

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 研究開発プロジェクトの概要

平成29年1月19日

製造産業局宇宙産業室

一般財団法人宇宙システム開発利用推進機構

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. 事前[中間]評価結果(事前[中間]評価を行っている場合)

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25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:

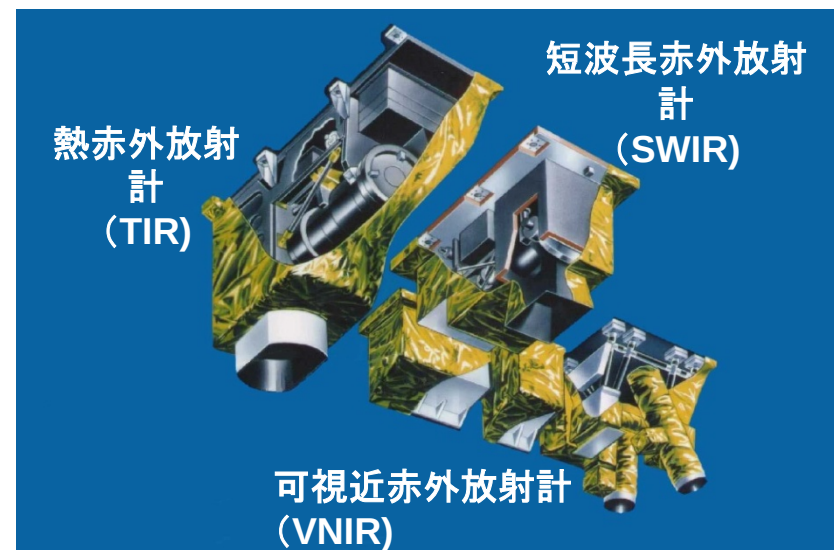
可視近赤外放射計(VNIR) 15 × 15(m)
(JERS-1:18.3m × 24.2m)

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)

