

フロンティア分野の現状分析と今後の対応方針に関する取りまとめ【要約版】

1. 近年の情勢

I. 国内におけるフロンティア分野に関連した法整備、基本計画等の策定

[国内]

- ・ 海洋関係では、我が国の海洋関連施策を集中的かつ総合的に推進することを目的として、平成 19 年 7 月に「海洋基本法」が施行され、平成 20 年 3 月に「海洋基本計画」が閣議決定された。さらに、メタンハイドレート及び海底熱水鉱床の実用化に向けた探査・技術開発等の具体的な計画を定めた「海洋エネルギー・鉱物資源開発計画」が策定され、平成 21 年 3 月に総合海洋政策本部会合にて了承された。
- ・ 宇宙に関して、平成 19 年 8 月に衛星測位と地理情報システムに係わる施策を総合的かつ計画的に推進することを目的として、「地理空間情報活用推進基本法」が施行され、平成 20 年 4 月に「地理空間情報活用推進基本計画」が閣議決定された。
- ・ さらに平成 20 年 8 月には、宇宙の利用と産業の国際競争力強化等を理念とする「宇宙基本法」が施行された。これを受け、平成 21 年 5 月には、「宇宙基本計画」が策定される予定である。

II. 宇宙科学や深海掘削等を通じた科学的発見、知的探求拡大に向けた取組

[国内]

- ・ 月周回衛星「かぐや」による月の起源解明等に貢献する新しい知見や、太陽観測衛星「ひので」による、太陽の活動や磁場構造等に関する観測に対して、国際的に高い評価を得た。
- ・ 国際宇宙ステーションにおける我が国の実験棟が設置され、有人宇宙活動技術の蓄積とともに、高真空・微小重量実験や宇宙・地球環境の観測等を通じた新たな科学的発見が期待される。
- ・ 地球深部探査船「ちきゅう」により、地球内部構造、地殻内生物圏及び地球環境変動の解明を目的とした科学掘削が実施され、新たな発見がなされた。また、世界最高レベルのブイや観測船などによる海洋観測を国際共同で実施した。
- ・ 「地球シミュレータ」により先端的な海洋・大気変動モデルを用いた研究が推進され、「気候変動に関する政府間パネル」(IPCC) 第 4 次評価報告書作成へ貢献した。

III. 研究開発中心の時代から、宇宙利用の拡大や産業の国際競争力強化を目指す方向へ

[国際]

- ・ 世界の宇宙開発の状況が近年急速に変化。世界各国がし烈な宇宙開発競争を展開し、多様化。軍事利用等を通して、衛星の先進技術開発が進み、アンカーテナンシーとして国が積極的に利用することにより、信頼性・コストの改善が図られている。
- ・ 米国における GPS システムの近代化に向けた取組とともに、ロシアの GLONASS 計画や、欧州の GALILEO 計画の他、中国やインドなどにも独自の衛星ナビゲーションシステムの開発の動きがある。
- ・ 高解像度の地球観測画像が膨大なアーカイブとして管理され、農業や都市計画、安全保障分野等に広く活用されている。
- ・ 世界気象機関 (WMO) 等が策定した世界気象監視計画の下、世界の 6 機の静止気象衛星と数個の極軌道気象衛星による観測網を構成している。
- ・ 海底の油田・ガス田の開発が行われており、北・南米や西アフリカ沖では 2000m を

超える大深度での開発が進められている。

- ・ 近年の資源高騰や資源ナショナリズムの台頭といった状況の中で、各国において、海洋エネルギー・鉱物資源の開発の動きが活発化。
- ・ 従来なかなか難しいと考えられてきた深海資源探査開発の事業化に、速いスピードで取り組もうとの動きがある。
- ・ 海洋は地球的規模の自然現象に深く関わっており、自然災害や地球温暖化などの環境問題のメカニズムの解明等のため、全地球的な海洋の観測や研究が求められる。

