

## 「宇宙産業プログラムに関する施策・事業評価報告書」（平成28年3月、産業構造審議会産業技術環境分科会研究開発・イノベーション小委員会評価ワーキンググループ）（抜粋）

（平成30年度宇宙産業プログラムに関する事業評価検討会で評価対象となる宇宙産業プログラム及び個別事業について、前回（平成28年3月）の評価における「総合評価」及び「今後の研究開発の方向等に関する提言」を抜粋したもの。）

### 1. 宇宙産業プログラムに関する評価結果

#### 総合評価

国全体の大きな宇宙政策に則り、日本の宇宙産業の発展に必要な施策が適切に実施されていると判断できる。

特に、小型衛星（ASNAROプロジェクト）、観測センサ（ASTER/PALSAR及びHISUIプロジェクト）で所期の成果を上げたことは、将来につながる技術であり評価できる。これらの施策は継続的に実施する必要があり、今後も同様の予算措置をすべきである。

本施策の推進に当たっては、世界の宇宙産業の動向を見据え、海外の技術との比較などを通じて真に国際競争力のある技術であるかを評価し、日本の得意とする技術力を重点的に伸ばしていけるよう、事業の過不足について常に検討を加えることが必要である。具体的には、近年の情勢変化を踏まえ、SERVIS-3号機及び、空中発射システムの意義については、再検討を要すると考えられる。

なお、衛星リモートセンシング分野における海外市場獲得には資源探査だけでなく農業、防災などさまざまな分野におけるサービスをパッケージで提供していくことが有効であり、今後は、幅広い分野におけるリモートセンシングデータ利用の拡大につながる取組が重要と考えられる。

加えて、衛星リモートセンシングから取得したデータの適切な取扱いについて、我が国としてのルールを確立することが必要である。

#### 今後の研究開発の方向等に関する提言

世界の宇宙産業の拡大傾向に対し、日本の宇宙産業は必ずしも同期しているとはいえない。この理由は、技術力をベースとした宇宙産業の成長が必ずしも十分ではなく、またニーズの開拓も不十分であることによると考えられる。これらの点を克服するため、国が適切な技術開発施策を推進することは極めて重要である。

しかし、諸外国、特に米国などの先行する宇宙産業と直接競争することは短期的に少なからず困難を伴うことが考えられる。そのため、日本でこれまで培なわれ国際的にも高い評価を受けた宇宙産業関連の技術を継承しつつ、それらをより発展させる施策が適切と考えられる。特に、既存技術を改良・発展させて、コスト削減、高機能化、利用の多目的化を図ることや、高信頼性、高安定性の実現していくことなどは、日本

が得意とするところであり、海外の技術との比較をしながら、この方向での技術開発を発展的かつ積極的に推進することが望ましい。

また、新興国（ASEAN、中央アジア、中南米、アフリカなど）におけるニーズの開拓と展開は、国際協力という観点からも極めて重要と考える。

このような観点から、国際競争力のある高性能かつ低コストな人工衛星等の開発や、将来のエネルギーの確保に資する高機能な衛星センサ及びその利用技術の開発、宇宙太陽光発電技術の開発等を、宇宙基本法及び宇宙基本計画に基づき経済産業省が実施することは極めて重要であり、本施策を引き続き着実に推進すべきである。

施策の推進に当たっては、世界の宇宙産業の動向を見据え、海外の技術との比較などを通じて真に国際競争力のある技術であるかを評価し、日本の得意とする技術力を重点的に伸ばしていけるよう、事業の過不足について常に検討を加えることが必要である。

具体的には、近年の情勢変化を踏まえ、SERVIS-3号機及び、空中発射システムの意義については、再検討を要すると考えられる。

なお、衛星リモートセンシング分野における海外市場獲得には資源探査だけでなく農業、防災などさまざまな分野におけるサービスをパッケージで提供していくことが有効であり、今後は、幅広い分野におけるリモートセンシングデータ利用の拡大につながる取組を進めることが重要と考えられる。

将来的な技術開発の方向性としては、地上に配置したセンサ等から人工衛星を活用して情報を収集するシステムの実現に資する技術の研究開発などが考えられる。さらに長期的には、宇宙空間を物質生産・加工の場として活用するための技術開発も一案である。

