

衛星を用いた全球地球観測システムの構築

① 計画の概要

TF は日本学術会議の提言「我が国の地球衛星観測のあり方について」(2017年)を受けて「地球観測グランドデザイン」を作成した。その中で我が国の地球観測衛星像の方向性を「科学的・実用的に重要な観測を持続しつつ(モニタリングの強化、実利用への発展)、コミュニティの知力を結集した突破すべき課題(ブレイクスルー)への挑戦」と定義し、コミュニティの合意によるミッションを立案することとした。また日本が独自の技術を有するセンサによるミッション立案を積極的にサポートすることもTFの役割と定義している。

これらの背景には、未曾有の大地震の経験や四方を海に囲まれているといった我が国特有のニーズや日本が世界をリードしている技術の発展という戦略や、国連や世界的な機関が取り組んでいる気候変動・地球環境保全についてCOP21(パリ協定)やIPCC等の国際的な枠組みにおける我が国の貢献がある。

TFでは、将来にむけて実施すべき観測として、高分解能光学センサ・SARによる地表面観測、温室効果ガスや大気汚染物質・エアロゾルの観測、地球温暖化の影響が現われる雲・降水の観測、炭素循環に重要な植生、さらに、日々の気象観測に重要な静止気象衛星等を挙げた。TFはこれら全体を俯瞰し、科学的に大きな成果を挙げることが可能なミッションを継続的にかつ効果的に打上げる提案を、実利用を含むコミュニティの代表として提案する。

宇宙開発に関しては、ボトムアップのミッション提案(本提案)と国策としてのミッションのすり合わせが必要であり、最終的なミッション策定には宇宙政策委員会での承認が必要である。なお、国際的な人工衛星による地球観測の枠組みは、地球観測に関する政府間会合(GEO)及びその宇宙部分を担う地球観測衛星委員会(CEOS)において、日本の宇宙中核機関であるJAXAが中心となって各国の宇宙機関等と協力し、衛星による全球地球観測システムの構築を進めている。

② 学術的な意義

我が国の地球観測衛星の多くは、防災や気象予報においてインフラに準ずる役割を演じてきている(高分解能光学センサ、SAR、GOSAT、ひまわり、AMSAR系列、TRMM-GPM)。これらについては、長期に渡るデータの蓄積により、地表面観測では大震災の前後の地表面変動などを正確に捉える、などの得難いデータ取得を継続しているほか、大気観測では気候変動の影響を評価に使えるデータがそろいつつあり、新たな研究フェーズへと発展する。実施内容の(1)から(7)で示したそれぞれの観測の学術的重要性や期待されるブレイクスルーを以下に示す。

- (1) 地震や洪水等の被害推定に加え、例えば、多くの「生態系サービス」を提供する沿岸環境(藻場やサンゴ)や森林などの保全には継続観測が不可欠である。
- (2) パリ協定に基づく各国のインベントリの検証としては世界最高性能を持つGOSATシリーズは不可欠であるとともに、温室効果ガスの観測対象を広げることにより、新たな発見も期待できる。
- (3) WMOの推奨するセンサの内、サウンドと雷センサは実現されていない。将来的には、様々な物理量の観測を静止軌道から行い、気象予報などにおいて大きなブレイクスルーになる。
- (4) 長期的な大気・海洋の把握による気候変動の影響評価などに貢献できるほか、地球全体の水循環を定量的に評価できる。
- (5) 地球温暖化における放射収支の見積り的大幅な改善と炭素循環における植生の効果を定量的に把握できる。
- (6) 森林バイオマス推定や風・水蒸気の気象モデルへの同化・エアロゾルの定量評価などにおいてブレイクスルーが期待できる
- (7) 大気汚染と気候変動の双方に複雑に関係している短寿命気候汚染物質(SLCP)の発生プロセスの解明とインベントリ把握が可能になる。

③ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

世界の主要衛星観測計画の策定においては、国連機関主導の全球気候観測システム(GCOS)や各国宇宙機関からなるCEOSにおいて、重複を極力避ける調整がなされる。特にCEOSにおいてはVirtual Constellation(VC)として、各国の衛星観測データを協働で利用し有機的に組み合わせることで、自国の政治的事情に左右されがちな衛星打ち上げを補い合うとともに、高頻度観測や相互校正を実現している。

また各国では、米国のDecadal Surveyや欧州のCopernicus計画などに代表される、10年以上を見通した計画を、国際調整も視野に入れながらボトムアップの議論を基に制定する取り組みもなされており、計画的・戦略的に宇宙開発が行

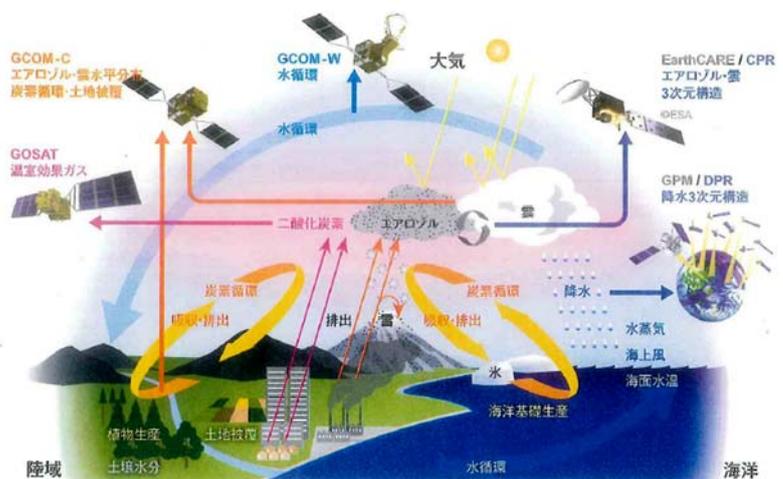


図1. 我が国の地球観測衛星とその役割

われている。一方で、日本のこの分野は宇宙政策委員会の工程表においても空白となっており、ボトムアップの戦略的な長期提案が必要である。

TF ではこの状況を打開すべく、地球観測グランドデザインを制定し、長期計画の方向性を提言している。本提案を構成するミッションは、国際的枠組みで調整されているとともに、このグランドデザインにも掲載されている。