【国内】

- ・ 陸域観測技術衛星「だいち」等、我々の生活に密着した実利用実証衛星が相次いで打ち上げられ、大きな成果をあげている。
- ・ 民間移管後のH-IIA ロケット打上げに3回連続で成功し、初期運用段階における世界水準を超える成功率を達成した事も踏まえ、韓国の衛星打上げ輸送サービスを受注した。また、商業衛星の面でも、国産標準衛星バスを活用し、海外からの次期通信衛星を受注した。
- ・ 我が国の気象衛星「ひまわり」によって得られた気象情報は、日本国内のみならず、東アジア・太平洋地域の各国に提供されている。
- ・ 世界初のライザー式科学掘削船である地球深部探査船「ちきゅう」が、日米主導の統合国際深海掘削計画(IODP)の主力船として、海底下の探査を実施した。
- ・ 有人潜水調査船「しんかい 6500」が持つ潜水能力(水深 6500m)や、深海巡航探査機「うらしま」が持つ連続長距離航走記録(317km)は今なお世界一を誇り、無人探査機の分野でも世界をリード。
- ・ 「海洋基本計画」において、メタンハイドレート及び海底熱水鉱床については、今後10年を目途に商業的な採掘、採取を実現するという目標が出された。

2. 現状における課題や問題点

【宇宙領域（人工衛星の開発・利用）】

- ・ 我が国における宇宙関連ビジネスの総額は6兆円規模であり、宇宙利用先進国であるとされる。しながら、ビジネスに用いられている測位衛星や地球観測衛星の保有・運用は海外の政府・企業にほぼ依存するなど、衛星の運用、商業衛星の製造という面では、欧米の後塵を拝している。
- ・ この原因としては、我が国の衛星開発が、これまで技術試験衛星などの先端技術開発や技術実証に重点を置いてきたことや、国際競争入札による海外企業との競合等があげられている。
- ・ 一方で近年、国産標準衛星バスや地球センサーや太陽電池パドル等、技術試験衛星等における開発実績を踏まえ、海外から受注を得ている例が多々あり、産業界と連携し、先端技術開発を国際競争力強化に結び付けることが重要である。
- ・ 国で開発される研究開発衛星については、機能・性能の面で優れているものの、信頼性・コストの面で実用衛星との間に乖離がある。産業界からは、アンカーテナンシーとして国が先端技術や標準バスを優先的かつ継続的に使用し、軌道上実績を増やすことで、信頼性・コストの改善に対する期待が大きい。
- ・ 国が開発する地球観測衛星について、データの継続性を重視し、継続的な運用によるデータ蓄積に対する要望が強い。また、衛星観測データの取り扱いには専門的な知識が必要であり、一般ユーザーへの利用が広がっていない。

【海洋領域（海洋のエネルギー・鉱物資源開発）】

- ・ 海洋エネルギー・鉱物資源を広域かつ効率的に探査するために必要な技術開発の推進を図ることが必要。
- ・ 「ちきゅう」の技術が大水深の科学掘削と同時に、水深海域における在来型資源の探査・開発にも活用して行くことが重要である。
- ・ メタンハイドレートに関しては、賦存状況の把握のための調査とともに、より長期にわたり安定的な生産量を確保するための陸上産出試験や、周辺海域での産出試験、生産に要するエネルギーを低減しエネルギー収支を改善するための対策、総合的な経済性の評価、生産に伴う環境影響評価技術の確立等が課題である。
- ・ 海底熱水鉱床については、海底資源採掘の経済的な見通しを立てるために必要な、厚さ方向の情報がまだ得られていない。また、開発にあたって独自の製錬法が必要であり、その他、採掘法、楊鉱法など、経済性を判断するにあたって、確立しておかなければならない技術も多い。さらに、開発に伴う熱水系生物群集の保護などの問題、環境への影響の評価技術の確立等も課題。
- ・ 将来の商業化に向けた賦存量調査や、採掘技術等の技術開発プログラムを策定し、その達成に向けた産学官の連携体制を構築することにより、着実な進展を図ることが課題。

