

1 国土管理衛星システムに関する検討

1.1 検討の目的

衛星データを用いた国土管理は災害、河川道路管理、環境分野等での研究開発が進められ、実現可能な領域に達している。衛星による広域及び特定域の観測を継続的に行うシステムは、国土に関するデータを定期的に取得し、環境の変化の把握、地図データの作成の他、災害時における情報収集システムとして、活躍が期待されている。

本検討は国土管理衛星システムを保有する場合を想定し、そのシステムの規模、構成、運用並びに導入・運用に要する費用の検討を行ったものである。

1.2 前提条件

(1) 前提条件設定の考え方

- a . 定常時と緊急時（災害時）における標準的な運用をベースに、現状想定し得る近い将来におけるセンサ性能、プラットフォーム機数等を設定して検討する。このことにより、これらのパラメータが変更になっても、システム全体規模はほぼ比例関係で把握できる利点がある。
- b . 解析局において効果的な画像解析と評価が行えるためには（特に災害時にその効果を発揮するには）、災害前からの変化を速やかに抽出できることが重要であり、そのために定常運用のルーチンワークとして日本全国の画像データベースを構築することが必須である。取得データ量の考え方は、このような運用を背景に見込むものとする。
- c . 運用フローを考えるに際しては、技術的に合理的と考えられ、かつ類似システム等の実績から常識的な数値を設定するものとする。

(2) 前提条件と設定根拠

（１）項の検討より以下を全体システムの前提条件とする。

- a . 運用は現在整理されている要求をベースに標準ケースを選定する。
- b . 定常運用での取得データを有効活用するためには、特定目的での観測、緊急観測以外では、観測可能な条件のもとで、日本全国を満遍なく少なくとも１ヶ月に１回は観測し、常に最新の画像データベースを維持更新できるようにする。
- c . プラットフォーム機数としては、標準ケースとして以下のごとく検討した。

c - 1 軌道選定

静止軌道型衛星は海外の軍用では早期警戒衛星などとして利用されていることが知られている。しかし、国内ではもちろん実績は無い。この衛星は赤外線検知を行うものであり、防災目的で考えるなら火災の早期検知などへの応用も考えられる。しかしながら、河川へのリモートセンシング応

用という観点では、分解能要求からは厳しいと考えられる。

また、気象衛星画像等は当然、雲の分布や台風の動きが把握でき、これよりO P S 衛星の運用計画立案や河川氾濫の警戒などの情報として利用できるが、地上分解能が現状では赤外で5 km、可視で1.25kmであるから、次期衛星で数十%程度の分解能向上が見られても、直接的な河川監視情報としては分解能が低すぎて実用にはならない。

c - 2 極軌道衛星の軌道選定

パターンとして、太陽同期と非同期がある。太陽同期軌道では軌道傾斜角を工夫することで軌道面が1日で約1度回転するようにしてあり、これより軌道面がいつも太陽を追尾し衛星が観測する地表面への太陽光入射角度が一定である、すなわち影のつき方が一定であるような観測が可能となる。これは、O P S 衛星で継続的に所定の地域をリモートセンシングし、その変化を捉えることには最適である。一方、太陽非同期では逆に、衛星が観測する同一地域の太陽光の入射角度が変わる、すなわち影のつき方が変わることを意味する。これは、未知の立体的な対象を把握するには効果的であるが、一定地域の継続的な観測では不都合であろう。

このように一長一短があるが、河川管理や災害監視の観点では、O P S 衛星については、観測の継続性という観点から太陽同期軌道を選定すべきである。

また、S A R 衛星については、能動型マイクロ波センサであり、昼夜・天候によらず観測できるものであり、軌道選定はむしろ観測頻度やオフナディア角選定の観点から行われるべきものであり、本節での前提条件では特に規定しない。

c - 3 機数選定

機数選定は観測周期並びに観測範囲で規定される。これらをパラメータにして選定すれば良いが、基本的に比例関係で考えるため以下の標準ケースでまず全体のシステム規模を想定するものとする。

O P S 衛星 : 4 機

S A R 衛星 : 4 機

ここで、表-1.2-1に衛星に関してプラットフォーム機数を選定した条件を整理する。衛星数そのものは地表の分解能には原則的には関係しないため（例外的に立体視等で分解能そのものも向上させ得るケースはあるが）、衛星機数の選定は観測周期のパラメータと考えてよい。O P S 衛星の場合、地表の観測は天候に左右されるので、地表を観測できる局所的なタイミングも機数が多いほど高くなるし、特に災害時のクイックな状況把握では観測周期が短い方が、すなわち機数が多いほうが良いのは当然ともいえる。

しかしながら、現行の技術レベルで考察する時、ダウンリンクからデータ配信を30分とするなら、事務所でそのデータを利用して必要なアクションを起こすのに30分を想定するなら、日中で8機の衛星が周回するケースが実用上の上限と考えられる。

以上を総合的に勘案すると、標準的なモデル選定としては、O P S 衛星 4 機で考察しておくのが最もバランスが良いと考える。

表-1.2-1(1/2) プラットフォーム機数の選定条件 (O P S 衛星)

機数例	長 所	短 所	総合評価
1	<ul style="list-style-type: none"> ・運用管理が容易 ・低コスト 	<ul style="list-style-type: none"> ・故障時に機能喪失 ・1 日 1 回の観測しかできない (災害時不十分) 	不十分
2	<ul style="list-style-type: none"> ・運用管理は比較的容易 ・1 機故障時にも機能は維持可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・1 日 2 回の観測しか期待できない (災害時不十分) ・1 機よりコストアップ 	不十分
4	<ul style="list-style-type: none"> ・故障に対しても致命的な機能喪失を回避可能 ・日中の 2 時間毎の観測が可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・かなりのコストアップ ・運用管理は十分な検討が必要 	好適
8	<ul style="list-style-type: none"> ・故障に対しては信頼性が高い ・日中の 1 時間毎の観測が可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・コストは非常に高くつく ・運用管理は複雑 	技術的には理想的

一方、S A R 衛星については、天候・昼夜の制約を受けずに観測が可能であり、特に災害時にはその利点を発揮する。反面、2 4 時間を機数で分割するため、必然的に観測周期は O P S 衛星より粗くなる。従って、1 時間毎に周回するケースを考えるなら 2 4 機となるが、コスト的には非常に高くなり現実的な観点から上限を O P S 衛星同様、4 機で想定している。S A R 画像の場合は、スペックルノイズ等の存在で、視認される分解能は O P S 画像より数倍は劣化するものと考えられ、その主たる目的が悪天候時の O P S 画像の補完、災害時の夜間での画像提供等にあると考え、(インタフェロメトリ画像のように D E M 作成に供する機能があるのはもちろんであるが)、バランス上は O P S 衛星と同数程度を標準モデルとして構想するのが順当であろう。

ただし、S A R の場合、多偏波・多周波数・可変オフナディアなど地表面の物性との関連が研究過程にあるものもあり、今後の発展によっては、むしろ S A R 衛星の比重を上げて考えることも将来的には充分考えられることである (特に日本では晴天率が低いことも配慮する必要がある)。

表-1.2-1(2/2) プラットフォーム機数の選定条件（SAR）

機数例	長 所	短 所	総合評価
1	・運用管理が容易 ・低コスト	・故障時に機能喪失 ・1日1回の観測しかできない(災害時不十分)	不十分
2	・運用管理は比較的容易 ・1機故障時にも機能は維持可能	・1日2回の観測しか期待できない(災害時不十分) ・1機よりコストアップ	不十分
4	・故障に対しても致命的な機能喪失を回避可能 ・1日で6時間毎の観測が可能(ほぼ状況の断続的把握が可能)	・かなりのコストアップ ・運用管理は十分な検討が必要	ほぼ好適
8	・故障に対しては信頼性が高い ・日中の3時間毎の観測が可能	・コストは非常に高くつく ・運用管理は複雑	理想に近い

尚、ミッション期間は5年程度と想定し、この体制はサイクリックに継続維持されることを前提した。

d．搭載センサの観測データにおける分解能は以下の如く想定した。

O P S： バンド - 4チャンネル

分解能 - 1 m

画素数 - 10,000画素

観測スワス - 10km

S A R： 分解能 - 1 m

画素数 - 10,000画素

観測スワス - 10km

(注) S A Rの場合、観測モードに種類が想定されるが、ここではスキャンS A Rなどの低分解能モードではなく、標準的な高分解能モードを仮定しておく。低分解能画像は間引き処理、若しくは低分解能モードでの運用で取得し得るため、標準ケースを仮定しておけば十分であろう。
尚、アジマスとエレベーション分解能は異なる可能性もあり得る。

e．タイムライン要求

現在若しくは近い将来での常識的な技術レベルを勘案し、タイムラインに対する要求条件を以下の如く設定する。

条件：衛星若しくは飛行船が観測域撮像に必要なポジションに差し掛かって撮像を行い、ダウンロードが開始された時間を以下の条件設定の前提とする。

タイムライン条件：

a - 1 受信からL 1プロダクト作成まで： 10分/シーン

a - 2 運用員による画像解析作業： 15分/シーン

a - 3 解析評価レポート伝送： 5分/シーン

1.3 システムの概要

1.3.1 システム利用概念

人工衛星をそれぞれ複数利用して国土管理を行う全体システムにおいて、プラットフォームと受信局、追跡管制局、解析局、運用管理局、事務所を含めた全体の利用イメージを図-1.3.1-1に示す。

本図が示すように、システム全体は実際に地表を観測するセンサを搭載した人工衛星群からなるプラットフォーム系、観測データ等のダウンリンクされる情報の処理とハンドリングを行うテレメトリ系、要求を受け付けるとともに観測データを事務所等に配信するサービス系、プラットフォームとセンサを直接制御するコマンド系、センサの運用計画並びに地上の関連設備全体を運用管理する運用管理系等の諸設備にカテゴリー分類される。

上記の如く、本システムは、複数のO P S衛星とS A R衛星をセンサのプラットフォームとし、これよりダウンリンクされる河川等地表の観測データを、衛星の受信局で受信し、これを画像化して解析局に地上回線で渡し、これに高次解析処理を施して各地の事務所等に配信し、日常的な国土管理や災害時の緊急監視に役立てる統合的な国土のモニタリングシステムである。

