

## B 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

## B-1 施策の目的・政策的位置付け

### B-1-1 施策の目的

- 将来の成長が期待される我が国の宇宙産業の国際競争力を強化するために、軌道上検証済みの高性能小型衛星(光学衛星)に続き、民間企業等が行う高分解能な X バンド合成開口レーダの小型化、低コスト化を実現する高性能小型衛星(レーダ衛星)の研究開発を助成する。
- 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となる。またレーダ衛星は、光学衛星では撮像できない夜間・悪天候においても撮像が可能であるため、光学衛星と一対のシステムとして需要がある。
- 本事業を通じて、民間企業等に衛星の実証機会を提供することにより、光学衛星、レーダ衛星、地上局をひとつの衛星システムとして国際市場へ参入することが可能となる。これらの衛星システムについては、すでに複数の国から調達に関する要請照会が来ている。
- また、宇宙基本計画等においても着実な実施が求められている。

### B-1-2 政策的位置付け

#### ○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、高頻度の地球観測が実現できる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

#### ○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(アジア・中東等)

- ・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

### B-1-3 国の関与の必要性

宇宙システムは、一般的に極限環境下で極めて高い信頼性が求められ、その研究開発や宇宙実証には多額の費用を要すること、また、我が国宇宙産業は欧米と比べ官需依存度が高いこと等から、リスクが高く、かつ、直接利益に結びつかない衛星の研究開発や宇宙実証を民間企業のみで実施することは困難であることから、我が国が有する民生技術の強みを最大限活用するとともに、政府による衛星・ロケット等の計画的な開発・調達を通じて、我が国宇宙産業の国際競争力の強化に必要なこれら研究開発や宇宙実証の機会を提供することが必要不可欠である。特に、衛星の小型化、低コスト化、短納期化を実現するための新たな設計思想を確立するためには、実際にその設計思想に基づき、衛星の試作機を開発・試験し、軌道上実証を行うことが必要不可欠であるため、政府による研究開発事業の実施が必要となる。

## B-2 研究開発目標

### B-2-1 研究開発目標

本プロジェクトは、国際競争力の強化のため、我が国の強みである民生部品及び民生技術等を適用した高機能、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確立することを目的とした ASNARO: <Advanced Satellite with New System ARchitecture for Observation>)で宇宙実証された衛星バスの後継機を用いる。また、搭載ミッションは、分解能 1m 以下（軌道高度 505km、スポットライト）を目標とする超分解能合成開口レーダ（SAR センサ）の開発を行う。これにより、諸外国の最先端技術に比肩する、バス質量 350kg 程度以下の小型地球観測衛星の開発技術を獲得する。

平成 23 年度から補助事業を受け「超高分解合成開口レーダの小型化技術の研究開発」（衛星名としては以下 ASNARO-2: <Advanced Satellite with New System ARchitecture for Observation 2>)として、日本電気株式会社（以下 NEC）と三菱電機株式会社（以下 MELCO）にて研究開発を行う。

## B-2-2 目標設定

以下、表 B-2-2-1 に全体の目標を記載する。

表 B-2-2-1. 全体の目標

| 項目               | 目標・指標(中間評価時点)                                                | 目標・指標(事後評価時点)                                         | 設定理由・根拠等                                                             |
|------------------|--------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|
| 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の設計を完了する。                      | 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。                  | 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。                |
| 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の設計を完了する。                      | 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。                  | 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。 |
| パルスTWT A         | SAR センサに搭載する高出力増幅器の設計を完了する。                                  | SAR センサに搭載する高出力増幅器を開発する。                              | 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。                              |
| 短納期の仕組み          | 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。 | 2年間で製造試験を実現する仕組みを構築する。<br>【製造試験期間＝機器製造着手～衛星システム試験完了迄】 | 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。                                       |
| 国内ロケットへの適合       | イプシロンロケットへの適合性確認を完了する。                                       | 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。                      | 小型衛星の打上げ手段として確保する。                                                   |
| 宇宙実証             | 運用準備を開始する。                                                   | 軌道上実証を実現する。                                           | 平成 28年度の軌道上実証に向けて運用準備を開始する。                                          |

### B-3 成果、目標の達成度

#### B-3-1 成果

##### B-3-1-1 全体成果、個別要素技術成果

###### (1) 超高分解能レーダセンサ

超高分解能レーダセンサについては、分解能 1m 未満(軌道高度 505km、スポットライトモード)の X バンド合成開口レーダの設計が完了した。

(表 B-3-1-1-1 設計結果サマリ)

ア)ミッション運用は、観測計画に応じたミッション系の自動コマンドをアップロードすることで、姿勢駆動制御、撮像、データ蓄積、データ伝送のすべての運用を自動で行うことが可能である。観測モードは、図 B-3-1-1 に示す。

バス系については、ミッションとは別に自動コマンドとしてアップロードすることが可能な設計としており、たとえば 1 週間分の計画をアップロードすれば、バスについてはその期間人の介在する運用は不要となる。

表 B-3-1-1-1 設計結果サマリ

| 項 目       | 設計結果                                                   | 備 考                                |
|-----------|--------------------------------------------------------|------------------------------------|
| センサの種類    | 合成開口レーダ(SARセンサ)                                        |                                    |
| 分解能       | スポットライト: 1m以下 *<br>ストリップマップ: 2m以下<br>スキャンSAR: 16m以下    | * 観測時間は、モード1が<br>4.4sec、モード2が10sec |
| 観測幅       | スポットライト: 10km以上<br>ストリップマップ: 12km以上<br>スキャンSAR: 50km以上 |                                    |
| 撮像範囲      | オフナディア角 15-45deg                                       |                                    |
| 偏波機能      | HH or VV                                               | 2 偏波 (選択可能)                        |
| データ圧縮     | 1/2、1/4、非圧縮                                            |                                    |
| 量子化ビットレート | 8bit                                                   |                                    |

## イ) 観測モード

- ① スポットライトモード: 高い解像度を利用して都市化状況の把握、安全保障関連用途(船舶の安全航行等)の利用を想定

※ スポットライトモード 1(観測時間 4.4sec)とスポットライトモード 2(同 10sec)があり、スポットライトモード 2の方が暗いターゲットまで観測できる。