## 2. 個別事業に関する評価結果

### ①石油資源遠隔探知技術の研究開発

#### 総合評価概要

石油ガス田の開発や鉱区取得につながった例など、ASTER/PALSARデータを石油ガス資源の探査等に利用して成果をあげている点は高く評価できる。

また、ASTER GDEMの整備、オイルスリックデータベースなど、ASTER/PALSARの長期観測データから様々なプロダクトを作成し利用者に配布しており、関連分野の産業活動及び科学研究に大きく貢献している。

なお、ASTERは引き続き多くの分野での活用が期待され、今後も運用を継続すべきであるが、その運営についてはより省力化、効率的運営を検討すべきである。

米国のLANDSATでは2008年よりデータの無償配布が開始されるなど、海外衛星においてはデータの配布ポリシーが近年変更になっている。ASTER等で取得したデータについても、より広い分野での活用が期待され、今後はその配布を無償化するなど、ユーザーの拡大に向けた見直しを行う必要がある。

また、現在開発中のハイパースペクトルセンサの観測データの処理についての研究開発は、本事業の成果や反省を十分に踏まえて推進するべきである。

#### 今後の研究開発の方向等に関する提言

これまで日本の宇宙関連産業が蓄積してきた人工衛星/センサの開発、運用、解析の技術を継承しながら発展させるという点から、人工衛星の高分解能化や高頻度観測、その高精度かつ高速な運用・処理・解析に資する技術の開発についての検討が必要と考えられる。また、輸出が期待される国々のニーズに即した技術の開発についても検討することが重要と考えられる。

具体的には、例えば、

- 複数衛星/センサによる高頻度観測が可能となるような小型化かつ低コストの高機能衛星/センサ技術の開発（本格的な「小型高機能衛星」の実現）、
- 資源探査に有効な高空間分解能・高スペクトルの光学センサの発展的な開発、
- 小規模機関や民間などでも十分に利用可能な簡易衛星データ受信・処理・解析の一貫システムの開発、
- 資源保有国を対象とした衛星データの高精度解析手法の開発

などが想定される。

欧米による衛星観測データの無料公開の動向も踏まえ、ASTERデータが広く利用されて社会に還元されるよう、利用研究の分野を拡大するとともに、ASTERデータを無料公開する方針に転換することを提案する。

## ②次世代地球観測衛星利用基盤技術の研究開発

### 総合評価概要

高頻度観測、高スペクトル観測が必要とされる資源、環境、災害などの分野において、ハイパースペクトルセンサH I S U Iへの期待は高いと考えられ、その利用に必要なライブラリデータの整備、校正・データ処理技術や利用手法の開発を行う本事業の目的・政策的意義は妥当。

研究開発の体制は妥当であり、ハイパースペクトルデータの利用が期待されるさまざまな分野の手法開発も順調に進んでいる。特に金属資源探査において岩石鉱物のスペクトルデータを整備し、解析技術を開発したことは評価できる。

我が国は、ハイパースペクトルセンサのハード開発及び利用技術のノウハウの面で国際的に優位に立てるポテンシャルを持っていることから、早期に宇宙実証を行うことが重要である。なお、宇宙実証の実施にあたっては、A S T E R、P A L S A Rなどの経験や反省を適切に活用すべきである。

また、プロダクトの配布方法等の検討を含め、将来の利用拡大に向けた取組を引き続き推進していくべきである。

### 今後の研究開発の方向等に関する提言

これまで日本の宇宙関連産業が蓄積してきた人工衛星/センサの開発、運用、解析の技術を継承しながら発展させるという点から、人工衛星の高分解能化や高頻度観測、その高精度かつ高速な運用・処理・解析に資する技術の開発についての検討が必要と考えられる。また、輸出が期待される国々のニーズに即した技術の開発についても検討することが重要と考えられる。

具体的には、例えば、

- 複数衛星/センサによる高頻度観測が可能となるような小型化かつ低コストの高機能衛星/センサ技術の開発（本格的な「小型高機能衛星」の実現）、
- 資源探査に有効な高空間分解能・高スペクトルの光学センサの発展的な開発、
- 小規模機関や民間などでも十分に利用可能な簡易衛星データ受信・処理・解析の一貫システムの開発、
- 資源保有国を対象とした衛星データの高精度解析手法の開発

