などの1980年代以後の観測データの品質を、国内外の関連機関の研究者らと協力して評価し、補正したデータに基づくデータベースPACIFICAを作成して公開した。</p>

<参考>

「推進戦略」3. 地球観測システムの統合化 より抜粋・要約

関係府省・機関の特徴や強みを活かしながら、データ収集から情報提供に至る段階が適切に統合された地球観測システムの構築に向けて、連携・協調する必要。

<効果>

- ・人材や設備等の資源が有効に活用され、観測が効率的に実施
- ・観測システムの協力によって持続的な運用を可能に
- ・最も効果的な観測手段を選ぶ
- ・データの有効利用が可能となり、データ利用の利便性が向上

<あり方>

①ニーズの集約とその実施計画への反映

必要となる観測項目、データ品質、時空間分解能、カバレッジ、データ期間等について、観測機関、政策決定者、行政担当者、研究者等が連携し、広範の利用ニーズを集約し、計画を策定して運用することが重要。

②施設や設備の相互利用及び共同運用

③新規観測の合理的な導入

ニーズの高度化、多様化に適切に対応できる新規観測の合理的導入。
先進的観測技術の活用によって、地球観測能力を高めることで効率化を図るなど。

④民間活力の活用

観測カバレッジの確保のための協力等

⑤実施計画の透明性と成果の発信

国のプロジェクトの実実施計画について情報公開、関係機関等の役割分担の公表による連携の促進
成果の有効利用のため、観測データを迅速に発信する体制を整えることが重要

⑥品質評価・品質管理の強化

各機関が適切な手法・技術による品質管理を行い、データの品質が適切に評価されユーザーに示される必要。データを融合し有益な情報を抽出するためには、各データの品質が既知であるとともに、データに付随する情報が正確に記述される必要。データ比較における一貫性の確保のため、方法間の相互比較により、標準化を進める必要

⑦長期継続観測の実現

長期継続観測を実施する機関間の連携を可能とする仕組みを備え、それぞれの観測施設、人材、技術等を活用して長期継続的な研究観測を支援する体制を整えることが重要。

長期観測を可能とする新たな手法や観測機器の開発を促進するための、競争的資金の活用等

国際プロジェクトに係る活動について、国としての対応の重要度を評価し、重要なものについては組織的な対応を強化し、長期継続的な体制を確保する必要。

⑧データの共有と利用促進

観測システムとデータ利用システムのバランスのよい開発、整備が必要。

利用ニーズの多様化、データ形式の多様化が予想されることから、体系的な収集、合理的な管理、データの統合、情報の融合によって、観測データを科学的、社会的に有用な情報へと変換し、それを国際的に共有するためのシステムの構築が必要。また、有用な科学的知見を利用者に必要な情報へと変換するため、地球観測データ、社会経済データ及び関連情報を体系的に管理する必要。さらに、データ体系化の共通基盤となる全球地理情報の着実な整備が必要。

⑨次世代を担う人材の育成

統合された地球観測システムを持続的に運用するためには、我が国の地球観測を支える人材の育成・確保が急務。なお、国際的な地球観測システムと協調して我が国の地球観測を推進するという観点からは、国際プロジェクトを主導できる人材の確保が必要。

統合された地球観測システムの下で、大学等の教育・研究機関と関係府省・機関の分担を明確にすることが重要。その下で、プロジェクトの推進における我が国の独自性の確保と主導的な国際貢献の両立が求められる。

「地球観測推進部会」における本件に関する議論の経過

第1回 平成25年5月7日

- ・地球観測の推進戦略にかかるこれまでの取り組みについて
- ・これまでの成果と今後の課題について

第2回 平成25年6月17日

- ・委員の方々に更にご議論頂きたい事項について

第3回 平成25年7月8日

- ・目次と骨子案について

第4回 平成25年7月29日

- ・報告書の事務局案について

第5回 平成25年8月29日

- ・報告書案について

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 勲 夫	琉球大学監事
○大 垣 眞一郎	公益財団法人水道技術研究センター理事長、東京大学名誉教授
東 久美子	情報・システム研究機構国立極地研究所研究教育系准教授
沖 大 幹	東京大学生産技術研究所教授
甲斐沼 美紀子	独立行政法人国立環境研究所社会環境システム研究センターフ ェロー
河 宮 未知生	独立行政法人海洋研究開発機構地球環境変動領域上席研究員
小 池 俊 雄	東京大学大学院工学系研究科教授
杉 本 敦 子	北海道大学大学院地球環境科学研究院教授
高 村 ゆかり	名古屋大学大学院環境学研究科教授
寶 馨	京都大学防災研究所教授
瀧 澤 美奈子	科学ジャーナリスト
佃 栄 吉	独立行政法人産業技術総合研究所理事
中 澤 高 清	東北大学大学院理学研究科客員教授
中 静 透	東北大学大学院生命科学研究科教授
深 澤 理 郎	独立行政法人海洋研究開発機構地球環境変動領域長
藤 谷 徳之助	財団法人日本気象協会顧問
堀 川 康	独立行政法人宇宙航空研究開発機構技術参与
安 岡 善 文	東京大学名誉教授
和 気 洋 子	慶應義塾大学名誉教授
渡 邊 紹 裕	京都大学大学院地球環境学堂教授

◎：部会長、○部会長代理

平成25年8月