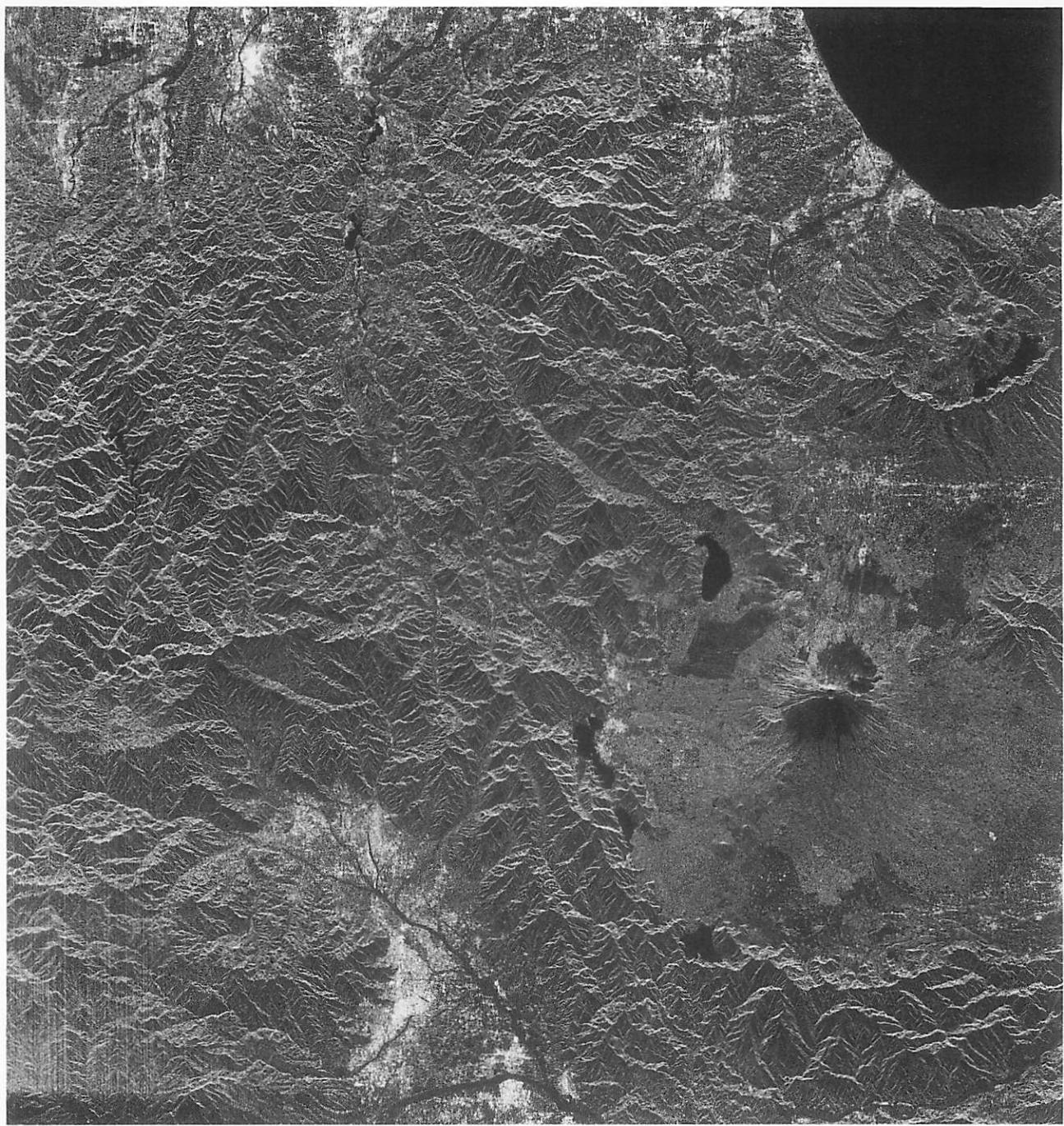


# 地球観測データ利用ハンドブック

—JERS-1 編—



宇宙開発事業団 地球観測センター



J E R S - 1   S A R   — 富士山周辺 —  
パス : 065   ロウ : 241   観測日 : 1992年10月16日

表紙：  
J E R S - 1   O P S (V N I R)   — 富士山周辺 —  
パス : 066   ロウ : 241   観測日 : 1993年11月25日  
ナチュラルカラー合成 : バンド1(青), バンド2(赤), バンド3(緑)

## はじめに

1972年7月、米国が地球観測衛星LANDSATを打ち上げて、宇宙の軌道上から地球表面の定期的観測が行なわれるようになり、従来の観測では不可能であった空間的な広がりを持った現象の把握や継続的な観測による時間的な変化の抽出ができるようになりました。1992年6月にはブラジルのリオネジャネイロでUNCED（国連環境開発会議）が開催され、世界的な環境問題に対する関心の高まりとともに地球観測衛星が果たす役割にも期待が高まっております。

地球観測センターでは1978年10月の開設以来、LANDSAT衛星シリーズ（現在はLANDSAT-5）、1988年10月よりSPOT衛星シリーズ（現在はSPOT-3）、1978年2月よりMOS-1（現在はMOS-1bも受信）の受信を開始し、現在も継続的にデータを取得しております。1993年11月時点では、LANDSAT5号、SPOT2号、MOS-1、MOS-1b、ERS-1、JERS-1の計6機の地球観測衛星のデータを受信しており、これらのデータを処理した後、フィルム・写真・磁気テープ・フロッピーなどの形で財団法人リモートセンシング技術センターを通して利用者の方々に配布しており、様々な用途に利用されています。

1992年2月地球資源衛星1号「芙蓉1号」（JERS-1）が宇宙開発事業団により打ち上げられました。JERS-1は、合成開口レーダ（SAR）と光学センサー（OPS）の2種類のセンサーを搭載し、またミッション記録装置（MDR）も搭載されています。MDRは地上局の受信範囲以外の地域の観測データを記録し、地球観測センター及びアラスカ局（フェアバンクス）で記録データのダウンリンクを行っています。これにより世界をカバーするグローバルデータセットの作成が可能になりました。

SARはマイクロ波を送信し、地表面からの反射パルスを受信する能動型センサで雲等の天候の影響を受けずに18mの分解能による対象物の観測が可能で資源探査を中心として国土調査、地形地質調査に役立つと期待されています。OPSは同じく18mの分解能を持ち、水質・植生の調査、環境保全、地図の作成などに応用されることでしょう。「地球観測データ利用ハンドブック—JERS-1編—」は従来の衛星にない特徴を有するJERS-1衛星データを十分に活用していただくために作成したものです。

今後、地球観測センターでは宇宙開発事業団が打ち上げる予定の地球観測プラットフォーム技術衛星（ADEOS；1996年打上予定）、また熱帯降雨観測衛星（TRMM；1997年打上予定）についても受信・処理していく予定です。また各応用分野において具体的な問題解決のための応用解析や利用者の便宜を図るために情報システム等も拡充していく所存です。

最後に本書の作成・編集に当たり、多忙の中、御協力いただきましたNASDA、RESTECの関係者の皆様に心から感謝するとともに、原稿作成にあたった委託先の株式会社エイブリーコンサルティングの方々に深く御礼を申し上げる次第です。

平成6年2月

宇宙開発事業団地球観測センター

所長 飯田雄啓

## 目 次

第1章 ミッション .....	1
第2章 地球観測システム .....	5
2. 1 観測システム .....	7
2. 2 ミッション機器 .....	10
2. 2. 1 合成開口レーダ (S A R) .....	10
2. 2. 2 光学センサ (O P S) .....	22
2. 2. 3 ミッション記録装置 (M D R) .....	34
2. 2. 4 ミッション送信機 (M D T) .....	39
2. 3 軌道とG R S .....	43
2. 3. 1 軌道 .....	43
2. 3. 2 G R S .....	45
2. 3. 3 カバレージ .....	47
2. 4 運用システム .....	54
2. 4. 1 中央追跡管制所 (T A C C) .....	54
2. 4. 2 地球観測センター (E O C) .....	59
2. 4. 3 海外局 (アラスカ、フェアバンスク局) .....	62
2. 4. 4 外国局 .....	62
2. 4. 5 衛星運用計画立案の過程 .....	63
2. 4. 6 観測機器の初期運用評価 .....	66
2. 5 運用モード .....	67
第3章 出力データ成果品 .....	71
3. 1 処理データの種類 .....	73
3. 1. 1 画像処理データ .....	73
3. 2 CCT .....	73
3. 2. 1 CCTの互換性 .....	73
3. 2. 2 S A R CCTフォーマット .....	73
3. 2. 3 O P S CCTフォーマット .....	84
3. 3 写真 .....	91

3. 3. 1 SARフィルム画像 .....	91
3. 3. 2 OPSフィルム画像 .....	92
3. 4 クイックルック写真 .....	92
第4章 J E R S - 1 データの提供 .....	103
4. 1 J E R S - 1 データの保存 .....	105
4. 2 データ検索 .....	106
4. 2. 1 SINFONIA .....	107
4. 2. 2 検索依頼と検索結果 .....	108
4. 2. 3 クイックルック写真の提供 .....	108

## 資料編

A. ミッション機器 .....	111
A. 1 SAR .....	113
A. 1. 1 ラジオメトリック性能 .....	113
A. 1. 1. 1 S/A (Signal to Ambiguity Ratio) .....	113
A. 1. 1. 2 アンテナパターン .....	115
A. 1. 1. 3 S T C (Sensitivity Time Control) .....	121
A. 1. 1. 4 A G C (Automatic Gain Control) .....	123
A. 1. 1. 5 M G C (Manual Gain Control) .....	125
A. 1. 1. 6 ラジオメトリック分解能 .....	128
A. 1. 1. 7 S/N (Signal to Noise)評価 .....	129
A. 1. 2 ジオメトリック性能 .....	131
A. 1. 2. 1 幾何学的歪補正 .....	131
A. 1. 2. 2 空間分解能 .....	133
A. 1. 3 校 正 .....	135
A. 1. 3. 1 校正モードの動作原理及び運用方法 .....	135
A. 1. 4 データフォーマット .....	137
A. 1. 4. 1 データフォーマット .....	137
A. 2 OPS .....	141
A. 2. 1 ラジオメトリック性能 .....	141
A. 2. 1. 1 観測波長域 .....	141
A. 2. 1. 2 帯域端応答傾斜特性 .....	142
A. 2. 1. 3 帯域外分光感度 .....	142
A. 2. 1. 4 ダイナミックレンジ .....	142
A. 2. 1. 5 S/N .....	143
A. 2. 1. 6 M T F .....	144
A. 2. 1. 7 撮像周期 .....	145
A. 2. 1. 8 リニアリティ .....	146
A. 2. 1. 9 ゲイン切替 .....	146

A. 2. 1. 10	画素間感度偏差	147
A. 2. 2	ジオメトリック性能	148
A. 2. 2. 1	瞬時視野角	148
A. 2. 2. 2	視野角	148
A. 2. 2. 3	立体視角度	149
A. 2. 2. 4	バンド間レジストレーション	149
A. 2. 3	校 正	150
A. 2. 3. 1	概 要	150
A. 2. 3. 2	方式及び構成	150
A. 2. 4	データフォーマット	153
A. 2. 4. 1	データフォーマット	153
A. 2. 4. 2	スクランブルコード	153
A. 3	MDR	155
A. 3. 1	システムの機能	155
A. 3. 1. 1	記 録	155
A. 3. 1. 2	再 生	155
A. 3. 1. 3	送り／逆戻し	156
A. 3. 1. 4	低電圧保護機能	156
A. 3. 1. 5	エラー検出及び再編成機能	156
A. 3. 2	システム運用	158
A. 3. 2. 1	運用モード	158
A. 3. 3	運用条件	160
A. 3. 3. 1	機械的条件	160
A. 3. 3. 2	熱的条件	160
A. 4	MDT	162
A. 4. 1	システムの機能	162
A. 4. 1. 1	運用モード	162
A. 4. 1. 2	一次電源	163
A. 4. 2	システムの運用及び動作	164
A. 4. 2. 1	オフモード	164

A. 4. 2. 2 プリヒートモード	164
A. 4. 2. 3 記録モード	164
A. 4. 2. 4 1波送信モード	164
A. 4. 2. 5 1波送信+記録モード	164
A. 4. 2. 6 2波送信モード	164
A. 4. 2. 7 停止	164
A. 4. 3 回線設計	166
 B. 衛星システム	169
B. 1 座標系の定義	171
B. 2 通信及びデータ処理系 (C & D H)	176
B. 2. 1 機能	176
B. 2. 2 構成	177
B. 2. 3 性能	178
B. 3 電源パドル系 (E P S)	188
B. 3. 1 機能	188
B. 3. 2 構成	188
B. 3. 3 性能	189
B. 4 姿勢軌道制御系 (A O C S)	193
B. 4. 1 構成	193
B. 4. 2 機能	194
B. 4. 3 軌道保持性能	194
B. 4. 4 姿勢保持性能	195
B. 5 ガスジェット系 (R C S)	195
B. 6 热制御系 (T C S)	195
B. 7 構体系 (S T R)	196
 C. データ受信局及び回線	199
C. 1 データ受信局への要求	199
C. 1. 1 地球観測センター (E O C)	199

C. 1. 2 海外局	199
C. 1. 3 外国局	199
C. 1. 4 追跡管制所 (T A C S)	199
C. 1. 5 海外可搬局	199
C. 1. 6 NOAA	199
C. 1. 7 E S A / C N E S	199
C. 2 回線設計	199
D. 運用管制機能	203
D. 1 ミッション運用管理機能	205
D. 2 テレメトリデータ監視機能	209
D. 3 クイックルック画像表示機能	212
D. 3. 1 クイックルック処理部	214
D. 3. 2 クイックルック制御部	215
D. 3. 3 クイックルック画像記録部	215
E. G R S	217
E. 1 G R Sのモデル	219
E. 1. 1 G R Sのゾーン	219
E. 1. 2 各ゾーン毎のG R S表現式	219
E. 2 G R Sの計算式	221
E. 3 G R Sの格子点の分布	222
E. 4 地球モデル	223
E. 5 経緯度からG R Sへの変換	223
F. 地球観測センターのデータ処理設備	227
F. 1 構成	229
F. 2 S A R処理ソフトウェア	235
F. 2. 1 画像再生処理	239
F. 2. 1. 1 レンジ圧縮	240

F. 2. 1. 2 アジマス圧縮	245
F. 2. 2 ラジオメトリック歪補正	250
F. 2. 2. 1 AGC補正	250
F. 2. 2. 2 テーブルによる補正	252
F. 2. 3 ジオメトリック補正	259
F. 2. 3. 1 グラント／スラントレンジ変換	261
F. 2. 3. 2 地図投影	261
F. 2. 3. 3 ヒストグラム変換	262
F. 2. 3. 4 ジオメトリック・AGC補正	262
F. 2. 4 GCP抽出	262
F. 2. 5 GCPによる補正	264
F. 2. 6 標高データによる補正	267
F. 3 OPS処理ソフトウェア	270
F. 3. 1 ラジオメトリック補正	273
F. 3. 1. 1 ラジオメトリック歪補正項目	273
F. 3. 1. 2 ラジオメトリック補正方式	275
F. 3. 2 ジオメトリック補正	281
F. 3. 2. 1 ジオメトリック歪補正項目	281
F. 3. 2. 2 入力座標から出力座標への投影	285
F. 3. 2. 3 出力座標から入力座標への投影	289
F. 3. 2. 4 擬似アフィン変換式の作成	289
F. 3. 2. 5 リサンプリング法	290
G. フィルム特性	295
G. 1 $\gamma$ 補正	297

## 第1章 ミッション

## 第1章 ミッション

地球資源衛星1号J E R S - 1 (Japanese Earth Resources Satellite-1) は、地球資源情報を広域に渡り効果的に収集することを主目的とし、国土調査、農林業、環境保全、防災、沿岸監視等、能動的な観測を行うことを目的とした衛星である。

平成4年2月にH-1ロケットにより種子島宇宙センターから打ち上げられ、追跡管制および観測データの取得・処理を行なっている。J E R S - 1のミッションは打ち上げ後2年間において下記の目的を達成することである。

- (1) 合成開口レーダ（S A R）及び光学センサ（O P S）による地球全般の観測
- (2) 地球資源観測総合システムの確立
- (3) 地球資源観測機器の開発及び機能、性能の確認
- (4) 地球資源衛星バス機器の開発及び機能、性能の確認

表1-1にJ E R S - 1計画の全体スケジュールを示す。

表1-1 地球資源衛星1号（JERS-1）開発スケジュール

## 第2章 地球観測システム

## 第2章 地球観測システム

### 2.1 観測システム

JERS-1の観測システムは大きく宇宙セグメントと地上セグメントに分かれる。宇宙セグメントは衛星本体のJERS-1である。地上セグメントは、追跡管制システムおよびデータ取得処理等システムがある。

#### (1) 衛星

JERS-1は図2-1-1のような外観の地球観測衛星で、合成開口レーダ（SAR : Synthetic Aperture Radar）と、可視近赤外放射計（VNIR : Visible and Near Infrared Radiometer）と短波長赤外放射計（SWIR : Short Wave Infrared Radiometer）の二つの放射計から構成される光学センサ（OPS : Optical Sensor）の2台の観測機器、ミッション記録装置（MDR : Mission Data Recorder）、ミッション送信機（MDT : Mission data Transmitter）から成るミッション機器と、電源パドル、姿勢軌道制御、熱制御等のサブシステムを搭載している。

JERS-1は、観測機器によるデータ取得の効果的機能を最も発揮するように、定期的に、しかも繰り返し地表を観測するように太陽同期準回帰軌道を周回している。衛星は約96分で地球を1周し、1日に15-1/44周まわって44日間ごとに最初の軌道に戻る。

JERS-1の主要諸元を表2-1-1に示す。

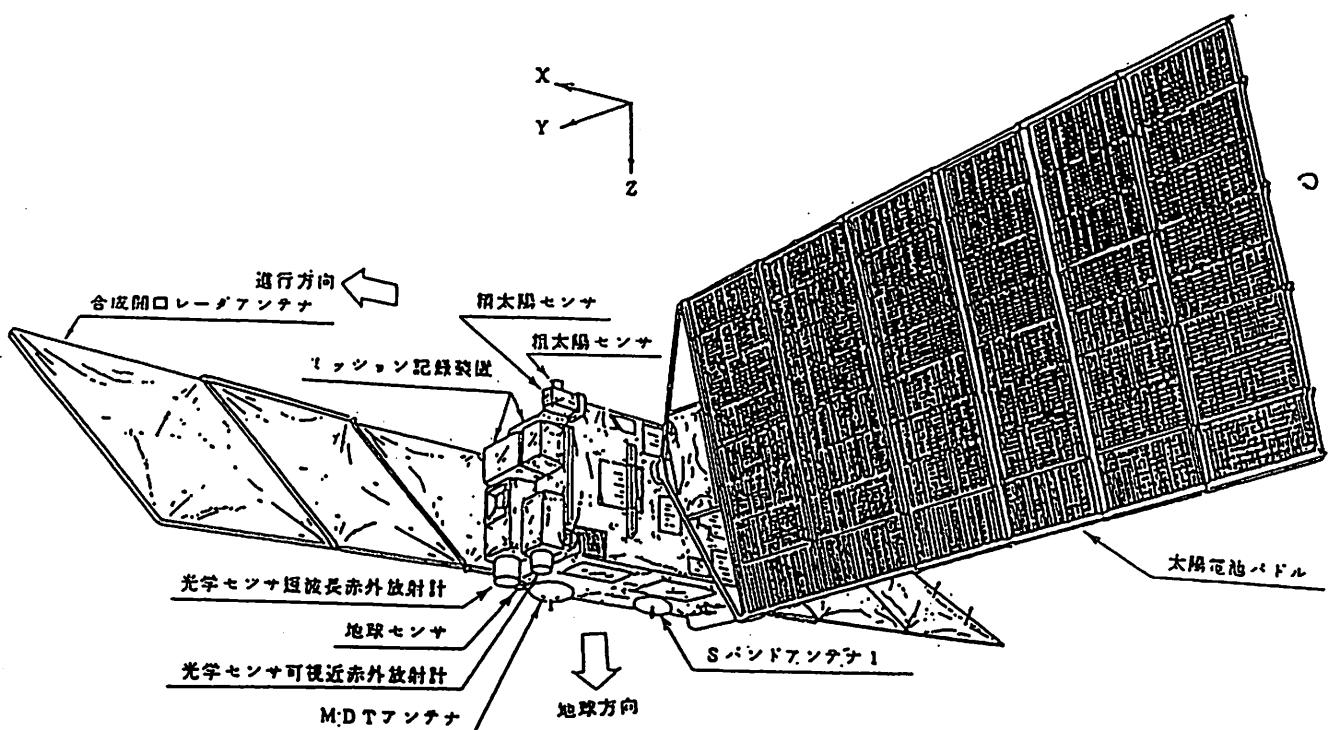


図2-1-1 JERS-1の概観図

表2-1-1 JERS-1の主要諸元

項 目	区 分 数値等データ	備 考
衛星地上高 周道傾斜角 軌道周期 衛星軌道 回帰日 1日あたり周回数 降交点通過地方平均太陽時 隣接する地上軌道の間隔	約 568km 約96分 97.67° 太陽周期準回帰軌道 44日 15-1 / 44周 10時30分～11時00分 60.7km	赤道上空 659周回
姿勢制御方式	三軸制御	{ 姿勢誤差：ロール、ピッチ、ヨー共に 0.3° 変化率誤差：ロール、ピッチ、ヨー共に 0.003° / sec (観測中, 3σ)
搭載ミッション機器	合成開口レーダ(SAR) 光学センサ(OPS) ミッション送信機(MDT) ミッション記録装置(MDR)	2台
通信リンク	2 GHz帯 8 GHz帯	テレメトリデータ, レンジアンドレンジレートデータ 画像データ, テレメトリデータ
打上げロケット 打上げ月日 衛星総重量 運用期間	H-Iロケット2段式 1992年2月11日 1.340kg 2年	打上げ時

## (2) 追跡管制

J E R S - 1 の追跡管制は、筑波宇宙センターにある中央追跡管制所（T A C C ; Tracking and Control Center）と、勝浦、増田、沖縄の追跡管制所（T A C S ; Tracking and Control Stations）およびスウェーデンのキルナに設置した可搬型追跡管制局（N T S K : NASDA Transportable TTC Station-1/Kiruna）によって行われる。

## (3) データ取得処理等システム

### (イ) 運用管制機能

J E R S - 1 データの利用者からのデータ取得要求をとりまとめ、衛星の各種制約条件を踏えて、衛星の運用計画を作成し、衛星の状態分析・評価を行うとともに必要な諸情報を利用者に提供する機能を有する。

### (ロ) データ取得処理配布機能

運用管制機能からの要求に基づき、地球観測データを受信・記録し、データ処理を行うとともに、取得データの保存、配布の機能を有する。

## (4) J E R S - 1 データ利用者

J E R S - 1 データ利用者は、検証参加機関、一般利用者および外国受信局で構成される。

J E R S - 1 検証はJ E R S - 1 搭載ミッション機器による観測データと海表・地表の観測データ（シートルース・グランドトルースデータ）との比較照合および解析評価によりJ E R S - 1 地球観測システム全体の機能・性能を確認するものである。

## 2.2 ミッション機器

### 2.2.1 合成開口レーダ（SAR）

#### 2.2.1.1 観測原理

合成開口レーダ（SAR）は、能動型のマイクロ波センサであり、合成開口技術およびパルス圧縮技術により通常のレーダより格段に高い分解能が得られるとともに、天候、昼夜に左右されず観測できるという光学センサにない優れた特徴を持つ。

SARの観測概念図を図2-2-1に示す。SARは衛星進行方向に直交した斜め下方向にパルス電波を次々と発射し、その地表面からの散乱・反射波を受信する。散乱・反射波の強度は、斜面の前面は明るく（散乱・反射が大きい）、背面は暗い（散乱・反射が小さい）。また滑らかな面は暗く、荒い面は明るい等、地表面の状態によって異なり、この明暗が最終的に画像となって表現される。また、マイクロ波であるため、植生あるいは、乾いた砂地等を透過してその下の情報を得ることができる。

受信された散乱・反射波は衛星上で検波処理、ディジタル化等の処理がされた後、ミッション送信機（MDT）を経て地上に送られる。地上においては、高分解能を得るためにデータ処理が、レンジ方向（電波の発射方向）およびアジマス方向（衛星進行方向）それぞれに行われる。特に、アジマス処理では、合成開口技術の採用により、小さなアンテナでその約千倍ものアンテナと同等な性能を得ることができ、これにより衛星に搭載可能なアンテナ寸法で高い分解能の実現が可能となっている。以下に合成開口技術とパルス圧縮技術の原理を示す。

## (1) 合成開口技術

図2-2-2に合成開口技術の原理を示す。SARは、直線上を移動しながら、アンテナから一秒間に1,505回～1,606回ものパルス電波を地上に発射し同一アンテナで地表面からの反射波を受信する。通常のレーダでは反射波の強度のみを測定するのに対し、SARでは反射波の強度および位相を観測する。そして、地上の処理において、異なる位置において観測された反射波強度を位相が等しくなるよう補正（レンジマイグレーション補正）したのち、加算する（この処理をアジャス圧縮と呼ぶ）ことにより、等価的に軌道上で大きなアンテナで観測したのと同じ効果を生み出している。理論的には、アンテナの実開口長の半分の分解能を得られる。従って、アンテナを小さくすればするほど分解能が上がることになるが、一方でアンテナのゲインが下がり、S/Nが悪くなるため、SARの実開口長は、ある適当な値をもつ。JERS-1のSARでは実開口長11.9mのアンテナを使っている。

## (2) パルス圧縮技術

レンジ方向では、パルス電波が発射されて、地表から跳ね返ってきた時の、その時間差によって、A、B2点を識別する。A、B2点の距離が近づいてきて、B点の反射パルスがA点の反射パルスに重なってしまうと、A、B2点の識別ができなくなる。従って、分解能を上げるために送信のパルス幅を短くする必要がある。しかし、このパルス幅を短くすると、平均電力が小さくなり、S/Nが劣化する問題が生ずる。

そのため、SARではパルス圧縮技術を使用する。図2-2-3にパルス圧縮の原理を示す。図2-2-3(a)に示すように、送信時に、ある適当な長さのパルス幅Tの中で周波数を直線的(同図(b)の特性)に周波数変調(周波数偏移 $\Delta f$ )する。この変調方式をチャープ変調方式、またその結果得られるパルス信号をチャープパルスと呼ぶ。この周波数変調されたパルス電波の地表面からの反射波は、軌道上で検波処理、ディジタル化された後、地上へ送信される。地上のデータ処理において、今度は逆の特性(同図(c)の特性)を持つ周波数変換を行うと、同図(d)のような狭いパルス幅で大きな出力が得られる。このパルス圧縮作用により、振幅は $\sqrt{T \cdot \Delta f}$ 倍、パルス幅は $1 / (T \cdot \Delta f)$ 倍になり、 $\Delta f$ を増すほど、距離分解能およびS/Nが向上することがわかる。

JERS-1のSARの送信パルス概念図を図2-2-4に示す。送信出力1,100W～1,500W、送信時間 $35\mu\text{sec}$ のパルスであり、この間に周波数が1,282.5MHzから1,267.5MHzまで線形に変化する。帯域幅は15MHzである。

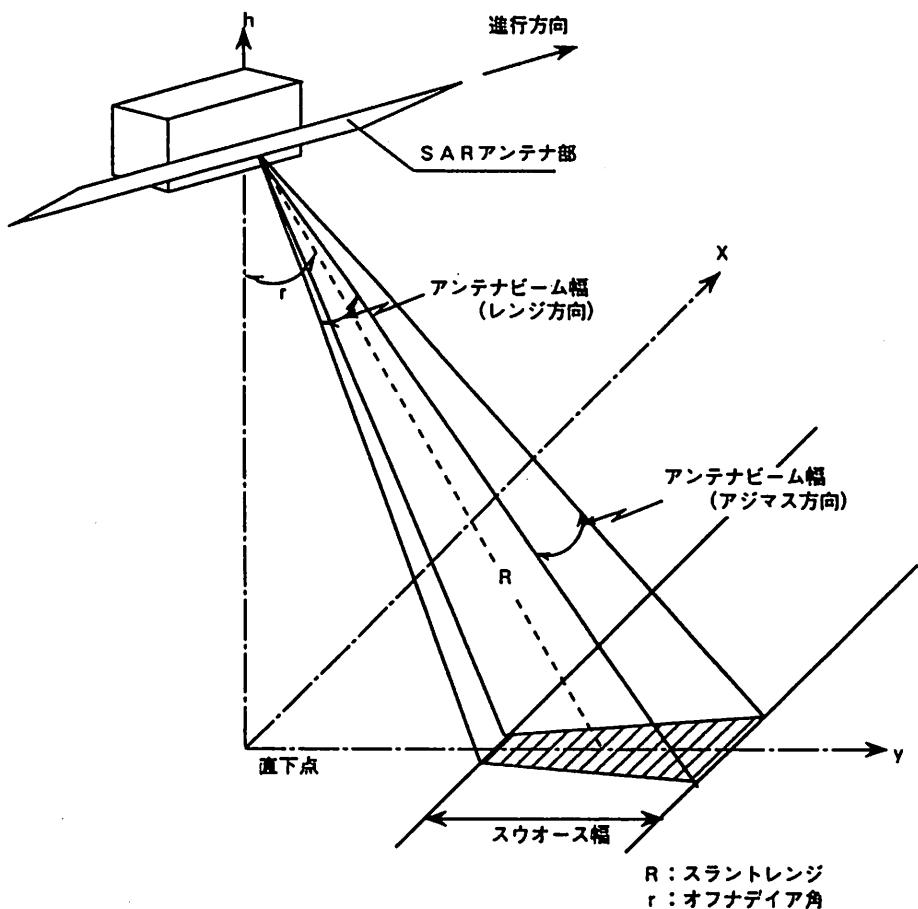


図 2-2-1 SAR の観測概念図

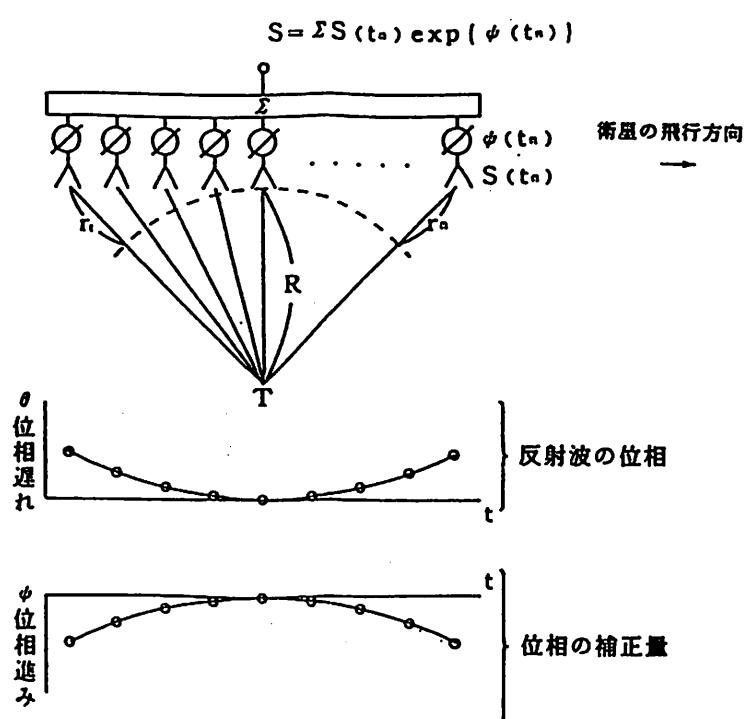


図 2-2-2 合成開口技術の原理

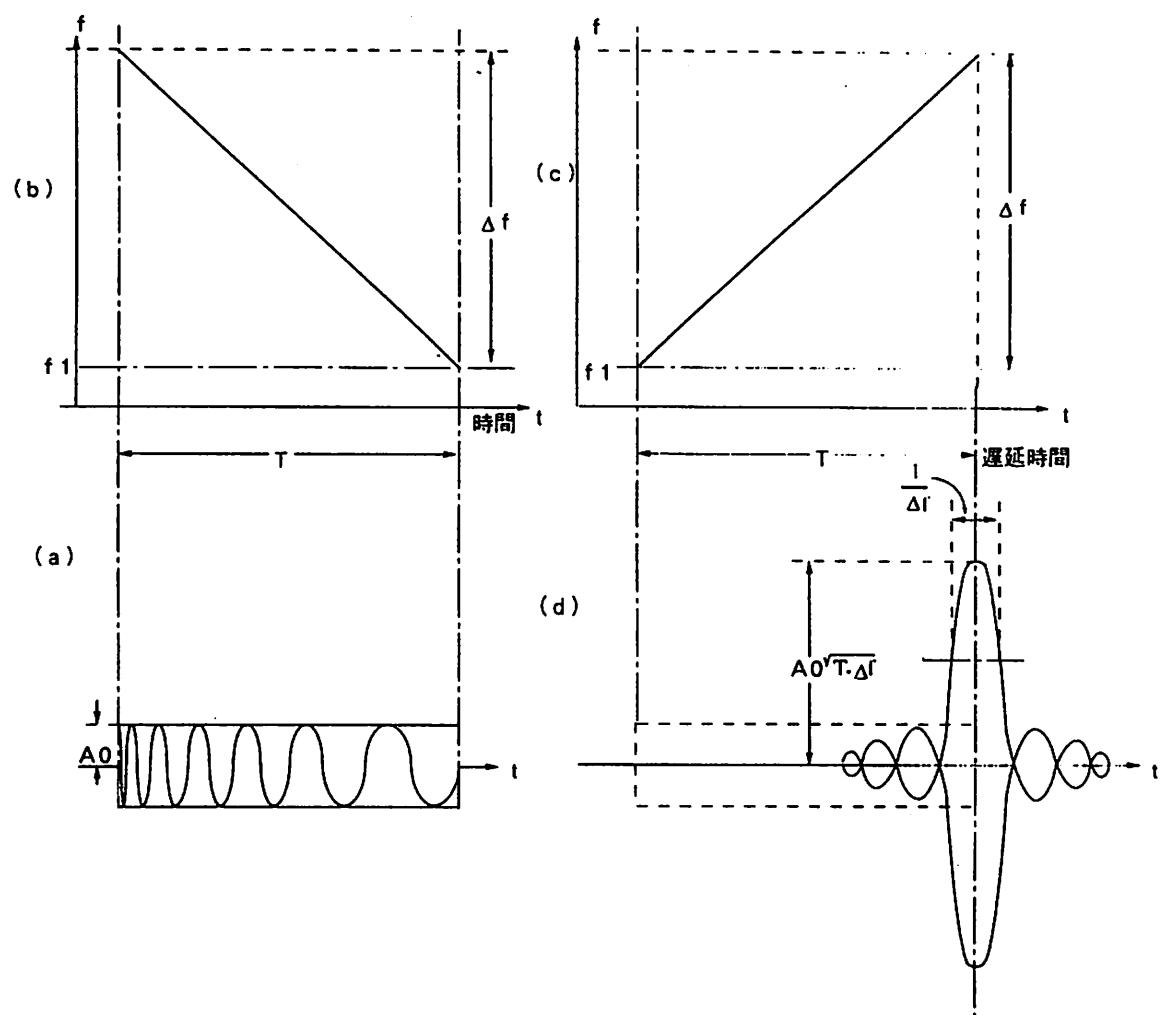


図 2-2-3 パルス圧縮技術の原理

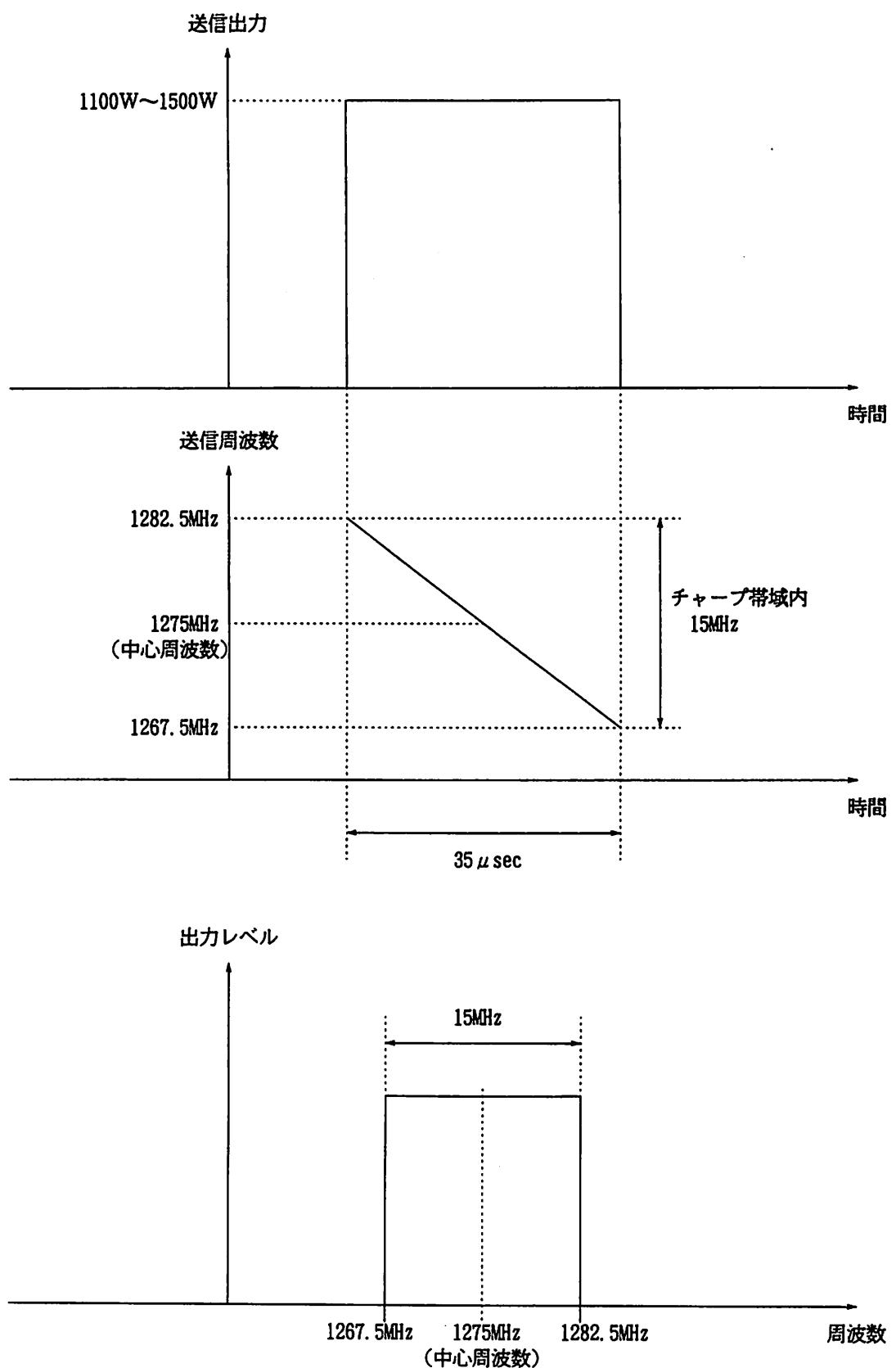


図 2-2-4 送信パルス概念図

## 2.2.1.2 構成および機能・性能

### (1) 構成

SARの構成を図2-2-5に機能ブロック図を図2-2-6に示す。

### (2) 機能

SARの主要機能は、以下の通りである。

- ① アンテナ部を、衛星打ち上げ時には衛星側面に折り畳まれた状態でロケットフェアリング内に収納し、軌道投入後に展開すること。
- ② 線形周波数変調（チャーブ変調）されたパルス電波を地球表面の所定の観測域に放射すること。
- ③ 地球表面からの散乱・反射波を受信し、コヒーレント検波を行いビデオ信号とすること。
- ④ ビデオ信号をディジタル化し、フォーマットを整えミッション送信機へ出力すること。
- ⑤ 衛星本体からのコマンド信号を受信し、運用制御を行うとともにSARの状態をテレメトリ信号として衛星本体へ出力すること。

### (3) 性能

#### ① システム性能

SARの主要システム性能を表2-2-1に示す。

#### ② 信号特性

##### ○周波数遷移

SARの周波数遷移を図2-2-7に示す。

##### ○信号レベル

SARの送信信号、受信信号および校正信号のレベルダイヤグラムを図2-2-8から図2-2-10に示す。

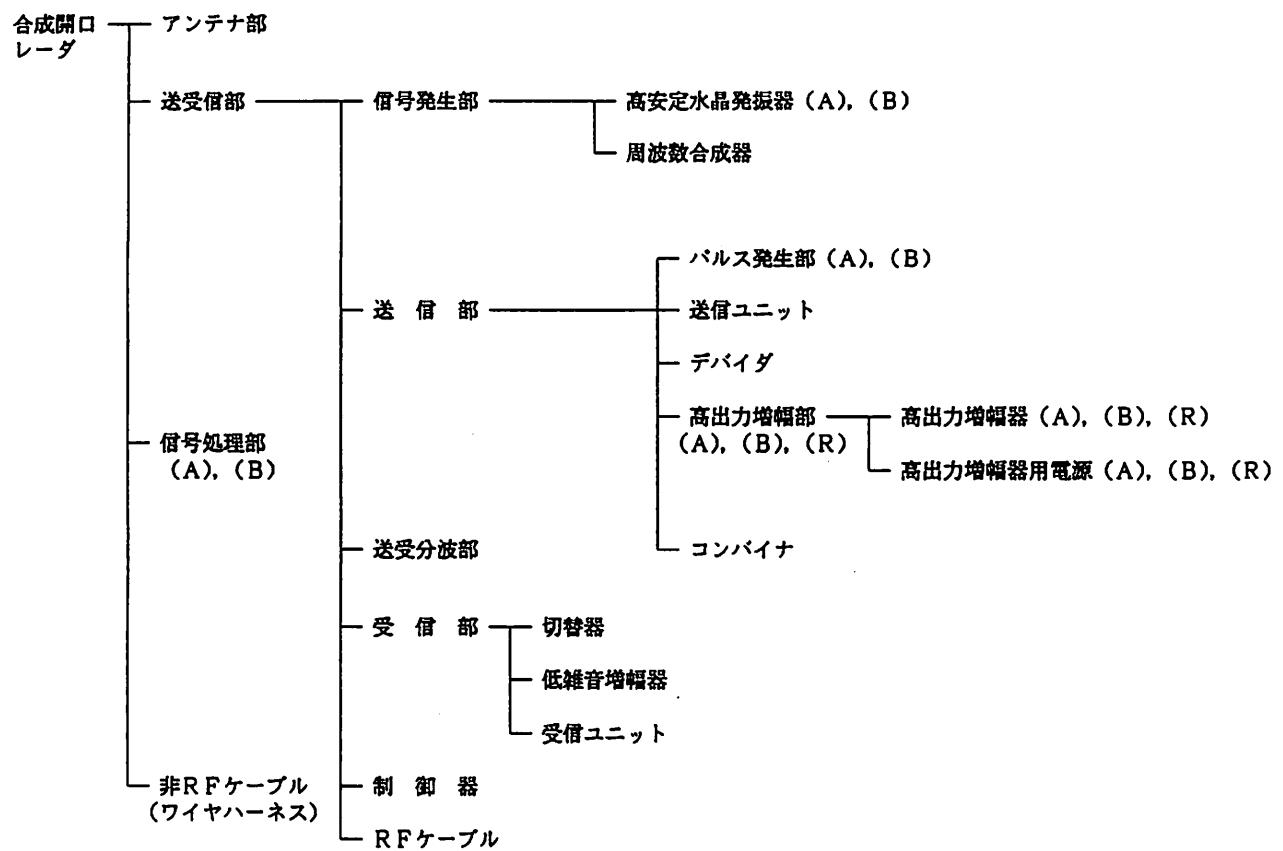


図 2-2-5 SARのシステム構成

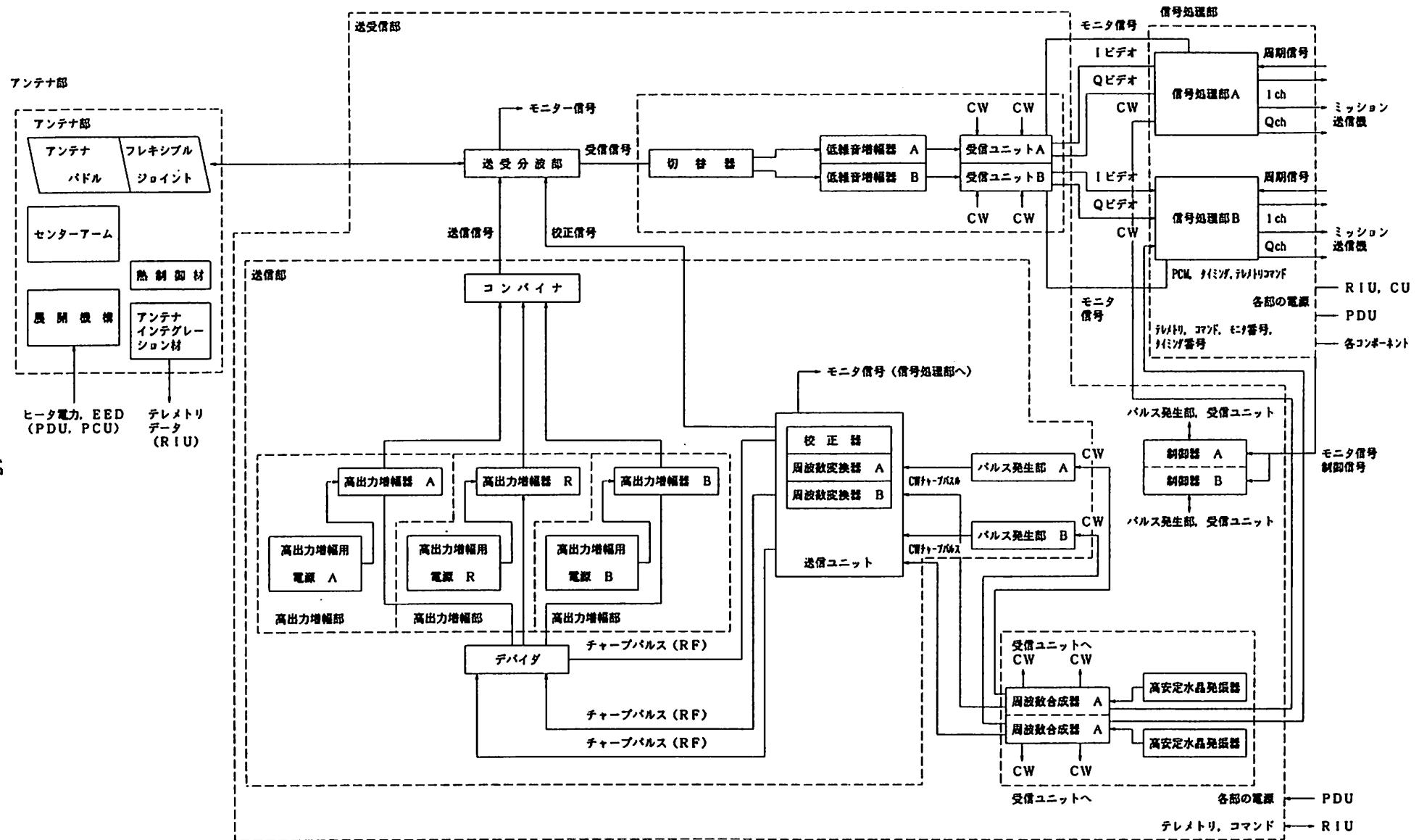
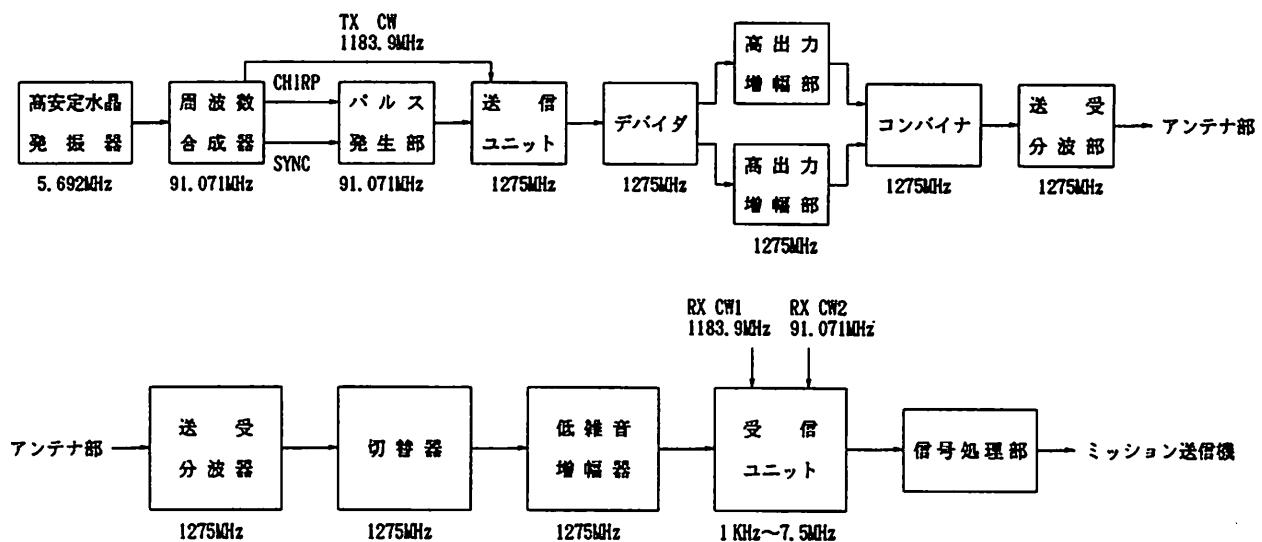


図 2-2-6 SAR の機能ブロック図

表2-2-1 SARの主要システム性能

項目	観測基本性能	備考
観測周波数		
中心周波数	1,275 MHz	
帯域幅	15 MHz	
偏波	H-H	水平偏波送受信
オフナディア角	35 度	ノミナル値
地表分解能		
レンジ方向	18 m	走査幅中心の値
アジャス方向	18 m	マルチルック数：3
走査幅	75 km	
送信電力	1,100~1,500W	
送信パルス幅	35 $\mu$ s +0.5 -0.0	
送信パルス繰返し周波数	1,505.8 Hz 1,530.1 Hz 1,555.2 Hz 1,581.1 Hz 1,606.0 Hz	
アンテナ利得	33.5 dB以上	アンテナビーム中心の値
雑音等価後方散乱係数	-20.5 dB以下	
S/A	14 dB以上	
量子化ビット数	3	
出力ビットレート	60 Mbps	30Mbps × 2

- (注) 1. 雜音等価後方散乱係数：観測域からの散乱・反射波の受信電力が受信機の雑音電力と等しくなる観測域の後方散乱係数
2. S/A (Signal to Ambiguity Ratio)：観測域からの散乱・反射波の受信電力と非観測域からの観測域へもれこむ電力比



\* 周波数は出力値を示す。

図2-2-7 SARの周波数遷移

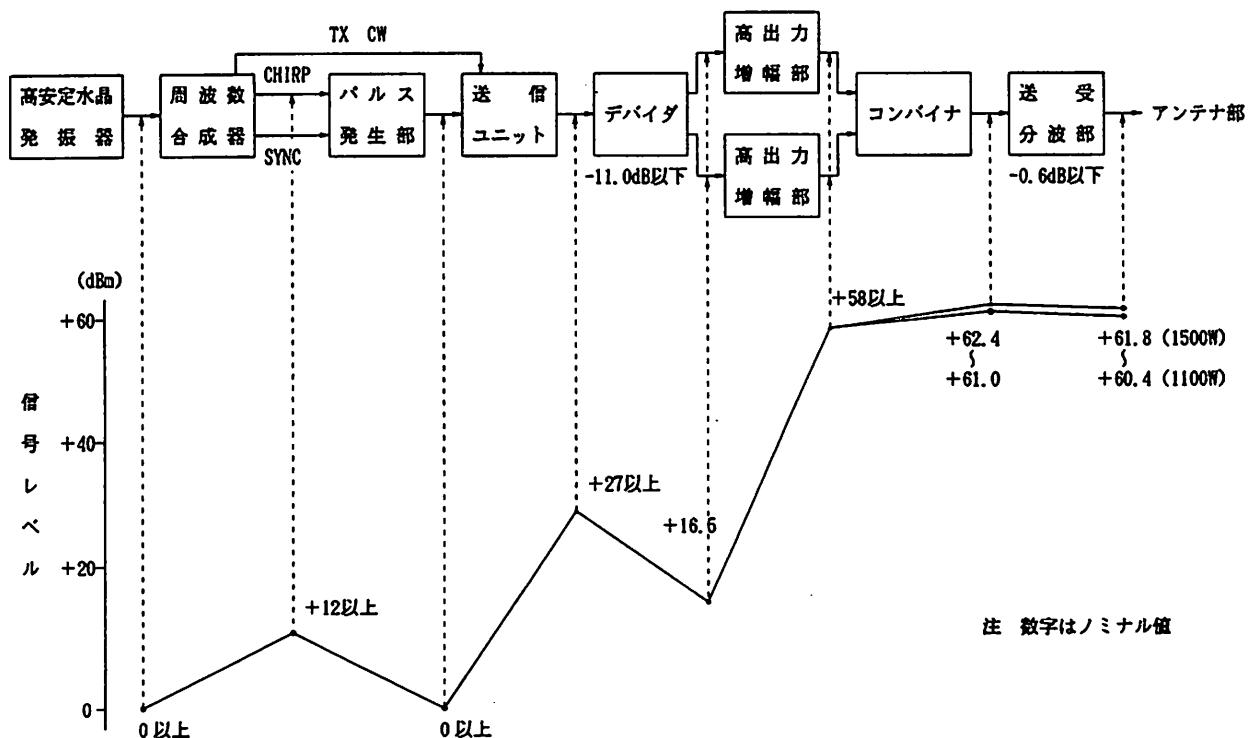


図2-2-8 送信信号のレベルダイヤグラム

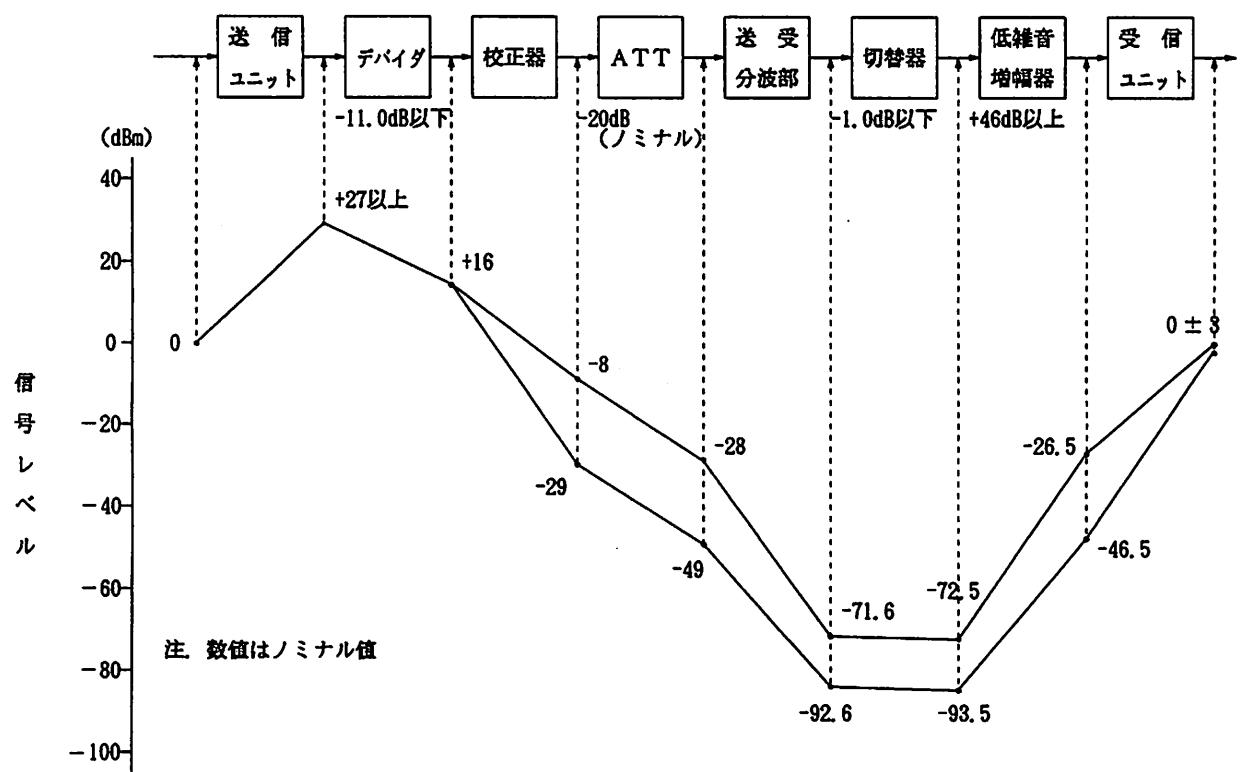
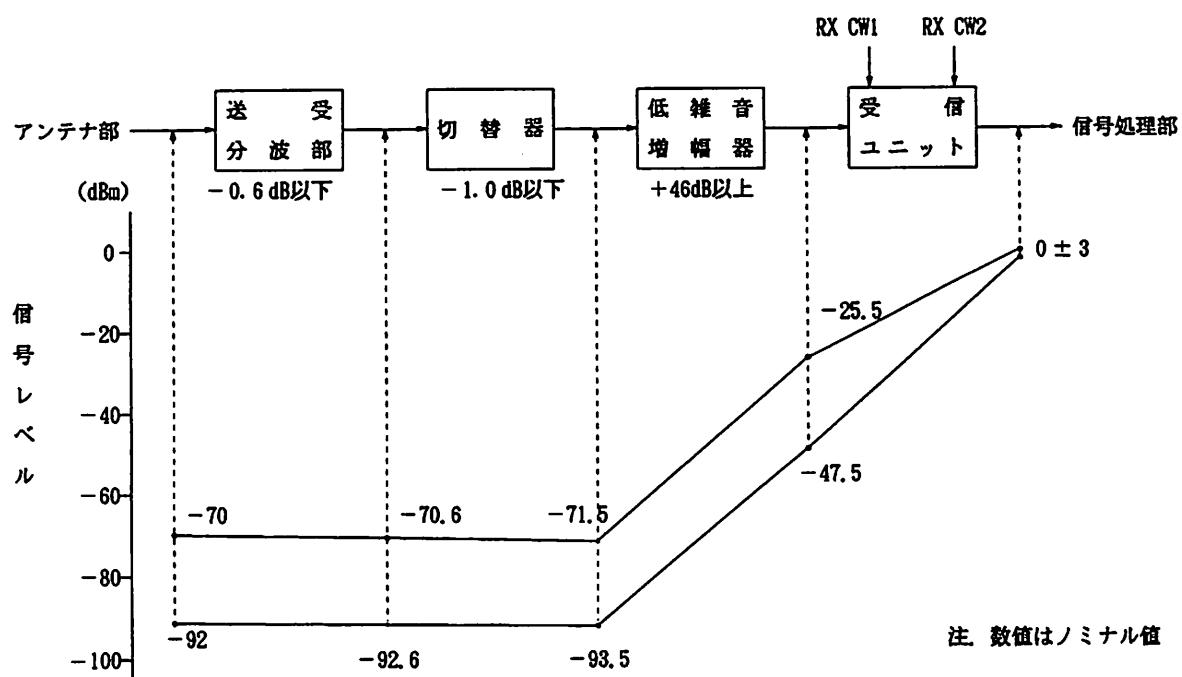


图 2-2-10 校正信号のレベルダイヤグラム

### 2.2.1.3 主要コンポーネントの概要

#### (1) アンテナ部

アンテナ部の主要諸元を表2-2-2に示す。

アンテナ部は、約 $2.2\text{m} \times 1.5\text{m}$ のアンテナパネル8枚から構成され、全体で約 $2.2\text{m} \times 11.9\text{m}$ のアンテナと展開に必要な展開機構／フレキシブルジョイント、熱制御材等からなる。1パネルあたり128素子、合計1,024素子のマイクロストリップライン素子が形成されている。

アンテナパネルは、ケプラ表皮ハニカムサンドイッチ／CFRP表皮ハニカムサンドイッチ構造とし軽量化を計っている。また、展開方式として、開発の確実性を重視して、現在保有している技術の延長として開発が可能なパドル展開方式が採用された。

表2-2-2 アンテナ部主要性能

項目	仕様値	備考
観測周波数		
(i) 中心周波数	$1275\text{MHz} \pm 20\text{kHz}$	
(ii) 帯域幅	15MHz以上	
偏波	直線偏波	水平偏波送信－水平偏波受信
オフナディア角	35°（ノミナル値）	
アンテナビーム方向	35.21°	
利得	33.5dB以上	
ビーム幅		
(i) レンジ方向	5.6°以下（3dB幅）	（実測値）
(ii) アジマス方向	1.05°（3dB幅）	5.4°（実測値） 0.98°（実測値）
サイドローブレベル		（実測値）
(i) レンジ方向	-11.5dB以下	
(ii) アジマス方向	-11.5dB以下	
アンテナ電気寸法	2.20m × 11.92m	（ノミナル値）
アンテナパネル平面度		
(i) アンテナパネル平面度	3mm rms以下	含製造変形 (ベストフィット平面が基準)
(ii) アンテナ翼端変位量	25mm以下	内熱変形10mm (ベストフィット放物面上が基準)
展開時間		
(i) 90度回転	50秒以下	
(ii) 両翼伸展	30秒以下	
(iii) オフナディア傾斜	20秒以下	

