

G ハイパースペクトルセンサ等の 研究開発

一般財団法人宇宙システム開発利用推進機構
日本電気株式会社

G－１ 事業の目的・政策的位置付け

G－１－１ 事業目的

我が国の石油及び天然ガスを合わせた自主開発比率は約 20%に過ぎない。エネルギー基本計画(平成 22 年 6 月)では、これを 2030 年までに 40%以上まで引き上げることを目標としており、国内外において石油資源開発を効率的に進める必要がある。

また、平成 22 年度においては、我が国の資源確保に大きな影響を与える出来事が起こっている。メキシコ湾の大規模な海底油田事故は海底油田開発のリスクの大きさを再認識させ、中東アフリカ地域における民主化運動は今でもなお産油国及びその周辺が政情的に不安定であることを示している。さらに、東日本大震災による福島第一原発の事故により、準国産エネルギーとも言われた原発の今後の見通しが不透明である。エネルギーセキュリティの観点からは、今後も我が国の自主開発比率を高め、万が一の際に対処できる備えが必要である。

欧米のメジャーと呼ばれる大手石油会社は、衛星画像データを用いて地質構造解析を行い、鉱区選定の大きな判断材料としている。メジャーが、年間に鉱区に投資する額が 1 社当たり 150 億ドルから 200 億ドル程度なのに比べ、日本は、石油開発の中核的企業でさえ、年間数百億円程度である。原油の高騰が続いている中、メジャーは鉱区取得の取組を促進しており、従来の衛星画像データにより判別できる有望地域は少なくなりつつある。よって、日本資本の石油開発会社がメジャーに先んじて有望な鉱区を獲得するためには地質について、より詳細に解析することが可能な高性能センサの開発が不可欠である。

上記背景を踏まえ、本事業では宇宙から地球表面を観測する高性能センサである HISUI(Hyperspectral Imager Suite: 高性能のハイパースペクトルセンサとマルチスペクトルセンサの両センサを合わせたセンサの名称。)を開発している。HISUI の内のセンサの一つであるハイパースペクトルセンサは、世界各国で開発が実施されているところであるが、本事業では世界初の衛星搭載用実用ハイパースペクトルセンサの開発を目指している。全世界に先駆けて衛星搭載用実用ハイパースペクトルセンサを実現することにより、石油埋蔵の有望地域を早期に発見し、自主開発比率を高め、我が国への石油資源の安定供給に資することを本事業の目的とする。

G－１－２ 政策的位置付け

ハイパースペクトルセンサ等の研究開発の政策的位置付けとしては、以下のものが挙げられる。

- ①「新成長戦略」(平成22年6月18日、閣議決定)
- ②「産業構造ビジョン2010」(平成22年6月3日、産業構造審議会産業競争力部会

報告書)

③「宇宙基本計画」(平成21年6月2日、宇宙開発戦略本部決定)

④「宇宙分野における重点施策について」(平成22年5月25日、宇宙開発戦略本部決定)

⑤「科学技術基本政策策定の基本方針(案)」(平成22年6月16日、総合科学技術会議基本政策専門調査会)

⑥「エネルギー基本計画」(平成22年6月18日閣議決定)

これらの政策の中では、資源・エネルギー供給の円滑化、食糧供給の円滑化、国土保全・管理、地球規模の環境問題の解決等が目的として記載されている。また、エネルギー基本計画(平成22年6月)では、我が国の石油及び天然ガスを合わせた自主開発比率(約20%)を2030年までに40%以上まで引き上げることを目標としており、国内外において石油資源開発を効率的に進める必要がある。衛星を活用したリモートセンシング(遠隔探知)技術には、①産油国と調整を経ずに、開発の有望性に関する評価が可能、②一度に広範囲の地域の分析が可能、③立入りが困難な地域の分析が可能、等の利点がある。

上記各政策が有する課題を解決するために、高波長分解能を有する高性能ハイパースペクトルセンサの開発は非常に重要な位置付けとなっている。

また、技術戦略マップ2010(宇宙分野)においても「資源探査・開発や農林水産業などの行政での利用、国土管理や災害監視等の公共的利用など、国民・社会への貢献を主眼とする地球観測衛星分野に対しては、従来の技術開発中心から利用ニーズ主導により、衛星開発を継続的に進める必要があり、現在、陸域観測技術衛星「だいち(ALOS)」の後継機や次世代の地球観測センサであるハイパースペクトルセンサの開発が行われている。」と明示されている。

G-1-3 国の関与の必要性

ハイパースペクトルセンサの開発は、国際的に見て極めて高度な技術が要求されるために未だ実験・研究段階であり、商業段階にはないものの、その衛星搭載用実用ハイパースペクトルセンサの開発要望は世界的に拡大している。具体的には、ハイパースペクトルセンサから得られるデータは従来のリモートセンシング市場における重要な購買層である資源探査会社、インテリジェンス機関、航空測量会社、地図作成会社等による活用だけでなく、環境観測・災害監視・森林観測・食糧分野等の産業利用が大幅に拡大することが期待されている。その一方で、衛星に搭載するセンサ及びそのデータの利用技術・処理技術の開発には大規模な初期投資が必要なため、民間による自主的な取組を期待することは難しい。

鉱物資源分野においては、資源価格高騰等により、資源国は豊富な資金を有

し、資金面のみからのパートナーは必ずしも求めていない状況の下、我が国リモートセンシング技術は、資源国から高く評価されるとともに、一部の資源メジャーとの関係構築に発展している。鉱物資源の供給に関しては制約やリスクが大きく、市場メカニズムのみによって安定供給確保を図ることが困難である中で、国が技術開発等に積極的に支援することが必要不可欠である。

G-2 研究開発目標

G-2-1 研究開発目標

HISUI は、資源探査用衛星センサである ASTER（1999 年打上げ。既に設計寿命 5 年を超えて運用中）の後継機として開発を行い、物質の解析に有用なスペクトル分解能を飛躍的に向上させ、より高精度なデータを得ることを可能とする。ASTER センサでは鉱物の分類が 10 程度しかできなかったが、本センサにより 30 程度まで特定することができる。このデータを解析することによって石油埋蔵地域のより詳細な特定を行うことができるため、今後の石油資源の安定的な確保に非常に有用である。HISUI を開発し、我が国への石油資源の安定供給のための高度リモートセンシング技術の向上及び利用の拡大を図ることを本研究開発の目標とする。

G-2-2 全体の目標設定

(1) 目標・指標の設定

本プロジェクトの達成目標の設定に当たっては、ユーザの意見を反映するため資源、農業、環境などの分野の専門家へのアンケート、聞き取り調査及び航空機ハイパースペクトルデータによる再シミュレーション評価を実施し、そのデータをもとに、ミッション要求審査委員会において審議し、以下に述べる目標を最終的に設定した。

主要な項目の開発目標は表 G-2-2-1 に示すとおりである。

表 G-2-2-1 全体の目標

目標・指標 (事後評価時点)	目標・指標 (中間評価時点)	設定理由・根拠等
<u>ハイパースペクトルセンサ</u> 空間分解能 30m 以下 観測幅 30km バンド数 185 以上 S/N 比 VNIR 450 以上 SWIR 300 以上 <u>マルチスペクトルセンサ</u> 空間分解能 5m 以下 観測幅 90km バンド数 4 S/N 比 200 以上	詳細設計結果として左記の仕様を達成する。	<u>ハイパースペクトルセンサ</u> 航空機ハイパー、Hyperion 等のデータを実際に使用しているユーザから高 S/N データが必須との意見があり、 VNIR (可視近赤外) : 450 以上 SWIR (短波長赤外) : 300 以上の目標を設定した。 この値は世界最高レベルである。 <u>マルチスペクトルセンサ</u> ASTER のユーザの性能向上要求を反映した。 高空間分解能 : 15m→5m 高頻度観測 (広観測幅) : 60km→90km バンド数 : 3→4 青バンド追加 ・青バンド追加により沿岸域の観測に有利 ・トゥルーカラーが可能。 S/N 比 : 160→200 ASTER 相当以上

注) Hyperion : 米国の実験的ハイパーセンサ (2000 年打上)

さらに詳細な項目については以下の表 G-2-2-2 および表 G-2-2-3 に示す目標を設定し、各項目をフライトモデルにおいて確認することを最終開発目標とした。

表G-2-2-2 ハイパースペクトルセンサ（HS）の最終開発目標

HS	項目	達成目標
1	空間分解能	30m 以下
2	観測幅	30km 程度 (空間分解能の 1000 倍)
3	バンド数	185 程度
4	観測波長域	0.4~2.5 μ m
5	波長分解能 (バンド幅)	平均 10nm 以下 (VNIR) 平均 12.5nm 以下 (SWIR)
6	最大入射輝度	アルベド 70%
7	S/N 比	仕様値 450 以上@620nm 仕様値 300 以上@2100nm (前提: アルベド 30%・太陽天頂角 24.5 度)
8	暗時雑音	S/N 比規定レベルの Signal の 1/350 以下
9	迷光	S/N 比規定レベルの Signal の 1/100 以下
10	MTF	0.2 以上
11	ラジオメトリック 分解能	量子化ビット数 10bit 以上
12	波長精度	VNIR: 誤差 バンド幅の 2%以下 SWIR: 誤差 バンド幅の 5%以下
13	バンド間相対感度 精度	誤差: 2%以下
14	オンボード圧縮・処理 能力	有 (可逆のデータ圧縮を有する)
15	ポインティング機能	有 (マルチスペクトルセンサの観測範囲内でのハイパースペクトルセンサの独立ポインティング機能を有する)

※波長校正時には上記の1/2のバンド幅にて校正を行うこととする。

注) VNIR: 可視近赤外、SWIR: 短波長赤外、アルベド: 地表反射率

太陽天頂角: 太陽方向と地表点の天頂のなす角

MTF: : 振幅伝達関数=光学解像度の品質指標

ラジオメトリック分解能: (地球からの) 放射エネルギー分解能。ここでは、デジタル信号に変換した時の分解能をいう。

表G-2-2-3 マルチスペクトルセンサ（MS）の最終開発目標

MS	項目	達成目標
1	空間分解能	5m 以下
2	観測幅	90km 程度 (空間分解能の 18000 倍)
3	バンド数	4
4	観測波長域	0.45~0.89 μm
5	最大入射輝度	70%
6	S/N 比	仕様値 200 以上 @全ての観測帯 (前提: アルベド 70%・太陽天頂角 24.5 度)
7	暗時雑音	S/N 比規定レベルでの 1/400 以下
8	迷光	S/N 比規定レベルの Signal の 1/100 以下
9	MTF	0.3 以上
10	ラジオメトリック 分解能	量子化ビット数 8bit 以上
11	バンド間相対感度 精度	誤差: 2%以下
12	オンボード圧縮・ 処理能力	有 (可逆のデータ圧縮を有する)
13	ポインティング機能	有 (衛星ポインティングも対象)

※ラジオメトリック分解能については、ゲイン切り替え、データ処理上の工夫等により実質的に 12bit以上の分解能を実現する。

(前提条件)

- ・設計寿命 5 年以上。目標寿命 7 年。
- ・衛星実証時の軌道高度: 625.7km。

(2) 目標設定理由

目標設定に当たっては、ユーザの要求に合致していること、世界最高レベルの性能を有していることを前提に検討を行った。

ハイパースペクトルセンサに関しては、航空機ハイパー、Hyperion などのデータを実際に使用しているユーザから高 SN データが必須との要望があり、世界的にも最高水準にある以下の SN が可能な目標とした。

VNIR (可視近赤外) 450 以上

SWIR (短波長赤外) 300 以上

マルチスペクトルセンサに関しては、ASTER のユーザのデータの継続性がありさらなる性能向上をとの要求を反映した。

高空間分解能 15m→5m

高頻度観測(広観測幅) 60km→90km

バンド数 3→4 青バンド追加

(沿岸域の観測に有利であり、またトゥルーカラー*)が可能)

*) 青バンドを追加することにより、赤、緑、青の3バンドを使用し
て自然色に

近いカラー画像の提供が可能になる。

S/N 比 ASTER 相当以上 160→200

バンドの波長域に関しては国際間でデータの共通利用を考慮し、Landsat を基準にして設定したが、バンド4に関しては、技術委員会での議論の結果、酸素($0.76\mu\text{m}$)および水蒸気($0.90\mu\text{m}$)の吸収帯を外すため、観測波長帯: $0.76\text{--}0.90\mu\text{m}$ を $0.78\text{--}0.89\mu\text{m}$ に変更することとなった。

注) Landsat : 米国の地球観測衛星

G-2-3 個別要素技術の目標設定

表 G-2-3-1 個別要素技術の目標

要素技術	目標・指標 (事後評価時点)	目標・指標 (中間評価時点)	設定理由・ 根拠等
システム設計	表 2-2-G-1 および 表 2-2-G-2 表 2-2-G-3 と同様	詳細設計結果として左記の仕様を達成する。	表 2-2-G-1 と同様
フライトモデル	ハイパースペクトルセンサ、マルチスペクトルセンサのフライトモデルを設計・製作し、地上検証試験によりセンサ性能目標値の実現性を確認する。 宇宙実証時、軌道上での運用に必要な各種耐環境性、電磁適合性についても併せて検証する。	フライトモデル用コンポーネントの製作及び試験を行う。 フライトモデルの組立てを開始する。	ハイパースペクトルセンサ、マルチスペクトルセンサを構成するコンポーネントについて、熱機械環境を含む性能を試験し、宇宙用としての品質を確認する。
宇宙実証支援システム	ハイパースペクトルセンサ、マルチスペクトルセンサの宇宙実証を行うため、宇宙実証支援システムを打上げ前までに整備する。	宇宙実証支援システムとして、センサ性能を評価する解析システム（機器実証部）及び地上データシステムの設計・製造を行う。	宇宙実証支援システムにおいて、宇宙実証に必要な機能を打上げ前までに確認する。

G-3 成果、目標の達成度

G-3-1 成果

G-3-1-1 全体成果

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について、平成23年度から平成26年度にかけて、構成するコンポーネント及びセンサシステムの詳細設計を行い、詳細設計審査会（CDR）において、最終目標性能を達成可能であることを確認した。