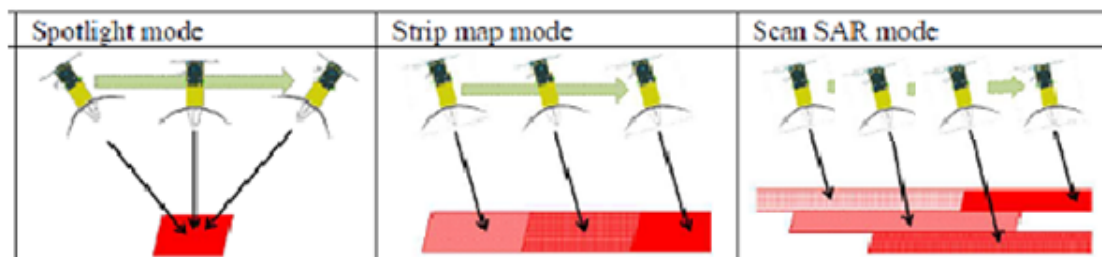
- ② ストリップマップモード、スキャンSARモード

: 広域を観測する用途として自然災害監視(火山活動  
土砂崩れ)、資源探査(森林・鉱山)、温暖化(氷河)  
監視など、対象物の経年変化の観測を想定

画像の需要としては高解像度画像(スポットライトモード観測)が多い。

SAR 観測時には衛星本体に搭載しているアンテナを観測対象に向けるために衛星本体を姿勢制御(ボディポインティング)をすることを特徴としている

図 B-3-1-1-1 観測モード



以下、表 B-3-1-1-2 に「衛星質量と分解能の相関関係」を示す。ASNARO の光学衛星と同様のグラフ上に SAR 衛星のグラフをプロットした。

SAR センサに関しては、小型衛星への搭載例が少ないため顕著な高分解能トレンドは見えてこないが、今後の技術進歩によって一定の傾向を示すと考えられる。

その中で ASNARO-2 のポジションとしては軽量高分解能という相関関係においては、国内外の他の衛星(ALOS シリーズ、TerraSAR-X、COSMO SkyMed)に比肩する性能を有している。

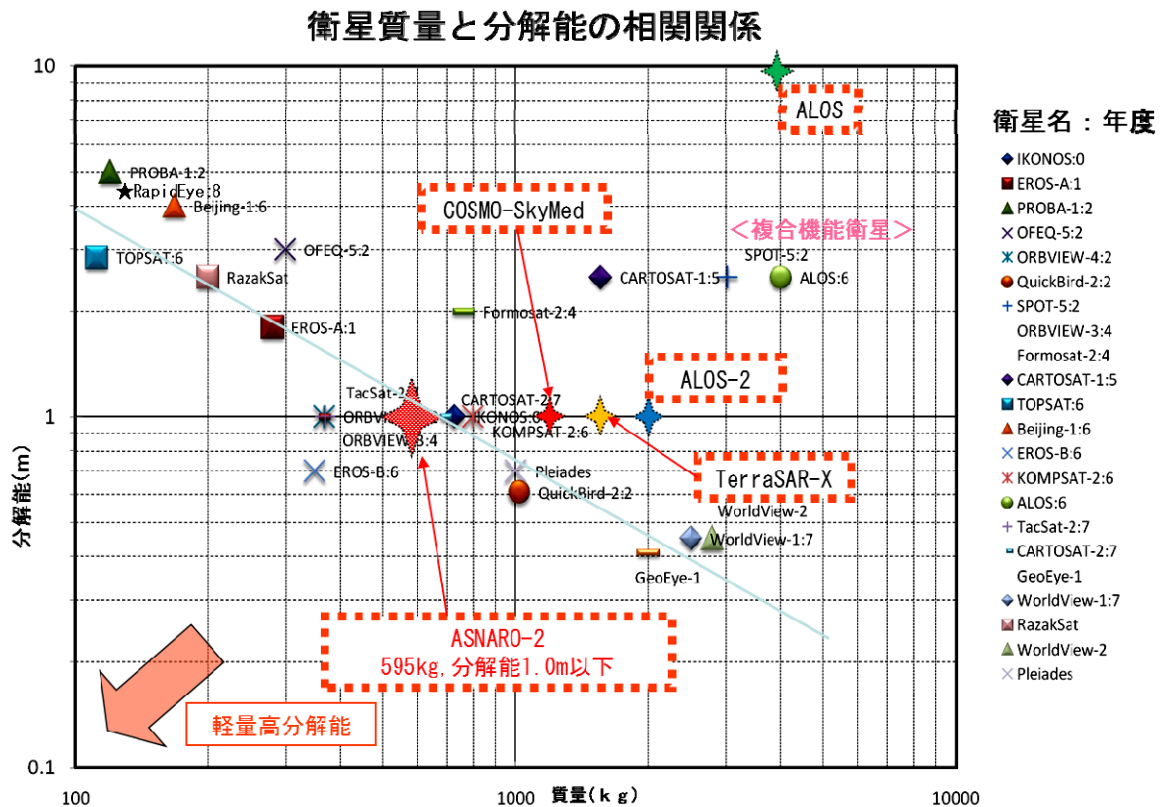


図 B-3-1-1-2 衛星質量と分解能の相関関係

## ウ)搭載ミッション機器の開発

### ①超分解能合成開口レーダ(SAR センサ)

- (1)衛星バスに搭載された状態で、打上げ時の加速度、振動、音響、衝撃環境に耐え、打上げ機のフェアリング内に収納される形態を維持する。
- (2)軌道上で SAR アンテナを展開し、鏡面の形状を維持する。
- (3)衛星バス側から電力の供給を受け、軌道上から地表に向けて電波を放射し、地表からの反射波を受信し、ローデータを取得する。
- (4)取得した SAR ローデータと、衛星バスシステムから供給されるアンシラリデータを所定のフォーマットに編集し、衛星バスに出力する。
- (5)衛星バスからコマンドを受信し、観測する電波の偏波面を水平か垂直に切り替える。
- (6)衛星バスからコマンドを受信し、SAR ミッションの機器の動作を制御し、衛星バスの姿勢制御と連動して、以下の4つの観測モードを実行する。
  - A) スポットライトモード 1
  - B) スポットライトモード 2
  - C) ストリップマップモード
  - D) スキャン SAR モード
- (7)SAR ミッション内の機器の動作状態をモニタし、その情報を所定のフォーマットのテレメトリ信号に編集して衛星バスに出力する。
- (8)SAR ミッションの構成機器の温度を許容範囲内に維持するために、機器が発生する熱を宇宙空間に排熱し、機器の温度を計測し、また、衛星バス側から供給される電力に応じて保温用ヒータを発熱させる。
- (9)SAR ミッション内部の動作状態をモニタし、異常状態が検出された場合、衛星システム側に異常信号を出力する。(衛星バス側は、異常信号を受けて SAR センサシステムをサバイバルモードに移行させるコマンドを送出するものとする。)