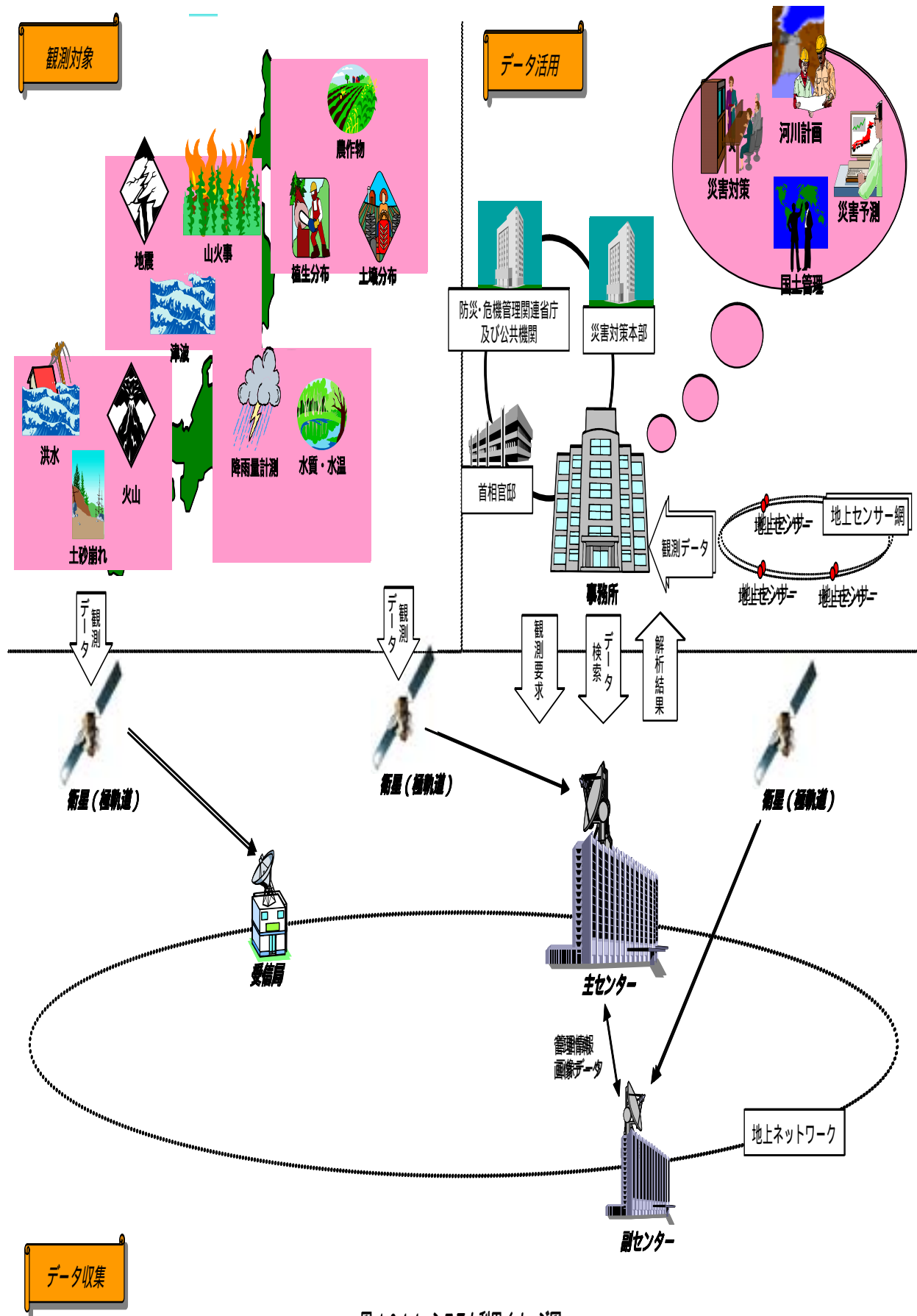


図-1.3.1-1 システム利用イメージ図

1.3.2 システムの概要

本システムは複数のSAR衛星並びにOPS衛星を総合的に駆使して、河川管理並びに災害監視に代表される国土管理を行う宇宙・航空技術を利用した総合的なモニタリングシステムであるが、その目的から運用形態としては、平常時と災害時とに分類される。

平常時は、各事務所の要求の元にプラットフォーム並びにセンサの運用計画を立てる。もちろん、複数の要求が競合する場合の調整機能も含まねばならない。また、要求の合間には日本全国の通常時のデータを取得して、画像データベースを充実させ、観測目的に応じて取得された画像の一層の有効利用を図るものである。

また、災害時には再優先で現場の状況を把握することが必要であり、多少画質を犠牲にしても速やかに画像が確認できるクイックルック処理を優先するとともに、全体の運用計画も見直しを行わなければならない。

さて、このような大局的な運用モードのもとに、地上システムは以下の如く構成される。まず総合的で大規模なシステムを遅滞無く運用し、ユーザへの負荷を最小限に抑制するには、衛星・センサ・全地上システムとユーザサービスを総合的に管理し、有機的な運用を可能とする機能が必要であり、システムの管理中枢として運用管理局を設置する。すべてはこの運用管理局の管理のもとに運用される。

事務所からの要求を受け付けてセンサの運用計画を立案して、これを追跡管制局へ伝送するのも運用管理局が行う。この運用要求を受けて追跡管制局は、それぞれプラットフォーム並びにセンサに対するコマンドシーケンスを生成し、これを送信設備からコマンド（電波指令）として送信し、センサならびにプラットフォームを制御するものである。

これらのコマンドがプラットフォームで受け付けられたかの確認を行うとともにプラットフォームの状態把握を行うために、同時にプラットフォームからのテレメトリ情報を受信設備で受信してこれを管理する。その代表的な情報は運用管理局に伝送され、全体システムの状況把握に利用される。

一方、所定の時間、所定のモードでのセンサ駆動をコマンド指令された各センサからの観測データは、所謂ミッションテレメトリとして衛星の受信局で受信・記録され、ただちにRawからレベル0と呼ばれる処理が処理設備で実行される。その後、このデータに高次処理を施したり付加情報を添付したりする解析局へ渡されることとなる。

解析局では、レベル0からレベル1と呼ばれる処理が実行され、この過程を経て、その出力データは一般に地図に合致したデータとなる。この画像データに、例えば対応する地図情報を重畳するなどして、事務所がそのまま利用可能なように観測データを加工する機能を有している。また、観測データのアーカイブも解析局で行い、必要に応じて過去の蓄積データの検索も可能となっている。

これらの各局は、建設省のネットワーク（光ファイバー網）でデータ授受を行うことが考えられる。この概念を図-1.3.2-1に示す。

このようにして、運用管理系の機能と要求受付等一部のサービス系の機能は運用管理局が、コマンド系の機能は衛星追跡管制局が、テレメ系の機能は受信局と解析局が、配信等のユーザサービス系の機能は解析局が行うこととなる。

システム機能図を図-1.3.2-2に示す。

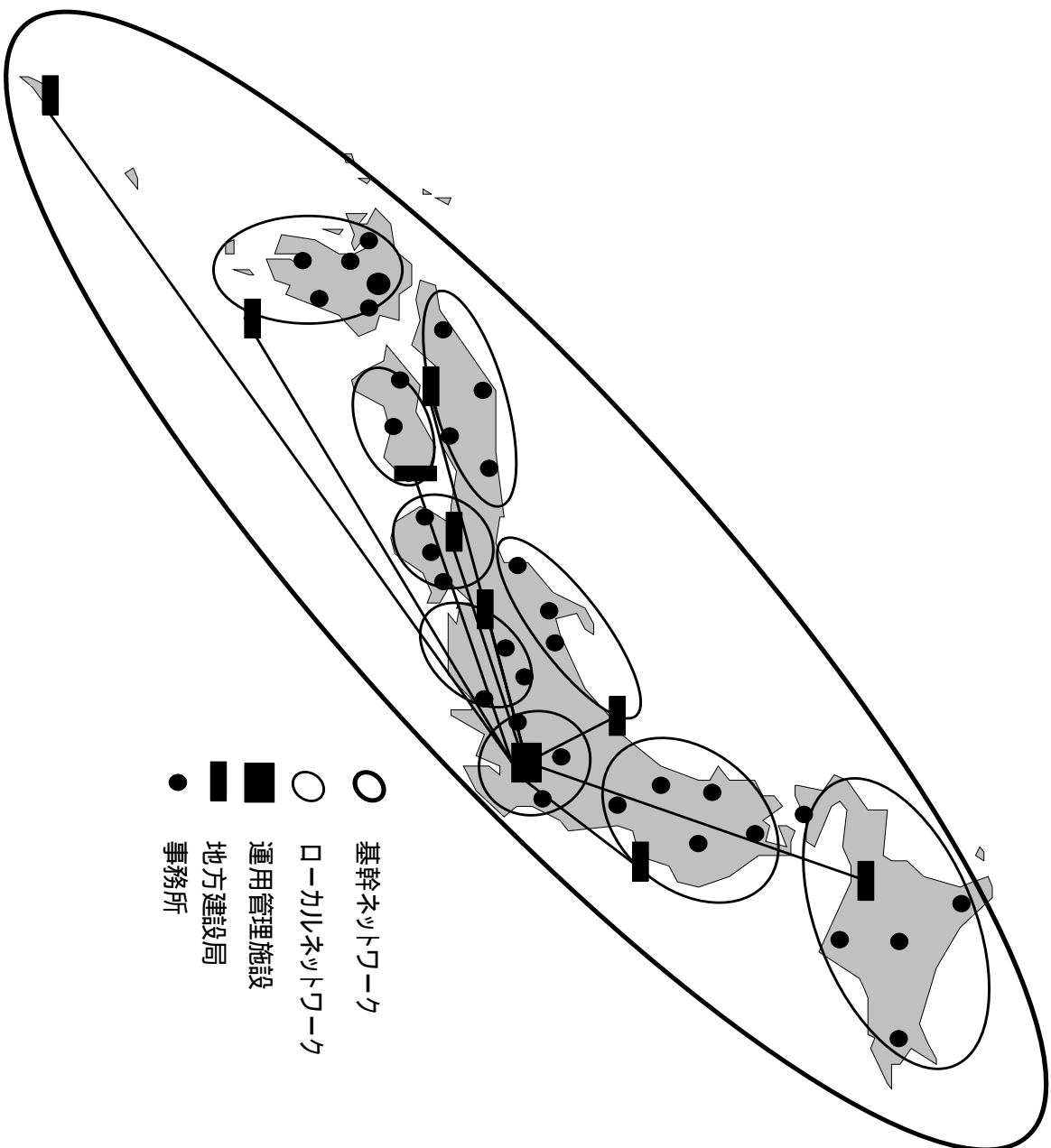


図-1.3.2-1 地上設備ネットワーク概念図例

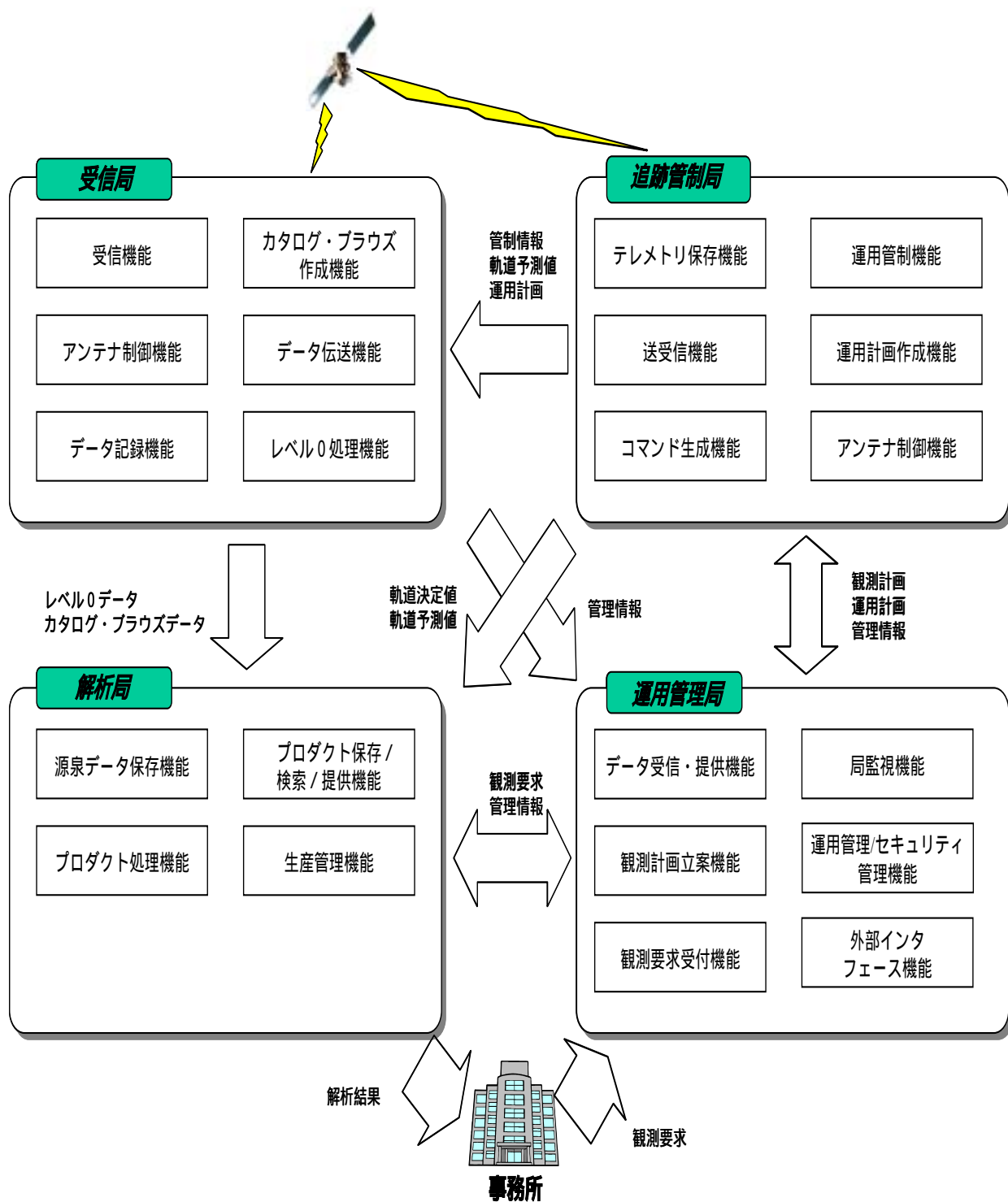


図-1.3.2-2 システム機能図

1.3.3 システムの特長

本システムは、日常の河川管理はもちろん、円滑な情報収集とその早い伝達を実現する観測及び配信を可能とし、早期初動体制確立に必要な状況把握と災害規模の推定を行い、実際に災害が発生した場合、災害活動の支援を目指している。