また、平成23年度から平成26年度にかけて、両センサを構成するコンポーネントのフライトモデルを製作し、軌道上環境での熱環境や機械環境に対する耐性、電磁適合性等を含む試験により、宇宙用としての品質を確認した。

さらに上記コンポーネントを用い、両センサのフライトモデルの組立を開始した。

詳細設計により得られた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の外観を図 G-3-1-1-1 および図 G-3-1-1-2 に示す。

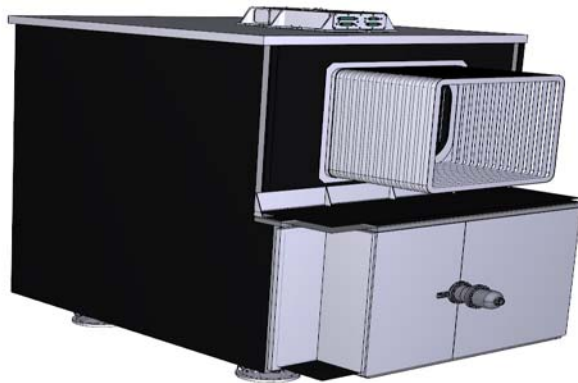


図 G-3-1-1-1 ハイパースペクトルセンサの外観

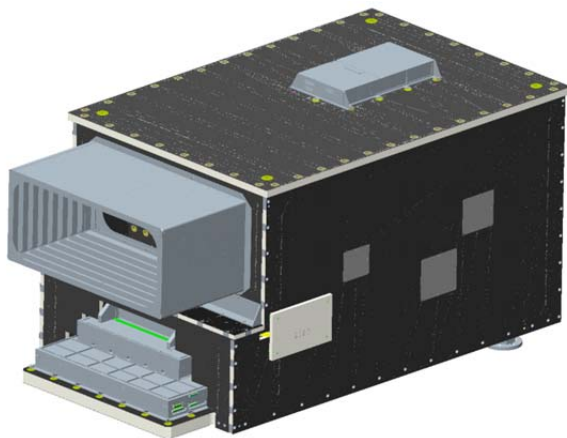


図 G-3-1-1-2 マルチスペクトルセンサの外観

宇宙実証支援システムについて、平成24年度から平成26年度にかけて、構成する機器実証部（センサ性能を評価する解析システム）及び地上データシステムの設計を実施し、設計審査会において、宇宙実証に必要な機能が設計されていることを確認した。また、平成26年度において、設計結果に基づき両システムの製造を実施した。

G-3-1-2 個別要素技術成果

（１）システム設計

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について、構成するコンポーネント及びセンサシステムの詳細設計を行い、コンポーネント詳細設計審査会（CDR-1、平成25年3月）、マルチセンサシステム詳細設計審査会（CDR-2、平成26年7月）及びハイパーセンサシステム詳細設計審査会（CDR-2、平成26年11月）を通じて詳細設計結果の審査を行い、最終目標性能を達成可能であることを確認した。

（２）フライトモデル用コンポーネント

以下のフライトモデル用コンポーネントを製作し、軌道上環境での熱環境や機械環境に対する耐性、電磁適合性等を含む試験により、宇宙用としての品質を確認した。

- ハイパースペクトルセンサ用コンポーネント

- ◆ 集光光学部
- ◆ 可視近赤外分光部
- ◆ 短波長赤外分光部
- ◆ 可視近赤外検出器部
- ◆ 短波長赤外検出器部
- ◆ 冷凍機部
- ◆ 校正光学部
- ◆ 可視近赤外信号処理部
- ◆ 短波長赤外アナログ信号処理部
- ◆ 冷凍機制御部
- ◆ 校正電気部
- ◆ 熱制御部
- ◆ 電気回路ユニット

- マルチスペクトルセンサ用コンポーネント

- ◆ 集光光学部
- ◆ 検出器部

- ◆ 校正光学部
- ◆ 信号処理部
- ◆ 校正電気部
- ◆ 熱制御部
- ◆ 電気回路ユニット

以下、各コンポーネントの外観写真を示す。

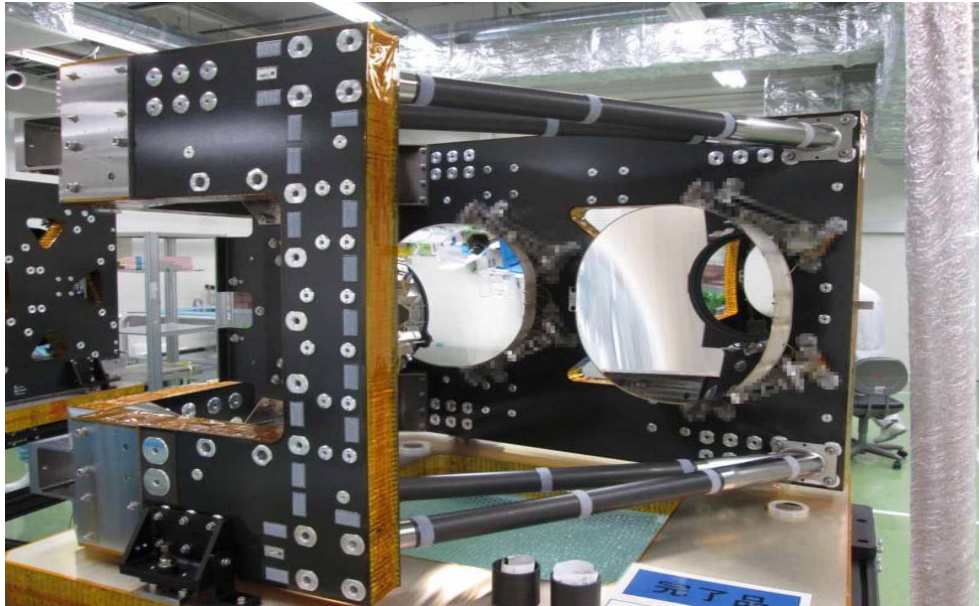


図 G-3-1-2-1 ハイパー集光光学部

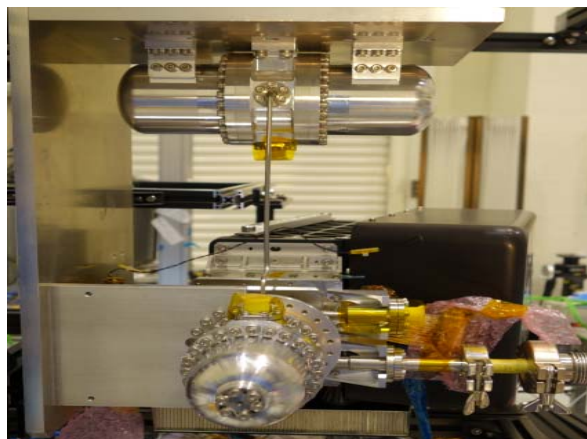
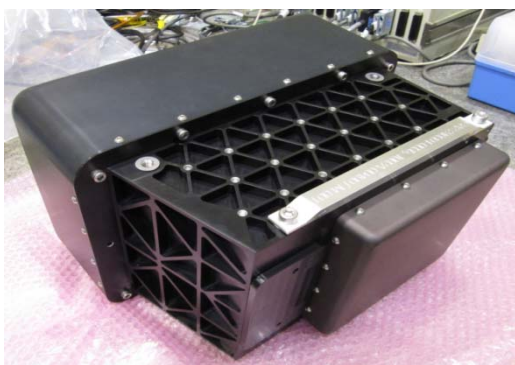


図 G-3-1-2-2 ハイパー可視近赤外分光部（左）
ハイパー短波長赤外分光部及び冷凍機部（右）

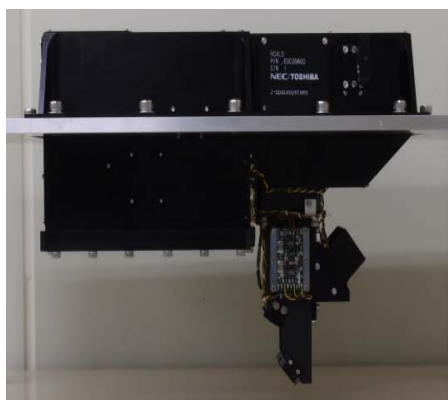


図 G-3-1-2-3 ハイパー校正光学部（左）及び校正電気部（右）

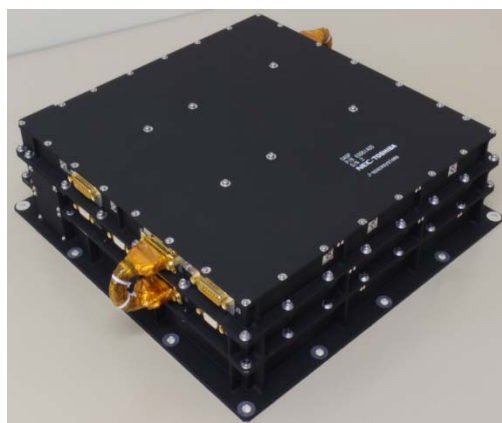
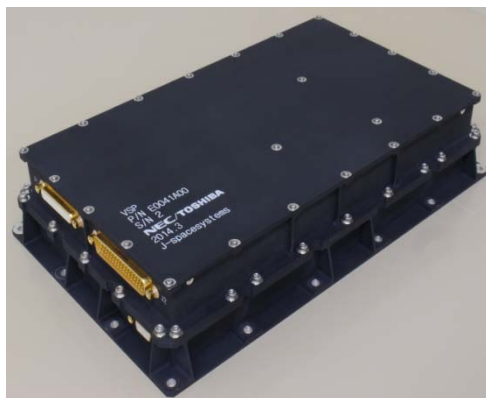


図 G-3-1-2-4 ハイパー可視近赤外信号処理部（左）
ハイパー短波長信号処理部（右）



図 G-3-1-2-5 ハイパー電気回路ユニット（左）及び熱制御部（右）

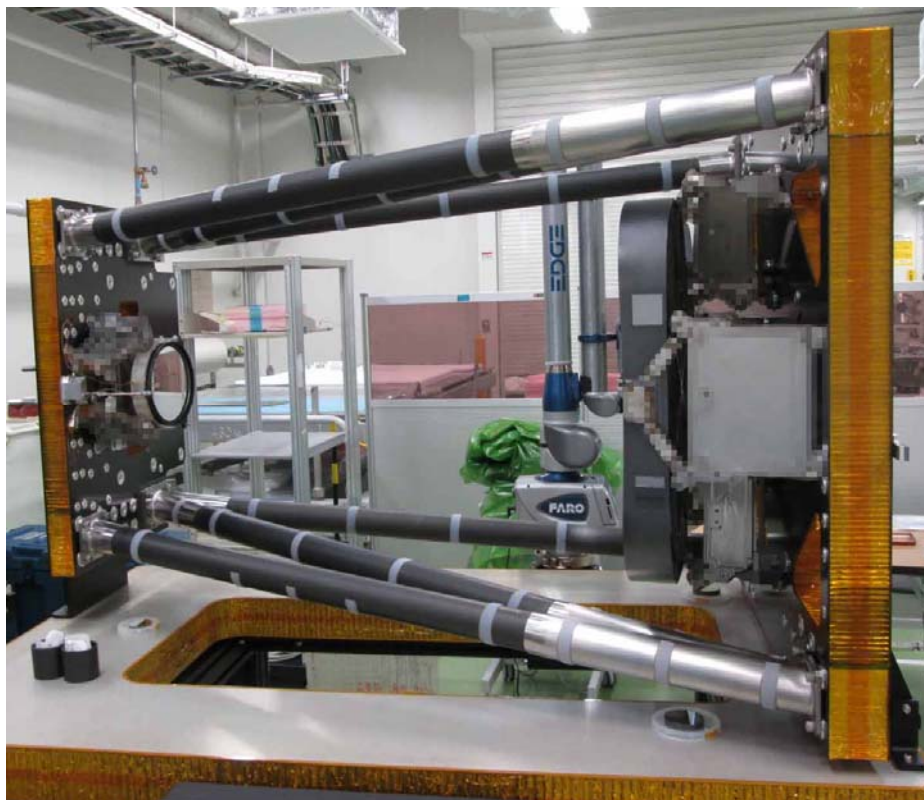


図 G-3-1-2-6 マルチ集光光学部



図 G-3-1-2-7 マルチ校正光学部（左）及び校正電気部（右）



図 G-3-1-2-8 マルチ検出部（左）及びマルチ信号処理部（右）



図 G-3-1-2-9 マルチ電気回路ユニット（左）及び熱制御部（右）

(3) フライトモデル

(2) 項のコンポーネントを用い、両センサのフライトモデルの組立を開始した。

図 G-3-1-2-10 にハイパースペクトルセンサの内部透視図を、図 G-3-1-2-11 に組立作業中の外観写真を、図 G-3-1-2-12 にマルチスペクトルセンサの内部透視図を、図 G-3-1-2-13 に組立作業中の外観写真を示す。