【技術人材育成】

- ・ 国の研究機関が国家戦略を実現するにあたり、ミッションの立案からフェーズビリティ・スタディを経て事業計画に結びつけるために、従来の技術主体に加えて、経済的・社会的な素養をもち、論理的に判断できる人材の確保が求められている。
- ・ 今後一層の産業化を進展させるためには、研究と実業をつなぐ、産業化を担う技術人材の育成が求められている。
- ・ エンジニアの継続的な確保が質・量ともに課題である。エンジニアの人材育成に一番良い方法は、プロジェクトを通して特にシステム開発の上流工程を経験させる事であるが、フロンティア分野では、事業規模が大きい等の理由から、長期にわたり計画的に人材育成を行う事が困難。
- ・ フロンティア分野における研究者・技術者を、将来に亘って、質・量ともに確保するためには、次世代を担う青少年等へのアウトリーチ活動が重要。小中高校生等を対象として、実験教室や出前講座など、フロンティア分野に関する正しい知識と理解を深められるような取組が必要。

3. 対応方針

【宇宙領域（人工衛星の開発・利用）】

I. 衛星システム開発全般

- i) 衛星の実利用に向けた研究開発と、利用のプライオリティの明確化
- ・ 研究開発衛星と実利用衛星の間を埋める対策が必要であり、実利用化を見通した低コスト化・高信頼性を図る努力が必要である。そのためには、短期的および中長期的な開発時期を明確化し、機器の国産開発・海外調達の違いも含めた長期ビジョンの策定に向け、開発側のみならずユーザーも含めて検討を行なう必要がある。
 - ・ 中長期的に見れば、利活用を促進し、環境分野など日本が世界に貢献できる分野において積極的な国際展開を図るためにも、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、センサーや通信の性能を最大限発揮できる衛星システム設計を行う事も重要であり、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衛星開発が求められる。

ii) 共通バスの継続的利用

- ・ 今後の小型衛星開発計画も踏まえつつ、ユーザーニーズに即した、長期間にわたって使い続けられるような衛星共通バスを開発するとともに、定期的な開発による性能向上およびバージョンアップが必要。
- ・ 小型衛星のバスを活用した、即応性の高い衛星の開発手法も必要である。

iii) 技術開発の継続性

- ・ データ形態の一貫性や観測の継続性を持たせた長期的データ提供を担保することで、利用ユーザーの定着を図る必要がある。さらに、利用ユーザーのニーズを次号機の仕様に反映させ、利用と開発のサイクルを繰り返す体制を構築する必要がある。

iv) 民生部品、新規開発機器の軌道上実証

- ・ SDS や SERVIS の軌道上実証衛星等により、民生部品や新規開発機器の軌道上実証機会の確保を促進しその成果を普及する必要がある。
- ・ 戦略部品の国産化を図るとともに、ミッションに対応して部品プログラムの柔軟な適用を取り入れる必要がある。

v) 国家インフラを構築する基幹要素としての整備

- ・ データアーカイブやデータ中継衛星等について、国家インフラを構成する基幹要素との認識にたつて、国家戦略に基づき整備を行なう必要がある。

II. センサー開発

i) SAR 及び光学センサー

- ・ SAR 衛星について、利用目的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、戦略的に周波数を選択していくことが必要である。
- ・ 光学センサーについては、利用価値を高めるため、解像度の向上を図る必要がある。衛星画像データの利用、配付に係るセキュリティについて、体制面・技術面双方の観点から検討を行う必要がある。

ii) その他の観測センサー

- ・ 地球環境変化のモニタリングや予測、および気象観測等の分野において、様々なセンサーに対するニーズがあり、これらの計画的な研究開発を進める必要がある。

III. 運用体制

i) 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

- ・ 観測センサーのデータを、ユーザーが必要とする時にすぐに利用できるようなデータアーカイブを、ニーズの高いデータを優先しつつ早急に構築し、ユーザーに提供すべきである。その際、既存のアーカイブをグリッドで双方向に結合した水平分散型のネットワークの構築についても考慮が必要である。
- ・ 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、データ同化手法の開発等が必要である。
- ・ 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である。

