

極軌道プラットフォーム搭載用資源探査
観測システム、次世代合成開口レーダ等
の研究開発事業
プロジェクト終了時評価
補足資料

平成29年3月23日
製造産業局宇宙産業室

目次

1. 事業の概要
2. 事業アウトカム
3. 事業アウトプット
4. 当省(国)が実施することの必要性
5. 事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ
6. 研究開発の実施・マネジメント体制等
7. 費用対効果
8. 外部有識者の評価等
9. 提言及び提言に対する対処方針

1. 事業の概要

概 要	地球資源衛星(JERS-1)の成果を引継ぎ、高機能・高性能化を図った資源探査観測システム(ASTER)の開発及び軌道上のミッション運用を行う。
実施期間	昭和62年度～平成27年度(29年間)
実施形態	国からの直執行(一般財団法人宇宙システム開発利用推進機構への委託事業)
予算総額	310.6億円 (平成25年度:0.7億円 平成26年度:0.7億円 平成27年度:0.7億円)
実施者	一般財団法人宇宙システム開発利用推進機構

ASTERの概要

(参考)

ASTERの特長

- ・地球資源衛星1号(JERS-1)の資源探査を継続して、可視近赤外域、短波長赤外域、熱赤外域と観測波長帯が広く、14の観測バンドに細かく分けて観測することができ、岩石や鉱物の探査や地質構造の識別に優れている。
- ・熱赤外域を5の観測バンドで観測することができ、ランドサットに次ぐものである。
- ・地球環境問題に貢献する国際協力プロジェクトの一翼である。

ASTERの概観図

ASTERの主要諸元

(1) 分解能:

可視近赤外放射計(VNIR) 15×15(m)
(JERS-1:18.3m×24.2m)

短波長赤外放射計(SWIR) 30×30(m)
(JERS-1に対してバンド数増加)

熱赤外放射計(TIR) 90×90(m)
(JERS-1は搭載していない)

(2) 観測幅: 60km

(JERS-1に対してポインティング機能追加)



2. 事業アウトカム

事業アウトカム指標 (妥当性・設定理由・根拠等)	目標値(計画)	達成状況(実績値・達成度)	原因分析 (未達成の場合)
<p>ASTERの開発・運用によって、石油・鉱物等の資源探査への利用を主として、その他広い分野における利用を推進する。</p> <p>これらの分野における資源探査の鍵となる鉱物の分布の把握、気候変動に伴う環境変化の把握、広域にわたる災害被害状況の把握等の課題の解決に貢献する。</p>	<p>(事業開始時) ASTERを開発し、資源探査への利用可能性を確認する。</p>	<p>ASTERを開発し、取得されたデータが資源探査に対して十分に利用に資することを確認した。</p>	
	<p>(中間評価時) ASTERを5年間定常運用し、資源探査への利用手法を確立する。</p>	<p>5年の定常運用を達成し、取得されたデータを利用して、石油資源分野における利用手法を57件、鉱物資源分野における利用手法を48件整備した。また、環境分野における利用手法を35件、防災分野における利用手法を8件開発した。</p>	
	<p>(事業終了時) ASTERをさらに5年以上後期運用し、資源探査への利用を推進する。</p>	<p>さらに10年以上の後期運用を達成し、取得されたデータは、石油資源分野において16件、鉱物資源分野において20件以上の事例において、貢献した。</p>	
	<p>(事業目的達成時) ASTERを可能な限り運用を継続するとともに、広い分野における利用が推進されるよう整備する。</p>	<p>事業終了後の運用を特定国立研究開発法人産業技術総合研究所が引き継ぎ、取得したデータの無償提供により、広い分野での利用を可能とした。</p>	

