

フロンティア分野 中間取り纏め(案)

1. 検討状況

第3期科学技術基本計画の制定後、フロンティア分野の研究開発をめぐる状況は大きく変化している。昨年度は地理空間情報と衛星測位の利活用並びに関連研究開発を推進するための地理空間情報活用推進基本法、及び我が国の海洋関連施策を統合的に推進するための海洋基本法が制定されるとともに、今年度は宇宙基本法が成立した。こういった状況の中で、国としても、宇宙および海洋にかかわる総合的かつ一体的な施策の推進が図られるとともに、研究開発成果の積極的な社会還元がこれまで以上に求められている。

こうした状況を踏まえ、本分野に関して、重点的に議論すべき事項を議論した結果、以下の事項についてフロンティアPTとして技術的な見地からの意見を取りまとめる事とした。

【1】ユーザーから見た衛星利活用にあたっての技術課題

【2】資源開発の観点から見た海洋地球観測探査システムの技術課題

【3】技術人材の育成の観点（フロンティア分野特有の事項）

2. 中間フォローアップにおいて出された主たる意見

既にフロンティア PT において、前述の【1】及び【2】の見地から議論を行い、課題や問題点等に関して以下のような意見が出された。今後、最終取りまとめに向けて、引き続き検討を行う。

(1) 衛星のシステム設計

① 利用のプライオリティの明確化

- 国で開発される研究開発衛星は、複数の研究者の意見を取り込んでいるため、センサーを多機能化する傾向にあり、目指すべき性能設定が中途半端となっている。設計段階から利用に係るプライオリティを明確化したうえで、センサー性能を最大限発揮できる衛星システム設計が求められる。また、表面上のスペックよりも利用者の使いやすさを考慮した設計とすべき。

【参考例】

- PALSAR のオフナディア角（指向軸）は仕様上、10～51 度まで設定可能となっているが、40 度程度を超えるとサイドローブの問題で画像上にゴーストが多く、資源開発には使用しづらいという声がある。
- フルポラリメトリ観測に関しては、空間分解能や電力等の兼ね合いで、基本となるオフナディア角を 21.5 度付近に設定している。しかし、地質・資源探査目的であれば幾何学的歪みを生じさせないために、オフナディア角は大きい方が好ましく、35 度～40 度程度が適切であるという意見が多い。
- ハイパーセンサー（+マルチセンサー）については、資源開発ユーザーから早期軌道上実証を求める声が多いが、他センサーとの相乗りとなった場合には衛星システム設計の観点から種々の制約を受け、最大限の性能を発揮できない可能性がある。（例：他の用途との兼ね合いで、仮に午後の軌道になれば大気の影響を受けやすく撮影の機会を逃しやすい。重量の制約からハイパーセンサーとマルチセンサーが同時に指向軸を変動させる事になれば、もともと広範囲を観測可能なマルチセンサーの活用法としては疑問が残るため、両センサーを一体化させるべきではないとの意見有り。）

② 共通バスの継続的利用

- 同一のバスを極力継続的に利用し、軌道上での実績を増やすことが、信頼性の向上・コストの改善につながる。そのためには、コンセプトがしっかりした 10 年以上にわたって使い続けられるような衛星共通バスが必要。
- 市場の変化を捉え、迅速に新しいサービスを提供するという観点から、小型衛星のバスをストックしておき、ニーズに合わせてミッションを変更するなど、即応性の高い衛星の開発手法が求められている。

③ 技術開発の継続性

- 海外では、LANDSAT（米）、SPOT（仏）など、改良を繰り返しつつ、ユーザーに継続的な地球観測環境を提供しており、我が国の衛星開発の方針検討に当たっては、こうした点にも配慮すべきである。

④ 軌道上における運用形態の柔軟性の向上

- 大型の静止衛星は一般に運用期間も長く、運用途中にカバーエリアの変更等を可能とする運用形態の柔軟性を増す技術の開発が期待される。

【参考例】

- 通信放送衛星における通信エリアやトラフィックリソースなどの運用形態を、軌道上でフレキシブルに変更できるシステム

⑤ 民生部品の軌道上実証

- 国際競争力の確保、及び信頼性向上のため、SDS や SERVIS 等の軌道上実証衛星を定期的に打上げ、その成果を普及する必要がある。

(2) センサー開発

① SAR 及び光学センサー

- 昼夜、天候を問わず撮影が可能な SAR 衛星については、海外で主流となっている X バンド（波長約 3cm）や、我が国がこれまで得意としてきている L バンド（波長約 24cm。解像度は劣るものの、樹木などの植生の透過性が良く、差分干渉処理の精度が高いことから、森林帯での地殻変動観測等に適している。）の他にも、様々な周波数帯がある。今後、SAR 利用に係るプライオリティを明確化したうえで、海外との相互補完も考慮しつつ、戦略的な周波数選択が必要である。
- 光学センサーについては、広範囲を一度に撮像できるという衛星ならではの長をより生かすとともに、航空写真（現状では解像度 10cm 程度）の代替手段としての利活用範囲を拡大するため、解像度の向上を図る必要がある。なお、開発と併行して、衛星画像データの利用、頒布に係るセキュリティについても体制面・技術面双方の観点から検討を行う必要がある。
- 衛星からの観測対象物の識別能力向上は衛星利活用の可能性を飛躍的に高めると考えられる。空間分解能、バンド数（スペクトル分解能）、観測領域、S/N 比のバランスを考慮した、可視近赤外領域から短波長赤外領域にわたり観測が可能なスペクトルセンサー開発が期待される。