エ) SAR の観測性能サマリを表 B-3-1-1-2 に示す。

表 B-3-1-1-2 SAR の観測性能サマリ

| 観測モード      |         | スポットライトモード1                  | スポットライトモード2 | ストリップマップモード      | スキャンSARモード       |
|------------|---------|------------------------------|-------------|------------------|------------------|
| 周波数        |         | 9.65±0.12GHz                 |             |                  |                  |
| 偏波         |         | HHまたはVVの切替                   |             |                  |                  |
| オフナディア角    |         | 15～45度                       |             |                  |                  |
| 空間分解能※1    | Rg      | 1.0m未満                       | 1.0m未満      | 2.0m 未満          | 16.0m 未満         |
|            | Az      | 1.0m未満                       | 1.0m未満      | 2.0m 未満          | 16.0m 未満         |
| 観測幅※1      | Rg × Az |                              |             |                  |                  |
|            |         | 10km × 10km                  | 10km × 10km | 12km × 800kmより長い | 50km × 800kmより長い |
| データレート     |         | 1.38Gbps 以下                  |             |                  |                  |
| 量子化ビット数    |         | 8bit                         |             |                  |                  |
| データ圧縮      |         | 1/2, 1/4, 非圧縮 から選択           |             |                  |                  |
| NESZ※1     |         | -14.0dBより低い                  | -15.5dBより低い | -17.0dBより低い      | -25.0dBより低い      |
| S/A※1      |         | 20dBより高い                     |             |                  |                  |
| RF Duty    |         | 12%以下                        |             |                  |                  |
| 1シーン観測時間※1 |         | 4.4s                         | 10.0s       | -                | -                |
| 観測運用Duty   |         | 最大2分/1周回                     |             |                  |                  |
| アンテナ方式     |         | 開口面アンテナ(電気長ノミナル:約4m × 約1.5m) |             |                  |                  |

※1: 赤道上対地高度 505km, オフナディア角 35° 付近の画像中心の値とする

- ・NESZ(Noise Equivalent Sigma Zero:雑音等価後方散乱係数):  
SAR センサの S/N(Signal to Noise ratio:信号対雑音比) を規定する性能でどこまで小さい後方散乱係数のターゲット(暗いターゲット)を撮像できるかを示す指標  
(NESZ が小さいほど高性能)
- ・S/A:  
ターゲットが実際の位置とは異なる位置に虚像として画像化されるレベルを示す指標  
(S/A が大きいほど高性能)
- ・オフナディア角:(次頁参照)  
衛星鉛直直下方向と衛星のレーダ照射方向のなす角度

【参考】合成開口レーダ(SAR)衛星とは

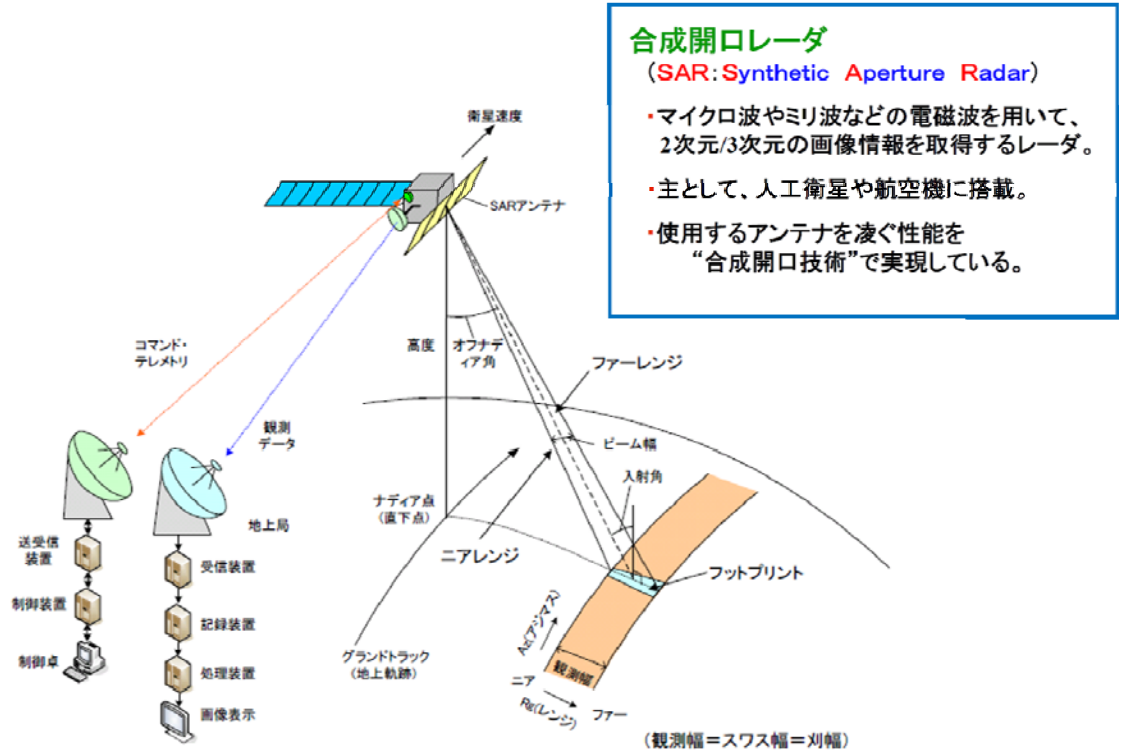


図 B-3-1-1-3 合成開口レーダ (SAR) 衛星とは

## (2)大電力用小型衛星バスの開発

バス質量 350kg 以下の高電力用小型地球観測衛星の開発に関しては、ASNARO で開発した小型衛星バスの後継機として、軌道維持/修正のための推進系に燃料を充填した状態で 350kg 以下の重量となる小型衛星バスを製造中である。

### ① 衛星システム諸元（衛星システムおよびバス設計）

ASNARO-2 は ASNARO のバス と同じコンポーネント、ネットワーク構成、運用性を備え、ミッションとしては全天候観測が可能なレーダ衛星（バス）として設計を完了した。衛星システム諸元を表 B-3-1-1-3 に示す。