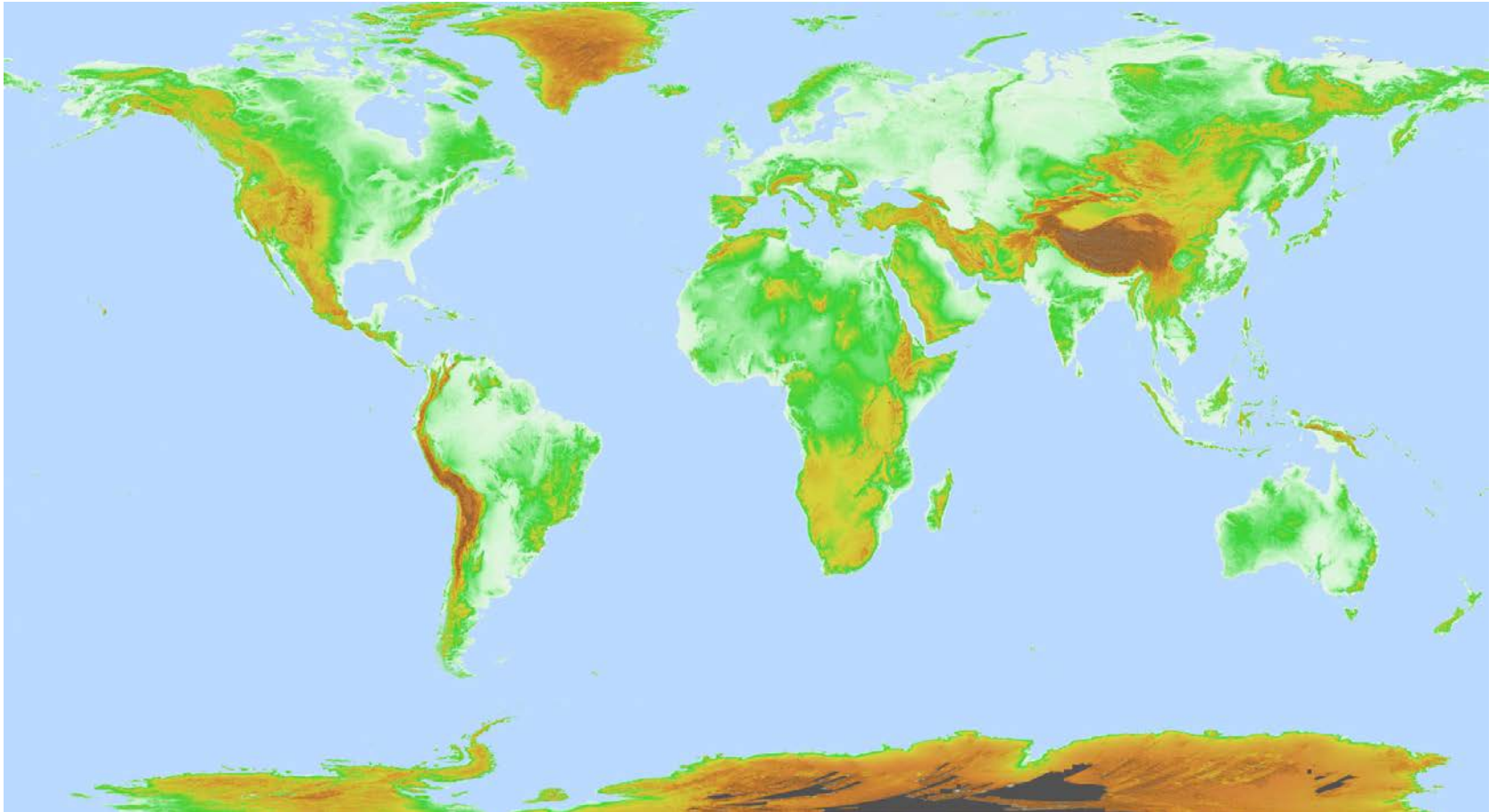
(2) 観測幅: 60km

(JERS-1に対してポインティング機能追加)



ASTER 全球3次元地形データベース (GDEM: Global Digital Elevation Map)

(参考)



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)
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。 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。	(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。	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。	
	(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。	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。	
	(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。	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17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。	
	(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。	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。	

3. 事業アウトプット

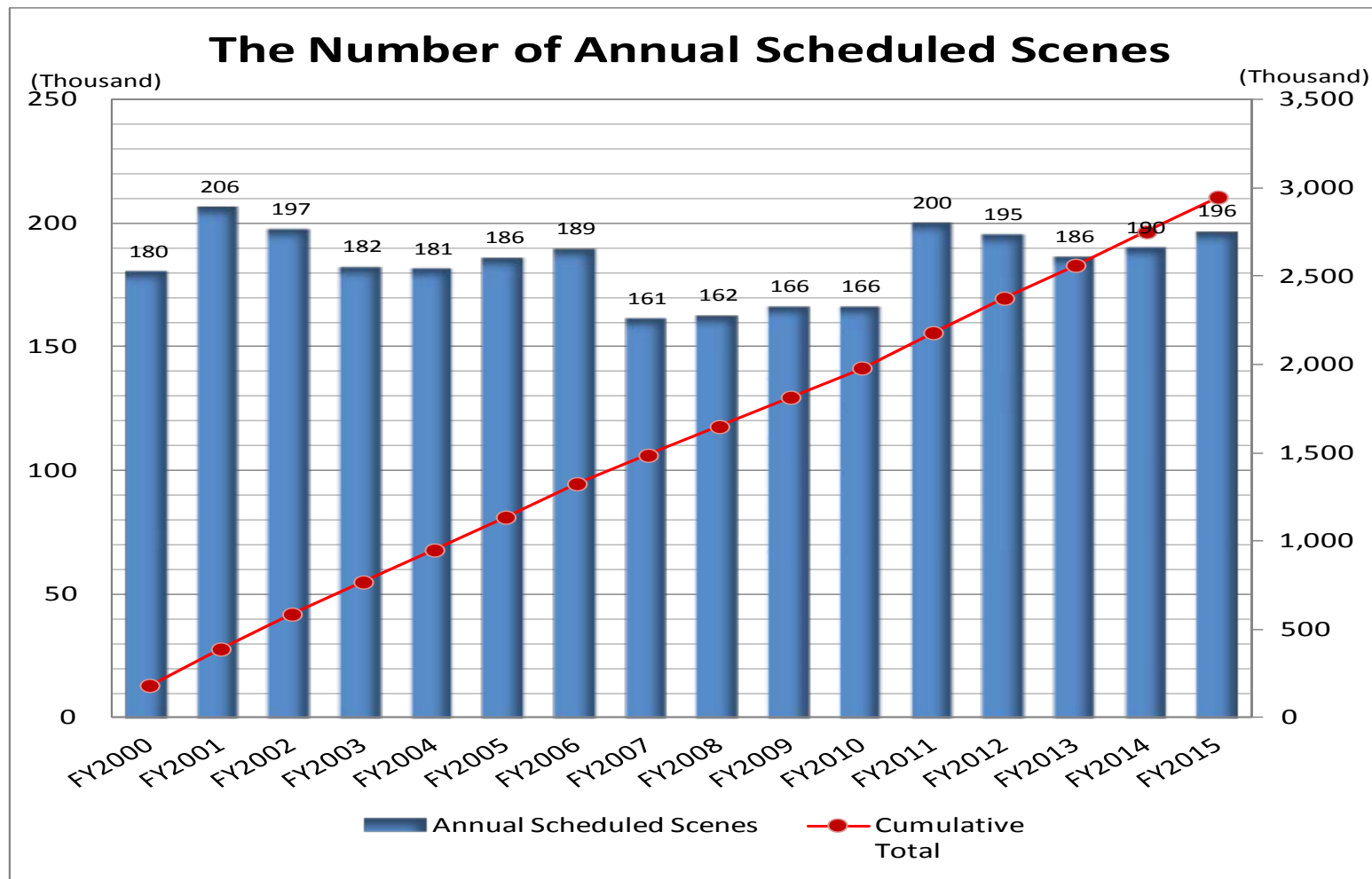
事業アウトプット指標 (妥当性・設定理由・根拠等)	目標値(計画)	達成状況(実績値・達成度)	原因分析 (未達成の場合)
ASTERの開発は、資源探査を目的として、可視近赤外から短波長赤外及び熱赤外までの広帯域を14のマルチスペクトルバンドで観測する高性能の光学センサシステムを実現する。 ASTERの運用は、日米間の国際協力プロジェクトの一翼としてNASA Terra衛星に搭載し、軌道上において設計寿命5年間のミッション運用を達成するとともに、利用に資する高品質のデータを生産する。	(事業開始時) ASTERを開発し、取得したデータについては、必要とする性能を達成する。	ASTERセンサを開発し、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275万シーン*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。