3. 事業アウトプット

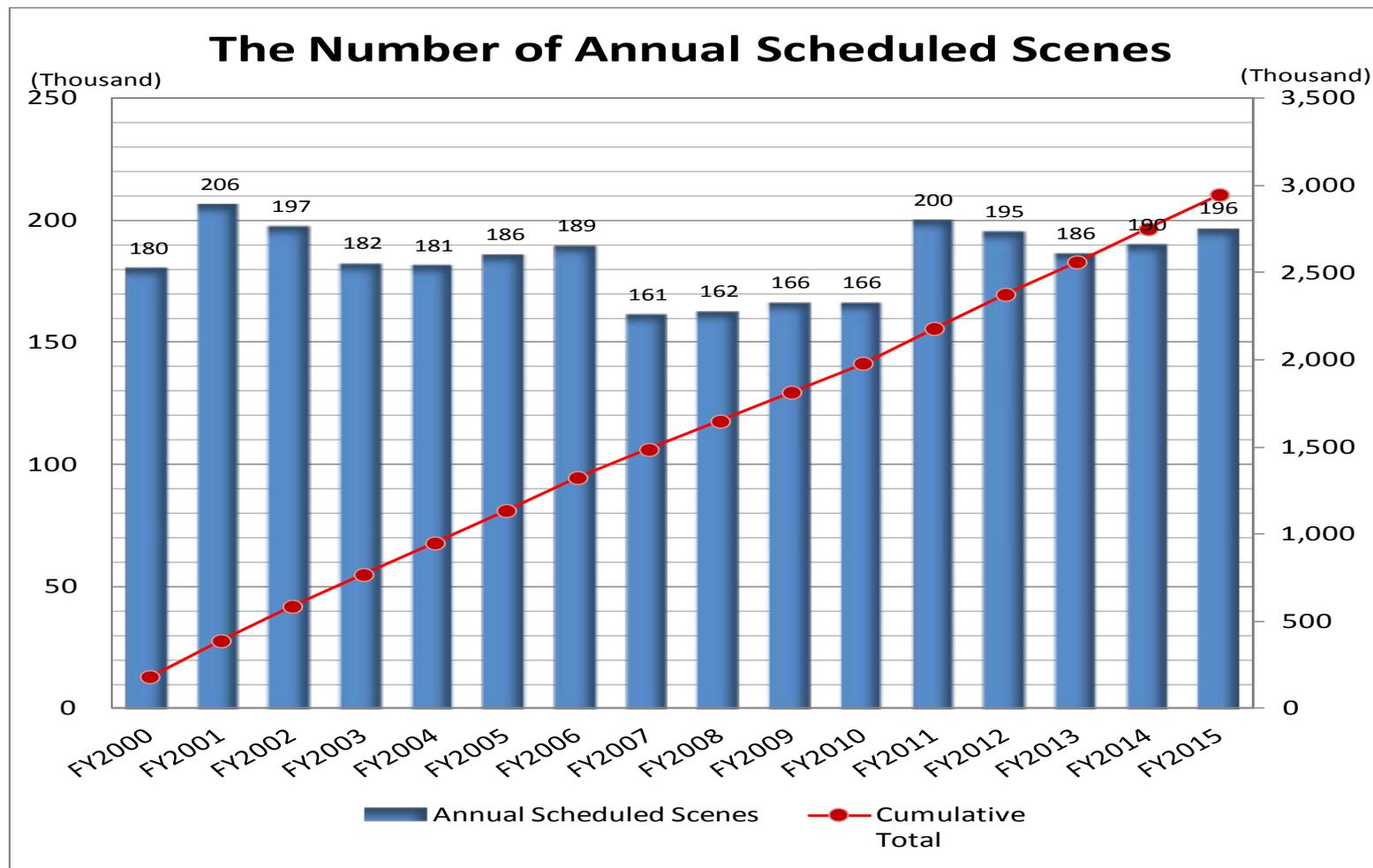
事業アウトプット指標 (妥当性・設定理由・根拠等)	目標値(計画)	達成状況(実績値・達成度)	原因分析 (未達成の場合)
ASTERの開発は、資源探査を目的として、可視近赤外から短波長赤外及び熱赤外までの広帯域を14のマルチスペクトルバンドで観測する高性能の光学センサシステムを実現する。 ASTERの運用は、日米間の国際協力プロジェクトの一翼としてNASA Terra衛星に搭載し、軌道上において設計寿命5年間のミッション運用を達成するとともに、利用に資する高品質のデータを生産する。	(事業開始時) ASTERを開発し、取得したデータについては、必要とする性能を達成する。	ASTERセンサを開発し、仕様とする性能を達成した。	
	(中間評価時) ASTERを5年間運用し、合計70万シーン*のデータを生産する。	5年の初期・定常運用を達成し、合計80万シーン*のデータを生産した。	
	(事業終了時) ASTERさらに5年以上後期運用し、合計150万シーン*のデータを生産する。	さらに10年以上の後期運用を達成し、合計293万シーン*以上のデータを生産した。	

*1シーンは60km×60kmの範囲を示す

ASTERの観測シーン数

(参考)