表 B-3-1-1-3 衛星システム諸元

|      |                     |        |            |
|------|---------------------|--------|------------|
| 打上   | 2017 年（予定）国内ロケットに適合 |        |            |
|      | 太陽同期準回帰軌道（高度 505km） |        |            |
| 軌道   | 軌道傾斜角：97.4°         |        |            |
|      | 降交点通過太陽地方時刻：6 時     |        |            |
| 地上局  | 国内商用地上設備および可搬局、海外局  |        |            |
| 運用期間 | 5 年                 |        |            |
| 質量   | ・バス                 | 305 kg | （推薬除く）     |
|      | ・ミッション              | 245 kg | （最大搭載可能質量） |
|      | ・推薬                 | 45 kg  | （最大搭載可能質量） |
|      | <TOTAL>             | 595 kg |            |
| 電力   | 発生電力：               | 1300 W | （5 年後）     |
|      | ミッション供給電力：          | 1550 W | （BAT 供給）   |

## ② システム構成

システム構成図を図 B-3-1-1-4 に示す。

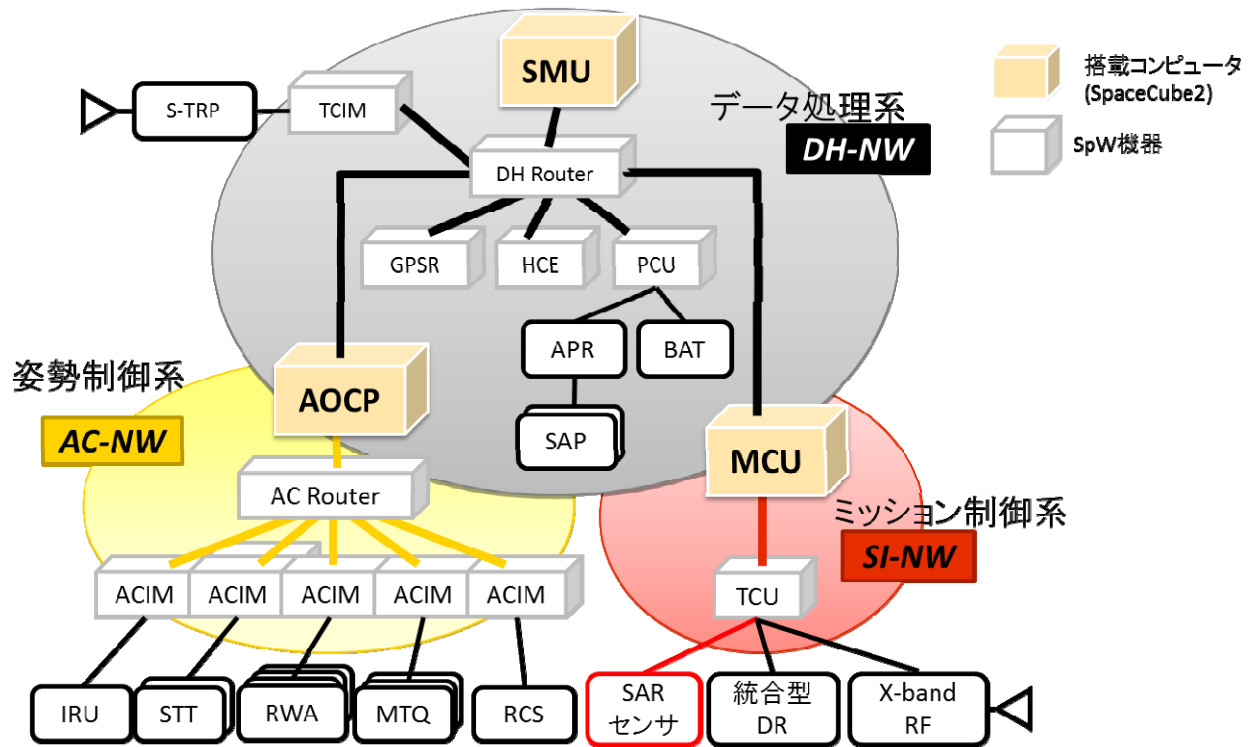


図 B-3-1-1-4 システム構成図

## ② 質量配分

衛星の質量配分を表 B-3-1-1-4 に示す。

表 B-3-1-1-4 衛星質量配分

|             |         |
|-------------|---------|
| バス質量(推薬を除く) | 305.0kg |
| 推薬(最大)      | 45kg    |
| バス質量(推薬最大)  | 350kg   |
| ミッション質量(最大) | 245kg   |
| 衛星質量(推薬最大)  | 595kg   |

## ③ 電力配分

衛星の電力配分は表 B-3-1-1-5 の通りであり、バッテリーに対する充電電力を考慮しても十分なパドル発生電力がある。なお、観測中はパドルのセル面が太陽を指向していないため、バッテリー放電を伴う。

表 B-3-1-1-5 衛星電力配分

|             | 観測時   | 非観測時     |
|-------------|-------|----------|
| 衛星負荷電力      | 2000W | 700W     |
| ミッション       | 1550W | 300W     |
| バス          | 450W  | 400W     |
| バッテリー充電電力   | —     | 600W 以下  |
| 太陽電池パドル発生電力 | —     | 1300W 以上 |

### (3) パルス型高出力増幅器（パルス TWTA）の開発

小型 SAR 衛星の電源制約の都合上より効率的な電波送信の仕組みが必要となる。つまり超高分解能レーダセンサの実現のためには SAR ミッションの省電力化をおこなう必要がある。

今回の中間報告では最小の消費電力で、大きな高周波エネルギーを放射するためのパルス TWTA (Traveling Wave Tube Amplifier: 進行波管増幅器) の設計が完了した。(図 B-3-1-1-5)