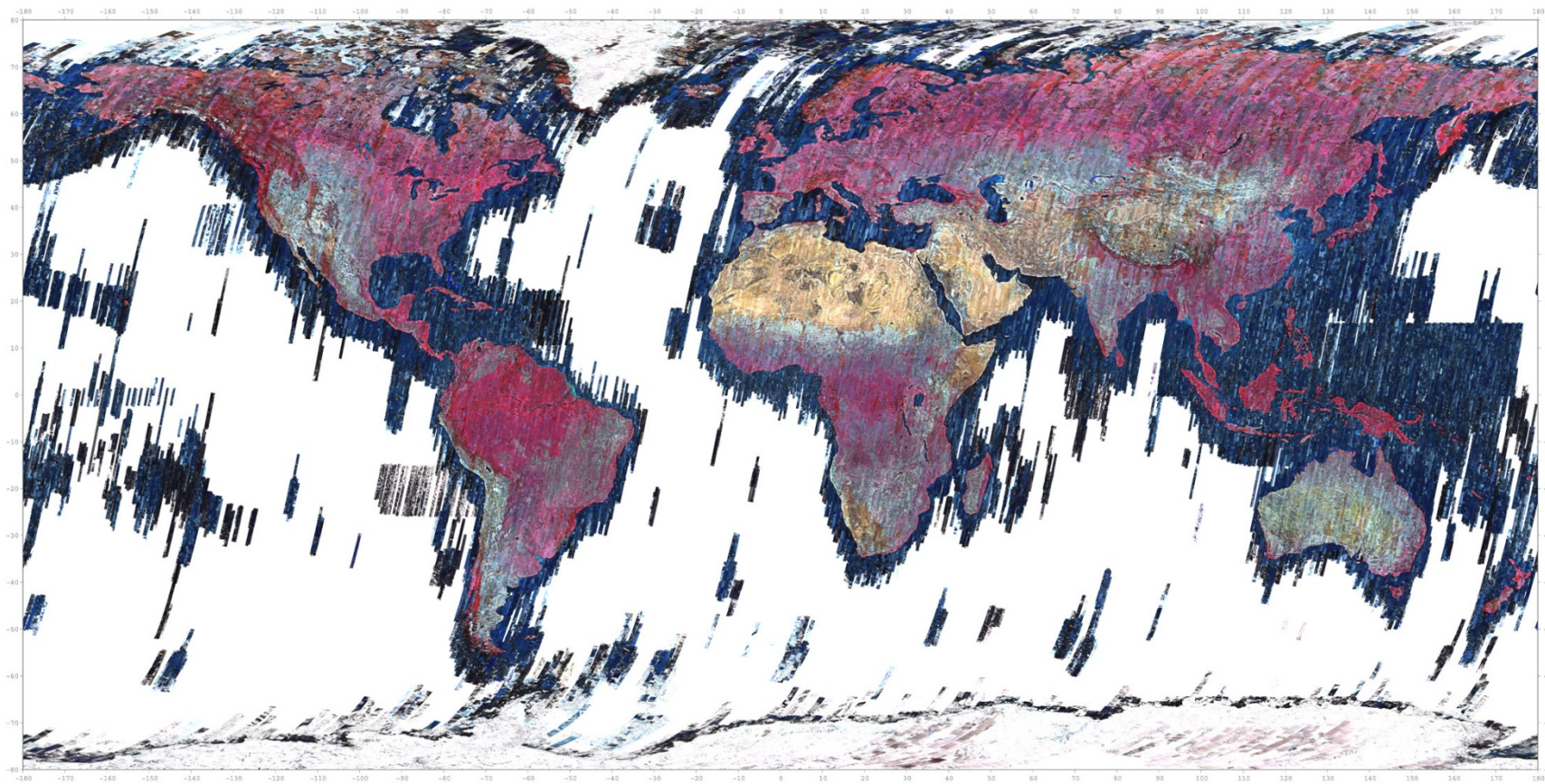


ASTER VNIR 全球観測データ(昼間)

(参考)

ASTER coverage Map

Observed more than 2.4 Million Scenes (As of September 2014)