② その他の観測センサー

- 気象観測等の分野においても、マイクロ波放射計、マイクロ波散乱計等、様々なセンサーに対するニーズがある。

【参考例】

- 気象分野では、マイクロ波～ミリ波の水に関連するセンサーの情報を必要としており、現在は地球周回衛星用のマイクロ波放射計は存在するが、今後は、こうしたセンサーを改良して、静止気象衛星にも搭載して欲しいとの声がある。
- 気候変動の解明や、実利用（例：船のウェザールーティング）のために、海流の渦の存在を数百 km のスケールで観測できるセンサーの開発を望む声がある。また、海上風を 50km 程度の精度で観測できる地球周回衛星搭載のマイクロ波散乱計による観測態勢の強化を望む声もある。

(3) 衛星からのデータ送信技術

① 観測データのリアルタイム性の確保と大容量データ伝送技術の確立

- 衛星観測データの用途によっては、データの鮮度が落ちると実用性がどんどん下がるためリアルタイム性の確保が重要である。

【参考例】

- 静止気象衛星の観測データを、ゲリラ豪雨の観測や、航空機の着陸判断などに活用したいとの希望がある。

- 観測センサーのデータは今後益々大容量化すると考えられるため、データ中継衛後継機や地上ネットワークを含め、ダウンリンク回線で衛星運用に制約が生じないような対処が必要である。

【参考例】

- 圧縮データでは精度的に問題となる可能性があるため、非圧縮データに近い形でダウンリンクできる大容量データ伝送の体制確立を求める声がある。
- 大容量データを高緯度受信基地（キルナ局等）にダウンリンクした後から日本までの地上回線網が今後制約となるという意見がある。

(4) 運用体制

① 地球観測衛星の最適配置と国際協調も含めた時間分解能の向上

- ダウンリンク通信能力や地上局配備などの制約の下、解像度と撮像範囲はトレードオフの関係にあり、センサー種類の選択や小型衛星の利用も含めて、目的に応じて組み合わせを最適化する必要がある。
- 利用ユーザーによっては、再撮影頻度の向上を強く求める声もある。ユーザーの希望にタイムリーに答えるためには、海外衛星と連携し海外衛星との補完関係の構築も考えられるが、その為には軌道上配置やデータフォーマットの世界標準化等の技術課題を検討する必要がある。

【参考例】

- 災害監視など緊急観測が求められる用途においては、国際連携体制を整備するとともに、小型・軽量・低コストの小型衛星を複数分散配備し、観測頻度を上げることが考えられる。
- 各国で高波長分解能化（観測対象物の識別能力の向上）を目指したセンサーの開発が進められており、現在、我が国で開発中のハイパースペクトルセンサーと類似の機能を持つ海外衛星とのグローバルな協調を目指すべきとの声もある。

② 画像処理技術の向上および情報蓄積基盤とデータハンドリングシステムの整備

- 地球観測衛星データの付加価値を高める画像処理技術の向上や、アプリケーションの開発が必要。

【参考例】

- 光学画像と SAR 画像とを組み合わせる事により、解像度を高める手法が研究されている。

- 衛星画像、標高データなどを、地理情報システム上で他の観測データと重ね合わせ・融合することにより、新しい価値が創出される。
- 迅速に観測データを入手できる仕組み、さらには解析ツール、アプリケーションのオープンソース化により、高次処理を手軽に行うための整備が必要。
- 観測センサーのデータをユーザーがすぐに利用できるよう処理した上で保管するデータアーカイブの整備が必要。

【参考例】

○ 植生変化・都市変化などの国土管理や国際貢献、産業ビジネスなどの観点から、様々な衛星のデータを一元的に蓄積するデータベースの整備を求める声がある。

(5) 衛星利用と地上技術との融合

① 既存の地上設備等を活用した衛星利用技術の補完

- 衛星のみではなく、陸上の電子基準点等、既存の設備・技術を併用し、衛星利用の精度向上、補完する技術の開発が行われている。

【参考例】

○ 日本全国で 1200 箇所もの基準点が設置されており、これほど高密度で配置されているのは日本のみ。ただし、現状配備されている電子基準点は設備更新が十分とは言えず、GPS の新しい信号に対応した機能を追加する事で、基準点自身の精度が cm オーダーから mm オーダーに向上し、より高精度な測量を行うことが出来るという意見もある。

- 高速移動体向けに、衛星測位と IMU（慣性計測装置）の複合測位方式の開発が進められている。