

超高分解能合成開口レーダの 小型化技術の研究開発の概要 (終了時評価)

平成30年10月15日

経済産業省製造産業局宇宙産業室

日本電気株式会社

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. 中間評価の結果

1. A.超高分解能合成開口レーダの小型化技術の研究開発(プロジェクト)の事業概要

概 要	本プロジェクトは、国際競争力の強化のため、高機能、低コスト、短納期な、小型化等による先進的宇宙システムの開発技術を継続活用することを目的とする。主な課題：①国際競争力ある高分解能レーダセンサの開発②高電力・高出力のレーダに対応する小型衛星バスの開発(ASNAROバスの後継)③高分解能レーダセンサに搭載する高出力増幅器の開発 ④宇宙実証を行う。
実施期間	平成23年度～平成29年度
予算総額	163.8億円(補助事業) (平成27年度:5.0億円 平成28年度:5.0億円 平成29年度24.7億円)
実 施 者	日本電気株式会社

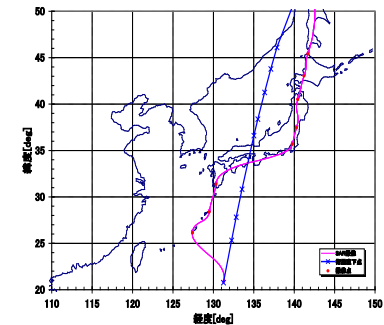
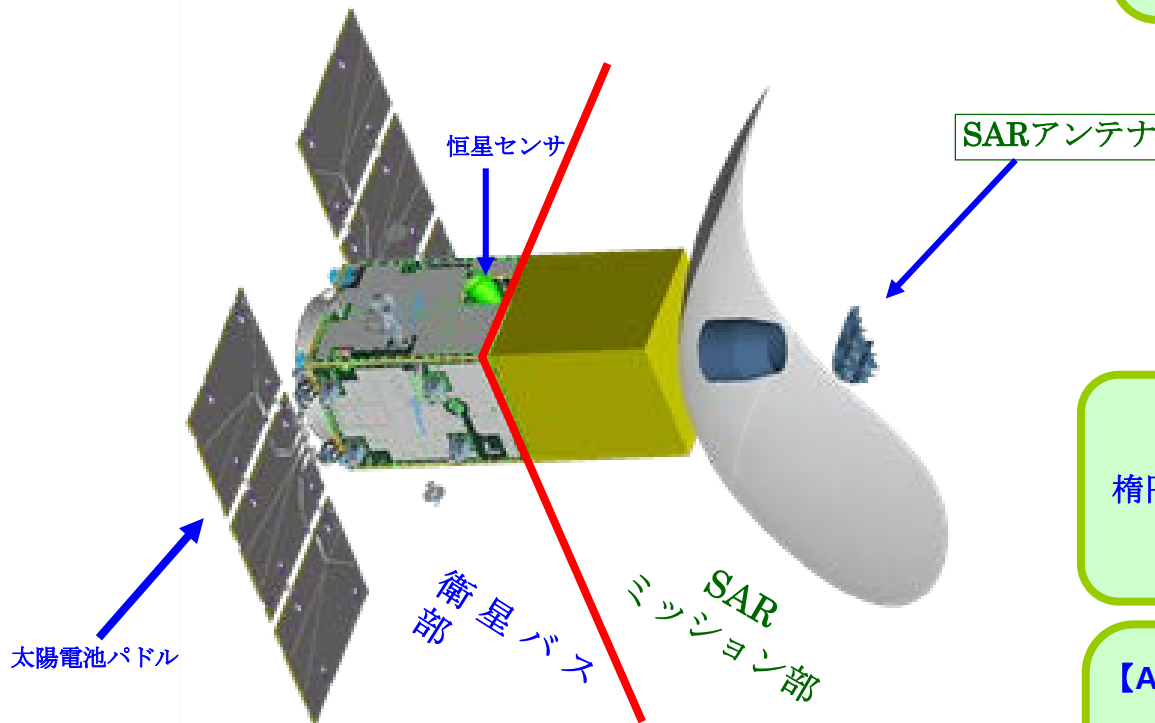
超高分解能合成開口レーダの小型化技術の研究開発 (ASNARO-2プロジェクト)