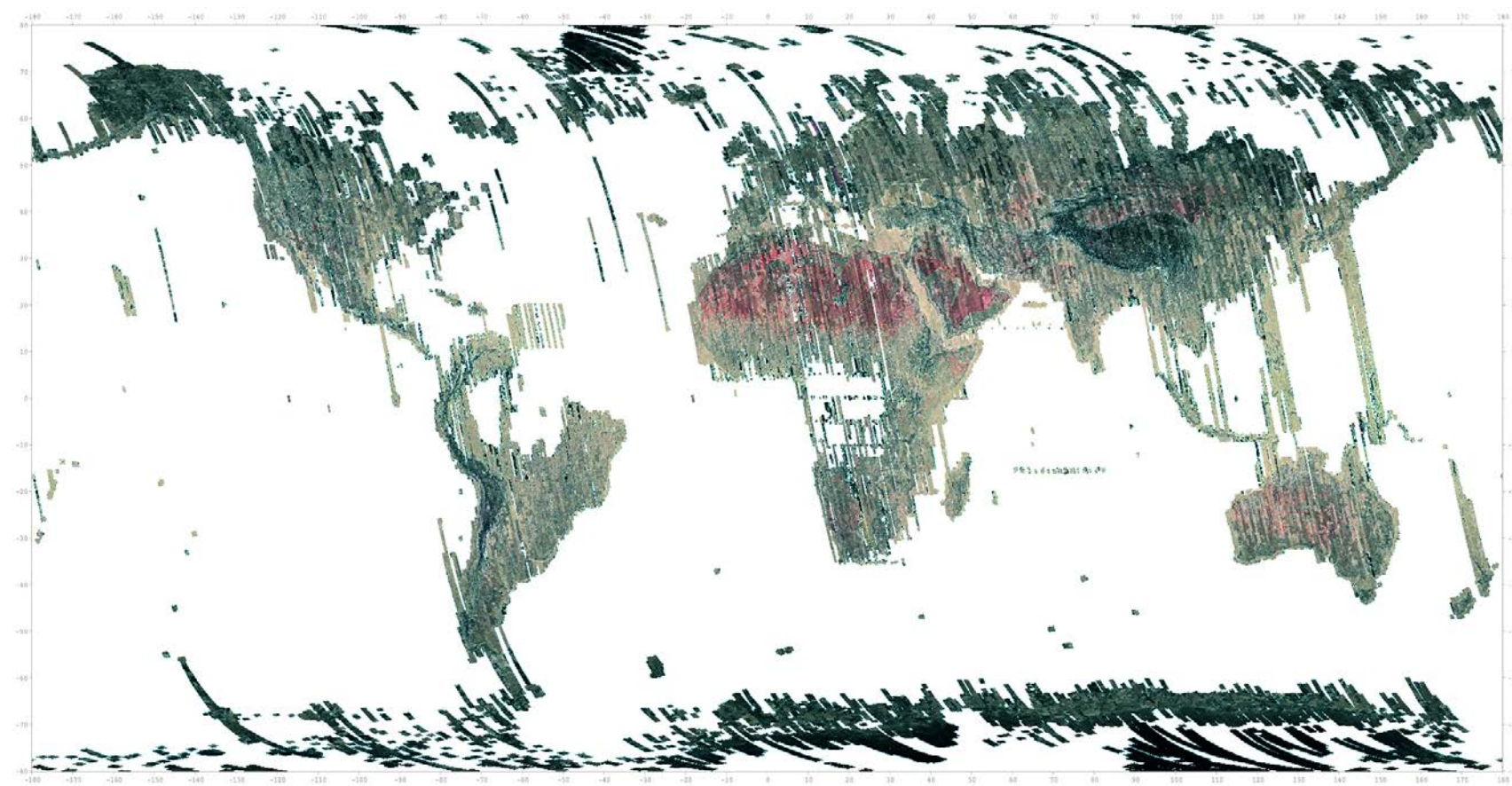


ASTER TIR 全球観測データ(夜間)

(参考)

ASTER coverage Map

Observed more than 2.4 Million Scenes (As of September 2014)



3-1. 個別要素技術のアウトプット(ASTER VNIR)

アウトプット指標	目標値	達成状況(実績値・達成度)	原因分析 (未達成の場合)
ASTER 可視近赤外放射計(VNIR)の 開発指標 ・3バンド＋ステレオ視 : 0.52～0.86 μm ・地表分解能 : 15m ・S/N比 : 200以上 ・検出器(非冷却) : Si-CCD(5000画素) ・設計寿命 : 5年間 ASTER VNIRの運用指標 ・定常運用 : 5年間 ・後期運用 : 5年以上	(事業開始時) 左記のASTER VNIRの開発指標を達成すべく、設計・製造・試験を確実に実施する。	ASTER VNIRは、平成元年に開発設計に着手して、平成11年に製造・試験を完了し、VNIRを完成した。	
	(中間評価時) ASTER VNIRの定常運用5年間のミッションサクセスを達成する。	ASTER VNIRは平成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、VNIRの正常状態を確認後、平成16年にミッションサクセスを達成した。	
	(事業終了時) ASTER VNIRの後期運用5年以上のエクストラサクセスを達成する。	ASTER VNIRは平成16年以降の後期運用において、VNIRの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ている。	