平成12年4月の軌道上運用から平成28年3月までの総観測値は、
2,935,768シーンを達成した。



(参考)個別センサの運用経緯

センサ名	定常運用期間	後期運用期間
VNIR(可視近赤外) バンド数:3バンド 観測波長: 0.52~0.86 μ m 地表分解能 :15m	平成11年の打上げにより、軌道上での初期チェックアウトを行い、正常状態を確認後、平成16年にミッションサクセスを達成した。	平成16年以降の後期運用において、健全性確認及び機上校正・検証を継続し、平成27年に通算16年間のエクストラサクセスを達成した。
SWIR(短波長赤外) バンド数:6バンド 観測波長: 1.60~2.43 μ m 地表分解能 :30m	平成11年の打上げにより、軌道上での初期チェックアウトを行い、正常状態を確認後、平成16年にミッションサクセスを達成した。	平成16年以降の後期運用において、平成20年に通算8.5年間の運用達成後、センサの温度調節機能の不具合により、観測データの取得が不可となった。
TIR(熱赤外) バンド数:5バンド 観測波長: 8.125~11.65 μ m 地表分解能 :90m	平成11年の打上げにより、軌道上での初期チェックアウトを行い、正常状態を確認後、平成16年にミッションサクセスを達成した。	平成16年以降の後期運用において、健全性確認及び機上校正・検証を継続し、平成27年に通算16年間のエクストラサクセスを達成した。

4. 当省(国)が実施することの必要性

宇宙基本法(平成20年法律第43号)

(第4条)

宇宙開発利用は、宇宙開発利用の積極的かつ計画的な推進、宇宙開発利用に関する研究開発の成果の円滑な企業化等により、我が国の宇宙産業その他の産業の技術力及び国際競争力の強化をもたらし、もって我が国産業の振興に資するよう行われなければならない。

宇宙基本計画(平成21年6月2日宇宙開発戦略本部決定)

○宇宙開発利用の推進

→「宇宙を活用した安心・安全で豊かな社会の実現」

…公共の安全の確保、国土保全・管理、食糧供給の円滑化、資源・エネルギー供給の円滑化、地球規模の環境問題の解決(低炭素社会の実現)、豊かな国民生活の質の向上(健康長寿社会の実現や利便性向上など)、持続的な産業の発展と雇用の創出など、様々な社会的ニーズに応じる宇宙開発利用を目指す。

2030年までに、我が国の石油及び天然ガスを合わせた自主開発比率を40%以上まで引き上げることを目標
(「エネルギー基本計画」(平成22年6月))