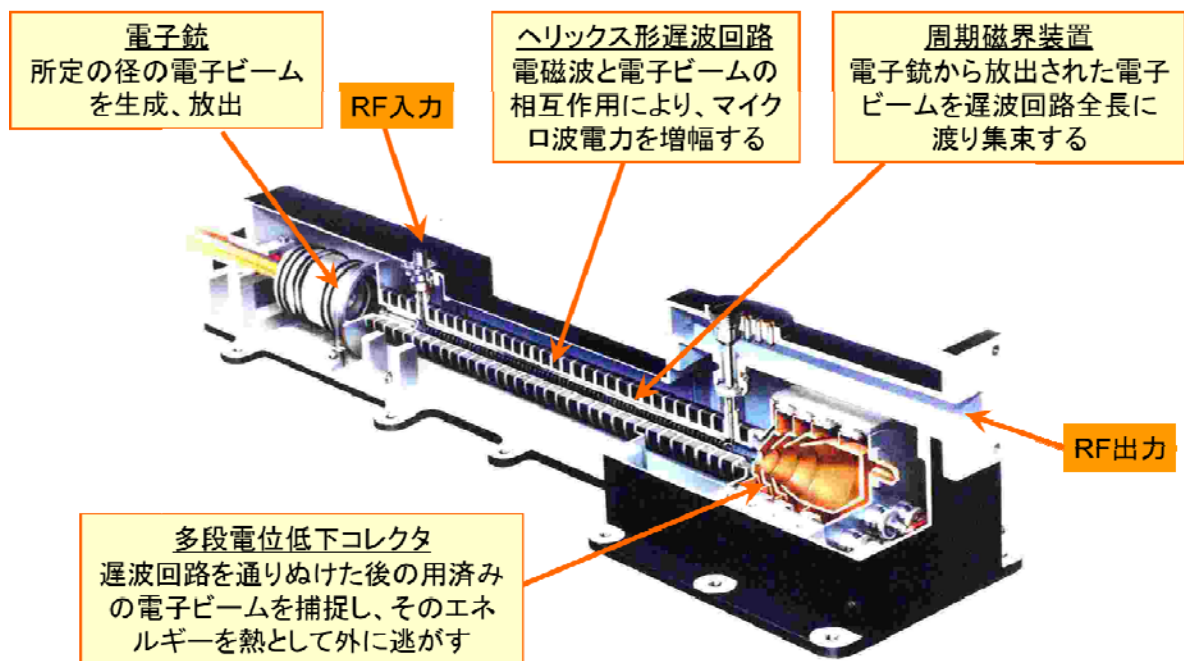


図 B-3-1-1-5 TWTA の基幹部分となる進行波管増幅器 TWT 概略図

TWTA は SAR ミッションのマルチポートアンプ部(MPA)に搭載され、以下の機能を果たすものとする。

- ① 入力される送信 RF 信号に対し、TWTA にて規定の電力まで増幅する。
- ② 入力されるグリッド on/off 信号に合わせて、TWTA 機器の送信可・不可を切り替える。
- ③ TWTA の状態をモニタし、システム制御部(SC)に対して出力する。
- ④ 放電を停止する。
- ⑤ 出力端子の短絡、開放により送信波が全反射しても故障しない。
- ⑥ 受信した on/off のディスクリート信号に対応して、各機器の on/off 動作を行う。
- ⑦ 機器の温度状態を測定し、出力する。(温度モニタ機能)
- ⑧ 機器の on/off 状態を測定し、出力する(ステータスモニタ機能)

#### (4) 短納期の仕組み

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。  
中間評価時点では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年間で実現することを目標としている。

新しい宇宙システム対応の標準ネットワーク方式を採用することで、変更に対してはソフトウェアの変更で対処が可能になったためバス機器のリピート生産が可能になり、設計変更により必要であった費用やリードタイムが圧縮でき、それにより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、という仕組みは確立した。  
但し、本報告時点では以下の理由により達成度としては「未達成」としている。

##### 【未達成理由】

他国からの部品調達の手続きが長期化したため、製造着手が予定より遅延し現時点で製造中機器がある。 #機器試験完了予定(2016.2月)

#### (5) 国内ロケットへの適合

##### ① 打ち上げ機候補洗い出し

以下のロケットについて、調査・インタフェース設計・解析を行った。

- ・ 国産ロケット  
イプシロンロケット、H-IIA
- ・ 海外ロケット  
DNEPR ROCKOT

##### ② 打ち上げ機選定

その後以下の観点で打上機をイプシロンロケットに選定した。

- ・ 打上能力と性能
- ・ 打上げスケジュール適合性
- ・ 実用性

#### (6) 宇宙実証

平成28年度の軌道上実証に向けて運用準備を開始した。

## B-3-1-2 特許出願状況等

表 B-3-1-2-1 論文、投稿、発表、特許リスト

|          | 題目・メディア等                                                 | 時期      |
|----------|----------------------------------------------------------|---------|
| 論文<br>発表 | ASNARO-2 衛星の概要と全体計画<br>第 57 回宇宙科学技術連合講演会                 | 2013/10 |
| 論文<br>発表 | ASNARO-2 搭載用 X バンド SAR ミッションシステムの開発<br>第 57 回宇宙科学技術連合講演会 | 2013/10 |
| 論文<br>発表 | 衛星の標準バスのつくりかた—小型衛星「NEXTAR」の事例を<br>中心に 情報処理学会誌            | 2015/7  |

## B-3-2 目標の達成度

以下、表 B-3-2-1 に目標の達成度を記載する。

表 B-3-2-1. 目標に対する成果・達成度の一覧表(中間評価時点)

| 項目             | 目標・指標(中間評価時点)                                                | 成果                                                                                                                                                                                                                                            | 達成度 |
|----------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 超高分解能<br>センサ   | 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の設計を完了する。                      | 分解能 1m 未満の合成開口レーダの設計を完了した                                                                                                                                                                                                                     | 達成  |
| 小型衛星<br>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の設計を完了する。                        | 在造系に燃料を充填した状態で350kg以下の質量となる大電力対応の小型衛星バスの設計を完了した。バス機器については現在製造中のフェーズにある。                                                                                                                                                                       | 達成  |
| パルス<br>TWTA    | SAR センサに搭載する高出力増幅器の設計を完了する。                                  | 小型衛星搭載用の高出力増幅器の設計が完了した。                                                                                                                                                                                                                       | 達成  |
| 短納期の<br>仕組み    | 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。 | 【未達成:理由】他国からの部品調達の手続きが長期化したため、製造着手が予定より遅延し現時点で製造中機器がある。#機器製造および試験完了予定(2018年2月)<br><br>但し、新しい宇宙システム対応の標準ネットワーク方式を採用することで、変更に対してはソフトウェアの書き換えが可能なためバス機器の「ピーク生産」が可能になり、設計変更により必要であった費用やリードタイムが圧縮でき、それにより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、という仕組みは確立した。 | 未達成 |
| 国内ロケット<br>への適合 | イプシロンロケットへの適合性確認を完了する。                                       | 打上げ機に関して、2017年打上げ対応可能なロケットとしてイプシロンロケットの適合性確認が完了した。これにより打上げ機としてイプシロンロケットを選定した。                                                                                                                                                                 | 達成  |
| 宇宙実証           | 運用準備を開始する。                                                   | 運用準備を開始した。                                                                                                                                                                                                                                    | 達成  |