上記内容を実現化するための特長を以下に示す。

(1) 平常時の特長

a．ハードウェア

センサデータのダウンリンクから事務所への配信までのスループットとして30分以内の性能を実現する構成としている。また、将来的な拡張を配慮したシステム作りとする。

b．ソフトウェア

各事務所からの観測要求以外では国内を順次くまなく撮像し、画像データベースを構築する仕組みとしている。また、事務所の利用者に負担を掛けぬよう、観測画像には地図等の付帯情報を重畳して伝送する機能を具備している。

c．運用（維持管理）

プラットフォームと全地上設備を統括する運用管理局を有し、最適なシステム運用とユーザサービスを可能とするばかりか、本システムの運用者も効率的な集中管理が可能である。

d．利用（利用者の視点）

事務所ではリモートセンシング若しくはデジタル画像処理に関する専門的な知識は一切不要であり、必要な情報はすぐ読み取れるように解析局で加工された上で伝送されてくる。

(2) 災害時の特長

a．ハードウェア

リアルタイム若しくは準リアルタイムに画像確認が可能なようにクイックルック処理を優先させるハード構成とする。

b．ソフトウェア

緊急時は通常の処理計画を修正して、災害地域の画像を優先処理できるよう優先度管理を行う。

c．運用（維持管理）

クイックルック処理は自動実施できるため運用者の負担は無い。優先度管理も容易である。

d．利用（利用者の視点）

分解能が悪くとも速やかに災害現場の情報が取得できる。

1.4 システムの機能検討

ここでは、プラットフォームと地上システムを含めた全体システムとして具備すべき機能を以下に整理する。この整理はプラットフォームと地上システムのカテゴリに応じた纏める。尚、サービス系は一般不特定多数のユーザへの配信は前提していないため、運用管理系並びにテレメトリ系の機能要求に配分している。

1.4.1 全体システム機能検討

以下に、必要とされる全体システムの基本機能を整理する。

- a．日中、2時間程度毎に同一地域の衛星搭載光学センサでの観測が可能であること。軌道は極軌道で太陽同期であること。
- b．1日当たり、6時間程度毎に同一地域の衛星搭載SARセンサでの観測が可能であること。
- c．観測データは直接ダウンリンクすることも、衛星搭載データレコーダで一旦記録したものをダウンリンクすることも可能であること。
- d．受信・復調したデータより画像処理を施してラジオメトリック並びにジオメトリックな歪補正を行い、地図対応の観測画像が得られること。
- e．この処理済データにつき、高次の解析処理を施し、事務所等で容易に河川監視等の国土管理に利用し得る画像情報に変換できること。
- f．さらに、この情報を各事務所等へ地上ネットワークにより配信できること。
- g．これら処理済データを必要に応じて保存できること。
- h．事務所からの観測要求及びデータ要求を受け付け、衛星での観測を実現できるとともに、既存データがある場合には速やかに配信できること。
- i．長期的な観測計画の情報提供等のユーザサービス機能を有すること。
- j．複数の衛星につき、地上システムからの追跡管制が可能であること。
- k．システム全体として、平常時の運用及び災害時の運用についての運用モードを有すること。特に、災害時はクイックルック画像が準リアルタイムで事務所等へ伝送できること。
- l．システム全体の運用を集中的に管理し、プラットフォームを含めてすべての重要な構成要素につき、状況把握できること。
- m．システムは可能な限り小人数で運用が可能なこと。ただし、故障時の縮退運転機能は、可能な限り実現できること。
- n．全体システムとして、受信からL1プロダクト作成までで10分以内、運用員による画像解析作業は15分以内、解析評価レポート伝送は5分以内に実現可能なシステムであること。

以上が、プラットフォームと地上系システムを統合的に捉えた場合の、全体システムに対する外部要求である。

1.4.2 地上システム機能検討

次に、地上システムの要求機能を大きな機能カテゴリー毎に整理する。

(1) 運用管理系の要求機能

- a．観測要求については競合調整が可能であること。
- b．観測要求については優先度管理が可能であること。
- c．観測要求を追跡管制局に伝送できること。
- d．追跡管制局からプラットフォームの主要なテレメトリを受信し、プラットフォーム全体の状況把握が可能なること。
- e．受信局での受信・処理状況を把握できること。
- f．全地上システムのステータス把握が可能なること。
- g．解析局からの配信状況が把握可能なること。
- h．緊急時の各地上局への指示が可能なること。
- i．全体システムの状況に関して、必要とする機関に情報提供が可能なること。
- j．障害時に機器・系の切り替え、縮退運転等の管理が行えること。

(2) コマンド系の要求機能

- a．追跡管制局は運用管理局からの観測要求を受けてこれより具体的なコマンド計画を立案できること。
- b．コマンド計画から具体的なコマンドシーケンスを作成して送信設備に送れること。
- c．コマンド操作はマニュアルモードも有すること。
- d．所定時刻での自動コマンド送出が可能なること。
- e．さらにストアードコマンドの送信が可能なること。
- f．可能な範囲で自動運用が可能なること。

(3) テレメトリ系の要求機能

- a．衛星からのHKテレメトリを受信・記録できること。
- b．重要なテレメトリ項目は運用管理局へ伝送できること。
- c．テレメトリデータの異常に対しては、自動的にアラーム表示できること。
- d．ミッションテレメトリ（観測データ／センサ情報）について、受信・記録できること。
- e．観測データに関してレベル0処理、レベル1処理を実施し、所定期間は保存できること。
- f．処理したレベル1プロダクトは解析局に伝送できること。
- g．処理優先度について運用管理局から指示ある場合は、優先度変更ができること。
- h．受信データに異常がある場合は、状況を運用管理局に通知できること。
- i．可能な範囲で自動運用が可能なること。
- j．解析局で高次処理が可能なること。
- k．解析局でレベル1データ並びに高次処理データのアーカイブが可能なること。

1. 一定期間を経たデータは倉庫へ保管可能なこと。

(4) サービス系の要求機能

- a. 事務所からの観測要求を受け付けられること。
- b. 事務所からの検索要求を受け付けられること。
- c. 事務所からの保存データ要求を受け付けられること。
- d. 専用設備としてクイックルック処理を行い、これを事務所若しくは運用管理局に伝送できること。
- e. 事務所へ処理済データの伝送が可能なこと。

1.4.3 プラットフォーム機能検討

(1) 人工衛星の要求機能

- a. O P S センサで日中、同一地域を2時間間隔で観測可能なこと。従って、機数としては4機程度が望ましい。
- b. 太陽同期軌道に投入され、同一地域を同一時間帯で観測可能なこと。
- c. データレコーダを有すること。
- d. 軌道・姿勢への要求精度はセンサ分解能を配慮した精度であること。
- e. ポインティング撮像が可能なこと。
- f. S A R センサではスキャンモード、インタフェロメトリモード、多偏波モードを有すること。
- g. S A R センサではフェイズドアレイ方式とし、任意にビーム走査できること。
- h. S A R センサでは1日で6時間毎に同一地域の観測が可能なこと。従って、機数としては4機程度が望ましい。
- i. 追跡管制局からのコマンドにより動作すること。
- j. 観測データを所定のビットレートで遅滞無くダウンリンクできること。
- k. センサ及び衛星本体のH K情報をテレメトリとしてダウンリンクできること。
- l. 搭載センサ分解能は前提条件として提示済みのものを要求する。

1.4.4 地上システム機能配分

地上系への要求機能をどのようなハードウェアとして構成するかには色々な考え方があり得る。すなわち、

- a. 全機能を1局に集中する案
- b. 主要機能毎に分割し、例えば、運用管理局、受信処理局、追跡管制局、解析局等に分離する案
- c. 極力機能を分散させる案

等が考えられる。ここで、そのトレードオフ結果を表-1.4.4-1に示す。

表-1.4.4-1 地上システム機能配分の検討

	長 所	短 所	総合評価
a . 1局集中案	<ul style="list-style-type: none"> ・ 地上系の保守 / 管理が容易 ・ 運用員の兼務が容易 ・ 局舎・土地の取得が容易 ・ 各設備間のデータ伝送が容易 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 大災害等で全機能を喪失するリスクがある 	不適
b . 主要機能分割案	<ul style="list-style-type: none"> ・ 主要機能が独立しており、維持しやすい ・ 類似システムで実績が豊富 ・ 局毎に最適な立地条件を選択可能 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 特になし 	好適
c . 分散化案	<ul style="list-style-type: none"> ・ 大規模災害等の事態には耐性が強い 	<ul style="list-style-type: none"> ・ システムが複雑になる 	不適