【高性能なSARミッション】

- 最高1.0mの超高分解能
- 中型大型 Xバンド合成開口レーダ衛星に比肩する性能を有する。

【多地点・高頻度観測能力】

- 電力・熱設計・軌道の最適化で
周回最大10地点 or 最大2分
- 大容量80GByteデータレコーダに
最大約25シーン記録
- 緊急時には日本周辺で平均1日以内の観測周期



【小型アンテナ】

楕円形カセグレンアンテナで小型化を実現、
小型ロケットに搭載可能

【ASNAROとのコンステレーション観測と SARに適した軌道設定】

- 高画質・ASNAROとの協調観測・
軌道寿命5年以上・多頻度観測に対応した
高度505km
- 夜間観測可能で大電力が必要なSARに適した
Dawn Dusk軌道

【ASNAROの小型衛星標準バスNEXTAR-300Lの後継機】

- 高機能、小型・軽量、低コスト・短納期、ASNAROとの連携(地上システム共用)を実現
- レーダに対応してミッション供給電力の大電力化

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)
①高性能小型衛星(レーダ衛星)の研究開発 ・小型の光学衛星と合成開口レーダ衛星を組み合わせることにより、高頻度の地球観測システムを構築することが可能 ・衛星搭載用として我が国初のXバンド合成開口レーダ ・低コストで世界最先端クラスの分解能 ②我が国宇宙産業の国際競争力の強化 ・国際衛星市場への参入 国際産業協力、ODA案件形成 ・政府衛星の計画的・効率的な開発・調達 科学衛星等への活用 先端民生技術・部品の実証 機会の提供 新たな衛星システム運用への展開 複数機運用による広域観測や高頻度観測	(事業開始時) 衛星システム受注数	—	—
	(中間評価時) 衛星システム受注数	—	—
	(事業終了時) 平成29年度中までに宇宙システムを1件受注する。	現在、海外案件受注に向けて有望案件の発掘、交渉を進めているところ。	—
	(事業目的達成時) 平成35年度中までに宇宙システムを3件受注する。	—	—

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)
超高分解能レーダセンサ(SAR) (設定理由) 諸外国の中型大型のXバンドの合成開口レーダ衛星に比肩する性能をもつことで、国際競争力を確保する必要がある。	(事業開始時) 分解能1m未満を目標とするXバンド小型SAR衛星仕様を設定する。	達成 分解能1m未満(軌道高度505km)となるXバンド小型SAR衛星仕様書の策定を完了させた。	—
	(中間評価時) 分解能1m未満を目標とするXバンドの合成開口レーダの設計を完了する。	達成 要求仕様を満足する、分解能1m未満となるXバンド合成開口レーダの設計を完了させた。	—
	(事業終了時) 分解能1m未満を目標とする我が国初のXバンドの合成開口レーダを開発する。	達成 軌道上で要求仕様を満足することを確認した。	—
小型衛星バス (設定理由) 高電力小型衛星バスとしてSARミッション機器に対応しやすい規模(適切な電力と姿勢制御可能)として350kgのバス質量を設定した。	(事業開始時) バス質量350kg程度以下の高電力対応の小型地球観測衛星の仕様を設定する	達成 バス質量350kg程度以下のあり高電力対応の小型地球観測衛星仕様書策定を完了させた。	—
	(中間評価時) バス質量350kg程度以下の高電力対応の小型地球観測衛星の設計を完了する。	達成 バス質量350kg程度以下の高電力対応の小型地球観測衛星の設計を完了させた。	—
	(事業終了時) バス質量350kg程度以下の高電力対応の小型地球観測衛星を開発する。	達成 要求質量を満足した高性能小型の高電力対応衛星を開発した。	—