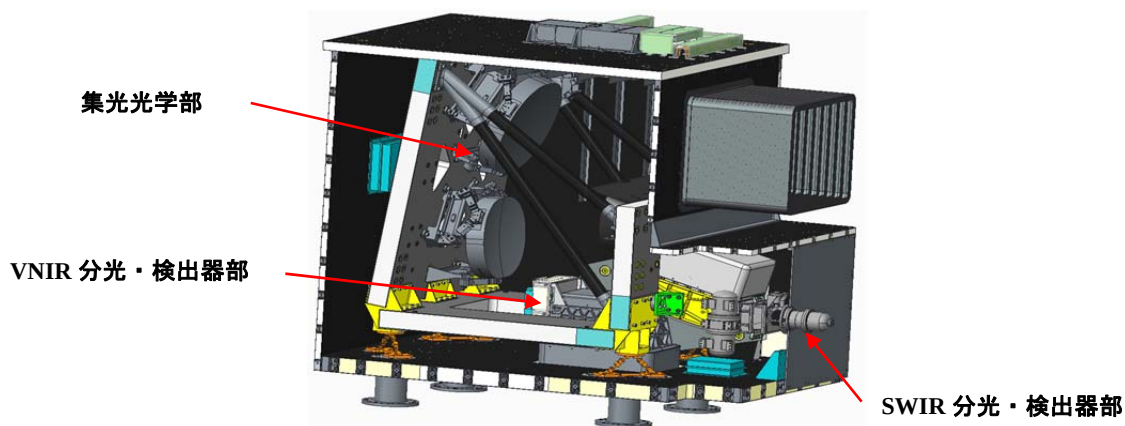


図 G-3-1-2-10 ハイパースペクトルセンサの内部透視図

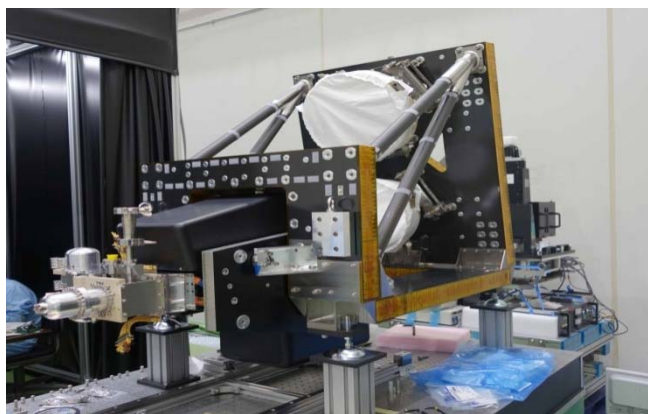


図 G-3-1-2-11 ハイパースペクトルセンサの組立作業

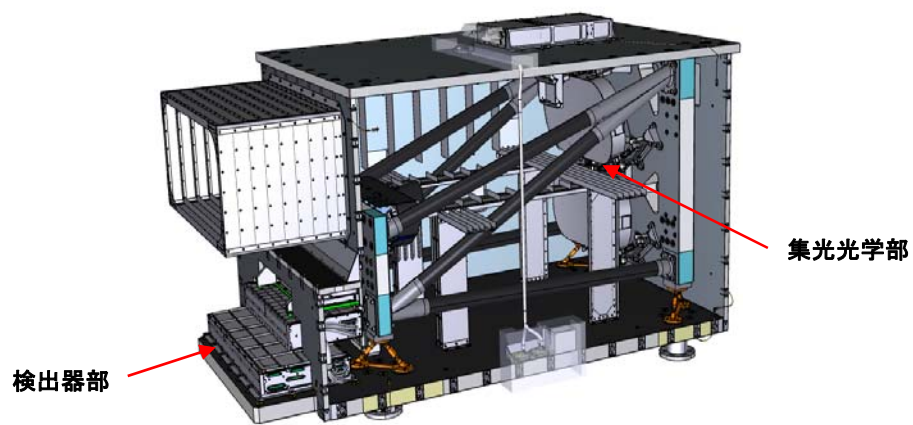


図 G-3-1-2-12 マルチスペクトルセンサの内部透視図



図 G-3-1-2-13 マルチスペクトルセンサの組立作業

（４）宇宙実証支援システム

宇宙実証支援システムはセンサ性能を評価する解析システム（機器実証部）と地上データシステムで構成される。以下に両システムの開発成果を示す。

機器実証部は、センサの健全性を確認する機能（機器モニタ機能）と、観測データの品質を検証する機能（機器実証機能）を有するシステムとして、設計、製造を実施した。

基本設計審査会（PDR、平成２６年３月）、詳細設計審査会（CDR、平成２６年９月）を通じて設計結果の審査を行い、最終目標を達成可能であることを確認した。

以下に、設計に基づき製造した機器実証部の画面例を示す。

機器モニタ機能の実装結果として、センサテレメトリデータ表示画面を図 G-3-1-2-14 に示す。衛星から受信したセンサテレメトリデータを表示し、値が正常な範囲内にあることを確認する。

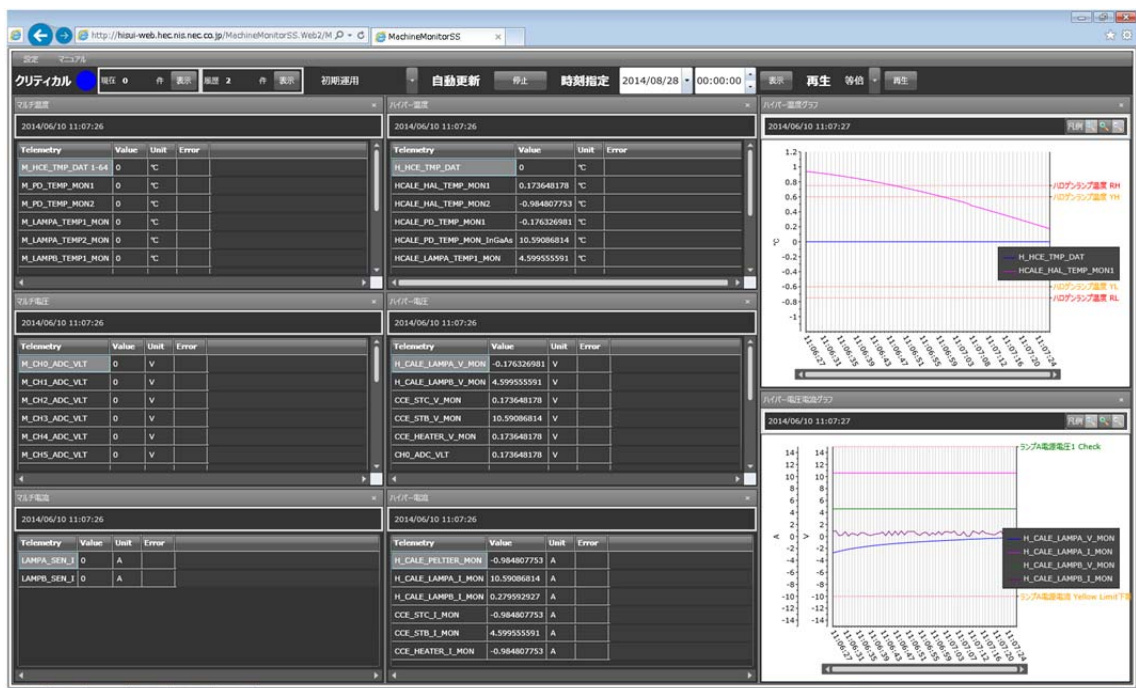


図 G-3-1-2-14 センサテレメトリデータ表示画面

機器実証機能の実装結果として、観測データ検証用画面を図 G-3-1-2-15 に示す。観測データのイメージ、スペクトル、メタ情報等を表示し、品質を定期的に検証する。

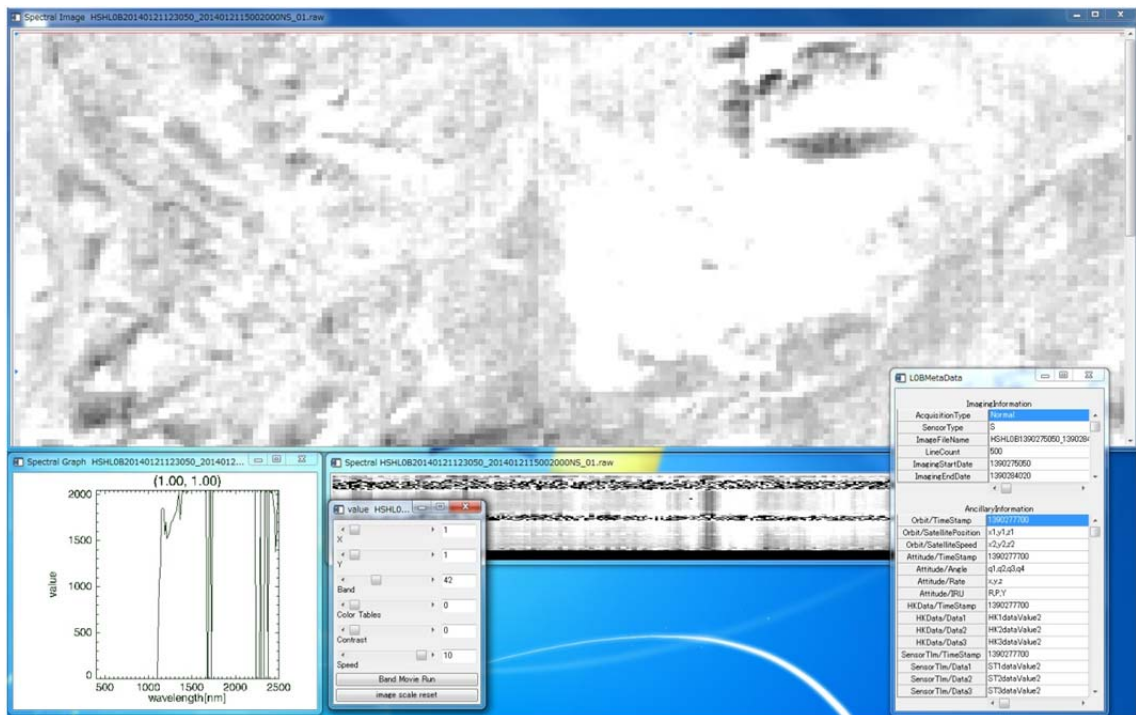


図 G-3-1-2-15 観測データ検証用画面

地上データシステムは、ユーザから HISUI の観測要求を受け付け、観測計画を立案する機能と、観測したデータに幾何補正、放射補正等を施し画像データを生産・保存する機能、ユーザからの画像検索・注文・配付を行う機能、等を有する総合地上データシステムとして、設計、製造を実施した。

図 G-3-1-2-16 に地上データシステム (HISUI GDS) の位置付けを、また表 G-3-1-2-1 に地上データシステムで取り扱うデータを示す。

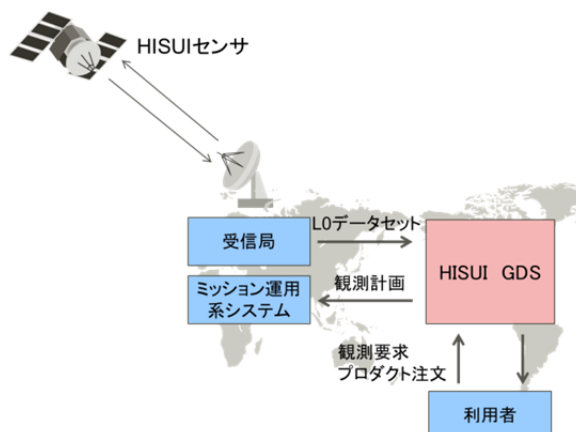


図 G-3-1-2-16 地上データシステム (HISUI GDS) の位置付け

表 G-3-1-2-1 地上データシステムで取り扱うデータ

レベル	解説	備考
L0 データ	未処理データ	
L0B データ	処理に必要な全ての情報を包括したデータ	保管
L1A プロダクト	L0B に対して、シーンカットしたデータ（各種補正のための情報が付属する）	一般公開
L1R プロダクト	L1A に対して、放射量補正し、大気上端のラジアンズに変換したデータ（幾何投影によるリサンプリングを実施していない）	一般公開
L1G プロダクト	L1R に対して、幾何補正（投影）・オルソ補正（投影）したデータ（望遠鏡間、視差、キーストーンの幾何補正を含む）	一般公開

基本設計審査会（PDR、平成25年12月）、詳細設計審査会（CDR、平成26年3月）を通じて設計結果の審査を行い、最終目標を達成可能であることを確認した。

以下に、設計に基づき製造した地上データシステムの画面例を示す。

観測計画作成機能の実装結果として、観測要求登録・参照画面を図 G-3-1-2-17 に、観測計画参照画面を図 G-3-1-2-18 に示す。



図 G-3-1-2-17 観測要求登録・参照画面

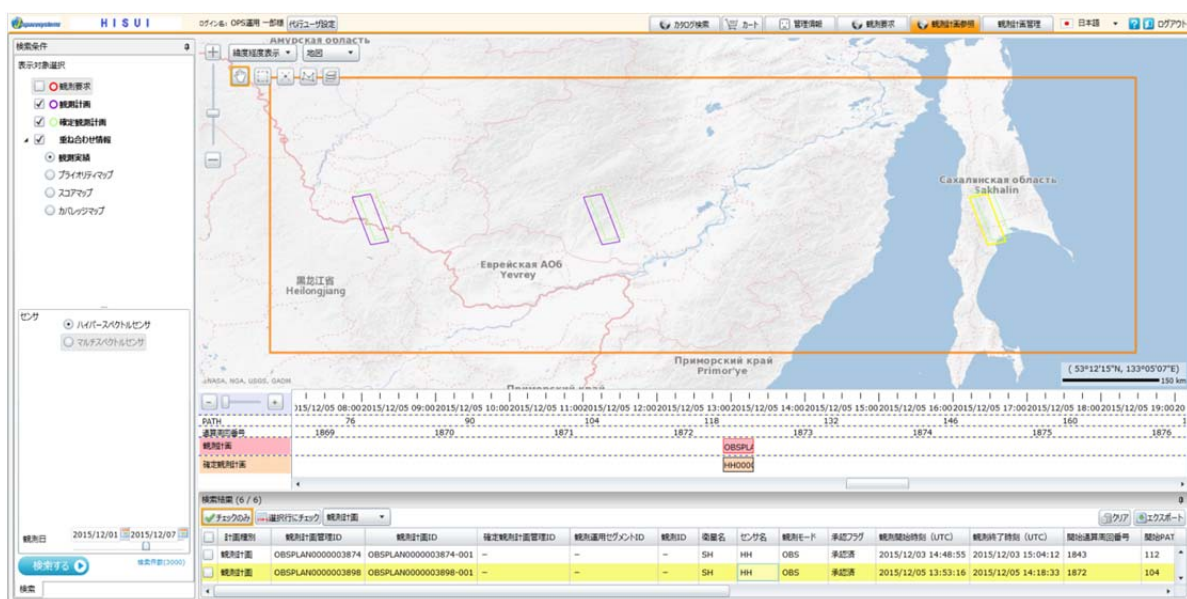


図 G-3-1-2-18 観測計画参照画面

プロダクト生産・保存機能の実装結果として、プロダクト注文管理画面を図 G-3-1-2-19 に、プロダクト生産管理画面を図 G-3-1-2-20 に、プロダクト品質確認画面を図 G-3-1-2-21 に示す。