## (2) 送受信部

送受信部は、信号発生部、送信部、受信部、送受分波部および制御器から構成される。

信号発生部は、送受信部および信号処理部で必要な各種周波数信号を発生する。信号発生部の高安定水晶発信部には、コヒーレントレーダとしてのSARから良質の画像を得るために、従来より一桁以上高い周波数安定度が要求される。パルス発生部には、チャーブ信号を送信部へ出力するとともに、同期信号発生機能を有し、タイミング信号を出力する。良質な画像を得るために、チャーブ信号の位相誤差、振幅誤差を小さくすることが重要である。送信部は、チャーブ信号を周波数変換・增幅し、Lバンド高出力パルスとして送受分波部を介してアンテナ部へ出力する。高出力増幅器には、固体素子増幅器を採用し高信頼性化を計っている。受信部は、アンテナ部から送受分波部を介して入力された受信信号をコヒーレントに検波し、得られたビデオ信号を信号処理部へ出力する。S/Nの良い画像を得るために、受信部の雑音指数を小さくすることが必要である。制御部は受信部の制御を行う。

## (3) 信号処理部

信号処理部は、受信部で検波したI、Q 2チャンネルのビデオ信号をデジタル化し、観測データに地上処理に必要な他のデータを付加し、フォーマットを整えた後、ミッション送信機に送出する機能、および衛星本体／ミッション送信機／SAR送受信部とのインターフェースを集中管理するとともに地上からのコマンド信号によりSAR送受信部、信号処理部の運用を制御する機能を有する。

信号処理部は、信号処理系、運用制御系および電源系から構成される。

## 2.2.2 光学センサ (OPS)

### 2.2.2.1 観測原理

光学センサ (OPS) は、可視近赤外放射計 (VNIR) と短波長赤外放射計 (SWIR) の二つの放射計から構成され、可視域から短波長赤外域の広い波長域において、合計8バンドの観測波長域を有し、地上分解能 $18.3\text{m} \times 24.2\text{m}$ で地表面を観測する。

特に、資源観測等を主目的として短波長赤外域に4バンドの観測波長域を備え、かつ同一軌道内で立体観測を常時行うという従来の地球観測衛星にない特徴を有している。

OPSの観測概念図を図2-2-11に示す。

可視域においては農業、林業、水産資源、土地利用などの広範囲にわたる情報、近赤外域においても森林資源、地形情報、鉱物資源、雲情報、その他環境保全あるいは防災などの情報、短波

長赤外域においては鉱物資源に直接関係する情報が得られる。大気通過以前の太陽放射エネルギーのスペクトル分布は、5,900Kにおける黒体放射のそれとほぼ等しい。しかし、大気通過後の太陽放射エネルギーは、CO<sub>2</sub>、H<sub>2</sub>O、O<sub>3</sub>等の影響を大きく受けて複雑なエネルギー分布を示す。このため、地表面で反射された太陽光の限られた波長の部分だけが衛星の放射計に達することができる。この大部分は“大気の窓”と呼ばれ、多くの観測機器がこれを利用して観測を行っている。

OPSは可視域から短波長赤外域までにおける“大気の窓”から8つの波長帯（バンド）で観測する。バンド1、2および3は、MOS-1/MESSRの観測波長域とほぼ同じである。バンド4は前方視バンドであり、バンド3と組み合わせて立体観測を行う。バンド5から8は、短波長赤外バンドであり、図2-2-12に示すように1.5μmから2.5μmの波長域においては、種々の岩石が吸収スペクトル特性を持っているため、これに合わせてこれらのバンドの波長域が設定されている。OPSの短波長赤外バンドは、LANDSATのTMに比べて、バンド幅を狭くしているほか、岩石の識別に有効といわれる2μm帯をさらに細分化していることにより、岩石・鉱物の識別能力を向上させている。

#### 2.2.2.2 構成および機能・性能

##### (1) 構成

OPSの構成を図2-2-13に、機能ブロック図を図2-2-14に示す。

OPSは大別して、地表からの入射光を電気信号に変換する放射計部と、放射計部出力のアナログ信号をデジタル信号に変換し、地上への伝送に適したフォーマットに配列し、また放射計部にタイミング・制御信号等を供給する電気回路部により構成される。

##### (2) 機能

放射計部は、可視近赤外用と短波長赤外用の光学センサを主体にこれらの電源および温度制御系を有している。また、光学的校正を行うための基準光の発生機能、および望遠鏡部に高精度の温度制御機能を有している。特にSWIRは、検出器を極低温で使用するため循環冷却器を有している。

電気回路部は、放射計部からの画像信号をデジタル変換した後マルチプレクスを行い、同期信号とも合わせてフォーマッティングを行う。また、フォーマッティングされた信号は可視近赤外用と短波長赤外用の2chに区分し、ミッション送信機へデータを出力する機能を有している。

以下にOPSの撮像に関する特徴を示す。

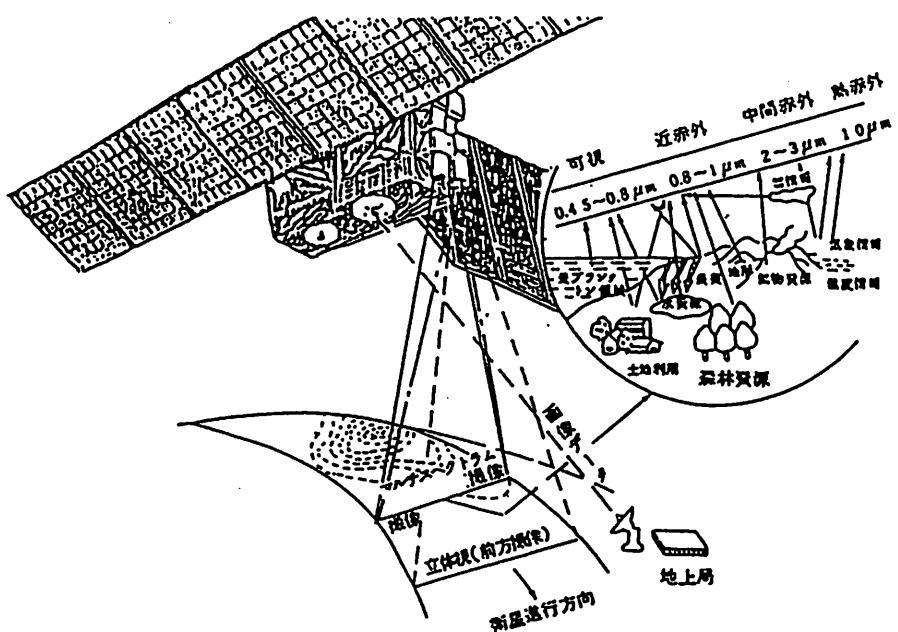


図 2-2-11 OPS 観測概念図

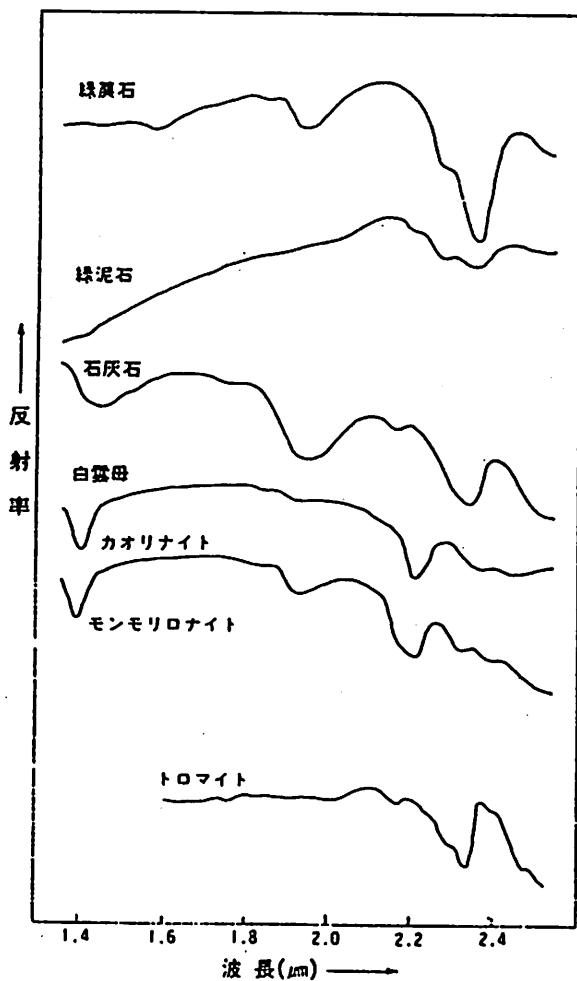


図 2-2-12 岩石の吸収スペクトラム

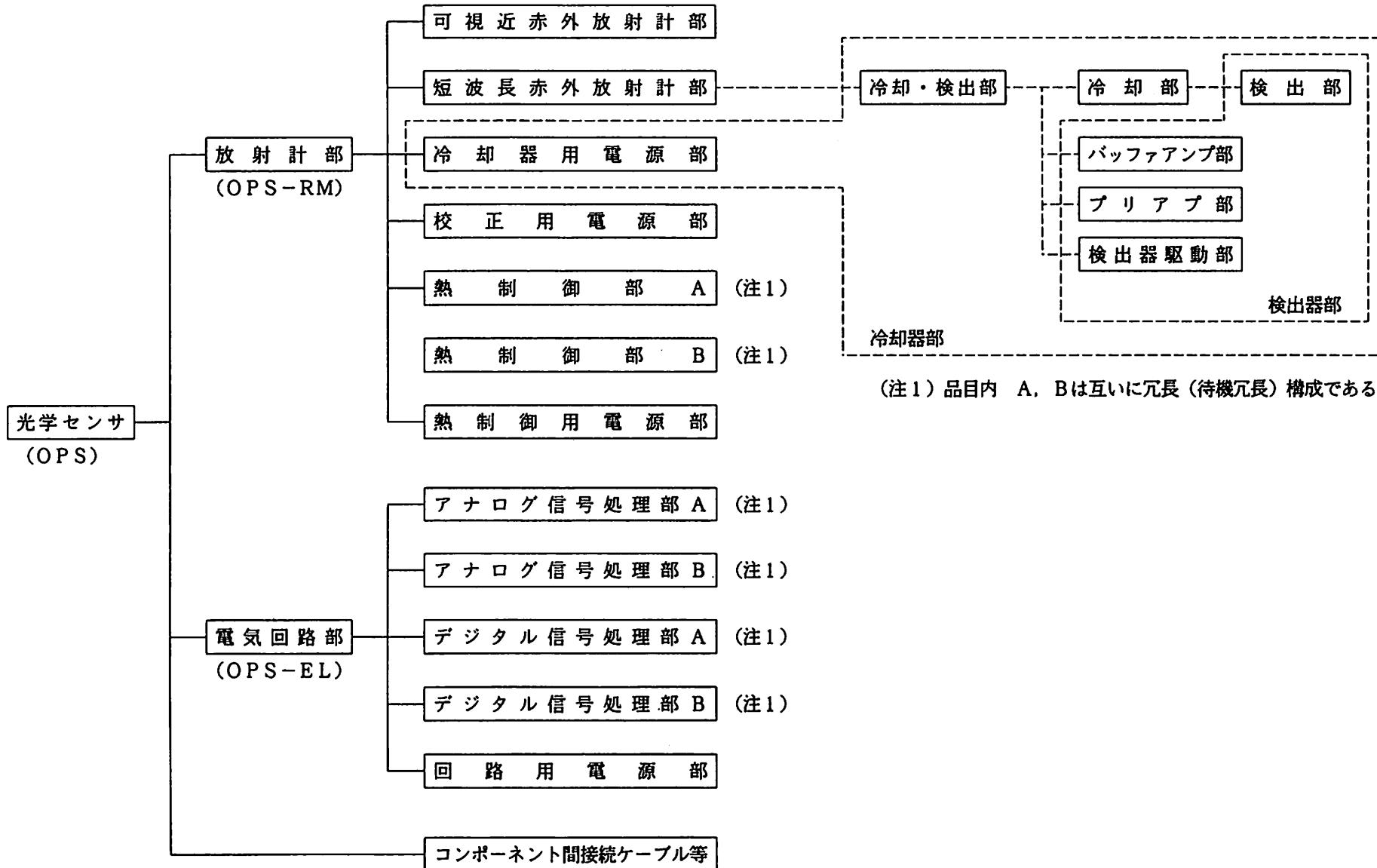


図 2-2-13 OPS のシステム構成

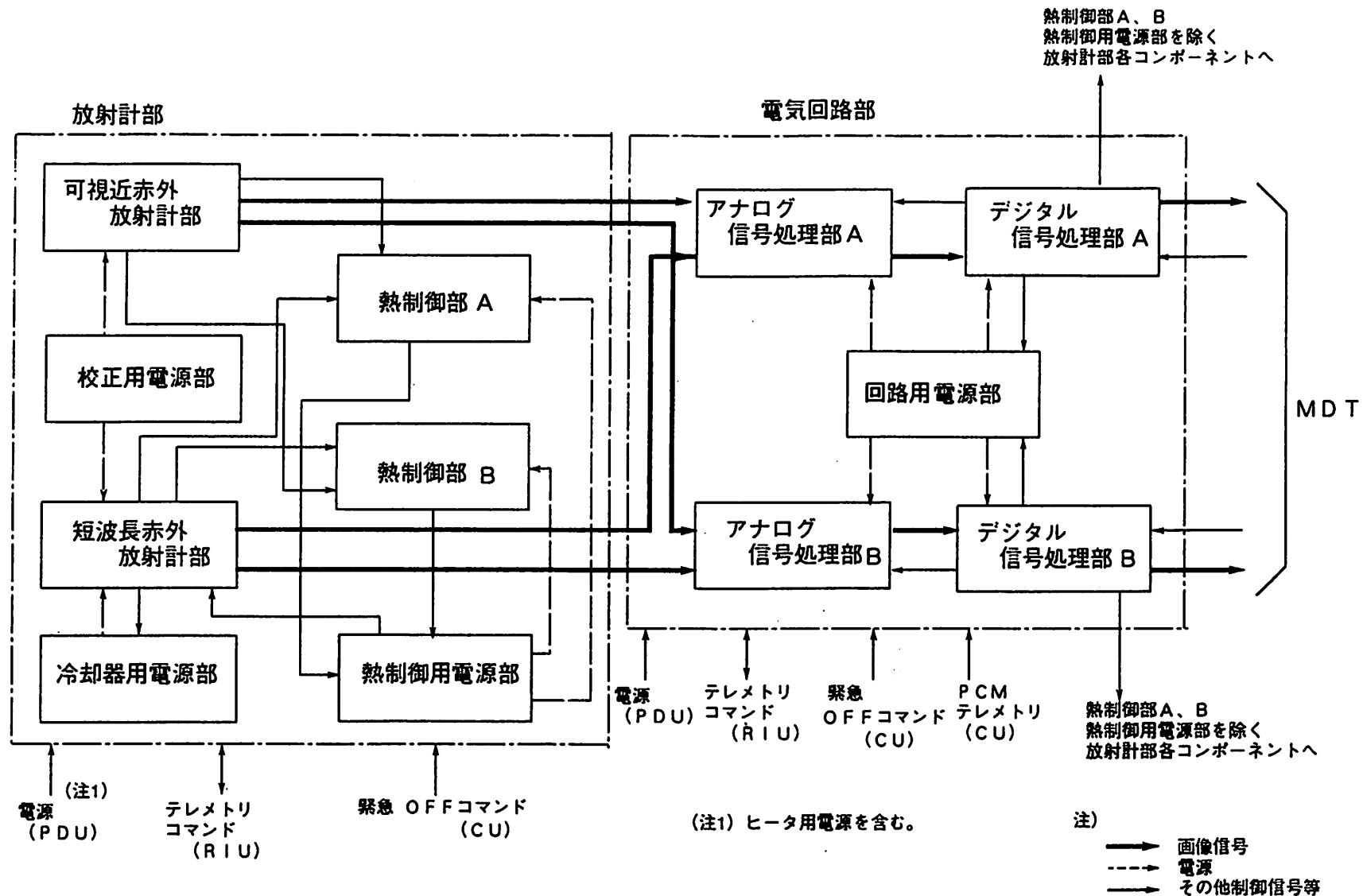


図 2-2-14 OPS 機能ブロック図

- ① 地表面からの入射光は、VNIRおよびSWIR各々の光学系に入射する。
- ② VNIRの光学系は、分光部を有しており、光はプリズムにより各バンドに分光されて別々のCCDに入射する。
- ③ 可視域の3バンドは、直下点から入射し、立体視（バンド4）は前方方向から光が入射し、各々CCDに結像する。
- ④ SWIRに直下点方向から入射した光はCCD直前に設置されたフィルターにより分光され同一面上に配置されたCCDに入射する。

### (3) 性能

OPSのシステム性能を表2-2-3に示す。

表2-2-3 OPSシステム性能

項目	性能	
観測波長域	バンド1	0.52~0.60 $\mu\text{m}$
	バンド2	0.63~0.69
	バンド3	0.76~0.86
	バンド4	0.76~0.86
	バンド5	1.60~1.71
	バンド6	2.01~2.12
	バンド7	2.13~2.25
	バンド8	2.27~2.40
ダイナミックレンジ	バンド1	0~324W/( $\text{m}^2 \cdot \text{str} \cdot \mu\text{m}$ )
	バンド2	0~250
	バンド3	0~248
	バンド4	0~239
	バンド5	0~33.3
	バンド6	0~17.8
	バンド7	0~13.7
	バンド8	0~10.8
瞬時視野角	$32.2 \mu\text{rad}$	
視野角	$7.55^\circ$	
立体視野角	$15.33^\circ$ ( $B/H = 0.3$ )	
撮像周期	3.46msec	
地上分解能	$18.3\text{m} \times 24.2\text{m}$ (クロストラック/アロングトラック方向)	
画素数	4,096画素/バンド	
走査幅	75km	
出力データレート	30Mbps $\times$ 2ch	

### 2.2.2.3 主要コンポーネントの概要

#### (1) 可視近赤外放射計部

V N I Rは可視域から近赤外域にわたる太陽光の反射光を集光し、4バンドに分光してそれぞれの検出器に結像させ、画像信号を電気信号に変換して電気回路部に出力する。

図2-2-15にV N I R構造概要を示す。

表2-2-4にV N I Rの主要構成部と機能を示す。

表2-2-4 V N I Rの主要構成部と機能

構 成	機 能
望 遠 鏡 部	非球面レンズにより広い波長範囲に対し、広面角にわたり歪の少ない結像特性を有す。分光系はダイクロックプリズムを用い、バンド1～3の3波長バンドで同時に地表同一点を観測する。バンド4（前方視）とバンド3で同一波長帯にて異なる角度から観測することによりステレオ視を実現している。（図2-2-16）
基 準 光 源 部	地表日陰時に望遠鏡内部へ校正光を射出し、放射計のラジオメトリックな性能をチェックする。
焦点調整機構部	望遠鏡の熱膨張（熱収縮）に伴う焦点距離のずれを、一対のクサビガラスの相対位置をかえて透過光路長を変化させ補正する。
検 出 部	4096素子のS i C C Dを各バンドごとに1個、計4個使用し、入射光を光電変換し、出力部へ転送する。
検出器駆動部	検出器駆動用タイミング信号を検出器駆動用信号に変換し、検出器を駆動する。
プリアンプ部	検出部からの画像信号出力を増幅し、信号処理部（A S P）へ伝送する。
焦点調整制御部	R I Uからの指示値に従って焦点調整用モータを駆動する。また焦点調整用モータの停止位置をR I Uへ出力する。

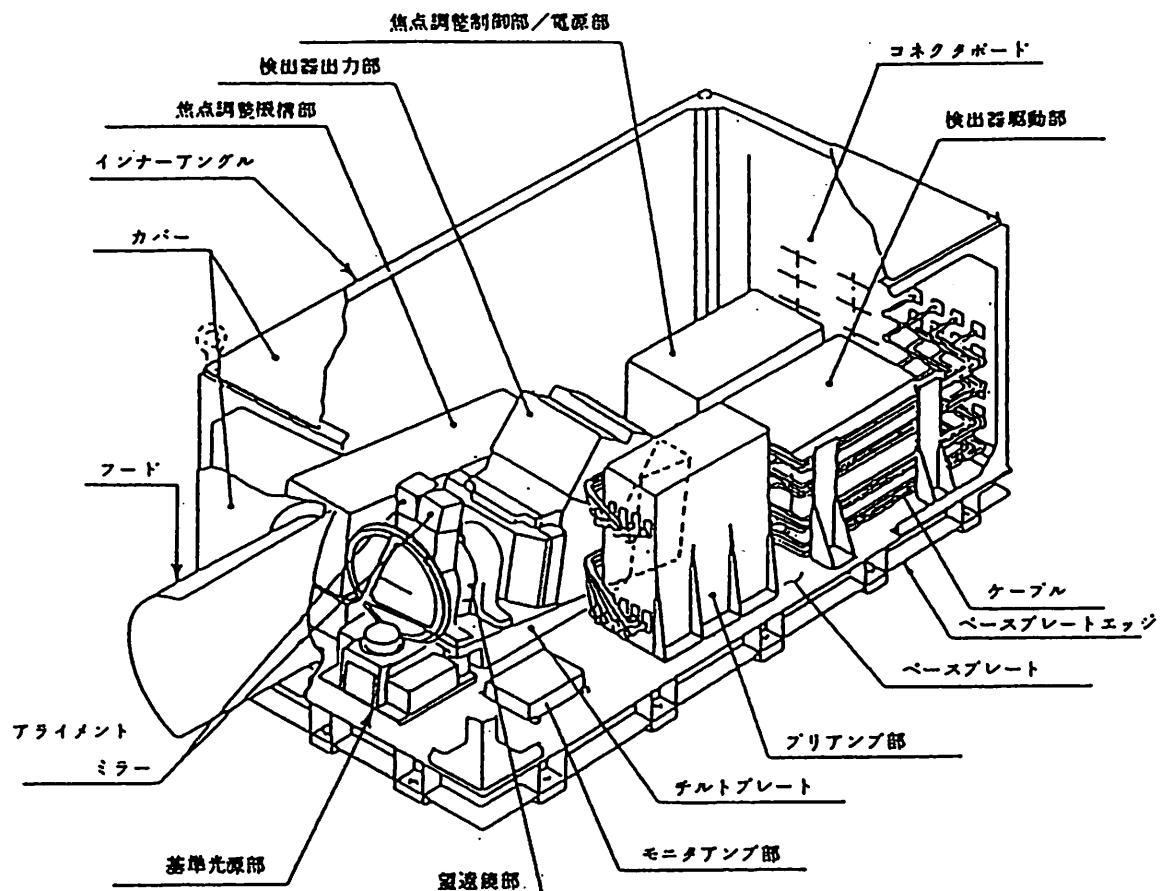


図 2-2-15 VNIR 構造概要

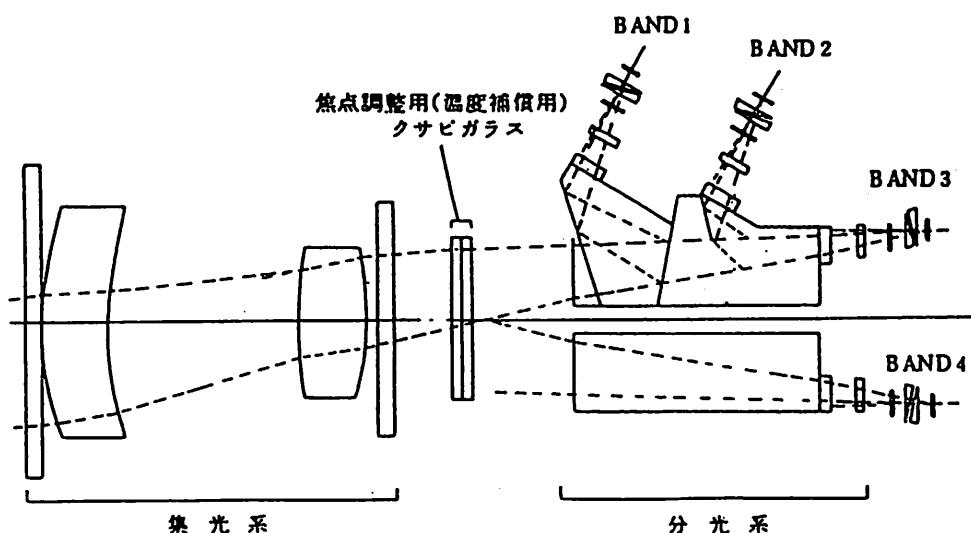


図 2-2-16 VNIR 望遠鏡部の構成

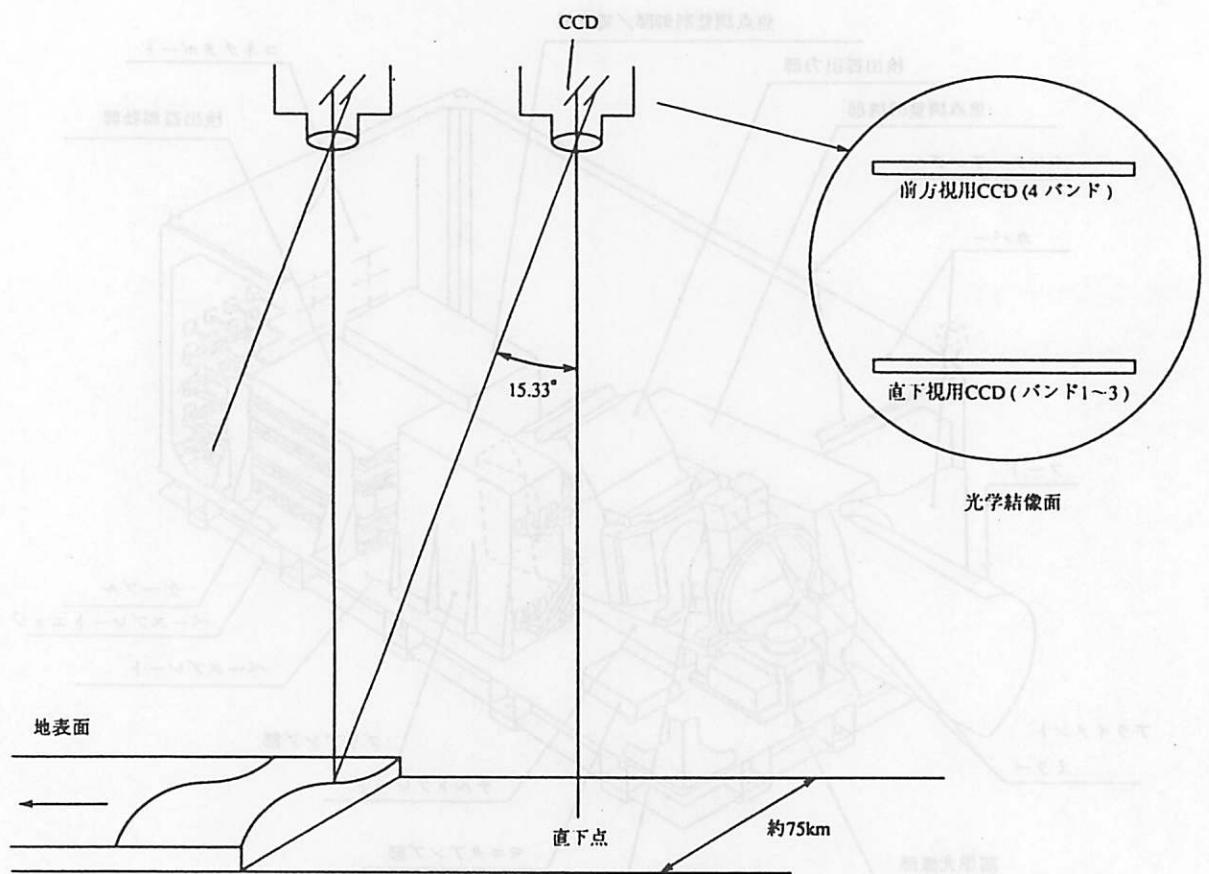


図 2-2-17 VNIRの撮像位置

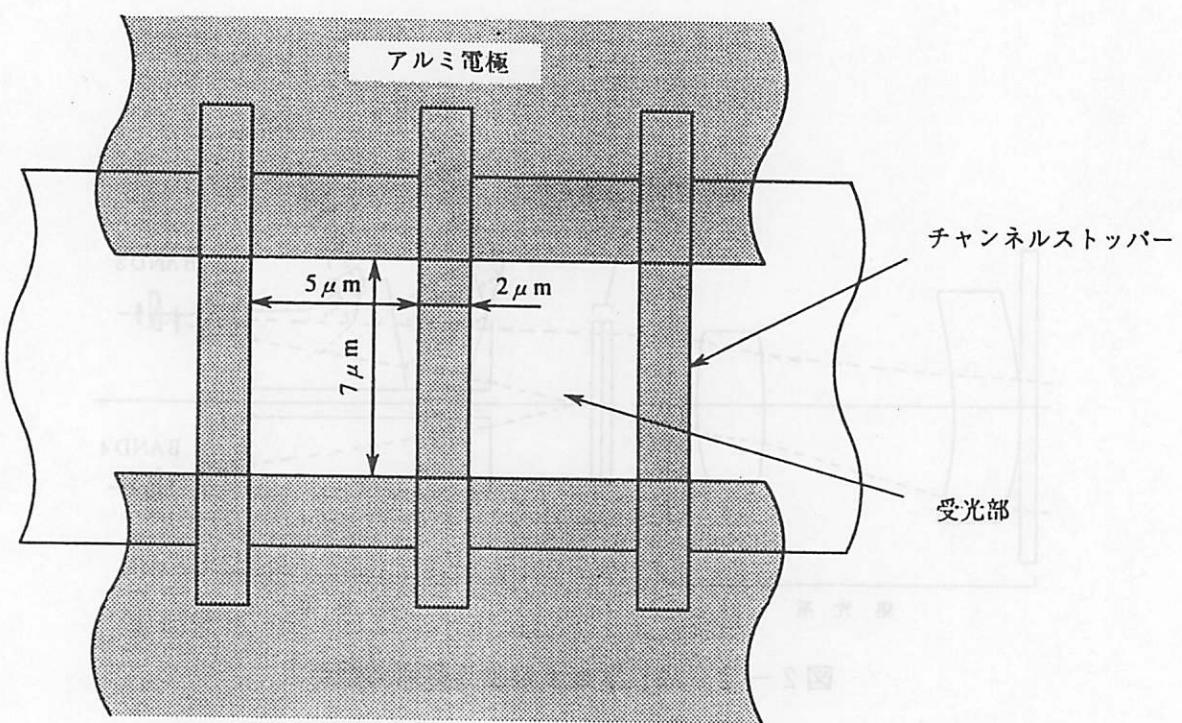


図 2-2-18 CCDセンサ画素配列

## (2) 短波長赤外放射計部

S W I R は、短波長赤外域における地表面等からの太陽光の反射光を集光し、検出器に結像させ、画像信号を電気信号に変換して電気回路部へ出力する。短波長赤外域は、反射光のエネルギーレベルが低いため、検出器を極低温に冷却してノイズを低減する必要がある。そのため、S W I R では、冷却器により検出器を 82K 以下に冷却する。

図 2-2-19 に S W I R の構造概要を示す。

表 2-2-5 に S W I R の主要構成部と機能を示す。

表 2-2-5 S W I R の主要構成部と機能

構 成	機 能
望 遠 鏡 部	反射屈折光学系を採用し、広い観測波長に対し広面角にわたり歪の少ない結像特性を有す。(図 2-2-20)
基 準 光 源 部	地表日陰時に望遠鏡内部へ校正光を出射し、放射計のラジオメトリークな性能をチェックする。
冷 却 部	冷 却 器 一体型 H e 循環冷却器で、短波長赤外検出器を 77~82K に冷却する。 検 出 器 各列 2048 画素、1 バンド 4098 画素の P t S i ショットキー C C D。4 バンドが 1 つの S i チップ上に形成されている。
検出器駆動部	検出器の駆動に必要な駆動パルスとバイアス電圧を発生する。また検出器温度テレメトリ信号を発生する。
プリアンプ部	3 段のオペアンプで構成された帰還增幅回路で、2 段目のオペアンプで D C 再生を行うとともに、オフセット除去を行う。

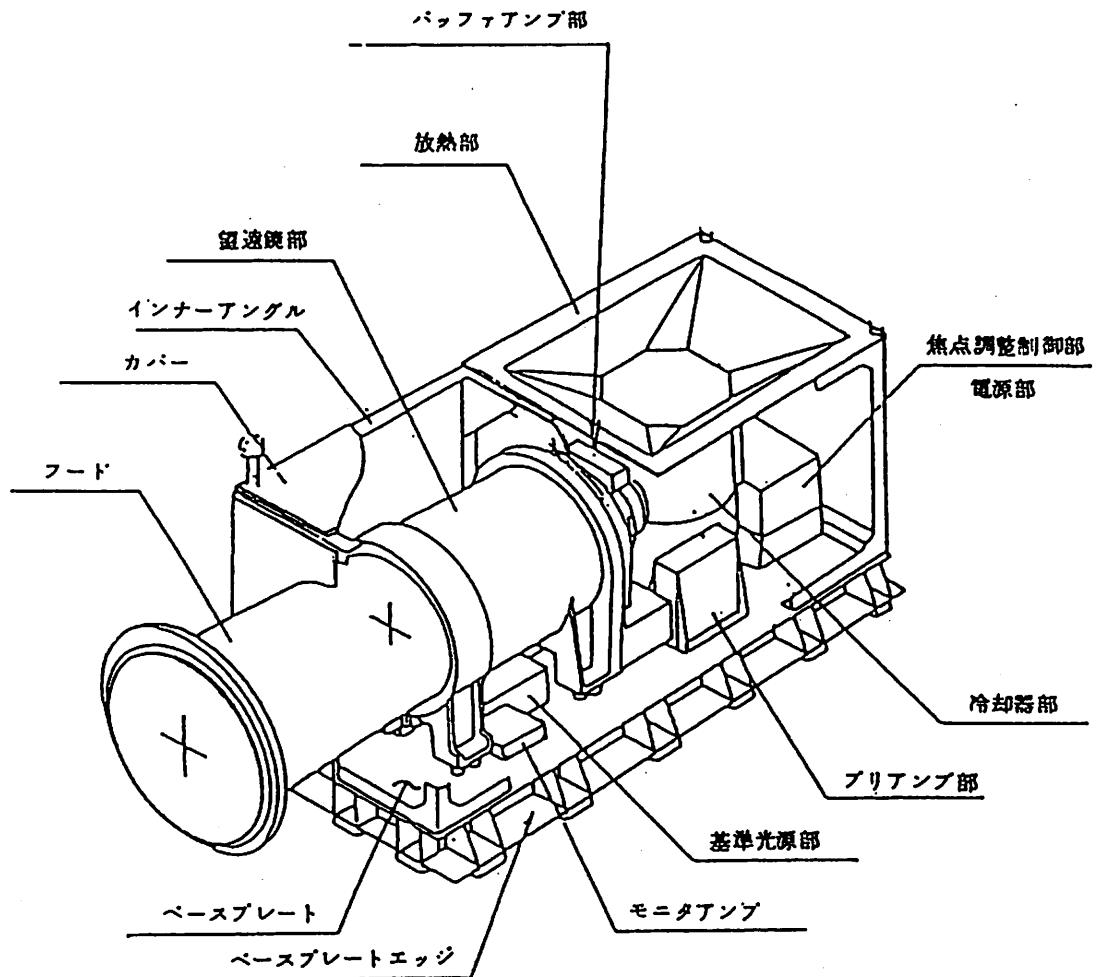


図 2-2-19 SWIR の構造概要

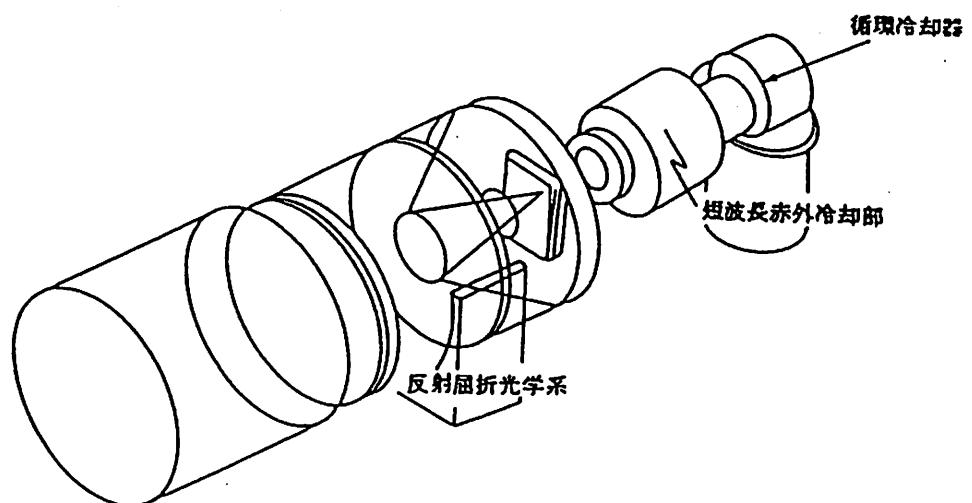


図 2-2-20 SWIR 望遠鏡部の構成

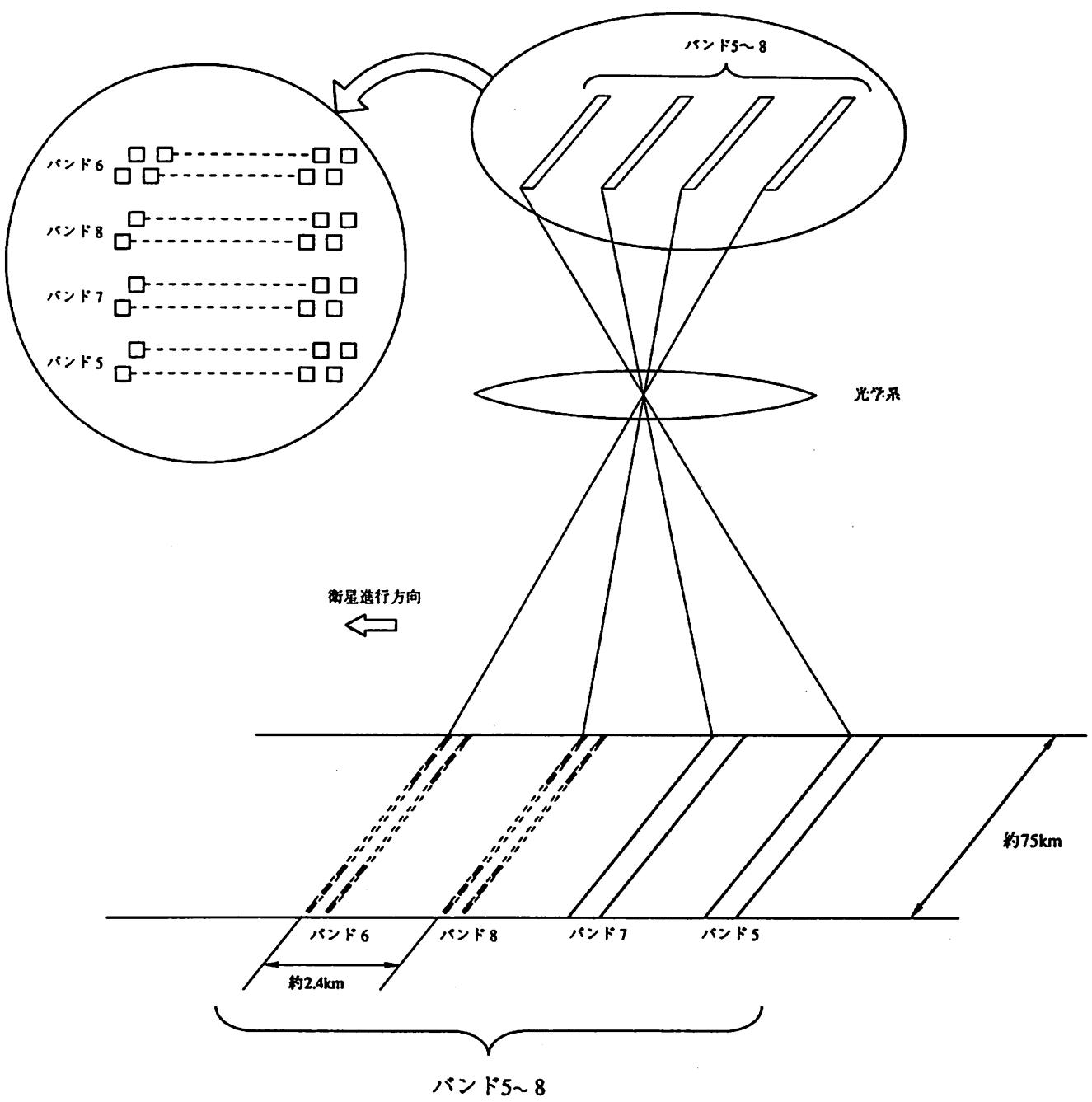


図2-2-21 SWIRの撮像位置

### (3) 热制御部 (T C)

热制御部では、VNIR3系、SWIR3系の各白金センサの温度検知により温度データを検知する。センサ1～6までのデータをサンプリングして、記憶された温度設定データと比較し、ヒータ通電時間を制御する。

### (4) アナログ信号処理部 (A S P)

アナログ信号処理部は、各放射計部から出力される各々4バンド、計8バンド分の画像信号をクランプ処理により基準レベルを抽出し、さらに信号レベルを、アナログ・デジタル変換によりデジタル信号に変換する機能を有する。また、コマンドによりゲインを切り替える機能、およびテレメトリデータをR I Uに送出する機能を有する。

### (5) デジタル信号処理部 (D S P)

デジタル信号処理部は、放射計部とアナログ信号処理部に対し、画像データ処理用の駆動信号を送出すると同時にアナログ信号処理部より送られてくる8バンド×6ビットのデジタル並列画像データを入力し、これをリアルタイムで編集処理して、同期信号、PCMテレメトリ信号を附加して2系統のPCM信号(I ch、Q ch)としてMDTへ出力する。さらに、シリアルマグニチュードコマンド(SMコマンド)を受け、この内容に基づきモード制御信号を出力する機能を有している。

尚、画像データにはPFD(電力束密度)の規格を満足するよう11段PNコードによりスクランブルがかけられている。

## 2.2.3 ミッション記録装置 (MDR)

### 2.2.3.1 動作原理

ミッション記録装置 (Mission Data Recorder ; MDR) は記録／再生にそれぞれ別個の固定磁気ヘッドを用いた、マルチトラックの磁気テープデータレコーダである。

記録は巻取りリールのテープの始端 (Beginning of Tape ; BOT) から終端 (End of Tape ; EOT) に向ってデータが書込まれ (BOT→EOT)、再生はその逆方向 (BOT←EOT) に向ってデータが読み出される。

この再生方式は地上局において受信した信号の処理をする際に、再度記録／再生の方向を変える手間がかかるが、以下の利点があるために搭載用データレコーダには多く用いられている。

- ① 図2-2-22から分るように再生していない区間に記録によって上書きすることがないので、特別な操作をしなくても未再生データが保存される。

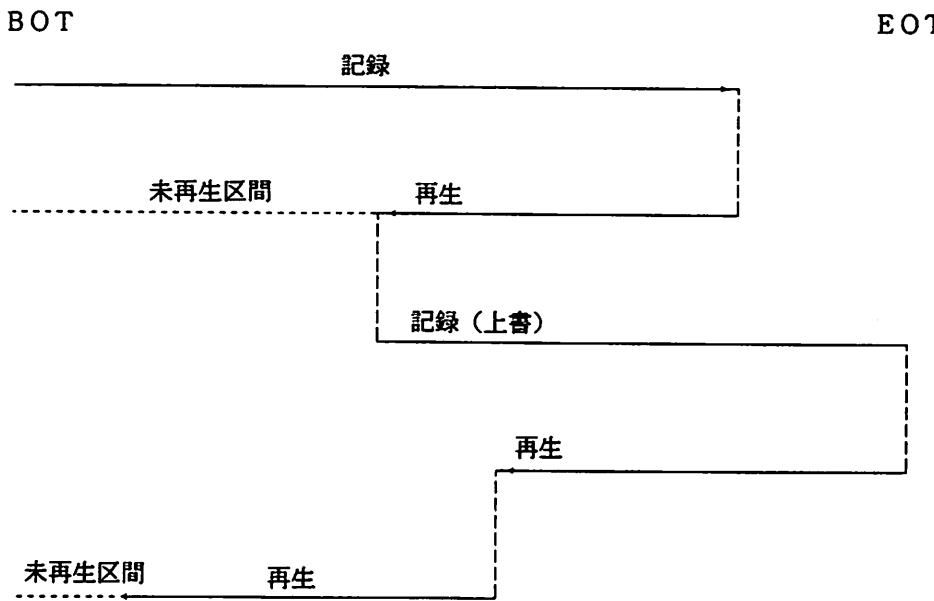


図 2-2-22 記録／再生の概念図

- ② 通常の記録／再生の際に巻戻しとか早送りのような操作をしないため、磁気テープ及び磁気ヘッドのすれ合う回数が必要最小限となり、磁気テープ及び磁気ヘッドの摩耗する量が減り、寿命が長くなる。

### 2.2.3.2 構成及び機能・性能

#### (1) 構成

MDRは主として磁気テープ及びその駆動機構を密閉容器に納めたトランスポート部(Transport Unit; TU)とミッション送信機との信号の授受及びミッション記録装置の動作の制御を行うエレクトロニクス部(Electronics Unit; EU)とから構成されている。

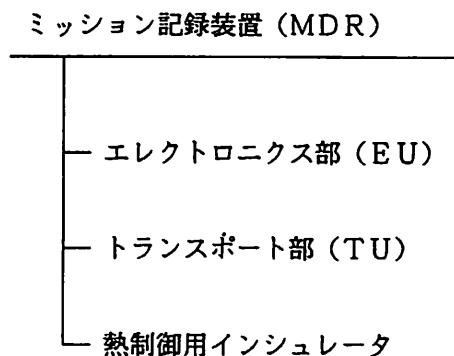


図 2-2-23 MDRの構成

## (2) 機 能

記録の際は E U においてミッション送信機から出力される合成開口レーダまたは光学センサの 30Mbps × 2 チャンネルの N R Z - L 信号列をシリアル=パラレル変換する。

次に、誤り訂正符号化を行う。そして、各トラック毎のエラーを検出するためのポリノミアルチェックコードをスペアトラックを含む各トラック毎に付加する。

また、テープ駆動のサーボ用のマスタークロック信号トラック用の信号を作る。これらの信号は、 E U の中に磁気テープに書込むために必要な電力まで増幅されて、 T U へ送られる。

再生の際は、磁気テープから読み出された信号は必要な電力まで T U 内のプリアンプで増幅される。データ信号が E U へ送られ、マスタークロック信号は T U 内のサーボ回路へ供給される。サーボ回路ではマスタークロック信号とミッション送信機からのクロックとを同期させる。

パリティビット用トラック及びスペアトラックを含む各トラック毎の信号は、ポリノミアルチェックコードによりエラーが検出され、次に、誤り訂正符号を用いて誤り訂正が行われる。そして、パラレル=シリアル変換が行われ、ミッション送信機からの 30MHz のクロックに合わせて波形整形された N R Z - L の 30Mbps × 2 チャンネルの信号列が出力される。

## (3) 性 能

M D R の性能を表 2 - 2 - 6 に示す。

表2-2-6 MDRの機能・性能

項 目	機 能 ・ 性 能	備 考
記 録 時 間	20分以上	
再 生 時 間	20分以上	
チ ャ ネ ル 数	入力：2チャネル（I, Qチャネル） 出力：2チャネル（I, Qチャネル）	各チャネルの入出力信号形式はNRZ-L形式である。
デ タ レ ー ト	記録：60Mbps（ノミナル）  再生：60Mbps（ノミナル）	2チャネルの合計値である。 同期クロック信号は外部（MDT）より供給される。
記 録 容 量	$7.2 \times 10^4$ Mbit以上	2チャネルの合計値
ビ ッ ト 誤 り 率	$1 \times 10^{-6}$ 以下	誤り訂正機能適用時の値である。 (リード・ソロモン符号採用)
ト ラ ッ ク 数	40トラック └ 16×2データトラック 2×2parityトラック 1×2冗長(スペア)トラック └ 2 同期信号トラック	2チャネルの合計値
テ ー プ ス ピ ー ド	87 IPS（ノミナル）	サーボロック時
使 用 テ ー プ 長 及 び 幅	実長 9,200 feet 記録有効長 8,900 feet 幅 1 inch	
リ ー ル 構 造	縦型同軸リール（上下配置） リール直径 14 inch	上下リールは、反対方向に回転する。
テ ー プ ・ ガ イ ダ ヌ ス	アクティブガイダンス方式	可動型ガイドローラ使用
総テープ走行時間	約 2,300時間	総記録・再生時間
起 動 ・ 停 止 回 数	約20,000回	

### 2.2.3.3 主要コンポーネントの概要

#### (1) EU

MDR全体の電源分配機能を持ち、EU自体の制御を行うと共にTUの制御に必要な信号をTUへ出力する。

さらに、ミッション送信機とのインターフェースを担当し、誤り訂正のための符号化や、コード付加などを行なう。TUからの再生信号は、各トラック毎にエラーを検出し、誤り訂正を行う。

#### (2) TU

テープ及び駆動機構を保護するために、密閉容器に不活性ガスを充填している。

使用している磁気テープは長さが9,200フィート、幅が1インチ、厚さが千分の1インチであり、特別に作られた直径14インチの精密リールに巻いてある。リールの回転に伴うモーメント変化を極力低減するために、リール配置は同軸型として上のリールと下のリールを逆回転させている。

テープの駆動はキャブスタンとリールを別々のモーターで回転させる3モーター方式である。キャブスタンは巻掛け角が大きくなるように工夫を凝らして、確実にテープが駆動できるようしている。

テープカウンタはリールへの巻取り厚さに応じてリールの回転数が非線形に変化することを利用しておおり、BOT及びEOTの停止距離を除いた残りの全長を256のブロックに分けている。テープエンドの検出はテープカウンタと光学検出の冗長構成を取っている。BOT/EOT検出システムの概念を図2-2-24に示す。

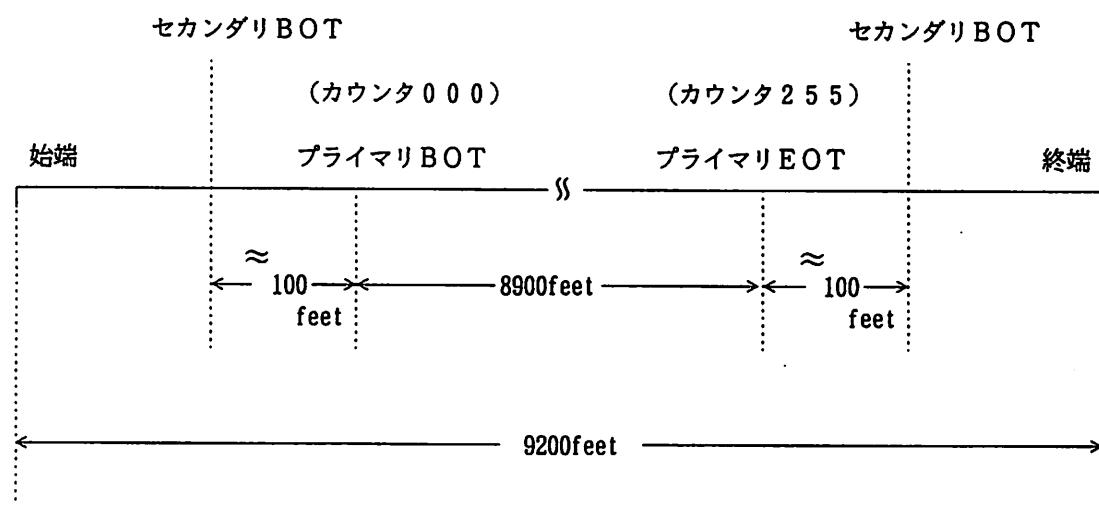


図2-2-24 EOT/BOT検出システムイメージ

### (3) 热制御材

MDRは直接宇宙空間へ放熱する热設計を行っているため、各機器の侧面は多層膜インシュレータで断熱して顶部のみを銀蒸着テフロンの放熱面としている。また、非動作時の温度低下を防ぐために保護ヒータを内蔵していて、サーモスタットで温度コントロールしている。

## 2.2.4 ミッション送信機 (MDT)

### 2.2.4.1 動作原理

ミッション送信機 (Mission Data Transmitter ; MDT) は、地上局からの非可視域の合成開口レーダまたは光学センサのどちらか一方のデータを選択して、ミッション記録装置へ送り出す。

地上局からの可視域では、合成開口レーダまたは光学センサあるいはミッション記録装置に記録されたこれらの再生データの内の、いずれかの 2 つのデータを各々別の周波数 ( $f_1 = 8.15\text{GHz}$  /  $f_2 = 8.35\text{GHz}$ ) で伝送する。

伝送に当っては各信号の I チャンネルと Q チャンネルとのデータを用いて 4 相位相変調 (Quadrature Phase Shift Keying ; QPSK) を行う。

電力増幅にはヘリックスタイプの進行波管増幅器 (Travelling Wave Tube Amplifier ; TWT A) を用いている。

MDT のアンテナは、地上局と衛星との距離が変わっても地上局での受信電力がいつも一定になるように、利得パターンを設定している。

### 2.2.4.2 構成及び機能・性能

#### (1) 構成

MDT は信号を切換える切換器、変調を行う変調器、增幅を行う進行波管増幅器、二つの RF 信号を多重化する合成器、及びアンテナから構成されており、図 2-2-25 にその構成を示す。

#### (2) 機能

MDT の機能系統図を図 2-2-26 に示す。

#### (3) 性能

MDT の性能を表 2-2-7 に示す。

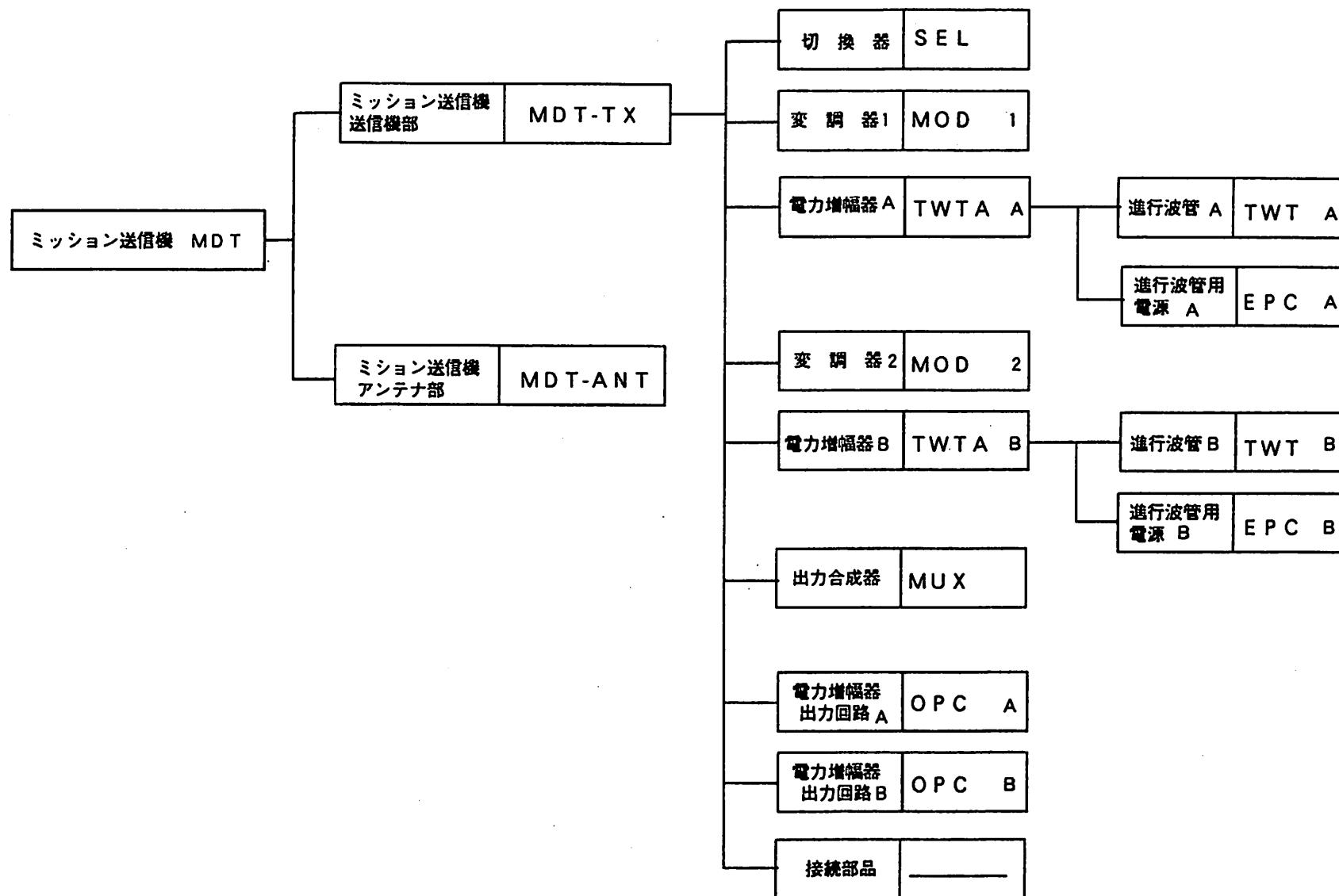


図 2-2-25 MDT の構成

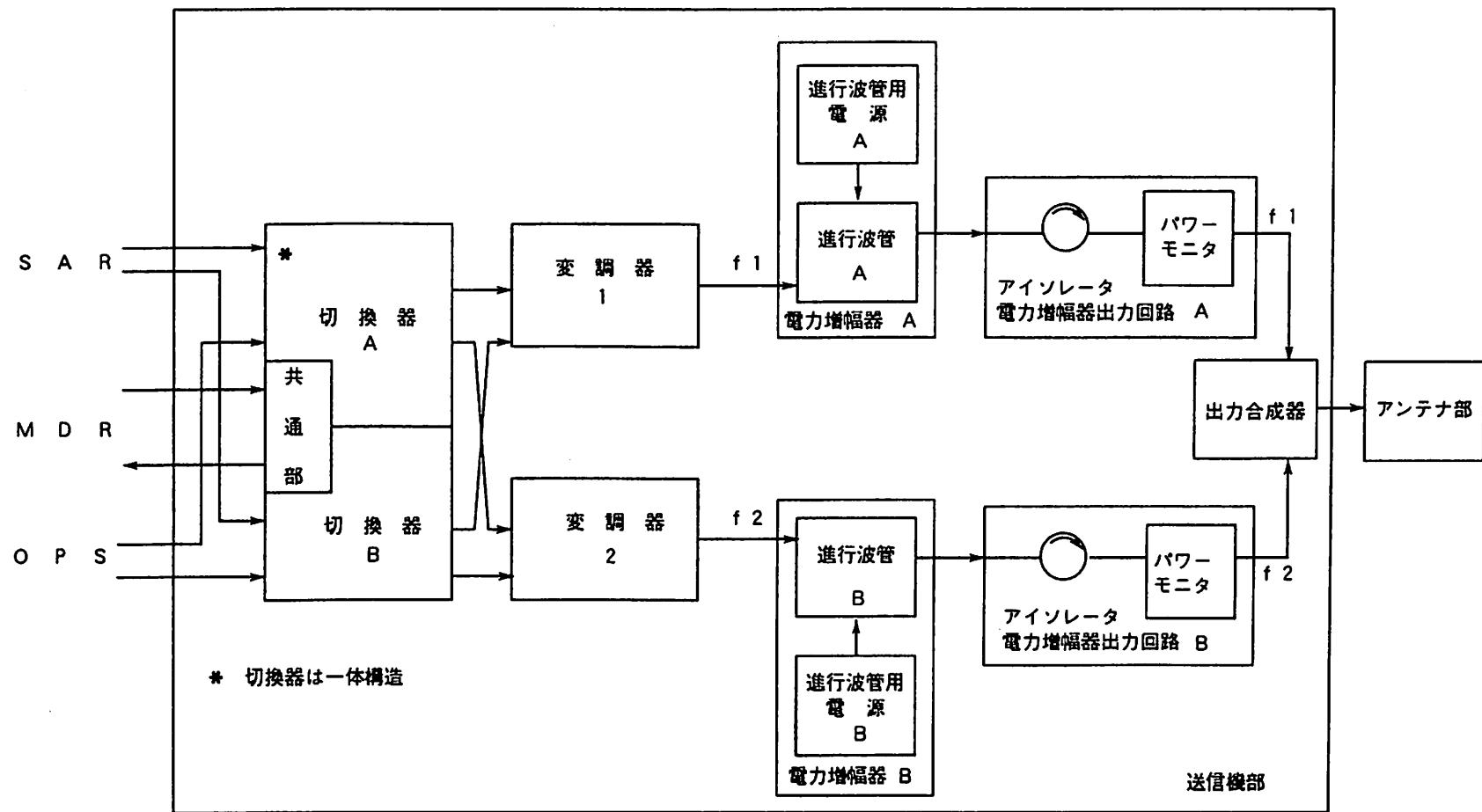


図 2-2-26 ミッション送信機の機能系統図

表 2-2-7 MDTの性能諸元

項番	項目	性能
(1)	送信周波数 搬送周波数	$f_1 : 8.15\text{GHz}$ $f_2 : 8.35\text{GHz}$
(a)	周波数安定度	長期 $\pm 7 \times 10^{-8}/\text{年以下}$ 短期 $\pm 7 \times 10^{-8}/\text{秒以下}$
(b)	EIRP	+Z軸 $\pm 0^\circ : 32\text{dBm以上}$ +Z軸 $\pm 66.1^\circ : 47\text{dBm以上}$
(2)	変調方式	QPSK
(3)	伝送速度	60Mbps/1波当り
(4)	占有帯域幅	50MHz以下
(5)	帯域外スプリアス	-50dBc 以下。但し、次の周波数帯においては下記の通りとする。 2044.25MHz $\pm 200\text{MHz} : -106\text{dBm 以下}$ 1275MHz $\pm 15\text{MHz} : -66\text{dBm 以下}$
(6)		