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)
パルスTWTA (目標) (設定理由) 消費電力を削減する目的として小型衛星搭載用の高出力増幅器の開発する必要がある。	(事業開始時) SARセンサに搭載する高出力増幅器の仕様を設定する。	達成 小型衛星SARセンサ搭載用高出力増幅器の仕様書策定を完了させた。	—
	(中間評価時) SARセンサに搭載する高出力増幅器の設計を完了する。	達成 要求仕様を満足するSARセンサ搭載用高出力増幅器の設計を完了させた。	—
	(事業終了時) SARセンサに搭載する高出力増幅器を開発する。	達成 高性能小型SAR衛星に必須となるTWTA5台開発した。	—
短納期の仕組み (設定理由) 製造試験期間を2年間に短縮することで、国際競争力を確保する必要がある。	(事業開始時) 短納期を実現する製造試験期間の目標値を設定する。	達成 短納期を実現する製造期間の目標値を設定した。	—
	(中間評価時) 衛星システムの全製造試験期間(2年)のうち前半に相当する、「バス機器の製造着手から機器試験完了まで」、1年間で実現する。	達成 標準ネットワーク方式採用により、変更対応力を強化し、バス機器製造着手から機器試験完了までを1年間で実現した。	—
	(事業終了時) 2年間で製造試験を実現する仕組みを構築する。 【製造試験期間=システム製造着手～衛星システム試験完了迄】	達成 試験の自動化、システムの製造・組立から衛星システム試験完了までを2年で実現する仕組みを構築した。	—

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)
国内ロケットへの適合 (設定理由) 小型衛星の打上げ手段として確保する。	(事業開始時) 国内ロケットに適合する 衛星仕様を設定する。	達成 国内打上げ機に対するインターフェース仕様の策定を完了させた。	—
	(中間評価時) イプシロンロケットへの適合性確認を完了する。	達成 イプシロンロケットとの適合性満足することを確認した。	—
	(事業終了時) 我が国の打上げロケットを活用し、宇宙産業の国際競争力を強化する。	達成 イプシロンロケット3号機及びJAXA内之浦射場設備への適合性を確認した。 2018/1/18に予定軌道への投入に成功した。	—
宇宙実証 (設定理由) 小型衛星の軌道上実証を通して、軌道上運用の仕組み、やり方を確保する。	(事業開始時) 運用仕様を設定する。	達成 運用仕様書の策定を完了させた。	—
	(中間評価時) 運用準備を完了する	達成 運用環境および運用手順の整備を完了させた。	—
	(事業終了時) 軌道上実証を実現する。	達成 打上後 3.5ヶ月の初期チェックアウトにおいて、要求される衛星機能が実現され、性能が満足することを確認した。	—

個別要素技術のアウトプット指標・目標値及び達成状況

個別要素技術	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)
超高分解能レーダセンサ(SAR)	分解能1m未満を目標とする我が国初のXバンドの合成開口レーダ(SAR)を開発する。	達成率 100% 製造されたSARを搭載した衛星を打上げ、予定軌道へ投入した。軌道上での試験において要求仕様を満足することが確認され、開発が完了した。	—
小型衛星バス	バス質量350kg程度以下の高電力対応の小型地球観測衛星を開発する。	達成率 100% 要求質量を満足する小型衛星バスの製造を行い、打上げ後の軌道上試験において要求性能を満足することが確認され、開発が完了した。	—
パルスTWTA	SARセンサに搭載する高出力増幅器(TWTA)を開発する。	達成率 100% 高性能小型SAR衛星を開発する上で、必須となるTWTAの製造を行い、要求される性能を満足していることを確認し開発を完了させた。	—
短納期の仕組み	2年間で製造試験を実現する仕組みを構築する。	達成率 100% 試験の自動化を含め、システム製造着手から衛星システム試験完了までを2年で実現する仕組みを構築した。	—

4. 当省(国)が実施することの必要性

経産省が主体的に実施する必要性は以下の通り。

- ・従来、地球観測衛星は安全保障目的の情報収集衛星やJAXAが有する研究開発衛星が存在していたが、その後、世界的に民生用途における衛星画像を利用したビジネスが世界的に拡大。
- ・他方、我が国では民間ベースでの地球観測衛星を活用したビジネス体質が構築されておらず、競争力の観点で課題が存在した。

そのため、我が国宇宙産業の国際競争力強化の観点から、小型かつ高性能、低コスト、短納期といった特徴を有する地球観測衛星の開発を通じて、

①新興国等への衛星製造から打上げ、人材育成までをパッケージにした海外輸出、②衛星画像の利用促進による衛星運用事業者・画像販売ビジネス事業者の育成、を図るため、産業振興を所管する当省が主導して支援を実施。