以上の検討から、本システムでは主要機能本位で局構成をとることを標準モデルとして検討を進めるととする。

従って、機能配分としては、

コマンド系：追跡管制局（テレメ受信機能、運用管理局の一部機能（観測計画立案機能等）を含む）

テレメ系：受信局（処理機能含む）

解析局（データ配信機能含む）

運用管理系：運用管理局

サービス系：解析局と運用管理局に機能分散

という配分を基本とする。

ここで、人工衛星をプラットフォームとするケースとして、統合的な管理は運用管理局に機能を持たせることとする。

以上、地上システム全体のブロック図を図-1.4-1に示し、システム全体系統図を図-1.4-2に示す。

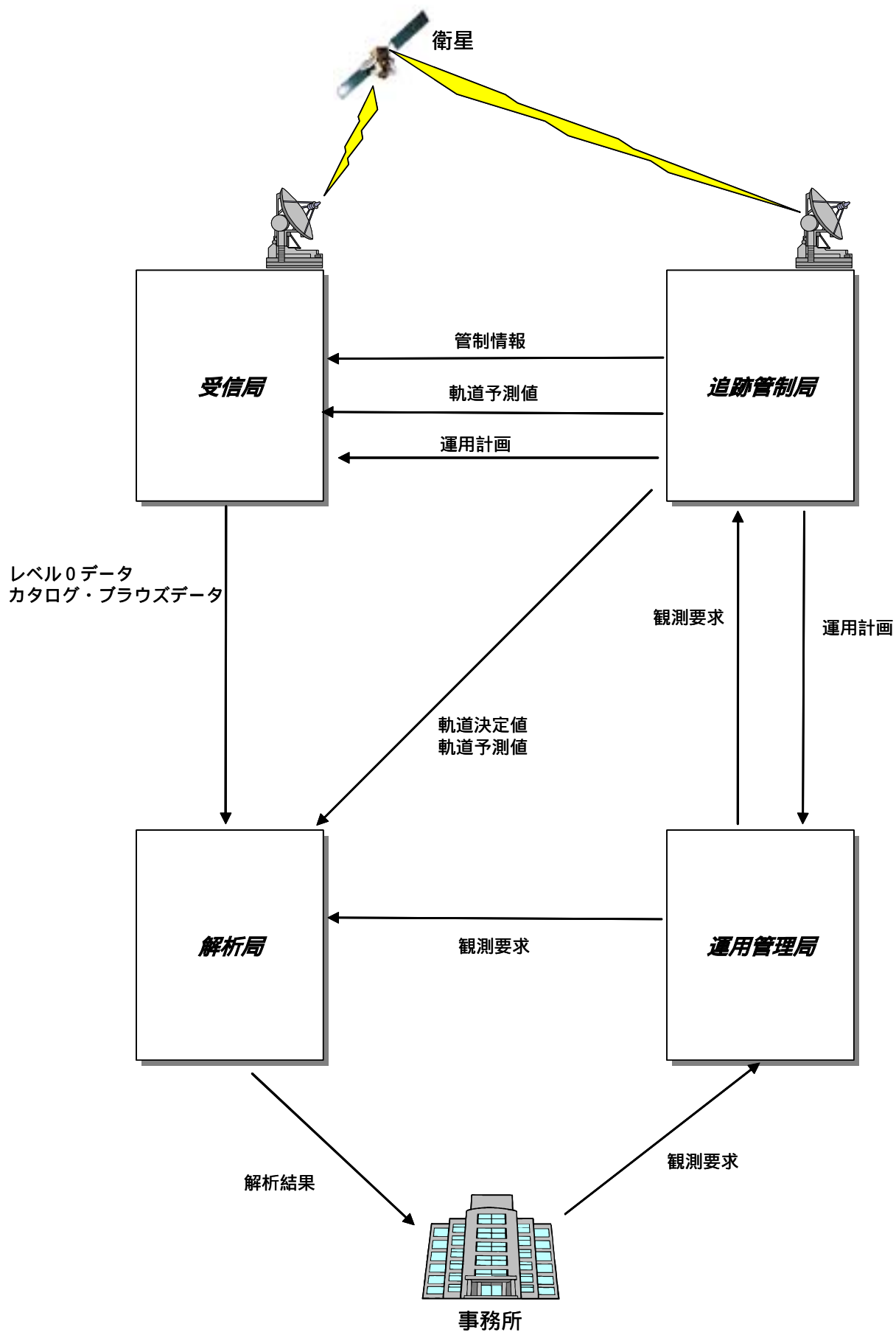
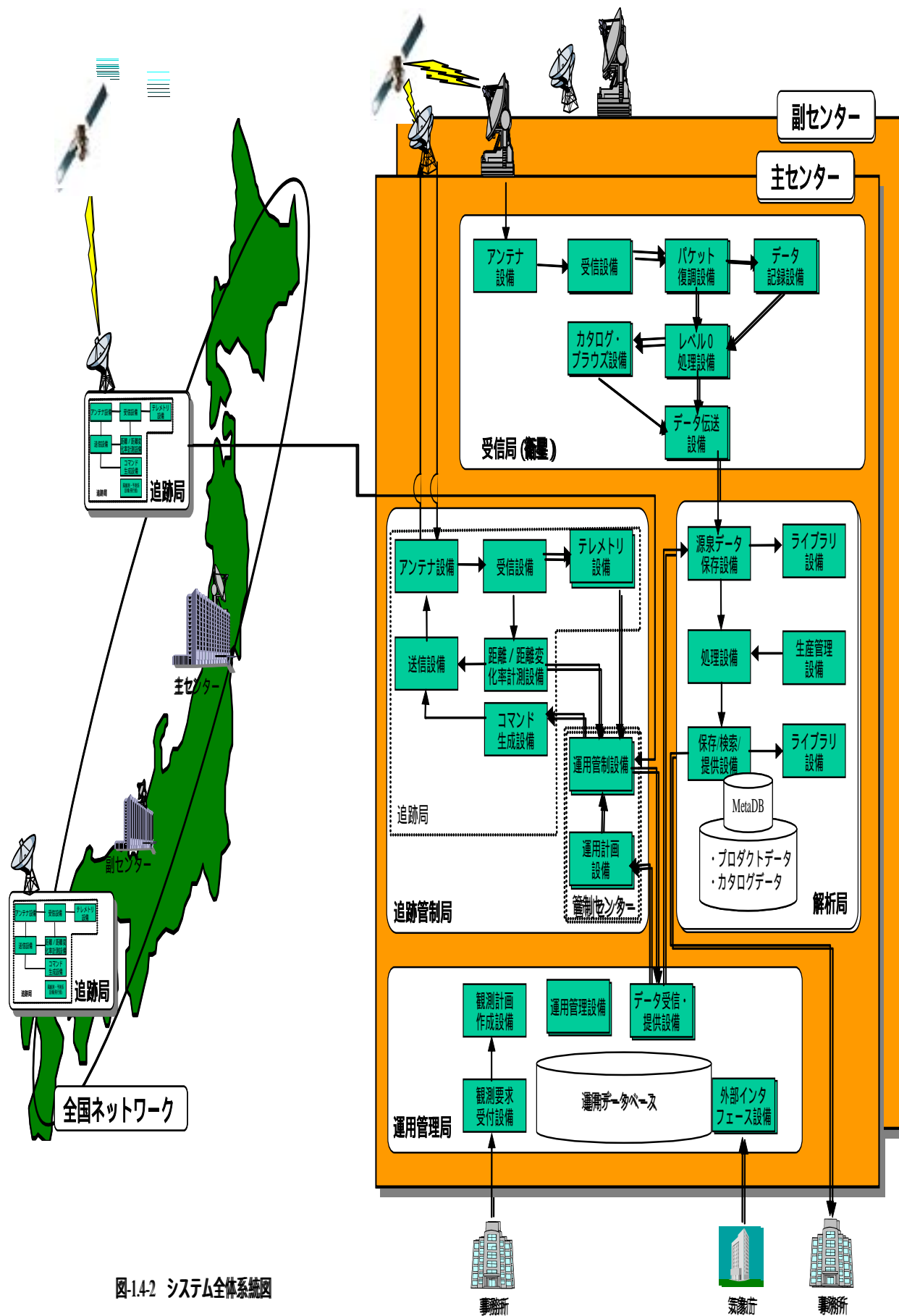


図-1.4-1 システムブロック図



1.5 システムの構成検討

以上の各局への機能配分を受けて、実際のハードウェアとしてこれを実現する構成方式としても、様々な案があり得る。

特に、全体システムとして検討しておかねばならないのは、以下のケースである。

- a．既存設備の利用可能性の検討
- b．局冗長の検討
- c．データ伝送方式の検討（データ中継衛星利用の検討含む）

これらの項目につき、人工衛星について、現実的な組み合わせの中で、トレードオフする。ここで、c項がプラットフォームを含む全体システムとしての検討事項であり、a，b項が地上システム特有の検討事項といえる。

1.5.1 全体システム構成検討

(1) データ伝送方式の検討

まず基本的に、ネットワークの構成として

- a．データ中継衛星を利用して衛星を統合的に制御する案
- b．地上の複数の追跡管制局から制御する案
- c．これらを組み合わせる案

があり得る。これらを表-1.5.1-1でトレードオフする。また、各方式に対する概念図を図-1.5.1-1，2に示す。

表-1.5.1-1 地上システムトレードオフ一覧

飛行船 + 衛星		分散地上局型	衛星集中型（中継衛星方式）
ハードウェア	長所	日本の北方・南方に端局を設置することで、衛星の可視範囲を広くとることができる	将来、運用されるデータ中継衛星を利用することで、ハードウェア開発コストを抑える事が出来る
	短所	端局を設置することでハードウェアのコストがアップする	新たに、データ中継中継衛星を開発する場合は、膨大なコストが必要となる
ソフトウェア	長所	特になし	データ中継衛星で開発される設備を流用できれば、ソフト開発コストは少なくなる
	短所	端局を設置することで、端局制御用、ネットワーク、運用管理等の開発コストがアップする	新たに設備を開発することになると、ソフトの開発が膨大になる
インフラストラクチャ	長所	端局を管理局と接続する為のネットワークが必要となる。ただし、ネットワークを設置することで、広範囲な通信手段が得られる	地上系ネットワークの使用が少なくなり、ネットワークのコストが抑えられる
	短所	広範囲な大容量転送ネットワークを構築する必要があるためコストアップする	新たに設備を開発すると、上記設備を実現化する開発が必要である
運用	長所	可視範囲が広い為、衛星の制御、観測、データ受信が容易である	地上系ネットワークに異常（被害）が発生した場合に於いても運用が可能である。データ中継衛星を利用することで衛星の観測範囲及び観測時間を広くとることができる
	短所	運用設備が多いため、運用が複雑になると同時に運用員も増員される	将来、運用されるデータ中継衛星を利用することができれば、運用は容易であるが、新たに開発するとなるとデータ中継衛星の運用も加わり、衛星の運用管理が複雑になる
評価	トレードオフの結果、衛星システムの構成は、将来に於けるインフラの整備により変わってくるものと考えられ、現状では、現実的なのは、分散方式であると考えられる。しかし、コスト等を度外視して検討すると、集中型（中継衛星利用）が運用性において優れていると考えられる		