PGS - 注文管理画面

☒ 自動更新を行わない

表示条件

表示区分: ☒ 未処理表示 ☐ 処理済み表示

注文種別: ☒ L0システム注文 ☒ L1システム注文 ☒ ユーザ注文

注文管理情報

注文管理ID	DPR-ID	観測ID	DLS-ID	優先	注文ステ...	シーン数	注文日時	生産準備完了日時	生産完了日時	配付組込日時	配付完了日時	再処理	再送
127	HS1201412050012	HHC01D002...	-	-	生産保留	0/3	2014/12/...	2014/12/05 07:4...	-	-	-	-	-
128	HS1201412050013	HHC01D002...	-	-	生産保留	0/3	2014/12/...	2014/12/05 07:4...	-	-	-	-	-
129	HS1201412050014	HHC01D002...	-	-	生産保留	0/3	2014/12/...	2014/12/05 07:4...	-	-	-	-	-
130	HS1201412050015	HHC01D002...	-	-	生産保留	0/3	2014/12/...	2014/12/05 07:4...	-	-	-	-	-
131	HS1201412100001	HHC04D001...	-	-	生産完了	10/10	2014/12/...	-	2014/12/12 0...	-	-	-	-
139	HS1201412110001	HHC04D001...	-	-	生産完了	0/3	2014/12/...	-	-	-	-	-	-
200	HDP201801020003	-	-	-	配付待ち	6/6	2014/12/...	2014/12/30 05:3...	2014/12/30 0...	2014/12/30...	-	-	-
212	HSR0201412190001	-	DLS_AA...	-	生産完了	1/1	2014/12/...	2014/12/19 01:5...	2014/12/19 0...	-	-	1	-
213	HSR0201412190002	-	DLS_AA...	-	生産完了	1/1	2014/12/...	2014/12/19 01:5...	2014/12/19 0...	-	-	1	-
214	HSR0201412190003	-	DLS_AA...	-	生産完了	1/1	2014/12/...	2014/12/19 01:5...	2014/12/19 0...	-	-	1	-
215	HSR0201412190004	-	DLS_AA...	-	生産完了	1/1	2014/12/...	2014/12/19 01:5...	2014/12/19 0...	-	-	1	-
216	HSR0201412190005	-	DLS_AA...	-	生産完了	1/1	2014/12/...	2014/12/19 01:5...	2014/12/19 0...	-	-	1	-
217	HSR0201412190006	-	DLS_AA...	-	生産完了	1/1	2014/12/...	2014/12/19 01:5...	2014/12/19 0...	-	-	1	-
219	HSR0201412190007	-	DLS_AA...	-	生産完了	0/1	2014/12/...	2014/12/19 02:1...	-	-	-	1	-
220	HSR0201412190008	-	DLS_AA...	-	生産完了	0/1	2014/12/...	2014/12/19 02:1...	-	-	-	1	-
221	HSR0201412190009	-	DLS_AA...	-	生産完了	0/1	2014/12/...	2014/12/19 02:1...	-	-	-	1	-
222	HSR0201412190010	-	DLS_AA...	-	生産完了	0/1	2014/12/...	2014/12/19 02:1...	-	-	-	1	-
223	HSR0201412190011	-	DLS_AA...	-	生産完了	1/1	2014/12/...	2014/12/19 02:1...	2014/12/19 0...	-	-	1	-

図 G-3-1-2-19 プロダクト注文管理画面

PGS - プロダクト生産管理画面

☒ 自動更新を行わない 最新情報の取得

プロダクト生産状況

優先	注文管理ID	DPR-ID	プロダクト生産ID	プロダクト種別	ジョブステータス	PGE-ID	PGE処理...	PGE処理...	生産開始日時	生産終了日時	リトライ回数
-	219	HSR0201412190007	580	HSHL08	生産保留	PGE01	3	30	2014/12/19 02:2...	2014/12/19 02:2...	1
-	220	HSR0201412190008	581	HSHL08	生産保留	PGE04	3	30	2014/12/19 02:2...	2014/12/19 02:2...	1
-	221	HSR0201412190009	582	HSHL08	生産保留	PGE01	3	30	2014/12/19 02:2...	2014/12/19 02:2...	1
-	222	HSR0201412190010	583	HSHL08	生産保留	PGE04	3	30	2014/12/19 02:2...	2014/12/19 02:2...	1
-	232	HSR0201412190017	602	HSHL08	生産保留	PGE04	3	30	2014/12/19 06:3...	2014/12/19 06:3...	1
-	233	HSR0201412190018	603	HSHL08	生産保留	PGE01	3	30	2014/12/19 06:3...	2014/12/19 06:3...	1
-	234	HSR0201412190019	604	HSHL08	生産保留	PGE04	3	30	2014/12/19 06:3...	2014/12/19 06:3...	1
-	235	HSR0201412190020	605	HSHL08	生産保留	PGE01	3	30	2014/12/19 06:3...	2014/12/19 06:3...	1
-	19	HSR0201411200004	19	HSHL08	生産異常	PGE01	-	-	2014/12/22 11:3...	-	1
-	20	HSR0201411200005	20	HSHL08	生産保留	PGE04	3	30	2014/12/22 11:5...	2014/12/22 11:5...	1
-	292	HDPR201801020223	811	HSHL1A	生産完了	PGE02	1	0	2014/12/26 07:3...	2014/12/26 07:3...	0
-	292	HDPR201801020223	812	HSHL1R	生産完了	PGE03	1	0	2014/12/26 07:3...	2014/12/26 07:3...	0
-	292	HDPR201801020223	813	HSHL1G	生産完了	PGE02	1	0	2014/12/26 07:3...	2014/12/26 07:3...	0
-	292	HDPR201801020223	814	HSHL1A	生産完了	PGE03	1	0	2014/12/26 07:3...	2014/12/26 07:3...	0
-	292	HDPR201801020223	815	HSHL1R	生産完了	PGE02	1	0	2014/12/26 07:3...	2014/12/26 07:4...	0
-	292	HDPR201801020223	816	HSHL1G	生産完了	PGE03	1	0	2014/12/26 07:3...	2014/12/26 07:4...	0
-	299	HDPR201801020303	853	HSHL1A	生産完了	PGE02	1	0	2014/12/26 09:4...	2014/12/26 09:4...	0
-	299	HDPR201801020303	854	HSHL1R	生産完了	PGE03	1	0	2014/12/26 09:4...	2014/12/26 09:4...	0
-	299	HDPR201801020303	855	HSHL1G	生産完了	PGE02	1	0	2014/12/26 09:4...	2014/12/26 09:4...	0
-	299	HDPR201801020303	856	HSHL1A	生産完了	PGE03	1	0	2014/12/26 09:4...	2014/12/26 09:4...	0

閉じる

図 G-3-1-2-20 プロダクト生産管理画面

PGS - DPRプロダクト品質確認画面

品質確認待ちDPR注文一覧 最新情報の取得

注文管理ID	DPR-ID	優先	シーン数	注文日時	生産準備完了日時	生産完了日時
340	HDPR201801020423	-	6/6	2015/01/10 10:0...	2015/01/10 10:0...	2015/01/10 10:0...

選択

DPRプロダクト一覧

プロダクト生...	グラニューID	要望軌道	使用軌道	要望姿勢	使用姿勢	重量	BadPixel	飽和Pixel	品質判定結果	確定品質
1005	HSHL1A_N999...	高優先	高精度	高優先	高精度	0%	0.0% 0.0%	0.0% 0.0%	Good	合格
1006	HSHL1R_N999...	高優先	高精度	高優先	高精度	0%	0.0% 0.0%	0.0% 0.0%	Good	合格
1007	HSHL1G_N99...	高のみ	高精度	高のみ	高精度	4%	0.0% 0.0%	0.0% 0.0%	Good	合格
1008	HSHL1A_N99...	高優先	未使用	高優先	未使用	0%	0.0% 0.0% ...	0.0% 0.0% ...	Good	合格
1009	HSHL1R_N99...	高優先	未使用	高優先	未使用	0%	0.0% 0.0% ...	0.0% 0.0% ...	Good	不合格
1010	HSHL1G_N99...	高優先	未使用	高優先	未使用	0%	0.0% 0.0% ...	0.0% 0.0% ...	Good	合格

☒ 合格
☐ 不合格

確定 配布保留 ブラウズ表示 変更

閉じる

図 G-3-1-2-21 プロダクト品質確認画面

ユーザインタフェース機能の実装結果として、プロダクト（カタログ）検索画面を図 G-3-1-2-22 に、プロダクト注文状況確認画面を図 G-3-1-2-23 に、オンラインダウンロード画面を図 G-3-1-2-24 に、ユーザ情報管理画面を図 G-3-1-2-25 に示す。

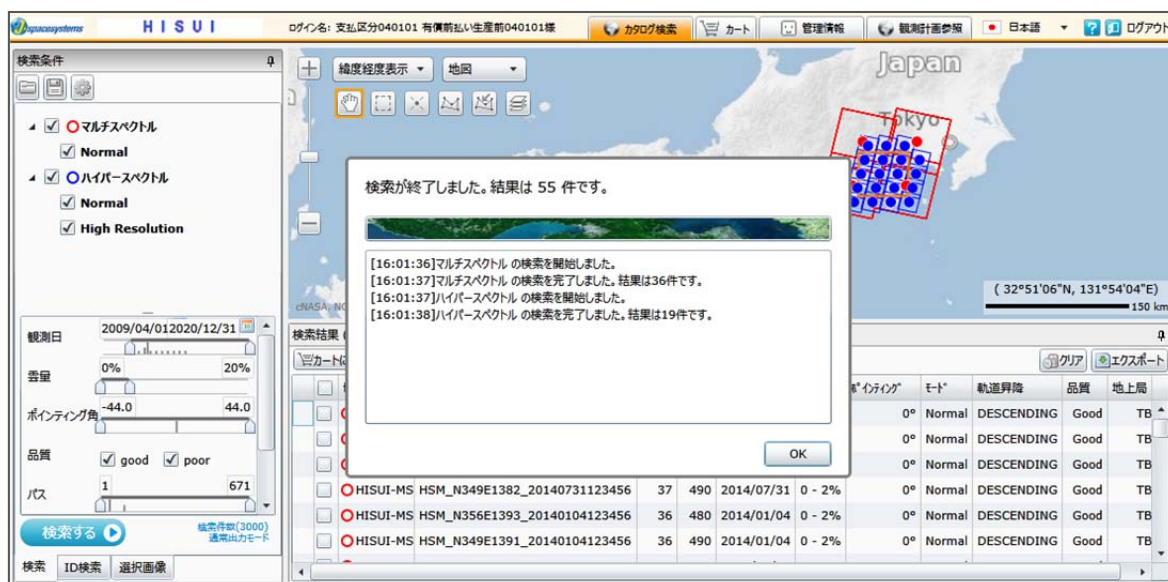


図 G-3-1-2-22 プロダクト（カタログ）検索画面

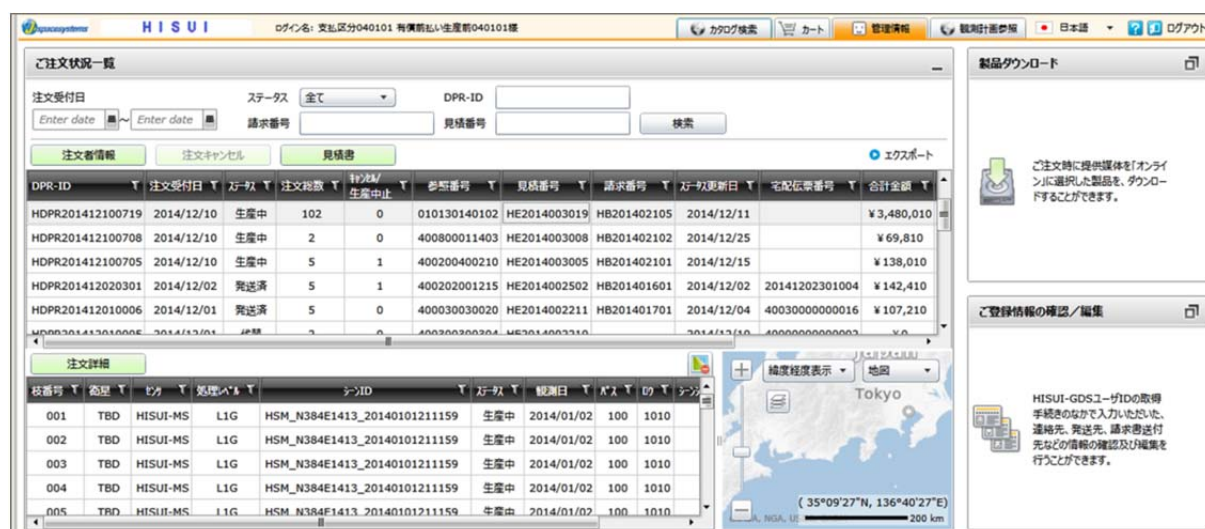


図 G-3-1-2-23 プロダクト注文状況確認画面

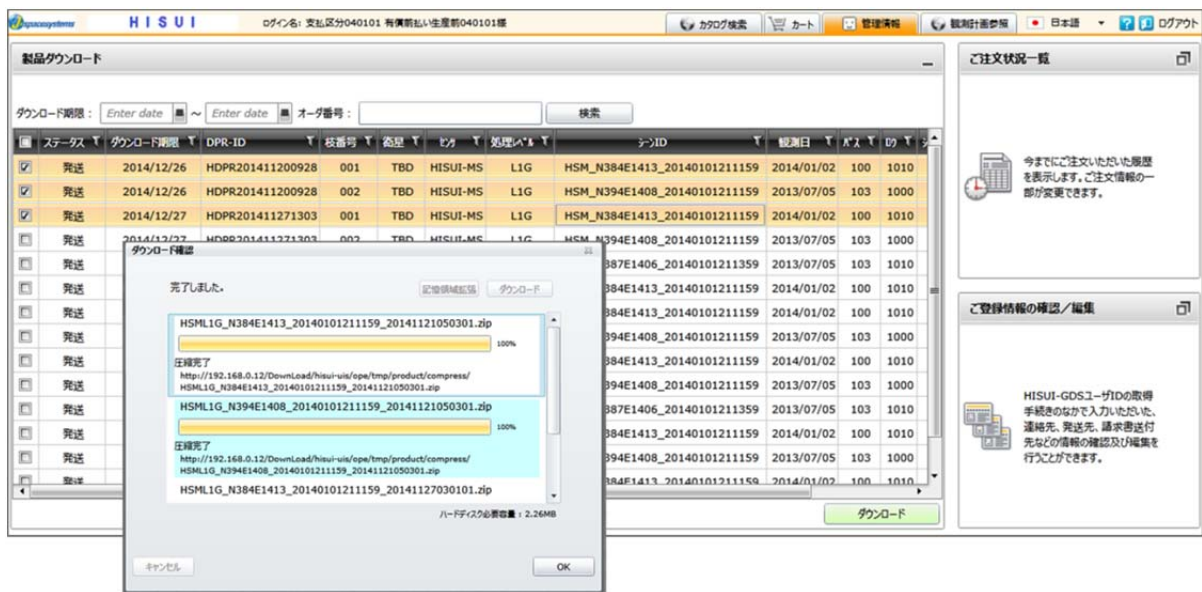


図 G-3-1-2-24 オンラインダウンロード画面

User Information Details

Login Name* Us000002 Use State* Using User Id H1405201 Account lock:

Contact Information Product Destination Bill Address

Last Name* 注文 First Name* 二郎 Middle Name* Last Name(Kana) First name (Kana) Post

Organization Form* Foundation, Corporation, NGO, etc. Organization Business Type* Ocean Use Field* Information communication Organization* なこめねの株式会社 Department* システム部 Country* Japan Postal/Zip Code 144-0032 Prefecture* TOKYO City* 大田区南蒲田 Street Address* 6-6-1 Phone* 66-6666-6666 Extension 6666 Fax 66-6666-6667

User Division* 一般ユーザ(有償/生産前払い) Payment Division

Area that can be requested observation Budget(Hyper)* 0 Budget(Multi)* 0

Notes

Other

Count of order received: 21 Last order received date: 2015/02/26 Registration date: 2015/01/07 Update date: 2015/02/03 Password change date: 2015/02/02 Password expiration date: 2015/03/04

Update Delete Password Reissue Close

User information was acquired.

図 G-3-1-2-25 ユーザ情報管理画面

G-3-1-3 特許出願状況等

表 G-3-1-3-1 論文、投稿、発表、特許リスト

区分 年度	特許出願		論文	その他外部発表 (プレス発表等)
	国内	外国		
～H22FY	1	1	15	6
H23FY			4	1
H24FY			7	2
H25FY			4	1
H26FY			3	1

論文・発表リスト

番号	学会・研究会・WS等名称	発表題目	開催日時
1	IEEE IGARSS2011(International Geoscience & Remote Sensing Symposium)	HYPER SPECTRAL IMAGER SUITE (HISUI) -JAPANESE HYPER-MULTI SPECTRAL RADIOMETER-	2011年7月 25日
2	SPIE Remote Sensing	Retrieval of spectral response functions for the hyper-spectral sensor of HISUI (Hyper-spectral Imager Suite) by means of onboard calibration sources	2011年9月 20日
3	SPIE Remote Sensing	Short term operation planning for Japanese future hyperspectral and multispectral sensor: HISUI	2011年9月 21日
4	SPIE Remote Sensing	Simulation of operation of future Japanese spaceborne hyperspectral imager: HISUI	2011年9月 20日
5	IEEE IGARSS2012(International Geoscience & Remote Sensing Symposium)	CURRENT STATUS OF HYPER SPECTRAL IMAGER SUITE (HISUI)	2012年7月 22日
6	IEEE IGARSS2012(International Geoscience & Remote Sensing Symposium)	Results of Evaluation Model of Hyperspectral Imager Suite (HISUI)	2012年7月 22日
7	IEEE IGARSS2012(International Geoscience & Remote Sensing Symposium)	USAGE OF CLOUD CLIMATE DATA IN OPERATION MISSION PLAN SIMULATION FOR JAPANESE FUTURE HYPER SPECTRAL AND MULTISPECTRAL SENSOR: HISUI	2012年7月 22日

8	SPIE Remote Sensing 2012	Effect of temperature on onboard calibration reference material for spectral response function retrieval of the hyperspectral sensor of HISUI -SWIR spectral case-	2012年9月24日
9	ICS02012 (International Conference on Space Optics)	TMA Optics for HSS and MSS Imagers	2012年10月9日
10	SPIE Asia-Pacific Remote Sensing	Observation planning strategy of a Japanese spaceborne sensor: Hyperspectral Imager Suite (HISUI),	2012年10月29日
11	SPIE Asia-Pacific Remote Sensing	The instrument development status of hyper-spectral imager suite (HISUI),	2012年10月29日
12	IEEE IGARSS2013 (International Geoscience & Remote Sensing Symposium)	CURRENT STATUS OF HYPERSPECTRAL IMAGER SUITE (HISUI)	2013/7/21-26
13	IEEE IGARSS2013 (International Geoscience & Remote Sensing Symposium)	THE FLIGHT MODEL DESIGNED AND PERFORMANCES OF HYPERSPECTRAL IMAGER SUITE (HISUI)	2013/7/21-26
14	IEEE IGARSS2013 (International Geoscience & Remote Sensing Symposium)	OBSERVATION PLANNING AND ITS COVERAGE SIMULATION OF A JAPANESE SPACEBORNE SENSOR: HYPERSPECTRAL IMAGER SUITE (HISUI)	2013/7/21-26
15	IEEE IGARSS2013 (International Geoscience & Remote Sensing Symposium)	USABILITY OF LUNAR REFLECTANCE MODEL BASED ON SELENE/SP FOR PLANNED HISUI RADIOMETRIC CALIBRATION	2013/7/21-26
16	IEEE IGARSS2014 (International Geoscience & Remote Sensing Symposium)	CURRENT STATUS OF HYPERSPECTRAL IMAGER SUITE (HISUI)	2014年7月15日
17	IEEE IGARSS2014 (International Geoscience & Remote Sensing Symposium)	INSTRUMENT DEVELOPMENT STATUS AND PERFORMANCES OF HYPERSPECTRAL IMAGER SUITE (HISUI) -ONBOARD DATA CORRECTION	2014年7月15日
18	IEEE IGARSS2014 (International Geoscience & Remote Sensing Symposium)	EFFECTIVE OBSERVATION PLANNING AND ITS SIMULATION OF A JAPANESE SPACEBORNE SENSOR: HISUI	2014年7月15日

特許リスト

	題目	時期
特許	特願 2009-150811 撮像装置、撮像方法及 び撮像回路	2009. 6. 2 5 出願
特許	PCT/JP2010/0004034 (同上の 国際特許)	2010. 6. 1 7 出願

G-3-2 目標の達成度

本プロジェクトの中間目標に対する達成度を表 G-3-2-1 に示す。

中間目標のうち、最終目標性能に対する実現の見通しについては表 G-3-2-2 に示すように全ての項目に関して達成見込みが得られているため、本プロジェクトの中間目標は達成したと判断する。

表 G-3-2-1 目標に対する成果・達成度の一覧表

要素技術	目標・指標	成果	達成度
システム設計	詳細設計結果として、最終目標性能仕様を達成する。	詳細設計結果について、コンポーネント詳細設計審査(CDR-1)及びセンサシステム詳細設計審査(CDR-2)を行い、最終目標性能が達成が可能であることを確認した。最終目標性能の各項目に対する達成度は表 3-2-G-2 および表 3-2-G-3 に示す。	達成
フライトモデル	フライトモデル用コンポーネントの製作及び試験を行う。 フライトモデルの組立てを開始する。	ハイパースペクトルセンサ、マルチスペクトルセンサを構成するコンポーネントについて、熱機械環境を含む性能を試験し、宇宙用としての品質を確認した。 上記のコンポーネントを用い、ハイパースペクトルセンサ、マルチスペクトルセンサのプロトフライトモデルの組立てを開始した。	達成
宇宙実証支援システム	ハイパースペクトルセンサ、マルチスペクトルセンサ用機器実証部及び地上データシステムの設計・製造を行う。	ハイパースペクトルセンサ、マルチスペクトルセンサの宇宙実証に必要な機器実証部及び地上データシステムの設計・製造を実施した。	達成

表 G-3-2-2 最終目標に対する達成の見通し（ハイパースペクトルセンサ）

項目	最終目標	達成の見通し	達成度
空間分解能	30m 以下	30m 以下	達成
観測幅	30km 程度	30km 程度	達成
バンド数	185 程度	185	達成
観測波長域	0.4～2.5 μm	0.4～2.5 μm	達成
波長分解能 (バンド幅)	平均 10nm 以下 (VNIR) 平均 12.5nm 以下 (SWIR)	波長サンプリング間隔 VNIR : 10nm 以下 SWIR : 12.5nm 以下	達成
最大入射輝度	アルベド 70%	アルベド 100%でも飽和しない	達成
S/N 比	仕様値 450 以上@620nm 仕様値 300 以上@2100nm (アルベド 30%、太陽天頂角 24.5 度)	450 以上@620nm 300 以上@2100nm	達成
暗時雑音	S/N 比輝度レベルのシグナルの 1/350 以下	S/N 比輝度レベルのシグナルの 1/350 以下	達成
迷光	S/N 比輝度レベルのシグナルの 1/100 以下	S/N 比輝度レベルのシグナルの 1/100 以下	達成
MTF	0.2 以上	0.2 以上	達成
ラジオメトリック分解能	量子化ビット数 10bit 以上	12bit	達成
波長精度	VNIR : 誤差 バンド幅の 2%以下 SWIR : 誤差 バンド幅の 5%以下	VNIR : 誤差 バンド幅の 2%以下 SWIR : 誤差 バンド幅の 5%以下	達成
バンド間相対感度精度	誤差 2%以下	誤差 2%以下	達成
オンボード圧縮処理	有 (可逆データ圧縮)	有 (可逆データ圧縮)	達成
ポインティング機能	有	有 (衛星ポインティングによる)	達成

表 G-3-2-3 最終目標に対する達成の見通し（マルチスペクトルセンサ）

項目	最終目標	達成の見通し	達成度
空間分解能	5m 以下	5m 以下	達成
観測幅	90km 程度 (空間分解能の 18000 倍)	90km 程度	達成
バンド数	4	4	達成
観測波長域	0.45～0.89 μm	0.45～0.89 μm	達成
最大入射輝度	アルベド 70%	アルベド 100%でも 飽和しない	達成
S/N 比	仕様値 200 以上（ノミナル 215 以上）@全ての観測帯 (前提：アルベド 70%、太陽 天頂角 24.5 度)	200 以上 (ノミナル 215 以上) @全ての観測帯	達成
暗時雑音	S/N 比輝度レベルのシグナ ルの 1/400 以下	S/N 比輝度レベルのシグナ ルの 1/400 以下	達成
迷光	S/N 比輝度レベルのシグナ ルの 1/100 以下	S/N 比輝度レベルのシグナ ルの 1/100 以下	達成
MTF	0.3 以上	0.3 以上	達成
ラジオメトリ ック分解能	量子化ビット数 8bit 以上	12bit	達成
バンド間相対 感度精度	誤差 2%以下	誤差 2%以下	達成
オンボード 圧縮処理	有 (可逆データ圧縮)	有 (可逆データ圧縮)	達成
ポインティ ング機能	有 (衛星ポインティング も対象)	有 (衛星ポインティング による)	達成

表 G-3-2-4 最終目標に対する達成の見通し（宇宙実証支援システム）

項目	最終目標	達成の見通し	達成度
＜機器実証部＞ 機器モニタ機能	ハイパースペクトルセンサ及びマルチスペクトルセンサテレメトリ・軌道姿勢データ等のモニタ及び統計処理機能を実装する。	ハイパースペクトルセンサ及びマルチスペクトルセンサテレメトリ・軌道姿勢データ等のモニタ及び統計処理機能を実装した。	達成
＜機器実証部＞ 機器実証機能	ハイパースペクトルセンサ及びマルチスペクトルセンサの精度等の検証を行うための機能を実装する。	ハイパースペクトルセンサ及びマルチスペクトルセンサの精度等の検証を行うための機能を実装した。	達成
＜地上データシステム＞ 観測計画作成機能	観測要求を取りまとめ、気象データおよび観測実績を考慮することにより、効率的な観測計画を作成する機能を実装する。	観測要求を取りまとめ、気象データおよび観測実績を考慮することにより、効率的な観測計画を作成する機能を実装した。	達成
＜地上データシステム＞ プロダクト生産・保存機能	観測データに幾何補正、放射補正等を施した画像データを生産・保存する機能を実装する。	観測データに幾何補正、放射補正等を施した画像データを生産・保存する機能を実装した。	達成
＜地上データシステム＞ ユーザインタフェース機能	プロダクト検索、注文、配付機能を実装する。加えて、ユーザの観測要求受け付け、課金機能を実装する。	プロダクト検索、注文、配付機能を実装した。加えて、ユーザの観測要求受け付け、課金機能を実装した。	達成

G－4 事業化、波及効果について

G－4－1 事業化の見通し

現在開発を実施しているハイパースペクトルセンサを利用した事業として、①センサそのものまたは、このセンサを搭載した衛星システム（地上局含む）を販売する事業、② 衛星から得られる観測データや付加価値をつけた情報を販売する事業、の２種類を考えている。現時点では、特にデータ販売に関しては、各種の条件が明確になっていないところもあり、事業化に関しては概略の市場規模や効果の予測と、この開発センサを用いたデータ販売事業を行う上で検討を要する条件を明確化し、事業化の構想を検討した。