3-2. 個別要素技術のアウトプット(ASTER SWIR)

アウトプット指標	目標値	達成状況(実績値・達成度)	原因分析 (未達成の場合)
ASTER 短波長赤外放射計(SWIR)の開発指標 ・6バンド :1.60~2.43 μm ・地表分解能 :30m ・S/N比 :75~200以上 ・検出器(低温冷却) :PtSi-CCD(2048画素) ・設計寿命 :5年間 ASTER SWIRの運用指標 ・定常運用 :5年間 ・後期運用 :5年以上	(事業開始時) 左記のASTER SWIRの開発指標を達成すべく、設計・製造・試験を確実に実施する。	ASTER SWIRは、平成元年に開発設計に着手して、平成11年に製造・試験を完了し、SWIRを完成した。	
	(中間評価時) ASTER SWIRの定常運用5年間のミッションサクセスを達成する。	ASTER SWIRは平成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、SWIRの正常状態を確認後、平成16年にミッションサクセスを達成した。	
	(事業終了時) ASTER SWIRの後期運用5年以上のエクストラサクセスを達成する。	ASTER SWIRは平成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、SWIR観測データの取得が不可となった。	SWIRは8.5年間のミッション運用達成後、サーマルI/Fの経年変化による検出器の温度上昇により、画素出力が飽和して画像取得が不可となった。

3-3. 個別要素技術のアウトプット(ASTER TIR)

アウトプット指標	目標値	達成状況(実績値・達成度)	原因分析 (未達成の場合)
ASTER 熱赤外放射計(TIR)の開発指標 ・5バンド : 8.125～11.65 μm ・地表分解能 : 90m ・NEΔT : 0.3K以下 ・検出器(低温冷却) : HgCdTe(10画素) ・設計寿命 : 5年間 ASTER TIRの運用指標 ・定常運用 : 5年間 ・後期運用 : 5年以上	(事業開始時) 左記のASTER TIRの開発指標を達成すべく、設計・製造・試験を確実に実施する。	ASTER TIRは、平成元年に開発設計に着手して、平成11年に製造・試験を完了し、TIRを完成した。	
	(中間評価時) ASTER TIRの定常運用5年間のミッションサクセスを達成する。	ASTER TIRは平成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、TIRの正常状態を確認後、平成16年にミッションサクセスを達成した。	
	(事業終了時) ASTER TIRの後期運用5年以上のエクストラサクセスを達成する。	ASTER TIRは平成16年以降の後期運用において、TIRの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ている。	(特記事項) TIRは後期運用において校正用黒体の温度低下が発生したが、Single Event Upsetによる原因分析を行い、再立上げによる回復処置を実施した。