#### 2.2.4.3 主要コンポーネントの概要

##### (1) 切換器

各ミッション機器とインターフェースする機器であり、任意の入力信号（たとえば合成開口レーダ）をビットに応じた出力ポート（変調器  $f_1$  / 変調器  $f_2$  / ミッション記録装置）へ出力する事が可能である。

##### (2) 変調器

変調器 1 ( $f_1$ ) と変調器 2 ( $f_2$ ) があり、I チャンネルと Q チャンネルの各々 30Mbps の二つの信号を 4 相位相変調している。

### (3) 進行波管増幅器

ヘリックス（螺旋）遅延線を用いた進行波管増幅器で、二段コレクタを採用しており、動作点は飽和領域を使用していて、飽和出力 20W以上を得ている。

### (4) 合成器

進行波管増幅器で増幅された二つの周波数の信号をアンテナへ供給するために合成する機能の他に、占有周波数帯幅を低減する機能を持つ。

### (5) アンテナ

偏波は右旋円偏波を使用している。アンテナから放射される電波の強度分布が、地上で受信する際の電力が地上アンテナの仰角（衛星との距離）によらず一定となるように、また、国際無線通信主管庁会議で決められた地上電力束密度の規定を守るように、アンテナの放射パターンを設定している。

## 2. 3 軌道と G R S

### 2. 3. 1 軌道

J E R S - 1 の定常軌道は西方移動の太陽同期準回帰軌道であり、表 2 - 3 - 1 に示すごとく高度約 568km、傾斜角 97.67 度である。衛星が赤道を北から南に通過する降交点地方太陽時は午前10時30分～11時の間である。衛星は1日に地球を約15周し、660周目にもとの軌道にもどってくる。回帰日数は44日である。

表 2 - 3 - 1 J E R S - 1 軌道パラメータ

項目	区分	数値等データ	備考
衛星地上高		約 568km	赤道上空
周 期		約96分	
軌道傾斜角		97.67°	
衛星軌道		太陽同期準回帰軌道	西方移動
回 帰 日 数		44日	659周回
1 日 あ た り 周 回 数		15 - 1 / 44周	
降交点通過地方平均太陽時		10時30分～11時00分	(1992年5月時点で10時33分)
隣接する地上軌跡の間隔		60.7km	赤道上空
離 心 率		0.0015以下	

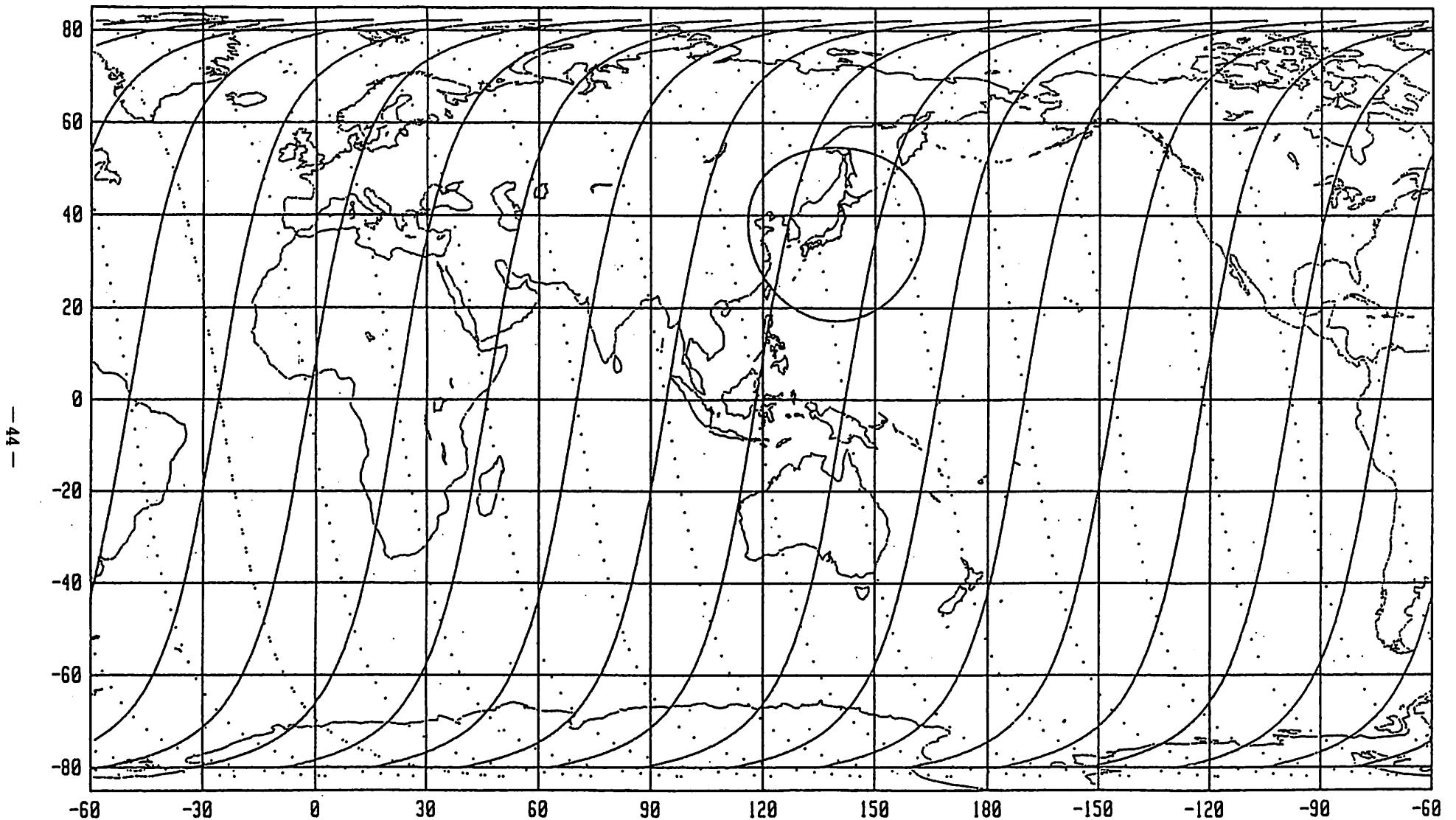


図 2-3-1 JERS-1 の軌道軌跡（1日分）  
(Path : 1、45、89、……、573、617)

### 2.3.2 GRS

世界地上参照座標系 (GRS : Ground Reference System)は、JERS-1に搭載される映像センサー (OPS、SAR) の取得画像の代表的な位置を定めるものである。OPSは直下視 (バンド4は前方視) を、SARはオフナディア角35°の斜方観測を行うため、ある軌道における画像位置は異なるが、2センサー共通の参照座標系として使用できるように、地球表面に固定した格子点としてGRSが定義されている。それぞれの格子点はパス (PATH) とロウ (ROW) の2つの整数で表現され、その間隔はほぼ一定となる様に設定してある。

GRSは表2-3-2に示す様に、緯度により世界を5つの領域に分割する。中緯度及び北・南緯度領域では、衛星のノミナル軌道 (降交軌道) に沿ってパスが設定される。ただし格子点の間隔が狭まることを避けるために、北・南緯度領域では、パスを半分に間引き、奇数番号のパスのみとしている。北・南緯度領域では軌道と無関係にGRSの座標系を設定してあるが、これに格子点の間隔をほぼ一定に保つためである。

観測データのユーザは、通常は衛星の軌道を意識せずに、必要とするデータの地域をGRSの二つのパラメータ (PATH、ROW) で指定する。観測日を推定する方法はセンサーの種別と表2-3-2の5つの領域によって異なる。中緯度及び北・南緯度領域ではGRSのパスとノミナル軌道が一致しているので、軌道直下点を観測するOPSは、JERS-1用GRSマップ注及び軌道と観測日の関係を示すカレンダー (表2-3-3～表2-3-6) 等により、容易に観測日が推定できる。SARの観測地域はオフナディア角による斜方観測のため、観測に使用する軌道はGRSのパスの位置とは異なるので、観測日はJERS-1用GRSマップに添付されるテンプレートを用いる等の方法で推定する。北・南極領域ではGRSマップから観測日を推定することは出来ない。

パス1の位置は、陸域においてパス659→1の変化を必要最少限になる様に定めた。(パス1が陸域を通過るのは、シベリアの東端をかすめる時だけである。) なお北・南緯度領域において、間引き後の最後のパス番号は659で奇数であるから、パス659とパス1は連続して存在しこの間は間引かない。

注) JERS-1用GRSマップは、全世界の陸域の地図にGRSのパス、ロウを記入したものである。日本付近のJERS-1用GRSマップを図2-3-2に示す。

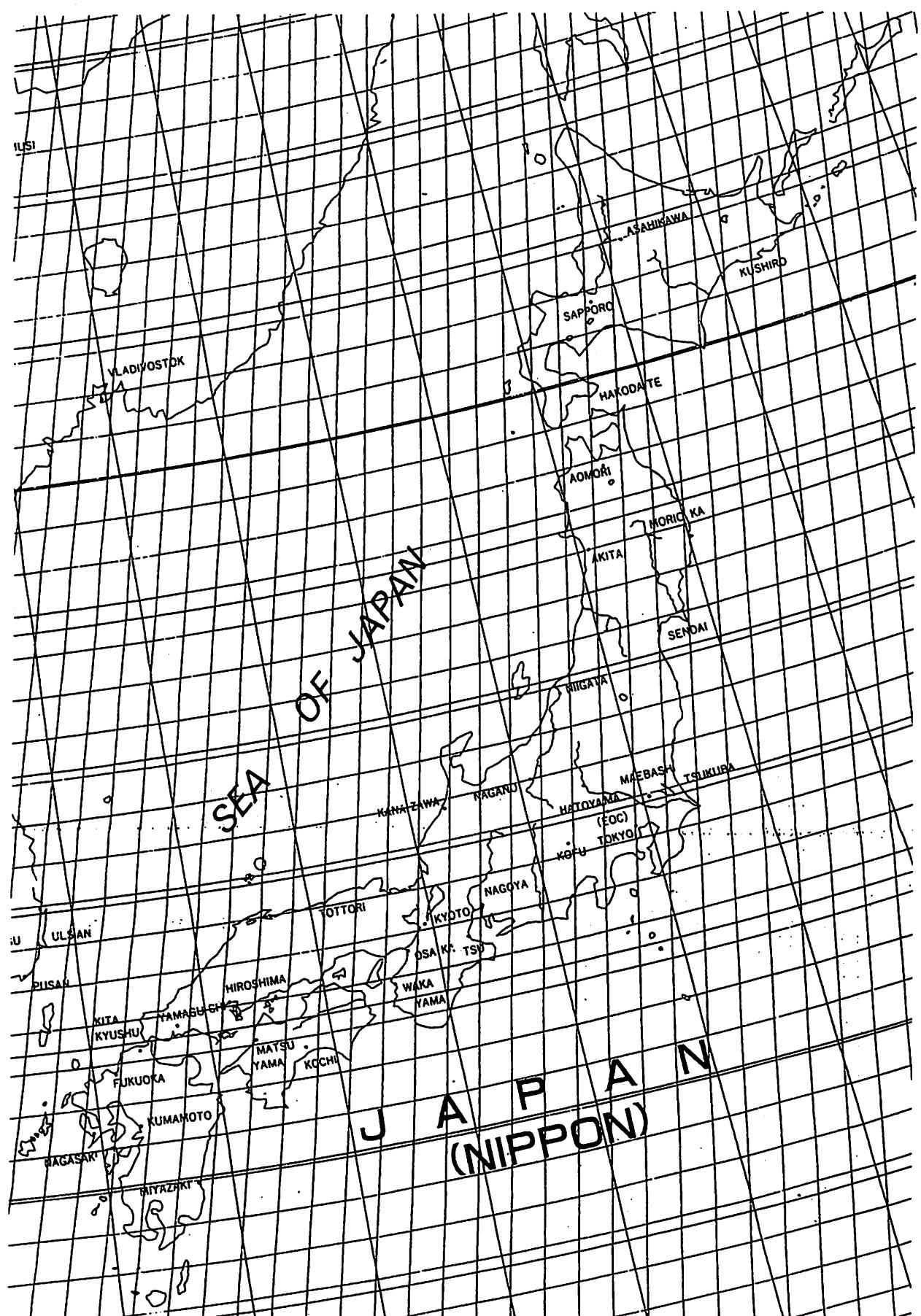


図2-3-2 日本付近のJERS-1用GRSマップ

表2-3-2 GRSの5つの領域

領域名	範囲(緯度)	ロウ番号の範囲
北極領域	76.134° ~ 86.094°	OPS: 152~170 SAR: 142~170
北緯度領域	59.583° ~ 75.633°	171~200
中緯度領域	-59.006° ~ 59.006°	201~400
南緯度領域	-75.633° ~ -59.583°	401~430
南極領域	-82.538° ~ -76.134°	OPS: 431~449 SAR: 431~438

### 2.3.3 カバレージ

EOCにおける実時間観測範囲を図2-3-3、図2-3-4に示す。JERS-1はMDRを搭載しているため、実時間受信範囲以外についてMDRによるデータ取得が可能である。MDR再生受信については、EOCにおける受信と、その支援を行う海外局がある。それ以外の外国局は、実時間受信のみを行なう。

1992年11月現在でMOU(了解覚書)締結済及び調整中の受信局とその受信範囲を図2-3-5に示す。

表 2-3-3 JERS-1 の軌道カレンダー (1/4)

## JERS-1 Orbit Calendar

Path No.	1992											
	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
1 36 80 124 168 212 256 300 344 388 432 476 520 564 608 652						29		12	25		8	22
37 81 125 169 213 257 301 345 389 433 477 521 565 609 653						30		13	26		9	23
38 82 126 170 214 258 302 346 390 434 478 522 566 610 654							1	14	27		10	24
39 83 127 171 215 259 303 347 391 435 479 523 567 611 655							2	15	28		11	25
40 84 128 172 216 260 304 348 392 436 480 524 568 612 656							3	16	29		12	26
41 85 129 173 217 261 305 349 393 437 481 525 569 613 657							4	17	30		13	27
42 86 130 174 218 262 306 350 394 438 482 526 570 614 658							5	18		1	14	28
43 87 131 175 219 263 307 351 395 439 483 527 571 615 659							6	19		2	15	29
1 44 88 132 176 220 264 308 352 396 440 484 528 572 616							7	20		3	16	30
2 45 89 133 177 221 265 309 353 397 441 485 529 573 617							8	21		4	17	31
3 46 90 134 178 222 266 310 354 398 442 486 530 574 618							9	22		5	18	
4 47 91 135 179 223 267 311 355 399 443 487 531 575 619							10	23		6	19	
5 48 92 136 180 224 268 312 356 400 444 488 532 576 620							11	24		7	20	
6 49 93 137 181 225 269 313 357 401 445 489 533 577 621							12	25		8	21	
7 50 94 138 182 226 270 314 358 402 446 490 534 578 622							13	26		9	22	
8 51 95 139 183 227 271 315 359 403 447 491 535 579 623							14	27		10	23	
9 52 96 140 184 228 272 316 360 404 448 492 536 580 624							1	15	28		11	24
10 53 97 141 185 229 273 317 361 405 449 493 537 581 625							2	16	29		12	25
11 54 98 142 186 230 274 318 362 406 450 494 538 582 626							3	17	30		13	26
12 55 99 143 187 231 275 319 363 407 451 495 539 583 627							4	18	31		14	27
13 56 100 144 188 232 276 320 364 408 452 496 540 584 628							5	19		1	15	28
14 57 101 145 189 233 277 321 365 409 453 497 541 585 629							6	20		2	16	29
15 58 102 146 190 234 278 322 366 410 454 498 542 586 630							7	21		3	17	30
16 59 103 147 191 235 279 323 367 411 455 499 543 587 631							8	22		4	18	
17 60 104 148 192 236 280 324 368 412 456 500 544 588 632							9	23		5	19	
18 61 105 149 193 237 281 325 369 413 457 501 545 589 633							10	24		6	20	
19 62 106 150 194 238 282 326 370 414 458 502 546 590 634							11	25		7	21	
20 63 107 151 195 239 283 327 371 415 459 503 547 591 635							12	26		8	22	
21 64 108 152 196 240 284 328 372 416 460 504 548 592 636							13	27		9	23	
22 65 109 153 197 241 285 329 373 417 461 505 549 593 637							14	28		10	24	
23 66 110 154 198 242 286 330 374 418 462 506 550 594 638							15	29		11	25	
24 67 111 155 199 243 287 331 375 419 463 507 551 595 639							16	30		12	26	
25 68 112 156 200 244 288 332 376 420 464 508 552 596 640							17	31		13	27	
26 69 113 157 201 245 289 333 377 421 465 509 553 597 641							18		1	14	28	
70 114 158 202 246 290 334 378 422 466 510 554 598 642							19		2	15	29	
27 71 115 159 203 247 291 335 379 423 467 511 555 599 643							20		3	16	30	
28 72 116 160 204 248 292 336 380 424 468 512 556 600 644							21		4	17	31	
29 73 117 161 205 249 293 337 381 425 469 513 557 601 645							22		5	18		15
30 74 118 162 206 250 294 338 382 426 470 514 558 602 646							23		6	19		2
31 75 119 163 207 251 295 339 383 427 471 515 559 603 647							24		7	20		3
32 76 120 164 208 252 296 340 384 428 472 516 560 604 648							25		8	21		4
33 77 121 165 209 253 297 341 385 429 473 517 561 605 649							26		9	22		5
34 78 122 166 210 254 298 342 386 430 474 518 562 606 650							27		10	23		6
35 79 123 167 211 255 299 343 387 431 475 519 563 607 651							28		11	24		7

表2-3-4 JERS-1の軌道カレンダー(2/4)

## JERS-1 Orbit Calendar

Path No.	1993											
	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
36 80 124 168 212 256 300 344 388 432 476 520 564 608 652	4	20		3	16	30		12	26	.	9	
37 81 125 169 213 257 301 345 389 433 477 521 565 609 653	5	21		4	17	31		13	27		10	
38 82 126 170 214 258 302 346 390 434 478 522 566 610 654	6	22		5	18		1	14	28		11	
39 83 127 171 215 259 303 347 391 435 479 523 567 611 655	7	23		6	19		2	15	29		12	
40 84 128 172 216 260 304 348 392 436 480 524 568 612 658	8	24		7	20		3	16	30		13	
41 85 129 173 217 261 305 349 393 437 481 525 569 613 657	9	25		8	21		4	17	31		14	
42 86 130 174 218 262 306 350 394 438 482 526 570 614 658	10	26		9	22		5	18		1	15	
43 87 131 175 219 263 307 351 395 439 483 527 571 615 659	11	27		10	23		6	19		2	16	
1 44 88 132 176 220 264 308 352 396 440 484 528 572 616	12	28		11	24		7	20		3	17	
2 45 89 133 177 221 265 309 353 397 441 485 529 573 617	13	29		12	25		8	21		4	18	
3 46 90 134 178 222 266 310 354 398 442 486 530 574 618	1	14	30		13	26		9	22		5	19
4 47 91 135 179 223 267 311 355 399 443 487 531 575 619	2	15	31		14	27		10	23		6	20
5 48 92 136 180 224 268 312 356 400 444 488 532 576 620	3	16		1	15	28		11	24		7	21
6 49 93 137 181 225 269 313 357 401 445 489 533 577 621	4	17		2	16	29		12	25		8	22
7 50 94 138 182 226 270 314 358 402 446 490 534 578 622	5	18		3	17	30		13	26		9	23
8 51 95 139 183 227 271 315 359 403 447 491 535 579 623	6	19		4	18		1	14	27		10	24
9 52 96 140 184 228 272 316 360 404 448 492 536 580 624	7	20		5	19		2	15	28		11	25
10 53 97 141 185 229 273 317 361 405 449 493 537 581 625	8	21		6	20		3	16	29		12	26
11 54 98 142 186 230 274 318 362 406 450 494 538 582 626	9	22		7	21		4	17	30		13	27
12 55 99 143 187 231 275 319 363 407 451 495 539 583 627	10	23		8	22		5	18		1	14	28
13 56 100 144 188 232 276 320 364 408 452 496 540 584 628	11	24		9	23		6	19		2	15	29
14 57 101 145 189 233 277 321 365 409 453 497 541 585 629	12	25		10	24		7	20		3	16	30
15 58 102 146 190 234 278 322 366 410 454 498 542 586 630	13	26		11	25		8	21		4	17	31
16 59 103 147 191 235 279 323 367 411 455 499 543 587 631	14	27		12	26		9	22		5	18	
17 60 104 148 192 236 280 324 368 412 456 500 544 588 632	15	28		13	27		10	23		6	19	
18 61 105 149 193 237 281 325 369 413 457 501 545 589 633	16		1	14	28		11	24		7	20	
19 62 106 150 194 238 282 326 370 414 458 502 546 590 634	17		2	15	29		12	25		8	21	
20 63 107 151 195 239 283 327 371 415 459 503 547 591 635	18		3	16	30		13	26		9	22	
21 64 108 152 196 240 284 328 372 416 460 504 548 592 636	19		4	17	31		14	27		10	23	
22 65 109 153 197 241 285 329 373 417 461 505 549 593 637	20		5	18		1	15	28		11	24	
23 66 110 154 198 242 286 330 374 418 462 506 550 594 638	21		6	19		2	16	29		12	25	
24 67 111 155 199 243 287 331 375 419 463 507 551 595 639	22		7	20		3	17	30		13	26	
25 68 112 156 200 244 288 332 376 420 464 508 552 596 640	23		8	21		4	18	31		14	27	
26 69 113 157 201 245 289 333 377 421 465 509 553 597 641	24		9	22		5	19		1	15	28	
27 70 114 158 202 246 290 334 378 422 466 510 554 598 642	25		10	23		6	20		2	16	29	
28 71 115 159 203 247 291 335 379 423 467 511 555 599 643	26		11	24		7	21		3	17	30	
29 72 116 160 204 248 292 336 380 424 468 512 556 600 644	27		12	25		8	22		4	18		1
29 73 117 161 205 249 293 337 381 425 469 513 557 601 645	28		13	26		9	23		5	19		2
30 74 118 162 206 250 294 338 382 426 470 514 558 602 646	29		14	27		10	24		6	20		3
31 75 119 163 207 251 295 339 383 427 471 515 559 603 647	30		15	28		11	25		7	21		4
32 76 120 164 208 252 296 340 384 428 472 516 560 604 648	31		16	29		12	26		8	22		5
33 77 121 165 209 253 297 341 385 429 473 517 561 605 649		1	17	30		13	27		9	23		6
34 78 122 166 210 254 298 342 386 430 474 518 562 606 650		2	18		1	14	28		10	24		7
35 79 123, 167 211 255 299 343 387 431 475 519 563 607 651		3	19		2	15	29		11	25		8

表2-3-5 JERS-1の軌道カレンダー(3/4)

## JERS-1 Orbit Calendar

Path No.	1994											
	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Ocl.	Nov.	Dec.
36 80 124 168 212 256 300 344 388 432 476 520 564 608 652	22		7	20		3	17	30		13	26	
37 81 125 169 213 257 301 345 389 433 477 521 565 609 653	23		8	21		4	18	31		14	27	
38 82 126 170 214 258 302 346 390 434 478 522 566 610 654	24		9	22		5	19		1	15	28	
39 83 127 171 215 259 303 347 391 435 479 523 567 611 655	25		10	23		6	20		2	16	29	
40 84 128 172 216 260 304 348 392 436 480 524 568 612 656	26		11	24		7	21		3	17	30	
41 85 129 173 217 261 305 349 393 437 481 525 569 613 657	27		12	25		8	22		4	18		1
42 86 130 174 218 262 306 350 394 438 482 526 570 614 658	28		13	26		9	23		5	19		2
43 87 131 175 219 263 307 351 395 439 483 527 571 615 659	29		14	27		10	24		6	20		3
1 44 88 132 176 220 264 308 352 396 440 484 528 572 616	30		15	28		11	25		7	21		4
2 45 89 133 177 221 265 309 353 397 441 485 529 573 617	31		16	29		12	26		8	22		5
3 46 90 134 178 222 266 310 354 398 442 486 530 574 618		1	17	30		13	27		9	23		6
4 47 91 135 179 223 267 311 355 399 443 487 531 575 619		2	18		1	14	28		10	24		7
5 48 92 136 180 224 268 312 356 400 444 488 532 576 620		3	19		2	15	29		11	25		8
6 49 93 137 181 225 269 313 357 401 445 489 533 577 621		4	20		3	16	30		12	26		9
7 50 94 138 182 226 270 314 358 402 446 490 534 578 622		5	21		4	17	31		13	27		10
8 51 95 139 183 227 271 315 359 403 447 491 535 579 623		6	22		5	18		1	14	28		11
9 52 96 140 184 228 272 316 360 404 448 492 536 580 624		7	23		6	19		2	15	29		12
10 53 97 141 185 229 273 317 361 405 449 493 537 581 625		8	24		7	20		3	16	30		13
11 54 98 142 186 230 274 318 362 406 450 494 538 582 626		9	25		8	21		4	17	31		14
12 55 99 143 187 231 275 319 363 407 451 495 539 583 627		10	26		9	22		5	18		1	15
13 56 100 144 188 232 276 320 364 408 452 496 540 584 628		11	27		10	23		6	19		2	16
14 57 101 145 189 233 277 321 365 409 453 497 541 585 629		12	28		11	24		7	20		3	17
15 58 102 146 190 234 278 322 366 410 454 498 542 586 630		13	29		12	25		8	21		4	18
16 59 103 147 191 235 279 323 367 411 455 499 543 587 631		1	14	30		13	26		9	22		5
17 60 104 148 192 236 280 324 368 412 456 500 544 588 632		2	15	31		14	27		10	23		6
18 61 105 149 193 237 281 325 369 413 457 501 545 589 633		3	16		1	15	28		11	24		7
19 62 106 150 194 238 282 326 370 414 458 502 546 590 634		4	17		2	16	29		12	25		8
20 63 107 151 195 239 283 327 371 415 459 503 547 591 635		5	18		3	17	30		13	26		9
21 64 108 152 196 240 284 328 372 416 460 504 548 592 636		6	19		4	18		1	14	27		10
22 65 109 153 197 241 285 329 373 417 461 505 549 593 637		7	20		5	19		2	15	28		11
23 66 110 154 198 242 286 330 374 418 462 506 550 594 638		8	21		6	20		3	18	29		12
24 67 111 155 199 243 287 331 375 419 463 507 551 595 639		9	22		7	21		4	17	30		13
25 68 112 156 200 244 288 332 376 420 464 508 552 596 640		10	23		8	22		5	18		1	14
26 69 113 157 201 245 289 333 377 421 465 509 553 597 641		11	24		9	23		6	19		2	15
27 70 114 158 202 246 290 334 378 422 466 510 554 598 642		12	25		10	24		7	20		3	16
28 71 115 159 203 247 291 335 379 423 467 511 555 599 643		13	26		11	25		8	21		4	17
29 72 116 160 204 248 292 336 380 424 468 512 556 600 644		14	27		12	26		9	22		5	18
30 73 117 161 205 249 293 337 381 425 469 513 557 601 645		15	28		13	27		10	23		6	19
31 74 118 162 206 250 294 338 382 426 470 514 558 602 646		16		1	14	28		11	24		7	20
32 75 119 163 207 251 295 339 383 427 471 515 559 603 647		17		2	15	29		12	25		8	21
33 76 120 164 208 252 296 340 384 428 472 516 560 604 648		18		3	16	30		13	26		9	22
34 77 121 165 209 253 297 341 385 429 473 517 561 605 649		19		4	17	31		14	27		10	23
35 78 122 166 210 254 298 342 386 430 474 518 562 606 650		20		5	18		1	15	28		11	24
35 79 123 167 211 255 299 343 387 431 475 519 563 607 651		21		6	19		2	16	29		12	25

表2-3-6 JERS-1の軌道カレンダー(4/4)

## JERS-1 Orbit Calendar

Path No.												1995															
												Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.				
36	80	124	168	212	256	300	344	388	432	476	520	564	608	652	9	22		7	21		4	17	30	13	27		
37	81	125	169	213	257	301	345	389	433	477	521	565	609	653	10	23		8	22		5	16	1	14	28		
38	82	126	170	214	258	302	346	390	434	478	522	566	610	654	11	24		9	23		6	19	2	15	29		
39	83	127	171	215	259	303	347	391	435	479	523	567	611	655	12	25		10	24		7	20	3	16	30		
40	84	128	172	216	260	304	348	392	436	480	524	568	612	656	13	26		11	25		8	21	4	17	31		
41	85	129	173	217	261	305	349	393	437	481	525	569	613	657	14	27		12	26		9	22	5	18			
42	86	130	174	218	262	306	350	394	438	482	526	570	614	658	15	28		13	27		10	23	6	19			
43	87	131	175	219	263	307	351	395	439	483	527	571	615	659	16		1	14	28		11	24	7	20			
1	44	88	132	176	220	264	308	352	396	440	484	528	572	616	17		2	15	29		12	25	8	21			
2	45	89	133	177	221	265	309	353	397	441	485	529	573	617	18		3	16	30		13	26	9	22			
3	46	90	134	178	222	266	310	354	398	442	486	530	574	618	19		4	17	31		14	27	10	23			
4	47	91	135	179	223	267	311	355	399	443	487	531	575	619	20		5	18		1	15	28	11	24			
5	48	92	136	180	224	268	312	356	400	444	488	532	576	620	21		6	19		2	16	29	12	25			
6	49	93	137	181	225	269	313	357	401	445	489	533	577	621	22		7	20		3	17	30	13	26			
7	50	94	138	182	226	270	314	358	402	446	490	534	578	622	23		8	21		4	18	31	14	27			
8	51	95	139	183	227	271	315	359	403	447	491	535	579	623	24		9	22		5	19		1	15	28		
9	52	96	140	184	228	272	316	360	404	448	492	536	580	624	25		10	23		6	20		2	16	29		
10	53	97	141	185	229	273	317	361	405	449	493	537	581	625	26		11	24		7	21		3	17	30		
11	54	98	142	186	230	274	318	362	406	450	494	538	582	626	27		12	25		8	22		4	18	1		
12	55	99	143	187	231	275	319	363	407	451	495	539	583	627	28	1	13	26		9	23		5	19	2		
13	56	100	144	188	232	276	320	364	408	452	496	540	584	628	29		14	27		10	24		6	20	3		
14	57	101	145	189	233	277	321	365	409	453	497	541	585	629	30		15	28		11	25		7	21	4		
15	58	102	146	190	234	278	322	366	410	454	498	542	586	630	31		16	29		12	26		8	22	5		
16	59	103	147	191	235	279	323	367	411	455	499	543	587	631		1	17	30		13	27		9	23	6		
17	60	104	148	192	236	280	324	368	412	456	500	544	588	632		2	18		1	14	28		10	24	7		
18	61	105	149	193	237	281	325	369	413	457	501	545	589	633		3	19		2	15	29		11	25	8		
19	62	106	150	194	238	282	326	370	414	458	502	546	590	634		4	20		3	18	30		12	26	9		
20	63	107	151	195	239	283	327	371	415	459	503	547	591	635		5	21		4	17	31		13	27	10		
21	64	108	152	196	240	284	328	372	416	460	504	548	592	636		6	22		5	18		1	14	28	11		
22	65	109	153	197	241	285	329	373	417	461	505	549	593	637		7	23		6	19		2	15	29	12		
23	66	110	154	198	242	286	330	374	418	462	506	550	594	638		8	24		7	20		3	16	30	13		
24	67	111	155	199	243	287	331	375	419	463	507	551	595	639		9	25		8	21		4	17	31	14		
25	68	112	156	200	244	288	332	376	420	464	508	552	596	640		10	26		9	22		5	18		15		
26	69	113	157	201	245	289	333	377	421	465	509	553	597	641		11	27		10	23		6	19		2	16	
27	70	114	158	202	246	290	334	378	422	466	510	554	598	642		12	28		11	24		7	20		3	17	
28	71	115	159	203	247	291	335	379	423	467	511	555	599	643		13	29		12	25		8	21		4	18	
29	72	116	160	204	248	292	336	380	424	468	512	556	600	644		1	14	30		13	26		9	22		5	19
30	73	117	161	205	249	293	337	381	425	469	513	557	601	645		2	15	31		14	27		10	23		6	20
31	74	118	162	206	250	294	338	382	426	470	514	558	602	646		3	16		1	15	28		11	24		7	21
32	75	119	163	207	251	295	339	383	427	471	515	559	603	647		4	17		2	16	29		12	25		8	22
33	76	120	164	208	252	296	340	384	428	472	516	560	604	648		5	18		3	17	30		13	26		9	23
34	77	121	165	209	253	297	341	385	429	473	517	561	605	649		6	19		4	18		1	14	27		10	24
35	78	122	166	210	254	298	342	386	430	474	518	562	606	650		7	20		5	19		2	15	28		11	25
36	79	123	167	211	255	299	343	387	431	475	519	563	607	651		8	21		6	20		3	16	29		12	26

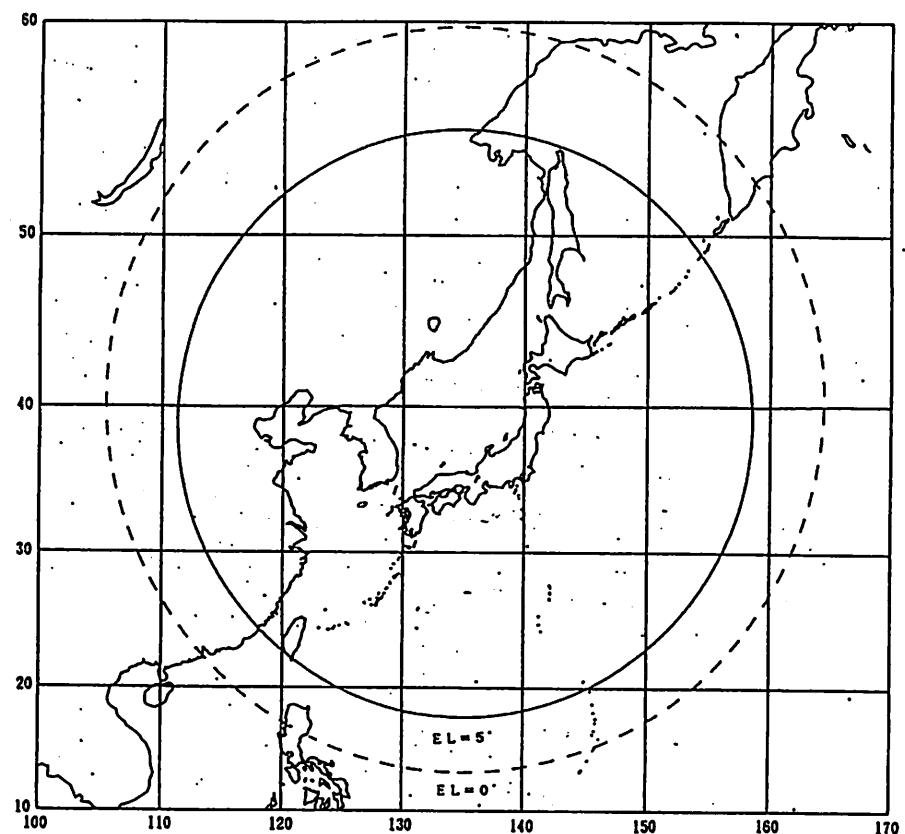


図 2-3-3 地球観測センターにおけるJERS-1 SARの実時間観測範囲

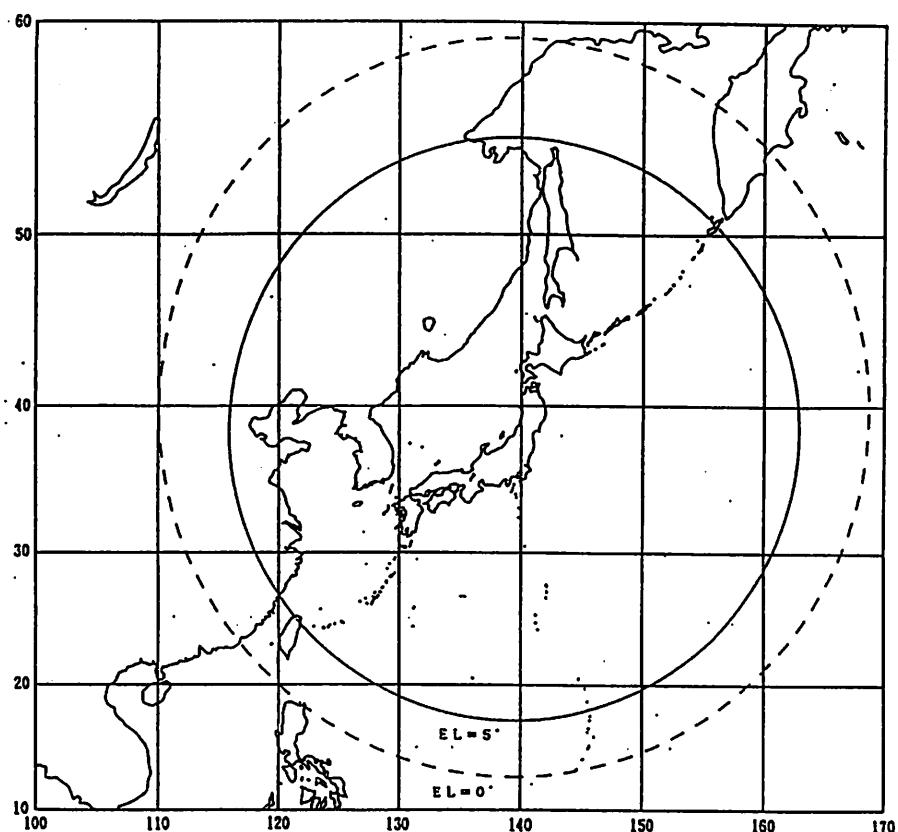


図 2-3-4 地球観測センターにおけるJERS-1 OPSの実時間観測範囲

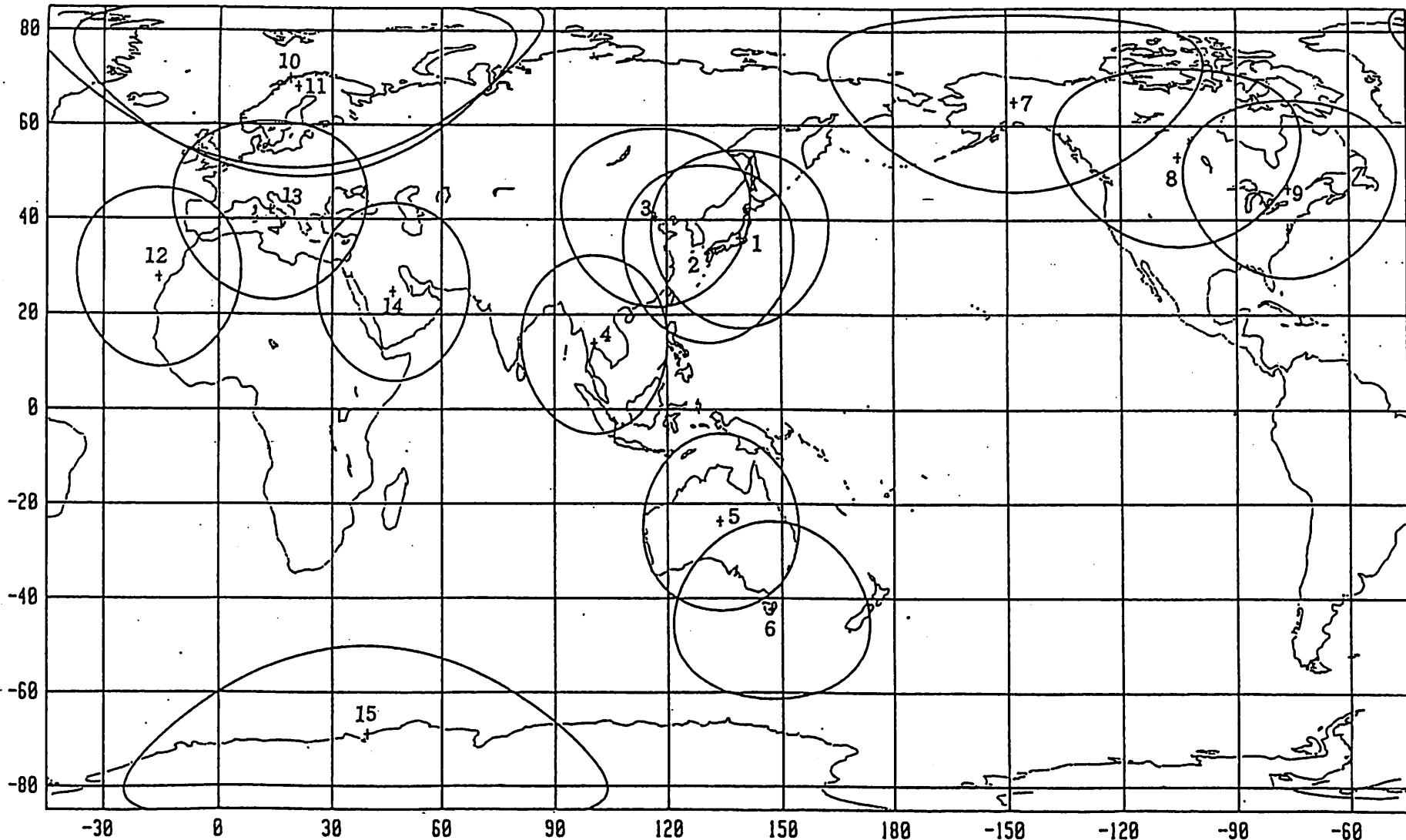


図 2-3-5

J E R S - 1 直接受信地上局の受信範囲 (エレベーション 5° 以上)

- |                              |                                |
|------------------------------|--------------------------------|
| 1. EOC (Saitama)             | 9. Galineau (Canada)           |
| 2. Tokai Univ. (Kumamoto)    | 10. Tromso (Norway)            |
| 3. Beijing (China)           | 11. Kiruna (Sweden)            |
| 4. Bangkok (Thailand)        | 12. Maspalomas (Spain)         |
| 5. Alice Springs (Australia) | 13. Fucino (Italy)             |
| 6. Hobart (Australia)        | 14. Riyadh (Saudi Arabia)      |
| 7. Fairbanks (Alaska/U.S.A.) | 15. Syowa Station (Antarctica) |
| 8. Prince Albert (Canada)    |                                |

## 2.4 運用システム

JERS-1の地上システムの概要を図2-4-1に示す。

JERS-1の地上システムは、データ取得処理等システムの設置される地球観測センター（EOC : Earth Observation Center）、追跡管制システム、データ取得の支援を行う海外局、及び実時間受信のみ行う外国局とに大別される。

追跡管制システムの中心となる中央追跡管制所（TACC : Tracking and Control Center）は、EOCからのミッション機器運用要求について、電力・コマンド数等の運用条件に照らし、必要に応じてEOCと調整し、衛星運用計画を定める。この計画に基づいて、追跡管制所を通してJERS-1の運用を実施する。（JERS-1の追跡管制所は、定常段階においては、勝浦追跡管制所、増田追跡管制所、沖縄追跡管制所及びキルナ局（NTSK）が使用される。）また衛星の軌道決定及び軌道制御の計画立案、評価を実施し、軌道情報の配布を行なう。

EOCは、他のデータ受信局を含むユーザのミッション機器運用に係る要求をとりまとめ、TACCに対し運用を要請する。TACCから配布された衛星運用計画・軌道情報を、データ取得処理等のためEOC内で利用するとともに、他のデータ受信局に提供する。また、テレメトリデータ及び画像データにより、ミッション機器の一次評価を行う。

JERS-1運用概要を図2-4-2に示す。

### 2.4.1 中央追跡管制所（TACC）

#### (1) TACCの主な機能

TACCの運用システムに関する機能を以下に示す。

##### (a) 衛星運用計画系機能

###### ・衛星運用計画

EOCからのミッション運用要求に対して、機器の制約条件からのチェックを行い、ミッション運用コマンドの生成及びEOCへのミッション機器の運用計画の出力をを行う。また、各種チェックの結果から観測要求の縮小が必要な場合は、観測計画縮小情報をEOCへ出力する。更に、最新の軌道情報に基づいた観測開始／終了時刻等の更新を行う。

##### (b) 軌道力学系機能

###### ・軌道決定

各追跡管制局から送られてきた測距データを基に軌道決定を行い、軌道決定値から各局における衛星捕捉に必要な予報値を生成し、各追跡管制局に配布する。EOCに対しては、短期フェー

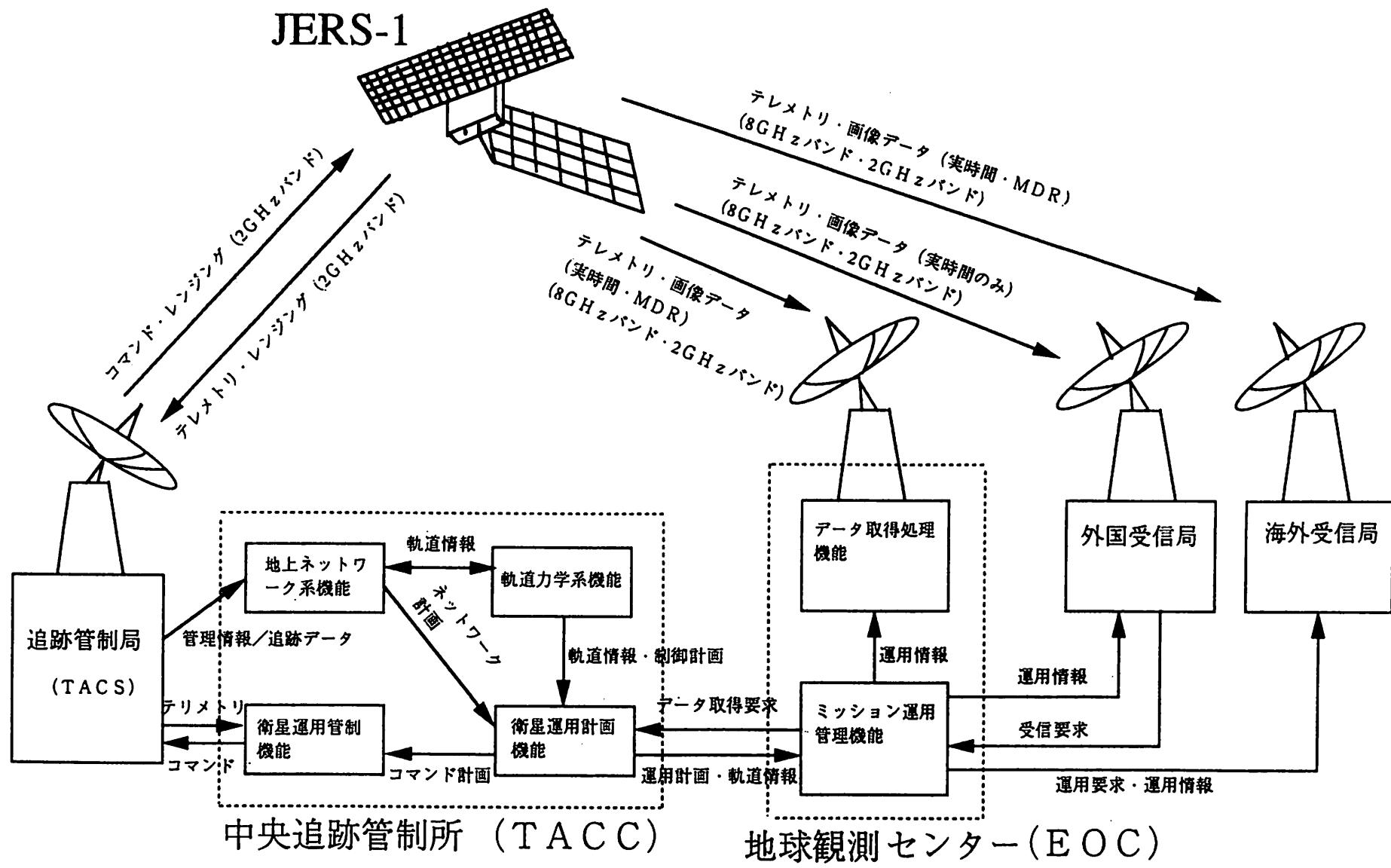


図 2-4-1 JERS-1 地上システムの概要

S/C

回線

地上局

NET WORK

衛星運用

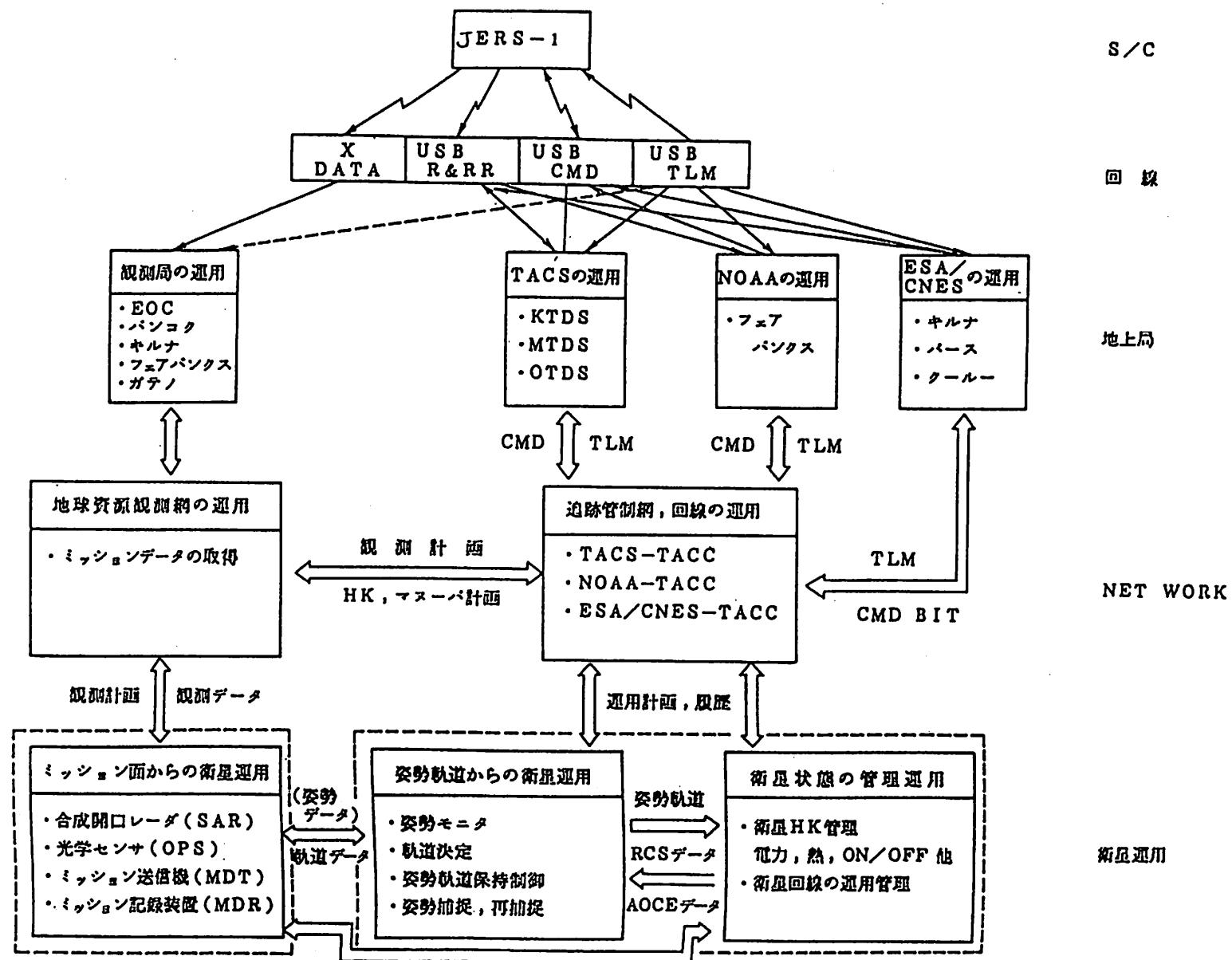


図 2-4-2 JERS-1 運用概要

ズにおいて最新の軌道決定値及び軌道予報値を提供する。また、衛星運用計画プログラムが計画立案等の処理を行う際に必要な局イベント情報等を作成し、出力する。

- ・軌道制御

軌道制御に必要となるマヌーバパラメータの算出と軌道制御後の評価を行う。

(c) 運用管制系機能

- ・衛星運用管制

J E R S - 1 のテレメトリデータをリアルタイム処理し、運用者によりコマンド設定送信を実施するためのリアルタイムな管制を行うものである。

- ・衛星データ処理

衛星運用管制プログラムから伝送されてくるテレメトリ、コマンド履歴データを入力し、衛星のハウスキーピングに必要な情報を処理する。

- ・衛星運用管制データベース管理

衛星メーカより提出される源泉データを基に、データベースの作成及び作成後に衛星運用管制プログラム／衛星データ処理プログラムへの配信を行う。

(d) 地上ネットワーク系機能

- ・ネットワーク管理

ネットワーク管理プログラムは、ネットワーク管制機能を統括する機能を担い、地上ネットワーク運用計画に基づきネットワークコンフィギュレーションの維持管理とネットワークデータの管理を行う。

- ・地上局網管制

地上局設備運用計画に基づき、各追跡管制局の遠隔監視及び必要に応じた設備の制御を行う。

- ・通信回線網管制

T A C C - T A C S 間の通信回線及びT A C C 内のデータ中継交換設備のステータスを収集し、回線状態を監視する。更に、ネットワーク運用計画に基づき、回線の接続制御及び回線の障害検出を行う。

- ・地上ネットワーク運用計画

J E R S - 1 を含む各衛星の運用に係わる各設備に対する運用要求、その他の設備のメンテナンス情報等を基に、衛星の運用におけるネットワーク資源への要求の競合の回避を行い、効率的な資源の割り付けを行い、ネットワーク運用計画を作成する。

## (2) T A C C の主な設備

T A C C の主な設備は、以下の通りである。

### (a) 衛星運用計画用設備

衛星運用計画用設備は、衛星運用計画プログラムが稼働する E W S (A-80) とその周辺装置から構成され、E O C からの観測要求の解析、観測計画の立案及びコマンド計画の作成等を行う。

本設備は、L A N を介して大型計算機及びネットワーク管理用設備と接続される。

### (b) 大型計算機設備

軌道力学系の各プログラム及び衛星データ処理プログラム等が稼働するデュプレックスシステムの大型計算機 (M-760/10) とそれらの端末及びD A S D 等から構成される。E O C とのインターフェースは、本設備の回線切換装置を介して、D D X - P を経由して行われる。

### (c) 衛星運用管制設備

衛星運用管制設備は、衛星運用管制プログラムが稼働する小型計算機 (M S - 4150) とその周辺装置から構成される。

本設備は、各追跡管制局で取得したテレメトリデータのモニタ、記録及びT A C C からの衛星へのコマンド送出、実行のモニタ等を集中管理する。また、取得したテレメトリデータ及びコマンド履歴データは、データ中継交換設備を介して大型計算機に伝送される。

### (d) ネットワーク管制用設備

ネットワーク管制用設備は、追跡管制システムのネットワーク全体を統括して監視、制御することを目的とした設備で、小型計算機 (M S - 4170 : ネットワーク管理プログラム、地球局網管制プログラム、通信回線網管制プログラムが稼働する) 及びネットワーク端末、局設備情報モニタ端末から構成される。

### (e) 地上ネットワーク運用計画用設備

地上ネットワーク運用計画設備 (A-80) は、衛星の運用要求に基づき、各追跡管制局の運用計画を立案する衛星共通のシステムである。

### (f) データ中継交換設備

データ中継交換設備は、追跡管制システムの各設備等の回線を制御する設備である。

### (g) L A N

L A N は、T A C C 内のデータ伝送量の多い以下のシステム間のデータ伝送を行うための設備である。

- ・ネットワーク管理-地上ネットワーク運用計画

- ・衛星運用計画－地上ネットワーク運用計画
- ・衛星運用計画系内インターフェース

#### 2.4.2 地球観測センター（E O C）

E O Cに設置されるJ E R S - 1のデータ取得処理等システムは運用管制機能及びデータ取得処理配布機能を有する。同システムは次のサブシステムから構成される。

地球観測データ取得処理等システムの構成を図2-4-3に示す。

##### (1) ミッション運用管理（M M O）サブシステム

- ・ミッション機器運用計画作成（T A C Cとのインターフェイスを含む。）
- ・他のデータ受信局からの要求受付け／情報提供
- ・E O C内他設備との情報インターフェイス
- ・テレメトリデータの監視

本サブシステムは、以下の設備で構成される。

###### (a) ミッション運用管理設備

本設備はJ E R S - 1のミッション機器運用計画の立案、J E R S - 1の運用に係わる情報の管理・集配信を行なう設備である。このため地球観測センター内の各サブシステム／筑波宇宙センター／J E R S - 1の国内外の受信局と通信回線を用いて情報の授受を行なう。

###### ・運用管理機能部

M M O設備の24時間運用、定時業務の時間管理、各ファイルの集配信状況表示や操作の一括管理等を行う。

###### ・J E R S - 1機能部

J E R S - 1のミッション運用管理情報（運用計画情報、衛星情報、運用結果情報）の入出力、集配信を行う。これら運用管理情報はデータベースで管理される。運用計画情報作成では、長期要求および短期要求に基づき観測計画立案や運用要求等の作成を行う。運用結果情報作成では源泉のカタログ情報や源泉のシーンの作成等を行う。

###### (b) テレメトリデータ監視卓

本設備はJ E R S - 1テレメトリデータ及びS A R H K(House Keeping)データをパーソナルコンピュータによりリアルタイム及びオフライン処理を行なうものであり、工学値変換表示処理、ステータス表示処理、バーグラフ表示処理、テレメトリデータ／S A R H Kデータの記録、ペンレコーダでのデータモニタ等を行なう。

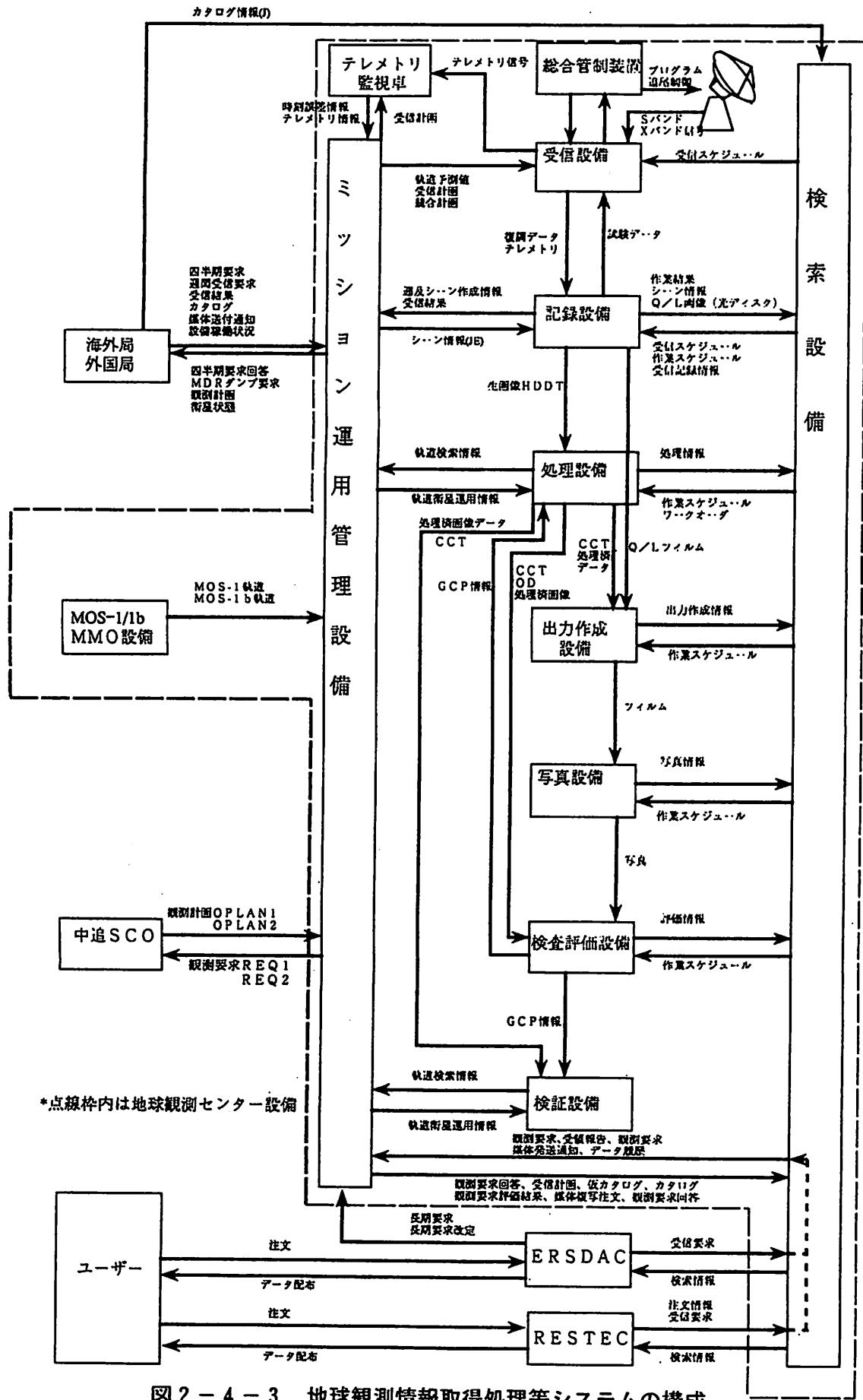


図 2-4-3 地球観測情報取得処理等システムの構成

## (2) 受信サブシステム

J E R S - 1 からの地球観測データおよびテレメトリデータを受信し復調して記録サブシステム及びテレメトリ監視卓へデータを送出する機能を有する。

空中線装置、受信装置、追尾装置、受信管制装置、コリメーション装置、時刻装置から構成される。

## (3) 記録サブシステム

受信サブシステムで受信されたS A R / O P S データおよびテレメトリデータを実時間で高密度ディジタル磁気テープ (H D D T : High Density Digital Tape)に記録する。取得したO P S 画像データについては、クイックルック装置により即時に表示および写真出力し、雲量評価等を行なう。