などが想定される。

### ③ハイパースペクトルセンサ等の研究開発

#### 総合評価概要

資源探査や環境観測をはじめとする様々な分野で高スペクトル解像度観測への期待は高く、本事業の目的・政策的位置づけは妥当。

これまでの研究開発により、ハイパースペクトルセンサおよびマルチスペクトルセンサを設計が完了し、プロトフライトモデルの組立が開始されており、宇宙実証への実現に向け、着実に進展している。

現在予定されている国際宇宙ステーションへの搭載を着実に推進し、早期に宇宙実証を行うことが望まれる。その際、観測データの大容量化が想定されるため、データ処理、分析手法について検討する必要があると考えられる。

なお、本開発センサの性能について、要求スペックの記述はされているが、性能向上による具体例がもっと分かりやすい形で提示されることが望まれる。

#### 今後の研究開発の方向等に関する提言

これまで日本の宇宙関連産業が蓄積してきた人工衛星/センサの開発、運用、解析の技術を継承しながら発展させるという点から、人工衛星の高分解能化や高頻度観測、その高精度かつ高速な運用・処理・解析に資する技術の開発についての検討が必要と考えられる。また、輸出が期待される国々のニーズに即した技術の開発についても検討することが重要と考えられる。

具体的には、例えば、

- 複数衛星/センサによる高頻度観測が可能となるような小型化かつ低コストの高機能衛星/センサ技術の開発（本格的な「小型高機能衛星」の実現）、
- 資源探査に有効な高空間分解能・高スペクトルの光学センサの発展的な開発、
- 小規模機関や民間などでも十分に利用可能な簡易衛星データ受信・処理・解析の一貫システムの開発、
- 資源保有国を対象とした衛星データの高精度解析手法の開発

などが想定される。

資源開発以外の多様な分野でのハイパースペクトルデータの解析技術を確立させるためには、サンプルデータ提供による多数公募型の共同研究方式により、日本の技術を広く結集させることが効果的である。

#### ④超高分解能合成開口レーダの小型化技術の研究開発

##### 総合評価概要

小型、低コスト、かつ高性能な合成開口レーダ衛星の開発は我が国宇宙産業の国際競争力強化に極めて重要であり、事業の目的・政策的位置付けは妥当である。

開発目標として、光学衛星「ASNARO-1」の成果を活かすよう、ASNARO-1のバスに適合した設計としてバスの共通化を図り、低価格化と500kg級衛星のシリーズ化を目指している点など、適切に設定されている。

研究開発の進捗は、合成開口レーダの心部とも言えるパルスTWT Aを設計し、小型、省電力で分解能1m未満という高性能の小型Xバンド合成開口レーダを設計・開発が完了しているなど、部品調達の遅れによる継続中のものを除けば個別事項は概ね達成されており、順調な進捗状況であると言える。

今後、実施される予定の宇宙実証においては、衛星開発者目線とならないよう、ユーザーとデータ利用方法を想定して行うようにすべきである。さらに、これまで研究開発を実施したLバンドSAR（PAL SAR）との観測特徴の比較や、ASNARO-1衛星との協調観測についても検討すべきである。

また、研究開発終了後に海外展開を実現していくには、システム全体でのコスト等も重要であり、事業C「小型衛星群等によるリアルタイム地球観測網システムの研究開発」と合わせた検討や、運用技術者育成の検討も必要と考えられる。

開発・製造の短縮化については、バス機器製造から試験完了までの期間について1年という数値が達成できるのか検証し、未達の場合には今後の課題を抽出することが求められる。

今回開発するTWT Aは単体の輸出も可能な競争力のあるものと考えられ、従来のものと比較しどの程度小型・省力化が達成できたかを数値で示すことが望ましい。

##### 今後の研究開発の方向等に関する提言

これまで日本の宇宙関連産業が蓄積してきた人工衛星/センサの開発、運用、解析の技術を継承しながら発展させるという点から、人工衛星の高分解能化や高頻度観測、その高精度かつ高速な運用・処理・解析に資する技術の開発についての検討が必要と考えられる。また、輸出が期待される国々のニーズに即した技術の開発についても検討することが重要と考えられる。