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

E.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

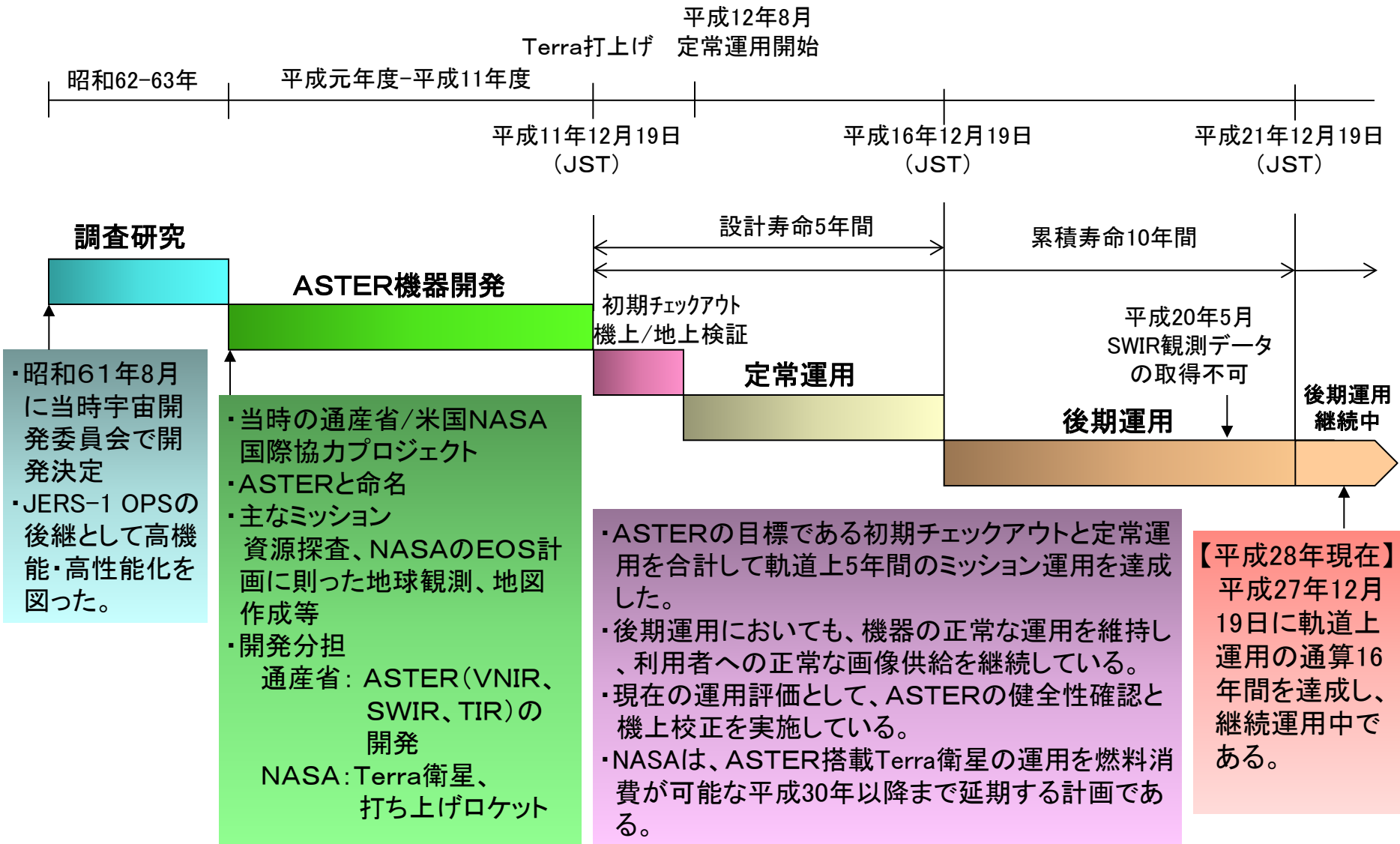
F.石油資源遠隔探知技術の研究開発

連携

4. 当省(国)が実施することの必要性

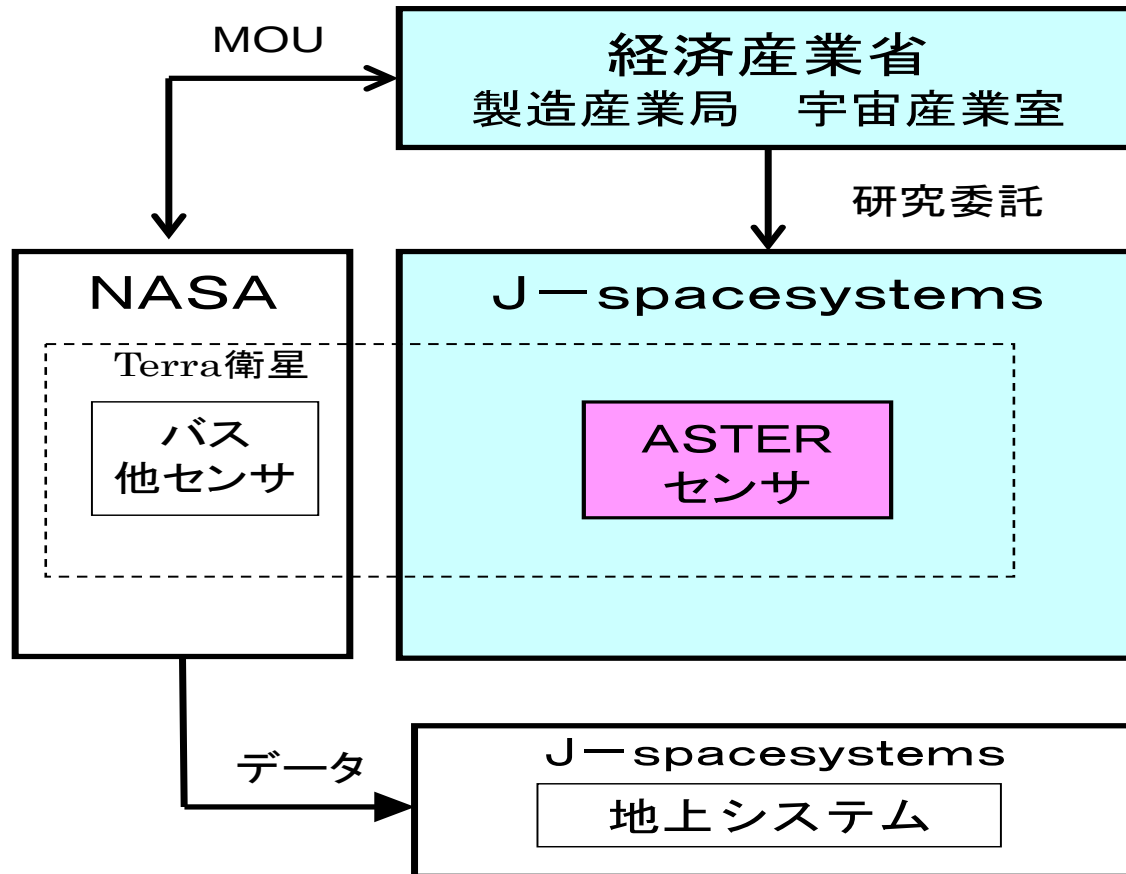
- 我が国のエネルギー政策上必要不可欠である、石油資源の安定供給の確保のためには、上述のとおり、衛星データの利用が効果的である。しかしながら、探査・開発から操業までの期間は長期間を要し、一企業が衛星の開発・運用、取得されたデータの解析等を実施することは、非常にリスクが高い。
- したがって、世界的に激化している資源開発競争の中にあっては、国が率先して、リモートセンシング技術の高度化を推し進め、石油資源開発に資する基盤技術を確立することが重要である。