高密度ディジタルテープ記録装置、クイックルック装置およびL A N へデータを送出する装置から構成される。

## (4) 処理サブシステム

記録サブシステムで記録されたS A R / O P S の画像データまたは物理量データに対し、歪補正処理または物理量を抽出し、光ディスク及びC C T に出力する。また、出力された光ディスク、C C T に対し、媒体変換、フォーマット密度変換を行う機能を有する。

さらに、S A R / O P S の各センサの動作状態をチェックすることを目的としS A R / O P S 画像に対し、画像表示、統計量計算、校正データ処理等の機能を有する。

ホスト計算機、高密度ディジタル記録装置、高速画像修正装置、光ディスク装置から構成される。

## (5) 検査・評価サブシステム

処理サブシステムから出力される光ディスク及びC C T に記録されているJ E R S - 1 の画像データ、非画像データについて、データの欠損、画像の歪み、不具合データの調査等を行ない、一定の規格を満足しているか否か評価を行う。また利用者に配布される各センサデータ、C C T についても検査がなされる。

## (6) 出力作成サブシステム

処理サブシステムから出力されるC C T をもとにJ E R S - 1 の処理済み画像データ (S A R 、O P S ) を 240mm写真フィルムに潜像出力する。

また、画像表示装置により事前に画像データのヒストグラム取得、 $\gamma$ 補正の検討を行うことによって、既存衛星との同時運用を可能とし、且つ、フィルム潜像出力作業の効率化を図っている。

#### (7) 検証サブシステム

処理サブシステムで作成されるJ E R S - 1 の成果物 (C C T) の精度の定量的な評価を行なう。検査評価サブシステムで定常的な検査評価に比較して、高度な数学的・統計的評価を行なう。

本設備では、C C T (処理設備成果物) より、J E R S - 1 のS A R、O P S のデータを入力し、画像表示装置 (I V A S) に出力し、幾何補正精度、立体視、ステレオ視、バンド間レジストレーション、物理量、空間分解能、ラジオメトリーク分解能等の評価を行なう。

また、本設備で使用する軌道データは、M M O よりL A N を介して入力する。

評価結果を元にJ E R S - 1 観測システムの機能及び性能を確認し、処理設備のデータベースに反映させるデータを出力する。

#### (8) 保存検索サブシステム

記録サブシステム、処理サブシステムおよび出力作成サブシステムにて作成されたH D D T、C C T および写真の原本は必要に応じていつでも取り出して利用できるように保存される。また、利用者からの要望に応じて検索が行われる。

### 2.4.3 海外局（アラスカ、フェアバンクス局）

A S F (アラスカS A R施設; Alaska SAR Facility)は、J E R S - 1 プロジェクトの中で「海外局」と位置付けられ、他の外国局とは異なった以下の業務を行なっている。

- イ) A S F はN A S D A の要求に基づきMD Rデータの再生受信を行い、N A S D A が送付したH D D T に記録する。（3～5 パス／日程度）
- ロ) 上記データをE O C へ送付する。

これは、N A S D A - N A S A 間のM O U (了解覚書) に基づくもので、A S F 側はJ E R S - 1 / S A R のデータを利用する一方で、上記のN A S D A に対する支援業務を行っている。

A S F は、アラスカ大学地球物理学研究所 (Geophysical Institute) の付属施設で、設備の開発はJ P L (ジェット推進研究所) が行い、運用はアラスカ大学が行っている。

J E R S - 1 の他、E R S - 1 (欧洲リモートセンシング衛星1号) の受信を行っている。北緯 $64^{\circ} 51'$  という高緯度に位置するため、極軌道衛星の受信には有利で、J E R S - 1 のMD Rデータの受信についても、E O C より多くのデータ量をA S F での再生によって取得している。

### 2.4.4 外国局

N A S D A とのM O U (了解覚書) に基づきS A R 及びO P S (局にとってはどちらか一方の

み）の各局カバレージ内の実時間受信を行う局を「外国局」と位置付けている。M O U 締結済及び調整中の外国局については図 2 - 3 - 5 を参照のこと。

## 2. 4. 5 衛星運用計画立案の過程

### 2. 4. 5. 1 運用計画立案の方法

ミッション機器運用計画立案フェーズは、42日間単位のR E Q Q フェーズと、1週間単位のR E Q W フェーズの2つに分けられる。運用計画立案フローを図 2 - 4 - 4 に示す。MD R の運用計画はR E Q Q フェーズで確定する。また、実時間運用計画もR E Q Q フェーズで確定したものは、R E Q W フェーズでは変更しない。したがってR E Q W フェーズでは、R E Q Q フェーズで立案した後の余裕に、実時間観測要求の（追加の）立案を行う。

各フェーズでの計画立案の方法を以下に示す。

#### (1) R E Q Q フェーズ (42日毎)

##### ① 要求の受け付け

当該フェーズの5週間前までに要求を受け付ける。

要求とりまとめ作業は、地球観測センターにて行われる。

##### ② 要求の方法

各ユーザはG R S により、データ取得要求を提出する。

##### ③ M D R 再生パスについての海外局との調整

海外局 (A S F ; ア拉斯カS A R 施設) においては、5パス／1日程度のMD R 再生データの受信を行うが、計画立案段階で問題となるのは、E R S - 1 (欧洲リモートセンシング衛星1号) の受信との干渉である (A S F では共通のアンテナを使用) 。A S F においては基本的にE R S - 1 の受信を優先させるので、E R S - 1 と干渉しない範囲でJ E R S - 1 のMD R 再生データ受信計画を立案する。しかしR E Q Q フェーズにおいてはまだE R S - 1 の受信計画が未定のため、ノミナル軌道に基づき干渉の可能性のあるパスをすべて (MD R 再生パスから) 排除して、J E R S - 1 の計画立案が行なわれる。

##### ④ 計画立案の手順

実時間観測に対する要求を優先して扱う。

MD R 運用については、E O C 及びA S F のMD R 再生可能パスの情報を基に、MD R 運用に関する制約条件を考慮し、M M O に入力済の各ユーザの要求に基づいて、データ取得計画を立案する。

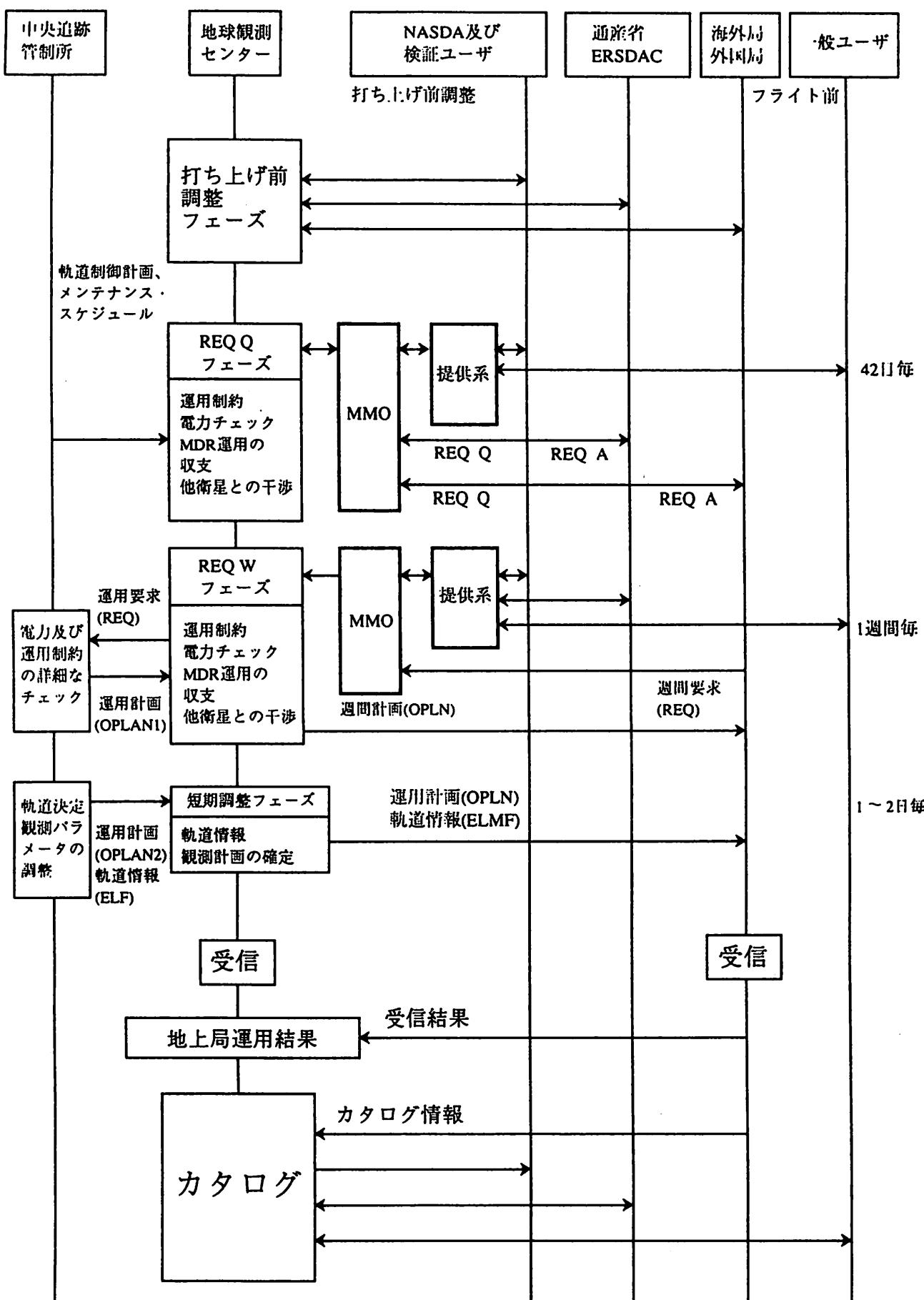


図 2-4-4 JERS-1 運用計画立案フロー

衛星の運用上の制約（センサの運用可能時間）、MDRによって取得できるデータ量の制約もあるので、要求のすべてに対応できるわけではない。計画立案のプログラムは、再生可能パスと、ユーザの要求及び優先度の情報に基づいて、最適なデータ取得計画（MDRの記録／再生計画）を立案する。

#### (2) REQWフェーズ（1週間毎）

REQWフェーズにおいては、REQQフェーズで立案した計画に、新たに発生した実時間要求を受け付けて、1週間単位で計画立案を行い、TACCとの調整を行って最終的なミッション機器運用計画を確定させる。

##### ① 要求の受け付け

該当期間（月曜～日曜：UT）の2週間前の月曜午前10時までに、実時間観測の要求のみ受け付ける。

##### ② 要求の方法

GRSで要求する。

##### ③ 計画立案の手順

REQQフェーズで立案済の計画に、REQWフェーズで発生した要求を付加して1週間単位で計画を立案する。MDR運用については、記録／再生の収支を考慮して計画立案を行うので、本フェーズにおいての追加要求は受け付けない。

EOCの運用については、1波を通常MDR再生で使用する場合が多いので、その時は実時間運用はSARとOPSのどちらか一方のみとなる。

#### 2.4.5.2 計画立案に係わるユーザとの調整方法

ユーザに対しては、RESTECの提供窓口（六本木）が、要求受付け、立案結果の回答を行なう。要求は以下の項目により行う。

- ・ GRS
- ・ センサ（SAR／OPS）
- ・ ゲイン設定（OPSのみ）

各フェーズ毎の締切り等を示す。

#### (1) REQQフェーズ

6週間前まで受付ける。EOC実時間データ及びMDRによる取得が対象である。

## (2) R E Q W フェーズ

該当する R E Q W フェーズの 2 週間前の月曜午前10時まで受付ける。E O C 実時間データのみが対象である。

### 2.4.6 観測機器の初期運用評価

J E R S - 1 衛星打ち上げ後に行われた搭載機器の初期運用評価作業（ミッション・チェック）により得られた、S A R、O P S の評価結果を以下に示す。

#### 2.4.6.1 S A R の初期運用評価結果

6ヶ月間にわたり、山岳地、森林、都市部、海域、コーナリフレクタを設置したテストサイトなどを観測した多数のS A Rデータ（リアルタイムならびにM D R観測）により評価がなされた。その結果、J E R S - 1 S A Rが地上の観測対象物の特徴をよくとらえていること、また海上風速がかなり強い場合には、海洋モニタリングにも有効であるとの確信が得られている。またS A R処理成果物は、提供機関の責任のもとに、校正・評価作業を通じて一定の品質が保たれる。

##### (1) 代表的なS A R画質評価結果

- ① 空間分解能 : 20m (azimuth) × 23m (range) (ハミング窓使用)
- ② ピーク／サイドローブ比 : -15dB (アジマス、レンジ方向)
- ③ S/N比 : 平均 6 dB (陸域)
- ④ アジマスアンビギュイティ比 : -22dB
- ⑤ 幾何学的位置決定精度 : 111m以下
- ⑥ ラジオメトリック精度 : 1.8dB以下

##### (2) 標準処理画像の主要諸元

- ① 画像サイズ : 75km (azimuth) × 80km (range)
  - ② データ表現 : 1ピクセルあたり15bit、パワーの平方根
  - ③ 補正レベル : ラジオメトリック変換ならびに幾何学変換済み
- (3) 特記事項 : 評価の結果、S A Rに関して以下の事項が判明した。

##### ① 地上レーダとの干渉

S A Rが特定の場所を観測するときに、強いライン状のノイズがレンジ方向に現われることが確認された。この現象が発生する場所は、日本の陸域にはほぼ限定されている。本来の地上の観測対象物が、このノイズに埋もれてしまって確認できない場合もある。

##### ② アジマスアンビギュイティ

アジマスアンビギュイティ比としては-22dBと低い値が得られているが、後方散乱強度の低い海面上では、海岸の都市部などの散乱強度の高い領域のアンビギュイティ像が顕著に現われる。海面を観測したデータを取り扱う場合は、この現象に注意を要する。

### ③ SAR送信電力

画質を向上させるために、平成4年9月18日よりSARは送信電力325Wで運用されている。

## 2.4.6.2 OPSの初期運用評価結果

世界各地を観測した多数のOPSデータにより評価がなされた。その結果、特記事項に示した問題点を除けば、OPSデータは各種応用分野に有効であるとの確信が得られている。

### (1) 代表的なOPS主要性能

- ① 空間分解能 : 18m (cross track) × 24m (along track) (特記事項参照)
- ② ビット数 : 各バンド、1ピクセルあたり6bit
- ③ ラジオメトリー誤差 : 1DN以下
- ④ 幾何学的位置決定精度 : 100m以下
- ⑤ 立体視機能 : 実用可能
- ⑥ 鮎和 : 対象物に依存
- ⑦ ゲイン : ハイゲインまたはノーマルゲインのいずれかを選択

### (2) 特記事項：OPSの画質上の問題点を以下にまとめる。

#### ① VNIR画像の横縞

VNIR画像において、約3ライン毎の周期的な横縞状のノイズが発生する。この現象は常時発生するものである。ハイゲインモードにおいて、2～3DNのバイアスがこのラインに沿ってのっていることが確認されている。

#### ② SWIR画像の縦縞

ほとんどのSWIR画像において、縦縞状のノイズが発生する。特に地表面の輝度がステップ状に変化する場合に、衛星進行方向に画像が鈍っているように見える。この現象は、検出器の残像現象によるものと推定されている。

## 2.5 運用モード

### (1) ミッション機器運用の原則

表2-5-1～2-5-2にミッション機器運用モードを示す。衛星は以下の原則に従って運

用する。

- ① SAR/OPSとも通常の運用は日照のみとし、日陰時の運用は試験的な運用とする。
- ② MDR再生は日照、日陰とも実施する。
- ③ OPSは以下のパターンで運用する。

MDR記録：常にVNIR/SWIR同時運用で観測する。

実時間運用：VNIR/SWIR同時運用、またはVNIR単独運用で観測する。

## (2) ミッション機器運用制約条件

ミッション機器運用計画は、以下の条件を満たす様に立案する。

- ① OPS運用時には、SWIR冷却器のクールダウンに15分、再起動に73分必要である。（VNIR単独運用を除く。）
- ② OPSの連続運用は23分以下（VNIR単独運用を除く。）
- ③ SARは、観測中のPRF切換えは行わない。  
(PRF切換えが不要な範囲で連続運用を行う。)
- ④ MDR記録時間は20分までである。
- ⑤ 消費電力について以下の条件を満たす。
  - ・電力収支は1周回で取る。
  - ・日照中はバッテリ放電によらないで運用する。（消費電力<発生電力）
  - ・バッテリDODは17%以下

表2-5-1 運用モード一覧

運用 モード 番号	運用モード名称	運用条件		
		日 照	日 陰	他のミッション機器条件
A	SAR実時間観測 (SAR REAL)	○	△	OPS : (日照) 温度制御モード、 撮像待機モード (日陰) 温度制御モード MDR : ヒータモード
B	OPS実時間観測 (OPS REAL)	○	×	SAR : スタンバイモード MDR : ヒータモード
C	VNIR実時間観測 (VNIR REAL)	○	×	SAR : スタンバイモード MDR : ヒータモード
D	SAR記録 (SAR REC)	○	△	OPS : (日照) 温度制御モード、 撮像待機モード (日陰) 温度制御モード
E	OPS記録 (OPS REC)	○	×	SAR : スタンバイモード
F	再生 (REPRO)	○	○	SAR : スタンバイモード OPS : (日照) 温度制御モード、 撮像待機モード (日陰) 温度制御モード
G	再生+SAR実時間観測 (SAR RREAL+REPRO)	○	×	OPS : 温度制御モード、 撮像待機モード
H	再生+OPS実時間観測 (OPS REAL+REPRO)	○	×	SAR : スタンバイモード
I	再生+VNIR実時間観測 (VNIR REAL+REPRO)	○	×	SAR : スタンバイモード
J	SAR実時間観測+OPS実時間観測 (SAR REAL+OPS REAL)	○	×	MDR : ヒータモード
K	SAR実時間観測+VNIR実時間観測 (SAR REAL+VNIR REAL)	○	×	MDR : ヒータモード
L	SAR記録+OPS実時間観測 (OPS REAL+SAR REC)	○	×	
M	SAR記録+VNIR実時間観測 (VNIR REAL+SAR REC)	○	×	
N	OPS記録+SAR実時間観測 (SAR REAL+OPS REC)	○	×	

○：定常に運用を行なう。

△：試験的な運用のみ行なう。

×：運用しない。

表2-5-2 ミッション機器運用モードと各機器の状態

運用 モード 番号	運用モード名称	各機器の運用状態				
		SAR	OPS		MDR	MDT
			VNIR	SWIR		
A	SAR実時間観測	○				1波送信
B	OPS実時間観測		○	○		1波送信
C	VNIR実時間観測		○			1波送信
D	SAR記録	○			記録	記録
E	OPS記録		○	○	記録	記録
F	再生				再生	1波送信
G	再生+SAR実時間観測	○			再生	2波送信
H	再生+OPS実時間観測		○	○	再生	2波送信
I	再生+VNIR実時間観測		○		再生	2波送信
J	SAR実時間観測+OPS実時間観測	○	○	○		2波送信
K	SAR実時間観測+VNIR実時間観測	○	○			2波送信
L	SAR記録+OPS実時間観測	○	○	○	記録	1波送信+記録
M	SAR記録+VNIR実時間観測	○	○		記録	1波送信+記録
N	OPS記録+SAR実時間観測	○	○	○	記録	1波送信+記録

## 第3章 出力データ成果品

## 第3章 出力データ成果品

J E R S - 1 データ取得処理等システムの処理サブシステムで作成される補正済画像データ(S A R、O P S)は、C C T(計算機適合テープ)および写真の形で出力される。

J E R S - 1 画像データの種類を表3-1-1に示す。

### 3.1 処理データの種類

#### 3.1.1 画像処理データ

地球観測センターで作成されるS A R、O P S 画像データの処理レベルと記録密度による出力の有無、C C Tの巻数および、フィルム出力の有無の対応を表3-1-2および表3-1-3に示す。

画像データの歪補正は、S A Rの場合レベル0からレベル4までの7段階、O P Sの場合レベル0からレベル5までの6段階であり、各レベルで行う歪補正の概略を表3-1-4および表3-1-5に示す。

また、処理成果物のデータ表現を表3-1-6及び表3-1-7に示す。

### 3.2 C C T

#### 3.2.1 C C Tの互換性

J E R S - 1 処理設備で作成されるC C Tは、地球観測センターのランドサット、M O S - 1などのその他の処理設備で作成されるC C Tと物理的に互換性がある。

使用する磁気テープの物理的記録仕様は表3-2-1に示すとおりである。

#### 3.2.2 S A R C C Tフォーマット

S A RのC C Tフォーマットは、C E O Sで勧告された“S A R Data Product's Format Standard”に準拠したものであり、オリジナルに対し、特にセンサ及び処理設備に固有な情報を付加している。

#### 3.2.2.1 S A R / C C Tの物理ボリューム構成

S A R / C C Tは1つ以上の物理ボリュームにまたがる論理ボリュームで構成されている。1

表3-1-1 データ処理種別及び成果品フォーマット

観測機器 項目	S A R	O P S	
		V N I R	S W I R
補正レベル	0, 1.0, 1.1, 2.0, 2.1, 3, 4	0~5	0~4
地図投影法	UTM, PS	UTM, SOM, PS	
リサンプリング法	ニアレストイバ法 キューピックコンポリューション法	ニアレストネイバ法 キューピックコンポリューション法	
ピクセルスペーシング	12.5m/18m/25m	18m, 25m	
窓関数	矩形, 三角, ハミング, ハニング, ドルフチェビチエフ任意		
C C T	記録単位	公称 75×75km (レベル2.1)	公称75×75km (レベル2) 4バンド(レベル0,1) 4バンド(レベル0~4) 3バンド(レベル2~4) 2バンド(レベル5)
	記録形式	C E O S勧告フォーマットに準拠	世界標準フォーマットに準拠
	データ並び	B S Q	B S Q/B I L
	記録密度	6250/1600 B P I	6250/1600/ B P I
	トラック数	9	9
	本数 /シーン	7本以内(6250BPI) 7本以内(1600BPI)	1本(6250BPI) 3本以内(1600BPI) 3本以内(1600BPI)
フィルム	記録単位	75×80km	75×75km
	フォーム マット	UTM及びPS 緯度, 経度表示	UTM及びPS:緯度, 経度表示 SOM :距離表示
	フィルムサイズ	240 ×240mm	240 ×240mm
備考		レベル5はB S Qのみ	

表3-1-2 SARの処理レベルと記録密度における  
CCTの巻数およびフィルム出力の対応

	6250 BPI	1600 BPI	フィルム
L. 0	2	7	×
L. 1.0	7	—	×
L. 1.1 / 1 Look	7	—	×
3 Look	2	—	×
L. 2.0 / 12.5m	1	3	○
18m	1	2	○
25m	1	1	○
L 2.1 / 12.5m	1	3	○
18m	1	2	○
25m	1	1	○
L 3 / 12.5m	1	3	○
18m	1	2	○
25m	1	1	○
L 4 / 12.5m	1	3	○
18m	1	2	○
25m	1	1	○

表3-1-3 OPSーの処理レベルと記録密度における  
CCTの巻数およびフィルム出力の対応

処理レベル	Px.	B S Q 6250	B S Q 1600	B I L 6250	B I L 6250	フィルム
0		1	3	1	3	白黒／カラー
1		1	3	1	3	白黒／カラー
2	18	1	3	1	3	白黒／カラー
	25	1	2	1	2	
3	18	1	3	1	3	白黒／カラー
	25	1	2	1	2	
4	18	1	3	1	3	白黒／カラー
	25	1	2	1	2	
5	18	1	2	—	—	白黒
	25	1	1	—	—	

注1 : VNIRとSWIRはそれぞれ別のボリュームとして出力される。

注2 : レベル5はVNIRのみである。

注3 : レベル2~4のVNIRはバンド1~3の3バンドである。

注4 : ピクセルスペーシング

表3-1-4 JERS-1 SAR処理レベルと内容

レベル	名 称	処 理 内 容
レベル0	Unprocessed Signal Data Product	補正を全く行っていないデータを記録する。また、地球観測センターで作成している他センサの未補正処理データと同様に、さらに高次の補正に必要なデータを記録している。
レベル1.0	Partially Processed Signal Data Product	基本的にレンジ圧縮のみを行ったデータを記録するもので、補助データとしてレンジ参照関数を記録する。
レベル1.1	Basic Image Product	レベル1.0に加えてアジャス圧縮を行ったデータである。ただし、アジャス圧縮を行う際にレンジマイグレーション補正を行いルック処理としては3ルックと1ルックの2種類が選択可能である。
レベル2.0	Bulk Image Product	レベル1.1までのレンジおよびアジャス圧縮されたデータについて、 $\sigma^0$ 対応の変換をする。さらに、リサンプリングを行い Slant Rangeを地上距離に変換する。座標は、X軸がアジャス方向でY軸がレンジ方向となる。
レベル2.1	Standard Geocoded Image Product 標準処理成果物	レベル1.1のデータについて、地図投影を考慮してリサンプリングを行う。地図投影としては、UTMおよびPSの2種類がある。 NASDAでは、この処理を標準処理とする。
レベル3	Precise Corrected Image Product	レベル1.1までの処理に加えて、GCPを用いた精密幾何補正を行う。なお、本処理レベルにおいては、標高による補正を行わない。
レベル4	Geocoded with Terrain Correction	数値情報(DTM)を使用して、レベル1.1までの処理に加えて標高による歪補正(Foreshortening補正)を行う。

表3-1-5 JERS-1 OPS処理レベルと内容

レベル	名 称	処 理 内 容
レベル0	Unprocessed Signal Data Product	補正を全く行っていない生データを全バンド記録する。また地球観測センターで作成している他センサの未補正処理データと同様に高次の補正に必要なラジオメトリックおよび幾何歪補正用データを記録する。
レベル1	Radiometric Corrected Image Product	素子感度偏差値、暗電流等のラジオメトリック補正を行ったデータを全バンド記録する。また、幾何学歪補正用データも記録する。
レベル2	System Corrected Image Product 標準処理成果物	レベル1画像に加えて、幾何学歪補正及び指定の地図投影を行ったバンド4を除いたデータを記録する。地図投影法としては、UTM、SOMおよびPSを採用する。なお、バンド4についてはステレオ視用に使用するバンドであるので下記のレベル5として記録する。
レベル3	Precise Corrected Image Product	レベル2までの処理に加えて、GCPを用いた精密幾何補正を行う。レベル2同様バンド4を除く7バンドを記録する。
レベル4	Registration Corrected Image Product	レベル2までの処理に加えて、RCPを用いた基準画像に合わせ込む処理を行う。
レベル5	Stereo Image Product	基本的な処理はレベル2同様であるが、ステレオ視用にバンド3およびバンド4の画像のみを記録する。

表3-1-6 JERS-1 OPS処理成果物のデータ表現

処理レベル	ピクセル スペーシング	格納形式 (ライン方向×ピクセル方向)	1ピクセル当りの 情 報 量
0		4096×4000	1 byte
1		4096×4000	1 byte
2	18m	4500×4200	1 byte
	25m	3240×3024	1 byte
3	18m	4500×4200	1 byte
	25m	3240×3024	1 byte
4	18m	4500×4200	1 byte
	25m	3240×3024	1 byte
5	18m	4500×4200	1 byte
	25m	3240×3024	1 byte

表3-1-7 JERS-1 SAR処理成果物のデータ表現

処理レベル	ピクセル スペーシング	データフォーマット 形 式	格納形式 (レンジ方向 ×アジマス方向)	1ピクセル当りの 情 報 量
0		Complex integer × 1	6144×19904	2 byte
1.0		Complex real × 4	5968×19904	8 byte
1.1/1 ルック		Complex real × 4	5936×16896	8 byte
1.1/3 ルック		real × 4	5936×8448	4 byte
2.0/2.1	12.5m	integer × 2	6400×6000	2 byte
	18.0m	integer × 2	4450×4200	2 byte
	25.0m	integer × 2	3200×3000	2 byte
3/4	12.5m	integer × 2	6000×6000	2 byte
	18.0m	integer × 2	4200×4200	2 byte
	25.0m	integer × 2	3000×3000	2 byte

表 3-2-1 CCTの物理的仕様

項目	内容
テープ長	732m (2400フィート)
記録フォーマット	9トラック (情報8ビット、パリティ1ビット)
記録密度	6250 bpi / 1600 bpi / 800 bpi
記録方式	GCR方式 (6250 bpi) / PE方式 (1600 bpi) / NRZI方式 (800 bpi)
イニシャル ギャップ	最小 75mm、最大 7.6m
IRG (Inter Record Gap)	15.24mm (標準)
レコード長	テープディレクトリ : 360バイト 上記以外 : 3596バイト
コード	ビデオデータ : バイナリ 英数字 : ASCII
規格	JIS-C-6200 (テープリール : JIS-C-6242)

つの物理ボリュームから成るものがいちばん単純なCCT製品である。スーパーストラクチャによってSARの論理ボリュームを幾つかの物理ボリュームへ分割するマルチボリュームとして扱う事を可能にしている。これは、1ファイル内のデータレコードの分割も可能である。

### 3.2.2.2 SAR論理ボリューム構成

SAR論理ボリュームとは、生データシグナルやイメージデータ、衛星のテレメトリ情報及び設備関連パラメータを含むデータ群の集まりである。

この論理ボリュームは次に示した5種のファイルで構成されている。

- ・ボリュームディレクトリファイル
- ・SARリーダーファイル
- ・SARデータファイル
- ・SARトレイラファイル
- ・NULLボリュームディレクトリファイル

SARデータファイルとSARトレイラファイルは共に衛星位置情報やデータ品質などの補助情報を含む。

SARデータファイルは、次の2種類のいずれかのSARデータ（生データ、イメージデータ）を含む。

- SARシグナルデータ（未処理または部分的に処理されているデータ）
- SARイメージデータ（高次補正を含む処理済みデータ）

#### (1) ボリュームディレクトリファイル

SAR論理ボリュームのいちばん初めのファイルで、ボリュームディスクリプタレコードとファイルポインタレコード（追隨する各ファイルごとに1つ）及びテキストレコードから構成されている。このファイルにはCCTに記録されている全てのファイルの場所とその内容を読むために必要な事項とファイル数が書かれている。1シーンが複数のCCTに及ぶ場合は各CCTの先頭に記録されている。

##### ① ボリュームディスクリプタレコード

ボリュームディレクトリファイルの第1レコードである。このレコードの目的は、論理ボリュームを識別することと、レコード内に含まれたデータファイルの数を識別することである。さらに、論理ボリュームの物理ボリュームとの関連づけを行う。

##### ② ファイルポインタレコード

ボリュームディレクトリファイル内の二番目のレコードタイプである。このレコードはファイルに対するポインタを示し、論理ボリューム内のデータファイルを呼び出すために必要な情報を含む。

ポインタレコードは、SAR論理ボリュームの各々1つずつ、計3つ存在する。各ポインタレコードは、ファイルタイプ、ファイルサイズ及びSAR論理ボリューム中の位置を示す。

##### ③ テキストレコード

テキストレコードは、CCT製品を識別する情報と内容の簡単なテキストサマリを含む。

#### (2) SARリーダーファイル

本ファイルには、データファイル内に含まれるSARデータに対応する補助の情報を含む。SARリーダーファイルは1つ以上の補助の情報パケットファイルディスクリプタレコードを含む。各パケットは1つ以上のレコードで構成されている。本フォーマットのSARリーダーファイルは下記のレコード形式を使用している。

- ファイルディスクリプタレコード

- ・データセットサマリレコード
- ・地図投影データレコード
- ・プラットフォーム位置データレコード
- ・姿勢データレコード
- ・ラジオメトリック補償レコード
- ・データ品質サマリレコード
- ・データヒストグラムレコード
- ・レンジスペクトルレコード
- ・デジタル標高モデルディスクリプタレコード
- ・詳細処理パラメータレコード
- ・グランドコントロールポイントレコード
- ・設備関連データレコード

上記にて全ての補助レコードタイプが定義されているが、全レコードが一つのCCT上で使用されるわけではない。センサやレベルに応じて必要なレコードが選択される。SARリーダファイルに含まれているものは製品のタイプ（処理レベル）により決定している。表3-2-2に、処理レベルと各レコードの対応関係を示す。

表中で×印は、SARリーダーファイルには書き込まれないレコードを示している。これは、補助データが適当ではない場合及びデータが使用不可能の場合であり、そのディスクリプタレコードに対応するフィールドのレコードカウントは0となる。

SAR補助データレコードは数字か英数字のテキストリングで記録される。このレコードの長さはレコードに含まれる付属データのタイプにより異なる。設備定義レコードのレコードの長さはCCT生成設備により定義される。情報が、定義されたレコードの長さより短い場合は、レコードの残った部分は空白で埋められる。

#### ① ファイルディクリプタレコード

SARリーダーファイルディクリプタレコードは、2つの主要なセグメントに分けられる。すなわちディスクリプタレコード固定長セグメントとディスクリプタレコード可変長セグメントである。SARリーダーファイルディスクリプタレコード固定長セグメントは名前の通り、固定長のセグメントであり、他のファイルディスクリプタレコードと同じ機能を持つ。このセグメントは、ファイルの読み方を示すものである。

SARリーダーファイルディクリプタレコード可変長セグメントは、SARリーダーファ

表3-2-2 処理レベルと各レコード

	L. 0	L. 1.0	1.1(1)	1.1(3)	L. 2.0	L. 2.1	L. 3	L. 4
ファイルディスクリプタレコード	○	○	○	○	○	○	○	○
データセットサマリレコード	○	○	○	○	○	○	○	○
地図投影データレコード	×	×	×	×	×	○	○	○
プラットフォーム位置データレコード	○	○	○	○	○	○	○	○
姿勢データレコード	○	○	○	○	○	○	○	○
ラジオメトリック補償レコード	×	○	○	○	○	○	○	○
データ品質サマリレコード	×	×	○	○	○	○	○	○
データヒストグラムレコード	×	×	×	○	○	×	×	×
レンジスペクトルレコード	○	○	○	○	○	×	×	×
デジタル標高モデルディスクリプタレコード	×	×	×	×	×	×	×	○
詳細処理パラメータレコード	○	×	×	×	×	×	×	×
グランドコントロールポイントレコード	×	×	×	×	×	×	○	○
設備関連データレコード	○	○	○	○	○	○	○	○

イルデータに特有のセグメントである。そして、SAR補助データレコードが存在しているか否か、及びSARリーダーファイルに含まれる各レコードタイプのレコード長と各レコードタイプの数を示す。

#### ② データセットサマリレコード

データセットサマリレコードは、この論理ボリューム上のSARデータを生成するために使ったミッション運用、データ取得情報、センサパラメータ、及び処理パラメータの情報から構成されている。

#### ③ 地図投影レコード

地図投影データレコードは、処理済み画像データについてジオメトリックな情報を供給している。

#### ④ プラットフォーム位置データレコード

衛星の位置／軌道の情報を供給している。

#### ⑤ 姿勢データレコード

SARデータの取得時間についてのセンサプラットフォームの姿勢情報を含む。

- ⑥ ラジオメトリーク補償レコード  
ラジオメトリーク補償レコードは、レンジのラジオメトリーク補正係数を含む。これには、レンジ方向のアンテナパターンや S T C 補正及び空間伝播路長補正係数が含まれる。
  - ⑦ データ品質サマリレコード  
データ品質サマリレコードは、S A R データのノミナルな品質についての情報を含む。
  - ⑧ データヒストグラムレコード  
データヒストグラムレコードは、サンプリングによるヒストグラムやデータセットの統計量情報を含む。
  - ⑨ レンジスペクトルレコード  
レンジスペクトルレコードは、未処理の生データのスペクトルを含む。
  - ⑩ デジタル標高モデルディスクリプタレコード  
デジタル標高モデルディスクリプタレコードは、フォーショートニング補正の処理に使われたデジタル標高モデル (DEM/D TM) の情報を含む。
  - ⑪ 詳細処理パラメータレコード  
S A R データの取得時間におけるセンサ/プラットフォームからのテレメトリデータ (生データ) 情報を含む。
  - ⑫ グラウンドコントロールポイントレコード (G C P ディスクリプタレコード)  
グラウンドコントロールポイントレコードは、精密幾何補正を実行するために使われた Ground Control Point (G C P) の情報を含む。
  - ⑬ 設備関連データレコード  
設備関連データレコードは、J E R S - 1 処理設備に関連した情報を示す。  
ここでは、チェックマーク情報、ピクセル/ライン緯度・経度変換情報及び処理を要求したカレントワークオーダの記述を含む。
- (3) S A R データファイル  
本データファイルは、シグナルデータ、処理済みイメージデータ、及び上位補正後の S A R データのいずれかを記録している。これらのデータの種類は「プロダクトタイプ」フィールド (テキストレコードのフィールド 9 と、データサマリレコードのフィールド 83) で示される。また、データフォールマットは「データタイプ」フィールド (ファイルディスクリプタレコードのフィールド 61 と 62) で示される。  
本ファイルは、下記のレコードから構成されている。

## 1. ファイルディスククリプタレコード

### 2. SARデータレコード

ディスククリプタレコードの内容はASCIIで表現されている。これに対し、SARデータレコードの内容はバイナリで記録される。

#### ① SARデータファイルディスククリプタレコード

SARデータファイルディスククリプタレコードは、SARデータのフォーマットを定義する。それはファイルに含まれるSARデータレコードの数と長さを与える。また、この他に、データフィールド（各フィールドはバイトのグループから成る）においてSARデータレコード内のSARデータサンプルを詰める方法の詳細情報を示す。さらにデータダイナミックレンジ、個々サンプルの符号化方式、左右上下の境界のサイズ（もしあれば）、プレフィックスとサフィックスデータの大きさ、主要SARパラメータのバイトポインタが示される。

#### ② シグナルデータレコード

このレコードは下に記したデータのグループにより構成される。

- (i) 標準レコードの先頭の12バイトデータ（すなわち、レコード番号、レコードタイプとサブタイプ及びレコードの長さ）
- (ii) プレフィックスデータ
- (iii) シグナルデータの1ライン
- (iv) サフィックスデータ

SAR処理済みデータレコードは下に記したデータグループを含んでいる。

- (i) 標準レコードの先頭の12バイトデータ（すなわち、レコード番号、レコードタイプとサブタイプ及びレコードの長さ）
- (ii) プレッフィックスデータ
- (iii) 左のフィラーと右のフィラーを必要次第で含む処理済みデータの1ライン
- (iv) サフィックスデータ

#### (4) SARトレイラファイル

SARトレイラファイルは、標準CEO Sフォーマット定義では、SARリーダーファイルに入れられなかったロジカルボリュームの追加情報が含まれるファイルである。

本フォーマットではファイルディスククリプタレコードのみ存在する。

#### (1) ファイルディスククリプタレコード(1つ)

#### ① SARトレイラファイルディスククリプタレコード

SARトレイラファイルディスクリプタレコードは、主要な2つのセグメントに分けることができる。すなわち、ディスクリプタレコード固定長セグメントとディスクリプタレコード可変長セグメントである。固定長セグメントは、その名の通り固定長のセグメントである。その機能は他のフィールドディスクリプタレコードと同じ機能、形式を持つ。そして、ファイルの読み方の情報を含む。

SARトレイラファイルディスクリプタレコード可変長セグメントはSARレーダファイルディスクリプタレコード可変長セグメントと同じ機能、形式をもつ。補助データレコードの数と長さをSARトレイラファイルに与える。

#### (5) NULLボリュームディレクトリファイル

論理ボリュームセットは、NULLボリュームディレクトリファイルにより終了する。

NULLボリュームディレクトは1つのレコードを含む。すなわちNULLボリュームディスクリプタレコードである。

##### ① NULLボリュームディスクリプタレコード

ヌルボリュームディスクリプタレコードは論理ボリュームの終了を示す。この定義はボリュームディスクリプタレコードと全く同じである。又、その中に含まれるデータはボリュームの終了を示す。

### 3.2.3 OPS CCTフォーマット

OPSのCCTフォーマットは、ランドサット/MOS等のCCTで使われている世界標準フォーマットに準拠している。

世界標準フォーマットの概念図を図3-2-1に、ファイル構成とレコード構成を図3-2-2に示す。

#### 3.2.3.1 ファイル構成

CCTは、5種のファイルより構成され、各々のファイルは複数のレコードより構成される。

CCTを構成するファイル名、及びその内容と構成レコード名を表3-2-3に示す。

#### 3.2.3.2 論理的なボリューム（ロジカルボリューム）

論理的なボリュームとして、次の2種類の論理的なボリュームが存在し、これらを合わせて、論理的なボリュームセットと呼ぶ。

(1) イメージボリューム

(2) N U L L ボリューム

1 シーンの C C T は、1 つの論理的なボリュームセットに相当する。ただし、物理的には1 シーンが複数のボリューム (C C T) に分割される場合もある。

### 3.2.3.3 C C T フォーマットの物理フォーマット

(1) 用語の説明

物理的なフォーマットの説明で使用する用語一覧表を表 3 - 2 - 4 に示す。

(2) レコード長

C C T フォーマットを構成する各レコードの長さを、バイト単位で定義する。

(3) ファイル及びレコードの区切り

全てのファイルは、T M (テープマーク) から成る E O F により区切られ、また全てのレコードは I R G によって区切られる。

(4) C C T ボリューム分割

1 本の磁気テープにおいて、読み出し／書き込み可能領域は、B O T からE O T までの範囲である。

### 3.2.3.4 C C T レコード

O P S の C C T には、下記のレコードが存在する。

ボリュームディレクトリファイル ボリュームディスクリプタレコード

ファイルポインタレコード

テキストレコード

ファイルディスクリプタレコード

— 各ファイル共通 —

ファイルディスクリプタレコード

シーンヘッダレコード

地図投影アンシラリレコード

ラジオメトリークアンシラリレコード

エフェメリスアンシラリレコード

テレメトリアンシラリレコード

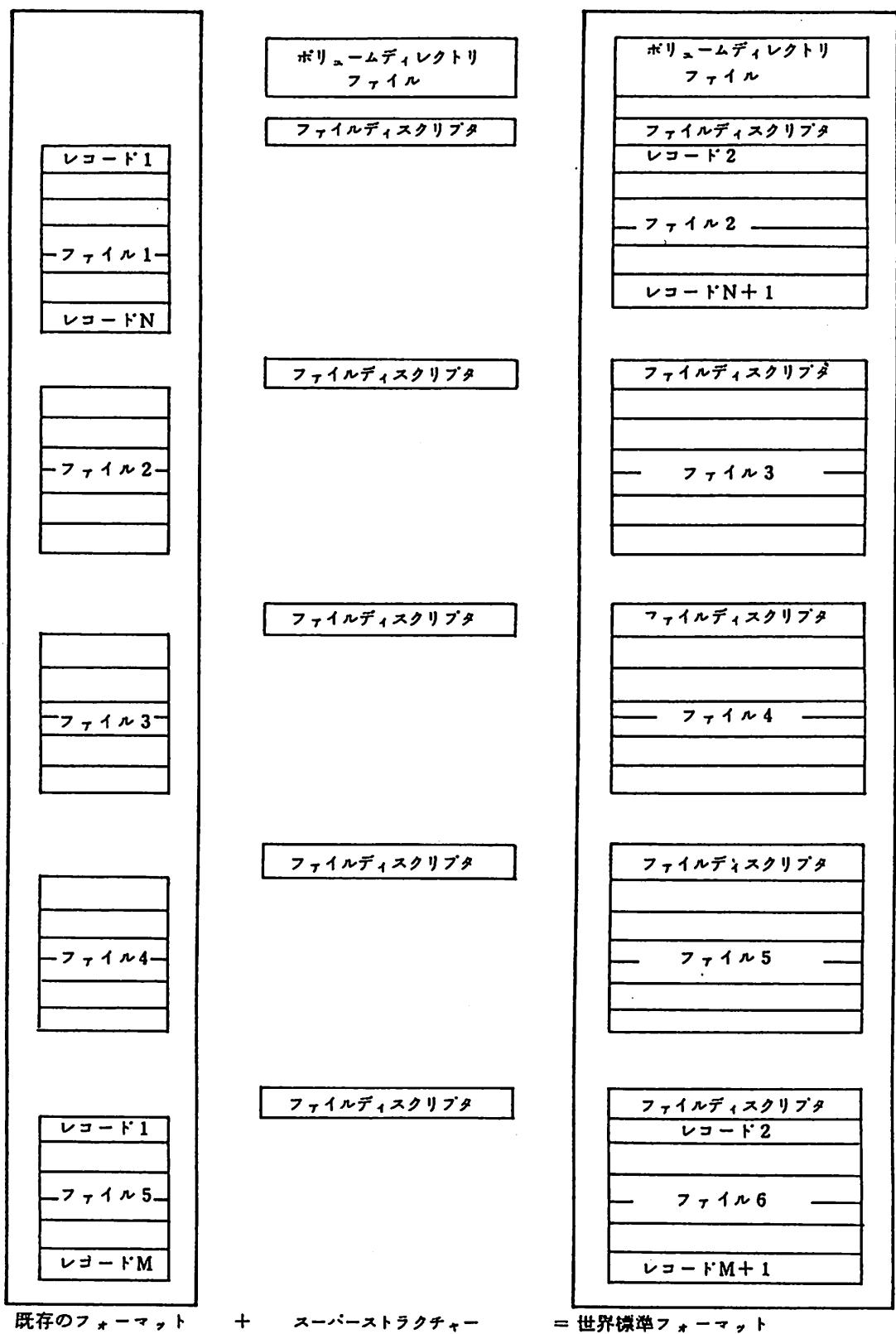


図 3-2-1 世界標準フォーマットの概念

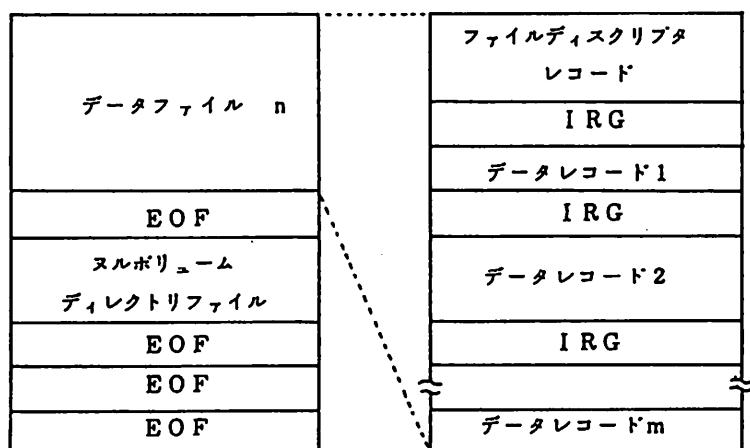
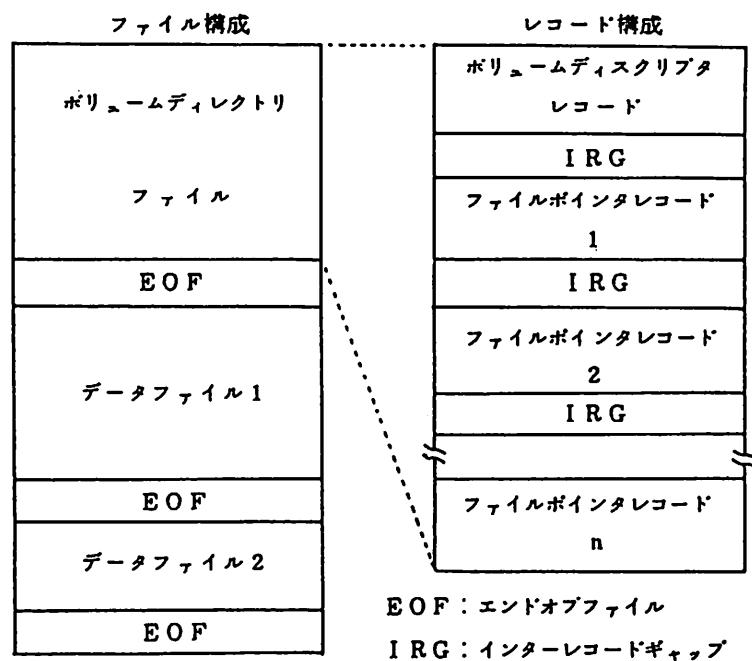


図 3-2-2 世界標準フォーマットの基本構成

表3-2-3 ファイル構成一覧表

ファイル名	内 容	構成レコード名
ボリュームディレクトリファイル	CCTの先頭に位置しCCTのボリューム及びファイル管理情報を格納する。	(1)ボリュームディスクリプタ (2)ファイルポインタ (3)テキスト
リーダーファイル	イメージファイルの前に位置し、後続するイメージファイル内の画像データと関連のあるアノテーションデータ、アンシラリデータ等の情報を格納する。	(1)ファイルディスクリプタ (2)シーンヘッダ (3)アンシラリ
イメージファイル	リーダーファイルの後に位置し画像データを格納する。	(1)ファイルディスクリプタ (2)イメージ
トレイラーファイル	イメージファイルの後に位置し、画像データに関する最終情報を格納する。	(1)ファイルディスクリプタ (2)トレイラ
NULボリュームディレクトリファイル	CCTフォーマットの最終ファイルでログカルボリュームの終了を示す。	(1)ボリュームディスクリプタ(NULL)

表3-2-4 用語一覧

No.	用 語	意 味
1	BOT (Beginning Of Tape)	磁気テープ始端から数メートル離れたテープベース面に貼られた反射マーカーのことで、磁気テープの始点となる。
2	EOT (End Of Tape)	磁気テープ終端から数メートル離れたテープベース面に貼られた反射マーカーのことで、磁気テープの終点となる。
3	IRG (Inter Record Gap)	CCTの論理的データの単位であるレコードを区切る。
4	TM (Tape Mark)	特別の符号列でデータ並びの境界として使用する。
5	EOF (End Of File)	ファイルの区切りを示し、1個のTMを使用する。
6	EOV (End Of Volume)	ボリュームの終りを示し、連続する2個のTMを使用する。
7	EOS (End Of Set)	データセットの終りを示し、連続する3個のTMを使用する。

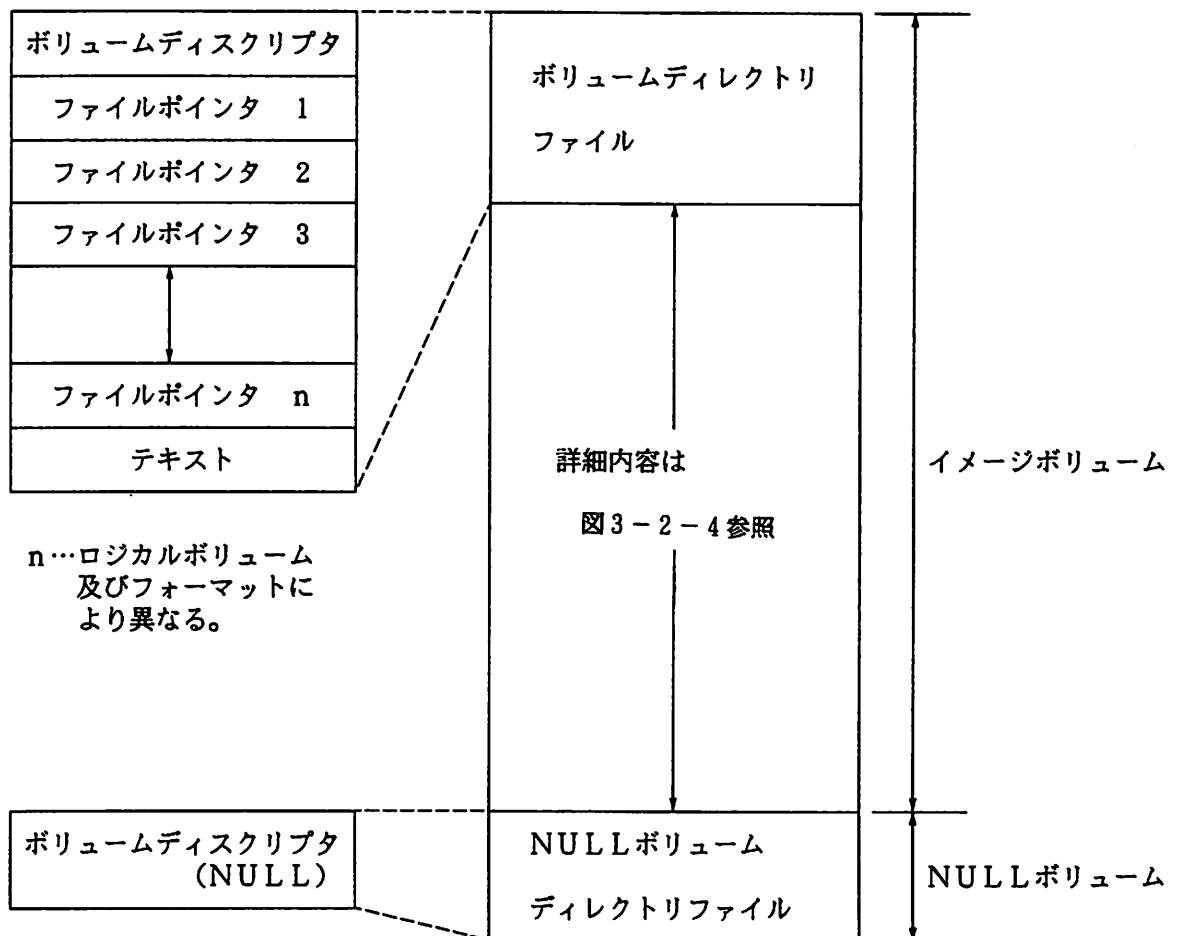


図3-2-3 ボリュームディレクトリファイル、  
NULLボリュームディレクトリファイル構成

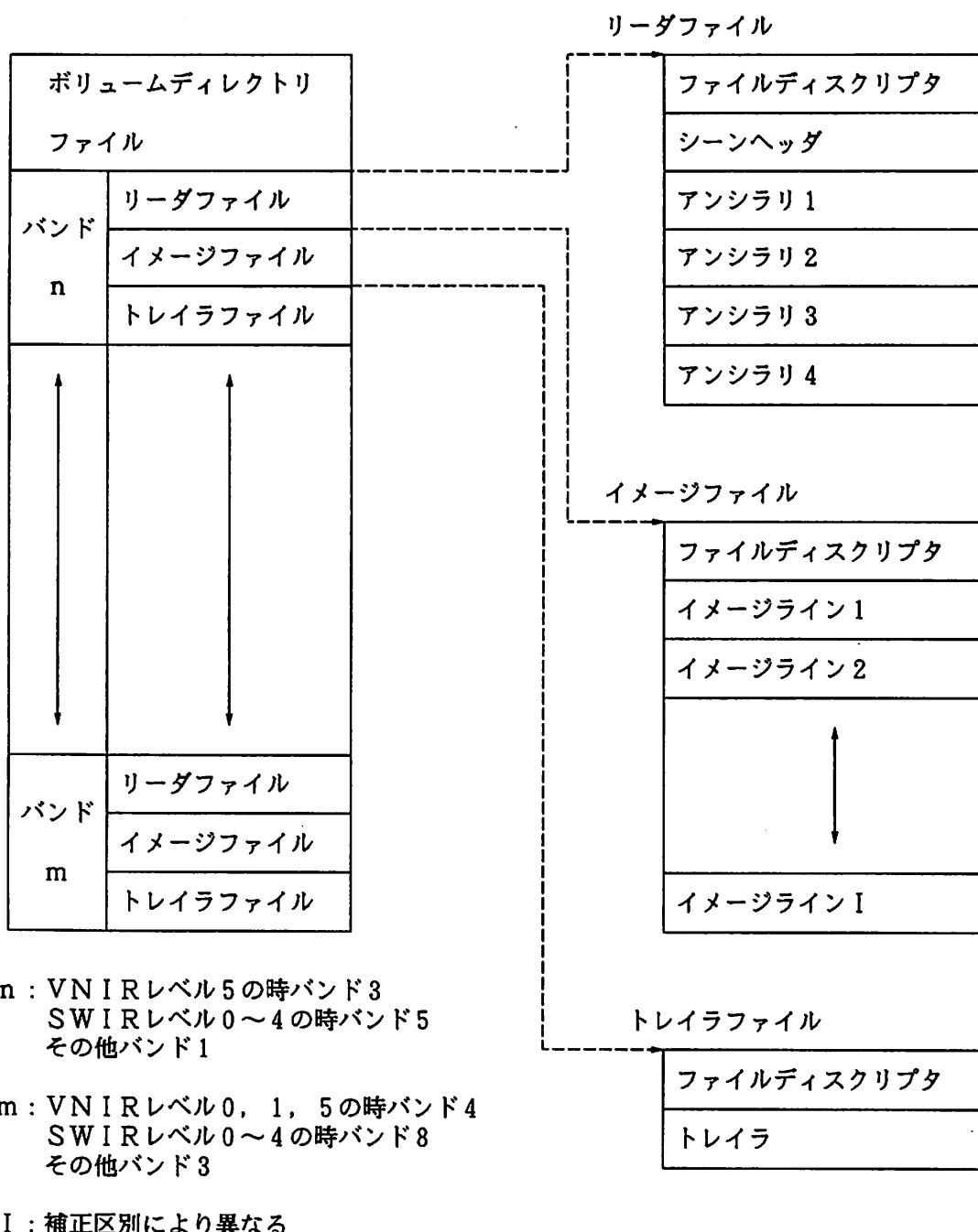


図 3-2-4 BSQ フォーマットにおけるファイル・レコード並び

イメージファイル	ファイルディスクリプタレコード
	イメージデータレコード
トレイラファイル	ファイルディスクリプタレコード
	トレイラデータレコード

J E R S - 1 データ C C T の詳しい記述は各センサの C C T フォーマット説明書に解説されて  
いる。

### 3.3 写真

J E R S - 1 に搭載されている各観測機器の写真出力は、歪補正処理で作成された光ディスク  
をもとに、レーザビーム記録装置（L B I R）を使用して行われる。ここでは、L B I R によっ  
て作成される各センサ画像のフィルムフォーマットについて記述する。

#### 3.3.1 S A R フィルム画像

L B I R で作成される S A R 第一世代ポジフィルム画像の仕様は、以下の通りである。 240mm  
のフィルムには、図 3 - 3 - 1 に示すように 1 枚のフィルムに 1 バンドのデータが出力される。

(1) フィルムサイズ	240mm
(2) 書き込み可能範囲（ダミーエリアを含む）	220mm × 220mm
(3) 画像の寸法	7720ピクセル × 7720ライン
(4) 画像の縮尺	22万 8 千分の 1 (公称)
(5) 1 ピクセルのサイズ	28.5 μm

S A R 画像フィルム上のアノテーションデータエリア内に表示されるデータの内容を表 3 - 3  
- 3 ~ 表 3 - 3 - 5 に示す。

グレースケールは、画像用グレースケールと写真用グレースケールの 2 種類を表示する。

S A R データの画像用グレースケールは C C T カウント値の表示はない。

レジストレーションマークは S A R 写真上には表示されない。

チックマークは歪補正済写真にのみ、緯度、経度表示される。

S A R 写真上部インフォメーションエリアには、衛星名、センサ種類、撮影年月日、軌道フ  
レーム番号、ピクセルスペーシング、処理レベル等が左から順に表示される。

下部インフォメーションエリアには、潜像作成年月日、使用ガンマ補正テーブル名、使用レー

ザ色が左から順に表示される。

### 3.3.2 O P S フィルム画像

L B I Rで作成されるO P S第一世代ポジフィルム画像の仕様は、以下の通りである。240mmフィルムには、図3-3-2に示す様に1枚のフィルムに1バンドのデータが出力される。

(1) フィルムサイズ	240mm
(2) 書き込み可能範囲（ダミーエリアを含む）	220mm×220mm
(3) 画像の寸法	7720ピクセル×7720ライン
(4) 画像の縮尺	17万1千分の1（公称）
(5) 1ピクセルのサイズ	28.5 μm

O P S画像フィルム上のアノテーションデータエリア内に表示されるデータの内容を表3-3-6～表3-3-8に示す。

グレースケールは、画像用グレースケールと写真用グレースケールの2種類を表示する。O P Sデータの画像用グレースケールにはC C Tカウント値の表示はない。

O P S写真上には、レジストレーションマークが表示される。

チックマークは、歪補正済写真にのみ、緯度経度表示される。

上部インフォメーションエリアには、衛星名、センサ種類、撮影年月日、軌道フレーム番号、ピクセルスペーシング、バンドNo.、処理レベル等が左から順に表示される。

下部インフォメーションエリアには、潜像作成年月日、使用ガンマ補正テーブル名、使用レザ色が左から順に表示される。

### 3.4 クイックルック写真

画像データのクイックルック写真は、アナログ光ディスク装置よりビデオプリント出力されたもので、図3-4-1に示すようにアノテーションとグレースケールが画像の右側に記録される。