石油資源探査のための
リモートセンシング(遠隔探知)
技術開発

センサの開発、運用、校正・精度評価等

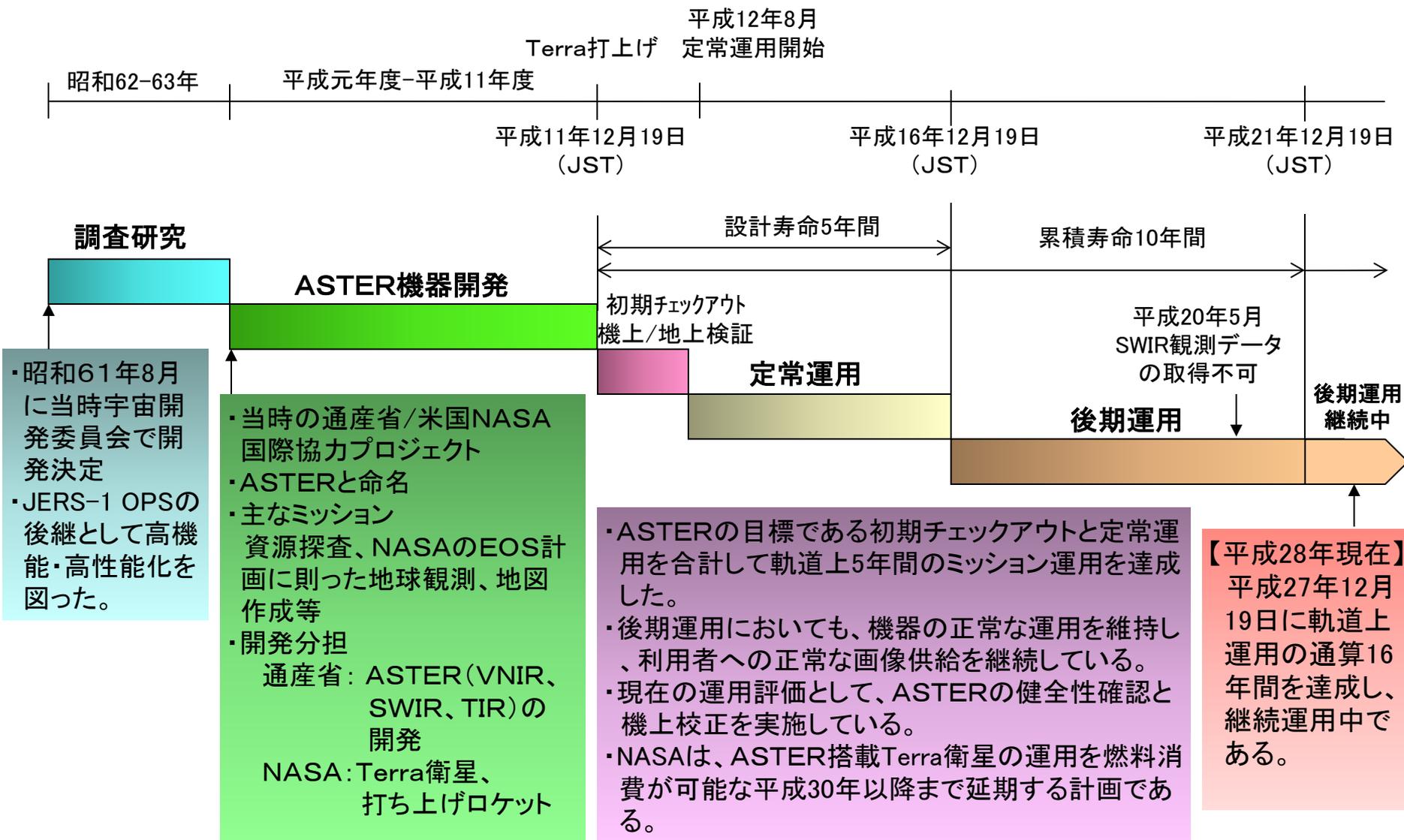
極軌道プラットフォーム搭載用資源探査
観測システムの研究開発/
次世代合成開口レーダ等の研究開発