実用化と事業化の定義については以下の様に考えている。

実用化：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は、衛星への搭載を想定し、平成３０年度以降の打上を想定している。この衛星での軌道上実証をもって、両センサの実用化を確認することとする。

事業化：実用化の確認を受けて、事業化を進めるが、その内容は、①センサそのもの、あるいはセンサを搭載した衛星システムを販売するセンサ販売事業と、②センサから得られる観測データや付加価値を付けた情報を販売するデータ販売事業、の２種類となる。

（１）実用化について

衛星への搭載に向けて、衛星との汎用的インタフェースを前提にセンサ開発を進めている。平成２１～２３年度に PDR（基本設計審査）を実施し、平成２４年度にコンポーネント CDR（詳細設計審査）、２６年度にはセンサシステム CDR（詳細設計審査）を実施した。平成２８年度に目標性能を満足するフライトモデルを完成する予定である。衛星打ち上げは平成３０年度以降を想定しており、軌道上実証により、実用化を確認する予定である。

（２）センサ販売の事業化について

近年、海外では低価格の衛星やセンサを複数組み合わせたコンステレーションによる複数衛星による地球観測のニーズが出てきている。現状開発中のハイパースペクトルセンサ自身やその発展型も含め事業展開を考えている。

事業の形態としては、以下のケースが考えられる。

日本におけるプログラムの立ち上げ

海外への展開

①事業化の構想

(a) 日本におけるプログラムの立ち上げ

ハイパースペクトルセンサ販売を国内で実現するのは、データの利用官庁が継続的にデータ取得するプログラムを立ち上げる場合の可能性が高く、公的なデータ利用にも非常に有効であり、今後データ利用の要求を訴求していくことを計画している。データの継続的な利用を実現するためには、現在開発しているハイパースペクトルセンサが打上げられ、その寿命が尽きる頃に打上げられることが有効である。従って、現在のハイパースペクトルセンサの打上が2018年頃になるとすると次期の打上げは2023年ごろとなる。この場合には、更に高性能化等の改善が必要になる可能性が高いと想定しており、新たな開発要素を必要とする新製品開発とすると、2018～19年頃から、次世代のセンサ開発としてのプログラム立ち上げが必要となるため、開発事業のターゲットとしてその実現に向けて提案活動等を推進していく予定である。

現在ハイパースペクトルセンサを活用してデータ利用の事業化を検討しているグループ等が将来的に独自のセンサや衛星を保有する可能性はある。また、データ利用を広く国内外のユーザに呼びかけることにより、データ利用への機運が高まってくる場合には、民間としても衛星のニーズに応えるべく、官民の連携を含めた民間主体の衛星が実現する可能性はある。この方向でも事業の拡大に努力し、センサや衛星の販売事業につなげていくことを考えている。

(b) 海外プログラムへの販売

最近の新興国における衛星保有や開発をターゲットとした開発の受注に関しては可能性が十分にあると考えている。

現在複数国での衛星やセンサ保有を目指した開発の可能性があり、今後これらの可能性を追うと共に、日本政府の資金や国家間の協力によって、海外プログラムが実現する可能性もある。

今後の官民の連携による海外売込みが進む場合には、海外へのセンサ販売や技術提供、更には地上システムを含む衛星システム全体の提供の可能性も十分あると考えている。

(3) データ販売における事業化について

① 事業化における課題と対策

本センサの搭載衛星の運用は基本的には衛星側が主体に行うことが想定されるため、このような条件での地上系の分担を含めた想定を行って、事業化の検討をする必要がある。図 G-4-1-1 に衛星を含む地上システムの構成を示しているが、官と民間の役割分担がどのようになるかによって、地上局の保有や、運用の権利、データの展開等の方法が変わる。センサの運用やデー

タのアーカイブでの事業も視野に入れると以下のような課題が発生するため、取得されたデータの利用販売に関する民間事業の拡大も事業展開の範囲に加えて、活動を進めていく必要がある。

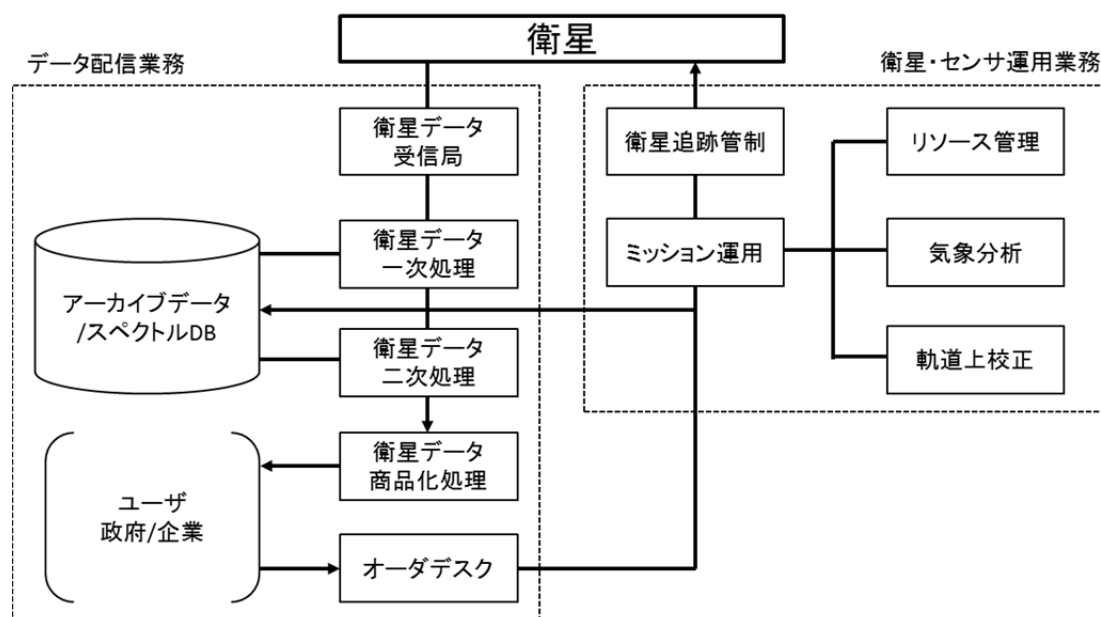


図 G-4-1-1 ハイパースペクトルセンサ関連の地上システム構成例

- ・ データアーカイブの分担をどうするか
- ・ データ配信の権利をどうするか
- ・ センサのメンテナンス、校正データへの保証はどうするか
- ・ 以上を踏まえた場合の地上局の構成と整備分担をどうするか
- ・ データ販売の価格設定や販売ルートをどうするか

等の課題がある。

これらに関しては、今後関係者との調整を積極的に進めて課題の解決を図り、事業化を進めていくように考えている。

② 事業化の構想

ハイパースペクトルセンサ（マルチスペクトルセンサも含む）は、沢山の波長を有していることから、高付加価値情報を広い分野に提供出来る可能性を有している。この為、現在開発中のセンサによる情報の活用を広く官民に促し、データ販売及び利用事業の発展を目指すことで、市場の掘り起こしに務める。そのため、市場調査やデータ販売、各種データ利用に関する国内外のユーザや連携先等の獲得や条件調整を実施する。

また、ハイパースペクトルセンサのデータ販売の事業展開を図るため、データ利用の拡販を行うために、国内のユーザによる業界（コンソーシアム等）の実現を目指した活動を展開していく。これらの組織やデータ利用ビジネスを目

指す企業等との連携を図り、データ配信から付加価値情報の展開までを事業の対象の最大範囲として、各種専門企業との連携を図りながら、需要の拡大に努めていく。

一方、本事業化にあたっては、①項に示すような課題があるが、これらの関係者との調整は今後開発と並行して積極的に進めていくことで解決を図っていく。

③ 将来的な事業化の見通し

ハイパースペクトルセンサの詳細なスペクトル情報による利用には大きな期待がもたれており、今後ハイパースペクトルデータの利用に関するアルゴリズムの開発に伴い、データ利用の拡大が期待される。潜在市場は大きく、データの継続が実現すれば、国際的な事業として発展する可能性がある。国際的な事業協力も含めた事業を目指して推進する。

現在開発中のセンサのデータによる利用の普及をベースにして、その後のデータ利用事業の拡大を図っていく。このため、データ利用ユーザを含めた業界（コンソーシアム等）を実現し、更なる拡大、展開を目指し、官民の利用ユーザへのつながりのスキーム構築を強化する。さらに、衛星からの取得データの配信から、付加価値データの展開までを視野に入れて、専門企業等との連携を図りながら需要の拡大に努める。

G-4-2 波及効果

ハイパースペクトルセンサデータには非常に多くの情報が含まれており、その潜在価値は非常に高いと言える。特に多数のスペクトルを有することから、土壌の質を見極めるために非常に有効であること、植生の種類や生育状態を見極めるためにも大きな効果を発揮できることが期待される。更に、水質等の汚染の状況の識別や陸域での土地利用の詳細な識別にも能力を発揮できる。このような、特徴から、食料、海洋資源、鉱物資源やエネルギー探査、環境監視等での情報提供による波及効果は計り知れなくなる。

更に、センサの特徴から、分解能等の向上が図られることによって、安全保障分野での利用にも大きな期待がかかっている。このように、数値的な換算が出来ない部分もあるが、データの情報化による波及効果の大きさは計り知れない。

この観点で、ハイパースペクトルセンサのデータ販売は将来の事業化としては大いに期待が持てる分野である。

本センサ開発、センサ販売、データ販売事業の継続による事業の安定化、拡大により以下の波及効果を期待出来る。

(1) 研究体制への波及効果(人材育成、研究開発継続)

① 分光センサ技術者、画像データ処理技術者の育成、維持拡大が可能。衛星搭載センサ開発者の確保。

② 分光技術、素子技術、分光測定技術、画像分析技術等の継続開発による技術、ノウハウ蓄積が可能。

(2) 技術的波及効果

① 分光、校正技術が蓄積される。

② データ利用業者は、分光センサデータ利用に際してデータベースが必須であり、ハイパープロジェクトによる大量の分光データ取得はこのデータベース蓄積に大きく貢献する。

(3) 経済的波及効果、社会的効果

☆ 資源探査能力の向上

化石燃料資源の大半を輸入に依存する我が国においてその安定供給の確保は国家安全保障に直結する課題である。本プロジェクトで開発するハイパースペクトルセンサの取得データから得られる地表面情報は資源の有無、分布などに関し従来の ASTER などのセンサのデータより精度の高い情報を提供できるため新しい油田や鉱床の発見、鉱床探査の効率化が可能となるなどによる、資源の安定供給の確保、資源国への開発支援に多大な効果が期待できる。

仮に新規油田の発見・開発 が実現した場合、数兆円～数十兆円の効果が期待される。

☆ その他(環境監視・農林業等)

多数のスペクトルを有することから、土壌の質を見極め、植生の種類や生育状態を見極めるためにも大きな効果を発揮できる。更に、水質等の汚染状況の識別や陸域での土地利用の詳細な識別にも能力を発揮。このような特徴から、以下が期待できる。

① 農産物の育成管理へ貢献が期待できる。国内農業生産額(耕種)が6.3兆円(平成18年度)であるが、この0.1%が改善されれば、60億円の効果が期待される。

② 海洋資源、鉱物資源やエネルギー探査、森林、河川等の環境監視等での情報提供による波及効果は計り知れなくなる。更に、分解能等の向上を図ること、安全保障分野での利用にも大きな期待が出来る。

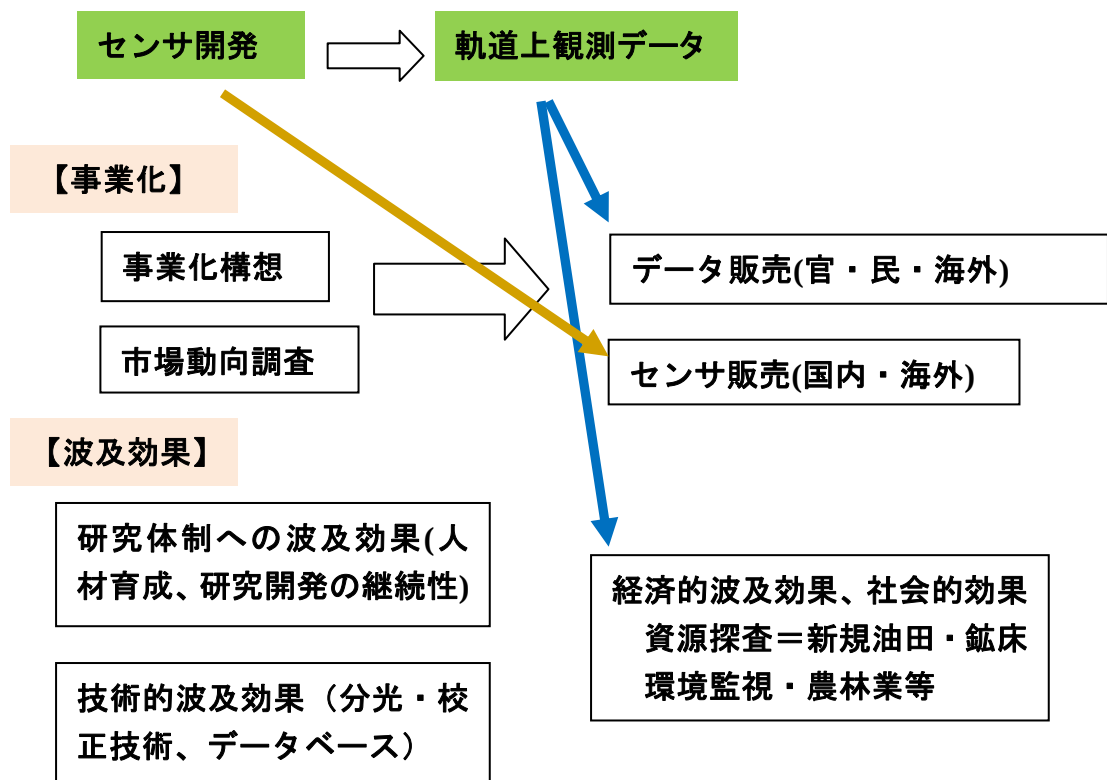


図 G-4-2-1 事業化・波及効果のフロー

G-5 研究開発マネジメント・体制・資金・費用対効果等

G-5-1 研究開発計画

G-5-2 研究開発実施者の実施体制・運営

(1) 事業計画(研究開発)の内容

本研究開発では、平成 28 年度までに環境観測・災害監視・資源探査・農林水産など、多様な用途への活用を可能とする広い観測幅と高い波長分解能を有する高性能な衛星搭載型ハイパースペクトルセンサ及びマルチスペクトルセンサの技術の開発を行う。