クイックルック写真は、O P Sについてのみ作成される。

表3-4-1に画像の仕様を、表3-4-2にアノテーションの内容を示す。

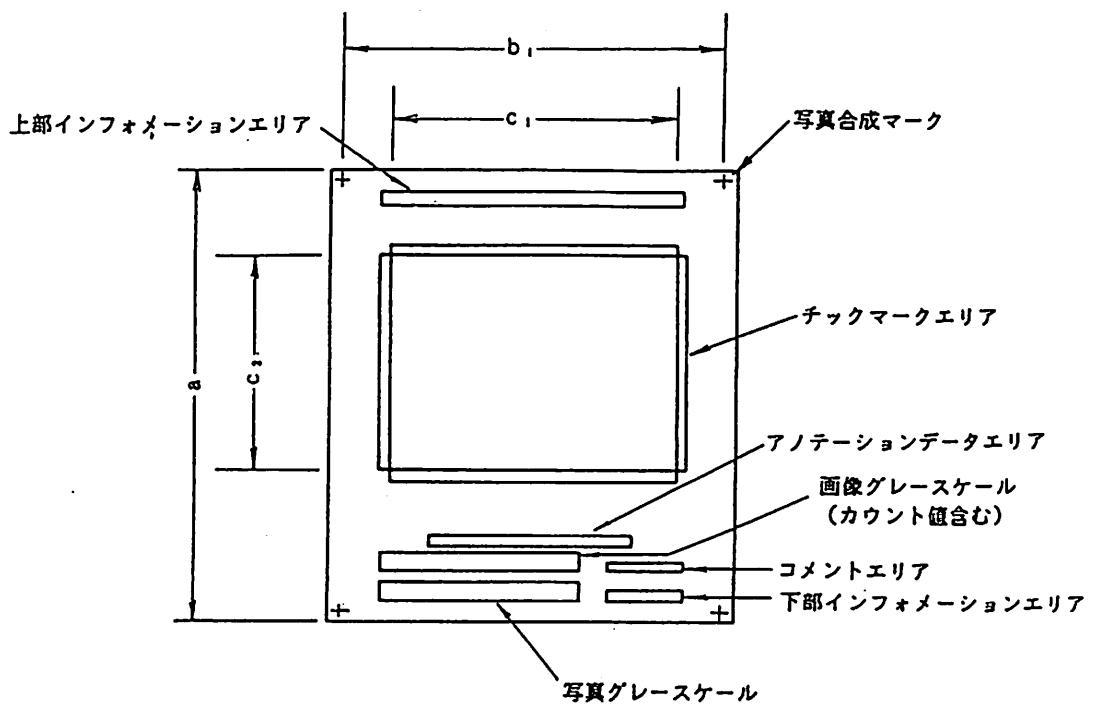
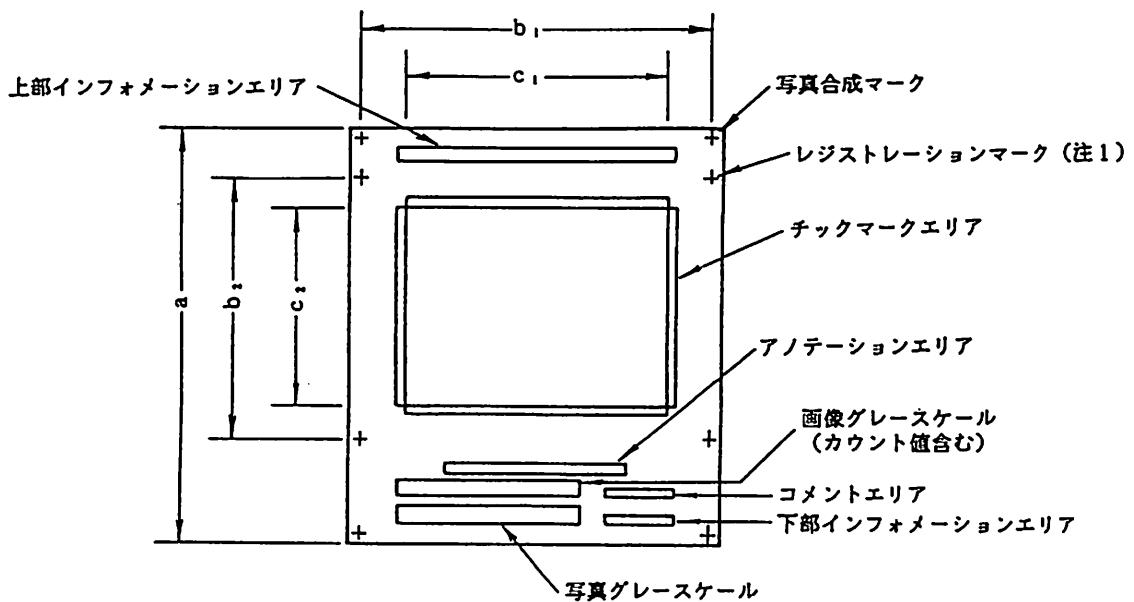


図 3－3－1 SAR画像（写真）の仕様



(注1) レジストレーションマークはOPSのみ出力する。

図 3－3－2 OPS画像（写真）の仕様

表 3-3-1 SAR画像の寸法（縦幅）

ピクセル スペー シング 処理レベル	12.5m	1.8 m	25 m
2.0	6400ライン 182.4mm	4450ライン 126.825mm	3200ライン 91.2 cm
2.1	6400ライン 182.4mm	4450ライン 126.825mm	3200ライン 91.2 cm
3	6000ライン 171 mm	4200ライン 119.7mm	3000ライン 85.5 cm
4	6000ライン 171 mm	4200ライン 119.7mm	3000ライン 85.5 cm

表 3-3-2 SAR画像の寸法（横幅）

ピクセル スペー シング 処理レベル	12.5m	1.8 m	25 m
2.0	6000ピクセル 171mm	4200ピクセル 119.7mm	3000ピクセル 85.5cm
2.1	6000ピクセル 171mm	4200ピクセル 119.7mm	3000ピクセル 85.5cm
3	6000ピクセル 171mm	4200ピクセル 119.7mm	3000ピクセル 85.5cm
4	6000ピクセル 171mm	4200ピクセル 119.7mm	3000ピクセル 85.5cm

表3-3-3 SAR画像(写真)の上部コメント

(例)	情報名称	フォーマット	内 容
(1) JERS-1	衛 星 名	<u>AAAAAA</u>	JERS-1
(2) SAR	センサの種類	<u>AA</u>	SAR
(3) 03/JAN/92	撮影年月日	<u>DD/MMM/YY</u> ① ② ③	①日付、②月、③年
(4) D112-036	軌道フレーム 番 号	<u>A PPP - RRP</u> ① ② ③	<p>① { D : ディセンディング (下降) A : アセンディング (上昇)</p> <p>② PATH番号 ③ ROW番号</p>
(5) 18.0	ピクセル スペーシング	NN, N	12.5m, 18.0m, 25.0m
(6)	処理レベル		0, 1.0, 1.1, 2.0, 2.1, 3, 4 番号

表3-3-4 SAR画像(写真)の下部コメント

(例)	情報名称	フォーマット	内 容
(1) 05/JAN/92	潜像作成 年 月 日	<u>DD/MMM/YY</u> ① ② ③	①日付、②月、③年
(2) TS01	γ補正	AAAA	
(3) R	使用レーザ色	<u>A</u>	<p>白黒画像の場合、使用したレーザの色を表示 R : 赤, G : 緑, B : 青</p> <p>カラー画像の場合、空白</p>

表3-3-5 SAR画像(写真)の注釈記号(アノテーション)

(例)	情報名称	フォーマット	内容
(1) CN 43-29/ E 135-30	画像センター	<u>C</u> <u>△ADD-MM</u> / <u>ADDD-MM</u> ① ② ③	<p>①画像中心 N(北)</p> <p>②緯度 A : S(南) DD : 度 MM : 分</p> <p>E(東)</p> <p>③経度 A : 三 S(西) DDD : 度 MM : 分</p>
(2) E U-C	処理コード	<u>A</u> <u>△A-A</u> ① ② ③	<p>①処理レベル ②地図投影法 U : UTM P : PS</p> <p>③リサンプリング法 N : ニアレスネイバ C : キューピックコンボ リューション</p>
(3) NASDAERS	主務機関と プロジェクト号識別	<u>AAAAAAA</u> ① ②	<p>①主務機関 : NASA ②プロジェクト識別 : ERS</p>
(4) 920422- 025504	シーンID 識別記号)	<u>YYMMDD-HHMMSS</u> ① ② ③ ④ ⑤ ⑥	<p>シーン観測日 ①西暦下2桁 ②月 ③日</p> <p>シーンセンタ観測時刻 ④時 ⑤分 ⑥秒</p>
(5) HEOC	地上局コード	AAAA	<p>HEOC : 鳩山 BNKS : バンコク FAIS : フェアバンクス SYWS : 昭和基地 KRNS : キルナ</p>
(6) C9200002	フィルム 番 理 No	<p>CCTの場合 <u>YYNNNN</u> ① ② ③</p> <p>OD(光ディスク)の場合 <u>YYNNNMM</u> ④ ⑤ ⑥ ⑦</p>	<p>①C : CCT ②YY : 西暦下2桁 ③NNNN : 通番 ④O : OD ⑤YY : 西暦下2桁 ⑥NNN : 通番 ⑦MM : 記録順序</p>

表3-3-6 OPS画像(写真)の上部コメント

(例)	情報名称	フォーマット	内容
(1) JERS-1	衛星名	<u>AAAAAA</u>	JERS-1
(2) OPS	センサの種類	<u>AAA</u>	OPS: VNIR, SWIR同時処理 OVN: VNIRのみ処理 OSW: SWIR "
(3) 03/JAN/92	撮影年月日	<u>DD/MMM/YY</u> ① ② ③	①日付, ②月, ③年
(4) D112-036	軌道フレーム番号	<u>APP-P-RRP</u> ① ② ③	D: ディセンディング(下降) A: アセンディング(上昇) ②PATH番号 ③ROW番号
(5) 18.0	ピクセルスペーシング	NN, N	12.5m, 18.0m, 25.0m
(6) 578	バンドNo.	<u>NNN</u>	白黒: △1△ カラー: 1 2 3 (使用バンドNoを各々の指定色で出力) 疑似カラー: 1 1 1 ~~~ RGB (使用バンドNoをRPGB色で3つ出力)
(7) 2	補正法	N	VNIR: 0~5 SWIR: 0~4

表3-3-7 OPS画像(写真)の下部コメント

(例)	情報名称	フォーマット	内容
(1) 05/JAN/92	潜像作成年月日	<u>DD/MMM/YY</u> ① ② ③	①日付, ②月, ③年
(2) OF01	γ補正テーブル名称	AAAA	
(3) B	使用レーザ色	A	白黒画像の場合、使用したレーザの色を表示 R: 赤, G: 緑, B: 青 カラー画像の場合、空白

表3-3-8 OPS画像(写真)の注釈記号(アノテーション)

(例)	情報名称	フォーマット	内容
(1) CN43-29 /E135-30	画像センターの緯度、経度	C△ADD-MM/ADDD-MM ① ② ③	①画像中心 (center) ②緯度 : { A : N (北) S (南) DD : 度 MM : 分 ③経度 : { A : E (東) W (西) DDD : 度 MM : 分
(2) N N43-301	公称GRS センターの 緯度、経度	N△ADD-MM/ADDD-MM	①公称GRSセンター ②緯度 : { DD : 度 MM : 分 ③経度 : { A : E (東), W (西) DDD : 度 MM : 分
(3) 0	センサゲイン	N	0 : ノーマル 1 : ハイ
(4) 123	バンド識別	NNNNNNNN	1 2 3 4 5 6 7 8 使用バンドNoを所定の位置に各々の 指定で出力 1 2 3 ~~~△△△△△△ RGB
(5) SUN E152 A125	太陽角	SUN△ELGG△AHHH ① ② ③	①太陽 ②仰角 ③方位角
(6) BKU-CIN L2	処理コード	GGP-REN ① ② ③④⑤	④リサンプリング法 C : キュビックコンリューション N : ニアレストネイバ b : 未補正 ④イメージセンター計算用 エフェメリデータの型 1 : 補間 ⑤処理条件 N : ノーマル A : アブノーマル (本システムでは常にN)
		①補正の種類 UC : レベル0 RC : レベル1 BK : レベル2 PC : レベル3 PR : レベル4 ST : レベル5 ②地図投影法 S : SOM U : UTM P : PS	

(例)	情報名称	フォーマット	内容
(7) NASDAERS -SAT	主務機関と プロジェクト識別	<u>AAAAAAA</u> ① ②	①主務機関: NASDA ②プロジェクト識別: ERS
(8) E-10045- 0313.5	シーンID	E- <u>M</u> <u>DDDD</u> - <u>HHMM</u> <u>S</u> ① ② ③ ④ ⑤	①M: ミッションNo('1') ②DDDD: 打上げ後経過日数 ③HH: 衛星時刻(時) ④MM: " (分) ⑤S: " (秒) (10秒単位、10秒未満切捨)
(9) HEOC	地上局ID	AAAA	HEOC: 鳩山 BNKS: バンコク FAIS: フェアバンクス SYWS: 昭和基地 KRNS: キルナ
⑩ C9200221	フィルム管理 No	CCTの場合 <u>C</u> <u>YY</u> <u>NNNN</u> ① ② ③  OD(光ディスク)の場合 <u>O</u> <u>YY</u> <u>NNN</u> <u>MM</u> ①② ③ ④	CCTの場合 ①C: CCT ②YY: 西暦下2桁 ③NNNN: 通番  光ディスクの場合 ①O: OD ②YY: 西暦下2桁 ③NNN: 通番 ④MM: 記録順序

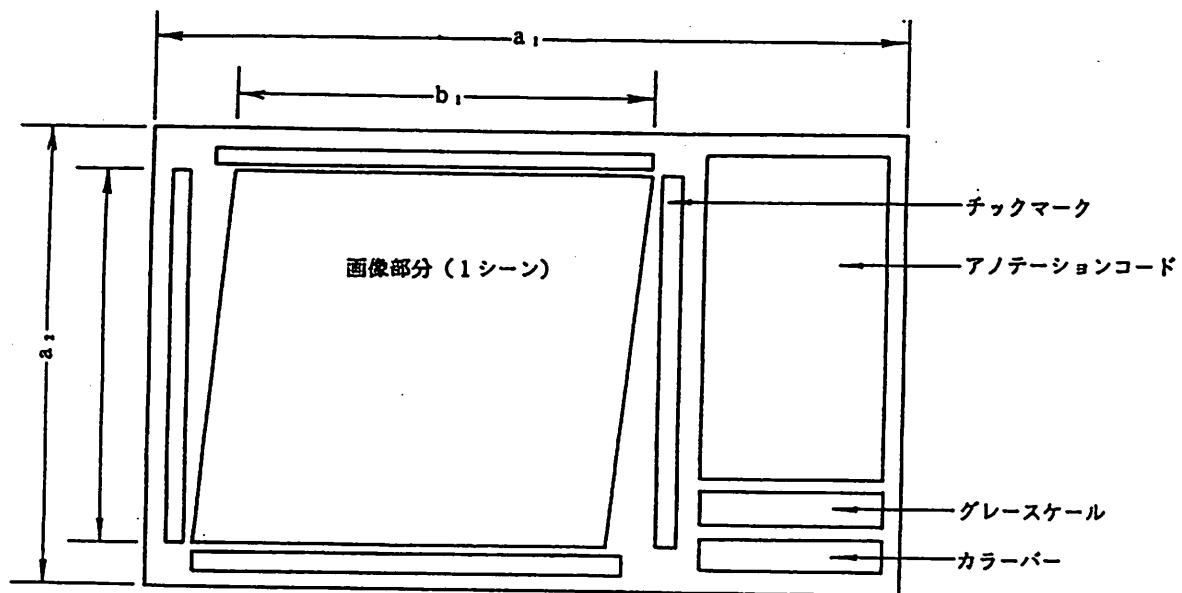


図3-4-1 OPS クイックルック写真の構成

表3-4-1 OPS クイックルック撮像画像の仕様

項目	区分		仕 様 収	備 考
観測機器(センサ)	OPS(光学センサ)		J E R S - 1	
ライ ン 数	387ライン／シーン		約10ライン平均化	
画 素 数	550画素／ライン		約10画素平均化	
画像部分範囲(地表面)	75km×75km		1シーンに相当	
画素の大きさ(〃)	194m(縦)×136m(横)			
フレーム サイズ	ビ デ オ プリント	$a_1 = 160\text{mm}$ $a_2 = 121\text{mm}$ $b_1 \times b_2 = 98\text{mm} \times 97\text{mm}$	アナログ光ディスクよりビデオプリントに出力 縮尺: 約77万分の1	
明度(濃度又は輝度) レベル カラー/白黒の別	256階調(8ビット) カラー/白黒共に可		カラー RGB=(標準) 8.2.1	

表3-4-2 OPS クイックルック画像の注釈記号（アノテーション）

例	情報名称	フォーマット	内 容	例	情報名称	フォーマット	内 容
6 6 - 2 2 8		N N N A N N N	表示画像の Path ) ROW ) 番号を 示す	- O P S N	センサ名と ゲインモード	A A } ① A } ② A b b b	①センサ名 ・OPS ・OVN ②ゲインモード N…ノーマigin H…ハイgin
9 2 0 3 1 9	撮像年月日	N } ① N N } ② N N } ③ N b	①NN(年) ②NN(月) ③NN(日)	R E A L	受信モード	A A A A(b) b b b	・REAL ・MDR
0 1 3 8 5 4 5	撮像時刻 〔画像中心に〕 対応	N } ① N N } ② N N } ③ N N	①NN(時) ②NN(分) ③NNN(秒) 〔NN.N〕	R 3 G 2 B 1	バンド識別コード	A N A N A N D	RGBに割り当 てられた バンドを示す
H E O C	受信局名称	A A A A b b	地球観測センターで受信されたことを示す。	N 4 3 . .1 3	画像中心点の緯度情報	A N N N A N N	
J E R S I 1	衛星名	A A A A A b		E 1 4 1 .0 2	画像中心点の経度情報	A N N N A N N	

## 第4章 JERS-1 データの提供

## 第4章 J E R S - 1 データの提供

J E R S - 1 データの幅広い利用に対応するため、地球観測センターでは受信したデータをH D D Tで記録し、クイックルックデータ（O P Sのみ）をアナログ光ディスクの形態で、処理済データを光ディスク及びフィルムの形態で全て地球観測センター内で保存する。これらの原版から利用者の注文に応じてクイックルック写真、C C T、写真を標準フォーマットに従って作成し、配布窓口を通じて一般利用者へ提供される。

地球観測センターにおけるJ E R S - 1 データの保存から利用者への提供の流れを図4-1-1に示す。なお、データ注文の受付から、地球観測センターでの運用業務、データの配布まで、すべて（跡）リモート・センシング技術センター（R E S T E C）に委託して行っている。

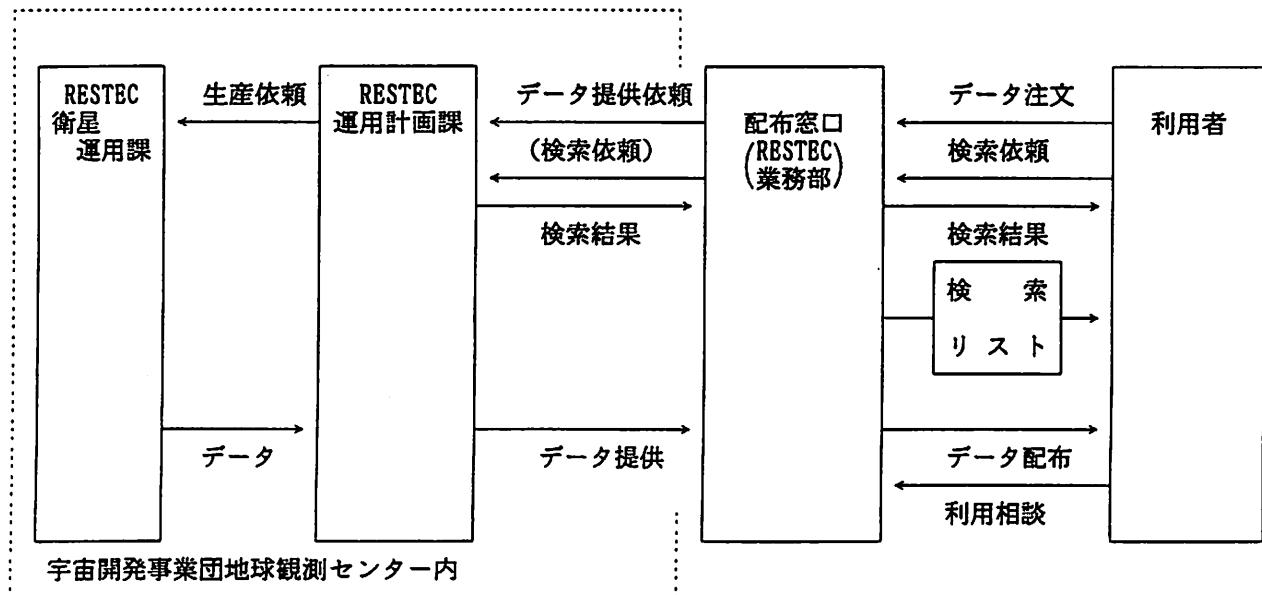


図4-1-1 地球観測センターにおけるJ E R S - 1 データ提供の流れ

### 4.1 J E R S - 1 データの保存

地球観測センターで受信、処理したJ E R S - 1 データについては、当面、その原版の全てを情報棟に保存し、この原版をもとに複製を作成し、データ提供を行う。当センターで保存する原版の種類は表4-1-1に示すとおりである。

表4-1-1 JERS-1の保存マスター覧

センサー	受信生データ	QLデータ	処理済みデータ
OPS	HDDT	アナログOD	光ディスク(OD) 12インチ
SAR	HDDT		光ディスク(OD) 12インチ

#### 4.2 データ検索

JERS-1データは周回する衛星から観測されたデータである。取得されたデータは、連続的に観測されたデータの中の定められた範囲の画像にフレーミングがなされて、シーンと呼ばれる単位で取り扱われる。

SARの処理済データは、縦75km、横75kmが1シーンとなる。OPSデータは、処理済データおよびクイックルックデータとともに縦75km、横75kmが1シーンとなり、またVNIRとSWIRに区別して配布される。

シーンを決めるためにGRS(2.3.2参照)のパス(Path)とロウ(Row)が用いられ、そのシーンの観測日を決めるこことによって特定の日のJERS-1データが決まる。JERS-1データ入手し利用する場合、図4-2-1に示す手順で注文するデータを決める。

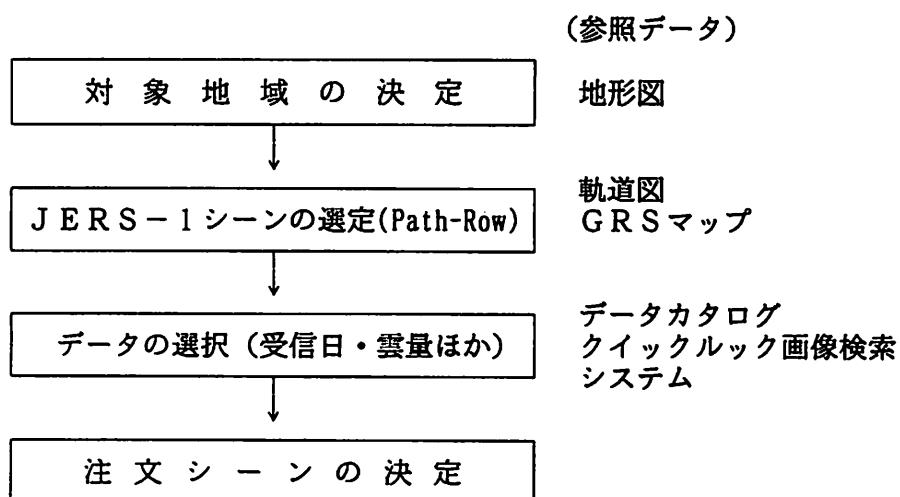


図4-2-1 JERS-1データ検索の手順

まず、利用対象地域の範囲を正確に決め、次に、その地域がどのシーンに含まれているか、あるいは、何シーンでカバーできるかをGRSマップまたはGRSの計算式(資料編Eを参照)を用いて調べる。続いて、そのシーンの観測日、雲量、画質などをJERS-1検索リストまたはクイックルック画像検索装置(OPSのみ)を用いて調べ、注文するシーンを決定する。OPS

データは可視～近赤外領域および短波長赤外域の観測機器によるデータであるため、S A Rと異なり雲で被われている地表部分は見ることができないので、雲の量だけではなく、雲のある場所に注意しなければならない。そのためにも、O P Sデータの検索には、クイックルック画像検索システムによる画像を見たうえでの検索が好ましい。

画像による検索の手段としては、クイックルック画像検索システムのほか、処理済データプリントの利用が可能である。

#### 4.2.1 SINFONIA

地球観測センターでは、ユーザが地球観測衛星データを選択するために必要となるデータに関するインベントリ情報（観測日、緯経度、雲量、品質など）をSINFONIAと呼ばれるインベントリーシステムによりオンラインで提供している。SINFONIAでは完全対話式で緯経度、GRS、地名などによる検索が行え、JERS-1のほか、LANDSAT、SPOT、MOS、ERSのインベントリ情報を探する。SINFONIAの検索フローを図4-2-2に示す。

SINFONIA : Satellite Information Network based on Individual Archiving

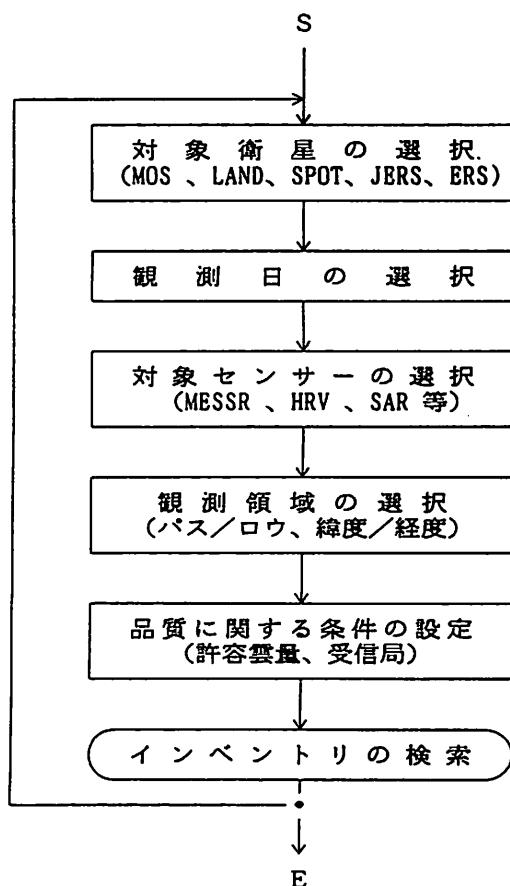


図4-2-2 SINFONIA検索フロー

#### 4.2.2 検索依頼と検索結果

検索リストにはシーン中の雲量は、編集時点までの処理状況については記載されているが、その後受信記録し、処理されたものについては補うことができない。そこで検索システムを利用すれば、最新の情報を利用目的に応じて検索することができる。検索依頼票を図4-2-3に示す。

検索は大別すると2種類の情報を得る目的で行われる。

1つは特定のシーン（パス、ロウ、観測年月日等）がすでに決まっている、そのシーンについて、受信されたデータの処理がどの程度まで行われているかを知る「シーン情報」検索である。

一方「シーン選択」では、検索対象地域は決まっているものの、データを特定する観測年月日がわからない時、衛星、センサ、受信期間、センサゲイン、雲量、画質等の条件を与えてデータの有無を知るものである。

#### 4.2.3 クイックルック写真の提供

クイックルック画像の第1の目的はリアルタイムまたは受信後すみやかにモニタして雲量と画質を評価し、撮像してカタログとすることであるが、次のような利用法もある。

クイックルック写真は、その引渡しまでの時間の短さから、冬季オホーツク海の流氷のモニタリング手段の一つとして使われるなどの実績がある。（ランドサット）

また、画像中の雲の分布を見るための検索ツールとしても使用できる。

O P Sのクイックルック写真については、LANDSAT、MOS、SPOTと同様な形態での提供が予定されている。

# 地球観測衛星データ検索依頼票



郵便No. : \_\_\_\_\_

住 所 : \_\_\_\_\_

機関名 : \_\_\_\_\_

所 属 : \_\_\_\_\_

氏 名 : \_\_\_\_\_

TEL : \_\_\_\_\_

FAX : \_\_\_\_\_

この検索依頼票の送り先 :

〒106 東京都港区六本木7丁目15番17号

ユニ六本木ビル

(財) リモート・センシング技術センター  
業 務 部

TEL : 03-3403-1761 (代表)

TEL : 03-3401-1387 (業務部)

FAX : 03-3403-1766

- |         |  |                                       |                                   |
|---------|--|---------------------------------------|-----------------------------------|
| 1. 検索種類 | : <input type="checkbox"/> シーン情報   | <input type="checkbox"/> シーン選択        |                                   |
| 2. 検索条件 | :  |                                       |                                   |
| ① 人工衛星名 | : <input type="checkbox"/> MOS-1, 1b   | <input type="checkbox"/> JERS-1       |                                   |
|         | <input type="checkbox"/> LANDSAT 1, 2, 3                                     | <input type="checkbox"/> LANDSAT 4, 5 | <input type="checkbox"/> SPOT     |
| ② モード名  | : <input type="checkbox"/> MESSR   | <input type="checkbox"/> VTIIR        | <input type="checkbox"/> MSR      |
|         | <input type="checkbox"/> SAR   | <input type="checkbox"/> OPS/VNIR     | <input type="checkbox"/> OPS/SWIR |
|         | <input type="checkbox"/> MSS   | <input type="checkbox"/> TM           | <input type="checkbox"/> RBV      |
|         | <input type="checkbox"/> HRV-PA  | <input type="checkbox"/> HRV-XS       |                                   |
| ③ 地域指定  | : <input type="checkbox"/> パス (K) : _____ ~ _____                            |                                       |                                   |
|         | <input type="checkbox"/> ル (J) : _____ ~ _____                               |                                       |                                   |
|         | 軌道タイプ : <input type="checkbox"/> ディセンディング                                    | <input type="checkbox"/> アセンディング      |                                   |
|         | <input type="checkbox"/> 緯度 N, S _____ °, _____ ' , _____ "                  | ~ _____ °, _____ ' , _____ "          |                                   |
|         | 経度 E, W _____ °, _____ ' , _____ "   | ~ _____ °, _____ ' , _____ "          |                                   |
| ④ 受信年月日 | : <input type="checkbox"/> _____ 年 _____ 月 _____ 日 ~ _____ 年 _____ 月 _____ 日 |                                       |                                   |
|         | <input type="checkbox"/> _____ 年 ~ _____ 年 / _____ 月 ~ _____ 月               |                                       |                                   |
| ⑤ ゲイン   | : <input type="checkbox"/> ハイゲイン   | <input type="checkbox"/> ロウゲイン        |                                   |
| ⑥ 雲量    | : _____ %以下  |                                       |                                   |
| ⑦ 画質    | : <input type="checkbox"/> Good  | <input type="checkbox"/> Fair         | <input type="checkbox"/> Poor     |
| ⑧ その他   | : _____  |                                       |                                   |

3. 検索後の注文データ :  クイックルック  白黒写真  カラー写真  フロッピィ  磁気テープ

――

SR- \_\_\_\_\_  
RQ : H . . .  
申込者名 : \_\_\_\_\_  
AN : H . . .

図 4 - 2 - 3 検索依頼票

## A. ミッション機器

## A ミッション機器

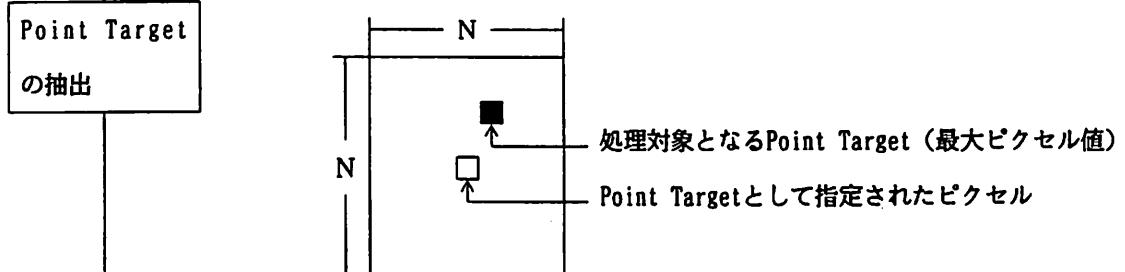
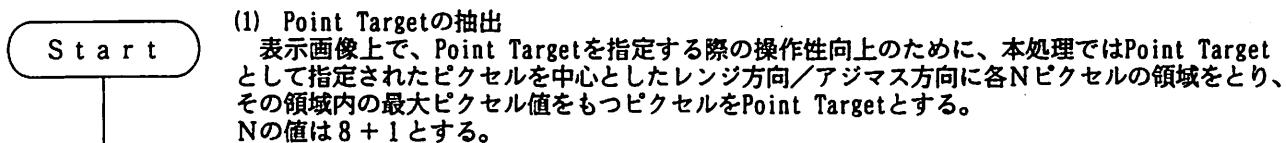
### A.1 SAR

#### A.1.1 ラジオメトリック性能

##### A.1.1.1 S/A (Signal to Ambiguity Ratio)

入力したSAR画像よりレンジ方向およびアジャマス方向のA R (Ambiguity Ratio)をそれぞれ求め、これより2次元のA Rを求める。

(1) 以下にA Rの算出機能の処理フローを示す。



図A-1-1 Point Targetの抽出参考図

(2) A Rの計算

入力したレベル1.1の3ルックスSAR画像データ（テストサイト（注）で取得したもの）において、Ambiguity像のピークパワー $P_s$ を求める。

このとき、レンジ方向およびアジャマス方向のAmbiguity像の近傍の一様と思われる領域の平均パワー $P_{RA}$ 、 $P_{AZ}$ を求め、それぞれ $R_{RA}$ 、 $A_{AZ}$ との差 $A_{MBRA}$  ( $=A_{RA}-P_{RA}$ )、 $A_{MBAZ}$  ( $=A_{AZ}-P_{AZ}$ )をレンジ方向およびアジャマス方向のAmbiguity像のピークパワーとする。

次に $P_s$ と $A_{MBRA}$ 、 $A_{MBAZ}$ の比RAR、AARを求め、下記の式を用いてTARを求める。

$$TAR = 1 / \{ (1/AAR) + (1/RAR) \}$$

（注） Ambiguity Ratio の算出に際しては、入力したSAR画像が特殊な条件（例えば陸域の輝度の大きな点ターゲットのAmbiguity像が、一様な輝度の海に現れている等）を満足している必要がある。

※ Ambiguity像が生じる位置の算出式

(A) Range Ambiguity像

a) アジャマス方向座標

$$Q = \phi_r - (R_L + \Delta\alpha \cdot A_L) \cdot \lambda_r + (C_L + \Delta C \cdot A_L)$$

Qの値を最小とする $A_L$ がRange Ambiguity像のアジャマス方向座標となる。

但し、 $A_L$  : アジャマスライン (1~8448)

$\phi_r$  : Range Ambiguity像を生じさせるPoint Targetの緯度

$\lambda_r$  : Range Ambiguity像を生じさせるPoint Targetの経度

$\alpha_L$  : 画像の左側の2点を通る直線の傾き

$C_L$	: 画像の左側の 2 点を通る直線の定数項 ( $\phi = \alpha_L \cdot \lambda + C_L$ ; $\phi$ 、 $\lambda$ : 緯度、経度)
$\alpha_R$	: 画像の右側の 2 点を通る直線の傾き
$C_R$	: 画像の右側の 2 点を通る直線の定数項 ( $\phi = \alpha_R \cdot \lambda + C_R$ ; $\phi$ 、 $\lambda$ : 緯度、経度)
$\Delta \alpha$	: $(\alpha_R - \alpha_L) / 8448$
$\Delta C$	: $(C_R - C_L) / 8448$

### b) レンジ方向座標

$$(\text{レンジ方向座標}) = (T_A + T_{STC} + T_{DL}) \cdot f_{SAMP} + RNGSCW$$

但し、 $T_A$  : Ambiguity 像を生じさせる Point Target からのエコーが返ってくる時間。

$T_{STC}$  : STC 開始時刻

$T_{DL}$  : 送信トリガからの送信パルス立ち上がりまでの時間

$f_{SAMP}$  : サンプリング周波数

RNGSCW : スキュー補正量

### (B) Azimuth Ambiguity 像

#### a) アジマス方向座標

$$D_A = m \cdot PRF \cdot v / f_{DR}$$

但し、 $m$  : 数多くある Azimuth Ambiguity 像の内、どれに注目するかを指定する。(ここでは、 $m=1$  とする。)

PRF : Pulse Repetition Frequency [Hz]

$v$  : 衛星の対地速度 [Km/sec]

$f_{DR}$  : 処理に使用したドップラ周波数変化率

#### b) レンジ方向座標

$$D_R = m \cdot \lambda \cdot PRF \cdot (f_{DC} + m \cdot PRF / 2) / f_{DR}$$

但し、 $m$  : 数多くある Azimuth Ambiguity 像の内、どれに注目するか

PRF : Pulse Repetition Frequency [Hz]

$\lambda$  : 波長 ( $= 0.235$  m)

$f_{DC}$  : 処理に使用したドップラ中心周波数

$f_{DR}$  : 処理に使用したドップラ周波数変化率

※ Ambiguity 像が生じる位置の算出式で使用する Point Target の緯度、経度等のテキスト形式のファイルで定義する。おな、ファイルの構造は別途記述します。

#### (3) 平均値の計算

(2)で求めた、各 Point Target の RAR、AAR について、それらの平均値を別々に求める。さらに平均値より TAR を求める。

#### (4) 平均値の表示

(3)で求めた、平均値を EWS のコンソール上に表示する。

平均値の計算

平均値の表示

TAR の計算

End

RAR : Range Ambiguity Ratio

AAR : Azimuth Ambiguity Ratio

TAR : Two-dimensional Ambiguity Ratio

図 A-1-2 AR 算出処理フロー

## (2) 除去できない雑音 — アンビギュイティ

概要：

S A Rを1992年4月以降運用してきており、成果物は絶対校正を初めとして、極力正しく使用できるように処理設備を調整してきた。しかし、以下に示すのは補正できない項目であり、S A Rの原理的な制約となるものである。

### <アジマスアンビギュイティ>

明るく写る沿岸部の都市が衛星進行方向に約17km進んだ海域上に薄く影を落とす例がよく見られる。これは、S A R特有の現象であると同時にその大きさはアジマスアンテナパターン放射特性に大きく依存する。

## A.1.1.2 アンテナパターン

### (1) 構成

アンテナ部の全体図をA-1-3に示す。各構成品の配置図を図A-1-4に示す。

以下、各構成品について説明する。

① アンテナパネルは、128枚のマイクロストリップアンテナがプリントされた平板であり、誘電体材料を主構成品とする放射パネルとパネルに剛性・強度を付与するためのサポートパネルが一体になっている。図A-1-5にアンテナパネルの素子及び構成品の配置を示す。

アンテナパネルのサポートパネル部には、同軸管給電回路及び同軸ケーブル給電回路を埋込んでいる。

同軸管は、8枚のアンテナパネルに等電力を供給する線路である。また、同軸ケーブルは、各アンテナパネル内で8箇所の16素子サブアレー給電点に給電する。パネル間にはフレキシブルジョイントを用いてアンテナパネルの展開運動に支障のないようにしている。

### ② センタアーム

センタアームは展開ヒンジを介してアンテナパネルと衛星側壁とを結合する構造体である。

### ③ 展開機構

#### (1) センタヒンジ

センタヒンジは、センタアームと衛星側壁を結合しており、収納状態のアンテナパネルの90度回転とバネ伸展後のオフナディア傾斜を行う二つの機構部より構成される。

#### (1) パネルヒンジ

パネルヒンジは左右4枚の各パネル間を結合しており、ダブルヒンジと共にパネルの両翼伸展を行う機構である。

(ウ) ダブルヒンジ

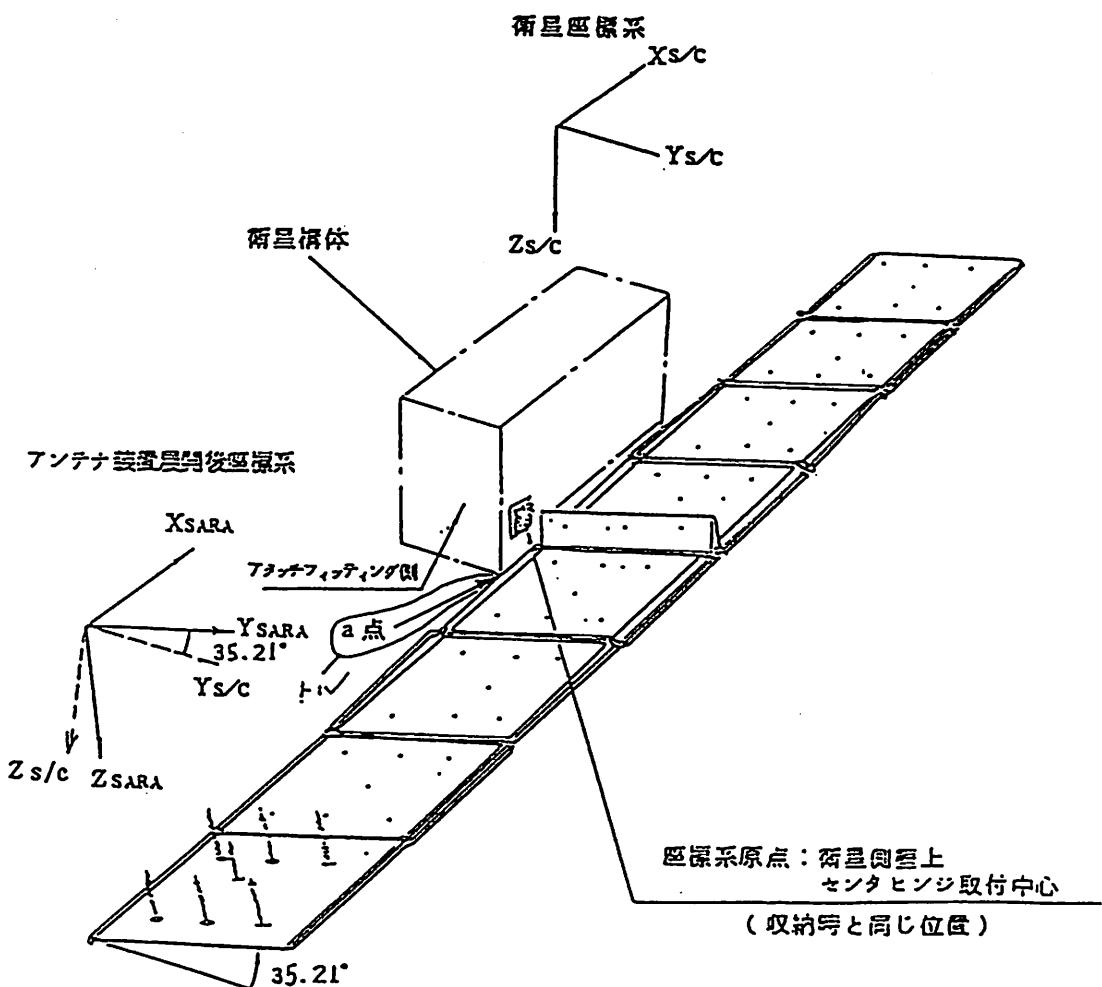
ダブルヒンジは左右2枚の内側パネルとセンタアームを結合してパネルヒンジと共にパネルの両翼伸展を行う。両翼伸展時、ダブルヒンジ及び各パネルヒンジは、展開角度の同期をとるようになっている。

(エ) 保持解放機構

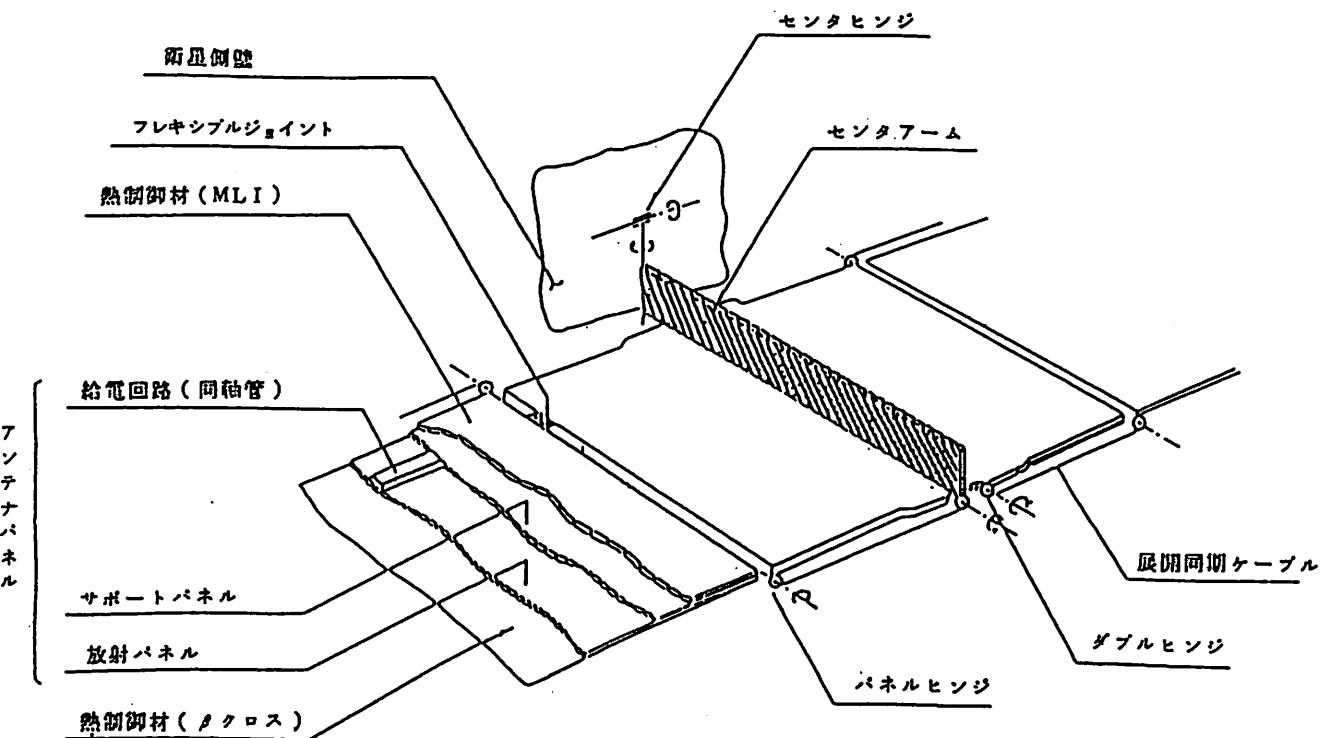
収納状態のアンテナパネルを衛星側壁に固定するため6個の保持機構が付けられている。解放機構が作動すると6個の保持機構が同時にフリーになり、アンテナパネルの90度回転が行われる。

(オ) 展開防止機構

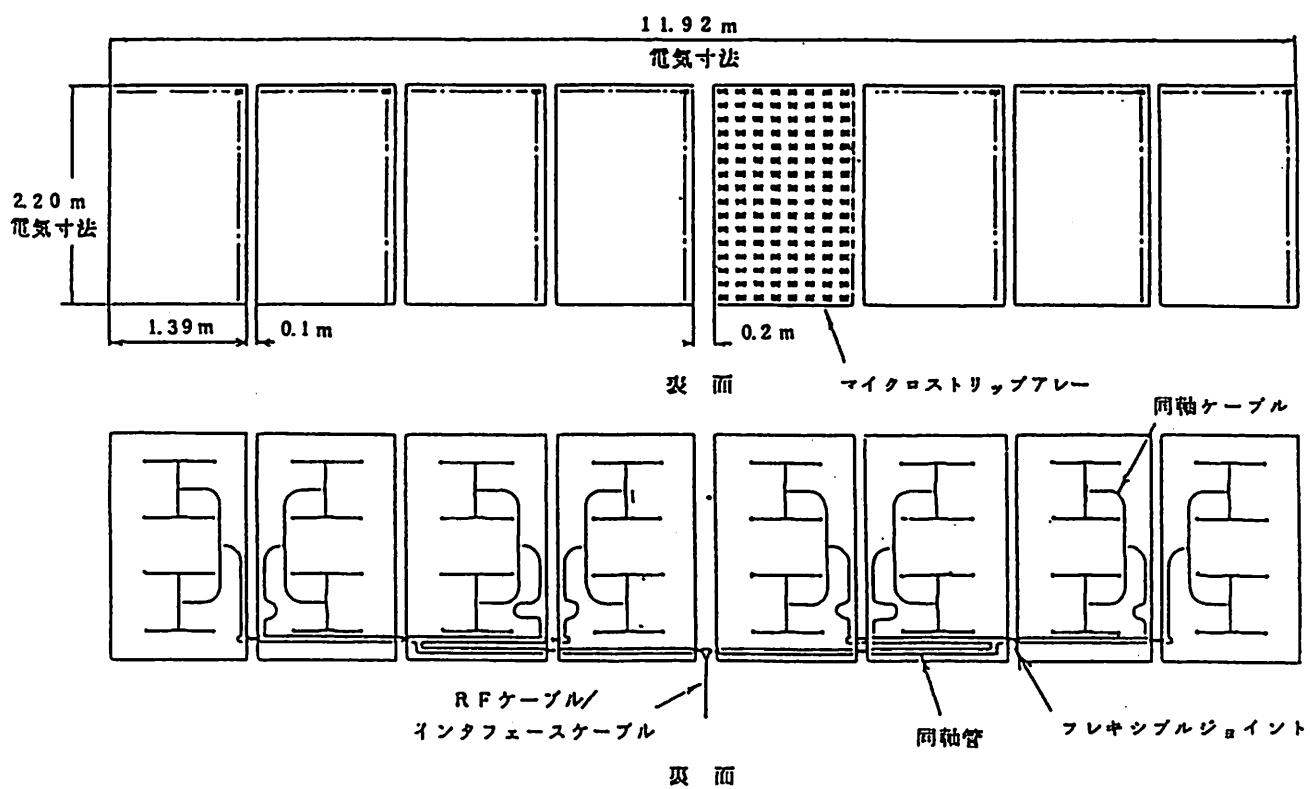
展開防止機構は、90度回転ではパネルの伸展を防止しており、パネル両翼伸展時には、パネルの解放を行う機構である。



図A-1-3 アンテナ部全体図

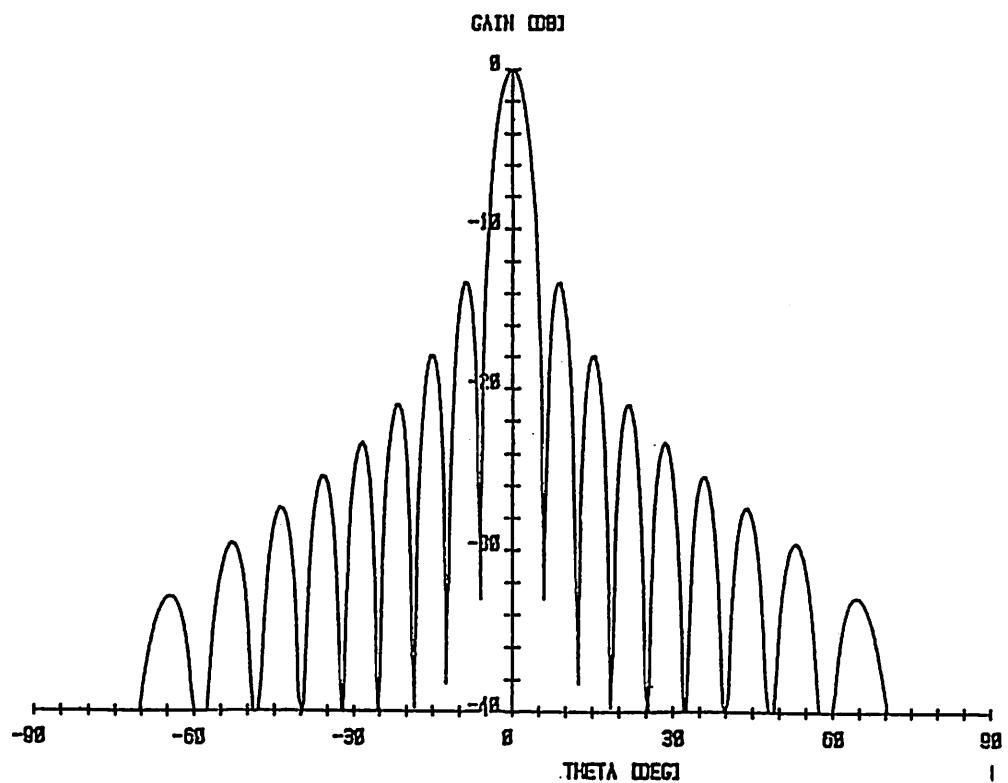


図A-1-4 アンテナ部構成品の配置

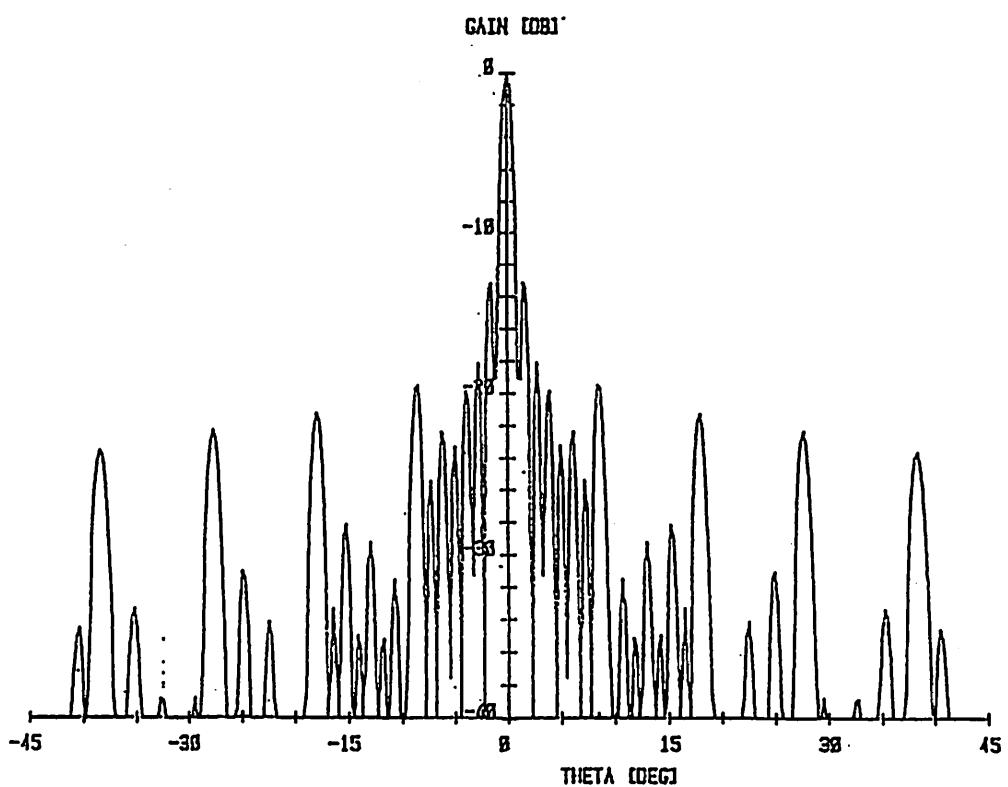


図A-1-5 素子及び構成品の配置

(2) 代表的なアンテナパターン



図A-1-6 a アンテナパターン（レンジ方向, 1275MHz）



図A-1-6 b アンテナパターン（アジマス方向, 1275MHz）

### (3) アンテナ特性の評価

方法：

アマゾンの熱帯雨林はその散乱特性が入射角にあまり依存していない。従って、処理済み画像 (level 1.1) の電力をモデル化すれば、アンテナパターン ( $G_{\text{ant}}$ ) の算出ができる。

#### 1. アンテナパターンのモデル

$$G_{\text{ant}} = \frac{P_{\text{corr}} R^2}{\text{const} \times \left(1 + \frac{1}{\text{SNR}}\right) G_{\text{src}}}$$

$P_{\text{corr}}$  : 相関電力、 $R$  : スラントレンジ、 $\text{SNR}$  : SN比、

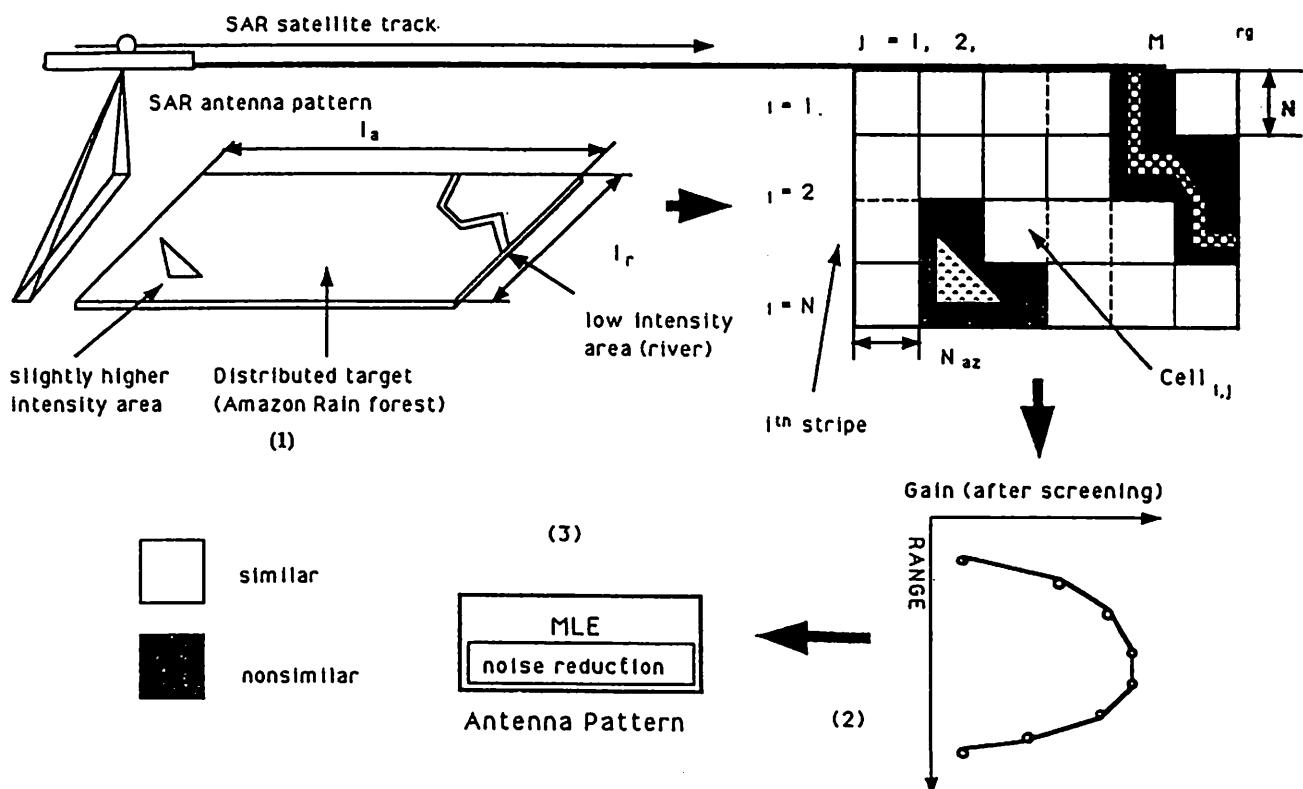
$G_{\text{src}}$  : STC利得 (オフナディア角の関数)、但し、パルス幅にわたっての移動平均

#### 2. アンテナモデル

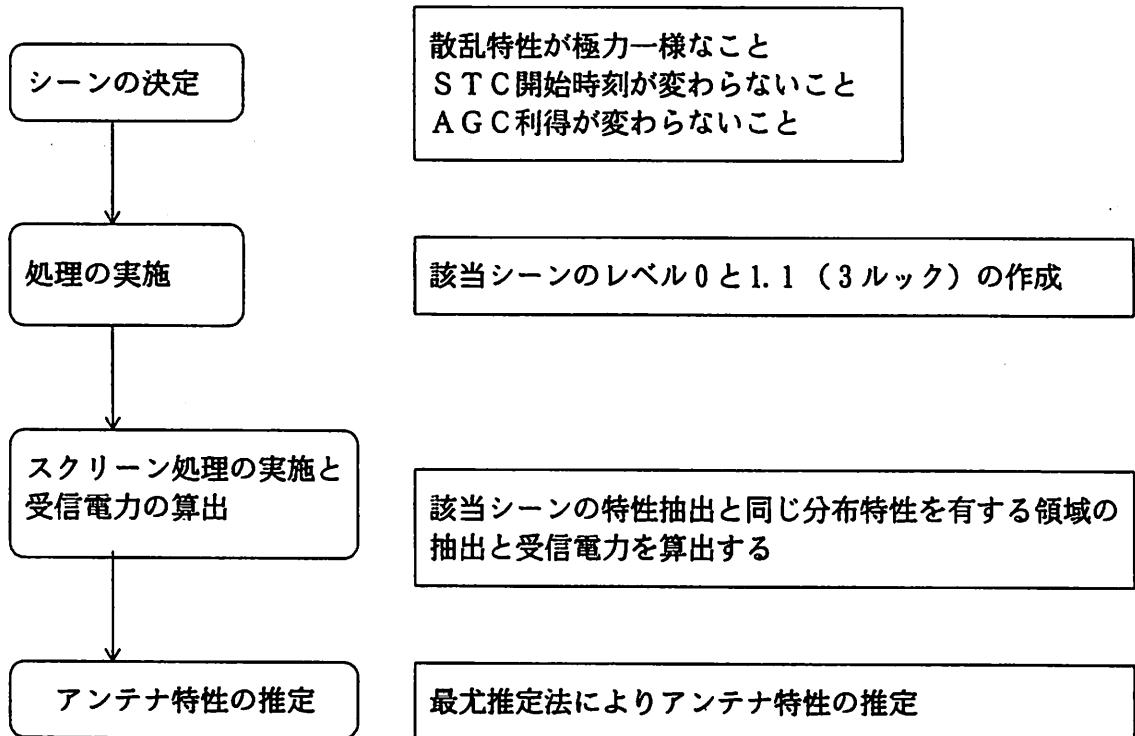
$$G_{\text{ant}}(\phi) = a (\phi - \phi_0)^2 + b + c (\phi - \phi_0)^4 \quad (\text{dB})$$

$a$ 、 $b$ 、 $c$  : 未知数、 $\phi$ 、 $\phi_0$  ; オフナディア角度

### (4) 热帯雨林データを用いたアンテナパターンの推定とその結果



図A-1-7



使用データ：1992年4月23日観測 415(パス)：7シーン  
：1992年5月17日観測 395(パス)：5シーン

a	= -0.38392
c	= -0.0039542
offnadir	= 34.905 degree
model error	= 0.1008 dB
antenna 3dB down width = 5.431 degree	