## B-4 事業成果、波及効果について

### B-4-1 事業成果

小型標準バス「NEXTAR」をベースに SAR 観測衛星の設計を完了した。これにより既に開発済みの光学観測衛星と組み合わせた複数種類のセンサのラインアップが実現する。さまざまなミッションで小型衛星コンステレーションを実現することにより、多様なユーザーニーズに応えた更なる地球観測データ利用事業の拡大が期待できる。今後、先進的な宇宙システム開発アーキテクチャを活用し、NEXTAR バスの拡張版として大型のセンサの搭載や、冗長化によるバスの長寿命化の実現、あるいは民生品を採用した NEXTAR バスよりも安価で小型のバスの実現が可能である。ミッションだけではなく、バスのラインアップを充実させることにより、海外新興国に対してさらなる事業の拡大が期待できる。(図 B-4-1-1)

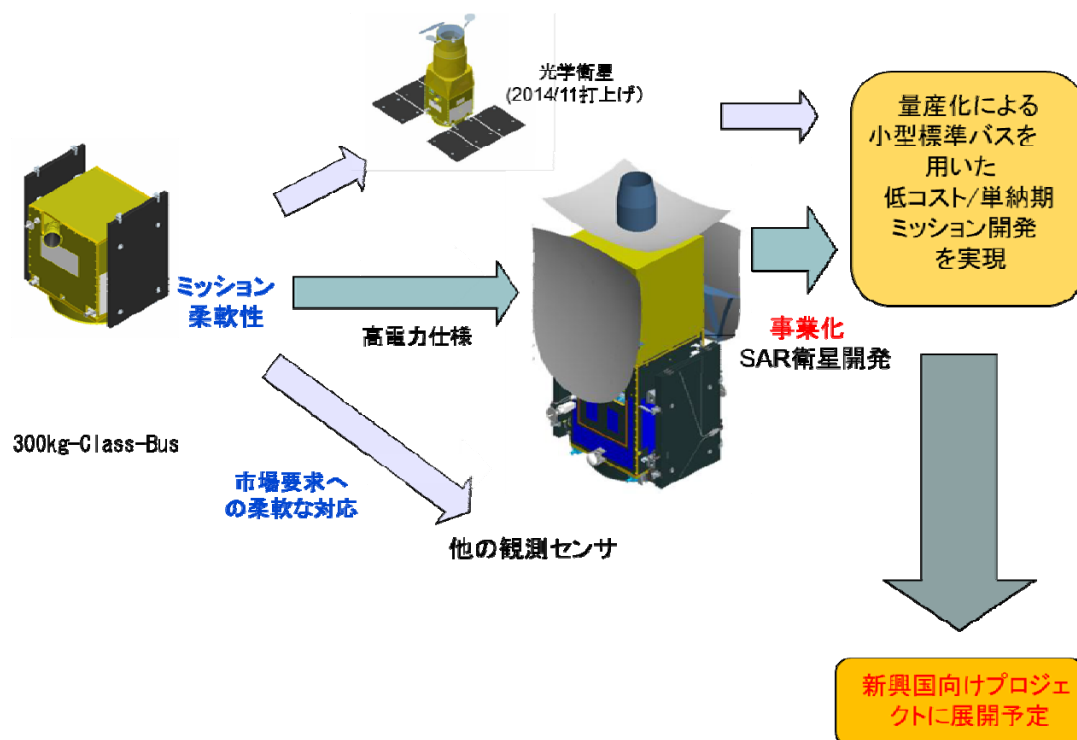


図 B-4-1-1 小型標準バスをベースとした事業成果

#### B-4-2 波及効果

- ① ASNARO-2 開発において小型標準バスに搭載されている機器の国産化率 80% 以上を達成（機器数ベース）  
⇒ 中小企業を活用（※）することで日本の産業活性化に貢献  
※ アンテナ駆動モータ、衛星パネル生産を中小企業に委託
- ② 衛星システム海外拡販に向けて、海外訪問活動を実施。【次頁】
- ③ この売上に加えてデータ利用事業を拡大することで、投入された資源量以上の成果及び波及効果が得られることが期待される。【次頁】