5. 事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ



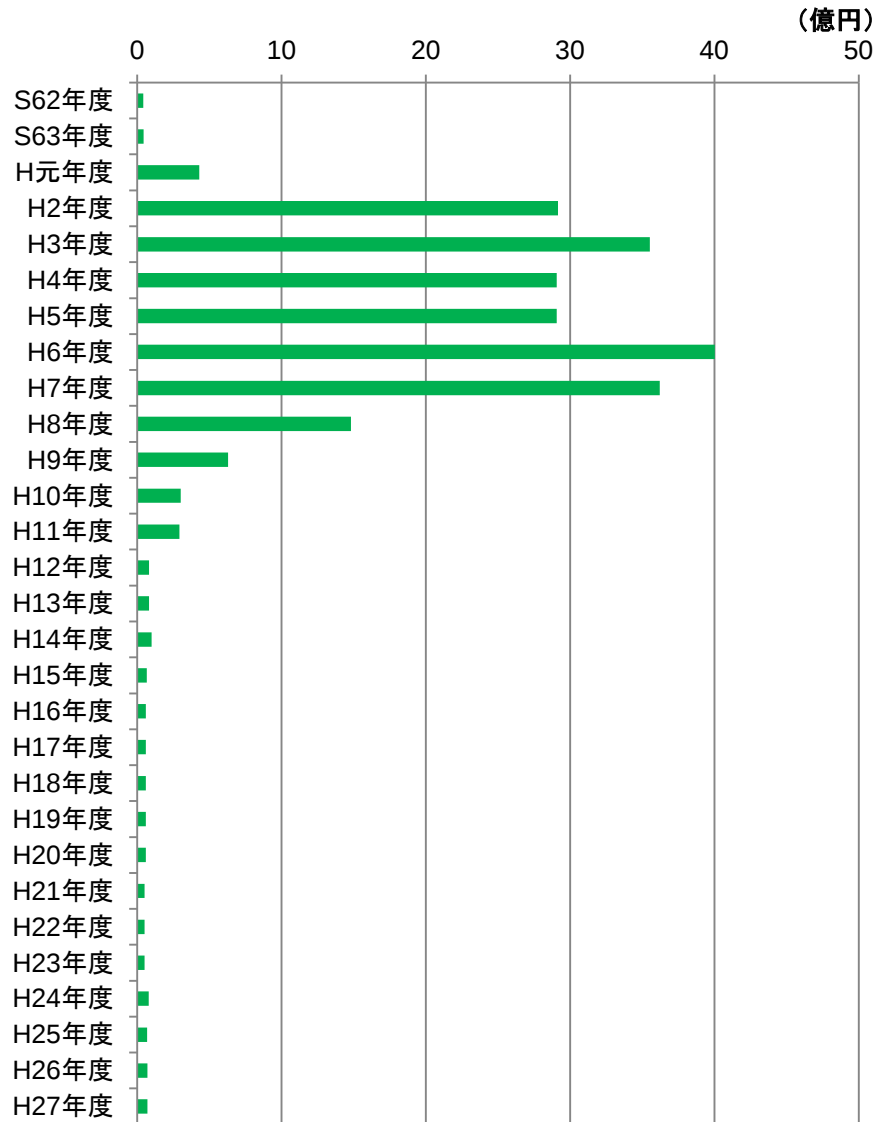
6.研究開発の実施・マネジメント体制等

※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-EERS1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275万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17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)

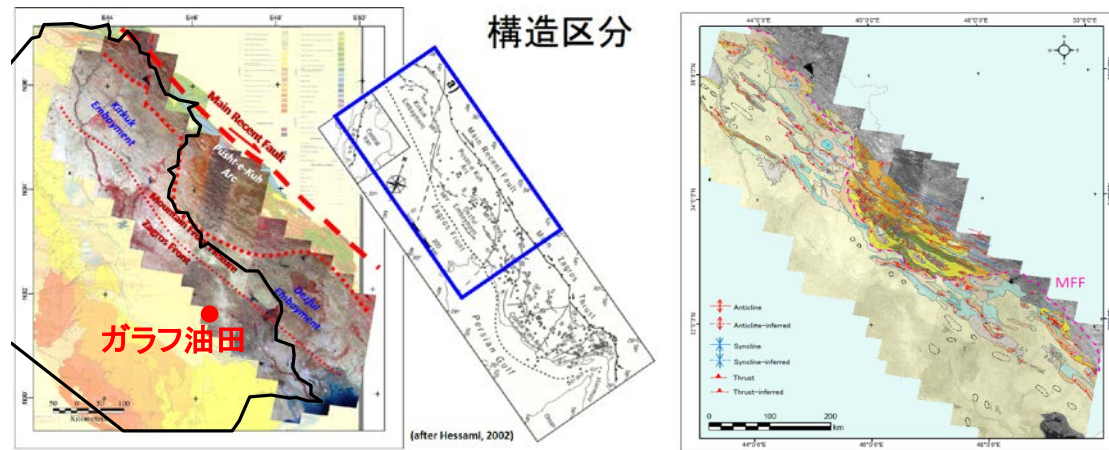
⑤ 平成28年以降のASTERの運用は、所期の目標を達成し十分な成果を得ていることから、特定国立研究開発法人 産業技術総合研究所が引き継ぐこととなった取得したデータの無償提供により、広い分野での利用を可能とした。(参考3、4)