センサ開発は概念設計、基本設計、詳細設計、維持設計のフェーズで実施し、搭載モデル(フライトモデル)を開発し、実運用に供するが、技術的課題である要素技術の解決を目的とした要素技術開発及び目標仕様の実現性確認、搭載に耐える設計であることを確認する評価モデルを設計・製作・試験し確実な開発が可能なように計画している。

各項目の内容は以下のとおりである。

① センサシステムの設計

高性能な衛星搭載型ハイパースペクトルセンサ及びマルチスペクトルセンサの基本計画の実現を目的とした概念設計、基本設計、詳細設計、維持設計を行い、フライトモデルの開発仕様書の作成、維持を行う。「②センサシステムの要素技術開発」及び「③評価モデルによる検証」は基本設計、詳細設計に反映される。

② センサシステムの要素技術開発

技術開発が必要な要素技術に関し、早期に性能実現の可能性を確認するため、以下の項目の要素技術開発を行う。

- ・ 高 S/N 比を実現する分光検出系技術
- ・ 高精度校正系技術
- ・ 高速データ処理系、データ伝送系技術

③ 評価モデルによる検証

ハイパースペクトルセンサ、マルチスペクトルセンサの設計の確認を行うことを目的として、評価モデルによる検証を行う。

評価モデルとしては以下の2種類を開発する。

- ・ 「熱構造モデル」：熱構造的な性能を確認するものとし、軌道上環境での熱環境や機械環境に対する耐性について試験により確認する。
- ・ 「機能評価モデル」：電気的な性能を評価するものとし、分光検出系、信号処理部、校正系、伝送系の性能確認を行う。さらに、校正精度評価方法及び観測自動化技術の開発を行う。

④ フライトモデルの開発

「①センサシステムの設計」に基づきハイパースペクトルセンサ、マルチス

ペクトルセンサのフライトモデルを設計・製作し、地上検証試験によりセンサ性能目標値の実現性を確認する。衛星軌道上での運用に必要な各種耐環境性、電磁適合性についても併せて検証する。

⑤ 宇宙実証支援

「④フライトモデルの開発」で開発、確認試験を実施したセンサについて、円滑な軌道上実証実験に向け、搭載・インテグレーション支援作業を行う。

宇宙実証に必要な宇宙実証支援システムとして、衛星データの観測計画作成、データの保存・処理・配付を行う地上データシステム（レベルゼロ処理部を含む）及びセンサの健全性の確認を行う機器実証部の開発を実施する。

（２） 全体スケジュール

本プロジェクトの全体スケジュールを図 G-5-2-1 示す。

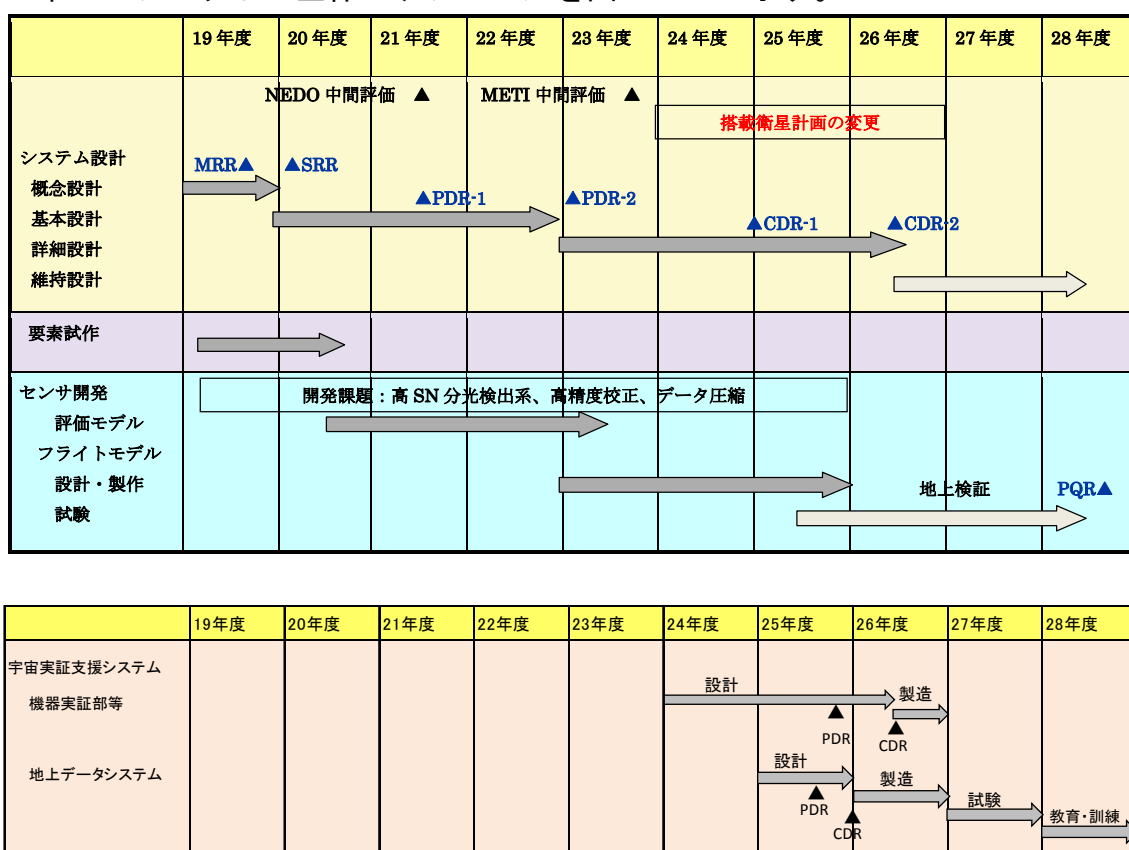


図 G-5-2-1 全体スケジュール

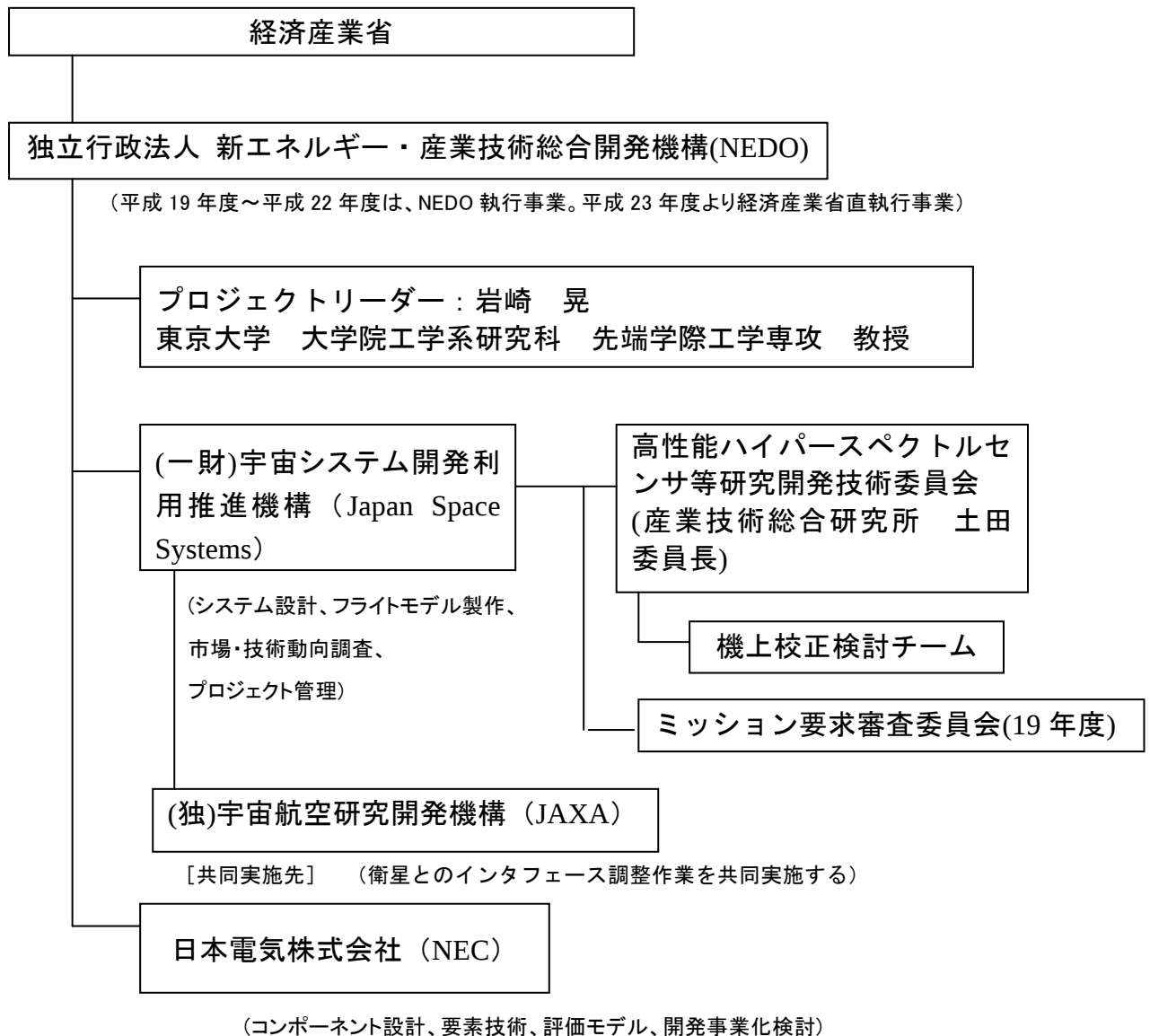
注) MRR：ミッション要求審査、SRR：システム要求審査、PDR：基本設計審査、CDR：詳細設計審査、PQR：品質確認試験後審査

（１） 実施体制

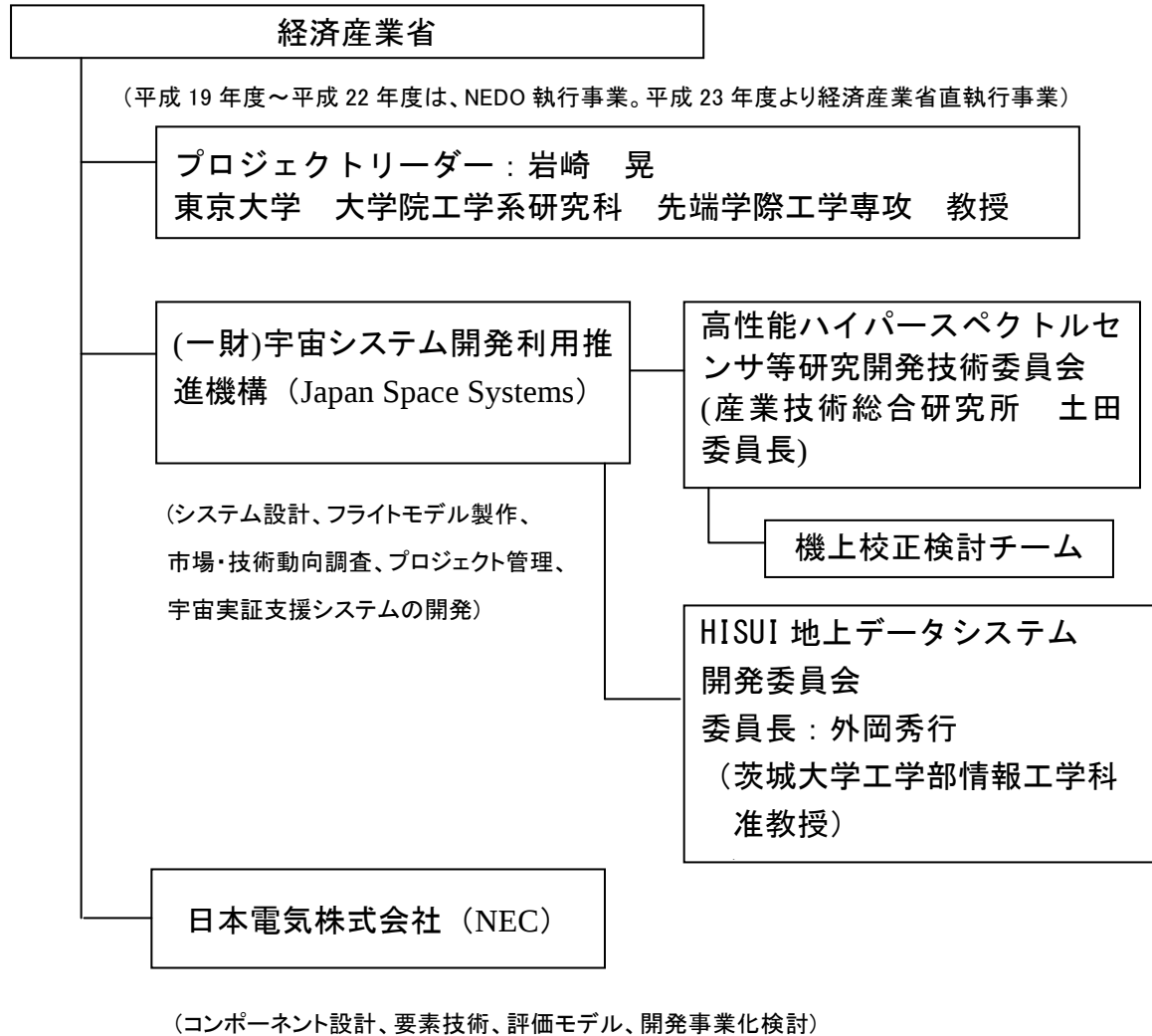
一般財団法人宇宙システム開発利用推進機構（Japan Space Systems）及び