参考：GRS 395-310、395-315（観測日はいずれも1992年5月17日）

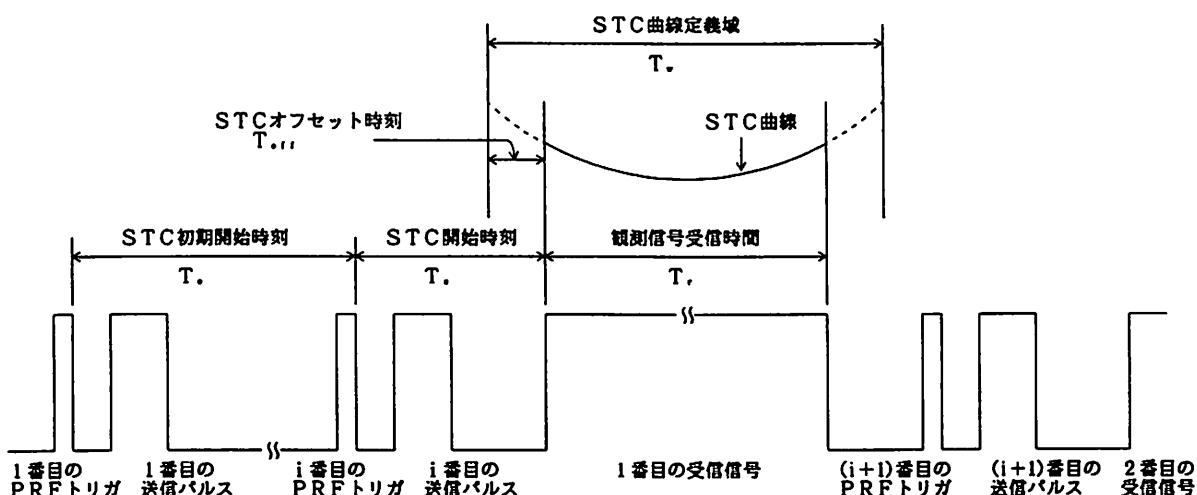
### A.1.1.3 STC (Sensitivity Time Control)

STCの原理を図A-1-8に示す。地表面からのエコーは、ニアエッジ側からファーエッジ側にかけて受信されるがアンテナ利得が観測幅中心とエッジ側では異なるために、その補正が必要になる。そのため、JERS-1 SARでは、受信信号に対し、アンテナゲインと逆特性になるように3ビットのアッテネータで減衰量を変化させながら受信する方法が採用されている。これをSTC (Sensitivity Time Control) と呼ぶ。受信信号にかけられる減衰量のパターン (STC曲線) を図A-1-9に示す。

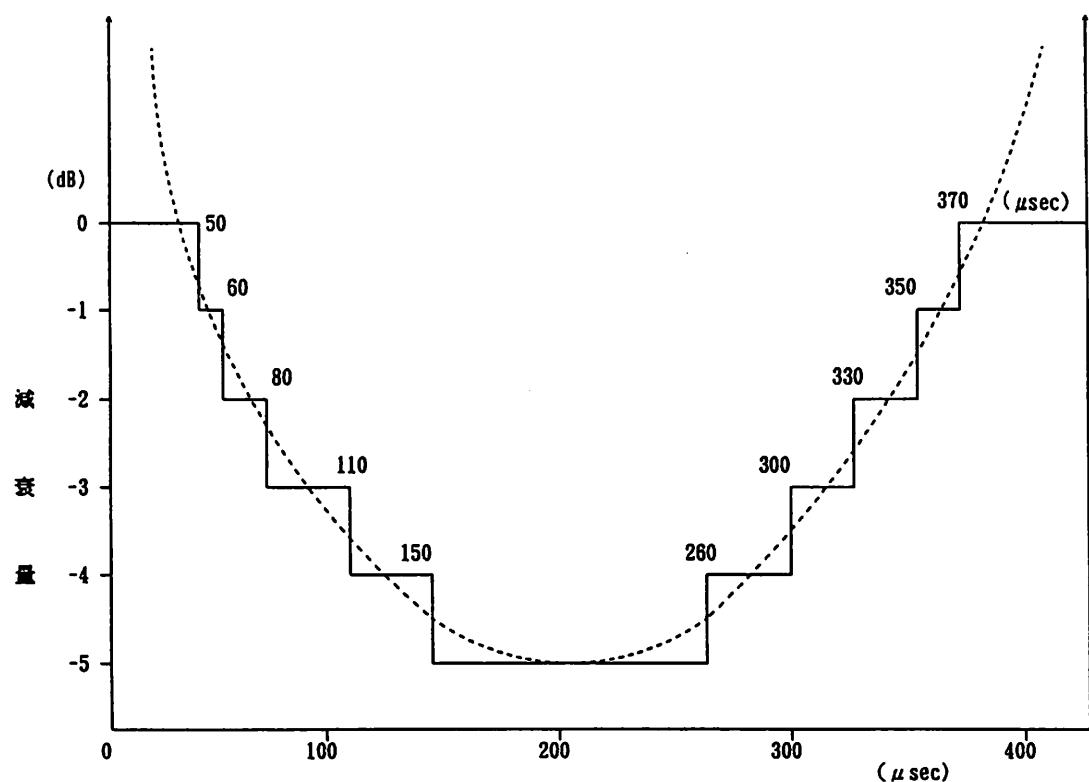
STCの運用にあたっては、送受信時間の時間的変化を考慮して、図A-1-8のSTC開始時刻 $T_s$ を変化させてやる必要がある。 $T_s$ はSTC開始時刻初期値 $T_{so}$ と、STC開始時刻変化パターンを設定することにより変化させることが可能である。 $T_{so}$ とSTC開始時刻変化パターンの設定方法を図A-1-10に示す。観測幅中心からの反射エコーの受信時間 $T_c$ の変化を直線近似して、その傾きからSTC変化パターンを選定し、またニアエッジの初期受信時間 $T_{pns}$ から $T_{so}$ を設定する。なお、 $T_{pns}$ 、 $T_{pfs}$ はそれぞれ観測幅中心およびファーエッジの初期受信時間、 $T_{pne}$ 、 $T_{pce}$ 、 $T_{pfe}$ はそれぞれニアエッジ、観測中心およびファーエッジの最終受信時間を示す。

図A-1-11にSTC開始時刻変化パターンを示す。観測時には、観測開始後30秒毎にSTC開始時刻変化パターンに従いSTC開始時刻変化量が更新され、 $T_s = T_{so} + \text{STC開始時刻変化量}$ となる。

なお、図A-1-8におけるSTC初期開始時刻の $T_0$ およびSTCオフセット時刻 $T_{off}$ は、 $T_0 = 7 / \text{PRF}$ 、 $T_{off} = 30 \mu\text{sec}$ の固定値である。

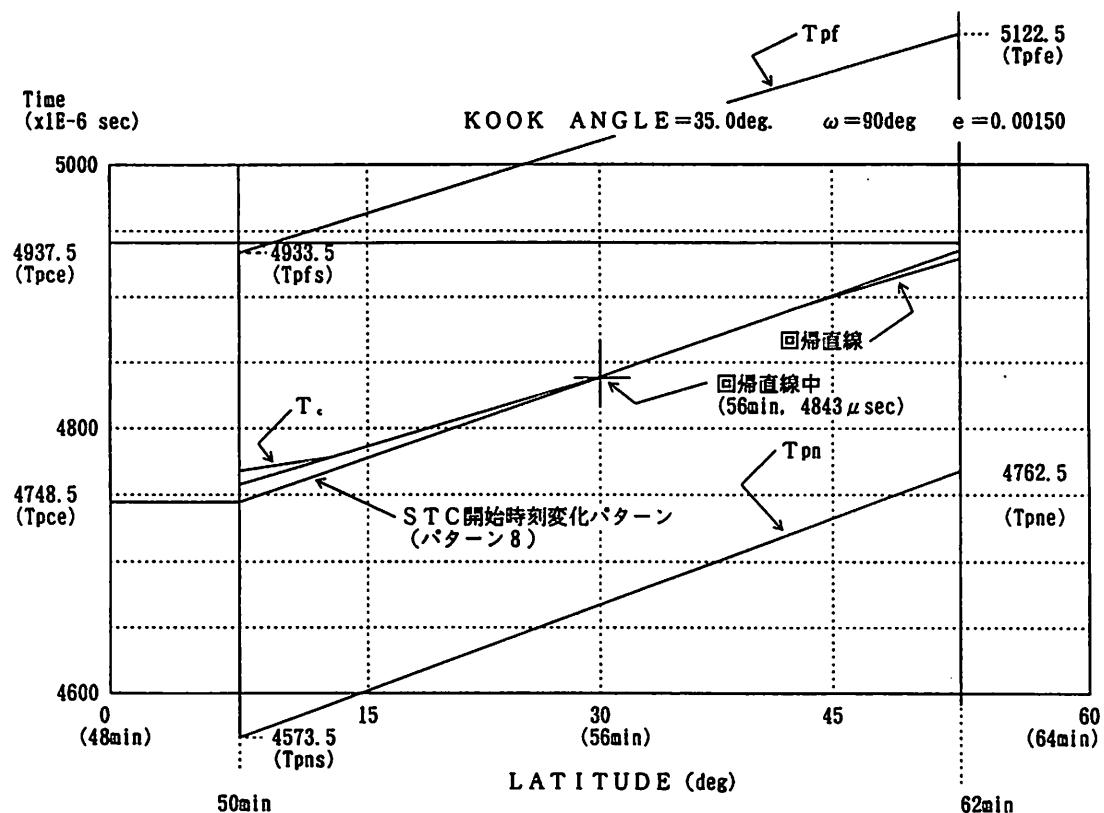


図A-1-8 STCの原理

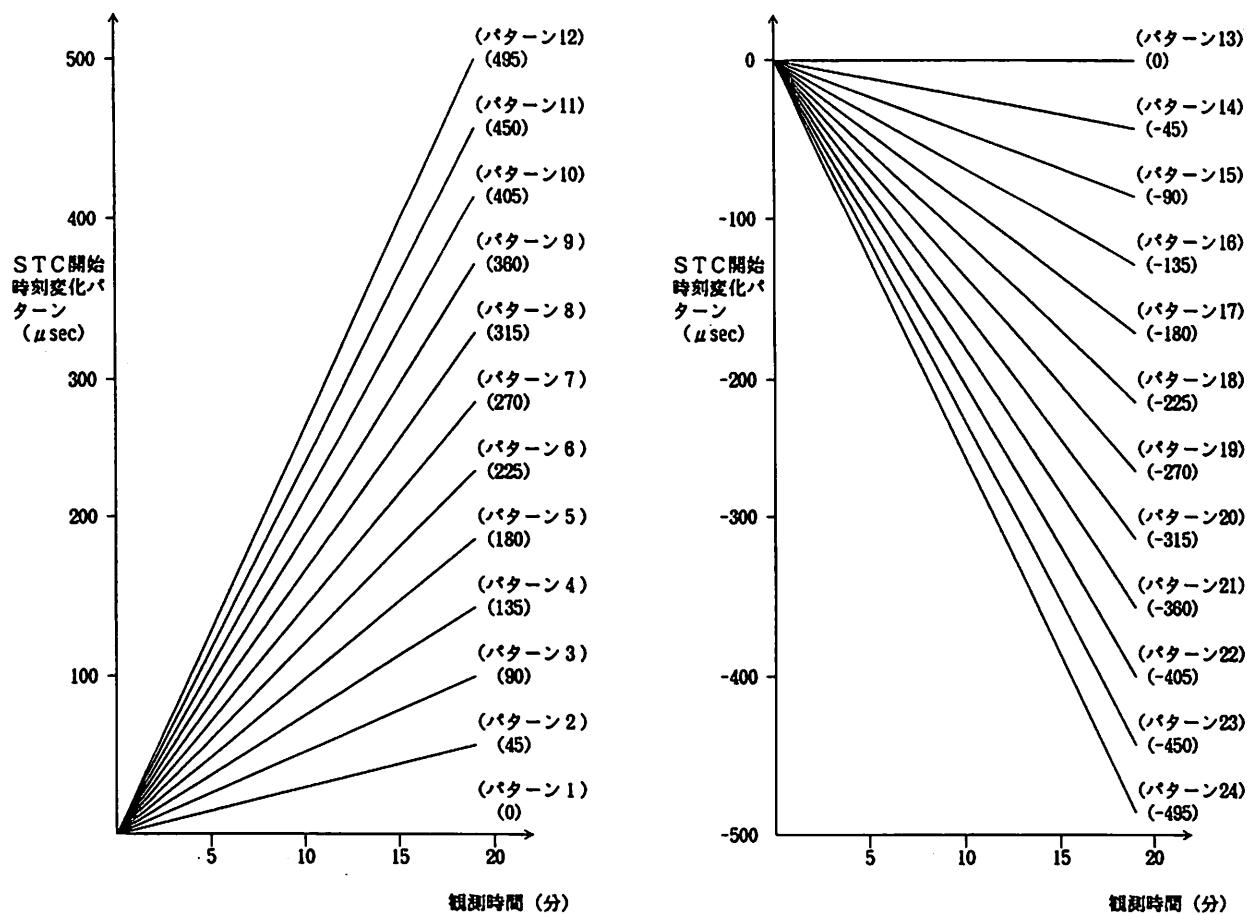


注) ..... : 理論値  
— : 実現値 (実際に受信機内部に設定した値)

A-1-9 STC曲線 (受信信号にかけられる減衰量パターン)



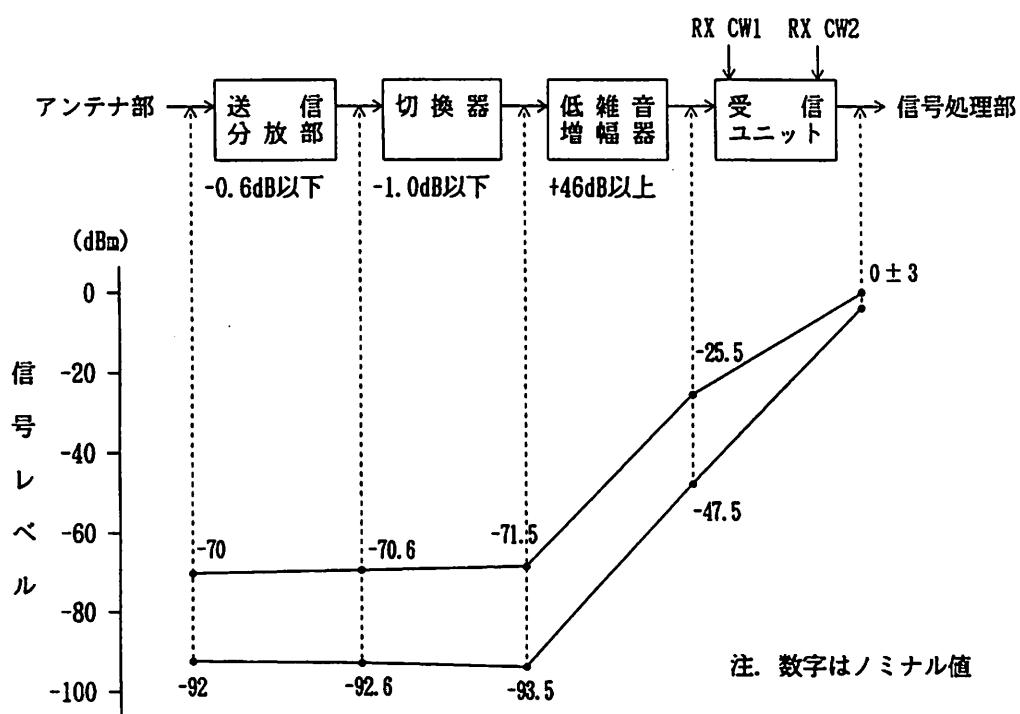
A-1-10 衛星位置と反射エコー受信時間 (拡大図)



図A-1-11 S T C開始時刻変化パターン

#### A.1.1.4 A G C (Automatic Gain Control)

- (1) A G Cは受信電力の強弱にかかわらず受信機中間出力を一定（0 dB<sub>m</sub>）にし、A D変換精度を一定に保つ目的を有する。通常、受信部からA G C動作をしている場合、受信ユニットでは受信信号が検波されてその検波電圧から制御器が受信ユニット内のA G C動作用のアネットデータの駆動量を設定し、受信ユニットの利得を可変して出力レベルを0 dB<sub>m</sub> ± 3 dBに制御する。



図A-1-12 受信信号のレベルダイヤ

### (2) AGC 時定数

本コマンドは、AGC モード動作速度を 128/P RF もしくは 64/P RF に切換える際に設定するコマンドである。

オートモード時では自動的に 64/P RF に設定されるが、本コマンドを入力することによって変更することも出来る。本コマンドの設定内容は下記のとおりである。

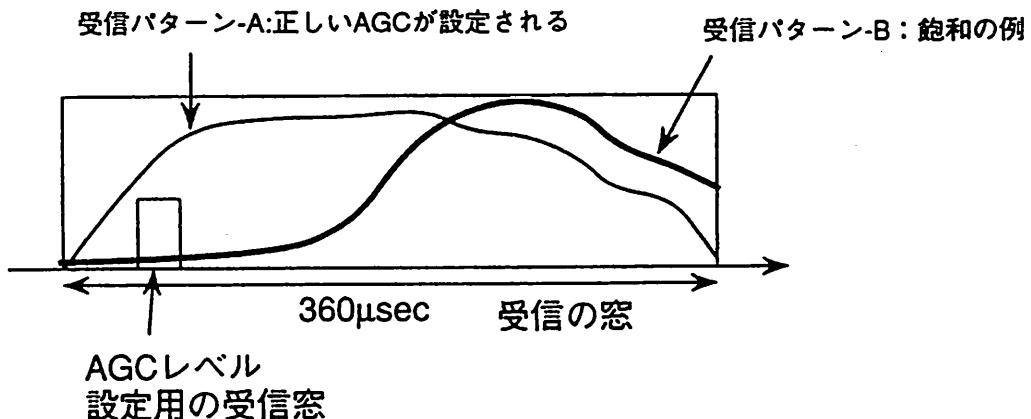
- 128/P RF : “1”
- 64/P RF : “0”

### (3) AGC 特性の評価

現在の現象：SAR が陸域から海域に抜ける時に陸地の輝度が変化する。

原因：AGC を設定する受信窓が全受信窓の一部分であるために、海岸地域の観測現象が飽和したり、AD 変換器の雑音が増えたりする。

対策：処理設備で AGC 準正係数を求める (AGC 1 dB に対して何 dB を対応させるか)。



図A-1-13 鮫和が発生する場合の例

#### (4) 正しい補正係数の算出

目的：

アマゾンデータでA G Cの変化点に於ける出力の平均変化量（k）を求める。

方法：

$$K = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} A_{Gc,i}$$

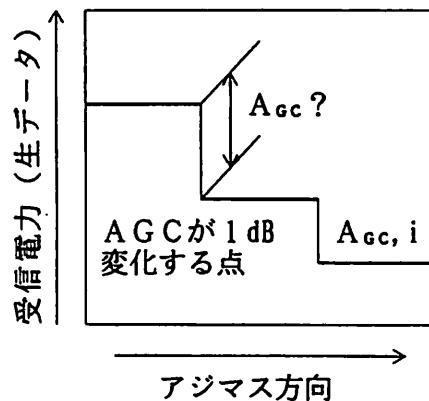
ここに、 $A_{Gc,i}$  は A G C 1 dB変化点における生データ(電力)の変化量評価

に使用したデータの個数 (N = 12)

アマゾンデータ：P A S S = 395, 415

A G Cの変化率：1 dBから2 dB, 2 dBから3 dB,

$$K = 0.72$$



A - 1 - 14

#### A. 1. 1. 5 M G C (Mannual Gain Control)

- (1) 受信ユニットは、A G C/M G C動作用として1 dB、2 dB、4 dB、16 dB、の5ビットと、S T C動作用として1 dB、2 dB、4 dBの3ビットのアッテネータを有している。

受信部がM G Cの動作の場合は、信号処理部からのコマンドが制御器を介して受信ユニット

に送られ、それに応じて内部のアッテネータを駆動する。また、それとは別にパルス発生部からのコマンドにより受信ゲートと同じタイミングで、受信信号に対して $10 \mu\text{sec}$  単位で量子化した $0 \sim 5 \text{ dB}$ の減衰特性を与えるS T C動作を行う。

### (2) M G C / A G C (1ビット)

本コマンドは、送受信部をM G Cモード/A G Cモードに設定するコマンドである。オートモード時では、校正／観測モード共A G Cモードに自動的に設定され、設定変更モード時では、校正モード時はA G Cモード、観測モード時ではM G Cモードに自動的に設定される。

本コマンドの設定内容は下記のとおりである。

- A G Cモード設定：“1”
- M G Cモード設定：“0”

### (3) M G C利得設定 (5ビット)

M G C利得設定コマンド(M G C G A I N 4~0)を表A-1-1に示す値に設定すると、S A R送受信部の受信部の利得を設定することが可能となる。

表A-1-1 M G C利得設定

M G C G A I N コマンドビットNO					M G C利得設定 [dB]
11	12	13	14	15	
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	1	1
0	0	0	1	0	2
0	0	0	1	1	3
0	0	1	0	0	4
:	:	:	:	:	:
1	1	1	0	1	29
1	1	1	1	0	30
1	1	1	1	1	31

但し、校正モードはS T P A T T設定と組合させてIビデオ/Qビデオ信号出力レベルを制御するため、通常Iビデオ/Qビデオ信号出力レベルは、 $0 \text{ dB} \pm 3 \text{ dB}$ 以内となるように設定しなければならない。

表A-1-2 MGC利得とS T P A T Tの組合せによる  
I/Qビデオ信号出力レベル(一例)

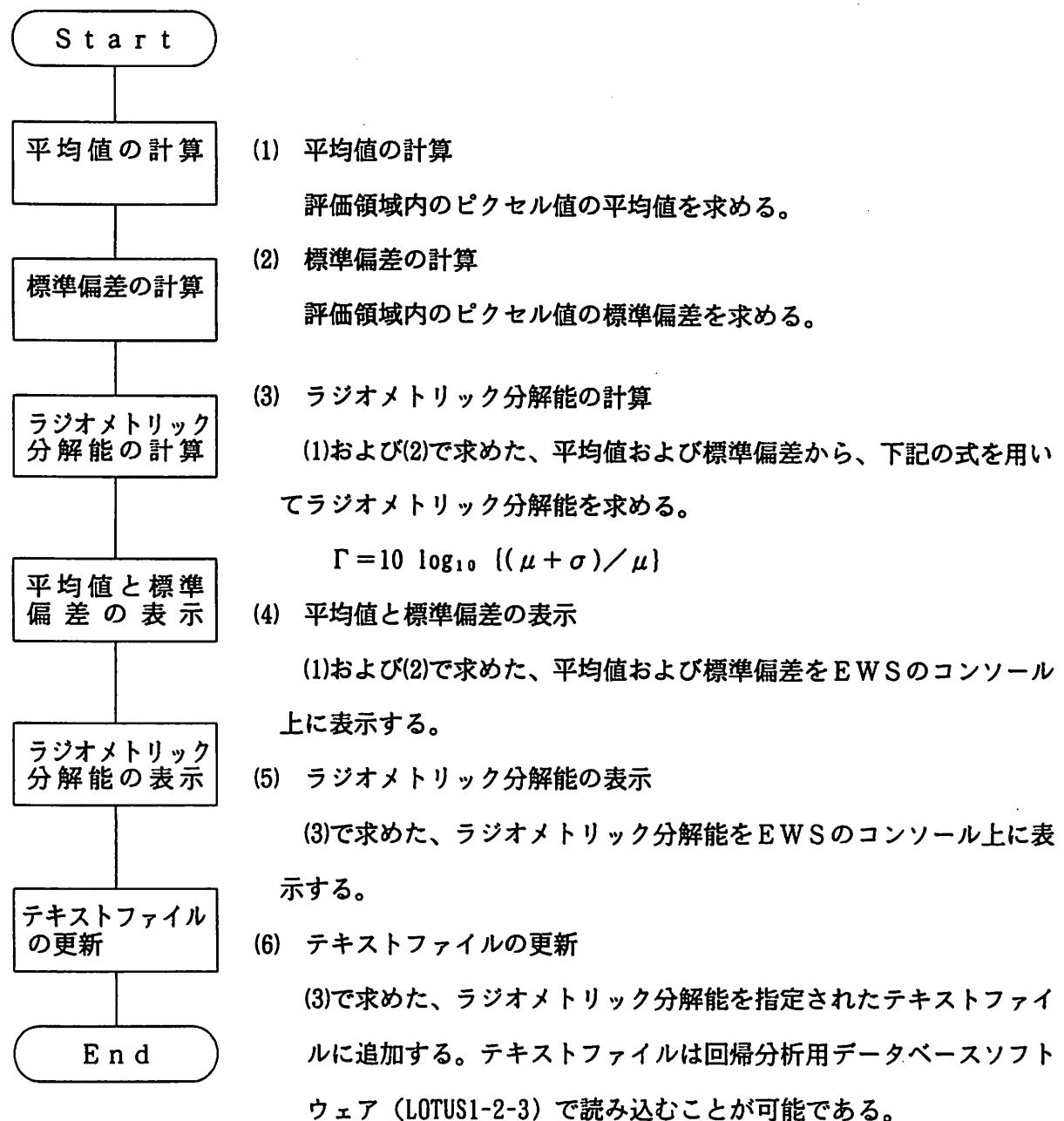
MGC GAIN [dB]	S T P A T T [dB]							
	21	18	15	12	9	6	3	0
31	-31	-28	-25	-22	-19	-16	-13	-10
30	-30	-27	-24	-21	-18	-15	-12	-9
29	-29	-26	-23	-20	-17	-14	-11	-8
28	-28	-25	-22	-19	-16	-13	-10	-7
27	-27	-24	-21	-18	-15	-12	-9	-6
26	-26	-23	-20	-17	-14	-11	-8	-5
25	-25	-22	-19	-16	-13	-10	-7	-4
24	-24	-21	-18	-15	-12	-9	-6	(-3)
23	-23	-20	-17	-14	-11	-8	-5	-2
22	-22	-19	-16	-13	-10	-7	-4	-1
21	-21	-18	-15	-12	-9	-6	(-3)	(0)
20	-20	-17	-14	-11	-8	-5	-2	1
19	-19	-16	-13	-10	-7	-4	-1	2
18	-18	-15	-12	-9	-6	(-3)	(0)	(3)
17	-17	-14	-11	-8	-5	-2	1	4
16	-16	-13	-10	-7	-4	-1	2	5
15	-15	-12	-9	-6	(-3)	(0)	(3)	6
14	-14	-11	-8	-5	-2	1	4	7
13	-13	-10	-7	-4	-1	2	5	8
12	-12	-9	-6	(-3)	(0)	(3)	6	9
11	-11	-8	-5	-2	1	4	7	10
10	-10	-7	-4	-1	2	5	8	11
9	-9	-6	(-3)	(0)	(3)	6	9	12
8	-8	-5	-2	1	4	7	10	13
7	-7	-4	-1	2	5	8	11	14
6	-6	(-3)	(0)	(3)	6	9	12	15
5	-5	-2	1	4	7	10	13	16
4	-4	-1	2	5	8	11	14	17
3	(-3)	(0)	(3)	6	9	12	15	18
2	-2	1	4	7	10	13	16	19
1	-1	2	5	8	11	14	17	20
0	(0)	(3)	6	9	12	15	18	21

#### A.1.1.6 ラジオメトリック分解能

レベル 2.0以上のSAR画像データにおいて、指定した領域内のデータの平均値と標準偏差を求め、これよりラジオメトリック分解能を求める。

また、複数のSAR画像についてラジオメトリック分解能を求め、回帰分析を行うためのテキストファイルを出力する。

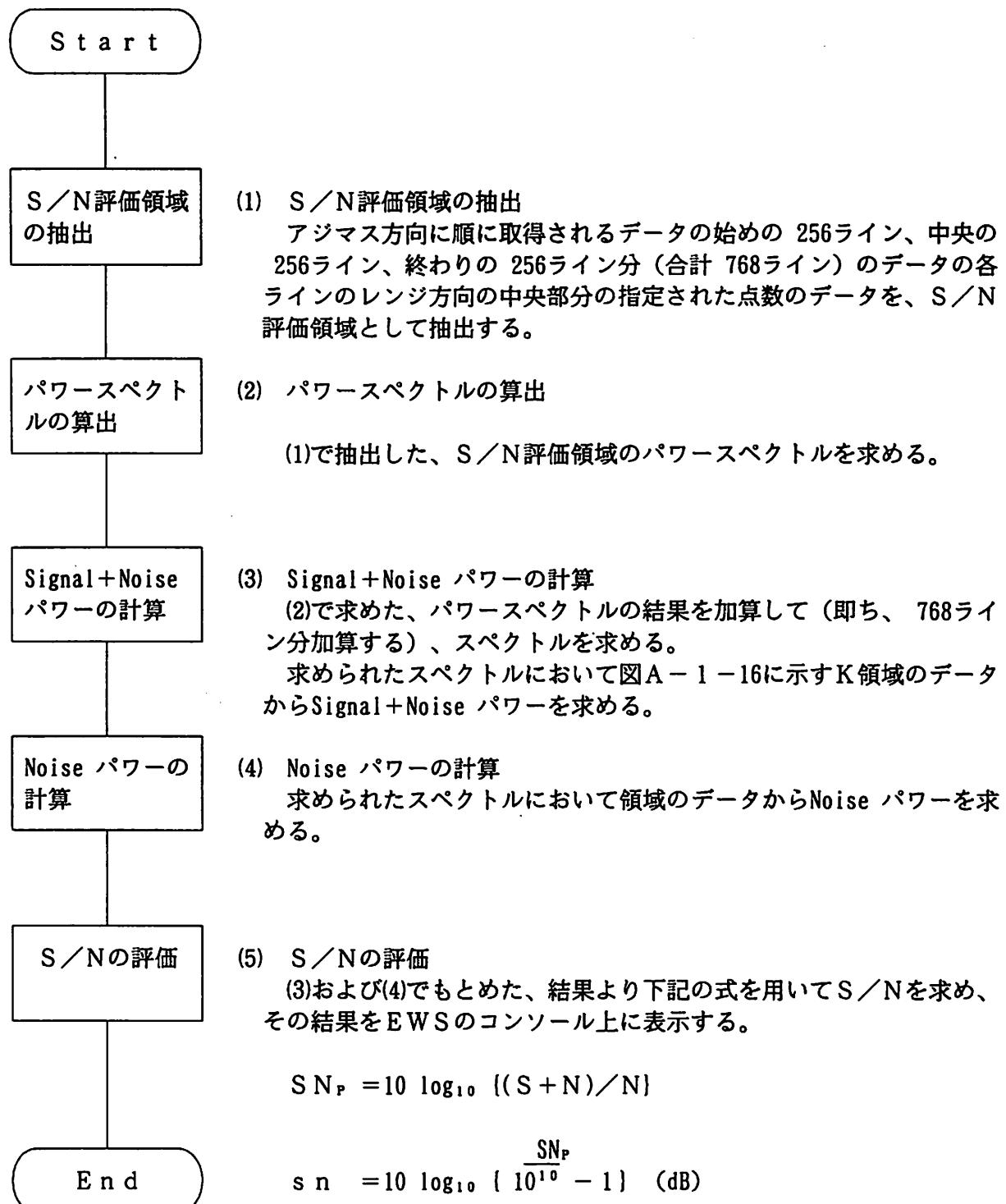
以下に、ラジオメトリック分解能算出の処理フローを示す。

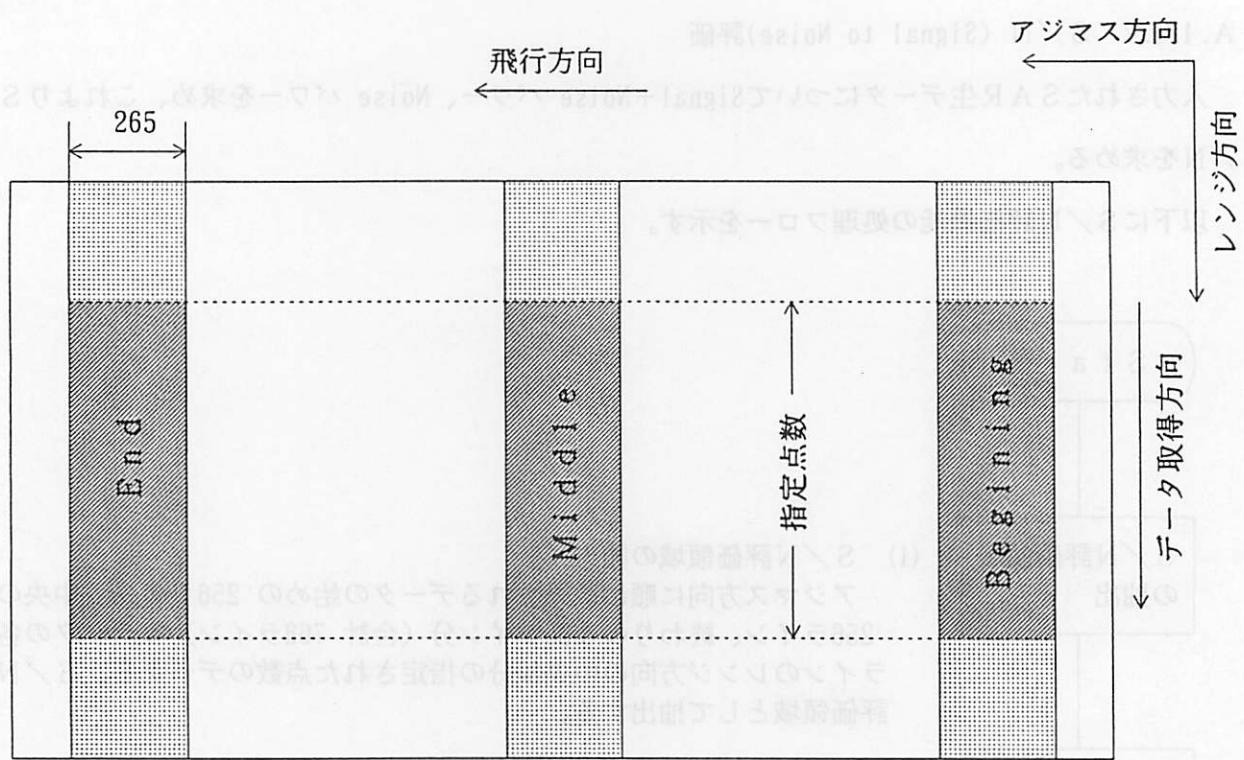


### A.1.1.7 S/N (Signal to Noise)評価

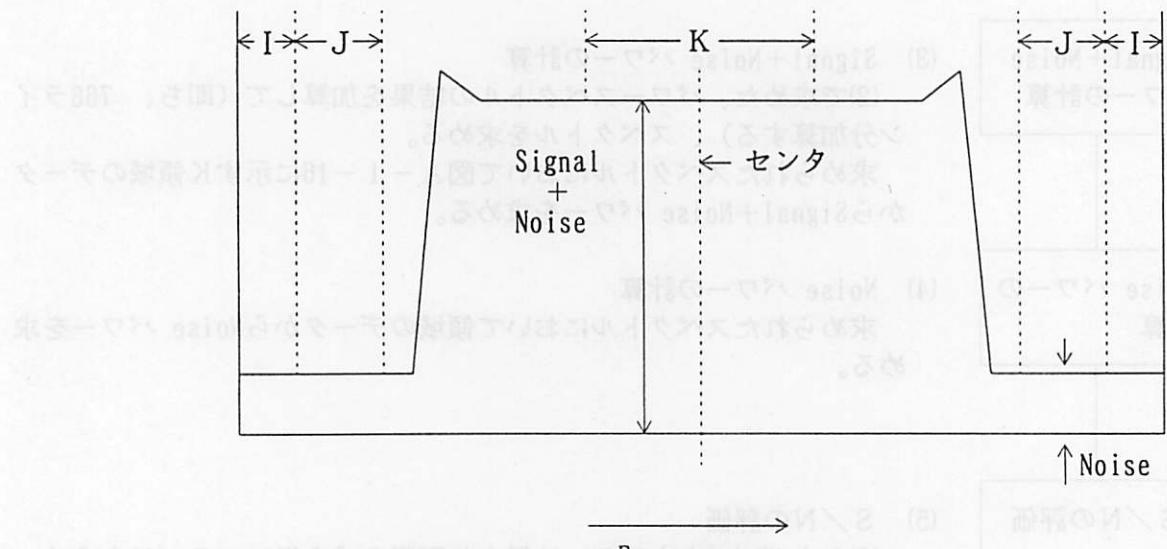
入力されたSAR生データについてSignal+Noiseパワー、Noiseパワーを求め、これよりS/Nを求める。

以下にS/N評価機能の処理フローを示す。





図A-1-15 SAR生データのS/N評価用領域



図A-1-16 S/N評価

※ K : Signal+Noise 算出領域（百分率指定）

J : Noise算出領域（百分率指定）

I : Noise切り捨て領域（百分率指定）

$$K + J * 2 + I * 2 \leq 100$$

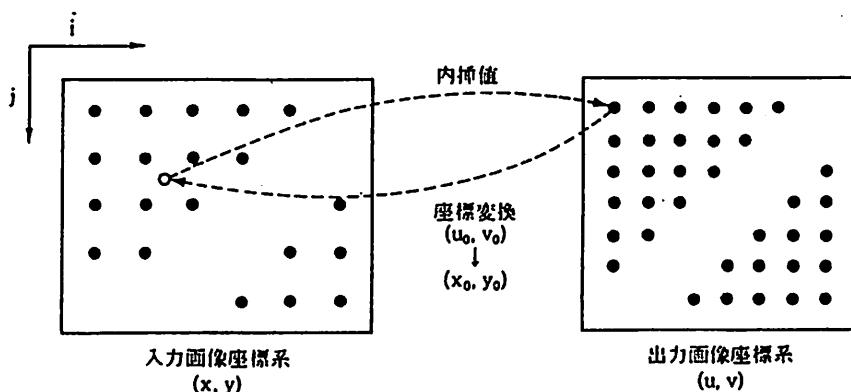
## A.1.2 ジオメトリック性能

### A.1.2.1 幾何学的歪補正

リモートセンシング画像に含まれる幾何学的な歪は、センサに起因する内部歪とプラットフォームや対象物に起因する外部歪に分けられる。

- ・内部歪……レーダにおけるビーム幅やサンプリングレートの変動など。
- ・外部歪……プラットフォームの位置、高度、姿勢、速度の変化、対象物としての地表面の起状、地球の自転、曲率など。

幾何学補正是図A-1-17に示すように幾何学的な歪のない座標系を( $u$ 、 $v$ )、画像座標を( $x$ 、 $Y$ )とすると、( $x$ 、 $Y$ )から( $u$ 、 $v$ )への画像の幾何学的な変換を行うことである。



図A-1-17 幾何学的変換の原理

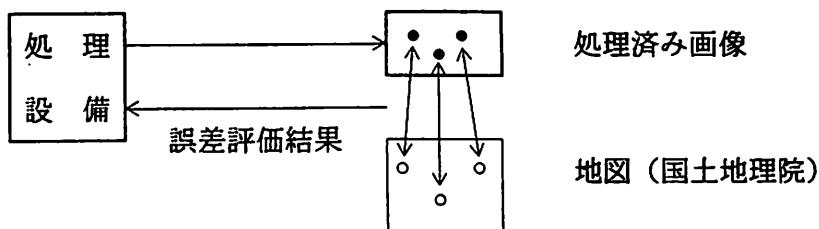
#### (1) 目的 :

処理済み画像の位置精度を評価する。かつ、処理設備のデータベースを調整し、幾何精度を向上させる。

#### (2) 方法 :

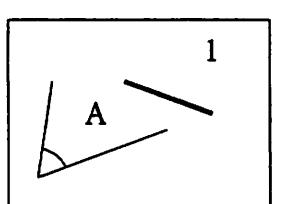
##### ① 絶対精度校正 :

処理済のSAR画像から1シーン当たり約20点のGCP (Ground Control Point) を選定し、その位置と国土地理院発行の地図との誤差を評価する。GCPは低高度の場所から選ぶ。

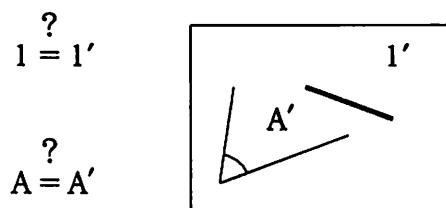


② 相対精度：

処理済みの S A R 画像と国土地理院発行の地図から G C P を選び、2 点間の距離誤差、3 点間の角度を計算する。



S A R 画像



地 図

(3) 評価領域

- |       |                |
|-------|----------------|
| ① 鹿児島 | 1992年 9月16日受信  |
| ② 大 分 | 1992年10月28日受信  |
| ③ 富士山 | 1992年 9月 2 日受信 |
| ④ 鹿児島 | 1993年 1月26日受信  |

幾何学的補正精度のまとめ（絶対精度）

シーン名	アジマス誤差 (m)	レンジ誤差 (m)	全体	受信日
鹿児島	161	-286	328	1992年 9月16日
大 分	-180	153	236	1992年10月28日
富士山	81	102	130	1992年 9月 2 日
鹿児島	-59	33	68	1993年 1月26日
平均値	-40	-104	111	

幾何学精度まとめ（相対精度）

シーン名	2 点間距離 (m)	3 点間角度 (度)	受信日
鹿児島	22	-0.002	92/6/20
大 分	17.4	-0.0008	92/6/18
平均値	19.7	-0.001	

#### A.1.2.2 空間分解能

SAR画像上で分離、識別できる二つの点反射体の間の最小距離。SARはプラットフォームの進行方向に平行な方向（アジマス方向）については開口合成という技術を、それに直交する方向（レンジ方向）についてはパルス圧縮という技術を用いて、高い空間分解能を実現する。理論上の分解能は、アジマス方向でのレーダのアンテナの水平方向の長さの $1/2$ に等しく、レンジ方向では圧縮後のパルス幅と光速の積の $1/2$ に等しい。空間分解能がレーダの波長やレーダから地表面までの距離（レンジ）に無関係なことは、SARの大きな特徴である。この性質があるために、航空機からだけでなく、衛星高度からも高分解能の撮像を行うことが可能となる。

SARの画像には、固有の雑音としてスペックル雑音がある。通常、スペックル雑音を減らすために、マルチルック処理が施される。その際、空間分解能が多少犠牲にされる。たとえばN個の独立サンプルを平均するNルックの処理を行うと、スペックルのゆらぎの振幅は $1/\sqrt{N}$ になるが、〔アジマス分解能〕×〔レンジ分解能〕、つまり2方向の分解能の積として決まる面積がN倍になる。SARの標準出力画像（standard product）は、4ないし3ルックとして作られる。

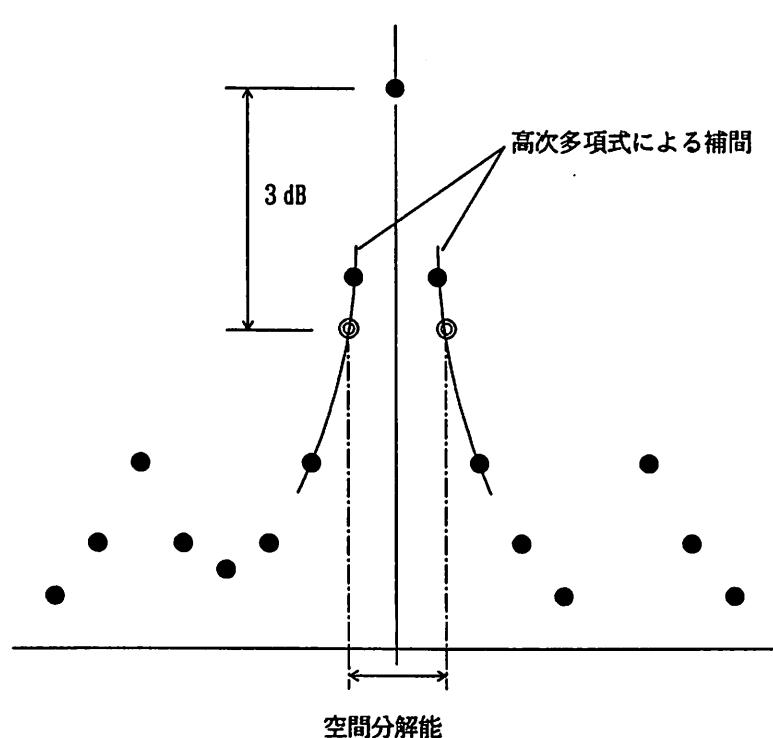
ある与えられたSAR画像の空間分解能は、孤立した明るい輝度の広がりから求められる。実験によってはコーナーレフクタが地上に設置され、明瞭な輝点として写る。画像を拡大すると、そのような輝点は数ピクセル×数ピクセルの範囲に広がっており、中心部で最も明るい。そこで、これらのピクセルの濃度値のデジタルデータ（パワーの値）を調べ、レンジ方向、アジマス方向について、それぞれ $(\sin x/x)^2$ の形の曲線を当てはめる。このとき、この曲線の半値幅が、それぞれ、両方向の空間分解能を与える。

空間分解能はSARの性能を規定する重要なパラメータである。空間分解能が高いほど地表面をより細かく識別できることは、光波長域の画像の場合と同じである。しかし、SAR画像にはスペックルがあるために、空間分解能の等しい光波長域の画像と比較するときに、それと同等の精細さを期待することはできない。なお、スペックルの大きさ（斑点の空間的な広がり）は空間分解能に等しい。

## 空間分解能の計算

I R F データに対し、高次多項式の補間を適用し、ピーク値から 3 dB 下がった 2 点間の距離をレンジ方向およびアジャマス方向についてそれぞれ求める。このとき、レベル1.1 3 ルックデータについてはスラントレンジ分解能を、レベル2.0 ~ レベル4 データについてはグランドレンジ分解能を求める。また、C C F データに対し、高次多項式の補間を適用し、ピーク値から 3 dB 下がった 2 点間のピクセル間隔をレンジ方向及びアジャマス方向について求める。

I R F 評価領域のF F Tによる補間



図A-1-18 空間分解能評価例

I R F : Impulse Response Function

C C F : Coherent Correlation Function

## A.1.3 校 正

### A.1.3.1 校正モードの動作及び運用方法

#### (1) 概 要

校正モードは、観測の前後に使用するモードであり、観測の前後における送受信部の性能を確認するモードである。校正モード時、アンテナ部からの電波放射は、行なわない。

#### (2) 動作原理

校正データは、信号発生部からのチャーブ信号を送信部の校正器に送り、受信部利得校正用の電力レベルに減衰させ、送受分波部に校正信号として入力し、受信部を介して信号処理でフォーマット化することで生成している。

#### (3) 運用方法

校正モードは、スタンバイモードに加え、SM1でオート／マニュアルモード、コンバイナSW、高出力増幅器電源、STCオフセット時刻、パルス繰返し周波数の設定を、行った後に実行する必要がある。

##### ① オートモード時

オートモード時は、SM2（観測開始）を入力すると、表A-1-3の校正パターンを8回繰返し、自動的に観測モードに移行する。また、SM3（観測終了）を入力すると、観測モードを終了し、表A-1-3の校正パターンを8回繰返し、設定したスタンバイモードに移行する。校正パターン1回の期間は、1920msecで8回繰返すと、15.36secになる。

オートモード時校正データは、基本的には、SARデータに含まれている。HKデータのSTP ATT、AGC DATA及び校正信号データ（データフォーマットの同一フレームに含まれるSTP ATT、AGC DATAと校正信号データが対応）を解析・評価することにより、受信機利得の確認等に使用される。なお、校正信号のレベル（STT ATTへの入力レベル）は、必要に応じて校正器出力テレメトリで確認できる。

表A-1-3 校正パターン (S T P A T T 設定パターン)

	S T P A T T 設定値	時 間
1	0 dB	0～ 180msec
2	3 dB	180～ 360msec
3	6 dB	360～ 540msec
4	9 dB	540～ 720msec
5	12dB	720～ 900msec
6	15dB	900～1080msec
7	18dB	1080～1260msec
8	21dB	1260～1920msec

(備考) 上記設定が 8 回繰返す。

② マニュアルモード時

S M 5 でM G C 利得設定、S T P A T T 設定を変えることにより、設定のパラメータの異なる校正データを取得できる。

#### A.1.4 データフォーマット

##### A.1.4.1 データフォーマット

図A-1-19にSARの校正モードのデータフォーマット、図A-1-20に観測モードのデータフォーマットを示す。

SARデータは以下の4種類のデータから構成される。

- ・観測・校正データ
- ・HKデータ
- ・PCMサンプルデータ
- ・その他のデータ

1フレームのデータ長は、パルス繰返し周波数（PRF）により5通りに設定される。Iチャネル/Qチャネルのデータは、同じタイミングで出力される。

以下、各データの内容について説明する。

###### (1) 観測データ

観測・校正データは、Iチャネル/Qチャネルのビデオ信号を3ビットで量子化したものである。データ数は、観測モード/校正モードで異なり、ビデオ信号のパスル幅分が先頭から記録される。

モード	データ数	備考
校正モード	594	35μsec のパルス幅分
観測モード	6144	360μsec のパルス幅分

###### (2) HKデータ

HKデータは、33項目で構成されるAGC DATA、GC STAは、送受信部から入力されるHKデータである。HKデータは、PRFトリガ信号により、毎回リセットされる。SARデータのモードは、そのフレームのHKデータで判断できる。

###### (3) PCMサンプルデータ

PCMサンプルデータは、RIUから入力されるテレメトリ信号であり、内容は、C&DHのテレメトリデータと同一である。PCMサンプルデータは、テレメトリデータ2ビットとクロックデータ1ビットの3ビットで構成される。テレメトリデータ2ビットは同じ値である。

#### (4) その他のデータ

##### (a) 同期信号

同期信号は、各フレームの先頭にあり、30ビットの固定値である。

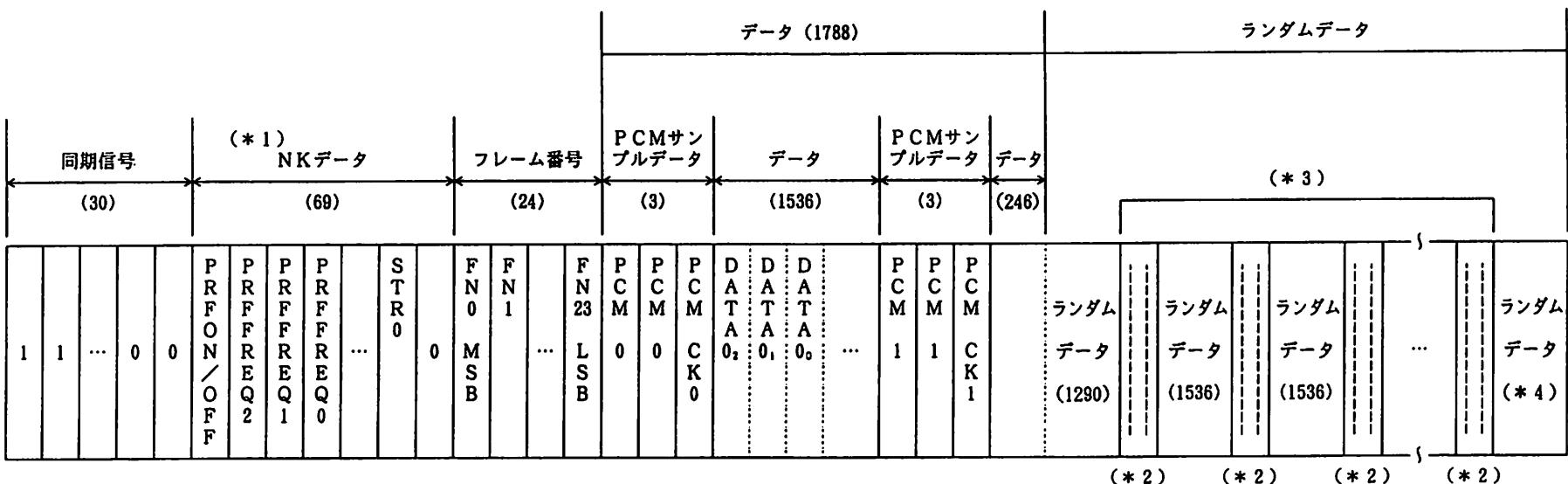
##### (b) フレーム番号

フレーム番号は、24ビットで構成されており、初期値は0である。P R F トリガ信号毎に1ずつ値が増加する。フレーム番号は、観測モード／校正モードの間、カウントアップを続けるが、一度、観測モード／校正モードを終了した場合、再び0から始まる。

##### (c) ランダムデータ

ランダムデータは、P Nコード7段の繰返しであり、P R F の変化によって、最後のランダムデータのビット数が変化する。

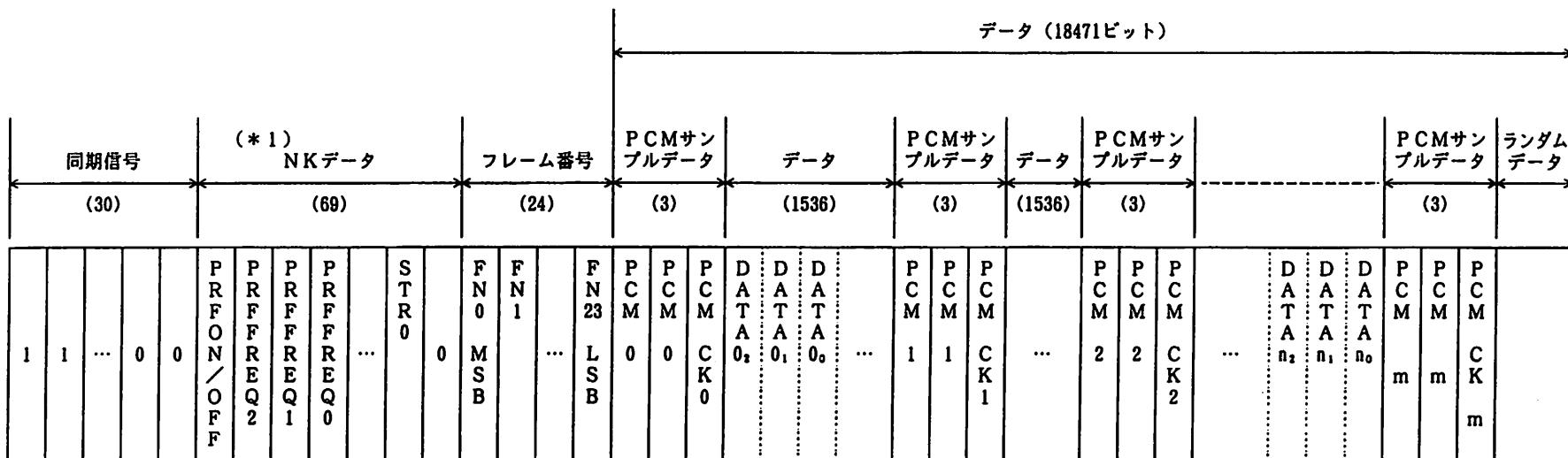
なお、1フレームの総ビット数は、P R F トリガ信号とM D Tからの同期信号が非同期であるため、最後のランダムデータ数が3ビット程度変動する影響で、固定の長さではない。



(1) 同期信号	1111101010111001100110100000000		
(2) HKデータ	(MSBファースト)		
(3) フレーム番号	0、1、2、3、.....		
(4) PCMサンプルデータ	PCM m            m = 0、1、.....12 PCM CK m		
(5) データ	DATA n <sub>0</sub> (LSB) DATA n <sub>1</sub> n = 0、1、.....、593 DATA n <sub>2</sub> (MSB)		
(6) ランダムデータビット数 (*4)	PRF	1505.8Hz	1328ビット (ノミナル値)
		1530.1Hz	1012ビット (ノミナル値)
		1555.2Hz	696ビット (ノミナル値)
		1581.1Hz	380ビット (ノミナル値)
		1606.0Hz	85ビット (ノミナル値)

図1. 3-2の繰返し

図A-1-19 データフォーマット (校正モード)



(\*1) 有効HKデータ68ビット、最後にダミーデータ1ビット“0”を入れてトータル69ビット

(1) 同期信号	111110101111001100110100000000		
(2) HKデータ	(MSBファースト)		
(3) フレーム番号	0、1、2、3、.....		
(4) PCMサンプルデータ	PCM m m=0、1、.....12 PCM CK m		
(5) データ	DATA n <sub>0</sub> (LSB) DATA n <sub>1</sub> n=0、1、.....、6143 DATA n <sub>2</sub> (MSB)		
(6) ランダムデータビット数 (*4)	PRF	1505.8Hz 1530.1Hz 1555.2Hz 1581.1Hz 1606.0Hz	1328ビット (ノミナル値) 1012ビット (ノミナル値) 696ビット (ノミナル値) 380ビット (ノミナル値) 85ビット (ノミナル値)
			図1. 3-2の線返し

図A-1-20 データフォーマット（観測モード）

## A. 2 O P S

### A. 2. 1 ラジオメトリック性能

#### A. 2. 1. 1 観測波長域

O P S の観測波長域は、可視域から短波長域までである。表A-2-1に波長域を示す。

表A-2-1 観測波長域

バンド	中心波長 ( $\mu\text{m}$ )	バンド巾 ( $\mu\text{m}$ )
バンド1	0.56 ± 0.01	0.08 ± 0.02
バンド2	0.66 ± 0.01	0.06 ± 0.02
バンド3	0.81 ± 0.01	0.10 ± 0.02
バンド4	0.81 ± 0.01	0.10 ± 0.02
バンド5	+ 0.016 1.655 - 0.015	0.11 ± 0.02
バンド6	+ 0.015 2.065 - 0.017	0.11 ± 0.02
バンド7	+ 0.015 2.19 - 0.019	+ 0.02 0.12 - 0.023
バンド8	+ 0.015 2.335 - 0.020	+ 0.022 0.13 - 0.024

(立体視バンド)

ここで、バンド巾はピーク感度の半値巾である。また、中心波長はバンド巾の中心の波長である。

#### A. 2. 1. 2 帯域端応答傾斜特性

帯域端応答傾斜特性は表A-2-2に示す通りである。

表A-2-2 帯域端応答傾斜特性

バンド	立上り (nm)	立下り (nm)
バンド1～5	35以下	35以下
バンド6	42以下	47以下
バンド7	44以下	49以下
バンド8	46以下	53以下

ここで、立上り／立下りはピーク感度の10%～80%間の波長巾で規定する。

#### A. 2. 1. 3 帯域外分光感度

帯域外の分光感度は、観測波長域内のピーク値を100%と正規化した場合、各々の帯域端の波長より100m以上離れた波長域において0.5%以下である。

#### A. 2. 1. 4 ダイナミックレンジ

OPSとして、飽和せずに取得可能な入射光量を、ダイナミックレンジという。

ダイナミックレンジの要求値を表A-2-3に示す。

表A-2-3 ダイナミックレンジ

バンド	ダイナミックレンジ(W/m <sup>2</sup> ・str・μm)
バンド1	0 ~ 324
バンド2	0 ~ 250
バンド3	0 ~ 248
バンド4	0 ~ 239
バンド5	0 ~ 33.3
バンド6	0 ~ 17.8
バンド7	0 ~ 13.7
バンド8	0 ~ 10.8

#### A. 2. 1. 5 S/N

O P S の信号は、入射光量に対するC C Dセンサの出力電圧である。この信号は、プリアンプされた後、アナログ信号処理部で信号処理され、送信されてくる。

O P S の総合S/Nは表A-2-4に示す値以上をとるものとする。

表A-2-4 OPS総合S/N

バンド	高入力レベル 注(1)		低入力レベル 注(2)	
	S/N(dB)	入射光量(W/m <sup>2</sup> ·str·μm)	S/N(dB)	入射光量(W/m <sup>2</sup> ·str·μm)
1	36	324	23	64.8
2	35	250	22	50.0
3	36	248	23	49.6
4	36	239	23	47.8
5	32	33.3	19	6.66
6	30	17.8	16	3.56
7	28	13.7	14	2.74
8	24	10.8	10	2.16

注(1) OPS総合のダイナミックレンジ内で、最大の入射光量を高入力レベルと定義する。

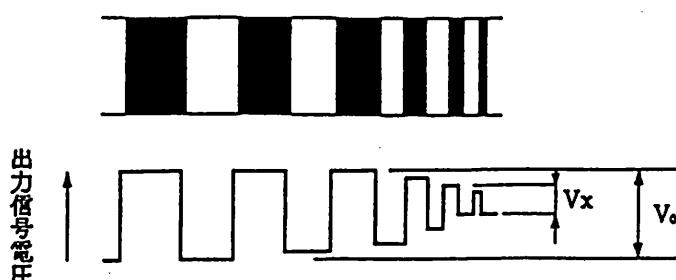
注(2) 低入力レベルは、高入力レベルの1/5で定義する。

### A. 2. 1. 6 MTF

OPSにより図A-2-1のような縞模様を撮像する場合、縞が細かくなると出力信号電圧の振幅が小さくなる。

このとき、検出器位置における1mmあたりの縞の黑白の組数（パターン数）を空間周波数、出力信号電圧の振幅の比をMTFと呼ぶ。 ((1)式)

なお、出力信号電圧の振幅と出力信号電圧の最大幅の非直線性は無視可能であり、比例関係として良い。

図A-2-1  $V_o$ と $V_x$ の関係 (MTF)

$$MTF = \frac{\text{出力信号電圧の振幅}}{\text{出力信号電圧の最大幅}} \times 100 = \frac{V_x}{V_o} \times 100 (\%) \cdots \cdots (1)$$