④ 実施機関と実施体制

本提案の提案主体である TF の役割は、国内のコミュニティの意見醸成によるミッション提案であり、実際の人工衛星開発・運用およびデータ公開の実施機関としては JAXA と関連機関・省庁に期待する。以下に想定する実施機関をまとめる。なお、科学研究も実施機関等のファンディングにより大学・研究機関で実施されることを想定している。

- (1) JAXA による開発・運用、国交省等での利活用
- (2) JAXA・環境省による共同開発・利用
- (3) 気象庁による開発・利用を基本として、JAXA 等が協力
- (4) JAXA・NICT による開発、国交省、気象庁、海上保安庁等での利用
- (5) JAXA による開発、JAMSTEC 等での利用
- (6) JAXA による開発、森林総研・国立環境研との協力、JICA 等での利用
- (7) 各省、NICT、国立環境研、JAMSTEC による共同開発、利用

継続ミッション以外に「地球観測グランドデザイン（平成 30 年度版）」に早期に実現すべきミッションとして記載されているマイクロ波放射計、植生ライダー、マイクロ波分光計、降水レーダ、光学イメージャについては開発・研究体制を明記しており、関係機関において十分な検討がなされた上で正式に合意がなされている。

⑤ 所要経費

それぞれのミッション経費については、過去の類似のミッションの経費と開発期間をもとに見積もり、主たる実施機関である JAXA が無理のない年度計画を立てられるミッションとして提案する。さらに、開発経費の圧縮案についても TF から積極的に提言を行い、効率のかつ効果的な開発の実現に協力するほか、理学的な科学達成度と工学的な技術達成度についての議論を深め、ミッションの定義を行う。また、国際協力（分担）についても、科学者コミュニティの国際的なつながりを生かした提案を行う。

なお、これまでの衛星では、センサのみの経費はおよそ 50～100 億円規模、衛星バスを含むと 400 億円程度である。

⑥ 年次計画

7 年の観測期間を目標とする継続ミッションに加えて、早期に実現すべき 5 つのミッションについて、開発から打ち上げまで 5 年、観測期間を 5 年と想定している。これらについて、JAXA 予算の平滑化も考慮し、順次打ち上げられるように働きかける。予算措置については、JAXA と関連各省庁の予算で実施することがベースであり、ミッションが宇宙政策委員会で認められると同時に JAXA で予算化が図られることを想定している。

<既に予算措置が取られている（工程表記載の）ミッション>

- (1) ALOS-3(光学)、ALOS-4(SAR)ともに 2020 年度打ち上げ予定であり、継続的なモニタリングには、それらの後継ミッションも今後 10 年以内に打ち上げが必要
- (2) GOSAT3 が 2022 年度打ち上げ予定
- (3) ひまわり 10・11 号が 2023 年度から後継機製造・運用を開始予定
- (4) マイクロ波放射計：AMSR3 が GOSAT3 へ搭載予定、2022 年度打ち上げ予定
- (4) 雲レーダ：EarthCARE/CPR が 2021 年度打ち上げ予定

<現在検討中のミッション>

- (4) 降水レーダ：NASA との共同ミッション検討中、2027 年度打ち上げを想定
- (5) 長期観測継続のための重複期間を考慮し、2023 年度打ち上げを想定
- (6) NASA GEDI ミッション（2019-20 運用）および SGLI との同時観測期間を目指し、2020 年度打ち上げを想定
- (7) 概念検討フェーズは完了しており、今後本格的な予算化に向かう

⑦ 社会的価値

TF で確認したところ、SDGs の開発目標 17 項目のうち 14 項目が、また 169 の個別ターゲットのうち 47 項目に対して本提案の観測システムで貢献可能であると判断している。特に「13. 気候変動に具体的な対策を」「14. 海の豊かさを守ろう」「15. 陸の豊かさを守ろう」等については地球観測衛星からの情報が基礎資料として活用できる。

SDGs への直接的貢献以外にも、本提案で得られるデータは様々な社会的価値を創出する。例えば、現業気象機関の数値天気予報の精度向上を通じた、気象災害に依る利益損失の低減、海面水温・海色等の漁業者利用による経済効果と計画的漁業による資源管理、海水情報を利用した北極海航路活用的高度化による経済効果・環境管理、降水・日射・土壌水分等を用いた大規模な作付け・生育状況監視による食料安全保障対応、温室効果ガスの排出状況推定及び森林バイオマス推定による吸収排出量の推定誤差低減への貢献、大気汚染監視による越境大気汚染への対策、海面高度・海面水温・海上風などのデータ同化による海流予測の高精度化を通じた船舶航行の効率化や津波等によるがれき・漂流ゴミ・放射性物質等の漂流予測の高度化等である。

⑧ 本計画に関する連絡先

岩崎 晃 (TF リモートセンシング連携体事務局、(一社)日本リモートセンシング学会)