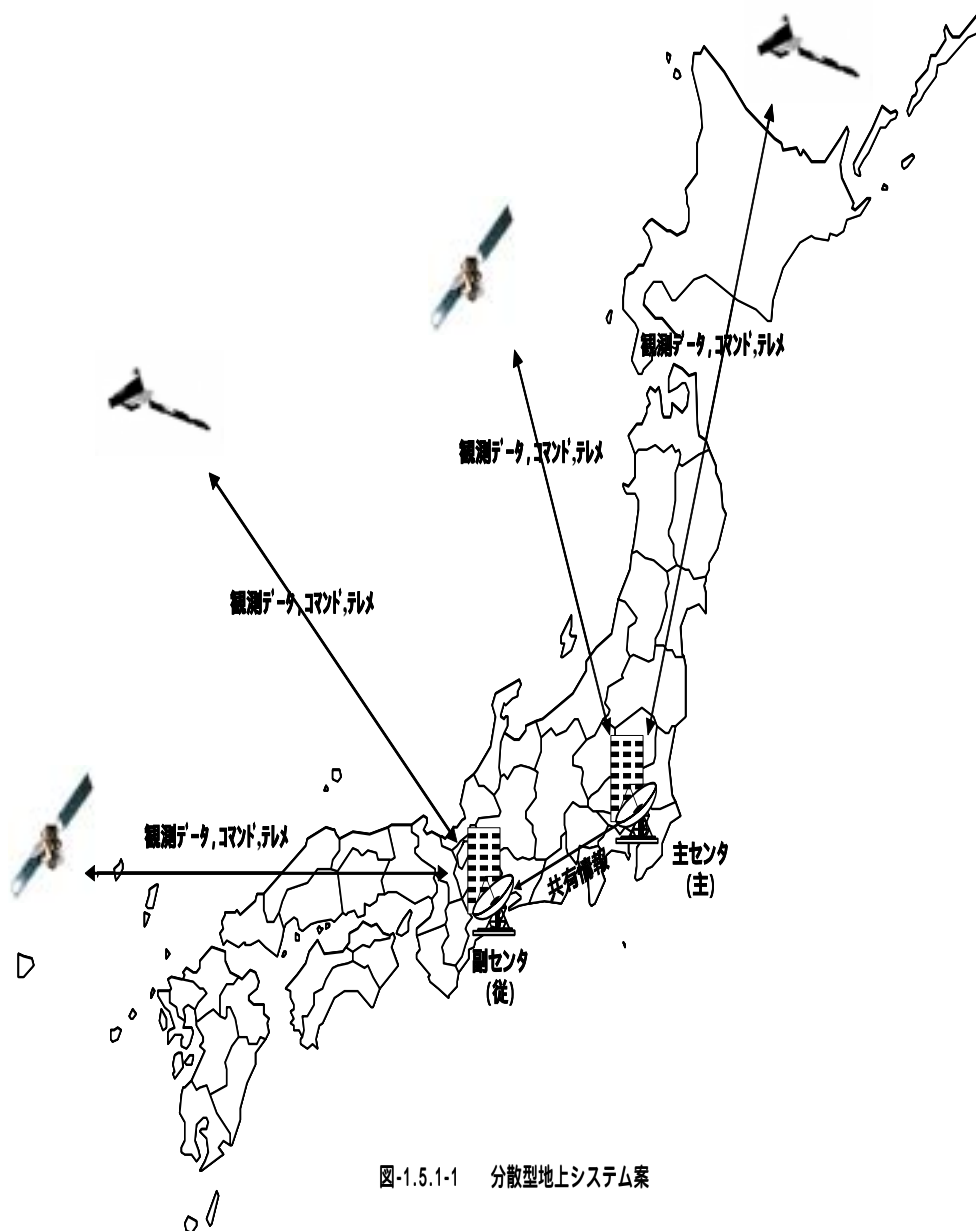


図-1.5.1-1 分散型地上システム案

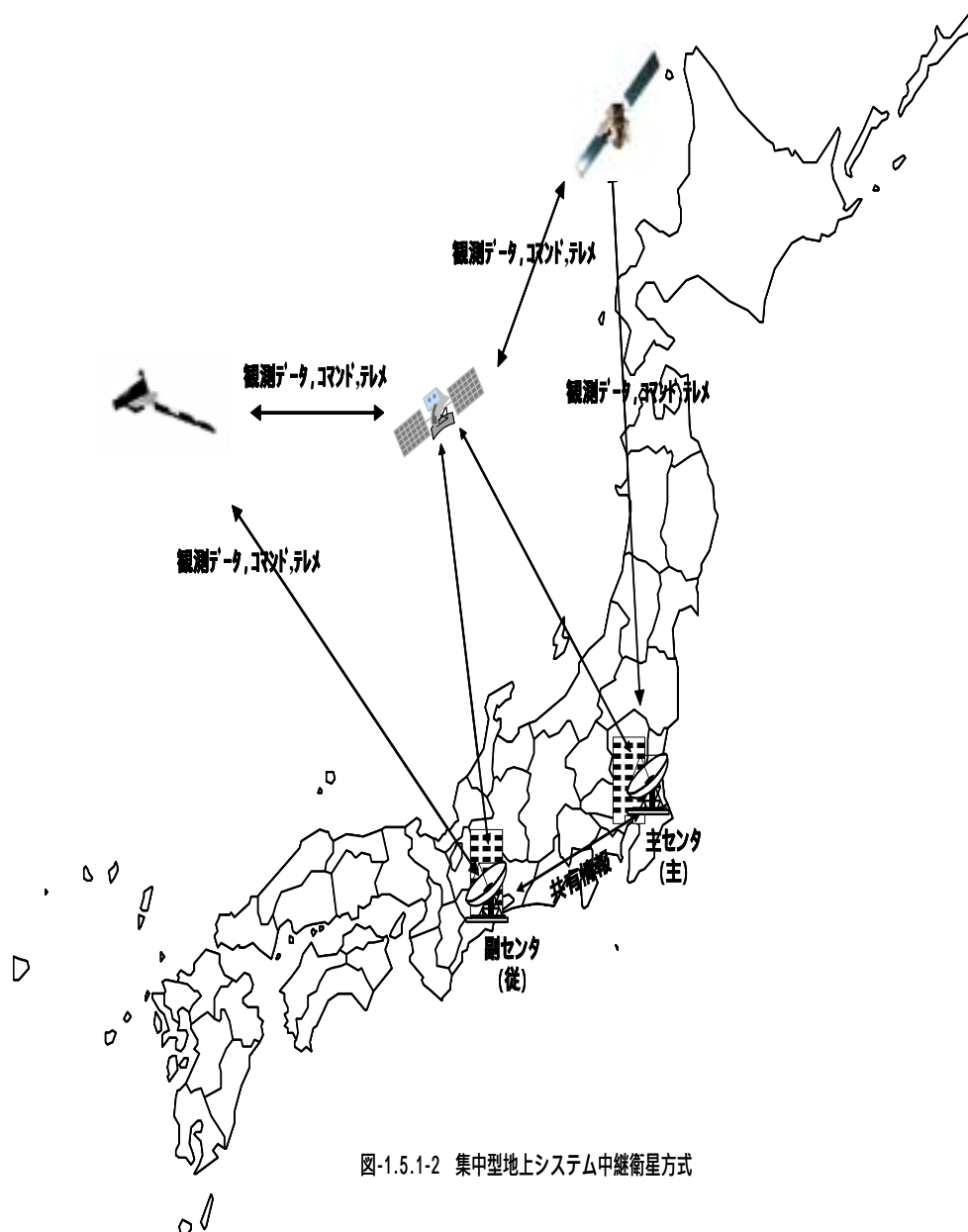


図-1.5.1-2 集中型地上システム中継衛星方式

以上、今後の開発経緯やコストにも関係が大きいため、トレードオフ結果から一概に結論を導くことは困難であるが、現段階では分散地上局型を標準で考え、データ中継衛星を可能性として残しておくものとする。

1.5.2 地上システム構成検討

ここでは、局冗長（端局検討含む）の検討と既存国内設備利用の可能性を検討する。

(1) 既存設備利用可能性の検討

人工衛星の場合、既存設備として以下の機関が考えられる。利用の可能性につき、それぞれ述べる。

追跡管制局：宇宙開発事業団の筑波宇宙センター（TKSC）内の中央追跡管制所（TACC）及び勝浦（KTCS）、増田（MTCS）、沖縄追跡通信所（OTCS）及び新GN（グラウンドネットワーク）海外局

（可能性）：日本で打ち上げるとすると、打ち上げ時若しくは初期チェックアウト時に支援を依頼できる可能性がある。ただし、ミッション運用フェーズでは、衛星の所有・運用を行う機関が自ら追跡管制することとなるものと考えられる。

受信局：鳩山地球観測センター（EOC）

（可能性）：既存設備そのままでは困難であるが、受信局設備（処理設備含む）を新規に揃えることを前提し、運用コストを確保するなら、受信業務を移管する交渉の可能性はあるものと考えられる。ただし、実用衛星運用という観点での制限が付く可能性も想定される。

：東海大学熊本局

（可能性）：同上

解析局：宇宙開発事業団データ解析センター（EORC）

（可能性）：高次解析の一部を依頼する等の部分的な支援を依頼することは可能性としては有り得る。ただし、実用衛星運用という観点で定常的なデータ配信までは困難と想定される。

：（財）資源環境観測解析センター（ERSDAC）

（可能性）：同上

以上、部分的な支援を得られる可能性はあるが、実用衛星の定常的な運用とデータ処理ということでは、困難を伴うことが想定される。

ただし、衛星機数が1機程度であれば、前面的に業務移管できないかは、機関間の調整によるものと想定される。

(2) 局冗長の検討

冗長系には階層があり、局冗長、システム冗長、設備冗長、機器冗長、部品冗長などが可能性としては考えられる。

システム冗長から下位の階層は、システム設計段階で、その対象品目の信頼度と故障時の致命性からどのような冗長系を組むか検討すれば良いが、局冗長については、プラットフォームを含む全体システムを考える時に必須の要件となるため、以下でその検討を行う。

a．局冗長を考えるべき局

ここで、少なくとも以下の局の冗長性の検討が必要である。

- ・追跡管制局
- ・受信局
- ・解析局
- ・運用管理局

また、これらの局は、その立地条件、運用上の利便性等から以下の区分に分かれるのが一般的である。

都市部に設置 ：解析局
 運用管理局
郊外／地方に設置：追跡管制局
 受信局

b．局構成案

ここで、都市部に設置するものはまとめてセンター化して良く、また運用上もそのほうが利便性は高い。一方、郊外若しくは地方に設置するものも同一敷地内で良い。従って、トレードオフすべき事項は、

- ・衛星 集中制御と分散制御

ということになる。このトレードオフを表-1.5.2-1に示す。

表-1.5.2-1 局冗長の検討

項 目	長 所	短 所	総合評価
センタ集中管理	運用管理容易	リスク集中 カバレッジ制限	不適當
端局含む分散制御	リスク分散	設備コストアップ	良

尚、組み合わせとして、センター側に追跡管制機能を持たせる案も有り得る。

結論的には、分散制御方式をベースにインフラ整備状況を見据えつつ検討を継続することが必要であろう。そして、センターは関東、関西地区にバランス良く1局ずつ設置するのが良い。

1.5.3 運用管理局

前章までで受信局、解析局を詳述してきたが、ここでは全体システムを統括管理する運用管理局につき説明する。

これらの説明に先だって運用管理局そのものの冗長系検討の結果を以下に示す。

尚、受信局並びに解析局については各章で詳述済みである。

表-1.5.3-1 運用管理局の冗長検討

ケース	内 容	長 所	短 所	評 価
1局構成案	全管理機能を1局に集中	・ システムが単純化でき、管理も容易	・ 大災害等で機能喪失時にリスク大	
2局構成案	全管理機能を集中するが、これを局冗長とする	・ 遠距離で設置すれば、災害時に機能喪失しない	・ コストは2倍 ・ システムは複雑	
機能分散案	管理機能を多数に分散	・ 障害時、全体への影響は最小	・ システム管理方式が煩雑 ・ 運用の負荷大	

(1) 主要機能

主要機能は以下の通りである。運用管理局機能図を図-1.5.3-1に示す。

(1 - 1) 運用管理

本システムで必要とされる運用管理は、プラットフォーム全体の運用管理、施設内設備の運用管理を統合的に行うものである。具体的には解析局内の運用管理機能で実施される。

本機能の主な内容を以下に示す。

- a . システム管理
- b . 運用計画管理
- c . 観測計画の立案
- d . ミッション計画管理
- e . 進捗管理
- f . 要求管理
- g . 作業指示作成
- h . 受信計画立案
- g . その他