## B-4-2-1 波及効果詳細

### (1) 新興国向け海外展開

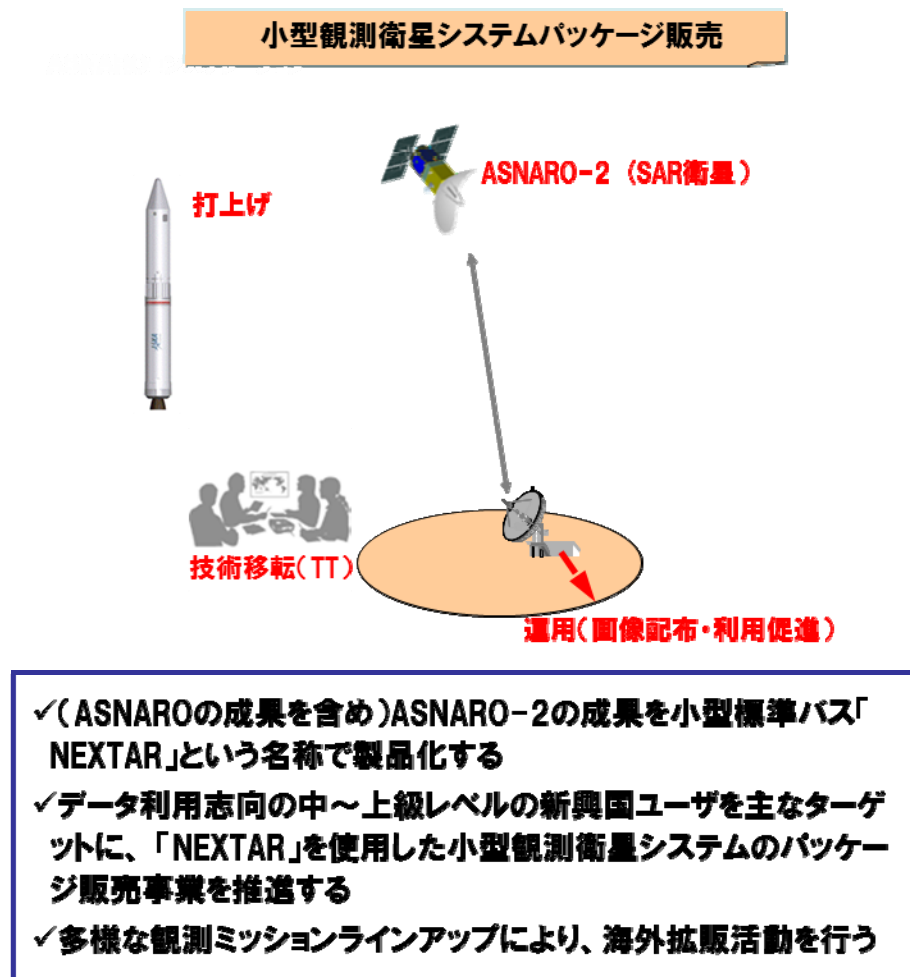
衛星システム海外拡販に向けて、海外訪問活動を実施している。

⇒新興国向けプロジェクトによる衛星製造、地上設備構築、打上、初期運用サービス提供を「システムパッケージ販売」として展開する。

### (2) 地球観測データ利用事業への事業拡大

#### (ア) 小型 SAR による地球観測衛星システムパッケージ（図 4-2-A-2）

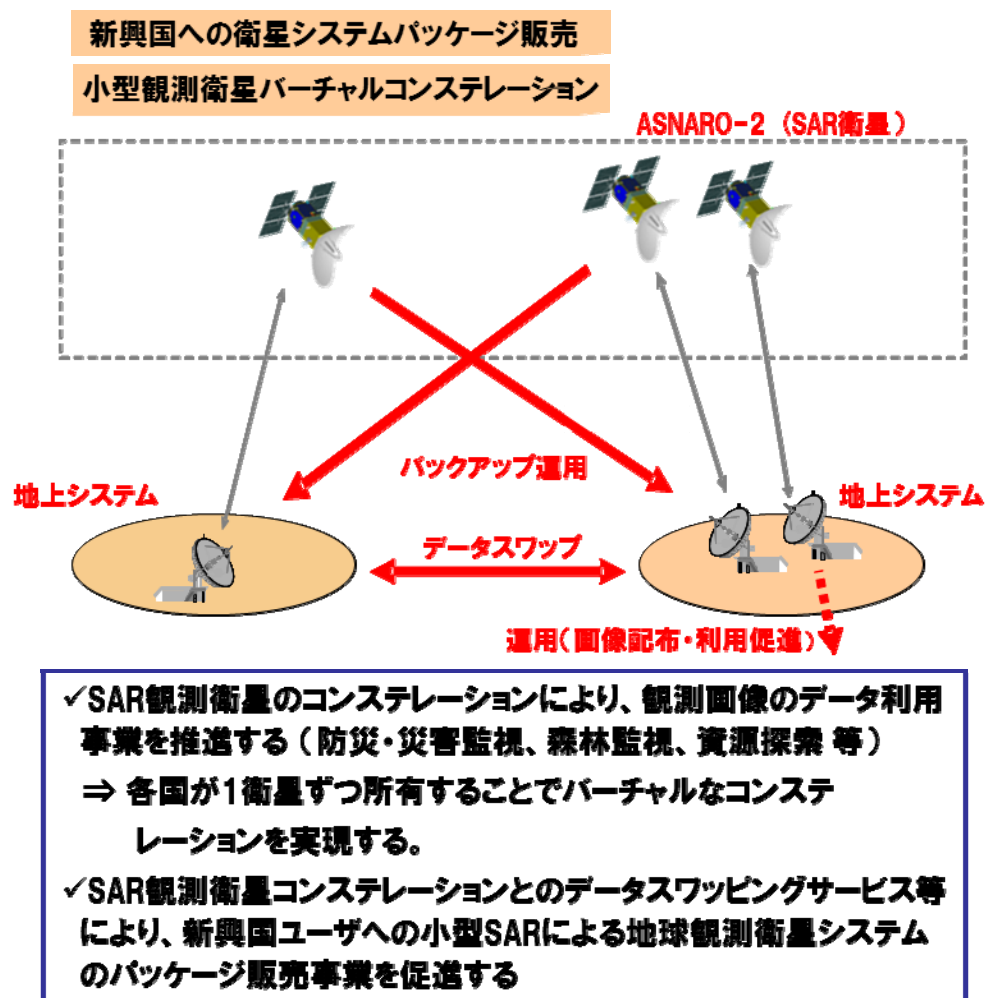
NECは今回開発した技術を用いて、新たに小型標準バス「NEXTAR」によるSAR観測衛星を製品化する。このSAR衛星を用いたデータ利用事業として、国内および新興国を中心とした海外市場における観測画像のデータ販売・利用事業を推進する。



図B-4-2-2 地球観測データ利用事業への事業拡大(例)

(イ) SAR 観測衛星コンステレーション (図 B-4-2-3)

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とした、小型 SAR による地球観測衛星システムパッケージ販売を推進する。NEXTAR バスベースの 500kg 級高性能小型衛星によ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。なお、NEC は現在までに東南アジア、アフリカ諸国、南米諸国など 10 カ国以上の新興国に対するアプローチを既に実施中である。



図B-4-2-3 小型観測衛星による海外新興国への事業拡大(例)

### (3) 事業化に至る期間

#### ① 小型観測衛星による海外新興国への事業拡大

現在政府間の調整が進められている「新興国向けプロジェクト」を通じ、2015年度中に小型SAR衛星の初号機受注を目標とする。

#### ② 地球観測データ利用事業への事業拡大

ASNARO-2衛星の画像校正運用が終了する予定の2017年度より、画像販売事業の立上げを目指す。

### (4) 問題点の分析と明確な解決方策

世界の小型衛星市場は、ドイツ、フランス、韓国などの政府による強力な支援を背景とした事業者が優位にあり、新規参入の大きな障壁となっている。新興国の国家プロジェクトに対して新規に衛星を売り込む場合、価格が低くても過去に先行国が販売した衛星と同等の性能では、国家予算を投入して新たに衛星を購入することはない。新規参入を実現するためには「同じ価格以下で現在保有する衛星より大幅な性能向上が望まれる」ことが条件であり、今回の研究開発で実現した標準化、高性能化技術を用いた小型衛星バス／ミッションは高い優位性を持つと考えられる。このように、上記に示した事業拡大のためには ASNARO-2 の成果達成が前提となる。そのためには ASNARO-2 衛星を 2017 年に打上げ、軌道上での性能評価完了が重要である。引き続きスケジュール面・性能面両方においてプロジェクト管理を行う。