具体的には、例えば、

- 複数衛星/センサによる高頻度観測が可能となるような小型化かつ低コストの高機能衛星/センサ技術の開発（本格的な「小型高機能衛星」の実現）、
  - 資源探査に有効な高空間分解能・高スペクトルの光学センサの発展的な開発、
  - 小規模機関や民間などでも十分に利用可能な簡易衛星データ受信・処理・解析の一貫システムの開発、
  - 資源保有国を対象とした衛星データの高精度解析手法の開発
- などが想定される。

## ⑤宇宙産業技術情報基盤整備研究開発（SERVIS プロジェクト）

### 総合評価概要

民生技術を活用し、人工衛星等で使用できる安価かつ高機能の部品やコンポーネントを増やしていくことは、我が国宇宙産業の国際競争力強化に極めて重要であり、本事業の意義は大きい。

本事業において進めてきた、民生部品のデータベース化及び選定評価ガイドライン、適用設計ガイドラインの作成は、衛星機器の設計・製作に寄与し、評価できる。

部品については、地上模擬試験の有効性が明らかになってきていること、民生部品についてはライフサイクルが短くなっていることなどを踏まえ、宇宙実証の必要性は低下していると考えられる。また、100～200kg級衛星による宇宙実証は、JAXAの革新的小型衛星技術実証プログラムで実現されつつあり、3号機の開発は必要性がなくなったと考えられる。

今後は、民生技術を活用したコンポーネントの開発及び部品の地上模擬試験に注力するとともに、JAXAが行う革新的小型衛星技術実証プログラムとの連携を図り、効率的に事業を実施していくべきである。

### 今後の研究開発の方向等に関する提言

これまで日本の宇宙関連産業が蓄積してきた人工衛星/センサの開発、運用、解析の技術を継承しながら発展させるという点から、人工衛星の高分解能化や高頻度観測、その高精度かつ高速な運用・処理・解析に資する技術の開発についての検討が必要と考えられる。また、輸出が期待される国々のニーズに即した技術の開発についても検討することが重要と考えられる。

具体的には、例えば、

- 複数衛星/センサによる高頻度観測が可能となるような小型化かつ低コストの高機能衛星/センサ技術の開発（本格的な「小型高機能衛星」の実現）、
- 資源探査に有効な高空間分解能・高スペクトルの光学センサの発展的な開発、
- 小規模機関や民間などでも十分に利用可能な簡易衛星データ受信・処理・解析の一貫システムの開発、
- 資源保有国を対象とした衛星データの高精度解析手法の開発

などが想定される。

## ⑥太陽光発電無線送受電高効率化の研究開発

### 総合評価概要

高出力増幅器（HPA）を試作、世界最高水準を達成したほか、整流デバイスや電力合成器など周辺機器の基本設計を完了したことで、今後の技術開発に期待が持てる。また、無線送受電技術は地上産業への波及効果も期待できる。

一方で、これまでの研究開発で実現できた水準と将来の商用SSPSに要求される効率及び送電部の厚さ、重量にはまだ大きな開きがある。現時点での達成した限界値を踏まえ、中途段階、例えば5～6年に実現を目指す数値目標も示して研究開発を進めるべきと考えられる。

なお、他分野での応用も将来の宇宙太陽光システムの開発に資する知見の拡大に寄与すると考えられることから、本事業で開発中の無線送受電技術については、産業応用に向けた理解の増進等の取組を進めるべきである。

### 今後の研究開発の方向等に関する提言

宇宙太陽光発電システム（SSPS）の技術開発については、地上の電力伝送だけに終わることがないように、その実現に向けて、打ち上げコストも含めた検討を深めていくべきである。

SSPSの実現に向けて、送受電関連だけでなく、それを支える高電圧や絶縁などの基盤技術、電波伝送経路にあたる空間における環境との相互作用、生体への影響なども含めて研究開発を進め、社会として進めていける土壌を育てていく必要がある。