O P S の M T F は表 A - 2 - 5 に示す値以上である。

表 A - 2 - 5 MTF

バンド	MTF(ナイキスト周波数) (注)
1	15%
2	10%
3	10%
4	10%

バンド	MTF(ナイキスト周波数) (注)		MTF (1/2ナイキスト周波数)(注)	
	高入力レベル	低入力レベル	高入力レベル	低入力レベル
5				10%以上±24%
6	5%以上 ±5%	5%以上 ±24%	5%以上 ±5%	7%以上±24%
7				5%以上±24%
8				4%以上±24%

(注) ナイキスト周波数；検出器ピッチと同じパターン数のときの空間周波数

#### A. 2. 1. 7 撮像周期

データ処理上、蓄積時間を撮像周期 ( $t = 3.46 \text{ msec}$ ) としている。

撮像周期の誤差は、衛星の姿勢変動等に比べ十分小さい値である±1%以内としている。したがって撮像周期は下記の値としている。

$$t = 3.46 \text{ msec} \pm 1\%$$

なお、MDTからの周期信号 I が 30MHz の時、撮像周期は、3.46 msec となる。

## A. 2. 1. 8 リニアリティ

予測される出入力特性の直線に対する、取得データのはらつきの度合をいう。

リニアリティは、以下の成分を含んでいる。

- プリアンプのリニアリティ
- CCDセンサのリニアリティ
- 信号処理部のリニアリティ

表A-2-4の高入力レベルにおける出力値に対して、VNIRは±5%、SWIRは±13%以内である。

## A. 2. 1. 9 ゲイン切替

### (1) ゲインの種類

ノーマルゲインおよびハイゲイン（2種類）

ゲイン切替は、アナログ信号処理部（ASP）で調整している。ハイゲインは、ノーマルゲインの3倍である。

ゲイン切替の目的は、ダイナミックレンジを狭めて特に低レベルの入射光の分解能を上げている。切替の判断基準は、同一場所をノーマルゲインで取得したデータが全バンド20レベル以下の時に使用できる。したがって判断は、撮像対象の明るさの予測と、利用目的による。

### (2) 信号処理特性

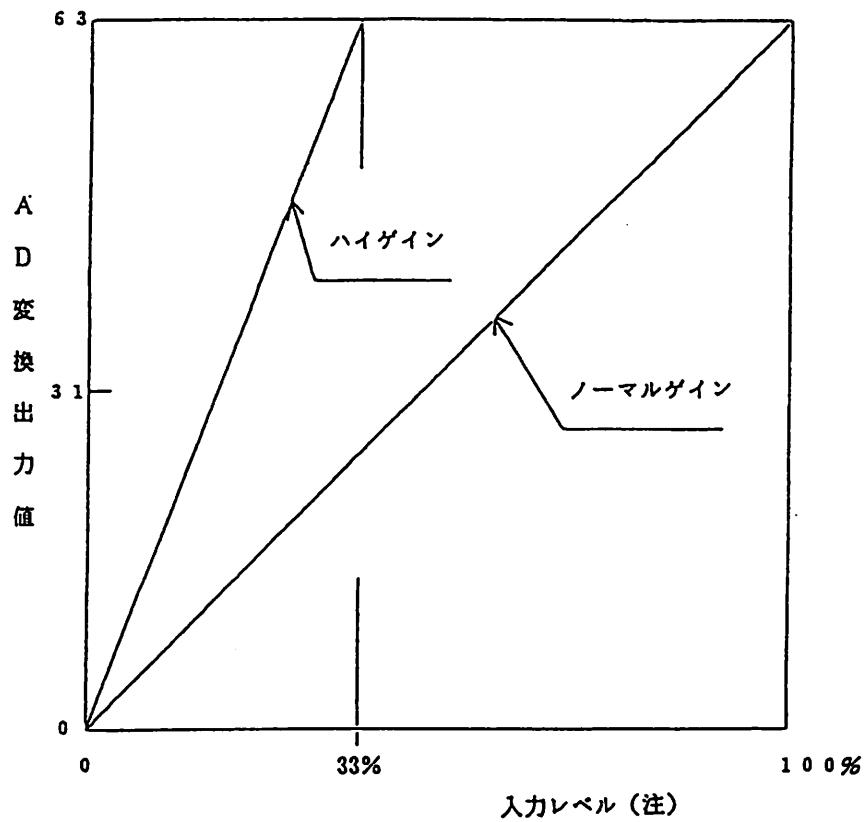
図A-2-2に示す。

### (3) ゲイン切替の方法

全バンド同時切り替え

### (4) ゲイン設定精度

±5%



(注) 表A-2-3に示す各バンドのダイナミックレンジの最大値を 100%とする。

図A-2-2 信号処理特性

#### A. 2. 1. 10 画素間感度偏差

システム性能としての画素間感度偏差を以下に示す。

バンド1～4 +0 -20%

バンド5～8 +0 -48%

## A. 2. 2 ジオメトリック性能

### A. 2. 2. 1 瞬時視野角

衛星直下点の分解能が $18.3\text{m} \times 24.4\text{m}$ であり、IFOVの値は以下となる。

$$\tan(\text{IFOV}) = D/H$$

$$\text{IFOV} = 32.2 \mu\text{rad}$$

H : 衛星高度 (568km)

D : IFOVの見込む地上での距離

(直下点にて18.3m)

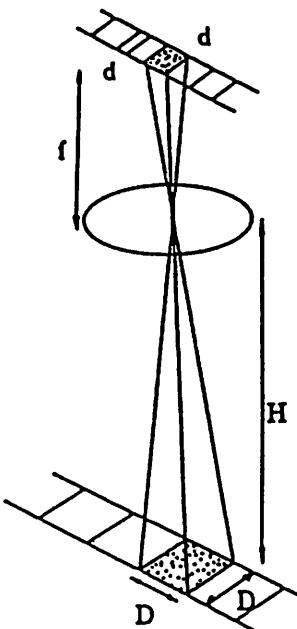
地上での性能評価は視野角より算出し、約 $1.0 \mu\text{rad}$ 程度の精度であり、IFOVは

$$\text{IFOV} = 32.2 \pm 1.0 \mu\text{rad}$$

の規定である。

図A-2-3にその原理を示す。

検出器部センサアレイ



図A-2-3 IFOV原理図

### A. 2. 2. 2 視野角

$$2 \tan^{-1} \frac{\text{走査巾}}{2 \times \text{高度}} = 2 \tan^{-1} \frac{18.3 \times 4096}{2 \times 568 \times 10^3} = 7.55^\circ$$

公差としては、焦点距離の精度がVNIRは±1%、SWIRは±1.6%より $7.55 \pm 0.2^\circ$ となる。なお、衛星高度は、568km、走査巾は、75kmとしている。

### A. 2. 2. 3 立体視角度

R : 地球の半径

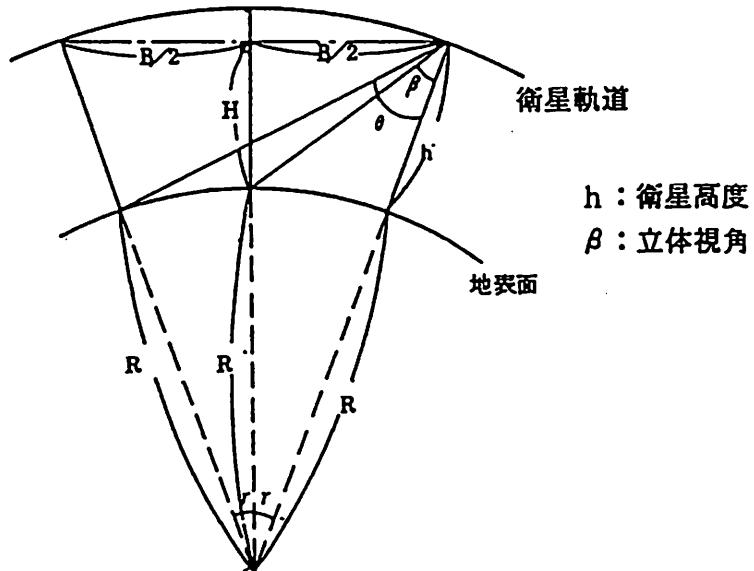
h : 衛星高度

B/H : ベースハイト比 (= 0. 3)

とすると

$$\theta = 15.33^\circ$$

誤差としては、検出器を配列する誤差  $\pm 100 \mu\text{m}$  ( $\approx \pm 0.33\%$ )、焦点距離は  $\pm 1\%$  の誤差があり  $15.33 \pm 0.21$  度となる。



図A-2-4 立体視角

### A. 2. 2. 4 バンド間レジストレーション

バンド1～3の1～4096画素の相対的なズレは、X、Y軸方向ともに12画素以内である。

バンド5～8の1～4096画素の相対的なズレは、Y軸方向12画素以内、X軸方向について、各バンドの間隔の相対的なズレは2画素以内である。

バンド間レジストレーションは、各バンドの撮像位置のズレを示す。VNIRはバンド1～3のズレを示す。ただし、SWIRはフィルタ分光のため、各バンドCCDをずらして配置しているので、理想位置からのズレで定義する。したがってSWIRは、VNIRのバンド間レジストレーションと区別するためバンド間配列精度と表現する。

## A. 2. 3 校正

### A. 2. 3. 1 概要

O P S は、可視近赤外用と短波長赤外用の 2 つの放射計部を有しており、光学的な校正機能と電気的な校正機能を 2 つの放射計部がそれぞれ独立して保有している。

電気的校正は、電気回路の作動状況の確認、光学的校正は、望遠鏡部から電気回路までの全画像信号系の確認を行う。したがって、基本的には両者の組合せで校正が分類的に系統的に行なえる。ただし、光学的校正に使用するランプには寿命があるため、動作時間に制約を設けている。

各々の概要を以下に示す。

#### (1) 電気的校正

基準電圧を入力したときの放射計の出力を測定し、電気的な機能に劣化がないことを確認する。

#### (2) 光学的校正

ハロゲンランプの光（基準光源）を光学系に入射したときの放射計の出力を測定し、光学系を含めた系に劣化が無いことを確認する。

なお、電気的校正の出力と光学的校正の出力は、画像出力と同じデータフォーマットで出力される。

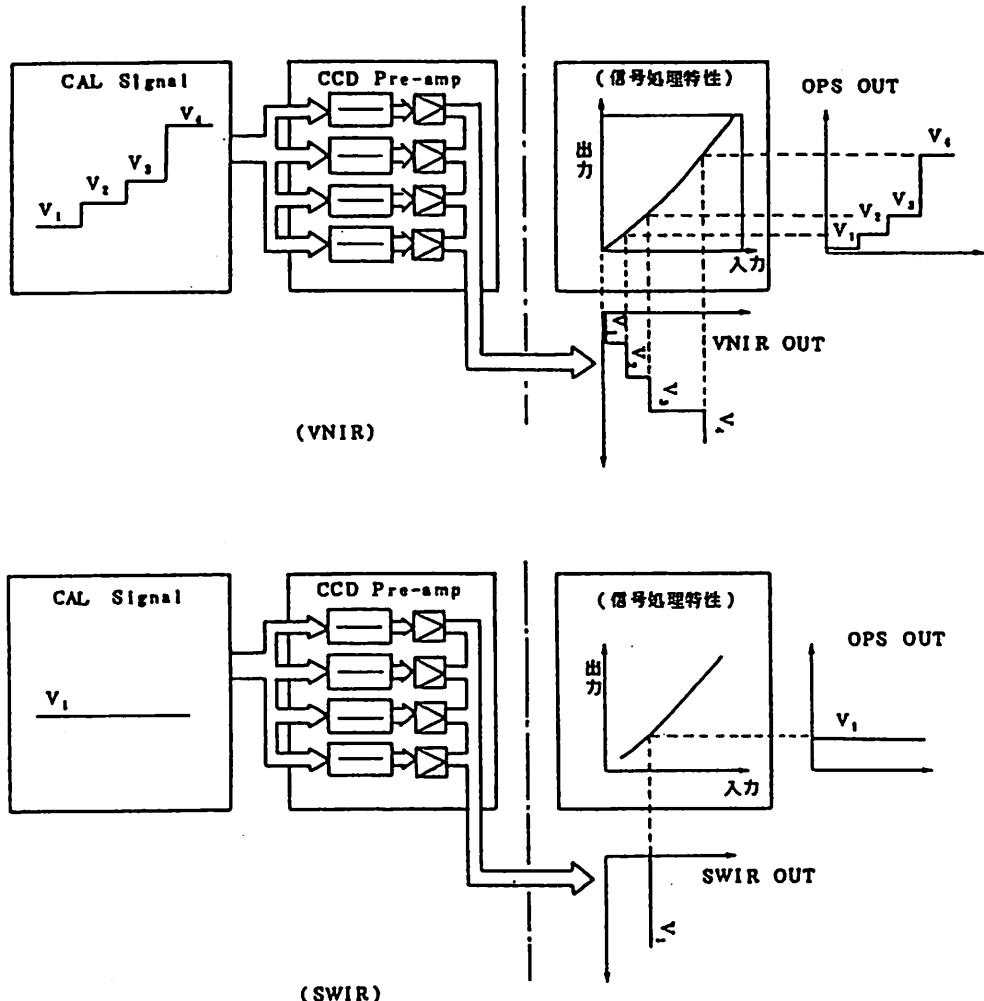
## A. 2. 3. 2 方式及び構成

#### (1) 電気的校正

電気的校正の機能系統図を図 A - 2 - 5 に示す。

V N I R 電気的校正 (W 1 1 5) テレメトリは、 $V_1 \sim V_4$  の電圧のもととなる電源電圧をモニタしている。ただし、本電圧レベルは温度及び一次側（バス側）電圧レベルによらず一定（4. 00 V）であり、V N I R 電気的校正電圧を算出するためのパラメータとしては使用していない。なお、 $V_1 \sim V_4$  はこの電圧を抵抗で分割して取り出している。

ただし、分割後の校正電圧  $V_1 \sim V_4$  のテレメトリモニタはない。



なお、SWIRの電気的校正電圧テレメトリはない。

図A-2-5 電気的校正の機能系統図

## (2) 光学的校正

OPSの光学的校正（基準光源部）の機能模式図と機能系統図を図A-2-6、A-2-7に示す。同様のものがOPSの2つの放射計（可視近赤外放射計部・短波長赤外放射計部）それぞれに組込まれている。

図A-2-6、A-2-7に示すように、校正光は撮像光と同じ望遠鏡部に入射するため、光学系を含めた系の変化の有無を確認できるようになっている。ただし、校正光と撮像光が同時に入射してはその目的を達成できないため、校正をする場合は、撮像光が入射しない時間、即ち地表日陰時に限る。

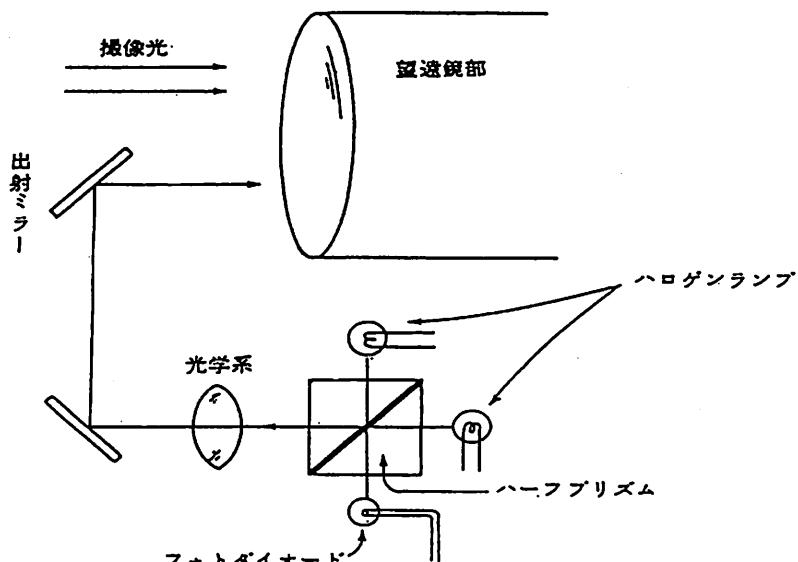
光源はハロゲンランプの冗長構成となっており、ハーフプリズムによりリレー光学系に入射し、出射ミラーにより放射計前面へ入射している。

校正光は全バンド、CCDセンサの全画素へ照射される。光学的校正は、地表日陰時に望遠

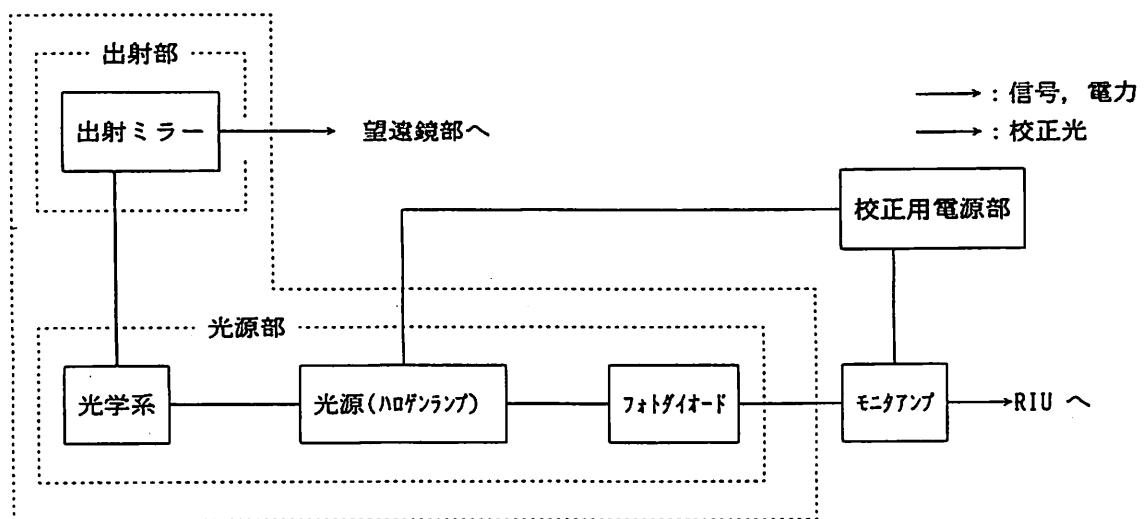
鏡部へ校正光を出射し、放射計のラジオメトリックな性能をチェックするが、校正精度は①ランプ変動（経年変化、温度変動、電源変動等）②基準光源部内部の光学系の変動③放射計 S/N に依存する。①～③のうちランプの光量変動が主と考えられるが、これは、基準光源部内部に組込まれているフォトダイオードによりモニタされる。表A-2-6に校正系の性能を示す。

表A-2-6 光学的校正系の性能

項目	性能
校正光波長域	O P S 放射計の観測波長域
検出器面上光量分布	(端部／中心) 光量比 50%以上



図A-2-6 光学的校正機能模式図



図A-2-7 O P S 光学的校正部機能系統図

## A. 2. 4 データフォーマット

### A. 2. 4. 1 データフォーマット

PCM出力データフォーマット全体のフォーマッティングを行うものであり、画像データ、同期コード、PCMテレメトリデータをPROMに書き込まれた規定のデータフォーマットに従って編集する。フォーマッティングは、6ビット単位で行われ、最終出力を6ビット並列として出力される。

データフォーマットを図A-2-8に示す。

PCMテレメトリの1ビットのデータは、OPSの24~24.5マイナフレームの期間取り込まれ同じ値に保持される。取り込みは1マイナフレーム当たり2回行われるので、サンプル周期は $10\ \mu\text{sec}$ となる。

1ビットの周期は、 $488\ \mu\text{sec}$ であることよりサンプル回数は平均すると48.8回となる。なお、PCMテレメトリとOPSのフレームは非同期であるため、1ビットあたりのサンプル数は48~49の間で変動する。

### A. 2. 4. 2 スクランブルコード

LINE SYNC、LINE SYNC、MNFS、MNFS、TLMデータを除いて、OPSのデータはすべてスクランブル化される。

データセレクタによりフォーマッティングされたデータに対して11段のスクランブルをかけるものである。

2、3、10、11ビットのデータの並列排他的論理和をとることで12ビット目のデータを決める。なお、最初はすべて1となる。

スクランブル方式は、4マイナフレーム周期(1111 1111 111)の値となるリセット方式を採用している。ただし、メジャーフレームの先頭は、同期信号とPCMテレメトリデータで始まるため、実際にスクランブルに使用されるのは43ビット目である。

実際は、データ出力とPROMに書き込まれたスクランブルコードとの間で6ビット単位の並列排他的論理和をとることでスクランブルを実現している。

1マイナフレーム 20μsec (600ビット)																														
	（注1）（注6）		（注2）（注6）																											
1	MNFS	TLM データ	LINE SYNC (注3)		(注5)						MNFS	TLM データ	(注5)																	
2	MNFS	TLM データ	BAND 1~4 1	BAND 1~4 2	BAND 1~4 3	· · ·	BAND 1~4 10	BAND 1~4 11	BAND 1~4 12	MNFS	TLM データ	BAND 1~4 13	BAND 1~4 14	BAND 1~4 15	· · ·	BAND 1~4 22	BAND 1~4 23	BAND 1~4 24												
3	MNFS	TLM データ	BAND 1~4 25	BAND 1~4 26	BAND 1~4 27	· · ·	BAND 1~4 34	BAND 1~4 35	BAND 1~4 36	MNFS	TLM データ	BAND 1~4 37	BAND 1~4 38	BAND 1~4 39	· · ·	BAND 1~4 46	BAND 1~4 47	BAND 1~4 48												
171	MNFS	TLM データ	BAND 1~4 4057	BAND 1~4 4058	BAND 1~4 4059	· · ·	BAND 1~4 4066	BAND 1~4 4067	BAND 1~4 4068	MNFS	TLM データ	BAND 1~4 4069	BAND 1~4 4070	BAND 1~4 4071	· · ·	BAND 1~4 4078	BAND 1~4 4079	BAND 1~4 4080	1ライン(173 マイナフレーム) 3.46msec											
172	MNFS	TLM データ	BAND 1~4 4081	BAND 1~4 4082	BAND 1~4 4083	· · ·	BAND 1~4 4090	BAND 1~4 4091	BAND 1~4 4092	MNFS	TLM データ	BAND 1~4 4093	BAND 1~4 4094	BAND 1~4 4095	BAND 1~4 4096	(注5)														
173	MNFS	TLM データ	(注5)						MNFS	TLM データ	(注5)						LINE SYNC (注4)													
(注1) : マイナフレーム同期コード (MNFS) : (11ビット) 101101 11000 (注2) : マイナフレーム同期逆コード (MNFS) : (11ビット) 000111 01101 (注3) : ライン同期コード (LINE SYNC) : (30ビット) 111110 101111 001100 110100 000000 (注4) : ライン同期逆コード (LINE SYNC) : (30ビット) 000000 001011 001100 111101 011111 (注5) : データリードの空白部 1010………の繰返しパターン (注6) : TLMデータのビット数は 1ビットである。 (注7) : BAND 1~4のビット構成は、以下の通りとする。 最下段の数値は、画素番号を示す。																														
(注8) : LINE SYNC、LINE SYNC、MNFS、MNFS、TLMデータを除く部分にスクランブルをかける。 (注9) : 上記のフォーマットはIチャネルであり、QチャネルについてはBAND 5~8にて同様のデータフォーマットとする。																														
BAND1 (6ビット)      BAND2 (6ビット)      BAND3 (6ビット)      BAND4 (6ビット) (MSBファースト)																														

図A-2-8 データフォーマット (観測時及び校正時)

## A. 3 MDR

### A. 3. 1 システムの機能

MDRの機能は以下の通りである。

- ① 記録 —— 観測データ記録
- ② 再生 —— 観測データ再生
- ③ 送り —— テープ移動（記録方向）
- ④ 逆戻り —— テープ移動（再生方向）
- ⑤ 热制御 —— 装置内温度制御

以上の各機能実行時（热制御機能を除く），一次電圧の異常に対処する機能として低電圧保護機能がある。また、再生データの品質を補償する機能としてエラー検出及び再編成機能がある。

#### A. 3. 1. 1 記録

MDRは、2入力チャネル（I、Qチャネル）のシリアルデータを同時に記録する。この2チャネルのデータは、MDTより入力される30MHzのクロック信号に同期して入力する。

テープ上への記録によって、過去の記録データは消去され、現在の入力データが記録される。  
記録動作時のテープ移動方向は以下の単方向である。

記録方向：BOT → EOT  
(Beginning of Tape)                    (End of Tape)

#### A. 3. 1. 2 再生

MDRは、2出力チャネル（I、Qチャネル）へシリアルデータを同時に記録する。この2チャネルのデータは、MDTより入力される30MHzのクロック信号に同期して出力する。

再生動作時のテープ移動方向は以下の単方向である。

記録方向：EOT → BOT

MDRは、記録済みデータを最新の記録位置から時間的に過去に向かって再生する。同一データを2度再生する場合、逆戻し動作を行った後に再生する。2度再生した場合、出力信号のS/N比は2dB劣下する。（通常はこの様な運用は行なわない。）

再生時のデータレートは、記録レート（30Mbps × 2ch）と同一であるため、記録時間分の再生時間を必要とする。また、再生データの信頼性確保のため、誤り訂正機能を有する。

#### A. 3. 1. 3 送り／逆戻し

MDRの送り／逆戻し機能は、任意のテープ位置から記録／再生と同じスピードでテープを移動する機能である。この時、記録済データを消去することはない。

各々の機能のテープ移動方向は次の方向である。

送り方向：BOT → EOT (記録と同方向)

逆戻し方向：EOT → BOT (再生と同方向)

#### A. 3. 1. 4 低電圧保護機能

MDRの一次電源は、衛星本体側の電力分配器(PDU)から供給される。またMDRは一次電源の低電圧下における装置保護機能を有しており、21.31V以下になった場合、通常動作が変更され、低電圧保護機能が働く。

また、衛星本体が異常状態となった場合及びMDRへの一次電源電圧が22.5V以下の場合には、衛星本体より緊急オフコマンドが送出され、MDRをサバイバルモードとする。(通常サバイバルモードでは、サバイバルヒータに電力が供給されるが、衛星本体がUVC-Bの条件下におかれた場合、PDU内部のヒータ電源リレーが遮断され、サバイバルヒータに電力が供給されない状態となる。)

#### A. 3. 1. 5 エラー検出及び再編成機能

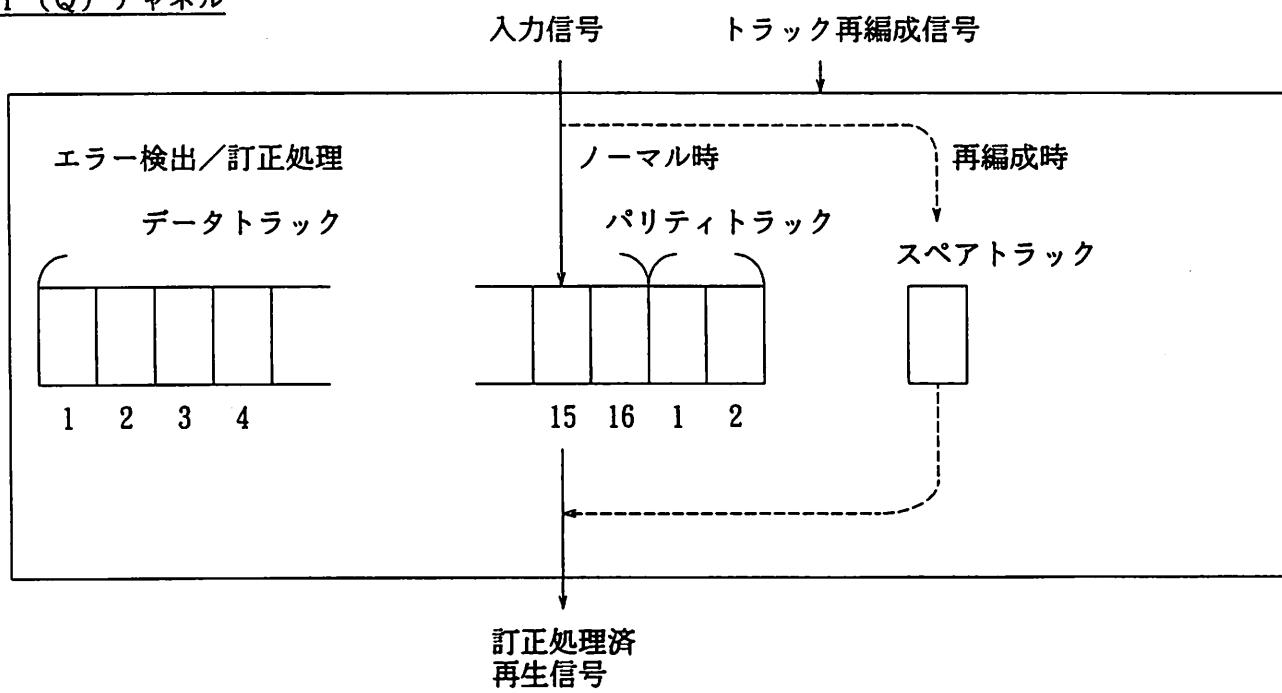
(1) MDRは、故障や性能低下を検出する診断機能、及びテープトラックの異常部分を排除する再編成機能を持っている。

MDRでは、各トラック毎のエラー検出／訂正機能のアクティビティーをエラー検出テレメトリにて監視することが可能である。これによりユーザーは、各トラックの異常を検出することができる。また各トラックに対し、対象テレメトリ値が常にエラーカウンタのオーバーフロー状態を示す場合には、異常にエラー訂正が発生していると判断でき、トラック再編成の検討を行う必要がある。

#### (2) トラック再編成機能

MDRのトラックは冗長に構成されており、各チャネル(I、Qチャネル)に1つのスペアトラックを有している。トラック再編成時には、このスペアトラックとの置換を行う。図A.3-1にトラック再編成の概念を示す。

## I (Q) チャネル



- ・エラー検出／訂正処理内にて、各チャネルの特定トラック（16個のデータトラック及び2個のパリティトラック）をスペアトラックと機能的に置換する。

図A-3-1 ト ラ ッ ク 再 編 成 概 念 図

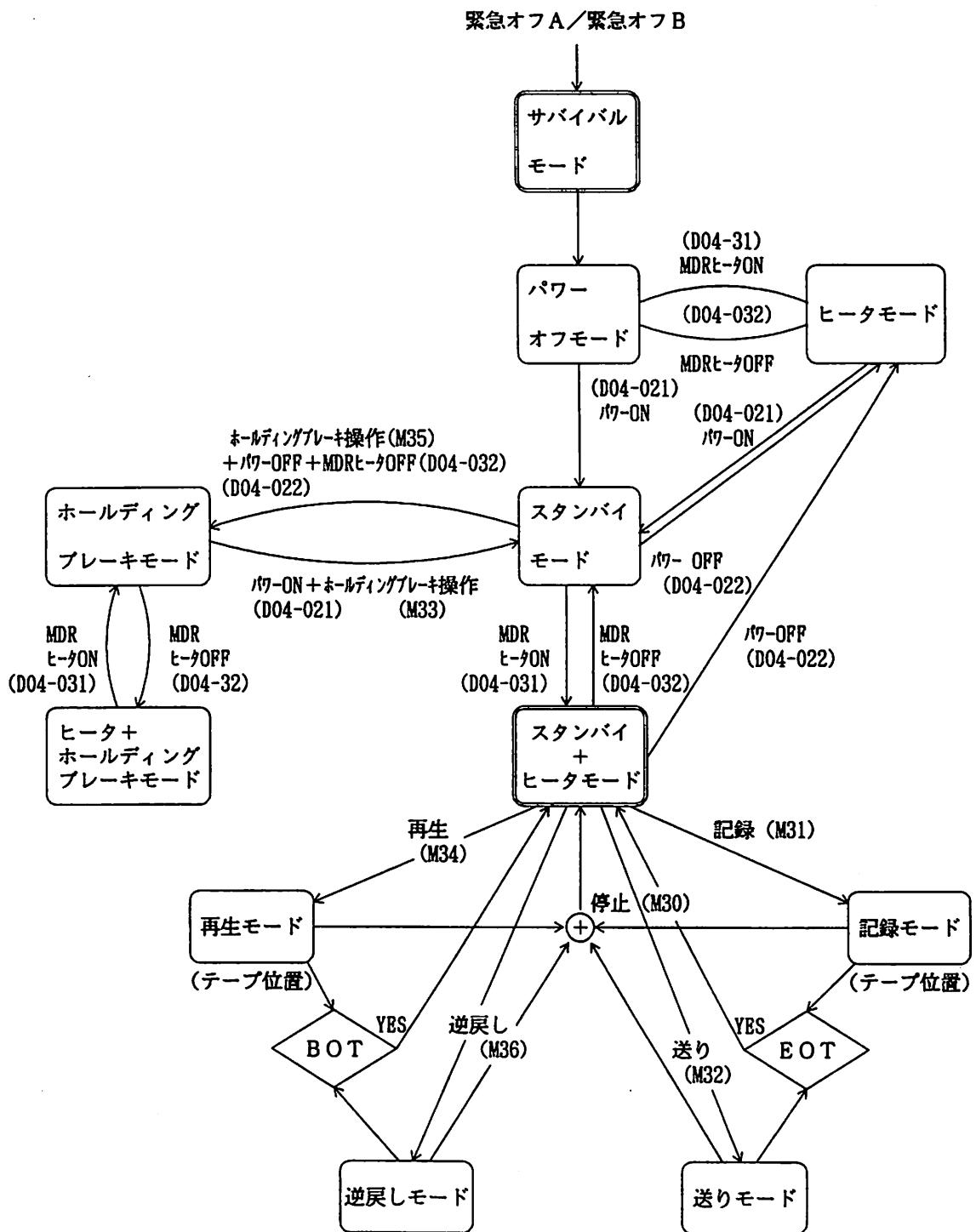
## A. 3. 2 システム運用

### A. 3. 2. 1 運用モード

MDRの運用モードの一覧を表A-3-1に示し、運用モード遷移図を図A-3-2に示す。

表A-3-1 運用モード一覧

モード名	動作内容
パワーオフモード	全ての電源をオフにした状態のモードである。この状態においては、パワーONコマンド、MDRヒータONコマンド及びMDRヒータA系またはB系選択コマンドのみ受け付ける。
ヒータモード	EU及びTUの温度を許容範囲内に制御するためのモードである。定常時のパワーオフ時に設定される。
スタンバイモード	パワーONコマンド受信機設定されるモードで、電子回路部に通電される。パワーオフ、記録、再生、送り、逆戻しの各モードはこのモードを経由する。
ヒータ+スタンバイモード	スタンバイモードに設定された後、MDR本体の温度を許容範囲に制御するためにMDRヒータをONにしたモードである。通常のスタンバイ時の運用モードとなる。
記録モード	2chのストリームデータ(NRZ-L)をテープの順方向に記録する。
再生モード	テープの逆方向から再生し、2chのストリームデータ(NRZ-L)を出力する。
送りモード	テープを消去することなくテープの位置を順方向(記録方向と同方向)に進める。テープ走行速度は、記録時と同じである。
逆戻しモード	テープの位置を逆方向に進める。テープ走行速度は再生時と同じである。
サバイバルモード	衛星本体に異常が生じ緊急OFFコマンドが送出された時、EU及びTUをヒータで暖めるモードである。サーモスタットにより自動的に制御される。
ホールディングブレーキモード	輸送・保管時及び打上げ時においてテープのリールにブレーキをかけ、リールが回転しないよう保持するモードである。
ヒータ+ホールディングブレーキモード	ホールディングブレーキモードにおいて、MDR本体の温度を許容範囲内に制御するためにMDRヒータをONにしたモードである。



- \* 記録、再生、送り、逆戻しモードは、スタンバイモードから移行することもできる。
- \* MDRは、ホールディングブレーキオン後通常はパワーオフされる。
- \* 緊急オフコマンドAによりテープを停止させ、緊急オフコマンドBによりパワーオフさせる。  
その後サバイバルモードに移行する。

図A-3-2 運用モード遷移図

### A. 3. 3 運用条件

MDRの運用における寿命等の機械的条件及び許容温度等の熱的条件を記述する。これらの条件は、MDRの運用における基本的な規定である。

#### A. 3. 3. 1 機械的条件

MDRの機械的条件として装置内圧条件及び機構部分の寿命条件等を記述する。

##### (1) 装置内圧条件

TUのエンフロージャは、ヘリウムガス10%及び窒素ガス90%を封入している。これらのガス圧条件は、原則として表A-3-2に示すとおりである。

##### (2) 装置寿命

MDRの装置寿命を表A-3-3に示す。

#### A. 3. 3. 2 熱的条件

MDRの熱的条件としてMDRの許容温度条件を、表A-3-4に示す。また、温度条件に関する各運用モードにおけるヒータのON/OFF条件を表A-3-5に示す。

表A-3-2 装置内圧条件

条件項目	条件データ	備考
TU装置内圧	19 P S I 以下 (1.2 気圧)	封入ガスのリーク率は $10^{-4} \text{ cm}^3/\text{S}$ 以下

表A-3-3 装置寿命

動作項目	寿命
テープ走行時間	約 2300時間
テープ・パス数	6000パス
起動／停止回数	20000回
パワーオン／オフ回数	20000回

表A-3-4 許容温度条件

状態	定常動作時	ターンオン時	非動作
トランスポート部 (T U)	+ 5 / 35	- 5 / 35	- 5 / 35
エレクトロニクス部 (E U)	- 20 / 60	- 20 / 60	- 20 / 60
適用モード	記録、再生、 送り、逆戻し	スタンバイ、 ホールディング・ブレーキ	ヒータ、 パワーオフ、 サバイバル

表A-3-5 ヒータのON/OFF条件

MDR状態	定常動作時	ターンオン時	非動作		
運用モード ヒータ種類	記録、再生、 送り、逆戻し	スタンバイ、 ホールディング・ブレーキ	ヒータ	パワーオフ	サバイバル
T U / E Uヒータ A系(主系)	OFF	OFF	ON (48W)	OFF	ON (48W)
T U / E Uヒータ B系(冗長系)	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF
サバイバルヒータ	OFF	OFF	OFF	OFF	ON (12W)

※ヒータ・パワーはMDR入力端電圧34.5Vにおける値である。

## A. 4 MDT

### A. 4. 1 システムの機能

MDTはSARおよびOPSの観測データ、あるいはMDRに記録された観測データをコマンドにより切り換えて地上に送信する機器であり、以下に示す機能を持つ。

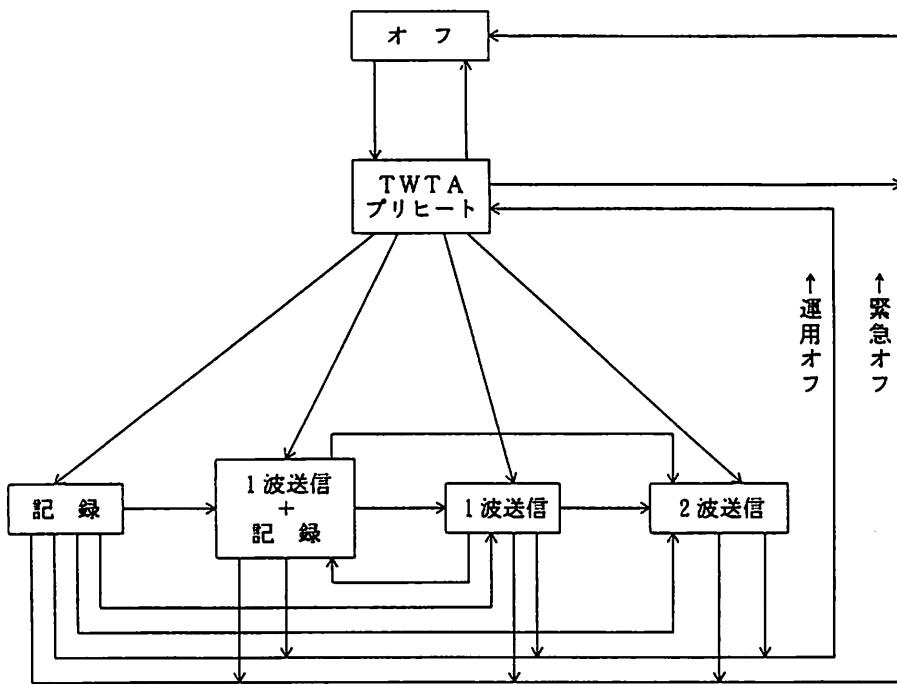
- (i) SAR、OPSおよびMDRから出力される $30\text{Mbps} \times 2$  チャンネルの観測データを受け取り、コマンドに応じ任意の1つ、または2つの観測データを選択し地上へ送信する。
- (ii) 観測データを記録するため、SARまたはOPSからの観測データをコマンドにより選択し、MDRに出力する。
- (iii) マスタークロックを作成し、SAR、OPSおよびMDRに出力する。
- (iv) 地上への送信は8GHz帯を用いるものとし、本装置内部で作られる搬送波を、上記観測データにより4相位相変調(QPSK)する。
- (v) 2種類の観測データの同時伝送を可能とするため、搬送波は、周波数の異なる $f_1(8.15\text{GHz})$ 、 $f_2(8.35\text{GHz})$ があり、変調、電力増幅されたのち合成される。
- (vi) 合成された $f_1$ 、 $f_2$ の搬送波はアンテナで円偏波に変換され、地上に送信される。

#### A. 4. 1. 1 運用モード

MDTの運用モードは表A-4-1に示す運用モードが可能である。運用モード遷移図を図A-4-1に示す。

表A. 4-1 運用モード

運用モード	機能
オ フ	MDTオフ
TWTAプリヒート	電力増幅器ヒータをプリヒートする
記 録	SAR又はOPSの観測データを記録のためMDRに送出する。
1 波 送 信	$f_1$ 又は $f_2$ 系の一方のみ動作し、観測データを送信する。
1 波送信+記録	1波送信を行いながら、記録のため観測データをMDRに送出する。



図A. 4-1 運用モード遷移図

#### A. 4. 1. 2 一次電源

MDTの動作に必要な一次電源の電気的特性を表A-4-2に示す。またMDTの最大消費電力は、表A-4-3に示す値以下である。

表A-4-2 バス電源条件

項 目	条 件
電 壓	21V～35V
電 波 容 量	10A以上
出力インピーダンス	D C～20 k H z : 0.5Ω以下 20 k H z～1 M H z : + 6 d b / O C T 以下

表A-4-3 MDT消費電力

運用モード	消費電力(最大値)
オフモード	0W
プリヒートモード	24.6W
記録モード	45.8W
1波送信モード	135.3W
1波送信+記録	135.3W
2波送信モード	222.9W

## A. 4. 2 システムの運用及び動作

### A. 4. 2. 1 オフモード

MDTの全てのコンポーネントがOFF状態のモードである。

### A. 4. 2. 2 プリヒートモード

電力増幅器の進行管のヒータがON状態のモードであり、通常運用停止時はこのモードとなる。

### A. 4. 2. 3 記録モード

MDTの切換器(SEL)をONにし、シリアルマグニチュードコマンドにより、切換器の観測データ切換モードを設定する。これによってSAR又はOPSの観測データのどちらかを選択する。

### A. 4. 2. 4 1波送信モード

$f_1$ 系または $f_2$ 系の一方の送信を行うモードである。切換器で選択された、SAR又はOPSのリアルタイムでの観測データ又はMDRからの再生データを変調器へ出力する。変調器は切換器からの信号による4相位相変調(OPSK)を行う。変調器内で、電力増幅器をドライブするのに必要なレベルまで出力を増幅する。

電力増幅器出力回路のアイソレータ、パワーモニタを通過した後に、出力合成器で帯域制限されて、アンテナから送信される。

### A. 4. 2. 5 1波送信+記録モード

$f_1$ 系または $f_2$ 系でSAR又はOPSのリアルタイム観測データを送りながら、記録のための観測データをMDRに送出する。

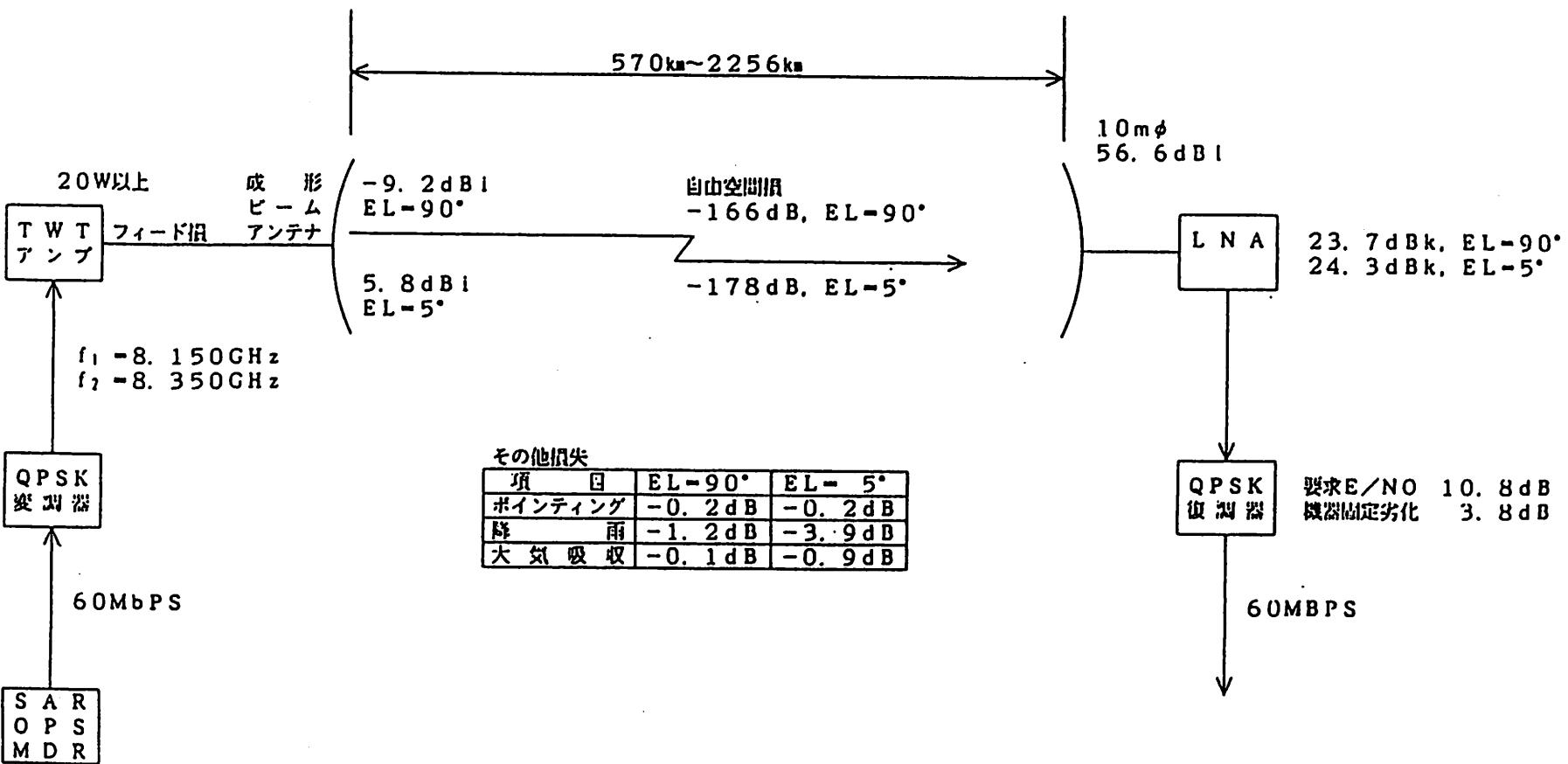
### A. 4. 2. 6 2波送信モード

$f_1$ 系及び $f_2$ 系の2波を同時に送信するモードである。動作はA. 4. 2. 4と同じになる。

### A. 4. 2. 7 停止

MDTの動作を停止する場合は、次の順序で行う。但し、(2)は通常運用では必要ない。

- (1) コマンド“MDT運用オフ”を送る。



図A-4-2 回線系統図

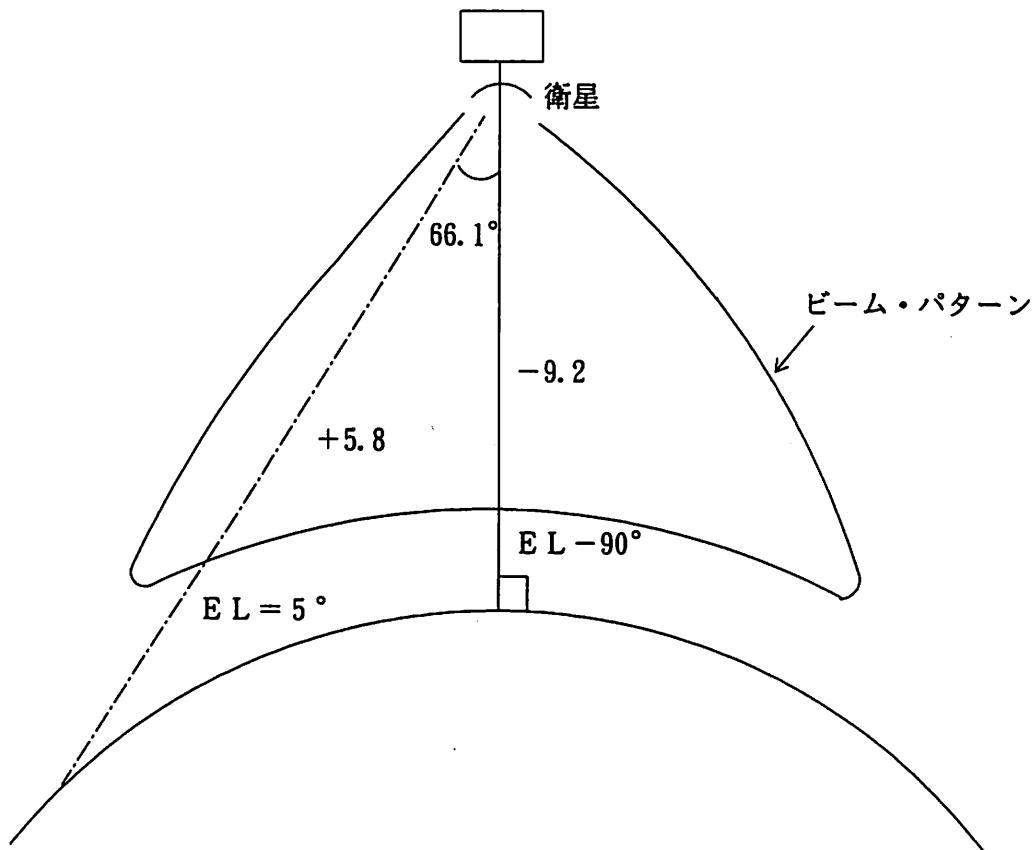
(2) コマンド “TWT A プリヒート A OFF” 及び “TWT A プリヒート B OFF” を送る。

#### A. 4. 3 回線設計

図A-4-2 データ伝送の回線系統図を示す。地上局エレベーションに対する回線設計を表A-4-4に示す。

回線設計上に用いたパラメータは設計値を用いる。

地上局エレベーションと、アンテナ角度の関係を図A-4-3に示す。



図A-4-3 地上局エレベーションアンテナ角度の関係

表A-4-4 ミッションデータ伝送計回線設計

パラメータ	値							備考
	エレベーション 90°	エレベーション 70°	エレベーション 50°	エレベーション 30°	エレベーション 20°	エレベーション 10°	エレベーション 5°	
送信機出力電力	43dBm							43dBm 20W以上
送信フィード損失	-1.8dB							-1.8dB
送信アンテナ利得	-9.2dB	-8.8	-7.2	-3.8	-1.0	3.1	5.8dB	右旋回偏波、成形ビームアンテナ
E I R P	32dBm	32.4	34.0	37.4	40.2	44.3	47dBm	
自由空間損失	-166dB	-166.5dB	-168.1dB	-171.1dB	-173.4dB	-176.3dB	-178dB	衛星高度：570km
大気吸収損失	-0.1dB	-0.1dB	-0.1dB	-0.2dB	-0.3dB	-0.5dB	-0.9dB	
ポインティング損失	-0.2dB						-0.2dB	
降雨損失	-1.2dB	-1.3dB	-1.5dB	-1.8dB	-2.3dB	-3.4dB	-3.9dB	
地上局G/T	32.9dB/K	32.9dB/K	32.9dB/K	32.8dB/K	32.7dB/K	32.6dB/K	32.3dB/K	アンテナ利得：56.6dB
有能C/N0	96.0dB·Hz	95.8dB·Hz	95.6dB·Hz	95.5dB·Hz	95.3dB·Hz	95.1dB·Hz	94.9dB·Hz	受信機雜音温度23.7dBk(90°) 24.3dBk(5°)
要求E/N0	10.8dB						10.8dB	BER: $\leq 1 \times 10^{-6}$ DEQPSK
機器固定劣化	3.8dB						3.8dB	
ビット速度	77.8dB·Hz						77.8dB·Hz	60Mbps
要求C/N0	92.4dB·Hz						92.4dB·Hz	
マージン	3.6dB	3.4dB	3.2dB	3.1dB	2.9dB	2.7dB	2.5dB	

## B. 衛星システム

## B 衛星システム

### B. 1 座標系の定義

姿勢軌道制御の設計・解析に使用する各種座標系を表B-1-1に示すように定義する。

図B-1-1に慣性座標系 ( $\phi_1$ )、軌道基準座標系 ( $\phi_p$ ) 及び軌道座標系 ( $\phi_o$ ) の相互関係を示す。JERS-1における衛星座標系 ( $\phi_B$ ) 及び衛星固定座標系 ( $\phi_s$ ) の関係は図B-1-2に示すとおりである。図B-1-3及び図B-1-4に各々太陽電池パドル座標系 #1 ( $\phi_{p1}$ ) と太陽電池パドル座標系 #2 ( $\phi_{p2}$ ) を、図B-1-5及び図B-1-6にSARアンテナ座標系 #1 ( $\phi_{A1}$ ) とSARアンテナ座標系 #2 ( $\phi_{A2}$ ) を示す。

表B-1-1 座標系の定義 (1/2)

座標系名称	座標系略称	原点及び軸	定義
慣性座標系	$\phi_1$	原 点 $X_B$ $Y_B$ $Z_B$	衛星重心 ロール軸 ピッチ軸 } 衛星固定座標系の各軸に平行 ヨー軸 } (姿勢誤差がない時の軌道) (座標系に一致)
軌道基準座標系	$\phi_p$	原 点 $X_s$ $Y_s$ $Z_s$	分離部の中心線と分離面の交点 分離面垂直 (分離面側を負) 分離面内で定められた機械軸 $X_s \times Y_s$ (地球指向面方向を正)
軌道座標系	$\phi_o$	原 点 $X_{p1}$ $Y_{p1}$ $Z_{p1}$	パドル/PDMインタフェース面上の パドル回転中心 } 衛星固定座標の各軸に平行

表B-1-1 座標系の定義(2/2)

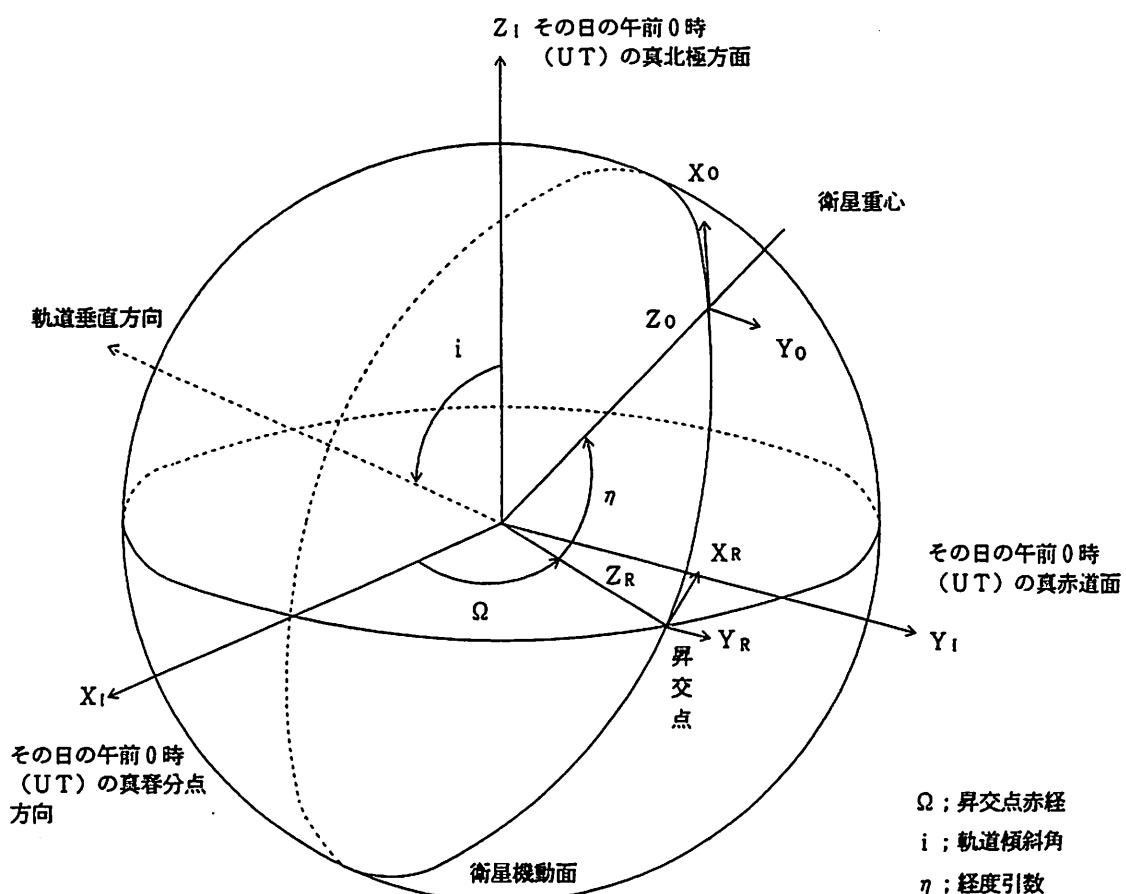
座標系名称	座標系略称	原点及び軸	定義
衛星座標系	$\phi_B$	原点 $X_B$ $Y_B$ $Z_B$	衛星重心 ロール軸 ピッチ軸 } 衛星固定座標系の各軸に平行 ヨー軸 } 姿勢誤差がない時の軌道 (座標系に一致)
衛星固定座標系	$\phi_s$	原点 $X_s$ $Y_s$ $Z_s$	分離部の中心線と分離面の交点 分離面垂直(分離面側を負) 分離面内で定められた機械軸 $X_s \times Y_s$ (地球指向面方向を正)
太陽電池パドル 座標系#1 (注1)	$\phi_{P1}$	原点 $X_{P1}$ $Y_{P1}$ $Z_{P1}$	パドル/PDMインターフェース面上の パドル回転中心 衛星固定座標の各軸に平行
太陽電池パドル 座標系#2 (注2)	$\phi_{P1}$	原点 $X_{P2}$ $Y_{P2}$ $Z_{P2}$	パドル/PDMインターフェース面上の パドル回転中心 衛星固定座標の各軸に平行 $Y_{P2} \times Z_{P2}$ パドル回転軸に平行, $-Y_s$ 軸方向を正 とする。 パドル回転軸に垂直な面にありパネル面 に垂直(セル面方向を正)
SARアンテナ 座標系#1 (注3)	$\phi_{A1}$	原点 $X_{A1}$ $Y_{A1}$ $Z_{A1}$	SARセンタヒンジ取付中心 衛星固定座標系の各軸に平行
SARアンテナ 座標系#2 (注4)	$\phi_{A2}$	原点 $X_{A2}$ $Y_{A2}$ $Z_{A2}$	SARセンタヒンジ取付中心 衛星固定座標系 $X_s$ 軸に平行 $Z_{A2} \times Y_{A2}$ SARアンテナ面に垂直 (地球指向方向を正)