5. 事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ

事業アウトカム達成を実現するため、小型観測衛星事業の今後10年間の事業ビジョン・戦略を以下のように定め、事業を推進する計画である。

- 国内外民間・政府の画像データ利用ニーズの高まりを受け、ASNARO-2画像データの販売を展開
- 新興国を中心とする海外顧客の需要を軸に、ASNARO-2衛星のパッケージ販売を推進
- 並行してその次の5年間に向けた、今後予想される市場・業界の変化(リアルタイム性・付加価値の追求)に対応するための検討を進める

H30年度～H34年度(次の5年間)

ASNARO-2画像データ販売事業の展開



ASNARO-2を軸とする小型衛星パッケージの海外展開



H35年度～H39年度(その次の5年間)

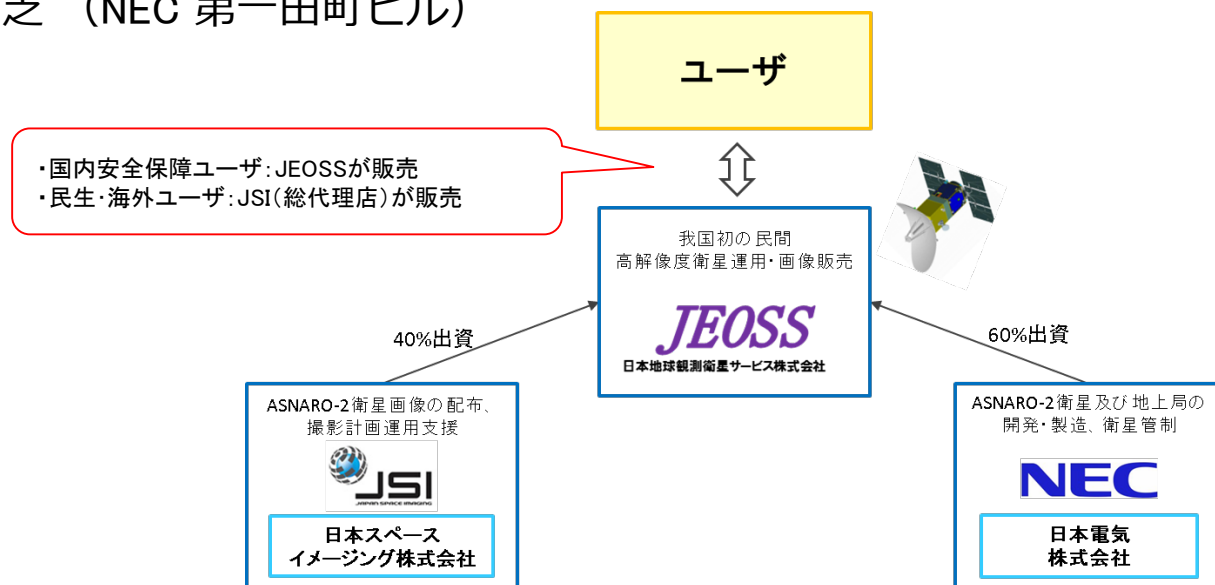
安全保障市場・民生市場の「リアルタイム性」「付加価値サービス」ニーズの高まりへの対応を進める。

5. 事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ

ASNARO-2画像データの販売事業の展開

ASNARO-2の画像販売を行う事業会社を設立。今年9月より販売を開始。

- 会社名： 日本地球観測衛星サービス(株)
(英語名称 Japan EO-Satellite Service, Ltd. , 略称 JEOSS)
- 設立： 平成 27年 4月 1日
- 代表取締役： 堀内 康男 (NEC 宇宙・防衛営業本部)
- 株主資本： 40 百万円
- 主要株主： 日本電気(株) (70%), 日本スペースイメージング(株) (30%)
- 本社所在地： 東京都港区芝 (NEC 第一田町ビル)