データの利用技術開発、地上システムの運用等

石油資源遠隔探知技術の研究開発

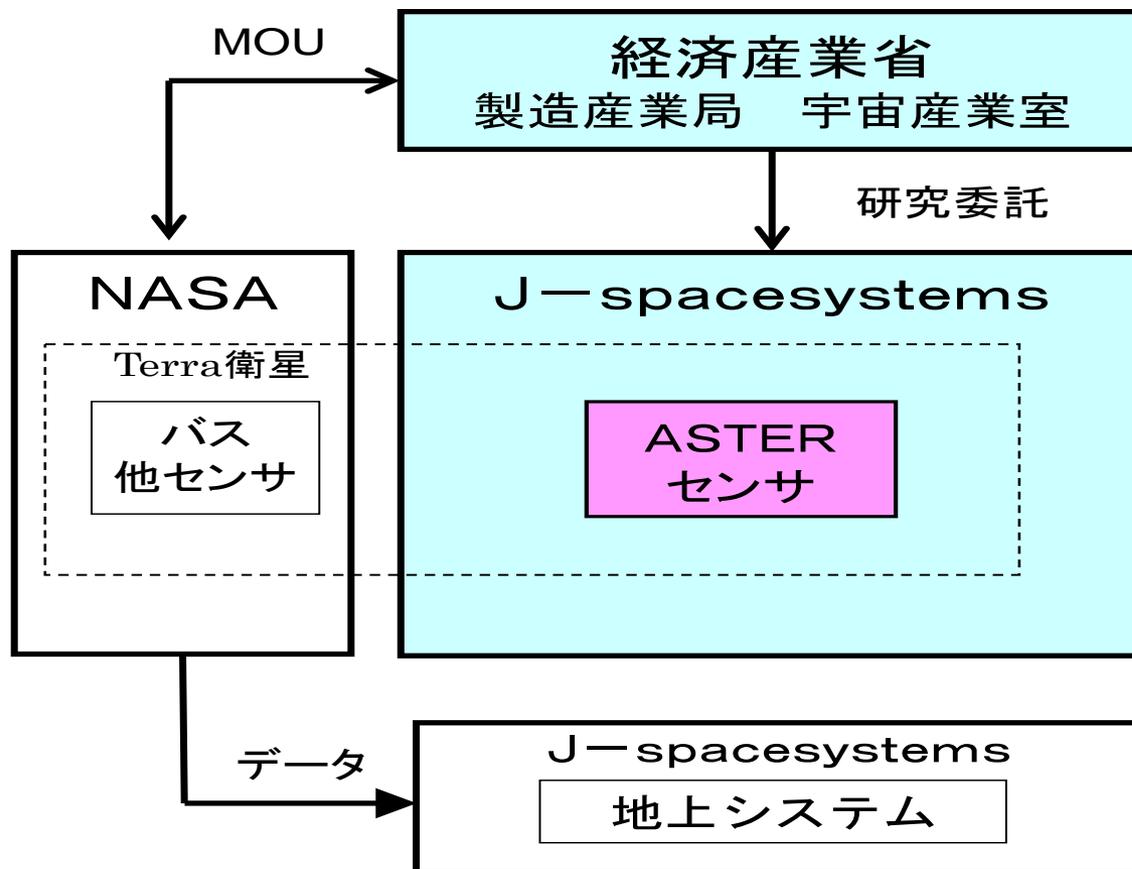
連携

5. 事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ



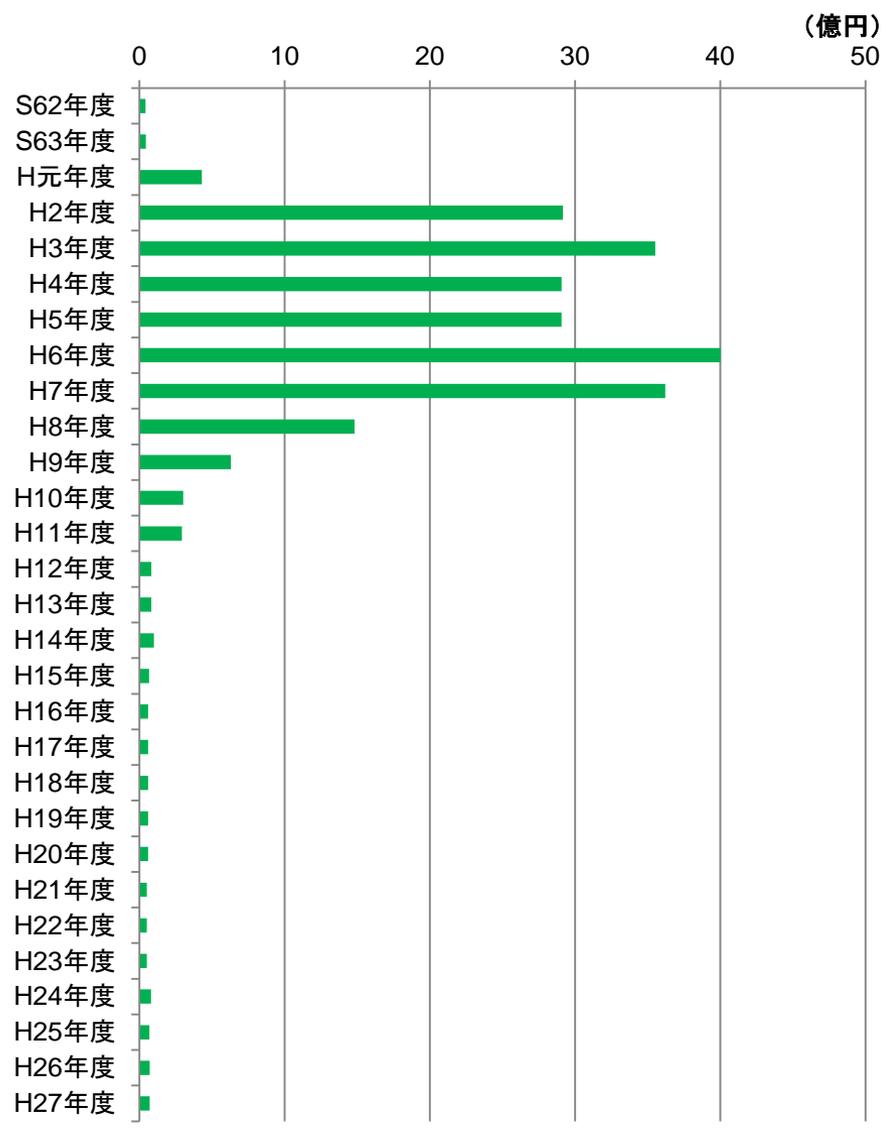
6. 研究開発の実施・マネジメント体制等

※太枠着色部分が、本事業における実施範囲である。



7. 費用対効果

(ASTERの開発と運用の費用対効果)