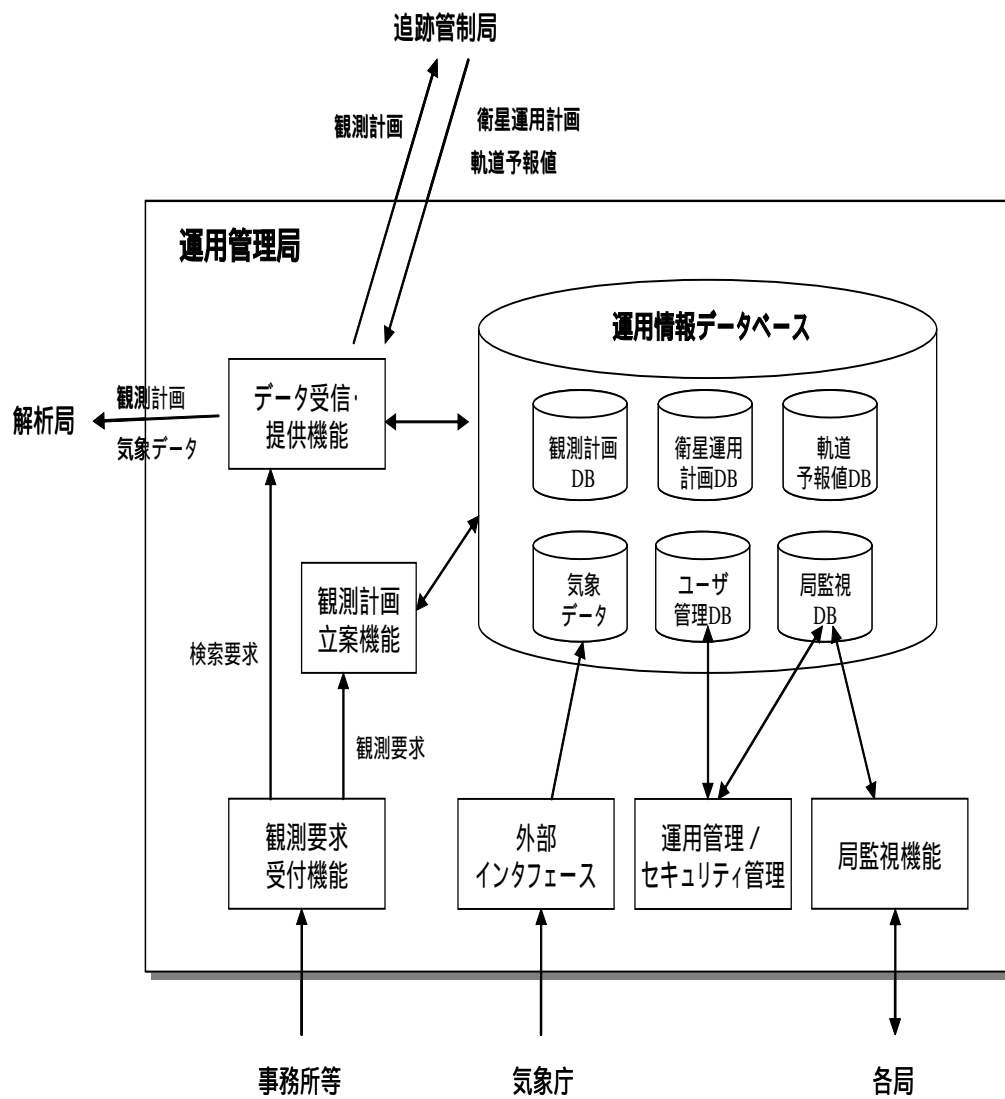


図-1.5.3-1 運用管理局機能図

(1 - 2) 要求受付・調整

各事務所等からのリクエストを受け付ける機能である。もちろん、複数の要求が競合することもあり、これらを調整する機能も具備する必要がある。ここでいう要求とは、衛星の搭載センサを利用して地上のどこを、いつ観測したいのかの要求と、そもそもいつ、どこを、あるセンサで観測したデータがあるかの問い合わせもあり得る。その場合、あればデータ配信するし、無ければ新規に観測要求しなければならない訳である。

このような要求受付の窓口機能が、要求受付・調整機能である。

(1 - 3) 観測計画立案

複数の受け付けられた観測要求を整理して、所定のプラットフォームのセンサ運用に対する計画を作成するものである。この計画そのものをユーザに開示することもある。

1.6 システムの運用検討

1.6.1 運用基本構想検討

システム運用を広義に考える場合、全体システムとして検討しておくべき以下の事項がある。

- (1) システム自動化の範囲
- (2) 運用管理局での集中管理レベル
- (3) 縮退運転とオフラインバックアップの共通ルール
- (4) セキュリティ管理の共通ルール
- (5) 衛星撮像計画と天候の把握
- (6) 拡張性と局内ネットワーク
- (7) シーン定義と管理
- (8) センサ校正と検証方式
- (9) 保守方式

これらは、このようなシステムを構築する上で、システム全般にかなりの影響があるものであり、現時点で基本的な構想はしておかなければならない。

(1) システム自動化の範囲

昨今の衛星データ処理システムでは、コマンド送出から撮像、ダウンリンク、受信・復調ならびにレベル0データ作成、レベル1データ作成までは、ほぼ自動運用されているのが現状である。従って、モニタ要員を除けば、この範疇は自動化するのが標準的といえる。

ただし、高次解析には解析要員が関与しなければならないし、ハードウェアの不具合時や災害時等の緊急運用では臨機応変に対応できるだけの最低限の人員はクルーとして確保しておくことが必要である。

(2) 運用管理局での集中管理レベル

プラットフォームを含め、全体システムを統括管理するのが運用管理局であるが、どのレベルまで運用管理局に集中管理させるかは良く検討しなければならない。常識的には、各局の状況監視と全プラットフォームのステータス把握は必須である。しかしながら、各システム内の個別計算機の動作状況までは把握する必要は無く、局単位でのステータス把握で充分と考える。

(3) 縮退運転とオフラインバックアップの共通ルール

各局内のシステムはその目的に応じて冗長化レベルが異なっているが、故障時に行う縮退運転についてはあらかじめ共通ルールを設定しておかないと障害時に思うような運用ができない可能性がある。

これもシステム設計フェーズで調整検討されるべき事項ではあるが、典型的な例としては以下の方法が考えられる。

- a 局内ネットワークに接続するすべてのサブシステムが共通の通信アプリケーションソフトウェアを持つことでネットワークへの接続単位で切り替え可能とする方法：

- (長所) 障害時に速やかな切り替えによる縮退運転が可能

- (短所) 大規模システムではネットワークに接続されるサブシステムが多く、各サブシステムの開発担当者ならびに採用する計算機機種が異なると、共通の通信アプリケーションソフトを装備すること自体が負担となる。

- b 切り替え時にアドレスを設定しなおすことで縮退運転に移行する方法：

- (長所) 各サブシステムは独自の開発方法が適用可能

- (短所) 障害時に運用者によって各サブシステムのネットワーク上のアドレス設定をしなおす不便さがある

これらはシステム規模や開発担当者数等を勘案して、総合的に判断するしかないものであるが、純技術的には前者の方法が好適といえる。

(4) セキュリティ管理の共通ルール

本システムでセキュリティ管理をどうするかも重要な検討課題である。その理由は、システム規模が大きく財産価値が高いことは当然としても、さらに、下記の事項についても今後慎重に検討が進められなければならないからである。

- ・高分解能の衛星画像を取得するため、その利用目的によっては国家安全保障上の制限事項に抵触する可能性もあること。例えば、国内の自衛隊施設や、米軍基地等が結果的に撮像されることが有り得るため、取得画像の扱いに最大限の注意が必要なこと

- ・民間の所有地を対象とした時も、その作物の作付け面積や成長レベルなど商業ベースで考えても重要な情報が取得できる可能性が存在すること
- ・現在、民間高分解能衛星画像の販売等が具体的になりつつあるが、上記の案件に関する問題点が議論されるのは今後であり、どのような法整備に連動するかはまだ不確定要素があること

従って、現時点では全体システムのセキュリティについては、相応に厳しい扱いで考えておくのが合理的である。

このセキュリティ方式もシステム設計フェーズで検討されねばならないが、カテゴリーとしては以下の事項が決められなければならない。

a 物理的セキュリティ：

建屋、各部屋の入退室、通信回線、電源、その他のライフラインに関する物理的なセキュリティ要素

b 論理的セキュリティ：

各機器へのアクセス、回線への接続、暗号処理、配信画像データのスクリーニングなどの論理的セキュリティ要素

c 人的セキュリティ：

人員選定、カウンセリング等によるセキュリティ

(5) 衛星撮像計画と天候の把握

SARセンサはマイクロ波能動型センサであり、天候・昼夜に関わらず撮像できるため問題とはならないが、OPSセンサでは雲の存在は通常は障害になる（雲が薄い場合や、雲そのものの存在が観測目的の場合は有効である）。そこで、OPSセンサでこの天候をどう把握して撮像計画を立案するかは運用とシステム全般に連動する重要課題である。

これは、例えば海外の商用衛星データ処理局などでも、世界中の天候情報を集めて、前日に自動立案する方法も取られており、技術的には自動撮像計画立案の可能性は十分ある。

ここで、日本国の国土を対象とした時の、この撮像計画自動立案方式と非自動立案方式につき、現状の技術レベルでの問題点、長所・短所を整理しておく。

a．自動観測計画立案方式

（長所）

少なくともOPS衛星については、運用計画立案からレベル1処理まで全面的に自動化できるため、運用員の省力化が可能となる。特に、衛星機数が多いほど、この自動化の効果は大きい。

（短所）

雲量判断（面積、雲の濃さ）次第では再観測が必要なケースも有り得るとともに、緊急時の運用計画再立案時に逆に運用員不足のケースも有り得る。

(技術的課題)

日本国の国土を対象とする場合、気象衛星のデータを利用する方法、オンボードで自動雲量計測を行い、良好と判断される場合に撮像 / ダウンリンクする方法などが有り得る。ここで、オンボードでの自動判断については、技術的な可能性はあるが、開発要素が大きい。次に、気象衛星データから自動的に撮像域を選定する方法は比較的現実的である。これは、気象衛星が配信する H i R I D (高分解能イメージャデータ) 画像を中規模利用局の設備を準備して受信し、これより画像処理により撮像の可能性の有無を示すパターン像を生成し、撮像計画のフィルタとして利用すれば良い。

しかしながら、問題は雲の有無を判断させる閾値の設定であり、このパラメータは初期チェックアウト期間でチューニングし、四季を通じての検証によりフィックスさせることが考えられる。この方法も開発要素はあるが、海外で実績があることを考えれば、技術的な射程範囲といえるであろう。

b . 非自動観測計画立案方式

日本国での現状の方法は、基本的にはユーザ要求で撮像計画を立案し、この計画で撮像を行ってしまい、処理設備で自動雲量計測を行い、所定の雲量以下なら処理を有効にして進め、プロダクトにはこの雲量情報を付加してユーザサービスを行うものである。

従って、ここでの撮像計画は計算機を用いて立案するにせよ、概念としてはマニュアルに近く、画像利用の有無をユーザ判断に委ねる思想となっている。これは、一般ユーザ配信を前提する場合は当然ともいえるが、特定ユーザ対象の実用目的での観測では、必ずしも適するとはいえない。

この方式を採用する場合は、解析局でのレベル 1 処理設備における雲量計測について、事務所での画像の利用者サービスという観点での検討が必要である。

(長所)

従来方式であり堅実である

(短所)

衛星機数が多い場合、気象情報を加味しつつ計画を立案するのはかなりの手間となる。気象情報を利用しない場合は、無駄な撮像が発生する。

(技術的課題)

気象情報を利用する場合は、目視等によって判断する必要があり所定時間内で速やかに判断できるか等の問題がある。目視で判断するにしても、何らかの画像処理を施す必要がある。

(6) 拡張性と局内ネットワーク

将来的なプラットフォーム機数の増加もしくはセンサ性能の向上等を配慮するなら地上システムではその拡張性を加味した開発が要求されることとなる。

ここでは、個々のサブシステム内の拡張性を論ずるのではなく、局内レベルでの拡張性を考える上でのネットワークについて検討する。

ネットワークでの拡張性として以下の考え方があり、そのトレードオフを行う。

a ネットワークを将来の拡張に備えてあらかじめ多めに敷設しておく方法 :

(長所) 大規模な拡張工事が必要ない

(短所) 将来の拡張レベルが確定できない場合は余裕度が規定できない

b 必要時にネットワークを拡張する方法：

(長所) 拡張時、要求仕様に応じての方式設定ができる

(短所) システムの運用を止めて、根本的な拡張工事が必要になる

これらを配慮して、システム設計フェーズで方式を決定することが必要である。

(7) シーン定義と管理

従来の地球観測衛星データ処理システムでは、太陽同期軌道をとるものが基本であり、従って、観測領域そのものをシーンとして定義できた。しかしながら、例えばT R M M衛星の如く非回帰軌道を取るものでは同一領域を観測しないためシーンの定義そのものが容易ではない。これは、そのままプロダクトの管理方式、ユーザへの配信サービス方針そのものに連動するものである。