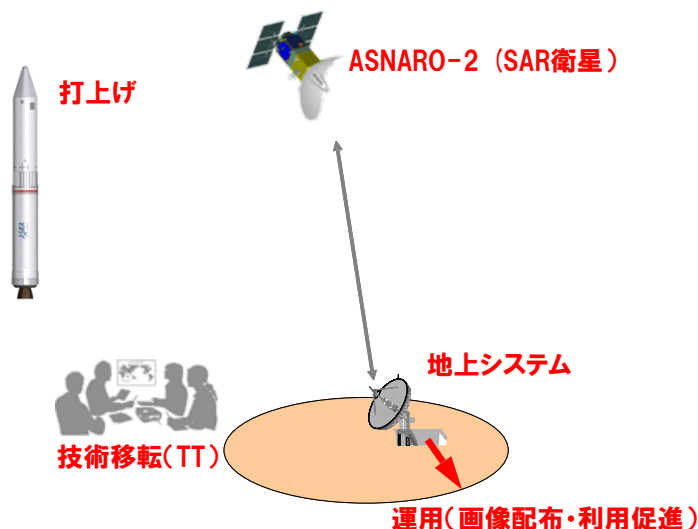


5. 事業アウトカム達成に至るまでのロードマップ

小型衛星パッケージの海外展開とリアルタイム性向上・付加価値サービス

民間が主体となった国産リモートセンシング衛星のシステムパッケージ販売を促進し、国内および新興国を中心とした海外市場における観測画像の利用事業を推進する。

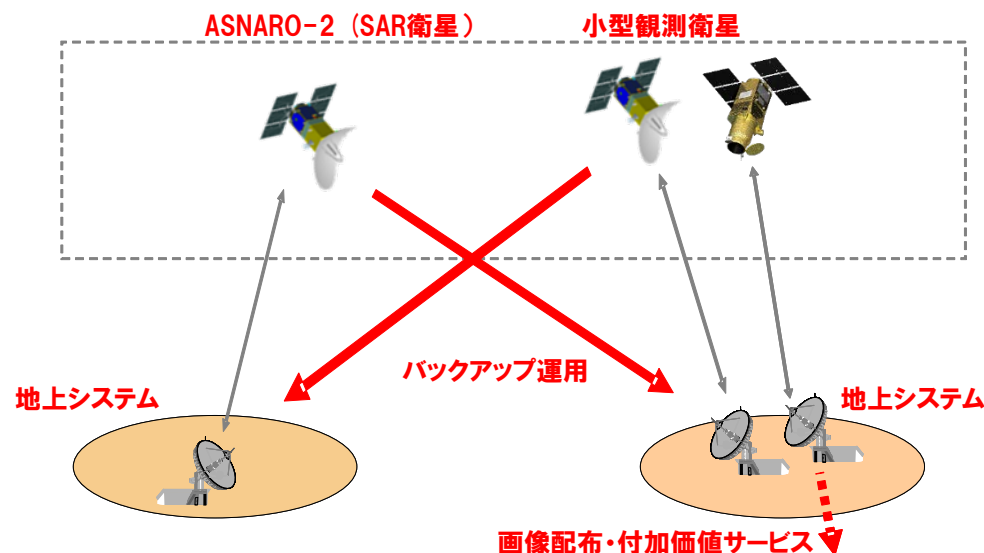
小型観測衛星システムパッケージ販売



- ✓(ASNAROの成果を含め)ASNARO-2の成果を小型標準バス「NEXTAR」という名称で製品化する
- ✓データ利用志向の中～上級レベルの新興国ユーザを主なターゲットに、「NEXTAR」を使用した小型観測衛星システムのパッケージ販売事業を推進する
- ✓多様な観測ミッションラインアップにより、海外拡販活動を行う