【海洋領域（海洋のエネルギー・鉱物資源開発）】

I. 推進方策

i) 国が担うべき役割

- ・ 賦存量・賦存状況をより広域で効率的かつ正確に把握するため、国として探査技術の開発を加速させることが重要である。
- ・ 採掘・揚鉱システム、製錬技術等の開発を行うとともに、商業規模での生産システムの設計や経済性評価、環境影響評価手法の確立を行う必要がある。また、より高度な資源探査のため、センサー技術や探査機等に関する技術開発を行う必要がある。

- ・ これらの取り組みについて、省庁連携に加えて、関連する技術・ノウハウを有する民間企業との積極的な連携を図り、海洋基本計画に定められた目標を達成することが必要である。
 - ii) 資源賦存状況に見合ったシステム作り
 - ・ 対象とする鉱床ごとに、それぞれの賦存状況に見合った技術開発課題を明らかにして、技術開発や探査・開発のシステムを構築する必要がある。
 - iii) 海外との連携と独自技術
 - ・ 個別の技術に関して、海外との比較優位性や、技術の重要度やニーズ等を勘案し、海外と連携すべき領域と、独自技術を開発すべき領域とを整理することが必要である。
- II. 海底熱水鉱床
- i) より高度な調査手法の活用検討
 - ・ 対象海域の広さや海底熱水鉱床の活動状況等に応じて、より効率的な探査を行う必要がある。
 - ii) 調査技術(リモートセンシング技術、コア取得技術等)
 - ・ 活動を停止した海底熱水鉱床(埋没した鉱床を含む)等の鉱床を広域かつ効率的に探査するために必要な技術を確立していく必要がある。
 - ・ 詳細な海底下構造を立体的(垂直方向)に把握し、鉱床の賦存量を高精度で効率的に把握することが必要である。
 - ・ 50~100m程度の間隔でボーリングをして、資源量を詳細に把握することが必須である。そのためには、深海用ボーリングマシンの改良研究や、コアの回収率を高めるための技術開発が必要である。また、ボーリング孔間隔の適正設定、掘削速度、掘削深度能力の向上も課題である。
- III. メタンハイドレート
- i) 回収技術の確立とより長期にわたる産出試験の実施
 - ・ 回収にかかるエネルギーをできる限り小さくするなど、更なる回収技術の改良と技術の確立が必要である。
 - ・ 安定的に十分な量を採取するために、最適な回収方法の研究を続ける必要があるとともに、より長期にわたる産出試験を行い、連続産出における障害が無いこと等を確認する必要がある。

【技術人材育成】

- I. フロンティア分野特有技術の習得機会の向上
- ・ 各要素技術に加えて、全体を統合して機能させるためのシステム総合工学を習得する機会が必要である。
 - ・ 理学・工学に加えて、経済や法律、政治等といった人文社会学等も含めた、より幅広い総合人材教育を行う必要があり、多様な実務経験を通して幅広い素養を習得する等の育成プログラムを充実させる必要がある。
 - ・ 衛星や深海探査機等から得られた、様々なデータの利活用技術の高度化を担う人材の育成など、宇宙基本計画や海洋基本計画等の国家戦略を実現するための、実学的な人材育成の促進が必要である。
- II. 技術継承のための長期にわたる事業計画の策定
- ・ 国で開発した基盤技術を積極的に移管する等、産業振興を促進する取組が求められる。
 - ・ 技術の成果が社会に展開される仕組みを念頭に置いた研究開発がなされる組織作りが重要であり、研究・開発・製造・普及を横通しで見ることができると人材の育成

が必要である。

Ⅲ. 外部機関等との連携によるトップレベル人材育成の体制構築

- 工学・理学に限らず、生命科学など、技術の幅が広いとため、関連機関や大学との連携を強化し、国の「知」を有効活用することが求められる。
- 宇宙や海洋の利活用を拡大していくためには、利用者・研究者のコミュニティを形成し、ボトムアップによる事業計画立案を行なう事が重要である。