本全体システムでは、衛星については太陽同期を基本とするが例えば飛行船でのS A R観測データなどでは、任意の観測領域が想定されるため、どういう単位で処理して配信するかを検討し、ユーザが利用しやすいように全体との整合性を取らねばならない。これもシステム設計フェーズでの検討項目である。

(8) センサ校正と検証方式

解析局のレベル1処理では、ラジオメトリック並びにジオメトリック歪補正を行いレベル1プロダクトを生成するが、センサの運用モードとして観測モードのみがあるわけではない。当然、外部校正や内部校正など特殊な運用があるタイミングで必要になる。

従って、観測計画立案に際しては、当然衛星のマヌーバ等のスケジュールやこれら特殊モードでの運用スケジュールなども加味して計画を立てなければならない。

よって、センサ校正をどう行うかについて明確化し標準運用(衛星・センサ)にどの程度の影響を与えるかをシステム設計フェーズで明確化しなければならない。

また、プラットフォーム上のセンサには軌道上の経年変化が考えられ、事務所のユーザに配信するデータが正確に観測され処理された一定品質のものであることを保証できなければならない。

そのために、上記の校正という概念以外に、定期的な検証も必要と考えられる。これは、例えば地上に基準点を設けるなどして実際の処理画像から比較して判断するものである。

(9) 保守方式

通常、衛星データ処理システムの保守は、要求元が計算機は計算機供給業者とアプリソフトはシステム開発業者と、保守契約により実施するなどが行われている。本システムでも同様の方式が考えられるが、運用人員を削減して効率的な保守を行う方法として、開発業者とセキュリティ管理制限のもとでネットワーク回線を接続し、リモートでシステム診断を開発メーカ若しくは保守運用支援業者が行う方式も考えら

れる。

これにより、開発者自身が問題発生時に直接遠隔から診断できるため、速やかな対処が可能となるケースが考えられる。

1.6.2 運用フロー検討

ここでは、全体システムの運用フローを検討する。運用フローは平常時と災害時の2ケースについてのものである。

平常時は、図-1.6.2-1、災害時は、図-1.6.2-2に示す。

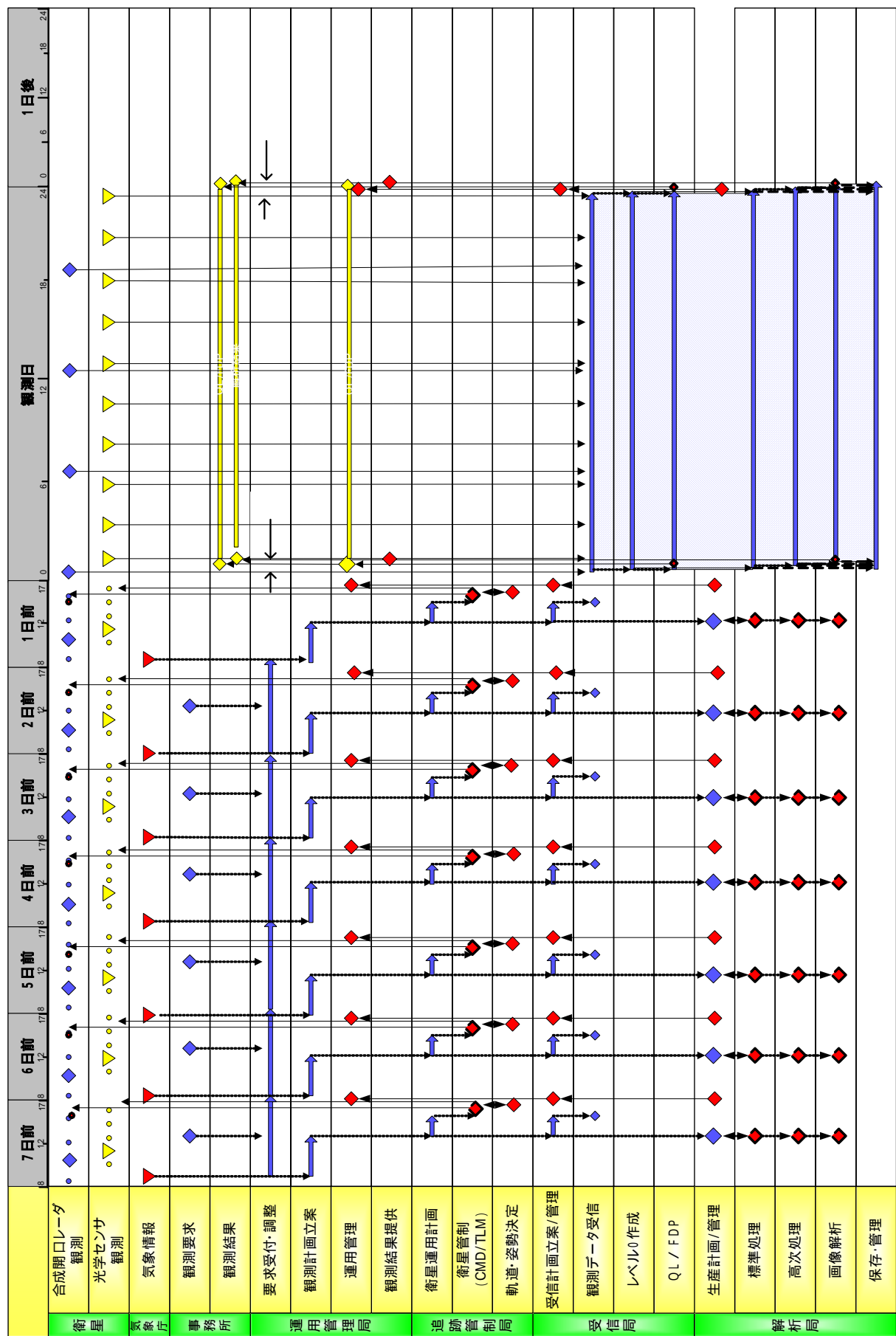


図-1.6.2-1 極軌道衛星の定常時運用フロー案

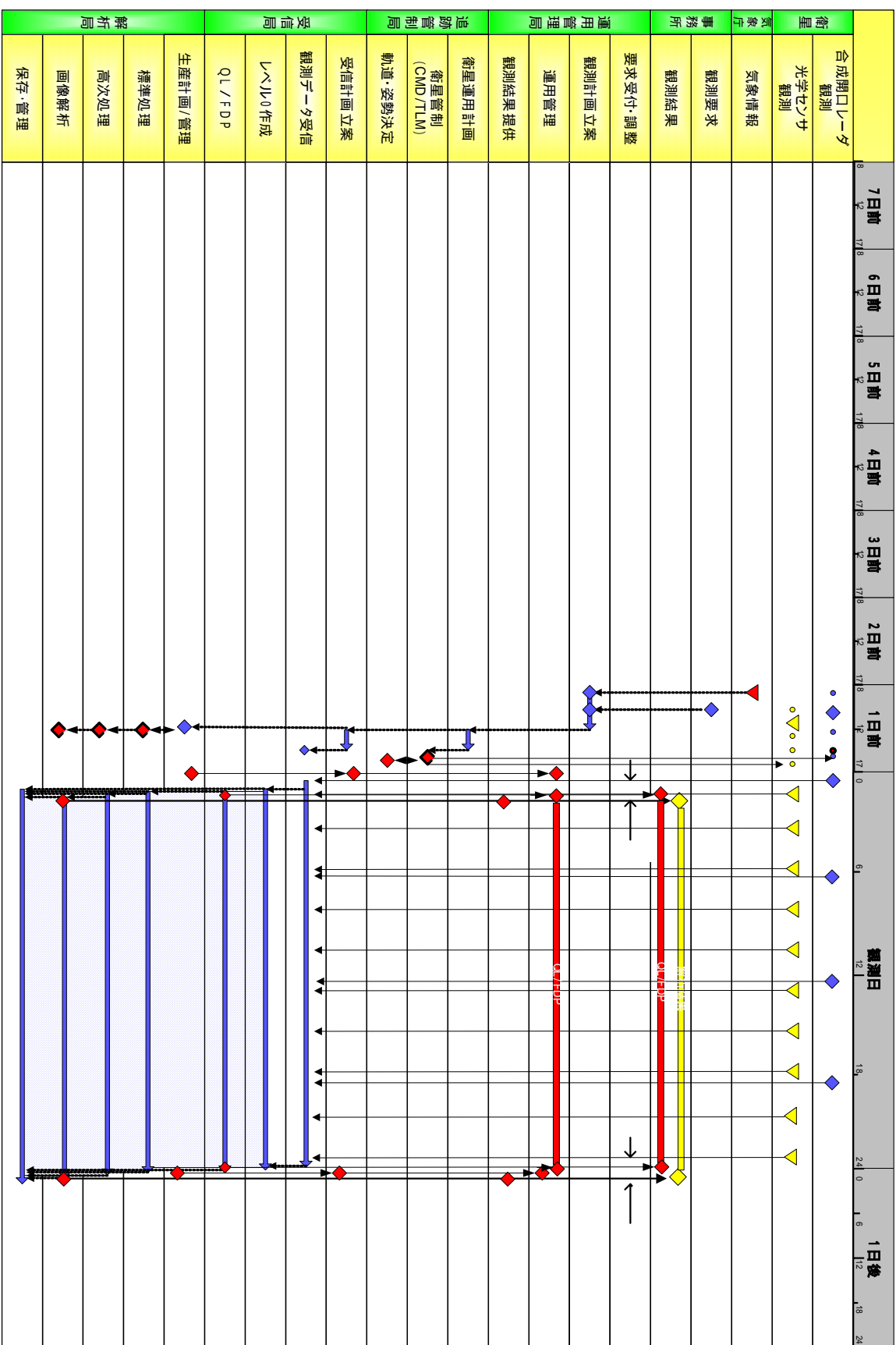


図-1.6.2-2 極軌道衛星の災害時運用フロー案

[用語解説]

(1) 運用管理施設の運用

本施設に於ける運用管理は、プラットフォーム全体の運用管理、施設内設備の運用管理を統合的に行うものである。

具体的には解析局内の運用管理機能で実施される。本機能の主な内容を以下に示す。

- a．システム管理
- b．運用計画管理
- c．観測計画の立案
- d．ミッション計画管理
- e．進捗管理
- f．要求管理
- g．作業指示作成
- h．受信計画立案
- g．その他

(2) 要求受付・調整

解析局の運用管理機能の一つとして、各事務所からのリクエストを受け付ける機能がある。もちろん、複数の要求が競合することもあり、これらを調整する機能も具備する必要がある。ここでいう要求とは、衛星の搭載センサを利用して地上のどこを、いつ観測したいのかの要求と、そもそもいつ、どこを、あるセンサで観測したデータがあるかの問い合わせもあり得る。その場合、あればデータ配信するし、無ければ新規に撮像要求しなければならない訳である。

このような要求受付の窓口機能が、要求受付・調整機能である。

(3) 観測計画立案

複数の受け付けられた観測要求を整理して、所定のプラットフォームのセンサ運用に対する計画を作成するものである。この計画そのものをユーザに開示することも考えられる。

(4) 衛星観測計画立案

立案された観測計画をベースに、衛星側の観測計画を具体的に立てるものである。そのためには、複数衛星の軌道から観測可能範囲がどうなっているか、ポインティングが必要か、どの衛星に観測させるのか、天候等の事情で観測に失敗した場合はどのようにリカバリーするのか、衛星の運用モードそのものと競合はないのか、などなどを整理して計画をたてるものである。