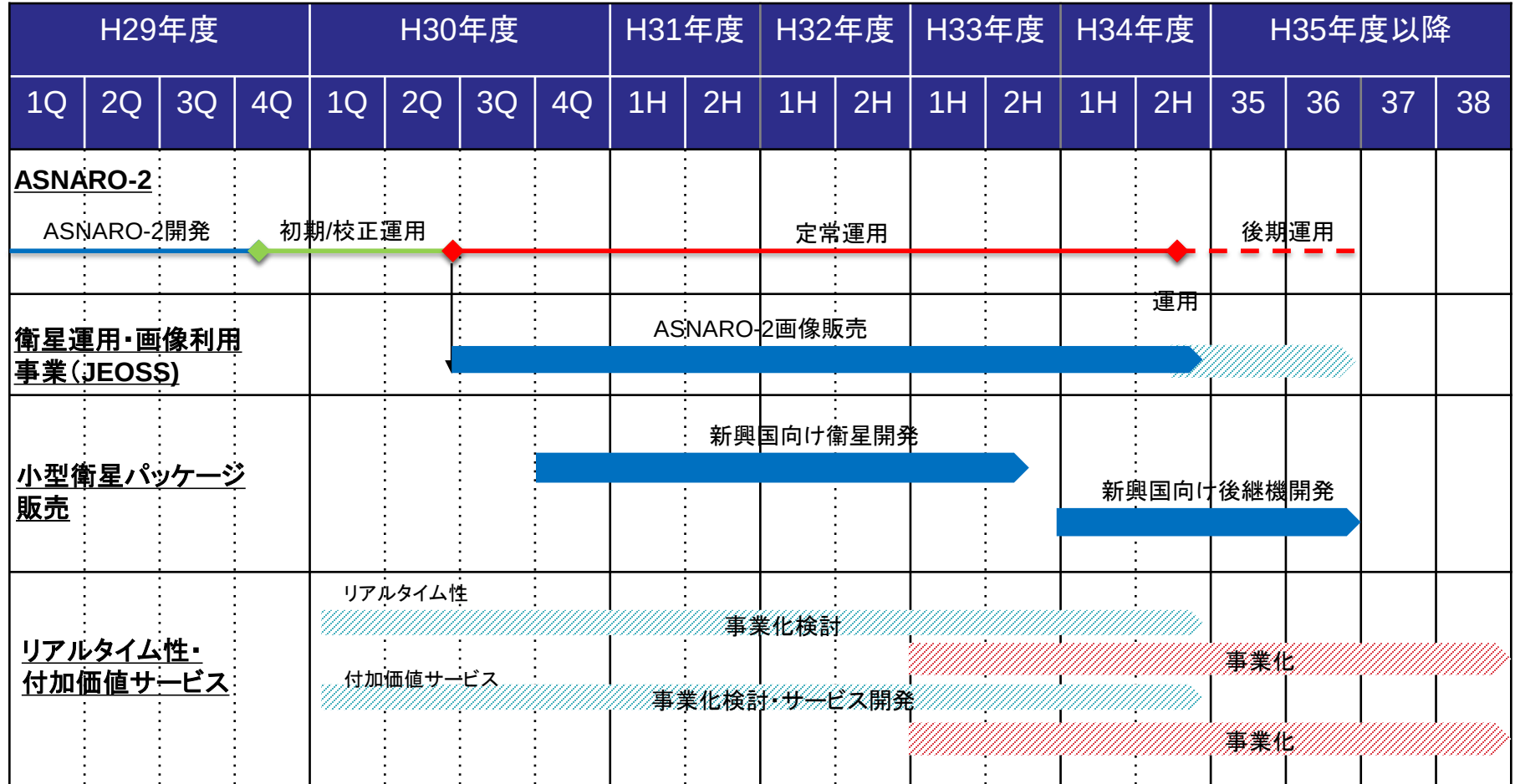
リアルタイム性向上

付加価値サービス



- ✓小型観測衛星のコンステレーションにより、観測画像のデータ利用事業を推進する（防災・災害監視、森林監視、資源探索 等）
⇒ 複数の衛星画像をプラットフォームにアーカイブすることで欲しい画像をいつでも入手できる環境を実現する。
- ✓得られた観測画像をAIを用いて処理をすることで、利用ニーズに応じて必要な情報を抽出して提供するサービスを実現する。

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

日本電気株式会社

・研究項目：

- (1) 標準的小型衛星バスの開発・製造
ASNAROバス(NEXTAR)を活用した
衛星システム及び衛星バスの開発
- (2) パルス型高出力増幅器(パルスTWTA)の
開発・製造
- (3) 地上システム開発・製造
 - ① (1)の開発に伴う地上システム(管制、
運用計画、データ処理)の開発
 - ② SAR固有部の開発
- (4) 国内ロケットへの適合確認
- (5) 宇宙実証
(1)～(3)に伴う衛星システムの軌道上実証