日本電気株式会社（NEC）は、本事業を以下に示す体制により実施している。

【研究開発開始時の実施体制】



【平成 26 年度の実施体制】



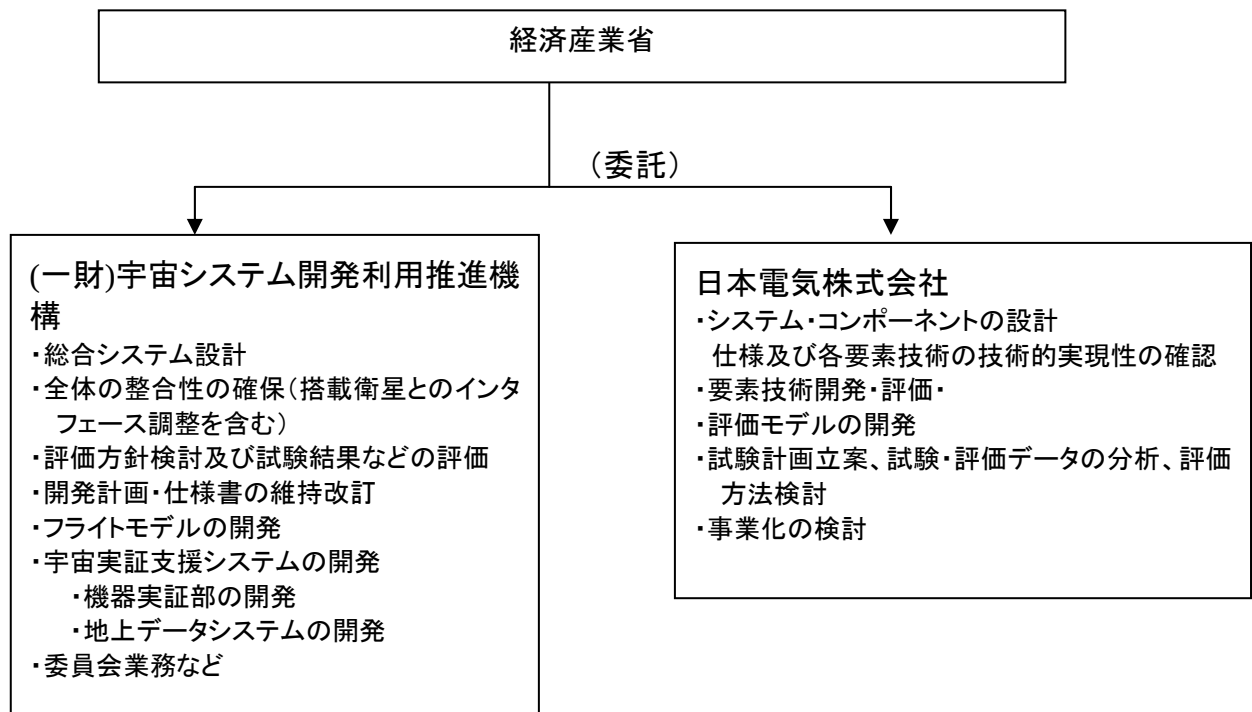
（２） 研究の運営管理

① 事業実施における運営方針・方法

ハイパースペクトルデータの情報抽出に必要なハイパースペクトルデータの解析技術開発、スペクトルデータベースの開発を行う「次世代地球観測衛星利用基盤技術の研究開発」事業と協力し、お互いの委員会に相互参画するなどによりセンサ開発、利用研究双方の情報交換を密に行っている。

また、METI（平成 19 年度～平成 22 年度は NEDO）、Japan Space Systems、NEC の間で定例の進捗会議において進捗確認を行うことで、日程管理、課題の解決が適切に行うことができるようにしている。

以下に本事業での役割分担を示す。



② 技術委員会の組織・役割

本事業の実施に当たっては、Japan Space Systemsを事務局として国内有識者からなる委員会を設け、事業計画、開発・検討結果の審議などを実施し、開発内容の妥当性、設計品質などの確保に努めている。

委員会に関しては以下の構成で実施している。

高性能ハイパースペクトルセンサ等
研究開発技術委員会

高性能ハイパースペクトルセンサ、マルチスペクトルセンサの設計状況の確認、開発仕様書の内容確認、製造・試験フェーズでの取得データの確認を行う。

機上校正検討チーム

機上校正の方式検討、取得データ、試験要求などの検討。

技術委員会委員名簿

	氏 名	所 属	
PL	岩崎 晃	東京大学大学院工学系研究科 教授	H20～21 委員長
委員長	土田 聡	産業総合技術研究所 情報技術研究部門 地球観測グリッド研究グループ長	H22～ 委員長
委員	山口 靖	名古屋大学大学院環境学研究科 教授	
委員	新井 康平	佐賀大学 理工学部 教授	
委員	佐鳥 新	北海道工業大学 創生工学部 教授	
委員	山田 善郎	産業技術総合研究所 計測標準研究部門 放射温度標準研究室 主任研究員	H24～ 機上校正検討 チームリーダ
委員	清水 祐公子	産業技術総合研究所 計測標準研究部門 放射温度標準研究室	H22～
委員	中村 良介	産業技術総合研究所 情報技術研究部門	H22～
委員	松永 恒雄	国立環境研究所 環境計測研究センター 環境情報解析研究室 室長	
委員	大沢 右二	宇宙航空研究開発機構 宇宙利用ミッショ ン本部 ALOS 2 プロジェクトマネージャ (上席開発員)	
委員	春山 純一	宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究本部 固体惑星科学研究系	

委員	大竹 真紀子	宇宙航空研究開発機構 宇宙科学研究本部 固体惑星科学研究系	
委員	川田 正國	元日本大学 非常勤講師	冷凍・機械 技術

HISUI 地上データシステム開発委員会

氏 名	所 属	
外岡秀行	国立大学法人茨城大学工学部情報工学科 准教授	本 委 員 会 委員長
尾西恭亮	国立大学法人秋田大学国際資源学部 助教	
松岡昌志	国立大学法人東京工業大学 大学院総合理工学研究科 人間環境システム専攻 准教授	

G-5-3 資金配分

資金配分（実績）は、図 G-5-2-1 に示した全体スケジュールに基づき、事業計画（研究開発計画）の各項目に配分し、各々の進捗に従い、事業を適切に推進している。

表 G-5-3-1 資金度配分 (単位：百万円)

年度	2 3	2 4	2 5	2 6	合計
フライトモデル	2, 170	1, 634	835	220	4, 859
宇宙実証支援 システム		166	695	430	1, 291
合計	2, 170	1, 800	1, 530	650	6, 150

G-5-4 費用対効果

(1) 事業化の計画

G-4-1 項にて、種々の形態でのセンサ販売に関する事業化の可能性を概観したが、今後これらの実現に向けて各方面への提案活動や、連携を働きかけていくことが必須となる。特に、国内の官のプログラムでの計画、データ利用事業の立ち上げによるセンサへの需要、官民連携による海外への売り込み等について、現在開発中のセンサによる拡販活動を今後更に活発化して事業化の可能性を高めていくことが重要である。現在開発中のセンサのデータが各種ユーザに展開された後、その後継機の実現や更に高性能化したセンサへのニーズが出てくることが期待される。

センサ及び関連システムでの事業規模を非常に概略で以下に推定する。

これまでの官のプロジェクトの場合には、性能の向上を図ることを目的に、開発要素を多く要する開発であったため、開発費用は比較的大規模になる。宇宙基本計画実現により、データ利用重視の方針が打ち出されており、繰り返しの観測継続が求められる場合には、現在開発中のセンサを継続して製造することとなる。また、民間や海外への販売を想定する場合には、小型衛星に搭載して地上システムまで含めた全体システムの提供を想定することになる。

現在開発中のハイパースペクトルセンサ打上後の5年間程度で、データ利用が進むと国内外で衛星や地上系の継続に期待がかけられると考えられる。この期間にハイパー関連のプログラムが国内外需要によって2~3システム立ち上がるとすると、数100億円程度の事業規模となると推定される。

（２）事業化の規模

ハイパースペクトルセンサから得られる情報の種類及び量は従来のマルチスペクトルセンサの場合よりもはるかに広く多くの利用への潜在的な可能性があることを考慮して、現状での世界的なデータ利用のビジネス規模から、本センサによる観測データ利用が始まった場合の市場の規模や波及効果の規模の推定を行った。

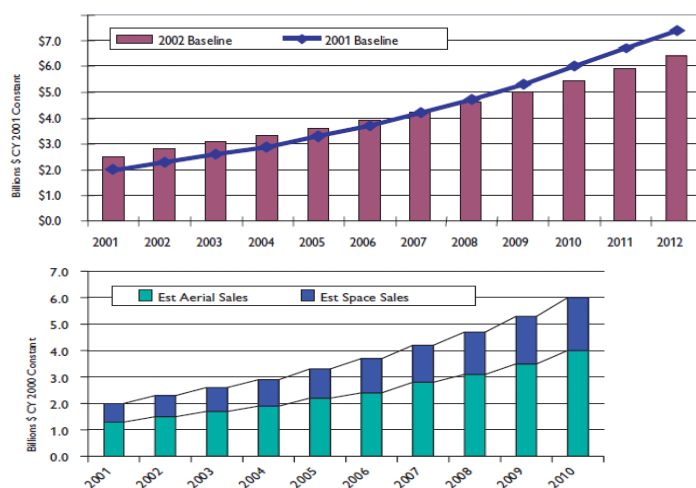


図 G-5-4-1 観測データ利用の事業規模に関する情報

図 G-5-4-1 は 2004 年度の ASPRS (American Society of Photogrammetry and Remote Sensing) のデータであり、2012 年度の航測・衛星のデータ利用事業規模で、約 44 億 \$ (04-12 計) となり、うち衛星リモセン市場は約 15 億 \$ である。ハイパーの登場によって、更に市場の拡大が進むと全世界の衛星リモセン市場は 2012 年度以降、過去 5 年間と同様の伸び率として、センサ運用 5 年間とするとその間の約 72 億 \$ (6700 億円) にまで拡大するものと期待される。当然のことながら、これはハイパーだけのデータではないが、データとして最も多くの情報を含むデータであることから、ハイパースペクトルセンサでの市場は非常に期待できる可能性がある。一方、日本でのデータ利用事業に関しては、衛星データ全体で現状約 100 億円程度の規模の事業になっている。今後ハイパースペクトルセンサの打上に伴い、データ利用の分野が増えることが期待されることから、国内における市場規模も、海外と同様に大幅に伸びてくることが期待される。

G-5-5 変化への対応

(1) 搭載衛星計画の変更

H I S U I センサは、開発の検討着手時から文部科学省が研究開発を計画していた「A L O S - 3 (だいち3)」に搭載することを想定していた。しかし、平成23年8月の「宇宙開発利用の戦略的推進のための施策の重点化及び効率化の方針」において、以下のような指摘があり、「A L O S - 3」の開発計画は中止となった。

だいち3 (文部科学省 (J A X A)、分解能80cm、観測幅50km) は (中略) 緊急性等との観点で他のプロジェクトより優先度が低いため、宇宙政策全体の中で他の優先度の高いプロジェクトを実施した上で宇宙予算上可能であれば実施することとすべきである。

搭載衛星 (JAXA) の中止に伴い、新たなセンサの宇宙実証機会の模索とともに、搭載機会拡大のために典型的な衛星インタフェースをベースに開発を継続して進め、汎用的なインタフェース化の検討を実施した。

上記の計画変更のため、開発完了を平成28年度まで延長することとなった。

(2) 中間評価 (平成23年度) の反映

(指摘事項の要点)

将来的な事業化に向けて、

- ① 海外の技術開発及び事業化情報の収集、ベンチマーキング
- ② 「次世代地球観測衛星利用基盤技術の研究開発」と連携して、利用ユーザとのコネクション生成
- ③ 将来のセンサ販売のためのコストダウン検討

以上の点について留意しての検討を望む。

(対応)

- ①②③の指摘に対し、「次世代地球観測衛星利用基盤技術の研究開発」事業と連携して調査・検討を進め、ロードマップを作成している。(次ページ)

今後のハイパースペクトルセンサのロードマップ

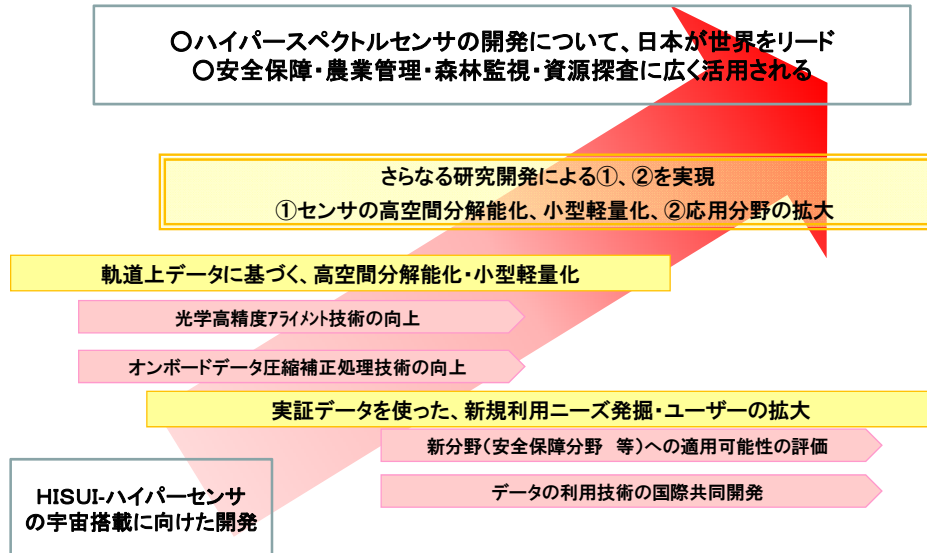


図 G-5-5-1 今後のハイパースペクトルセンサのロードマップ