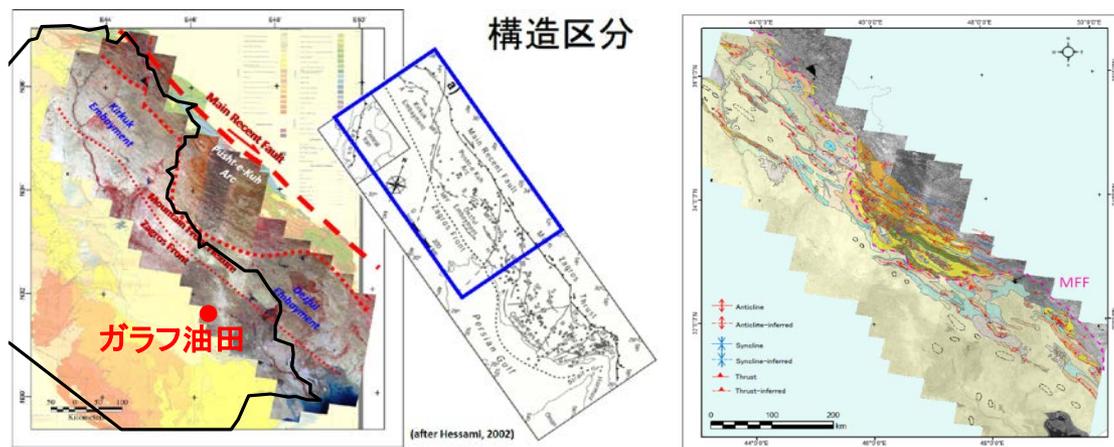
- ① 昭和62年から63年度の調査研究においては、J-ERS1の資源探査の後継として、ASTERの高機能・高性能化のトレードオフによる技術検討を行った。
- ② 平成元年から平成11年度にかけては、将来型光学センサの可視近赤外放射計(VNIR)の技術開発、短波長赤外放射計(SWIR)の技術開発及び熱赤外放射計(TIR)の技術開発を製造メーカーとともに実施した。
- ③ 平成12年から平成16年度にかけては、打上げ後の初期チェックアウト及び設計寿命5年間の定常運用におけるミッションサクセスを達成するとともに、5年の初期・定常運用を達成し、合計80万シーンのデータを生産した。
- ④ 平成17年から平成27年度にかけての後期運用においては、ASTER観測運用の自動化によるオペレーションの省力化や定期校正回数の見直しによる費用削減を行いつつ、軌道上運用における通算16年間のエキストラサクセスを達成し、合計293万シーンのデータを生産した。生産したデータは、石油資源分野において16件、鉱物資源分野において20件以上の事例において、貢献した。(参考1、2)
- ⑤ 平成28年以降のASTERの運用は、所期の目標を達成し十分な成果を得ていることから、特定国立研究開発法人 産業技術総合研究所が引き継ぐこととなった取得したデータの無償提供により、広い分野での利用を可能とした。(参考3、4)

7. 費用対効果(参考1:資源探査への貢献)

- ASTER及びPALASRデータについて、石油資源開発企業等と石油資源探査の効率化等に資する利用手法の共同開発・事例研究を行った結果、これまで7件が油ガス田開発に、2件が開発計画の策定に、7件が鉱区取得につながった。

【油ガス田開発につながった事例】

- 未開発の巨大油田開発有望地でありながら、現地調査のできないイラクの鉱区入札に備え、平成13年、平成17年、平成22年～平成25年度とASTER・PALSARデータを使用して広域かつ詳細な地質解析を行った。
- 鉱区を含む広域における地質構造の推定および最新の地表状況把握が生産設備配置等の開発計画に貢献し、ガラフ油田は平成25年9月生産開始に至った。



石油資源開発に貢献したイラクの地質詳細解析

- 石油資源探査以外の分野(鉱物資源・地球環境・防災等)についても、鉱物資源探査をはじめ、共同開発を行った解析アルゴリズム及びASTER・PALSARの有償データ等を用い、データの実利用がされている。
- 特に、鉱物資源探査分野においては、これまでに20以上の事例において鉱区取得・探鉱につながった。

7. 費用対効果(参考2:将来期待される効果)

- ASTERと同型衛星センサであるLandsatの経済効果分析によると、その経済効果は米国内で\$1.70billion、国際的に\$400million、合計\$2.19billionと評価されている。