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. 前回の中間評価(平成27年度)の結果

【今後の研究開発の方向等に関する提言】

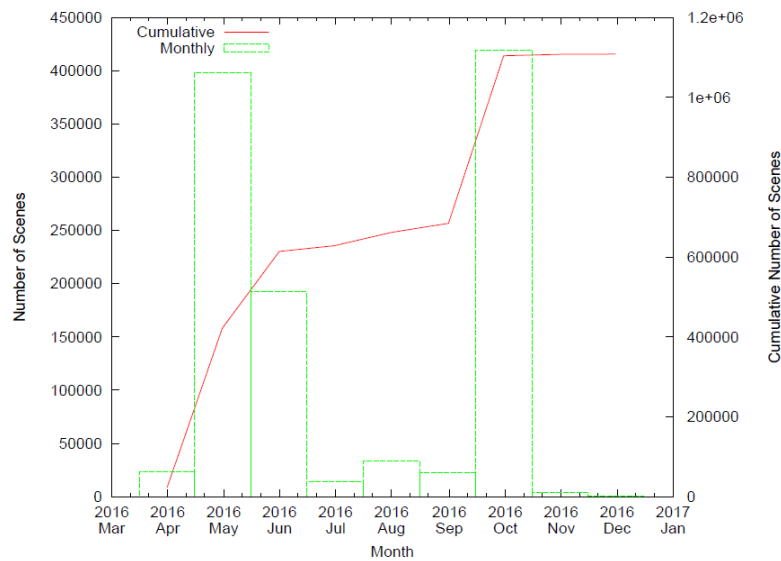
- 本プログラムに属するプロジェクトはそれぞれ高い評価を得ており、本成果の有効な活用を進めることが重要である。一方、宇宙産業の将来展望を勘案し、産業競争力を強化する経済産業省の役割の観点から、次のステップを真摯に検討する必要がある。(全事業共通)
- 今後、必要に応じて、宇宙産業プログラムの強化を図り、システム開発だけではなく、サービス提供を含めた宇宙システム・機器の利用の拡大を促進していくことが重要である。(全事業共通)
- 極軌道プラットフォーム搭載用資源探査観測システム(ASTER)及び次世代合成開口レーダ(PALSAR)の研究開発は中間段階の目標を達成している。今後、関連衛星の運用及び利用の方法を積極的に開拓することにより、利用価値の更なる向上を図られたい。

【対処方針】

- これまでにやってきた研究開発を引き続き継続するとともに、本成果を踏まえ、宇宙産業の産業競争力を強化し、宇宙システム・機器の利用拡大を促進するための施策を実施していく。
- ASTERについては、平成12年の運用が開始されてから15年以上にわたり主に石油資源探査の観点から利用研究等を実施し、多くの成果を上げてきた。他方で、地理空間情報や地質情報などを活用する多様なビジネスや、防災対策、環境対策等の推進において、ASTERデータには大きな活用可能性があると考えられ、こうした分野においては引き続き利用研究の実施が求められている。
こうした状況変化を踏まえ、平成28年度から、産業技術総合研究所が中心となってASTERセンサを運用することとし、知的基盤としてASTERデータの整備・無償提供を開始するとともに、ASTERを用いた地質研究を実施する。

(参考3) 事業終了後のASTERデータの活用について

- 平成28年4月より、ASTERセンサから得られたデータは産業技術総合研究所(産総研)が運営する衛星データ検索システム(MADAS: METI AIST satellite Data Archive System)から無償で公開されている。
- 公開から平成28年12月までに累計約110万シーンがダウンロードされるなど、様々な分野においてデータの活用が図られている。
- また、産総研においても、平成28年4月の熊本地震発生後に、地滑り発生箇所の特定にASTERデータを活用している。



ASTERデータの月別・累計ダウンロード数

地震発生前



0 500 1,000 2,000 m

地震発生後



熊本地震における地滑りの判定

(参考4) 今後の衛星情報利用の方針について

- 産総研では、衛星情報の次期中期計画ロードマップを策定、ASTERデータを知的基盤情報と位置づけ、衛星情報の配信、利用促進を図ることとしている。

衛星情報の次期中期計画ロードマップ