請負

三菱電機株式会社

・研究項目：

- (1) 搭載ミッション機器の開発
SARミッションサブシステムの開発・製造
- (2) SAR固有部開発・製造
- (3) 宇宙実証
(1)(2)に伴うSARミッションの軌道上実証

7. 費用対効果

・投入された予算の各年度及び総執行額、成果を以下に示す。

年度 平成	23	24～25	25～26	27	28	29	合計
超高分解能合成開口レーダの 小型化技術の研究開発							
日本電気株式会社	0.6	29.5	25.1	15.4	1.6	3.8	75.9
三菱電機株式会社	0	0	19.5	21.5	1.2	1.5	43.7
独立行政法人宇宙航空研究 開発機構	0	0	12.0	6.3	2.2	19.5	40.0
合計	0.6	29.5	56.6	43.2	5.0	24.7	159.6

①日本電気株式会社(NEC)

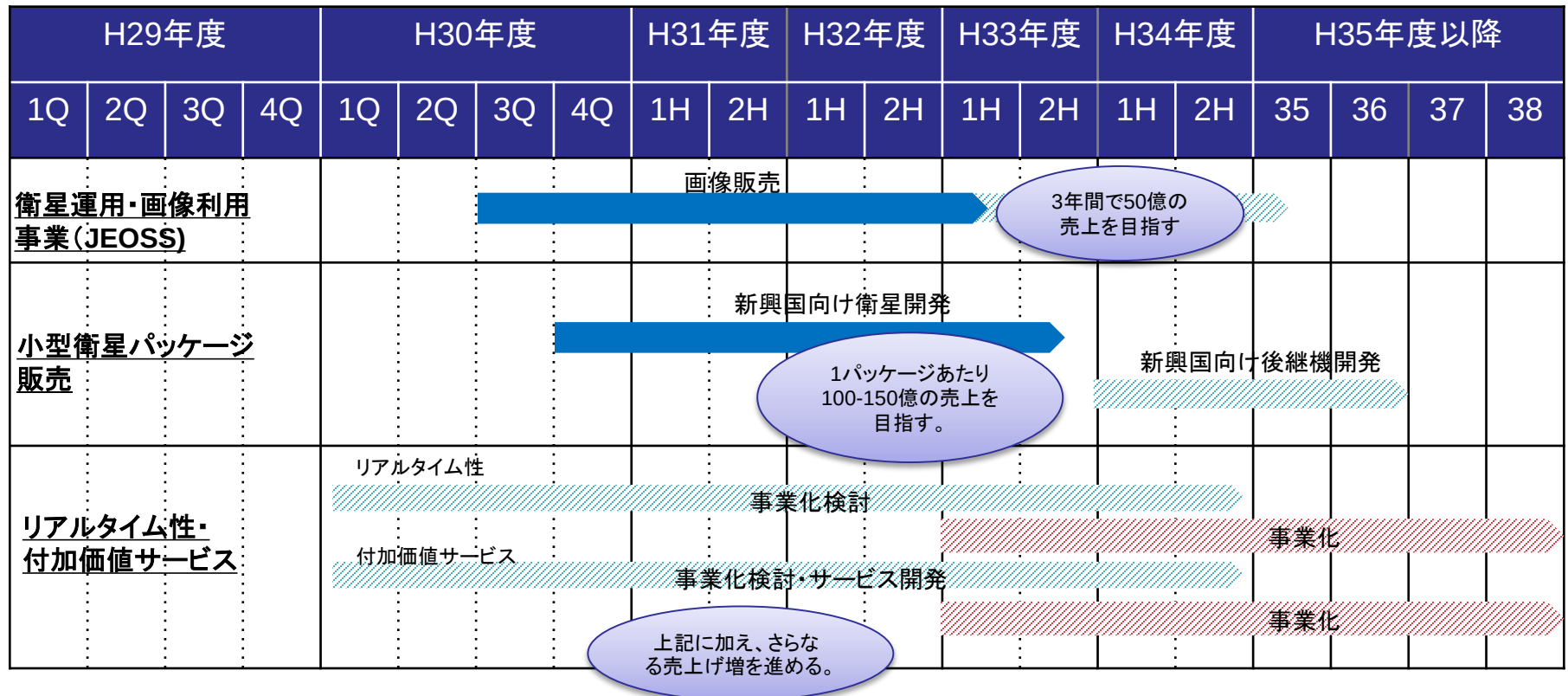
- ・標準的小型衛星バス(高電力SAR用)の開発
- ・搭載ミッション機器の開発
パルス型高出力増幅器(パルスTWTA)
- ・地上システムの開発
管制、データ受信局
SAR固有部
- ・宇宙実証
- ・ロケット調達