利用分野	データ利用による節約効果
1. USDA Risk Management Agency	over \$100 million
2. U.S. Government Mapping	over \$100 million
3. Monitoring Consumptive Agricultural Water Use	\$20 - \$80 million
4. Monitoring Global Security	\$70 million
5. Landsat Support for Fire Management	\$28 - \$30 million
6. Forest Fragmentation Detection	over \$5 million
7. Forest Change Detection	over \$5 million
8. World Agriculture Supply and Demand Estimates	over \$3 - \$5 million
9. Vineyard Management and Water Conservation	\$3-5 million/year
10. Flood Mitigation Mapping	over \$4.5 million
11. National Agricultural Commodities Mapping	over \$4 million
12. Waterfowl Habitat Mapping and Monitoring	\$1.9 million/year
13. Coastal Change Analysis Program	\$1.5 million
14. Forest Health Monitoring	\$1.25 million
15. NGA Global Shoreline	over \$90 million (one time)
16. Wildfire Risk Assessment	\$25-50 million (one time)

引用資料:

National Geospatial Advisory Committee - Landsat Advisory Group1

The Value Proposition for Landsat Applications - 2014 Update

<https://www.fgdc.gov/ngac/meetings/december-2014/ngac-landsat-economic-value-paper-2014-update.pdf>

8. 外部有識者の評価等

8-1. 評価検討会

評価検討会名称

極軌道プラットフォーム搭載用資源探査観測システム、次世代合成開口レーダ等の研究開発事業終了時評価検討会

座長

建石 隆太郎
国立大学法人千葉大学 名誉教授

評価検討会委員

委員

中山 裕則
学校法人日本大学文理学部地球科学科 教授

三宅 弘晃
学校法人五島育英会 東京都市大学
工学部機械システム工学科 准教授

8-2. 総合評価

全球のASTER観測データベースおよびGDEMを作成し公開していることは高く評価できる。本事業については国が実施することの必要性が高く、研究開発のアウトプットも十分であり、費用対効果も妥当で、総合的に優れていたと考えられる。

特に、資源探査に関しては、我が国のエネルギー政策の根幹にかかわることであり、国が主体となって当該プロジェクトを実施することで実際に鉱区開発にもつながっており、大変意義がある事業であると認められる。また資源探査のみならず、災害時運用も行われており、包括的なリモートセンシング機能の提供という意味で、社会保障上の重要な役割を果たしていると言える。

一個体での超長期運用は例がなく、観測対象の長期トレンドを継続的に追うことが出来る。また、運用期間中に発生した異常等や、機器の環境劣化(放射線等)についても次号機開発に応用できる。NASAがTerra衛星の運用延長をしている期間は継続してASTERも運用可能である為、長期間の継続運用が可能な唯一の個体という意味でも非常に費用対効果の高い事業であると判断できる。

取得データについても、全球のASTER観測データベースおよびGDEMを作成し、社会情勢の変化に対応して無償提供を開始するなど、運用方法にも柔軟性が伺え、諸外国に対するリモートセンシング分野における我が国のプレゼンスを確保するという意味でも本事業は成功していると言える。

また、当事業が起点となって、宇宙ビジネスコートという、新たなリモートセンシングのビジネス活用の場も展開されていることを鑑み、リモートセンシング活用による新たなビジネス創出にもつながっており、高く評価できる事業である。

一方で、ASTERデータを用いた利用例、開発手法は、可能な範囲でまとめて公開するべきである。これが更なる利用促進、新たな観測システムの開発に繋がる。

また、予算の大部分はシステム開発と維持に充てられており、アウトカムとして観測データの利用推進を含めるのであれば利用推進に対する予算と取り組みの-effortを増やすべきであった。

なお、リモートセンシングの利用により、画像解析結果から試掘場所を限定することによる開発コスト(試掘回数
の低減や安全確保に関するコスト)の低減については、より正当な費用対効果として評価がされても良いと思われる。