ASNARO-2 は小型衛星でありながら 1m～数 m レンジの分解能を備え、諸外国の中型大型 X バンド合成開口レーダ衛星に比肩する性能を有しており、十分に高い商品価値を提供する衛星となり得る。また、小型衛星標準バスを活用することにより、短期間での製造・試験を実現する衛星量産体制の整備を進めることで、低価格化、短納期化を実現し、さらなる国際競争力の強化を図る。

## B-5. 研究開発マネジメント・体制・資金・費用対効果等

### B-5-1 研究開発計画

以下、表 B-5-1-1 に研究開発計画を示す。

表 B-5-1-1. 研究開発計画

| 実施項目／年度                | H.23 | H.24 | H.25 | H.26 | H.27 | H.28 |
|------------------------|------|------|------|------|------|------|
| 要素技術                   |      |      |      |      |      |      |
| (1) 超高分解能レー<br>ダセンサの開発 |      |      |      |      |      |      |
|                        |      |      |      |      |      |      |
|                        |      |      |      |      |      |      |
| (2) 小型衛星バスの<br>開発      |      |      |      |      |      |      |
|                        |      |      |      |      |      |      |
|                        |      |      |      |      |      |      |
| (3) パルスTWTAの<br>開発     |      |      |      |      |      |      |
|                        |      |      |      |      |      |      |
|                        |      |      |      |      |      |      |
| (4) 短納期の仕組み            |      |      |      |      |      |      |
|                        |      |      |      |      |      |      |
|                        |      |      |      |      |      |      |
| (5) 国内ロケットへの<br>適合     |      |      |      |      |      |      |
|                        |      |      |      |      |      |      |
|                        |      |      |      |      |      |      |
| (6) 宇宙実証               |      |      |      |      |      |      |
|                        |      |      |      |      |      |      |
|                        |      |      |      |      |      |      |

## B-5-2 研究開発実施者の実施体制・運営

以下、図 B-5-2-1 に研究開発実施体制を示す。

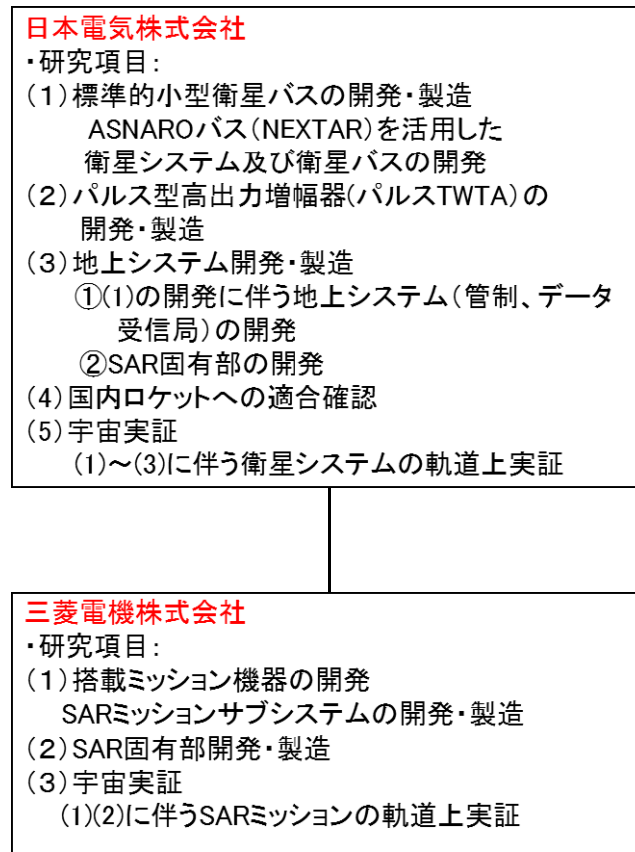


図 B-5-2-1. 研究開発実施体制

## B-5-3 資金配分

### (1) 資金配分

平成 23 年度から平成 28 年度までの資金配分(実績及び予定)は以下、  
 表 B-5-3-1 に示すとおり。

表 B-5-3-1. 各年度資金配分 (単位: 億円)

| 年度 平成                       | 23  | 24   | 25   | 26   | 27  | 28   | 合計    |
|-----------------------------|-----|------|------|------|-----|------|-------|
| 超高分解能合成開口レーダの<br>小型化技術の研究開発 |     |      |      |      |     |      |       |
| 日本電気株式会社                    | 0.7 | 22.4 | 42   | 3.2  | 0.5 | 2.7  | 71.5  |
| 三菱電機株式会社                    |     | 9.4  | 16.5 | 23   | 3.5 |      | 52.4  |
| 独立行政法人<br>宇宙航空研究開発機構        |     |      |      | 12   | 1   | 27.3 | 40.3  |
| 合計                          | 0.7 | 31.8 | 58.5 | 38.2 | 5   | 30.0 | 164.2 |

(2)作業分担（図 B-5-2-1. 研究開発実施体制 による）

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

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

B-5-4 費用対効果

1つのプロジェクト当たり衛星製造、地上設備構築、打上、初期運用サービス総額100億円以上の売り上げが期待される。この売上に加えてデータ利用事業を拡大することで、投入された資源量以上の成果及び波及効果が得られることが期待される。ASNARO 及び ASNARO-2 の成果をベースに複数衛星の製造・販売を前提とした量産体制を整え、更なる低価格化・短納期化を実現する。

B-5-5 変化への対応

ASNARO-2 は小型衛星でありながら1m～数m レンジのレーダ分解能を備え、諸外国の中型大型 X バンド合成開口レーダ衛星に比肩する性能を有しており、十分に高い商品価値を提供する衛星となり得る。また、小型衛星標準バスを活用することにより、短期間での製造・試験を実現する衛星量産体制の整備を進めることで、低価格化、短納期化を実現し、さらなる国際競争力の強化を図る。