②三菱電機株式会社

- ・SARミッションサブシステムの開発
- ・SAR固有部の開発
- ・宇宙実証

7. 費用対効果

ASNARO-2の成果を用いて、今後3年間で200億以上の売り上げを目指すとともに、リアルタイム性向上・付加価値サービス事業を進めることでさらなる売上げ増を計画中である。



8. 中間評価の結果

中間評価での評価内容(抜粋)

(総合評価)

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臓部とも言えるパルスTWTA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の設計・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(PALSAR)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。

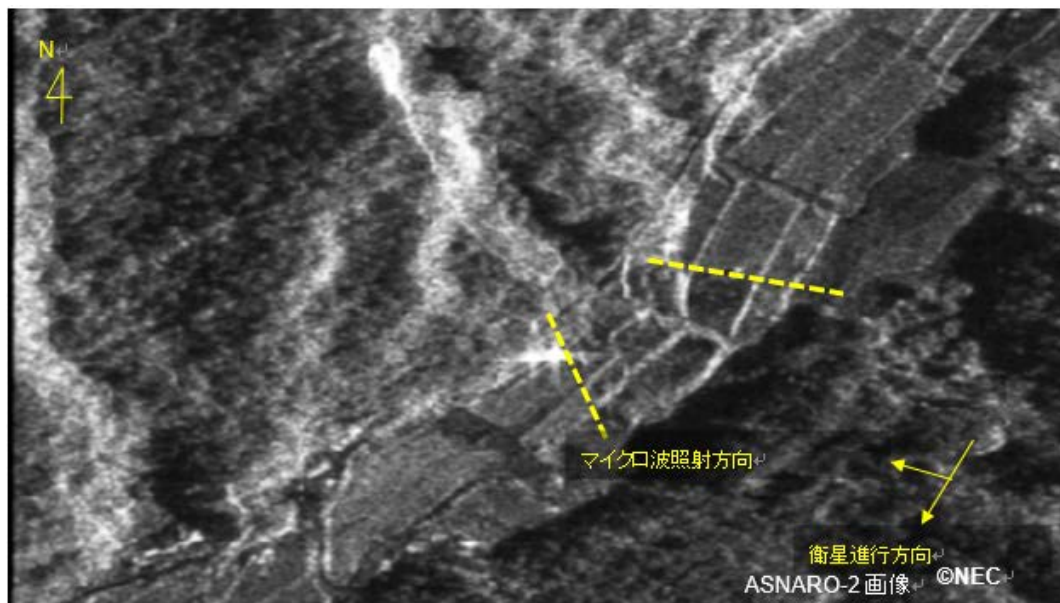
開発・製造の短縮化については、バス機器製造から試験完了までの期間について1年という数値が達成できるのか検証し、未達の場合には今後の課題を抽出することが求められる。

今回開発するTWTA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・省電力化が達成できたかを数値で示すことが望ましい。”

8. 中間評価の結果

中間評価に対する対応

- (1) 宇宙実証においては、ユーザー視点にたった運用を行うように進めている。また、ASNARO衛星との協調観測については、PASCO社と連携を取りながら災害時の緊急観測を実施中である。以下の画像は、岡山/広島豪雨のものである。



ASNARO-2画像



ASNARO画像

(2) 研究開発終了後の海外展開を見据え、地上システムパッケージ

「GroundNEXTAR(グランドネクスター)」を開発した。衛星運用に必要な基本機能に加え画像の配信機能を備え、低コストで衛星運用を実現するシステムを整備した。また、運用技術者の短期間育成を目指し打上初期段階から技術者を衛星運用に従事させ短期育成を図った。

(3) 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年以内が可能となった。