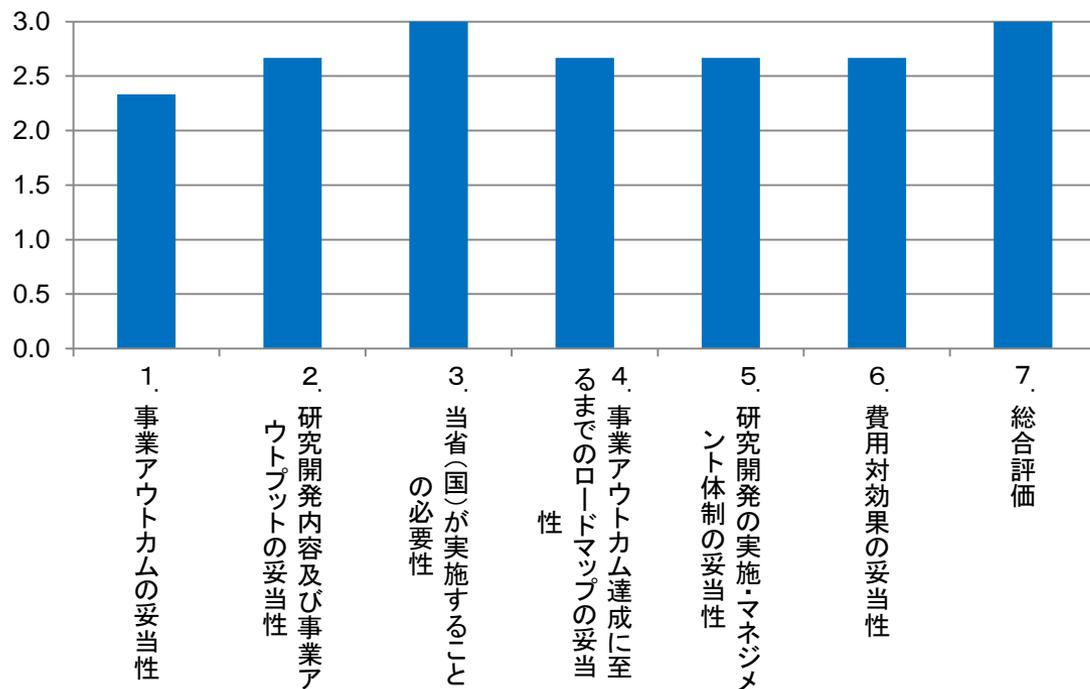
8-3. 評点結果

○「経済産業省技術評価指針」に基づき、プロジェクト中間or終了時評価において、
評点法による評価を実施した。

○(必要に応じて、)

- ・各項目(1. ~6.)のうち、評点が2点未満のものについてその理由を記載。
- ・総合評価が1点台の場合、その理由を記載。
- ・総合評価が、各項目のいずれよりも低い場合又は各項目が低めの傾向で、総合評価のみ高い場合、どのようなことが重視されたのか等を記載。

評点



【評価項目の判定基準】

評価項目1.~6.

3点:極めて妥当

2点:妥当

1点:概ね妥当

0点:妥当でない

7. 総合評価

(終了時評価の場合)

3点:実施された事業は、優れていた。

2点:実施された事業は、良かった。

1点:実施された事業は、不十分なところがあった。

0点:実施された事業は、極めて不十分なところがあった。

9. 提言及び提言に対する対処方針

今後の研究開発の方向等に関する提言

- 本事業においてこれまでに得られた利用手法、利用事例を集大成して公開し、将来の同種の事業に発展・反映していくべきである。また、その成果については、資源・エネルギー分野にとどまらず、広く環境変化や災害状況把握などに関する分野に対してもなされることを期待したい。
- また、一個体によるこのような長期間の運用は稀有である為、観測トレンドを追い続けることがリモートセンシングデータとして、また次世代機開発に資する非常に有用で貴重な「資源」となるため、NASAが衛星運用を続ける限り、ASTERも引き続き運用を実施していくべきである。
- 本事業を超えて、資源探査を含む多目的の衛星観測システムの今後の研究開発に関しては、資源の安定供給、宇宙産業の発展など経済産業省としての目的を担保しつつ、オールジャパン、省庁連携による研究開発の方策を検討すべきである。

提言に対する対処方針

- 本事業により開発したASTERセンサデータについては、資源・エネルギー分野に限らず広く環境変化や災害状況把握などについてもその利用手法の開発を行っており、学会等を通じてその成果を発表している。引き続き、こうした成果を積極的に公開するなどして、成果の普及を図っていく方針である。
- また、ASTERセンサについては経済産業省としての事業が終了した平成28年度以降も、産業技術総合研究所により運用が継続されている。
- ASTERセンサ同様、資源探査を目的として経済産業省が開発が進められているハイパースペクトルセンサについては、国際宇宙ステーションに搭載しての運用が決定されているなど、他省庁や国際的な協力を前提とした研究開発をすすめている。