この出力は、受信局の追跡管制部門へ送られ、そこで具体的なコマンドシーケンスに落とされ実行されるものである。

(5) 受信計画立案

各受信局では上記の衛星観測計画からコマンド計画を具体化し、これに対応して、観測データのダウンロードをいつ受けるのかを計画する。

もちろん、システムとして複数受信局で運用の場合は、解析局の運用管理機能としてどの受信局が動作すべきかの統合的な管理はなされなければならない。

(6) 観測結果提供

受信した観測データを元に、これを事務所に配信するための伝送計画を立案するものである。これは、送信すべきデータ量、回線能力、優先度を配慮して総合的に判断されるものである。

(7) 観測計画送信（コマンド）

運用管理局で作成した各種計画が追跡管制局に送信されたのち、追跡管制局ではこれを具体的なコマンド計画に展開し、コマンドシーケンスを準備するものである。

(8) 観測

追跡管制局におけるコマンド送信機能により、所定のコマンドを送信する。

コマンド送信はリアルタイムコマンドとして直接送信してセンサを動作させるもの、時刻付きで所定の時刻になった時に実行するストアードコマンドとがあり得る。

衛星では、このコマンドが実行されることで、センサを動作させて撮像する。尚、衛星をポインティングさせて撮像する場合、衛星本体の姿勢制御を要するため、コマンド送信は単にセンサをONにするものだけとは限らない。

(9) 観測データ受信

衛星や飛行船が受信局の可視範囲に入って、受信可能となった場合、衛星または飛行船のミッションデータ送信機が観測データを受信局にダウンロードする。ここで、直接観測中の観測データをダウンロードするケースと、衛星／飛行船搭載のミッションデータレコーダに蓄積したデータをダウンロードするケースとがあり得る。

(10) Q L / F D P

受信したデータは、正式なレベル0、レベル1処理を行う前に、まず受信局ではリアルタイムに間引き処理をして画像化する処理を行う。これは、受信データの目視確認を行うとともに、災害などでの緊急処理では標準処理を待つより早く状況を認識することにも利用できるものである。

ここで、Q Lは光学センサ対応のリアルタイム概要画像であり、F D PはS A Rの概要画像である。ただし、Q Lは通常、リアルタイムにスクロールして表示されるが、F D Pは2次元の処理があるため、こま送り表示となることが一般的である。

(11) 標準処理

解析局で行うレベル1処理を称している。

レベル0処理は以降の処理に必要な校正用データを添付し、所定の編集を行うものであり、レベル1処理でラジオメトリック的な歪補正、幾何学的な歪補正を行い、地図投影した画像が作られる。

(12) 高次処理

1次処理で生成された画像を入力とし、様々な目的のために、応用的な処理を行う場合の総称である。具体的にどのような処理を準備すべきかは、センサ、ユーザ、観測データの利用目的などから決められるものである。

(13) 画像解析

解析局の主要機能であり、得られた画像から、洪水地域の抽出など具体的な目的をもって、画像処理を行い、その画像と地図や過去の取得データ、他センサデータなどを組み合わせて、本来の観測対象から目的とする情報を読み取る作業である。

(14) 保存・管理

観測データ並びに処理画像データや解析結果等を保存するもので、短期的には磁気ディスク上に保存するが、長期的には高密度磁気テープに記録し、自動倉庫に保管する。もちろん、効率的に検索できるようなデータベースを準備するものである。

(15) 観測結果提供

解析局が解析した画像データを事務所等のユーザへ提供するものである。

もちろん、いつ、誰に、何を提供したかの管理や、提供予定を提示するなどの付随的なサービス機能を具備するものである。

1.7 ランニングコストの検討

本システムを実運用するに際し、かかる費用につき試算する。もちろん、システム設計結果によりこのコストも変り得る為、あくまで一つの試算であり概算である。尚、試算は定常運用をベースで検討する。

(試算前提条件)

- (1) 地上システムそのものは原則的に終夜運転とする。
ただし、解析局はその限りではない。
- (2) センター(運用管理局・解析局)は局冗長とする。
- (3) 追跡管制局は原則無人運転とする。
- (4) 画像のハードコピーは高精度カラープリンタを想定する。
(大型写真設備はもたない)
- (5) 地上回線の運用費用は建設省の専用回線を利用することを前提して計上しない。
- (6) 運用員が何名必要かもシステム設計を完了しないと明確化できないがここでは、1日当たりで以下の想定を行った。

衛星については以下の通り。

受信局 : 1名 * 2局 * 4交代 = 8人

追跡管制局 : 1名 * 2局 * 4交代 = 8人

(2局は関東、関西を想定。管理業務/警備業務を含む。受信・追跡管制局は同一敷地内とし、相互援助しつつ2名で対応を想定。)

解析局 : 15名(運用員) + 6名(警備員)

(2局)

シーン毎解析時間 : 15分

1日の1人当たりの正味の解析時間 : 6時間

(あとは準備、引継ぎ、日報作成など)

1人の平均解析シーン数 = 24シーン

1日当たりの総解析シーン数 = 事務所数

= 250シーン

日勤帯必要人員 = 11名

解析局管理人員/共通人員 = 2名 * 2局 = 4名

(2局で半分ずつ処置するとして総員は11名)

警備員 = 2局 * 3名 = 6人日

(警備員は8H勤務)

運用管理局 : 30名(運用)

(2局)	ユーザサービス担当 (要求受付・調整)	1 名
	観測要求等担当	1 名 * 4 交代 4 名
	ステータスマニタ等担当	1 名 * 4 交代 4 名
	全体管理	1 名 * 4 交代 4 名
	管理業務	2 名

(解析センターと同一敷地内にセンターとして設置し、警備員は兼務)

(ランニングコスト試算 (年間))

人件費： 61人 * 365日 * 365 / 240日 * 5 万円
+ 6 人 * 365日 * 365 / 240日 * 3 万円
= 18億円 + 1 億円 = 19億円
(警備費含む)

(注) 上記レートは訓練教育により機器運用会社の人員で運用できる前提である。

また、年間有効労働日数を240日とした。

インフラストラクチャ： 5 億円 (仮定)

- ・ 機器と施設の電気代
- ・ 水道
- ・ ガス
- ・ 通信費用 (電話、F A X、メール)
- ・ 清掃依頼費用
- ・ 建屋補修費用
- ・ その他

機器運用費用： 1 億円 (仮定)

- ・ 消耗品 (媒体、プリンタ用紙、カラーハードコピー用紙他)

機器定期保守費用： 3 億円 (仮定)

その他厚生費用： 1 億円 (仮定)

年間の全体ランニングコスト = 29億円程度

1.8 システム導入効果の評価検討

次に、本システムを導入する場合の効果につき評価する。評価は代表例として河川管理を対象とし、管理内容毎にその効果の見込みを表-1.8-1に示す。

本システム導入に伴う効果として、以下の項目が考えられる。

システム導入効果：

- (1) プラットフォーム搭載センサを利用することで、広域及び局所領域に関して、定期的に河川等の災害環視や管理が行える。
- (2) 従来の河川管理に加えて取得したデジタルデータを計算機処理することで、変化の把握や予測など多くの付加情報が入手できる。
- (3) 河川管理や河川災害環視以外にも、火災・津波・地震・台風等の被害状況把握など広範な国土管理への応用が可能となる。
- (4) 悪天候時の河川管理等における監視員の安全維持にも貢献しうる。
- (5) 国内における河川等国土管理を目的とするも、場合によっては、海外における自然災害に関する情報を取得・提供することで、国際貢献し得る。
- (6) 統合的なシステムとして、同時多発的な自然災害時にも速やかに全体把握が可能であり、対策立案に供する情報提供が可能である。
- (7) 継続的に膨大な観測データの蓄積が可能であり、これを利用して全体的な傾向性把握も可能となる。さらに、解析手法そのものを逐次改良させてゆくことが可能となる。
- (8) 自動車・航空機・ヘリコプターのテンポラリな利用に制限がある場合も的確に現場の状況が把握できる。
- (9) 合成開口レーダをプラットフォームに搭載することで、天候ならびに昼夜の区別無く現場状況が把握できる。

また、このようなシステム導入が新規開発時にどの程度のコストとなるかの見通しを整理する。

コスト見通し：システム構成によりコストは変るが、ここでは基本ブロックを組み合わせで試算することとする。計算式は以下のものである。

全体コスト	A
衛星コスト	B
衛星機数	N B
解析局コスト	D
解析局数	N D
解析局ソフト	N S
運用管理局コスト	U

運用管理局数	N U
衛星追跡管制局コスト	E 1
衛星追跡管制局数	N E 1
衛星受信処理局コスト	F 1
衛星受信処理局数	N F 1
衛星打ち上げコスト	I
衛星打ち上げ回数	N I

計算式：

$$A = B * N B + D * N D + U * N U + N S + E 1 * N E 1 + F 1 * N F 1 + I * N I$$

ここで、冗長系を組む場合、必ずしも局数で単純比例配分ではないが、ここでは上記コストに平均的に加わるものとする。また、インテグレーションコストも規模によるが、ここでは平均的な想定を行う。また、プラットフォームのコストはセンサ費用を含むものとし、S A RとO P Sも同等コストで考えている。また、ネットワーク費用は除外している。ただし、土地代と建屋代は除外しておくが、計算機費用は含める。この計算は、あくまで経験的にどの程度のオーダになるかを見通す為の仮の概算に過ぎず、将来的に、具体的なシステム設計を経て、初めて見積が可能となることに留意しなければならない。

試算例：

B	=	300億円
N B	=	8機
D	=	150億円
N D	=	2局
N S	=	30億円
U	=	150億円
N U	=	2局
E 1	=	100億円
N E 1	=	2局
F 1	=	50億円
N F 1	=	2局
I	=	100億円
N I	=	44回(2機づつ)

と仮定するなら、衛星ケースのコスト試算は以下の通り。

$$A = 3,730 \text{ 億円}$$

最後に、ここでの評価については、厳密にはそれぞれ高分解能センサ画像を四季並びに各種天候及び複数のポインティング角をパラメータとして取得し、高次解析処理結果を評価しなければ断定まではできない。しかし、レベル1画像を視認することを事務所での利用の標準と考えるなら、概ね本表で示すような評価ができるものと考えられる。

一般に、この評価については、以下のような技術的な難しさが考えられ、そのポイントを整理しておく。

- ・自然界を対象とするモニタリングシステムに共通な要素として、認識率を規定するパラメータ数が非常に多くなる。例えば、春と冬のOPS画像の見え方は大気の影響も大きく、全く異なっている。また、乾燥状態か雨上がりかなどでもOPS画像の見え方は異なる。
- ・独自には何かが識別できなくとも、他センサ画像データや地図情報など別の参考情報があれば、再認できるケースもあり、認識できるか否かの定義が難しい。
- ・地表分解能ぎりぎりの対象物体については、センサのサンプリングのタイミング次第で、見え方が異なることもあり得る。
- ・所謂官能検査と呼ばれる人間の感覚に頼る検査でも、対象の識別に個人差が現れることが知られており、衛星からの観測画像でも、分解能が高く画像そのものに意味ある情報が多く含まれると、識別には個人差が現れる。
(低分解能画像であれば、河川・森林・平地・都市部・裸地などの10カテゴリー程度の対象しか視認できないが、1m級分解能ではテニスコートのラインまで映る。つまり画像の中で意味のある画素の集合が非常に多くなる。)
- ・このような評価をより厳密に行うには、商用衛星画像での見え方の研究を各種条件毎に積み上げるような研究も必要ではあるが、逆に、実運用を通してパラメータチューニングを行い、実績を積み上げることのほうが現実的であろう。