(注1) 太陽電池パドル収納時～展開完了前までのコンフィギュレーションに適用する。

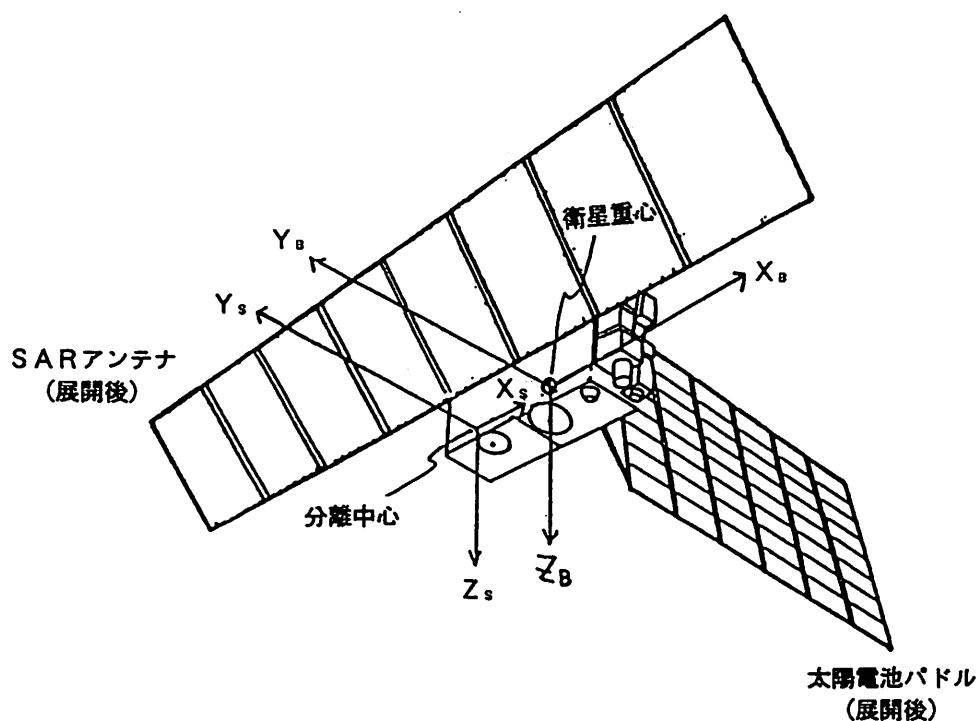
(注2) 太陽電池パドル展開完了後のコンフィギュレーションに適用する。

(注3) 収納時～90°回転～両翼伸展完了までのコンフィギュレーションに適用する。

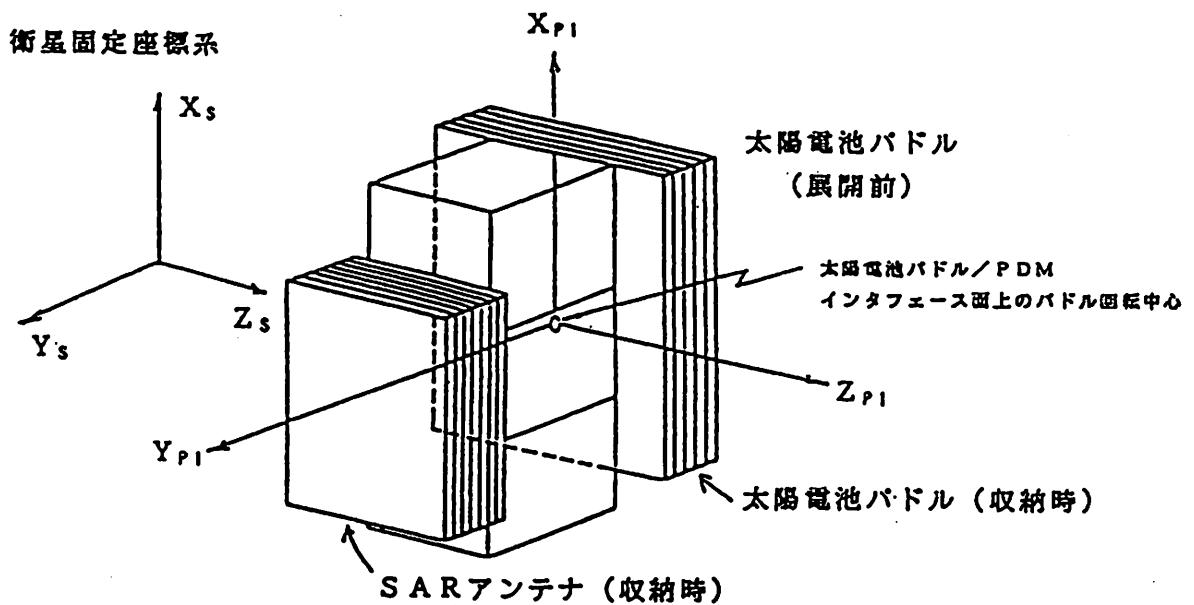
(注4) 35.21°オフナディア傾斜開始直後～完了後のコンフィギュレーションに適用する。



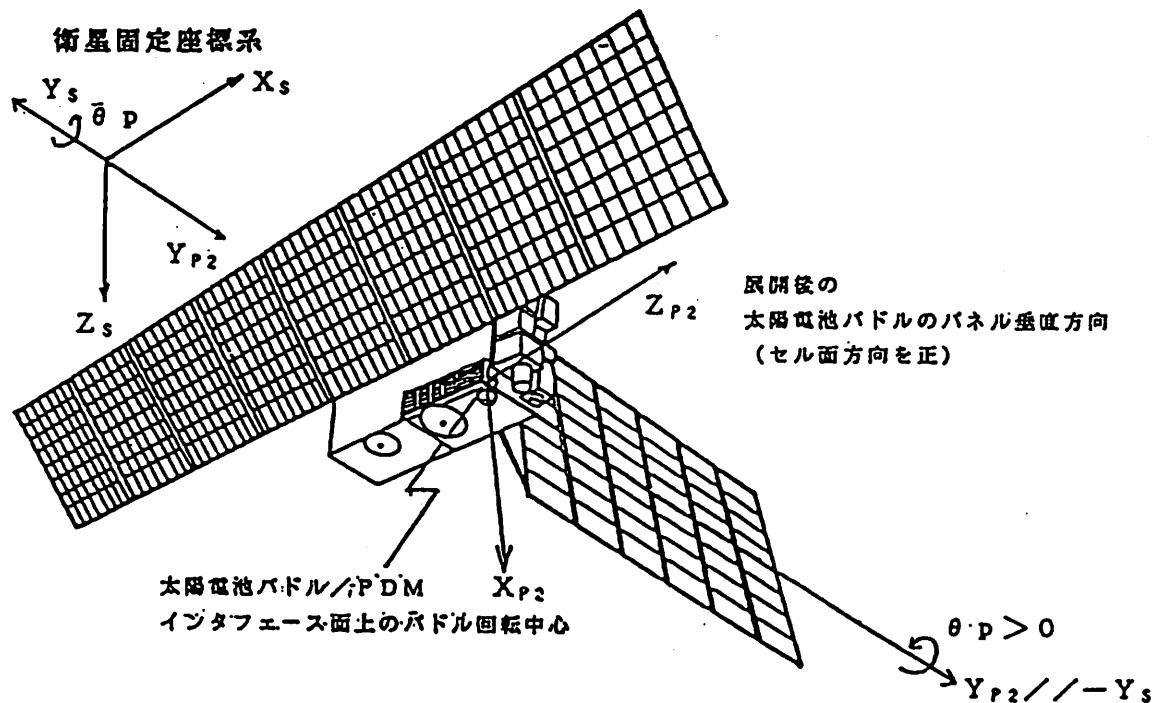
図B-1-1 慣性座標系 ( $\Phi_I$ )、軌道基準座標系 ( $\Phi_R$ ) 及び軌道座標系 ( $\Phi_0$ ) の定義



図B-1-2 衛星座標系 ( $\Phi_s$ )及び衛星固定座標系 ( $\Phi_{\cdot}$ ) の定義

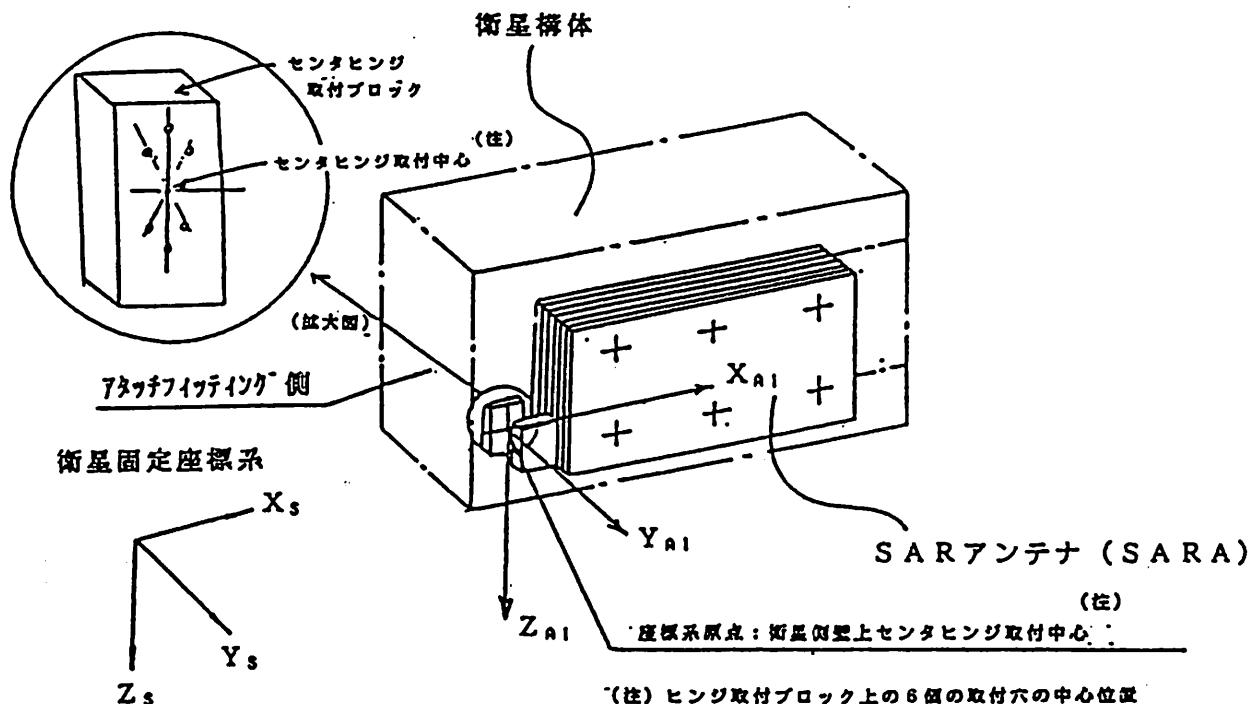


図B-1-3 太陽電池パドル座標系 ( $\phi_{P1}$ )

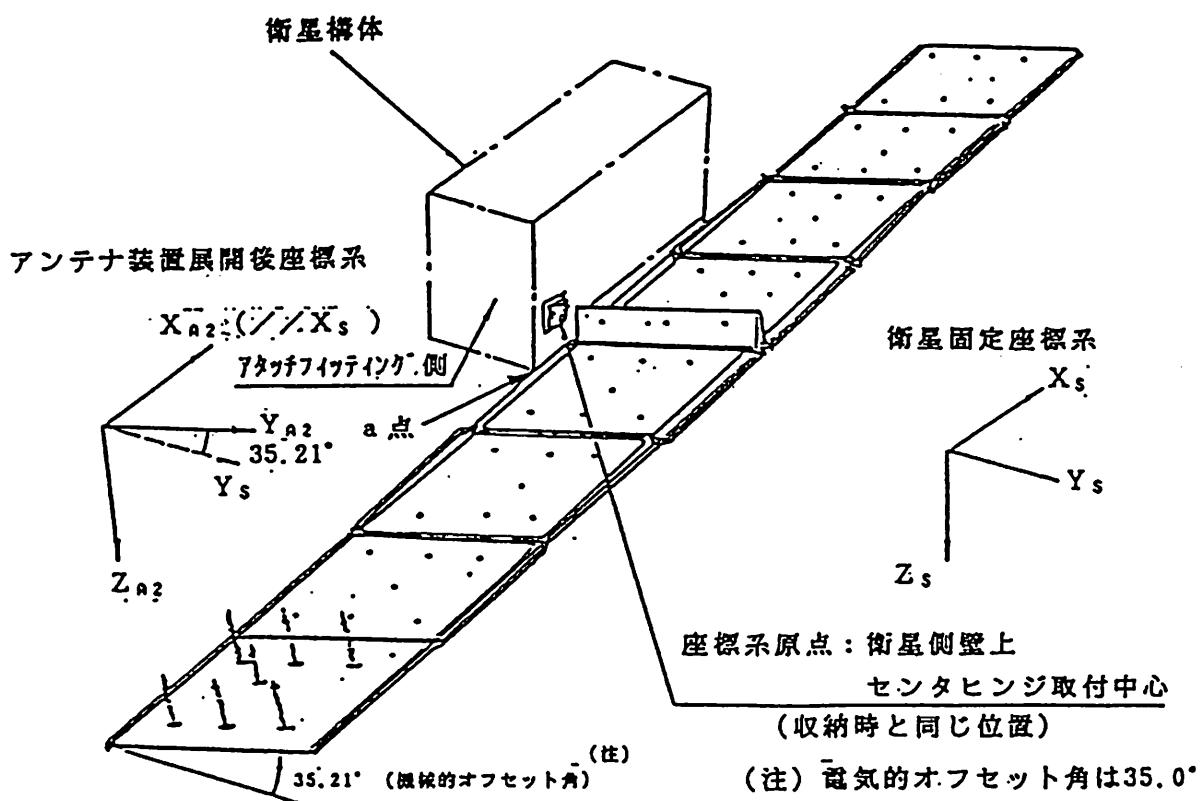


(注) パドル回転角  $\theta_p$  は  $X_{P2}$  が  $X_s$  と平行となるとき  $0^\circ$  とし、  
回転軸は  $-Y_{P2}$  方向。定常回転時は  $\dot{\theta}_p \approx \omega_0 > 0$ 、  
(ただし  $\omega_0$  は軌道角速度) となる。

図B-1-4 太陽電池パドル座標系 ( $\phi_{P2}$ )



図B-1-5 SARアンテナ座標系#1 ( $\phi_{A1}$ )



図B-1-6 SARアンテナ座標系#2 ( $\phi_{A2}$ )

## B. 2 通信及びデータ処理系 (C & D H)

### B. 2. 1 機能

通信およびデータ処理系 (Communications and Data Handling Subsystem) は、地上局と S バンド回線を介して衛星のテレメトリの送信、各種コマンドの受信ならびに測距信号の中継を行う。

C & D H は以下に示す機能を有する。

- (1) 地上のコマンド信号を受信、復調、解読して各サブシステムへ分配制御する。
- (2) 各サブシステムからのデータを収集し、テレメトリを作成し、変調して地上へ送信する。
- (3) 各サブシステムからのテレメトリデータを記録・再生する。
- (4) 日本の可視域外の運用を行うための遅延コマンド機能を有する。
- (5) 衛星異常信号に応じたコマンドを C U から直接ユーザー機器へ出力し、負荷の軽減を図る。
- (6) テレメトリ・コマンド・レンジング（粗測時は除く）および B M R 再生を同時運用できる。
- (7) 衛星時刻を発生・分配する。
- (8) S A R 及び O P S へ P C M テレメトリデータを供給する。

## B. 2. 2 構成

C & D Hは電波リンクを形成するSバンド送信受信系とコマンドデータおよびテレメトリデータの処理を行う衛星データバスから構成される。

表B-2-1にC & D H構成品目表を示す。

表B-2-1 C & D H構成品目表

No	機器名称	略称	コンポーネント名称	数量
1	Sバンドアンテナ	S-ANT	・成形プロードビームアンテナ(S-ANT 1) ・プロードビームアンテナ(S-ANT 2) ・パワー・デバイダ(S-PD) ・同軸ケーブル(200CBL 1-5)	1 1 1 1式
2	Sバンドダイブレクサ	S-DIP	_____	1
3	Sバンド トランスポンダ	SXPDR	・Sバンド送受信機(S-TR) ・RFスイッチ(S-SW) ・同軸ケーブル(CBL 1, 2)	2 1 1式
4	データバス	SDB	・セントラルユニット(CU) ・リモートインターフェースユニット#1(RIU#1) ・リモートインターフェースユニット#2(RIU#2) ・リモートインターフェースユニット#3(RIU#3) ・リモートインターフェースユニット#4(RIU#4)	2 2 2 2 2
5	バブルメモリレコーダ	BMR	_____	1

### B. 2. 3 性 能

表B-2-2にC&DHに主要諸元を示す。また、表B-2-3及び表B-2-4に定常運用時における勝浦追跡管制所（K T D S）の上り回線と下り回線の回線計算結果を示す。

表B-2-2 (1/3) C&DH主要諸元

主 要 諸 元	備 考
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ U S B方式によるTT&amp;C回線</li> <li>・ Sバンドアンテナ（右旋円偏波）           <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) +Z側：成形プロードビームアンテナ</li> <li>(2) -Z側：プロードビームアンテナ</li> </ul> </li> <li>・ 中心周波数           <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 上り回線 2044.25MHz</li> <li>(2) 下り回線 2220.00MHz</li> </ul> </li> <li>・ 変調方式           <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 実時間テレメトリ PCM (Bi φ-L) / PM</li> <li>(2) 再生テレメトリ PCM (Bi φ-L) - PSK / PM</li> <li>(3) コマンド PCM (NRZ-L) - PSK / PM</li> <li>(4) レンジング 正弦波トーン / PM 矩形波トーン / PM</li> </ul> </li> <li>・ データビットレート           <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 実時間テレメトリ 2048bps</li> <li>(2) 再生テレメトリ 32768bps</li> <li>(3) コマンド 500bps</li> </ul> </li> <li>・ E I R P           <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 高出力時 19.3dBm ノミナル</li> <li>(2) 低出力時 13.3dBm ノミナル</li> </ul> </li> <li>・ G/T -46.8dB/K以上</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>S-ANT 1</li> <li>S-ANT 2</li> </ul>

表B-2-2 (2/3) C&amp;D H主要諸元

主 要 諸 元	備 考
・コマンド容量	
(1) ディスクリートコマンド	384
(2) シリアルマグニチュードコマンド	32
(3) CUダイレクトコマンド (爆管制御信号)	4 (注)
(4) 軽負荷モードコマンド	16
(5) 遅延コマンド項目数	26
・テレメトリ容量	
(1) アクティイブナログ	185
(2) パッシブアナログ	200
(3) バイレベル(2値電圧)	94
(4) バイレベル(無電圧接点)	122
(4) シリアルデジタル	39
・BMRテレメトリ記録時間	
(1) 区間指定記録エリア	102分以上
(2) エンドレス記録エリア	34分以上
・コマンド	
(1) バーカコード	"1111010"
(2) 衛星アドレス	135(オクタル)
(3) ポリノミアルチェック多項式	
	$X^7 + X^6 + X + 1$
(4) RIUアドレスRIU#1	00001
	RIU#2 00010
	RIU#3 00100
	RIU#4 01000
・遅延コマンド	
(1) 時間分解能	1秒 ± 0.5秒
(2) 最大遅延時間	20977151秒
・テレメトリ	
(1) メジャーフレーム長	64マイナフレーム
(2) マイナフレーム	128ワード
(3) ワード長	8ビット
(4) サブコミュニケーションワード	8ワード
	ワードNo52~59

表B-2-2 (3/3) C&amp;DH主要諸元

主 要 諸 元	備 考
<ul style="list-style-type: none"> <li>・周波数安定度           <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 長期安定度 <math>\pm 1 \times 10^{-8}</math>/年以下</li> <li>(2) 温度安定度 <math>\pm 15 \times 10^{-5}</math> 以下 <math>\pm 20 \times 10^{-6}</math> 以下</li> <li>(3) 短期安定度 <math>1 \times 10^{-9}</math> rms /秒以下 但し、SXPDRは、ノンコヒーレント動作とする</li> <li>(4) 軽負荷モードコマンド 16</li> </ul> </li> <li>・変調度           <ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 実時間テレメトリ 0.4ラジアンO-P <math>\pm 10\%</math></li> <li>(2) 再生テレメトリ 1.2ラジアンO-P <math>\pm 10\%</math></li> <li>(3) レンジング               <ul style="list-style-type: none"> <li>1 波精即測時 0.3ラジアンO-P</li> <li>2 波精即測時 0.21ラジアンO-P / 1波 但し、テレメトリの同時変調とする。</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>・帯域幅 復調出力帯域幅は、750KHz(-3dB)を目標</li> <li>・コマンド受信入力レベル SXPDR受信入力端において, -40~-100dBm</li> <li>・同時補足 入力レベル範囲 -40~-118dBm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>(但し, -10~+40°C)</li> <li>(但し, -20~+50°C)</li> <li>(送信部起動 5分後以降)</li> </ul>

表B-2-3 Sバンド上り回線（定常運用時）

衛星名	JERS-1			周波数	2044.25 MHz
回線の種類	コマンド／レンジング			上り回線	
項目	地上局	KTDS		備考	
1	地上局EIRP(dBm)		94.0		100Wモード時
2	自由空間損失(dB) (EL=90°) -153.7		(EL=5°) -165.7		衛星高度 568km
3	各種損失(dB)  (内訳) ・偏波損失 ・大気損失 ・降雨損失 ・ポインティング損失 ・その他損失	-0.4	-1.0		
		-0.3			
		-0.1	-0.7		
		—			
		—			
		—			
4	衛星入射電力(dBm)	-60.1	-72.7		
5	衛星受信アンテナ利得(dBi)	-6.9	-6.3		
6	衛星受信系給電損失(dB)	-4.9			
7	衛星受信機入電力(dBm)	-71.9	-83.9		
8	衛星雜音電力密度(dBm-Hz)	-170.8		受信機 NF=3.2dB	
9	衛星受信C/N(O(dB-Hz))	98.9	86.9		

回線マージン (EL = 5°, コマンド/レンジング同時運用時)

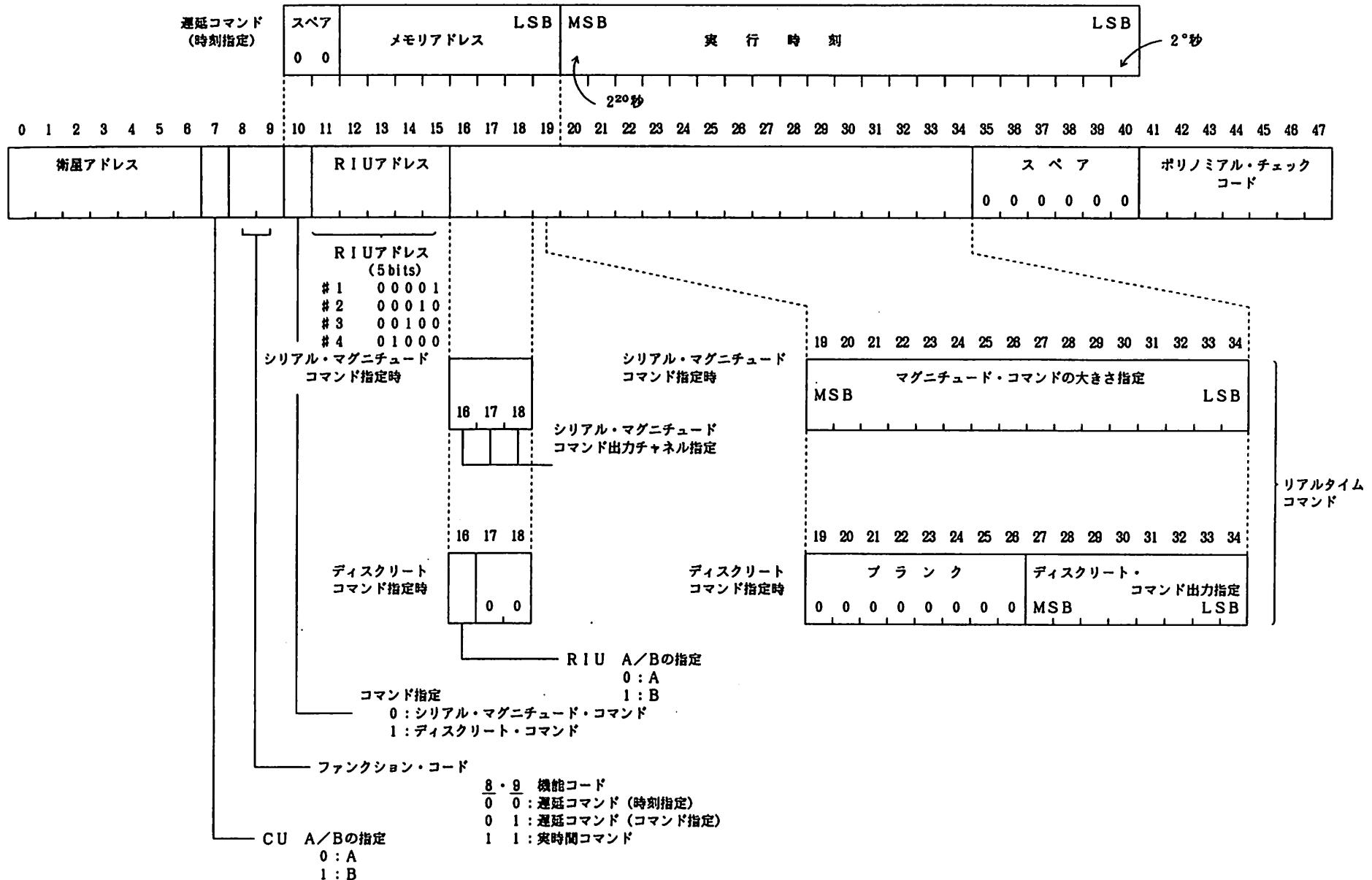
項目	地上局 信号	K T D S			備考
		搬送波	コマンド	レンジング	
1 变調损失(dB)		5.4	13.6	9.7	
2 带域幅/ビットレート (dB-Hz)		30.0 (BW=1kHz)	33.1 (BR=2048bps)	58.8 (BW=750kHz)	
3 要求S/N(dB)		6.0	9.6 (BER=10 <sup>-6</sup> )	—	
4 H/W劣化量(dB)		—	3.0	—	
5 衛星要求C/No (dB-Hz)		40.3	23.7	—	
6 回線マージン(dB)		46.6	33.5	(S/N = 18.4)	(衛星受信(C/No) - (衛星要求(C/No))
7 受信機スレッシュルドレベル (dB)		— 118	— 100	— 103	
スレッシュルド マージン(dB)		34.1	16.1	19.1	(受信力入力レベル) - (スレッシュルドレベル)

表B-2-4 Sバンド下り回線（定常運用時）

衛星名	ERS-1		周波数	2220.00 MHz		
回線の種類	実時間テレメトリ／再生テレメトリ／レンジング			下り回線		
項目	地上局	KTDS		備考		
1 衛星EIRP(dBm)	(EL=90°) 7.9		(EL=5°) 11.1			
	(内訳)・送信機出力(dBm)  16.7			低出力		
	・送信系給電損失(dB)  -2.3			ダイブレクサ損失÷ケーブル損失		
	-6.5	-3.3				
2 自由空間損失(dB)	-154.5	-166.4		衛星高度 568km		
3 各種損失(dB)	-0.4	-1.0				
	(内訳)・偏波損失  -0.3					
	-0.1	-0.7				
	・大気損失  —					
	・降雨損失  —					
	・ポインティング損失  —					
4 地上局射場(dBm)	-147.0	-156.3				
5 地上局G/T(dB/K)	28.1					
6 地上局受信C/N0(dB-Hz)	79.7	70.4				

回線マージン (EL = 5°, 実時間テレメトリ/再生テレメトリ/レンジング同時運用時)

項目	地上局 信号	KTDS				備考
		搬送波	実時間テレメトリ	再生テレメトリ	レンジング	
1	変調損失(dB)	5.4	13.6	13.6	23.6	
2	帯域幅/ビットレート (dB-Hz)	30.0 (BW=1kHz)	33.1 (BR=2048bps)	33.1 (BR=2048bps)	0.0 (BW=1Hz)	
3	回線上のS/N(dB)	17.1	23.7	23.7	46.8	地上局受信C/No)-(変調 損失)-(帯域幅/ビットレート)
4	他信号による干渉 C/I(dB)	18(実時間) 25(再生)	16.5(再生)	—	—	
5	実際のS/N(dB)	17.1	15.7	15.7	46.8	
6	要求S/N(dB)	6.0	9.6 (BER=10 <sup>-3</sup> )	9.6 (BER=10 <sup>-3</sup> )	30.6 (σR=1m)	
7	H/W劣化量(dB)		2.4	2.4		
8	回線マージン(dB)	11.1	3.7	3.7	16.2	(実際のS/N)-(要求S/N) (H/W劣化量)



図B-2-1 コマンド・フォーマット

表B-2-5 (1/2) テレメトリ・チャネル割当表

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
GUテレト リ表2-3 (2/2)																
16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
			RIU 1 テレメトリ基準電圧(A/B)	RIU 2 テレメトリ基準電圧(A/B)	RIU 3 テレメトリ基準電圧(A/B)	RIU 4 テレメトリ基準電圧(A/B)	SXPDR 受信部 A 入力レベル	SXPDR 受信部 B 入力レベル	SXPDR 送信電力	SXPDR 受信部 A 位相誤差	SXPDR 受信部 B 位相誤差	BMRステータス	ソーラアレイ出力電流	ハイインバス電圧		
32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	
メインバス電流	シャント電流	バッテリ1電圧	バッテリ2電圧	バッテリ3電圧	バッテリ4電圧	バッテリ1充電電流	バッテリ2充電電流	バッテリ3充電電流	バッテリ4充電電流	バッテリ1放電電流	バッテリ2放電電流	バッテリ3放電電流	バッテリ4放電電流	バス系ステータス		
48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	
		バス系ステータス				サブコミュニケーション						AAスペア	AAスペア	IRU Aアナログレート X	IRU Aアナログレート Y	
64	65	66	67	68	69	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	
IRU Bアナログレート Y	IRU Bアナログレート Y	IRU Cアナログレート Z	IRU Cアナログレート X	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	
13	AOCS姿勢データ SDスペア	14	15	RW 1電流	RW 2電流	RW 3電流	RW 4電流	バス系ステータス	BLCスペア	BLCスペア	PAスペア	送信電力レベル A	校正器出力レベル A	Iビデオ信号出力レベル A	Qビデオ信号出力レベル A	
96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	
送信電力レベル B	校正器出力レベル B	Iビデオ信号出力レベル B	Qビデオ信号出力レベル B			SAR.シリアルデジタルテレメトリ						VNIR検出器温度 1	VNIR検出器温度 2	VNIR検出器温度 3	VNIR検出器温度 4	
112	113	114	115	116	117	118	119	120	121	122	123	124	125	126	127	
SWIR検出器温度	冷却器マウント部温度	AAスペア	VNIR電気的校正電圧	AAスペア	TWT Aヘリックス電流	TWT Bヘリックス電流	エラー検出 1	エラー検出 2	エラー検出 3	エラー検出 4	エラー検出 5	MDR.シリアルデジタルテレメトリ	キャプスタンモータ電流	テープカウンタ		

表B-2-5 (2/2) テレメトリ・チャネル割当表

ワード	ビット	信号名称
0	7 6 0	
1	7 6 0	フレーム同期 (24ビット)
2	7 6 0	
3	7	ウォッチドッグタイムB1フラグ
	6	ウォッチドッグタイムB2フラグ
	5	遅延コマンドシーケンスエラー
	4	時刻コマンド/コマンドコード待ち
	3	遅延コマンド送出インヒビット
	2	遅延コマンド実行/未実行
	1	
	0	コマンドカウントデータ
4	7 6 0	
5	7 6 0	フレームID (B5~B0) / 遅延コマンドモニタメモリアドレス (B7~B0)
6	7	遅延コマンド時刻コードモニタパリティ
	6	遅延コマンドデータモニタパリティ
	5	
	4	
	3	
	2	
	1	
	0	遅延コマンド時刻コードモニタ
7	7 6 0	

ワード	ビット	信号名称
8	7	
	6	
	5	
	4	遅延コマンド時刻コードモニタ (つづき)
	3	
	2	
	1	
	0	遅延コマンド識別
9	7	
	6	
	5	遅延コマンドRIUアドレス
	4	
	3	
	2	
	1	遅延コマンド ch/RIU指定
	0	
10	7 6 0	
11	7 6 0	遅延コマンドモニタ
12	7	スペア
	6	スペア
	5	メモリチェックモニタ ((1))
	4	CUダイレクトコマンド電源モニタ ((1))
	3	
	2	
	1	CUダイレクトコマンドアーミングモニタ ((2))
	0	

ワード	ビット	信号名称
13	7 6 0	CPUワーキングエリアデータ
14	7 6 0	DWELLモード指定モニタ
15	7	A系/B系選択
	6	CU.A ON/OFF
	5	CU.B ON/OFF
	4	管理バス A/B
	3	応答バス A/B
	2	軽負荷モード
	1	CU.A UV C信号 有/無
	0	セーフィ信号 有/無
16	7 6 0	CU.B UV C信号 有/無
17	7 6 0	セーフィ信号 有/無
18	7	衛星時刻データ (1553.4日~4.26分)
	6	衛星時刻データ (255秒~0秒)
	5	
	4	衛星ID
	3	
	2	時刻分配インヒジット
	1	冗長側ウォッチドックタイムB2フラグ
	0	スペア

\*

	B7	B6	B5
P FM	1	1	0

## B. 3 電源パドル系 (E P S)

### B. 3. 1 機能

電源パドル系 (Electrical Power and Solar Paddle Subsystem)は、電力を発生、蓄積、安定化、制御し各サブシステムに供給する機能を持つ。主な機能を以下に示す。

- ① 太陽光を電力に変換し、各サブシステムに必要な電力を分配供給する。また、電力を 蓄積し、日陰中及び太陽電池発電不足時に供給する。
- ② 日照中のバス電圧を安定化制御する。（日陰中はフローティングバス）
- ③ 太陽電池パドル展開及びS A R アンテナ展開のためき爆管点火電力を供給する。
- ④ バッテリの充放電制御、温度制御及び保護管理を行う。
- ⑤ 衛星分離時にA O C E - A とB M Rへオン信号を送出する。
- ⑥ 独立で制御できないコンポーネントの短絡故障から電源を保護する。
- ⑦ E P Sのコマンド制御及びテレメトリモニタを行う。
- ⑧ ミッション機器が高温になるとミッション機器をオフさせるための制御信号を送出する。

### B. 3. 2 構成

E P Sは、大きくパドル系と電源系に分けられており、その構成を表B-3-1に示す。

電源系 (Electrical Power) は衛星の日照時に必要な電力を太陽電池パドル系 (Solar Paddle Subsystem)から受け、バス電圧の制御、電力の分配、供給およびバッテリへの蓄積を行う。

衛星の日陰時に必要な電力、あるいは、日照時における過渡的電力は、バッテリによって供給するものである。

表B-3-1 EPS主要コンポーネント

No.	名 称	数 量	備 考
1	太陽電池パドル (SAP)	1式	} パドル系
2	太陽電池パドル駆動機構 (SAP)	1台	
3	電力制御器 (PCU)	1台	電源系
4	電力分配器 (PDU)	1台	
5	シャント (SSU)	1台	
6	リコンディショニング負荷 (RCL)	1台	
7	バッテリ充電制御器 (BCC)	4台	
8	バッテリアセンブリ (BAT)	4台	

### B. 3. 3 性 能

大容量の電流を扱うJERS-1のEPSは、ETS-Vで確立されたフローティングバス方式をベースに、周回衛星である点を考慮して設計されている。特に、地球アルベドの影響、EPSの自動運用、大きな電力変動等を考慮している。EPSの主要性能諸元を表B. 3-2に示す。

表B-3-2 EPS主要性能諸元

16	項 目	特 性 値
1	供給電力 太陽電池パドル出力 PDUバス分配点にて 日照中 日陰中	2053W以上(セル温度70.4°Cのとき) 2053W以上 1320W以上
2	バス電圧(PDUバス分配点にて) 日照中 日陰中	33.6~35.0V 22.0~33.6V
3	シャント能力 最大	2662W
4	バッテリ 最大放電深度 容量 バッテリ構成	25%(定常) 60%(打上直後) 30AH/1台 NiCdセル 22段×4台
5	電力の蓄積 定電流時 充電制御 定電圧時	0~9A(ノミナル)の定電流充電 V/Tカーブによる制御, カーブ本数8本 テーパ充電
6	バッテリ温度制御 ヒータ	オン2±2°C オフ5±2°C
7	バッテリ下限電圧保護 UVC-A UVC-B	1.13V/セル相当 23.0±8.8V(バス電圧)
8	その他 EED制御 バッテリ制御  衛星分離信号の発生 電力の分配  軽負荷モード テレメトリー/コマンド  負荷側短絡時のバスの保護 キャパシタバンク	太陽電池パドル展開及びSARアンテナ展開 高温充電制御, 温度制御, 低電圧保護 リコンディショニング負荷 AOCE, BMRの起動 ミッション機器: 31系統 バス機器 : 37系統 ヒーター : 31系統 圧力検出器 : 2系統 UVC, セーフティ, ミッション機器温度制御 テレメトリー項目: 120 コマンド項目 : 134 ヒューズまたはカレントリミッタ PDU+PCUで30000μF

表B-3-3 太陽電池パドル主要諸元

太陽電池パドル

外形：直方体パネル（パネル1～パネル6 合計6枚）

高さ：約3.465m（パネル1枚につき）

幅：約1.080m（パネル1枚につき）

構成：太陽電池パネル 6枚

ヨーク 1本

展開ラッチ機構 1式

保持解放機構 1式

ワイヤーハーネス 1式

インテグレーション材 1式

熱制御材 1式

展開時間：約13秒（解析値）

太陽電池アレー

バス電圧：33.6～35.0(V)

発生電力：2053W以上（ワーストケース打ち上げ日1992年2月20日、

メインバス電圧33.6V, セル温度70.4°C, LT10:30）

セルアセンブリ：22344枚

直列98段×並列5段×3.6回路

直列98段×並列4段×12回路

セル：シリコンBSFRセル

セルサイズ：2×4cm, 厚さ50μm

型名：NASDA-1013-104-C05S24

カバーガラス厚さ：100μm

材質：セリウム添加ホウケイ酸ガラス

白金セジサ（パドル温度モニタ用）

測定レンジ：-250°C～+224°C

特性 : 2.16KΩ (at 20°C)

表B-3-4 バッテリ主要諸元

- (1) 最大放電深度：打上げ段階 60 %  
(DOD) 定常段階 25 % (但し、定常運用は 17 % 以下で行う)
- (2) セル公称容量：30AH
- (3) 平均放電電流：8.5 A (DOD 17 % 時)
- (4) 最大放電電流：15 A
- (5) ピーク放電電流：45 A (最大 10 秒、BAT 電圧 24.2 V 以上)
- (6) 充電電流範囲：0 ~ 9 A (ノミナル)
- (7) 充放電サイクル数：10950 以上
- (8) 軌道上寿命：2 年
- (9) 軌道上動作温度範囲：0 ~ 25 °C
- (10) 最大充電電圧：33.9 V (0 ± 3 °C)  
⑧ バッテリヒータ：主系 (15.9 ± 0.2 W)  
従系 (8.0 ± 0.2 W)  
⑨ バッテリサーミスタ：テレメトリ用 1 個 (RT1)  
オーバーテンプ用 1 個 (RT2)  
ヒータ制御用 1 個 (RT3)  
V/T カーブ用 1 個 (RT4)  
AGE 用 1 個 (RT5)
- (11) 搭載台数：4 台

## B. 4 姿勢軌道制御系 (AOCS)

JERS-1の姿勢軌道制御系 (Attitude and Orbit Control Subsystem) は、衛星／打上げロケット分離後の3軸姿勢の確立、初期軌道投入誤差の除去、定常軌道における3軸姿勢の保持、太陽同期回帰軌道の保持および姿勢の再捕捉の機能を有する。また、テレメトリ用の姿勢データを供給する。

### B. 4. 1 構成

姿勢軌道制御系のコンポーネント構成を表B-4-1に示す。

B-4-1 姿勢軌道制御系構成品目表

No.	コンポーネント名称	略称	搭載数
1	姿勢軌道制御電子回路	A O C E	1 *
2	バブル駆動回路	V D E	1 *
3	ドライブインターフェースユニット	D I U	1 *
4	地球センサ	E S A	1 *
5	慣性センサ	I R U	1 *
6	精太陽センサヘッド	P S S H	2
	精太陽センサ電子回路	P S S E	2
7	粗太陽センサヘッド	C S S H	3 *
	粗太陽センサ電子回路	C S S E	1 *
8	ホイール駆動回路	W D E	4
9	リアクションホイール	R W	4
10	磁気トルカ ( 150 A T m <sup>2</sup> )	M T Q - Y	2
	磁気トルカ ( 75 A T m <sup>2</sup> )	M T Q - X	2
11	パドル追尾用太陽センサ	S S P P	2
12	慣性センサ温度制御ユニット	I R U - T C U	1 *

\* 内部冗長を示す

## B. 4. 2 機能

姿勢軌道制御系の主要機能は以下の通りである。

- (1) 衛星分離後、レートダンピング、太陽電池パドルの展開、地球捕捉を行い、ヨー捕捉を経て、三軸姿勢安定状態を確立する。
- (2) 三軸姿勢安定状態を確立後、三軸の姿勢決定及び更新を行い、ゼロモーメンタム方式による姿勢安定化制御を行う。
- (3) 軌道制御（軌道傾斜角、高度）及び±90°C、180°Cのヨー軸制御が可能であり、その間の姿勢制御を行う。
- (4) 初期捕捉、姿勢再捕捉を行う定常状態において太陽電池パドルの制御を行う。
- (5) A O C S を構成するコンポーネントの故障に対して自動再構成または太陽捕捉モードへ移行させる。

以上の主要機能以外に、システムとの適合及び上記機能を達成するために以下の機能を有する。

- (1) テレメトリ及びコマンド機能  
(ミッション機器のデータ処理のために必要なテレメトリを含む)
- (2) A O C E 搭載ソフトウェアの再プログラム機能
- (3) 遮断弁 (R C S) の開閉機能
- (4) E S A の温度制御、I R U の温度制御
- (5) 宇宙放射線による電子部品の誤動作に対する耐性機能

## B. 4. 3 軌道保持性能

J E R S - 1 の軌道保持性能を表B - 4 - 2 に示す。ここで、軌道保持性能はロケット投入誤差を修正した後のミッション期間中のノミナル軌道に対する保持性能を示すものである。

表B - 4 - 2 軌道保持性能

軌道要素	数値等
長半径	T B D
離心率	0. 0015 以下
傾斜角 (deg)	± 0. 032
近地点引数 (deg)	± 3 0

(注) 許容要求値は各平均要素に対する値を示す。

#### B. 4. 4 姿勢保持性能

J E R S - 1 の衛星各軸に対する定常姿勢保持性能を表 B. 4 - 3 に示す。ただし、この姿勢保持性能は衛星の軌道制御中には適用しない。

表 B - 4 - 3 軌道保持性能

	ロール軸	ピッチ軸	ヨー軸
姿勢誤差 ( $3\sigma$ ) [deg]	0.11	0.18	0.10
姿勢安定度 ( $3\sigma$ ) [deg/sec]	0.0008	0.0006	0.0005

#### B. 5 ガスジェット系 (R C S)

ガスジェット系 (Reaction Control Subsystem) は姿勢軌道制御系からの制御信号を受け、バルブ駆動回路で増幅したスラスタ推薬弁及び遮断弁開閉信号により推薬を噴射させ衛星及び軌道制御に必要な制御トルクを発生する機能をもつものである。

ガスジェット系の方式は推薬としてヒドラジンを使用した一液式、プローダウン方式である。

推薬タンクは、E T S - V で開発された表面張力型推薬タンクを 2 基搭載する。

I N スラスタは、軌道制御用 4 本には E T S - V で認定された標準型スラスタを、姿勢制御用 18 本には熱環境条件適用範囲を広くし推薬弁バリア型スラスタを搭載する。

また、E T S - V の運用で発生したサーマルチョーク現象を回避するため、すべてのスラスタには推薬弁シャントンを設け、推薬供給チューブ内の局部的な温度上昇を避ける設計がなされている。

#### B. 6 热制御系 (T C S)

J E R S - 1 の熱制御系の機能は衛星及び各搭載機器を打ち上げ時からミッション終了時までの全期間にわたり各熱環境および各運用モードに対して、その規定範囲に維持することである。

熱制御系は J E R S - 1 では高発熱で変動の激しい機器が多いためヒータ、サーマルルーバ、ヒートパイプ等の能動型熱制御方式と銀蒸着テフロン、インシュレーション等の受動型熱制御方式を採用している。各制御系はそれぞれ以下の素子から構成されている。

##### (1) 能動型熱制御素子

- ・ヒータ
- ・サーマルルーバ

- ・ヒートパイプ

## (2) 受動型熱制御素子

- ・セカンドサーフェスマラー (SSM)
- ・インシュレーション
- ・ヒートシンク
- ・サーマルコーティング
- ・サーマルインターフェース材
- ・サーマルプラグ

## B. 7 構体系 (STR)

JERS-1の構体系 (Structure Subsystem)は、ロケットによる打ち上げ時及び軌道上において衛星に誘起される各種環境下において、衛星を構成するすべての搭載機器の機能・性能を満足する状態で支持する機能を有している。

また、地上においては搭載機器の実装作業、各種試験作業を実施するために必要なアクセス性を有している。

構体系は、大型展開構造物である太陽電池パドル及び合成開口レーダアンテナを収納するとともに、約 140 個の機器を搭載するための面積と放熱面を確保する等のため、直方体の箱状構造となっており、フレーム構造物である主構体トラスに取付けられるタンクサポートモジュール等から構成される。

## C. データ受信及び回線

## C データ受信局及び回線

### C. 1 データ受信局への要求

J E R S - 1 地上局構成を図C - 1 - 1 に示す。

#### C. 1. 1 地球観測センター (E O C)

- (1) TTC系 (Tracking Telemetry and Command) におけるSバンド受信機能を有する。
- (2) 観測データ伝送系におけるXバンド信号が、受信および復調可能である。

#### C. 1. 2 海外局

- (1) 観測データ伝送系におけるXバンド信号が、受信および復調可能である。

#### C. 1. 3 外国局

- (1) 観測データ伝送系におけるXバンド信号が、受信および復調可能である。

#### C. 1. 4 追跡管制所 (T A C S)

- (1) TTC系におけるSバンドの受信および送信機能を有する。

#### C. 1. 5 海外可搬局 (N T S K)

- (1) TTC系におけるSバンドの受信および送信機能を有する。

#### C. 1. 6 N O A A

- (1) TTC系におけるSバンドの受信および送信機能を有する。

打上げ後のクリティカルフェーズ中のみ支援を行う。

#### C. 1. 7 E S A / C N E S

- (1) TTC系におけるSバンドの受信および送信機能を有する。

打上げ後のクリティカルフェーズ中のみ支援を行う。

### C. 2 回線設計

J E R S - 1 と地球観測センターとのSバンド及びXバンドに関する回線設計例を表C - 2 - 1、C - 2 - 2 に示す。

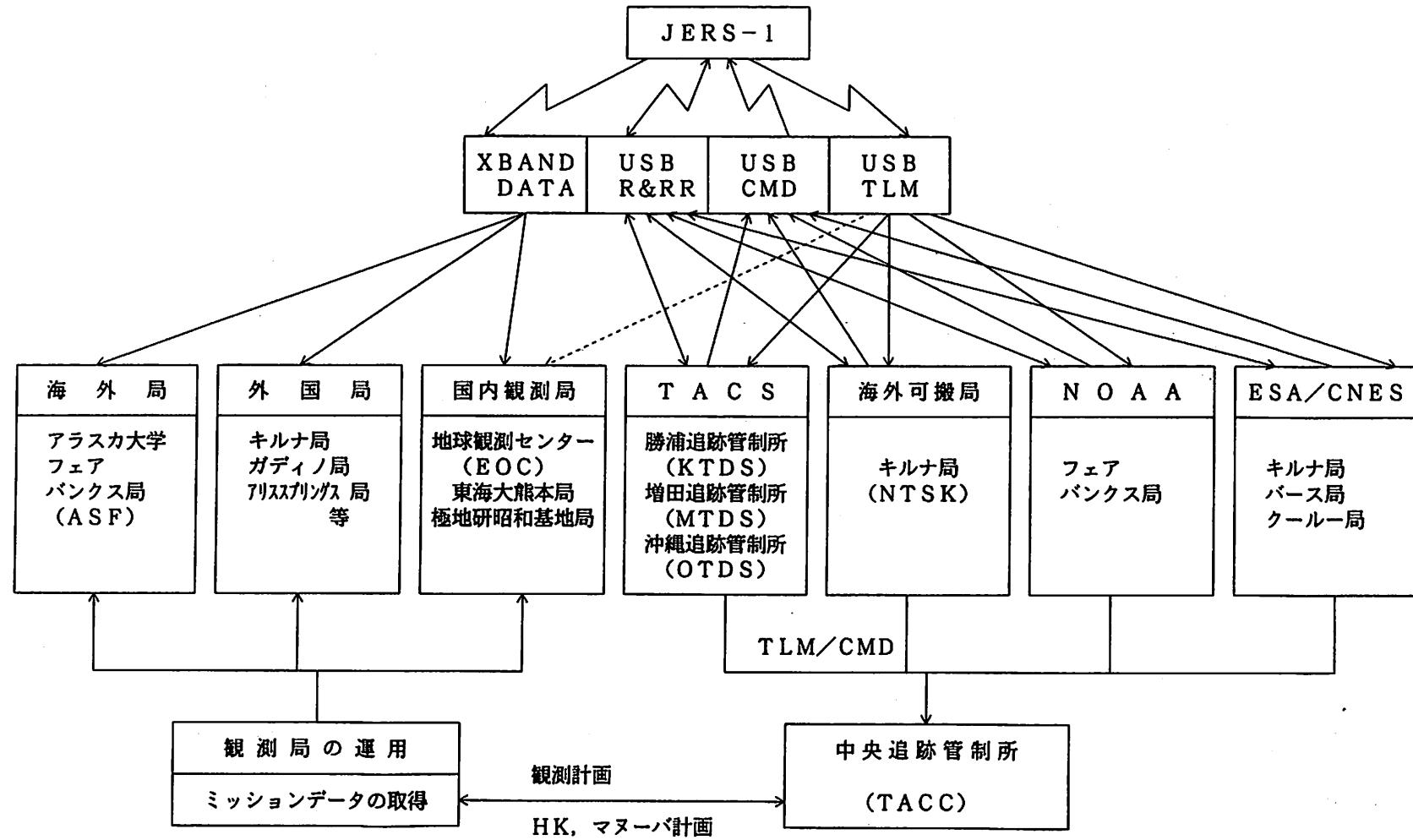


図 C-1-1 JERS-1 地上局構成

表C-2-1 JERS-1 2.2GHz帯回線設計例 (Sバンド)

項目	諸元		備考
	EL=90°	EL=5°	
下り回線周波数 衛星高度 信号種類 変調形式 ピットレート	2,200MHz 568km 実時間テレメトリ PCM-PM 2048 bps		
衛星EIRP 自由空間損失 偏波損失 大気損失	3.4 dBm -154.5 dB -0.5 dB -0.03 dB	9.6 dBm -166.4 dB -0.5 dB -0.4 dB	スラントレンジ ( 568 km(EL=90°) ) 2,251km(EL=5°) 周波数 2,220MHz
受信空中線利得	43.5 dB		仕様値
LNA入力レベル 雑音密度 C/N。	-108.1dBm -176.8dBm/Hz 68.8 dB/Hz	-114.2dBm -176.8dBm/Hz 62.6 dB/Hz	システム雑音温度 152K (仕様値)
所要 S/N H/W劣化量 光伝送路による劣化 ピットレート 変調損失 所要C/N。	9.6 dB 2.4 dB 0.4 dB 33.1 dB 11.9 dB 57.4 dB		BER = $1 \times 10^{-3}$ Real Playback TLM+HK+RNG 時のReal TLM分
マージン	+ 11.4 dB	+ 5.2 dB	

表C-2-2 JERS-1 8GMHz帯回線設計例 (Xバンド)

項目	諸元		備考
	EL=90°	EL=5°	
下り回線周波数 衛星高度 変調形式 ピットレート	8,150MHz 及び 8,350MHz 568km 差動QPSK 60Mbps		
衛星EIRP 自由空間損失	32 dBm -166 dB	47 dBm -178 dB	最小値 スラントレンジ [ 568 km(EL=90°) 2,251km(EL=5°) 周波数 8,350MHz CCIR-Rep. 390-4 による。
偏波損失 大気損失	-0.5 dB -0.1 dB	0.5 dB -1.0 dB	
受信空中線利得	55.5 dB		仕様値
LNA入力レベル 雑音密度 C/N。	-79.1dBm -176.6dBm/Hz 97.5 dB/Hz	-77.0dBm -176.6dBm/Hz 99.6 dB/Hz	システム雑音温度 160K (仕様値)
所要 E <sub>b</sub> /N <sub>0</sub> 光伝送路による劣化 ピットレート 所要 C/N。	13.8 dB 4.1 dB 77.8 dB 97.5 dB/Hz		BER = 1 × 10 <sup>-6</sup> D/C入力段 10 dBATT挿入時 60 Mbps
マージン	+1.8 dB	+3.9 dB	

## D. 運用管制機能

## D 運用管制機能

### D. 1 ミッション運用管理機能

本設備はJ E R S - 1 ミッション機器運用計画の立案、J E R S - 1 の運用に係わる情報管理

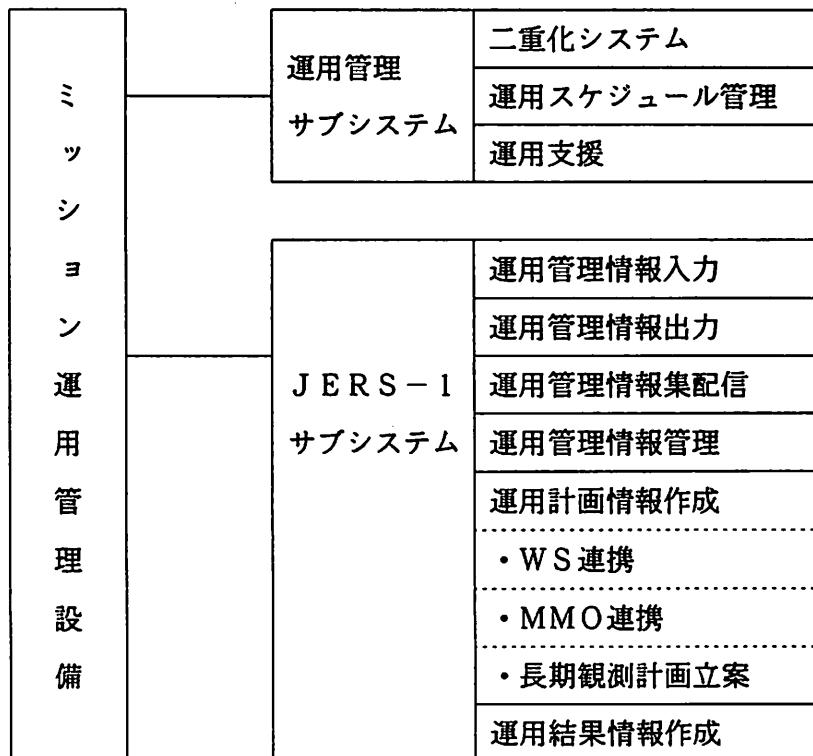
・集配信を行なう設備であり、E R S - 1 (欧洲リモートセンシング衛星1号) の運用管理も行  
う共用設備である。このため地球観測センター内の各サブシステム／筑波宇宙センター／J E R  
S - 1 の国内外の受信局と通信回線を用いて図D - 1 - 1 に示すように情報の授受を行なう。

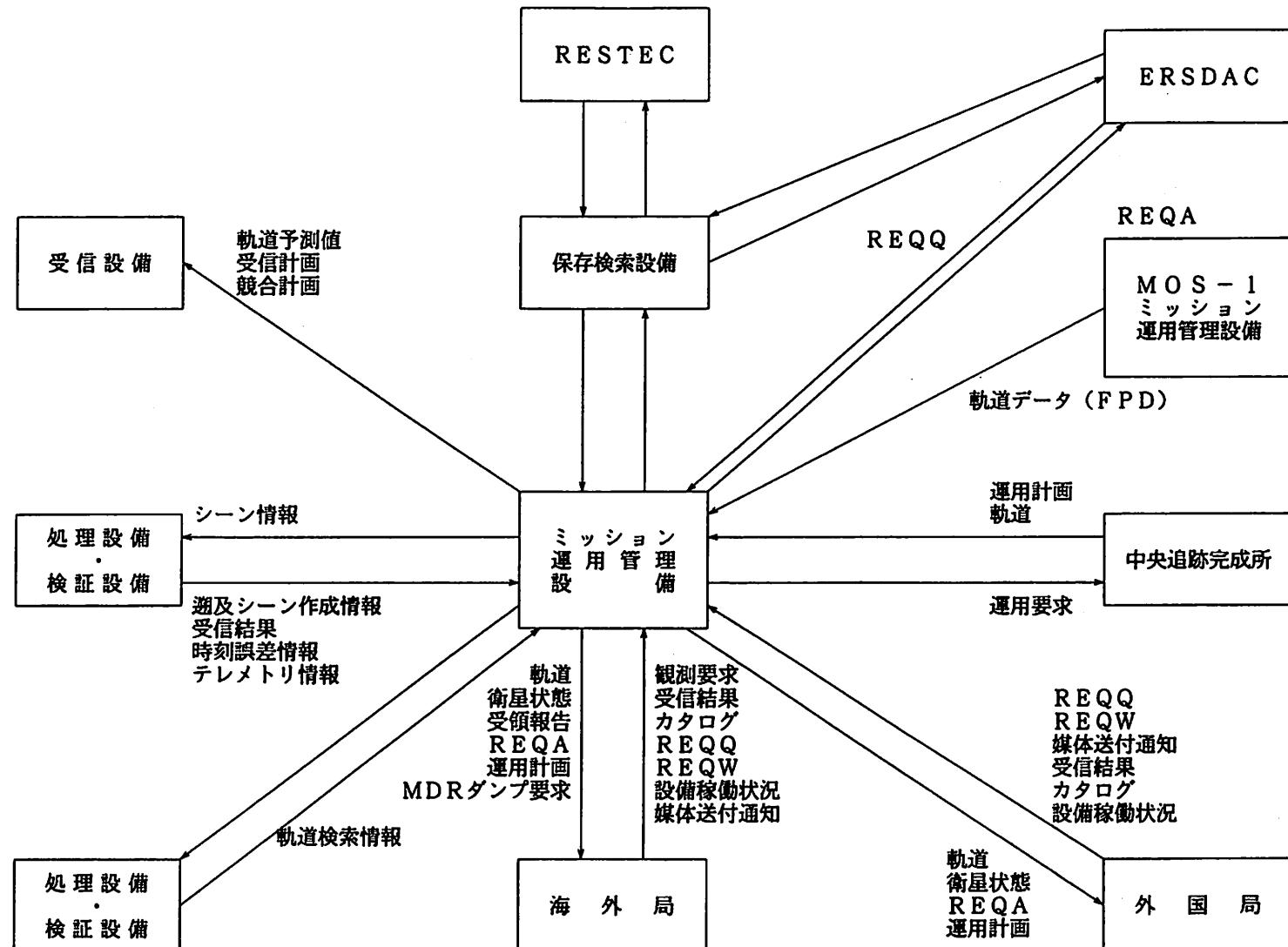
#### ・運用管理機能部

MMO設備の24時間運用、定時業務の時間管理、各ファイルの集配信状況表示や操作の一括管  
理等、J E R S - 1 とE R S - 1 の共通な作業の管理、実行を行う。

#### ・J E R S - 1 機能部

J E R S - 1 のミッション運用管理情報（運用計画情報、衛星情報、運用結果情報）の入出力、  
集配信を行う。これら運用管理情報はデータベースで管理される。運用計画情報作成では、長期  
要求および短期要求に基づき観測計画立案や運用要求等の作成を行う。運用結果情報作成では源  
泉のカタログ情報や源泉のシーンの作成等を行う。





図D-1-1 他設備とのインターフェース (JERS-1関連)

表D-1-1 運用管理設備の主要機能

項目	主 要 機 能
運用管理設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>(1) LANおよび外部との通信回線から取り込んだ受信要求等に基づき、JERS-1のSAR、OPS及びMDRのミッション運用計画を立案する。</li> <li>(2) 日本国内におけるERS-1の受信要求を受付、要求をとりまとめる。</li> <li>(3) 筑波宇宙センター中央追跡管制所、海外局、外国局、EECFと通信回線を用いて、JERS-1及びERS-1に関する受信要求、軌道データ等を定められた時刻に送受信する。通信に必要なプロトコル、ファイルフォーマットは、通信の相手方と整合させる。</li> <li>(4) 通信回線およびLANを通して受信した軌道データ、テレメトリデータ等を編集して、EOC内のJERS-1関連設備、海外局および外国局に配信する。EOC内のJERS-1関連設備については、8または5インチフロッピィディスクもデータの受渡しが可能である。</li> <li>(5) JERS-1およびERS-1画像データの取得地域を表示して、印刷する。</li> <li>(6) カタログデータに必要な情報を作成し、検索設備およびEECFに送付する。</li> <li>(7) 中央処理装置は、主系および従系で構成しており、主系に障害が発生した場合には、以下の時間以内に自動的に従系に切り替わる。</li> <li>(8) 従系のデータベースが破壊されていない場合           <ul style="list-style-type: none"> <li>切り替え時間：30分以内</li> <li>計算機が30分以内に主系から従系の切り替えを行い通常業務を再開可能とする。</li> </ul> </li> <li>(9) 両系のデータベースが破壊された場合           <ul style="list-style-type: none"> <li>切り替え時間：数時間</li> <li>主系から従系の切り替え後に、オペレータがCRTに保存されているデータベースを復元する。</li> </ul> </li> </ul>

注 (8)、(9)の両方とも週に一度データベースの退避作業を行っているものとする。また、障害発生前に転送されたインターフェースファイルは再度転送してもらう必要がある。

表D-1-2 運用管理設備の主要性能

項目	性能	備考
中央処理装置 ○中央処理装置 プロセッサ メモリ 浮動小数点演算 バスデータ幅 バス最大転送速度 ○システムディスク 記憶容量 ○カートリッジM装置 媒体 テープ転送速度 ○磁気ディスク装置 記憶容量 データ転送速度 フロッピーディスク装置 記憶容量 単密度(15) 単密約(25) 倍密度(15) データ転送速度 ディスプレイ装置 CRT 表示文字数 キーボード グラフィックディスプレイ 装置 CRT 表示文字数 キーボード ラインプリンタ装置 印字速度 印字方式	68030(25MHz) 24MB 標準(68882+高速演算機能, IEEE形状 32ビット+4parity 6MB/S  33MB  1/2インチ幅 600フィート 75ips/50ips (ストリーミングモード) 50ips (スタートストップモード)  698MB 1.2MB/S 8インチ  約0.25MB/ドライブ 約0.5MB/ドライブ 約1.2MB/ドライブ 単密約31.25KB/S, 倍密度62.5KB/S  ノングレアFS管14インチ 40/66字×24行(漢字) JISキーボード  60Hz: ノンインクレース、14インチ 1024×768 ドット キーボード  134行/分(漢字)、159行/分 (英数・カナ) インパクトライントット(シャトル方式)	
LAN 適用規格 ネットワーク形状 通信速度 アクセス方式 プロトコル	ISO8802/3 バス型 10Mbps CSMA/CD TCP/IP	
[WSシステム] 中央処理装置 CPU メモリ 内蔵ディスク 磁気ディスク装置 増設ディスク	68040 32MB 330MB 330MB	WSシステムは、JERS-1サブシステムで使用する。 浮動小数点演算装置内蔵 増設メモリ16MBを含む

## D. 2 テレメトリデータ監視機能

- ・本設備はJ E R S - 1 テレメトリデータ及びS A R H Kデータをパーソナルコンピュータによりリアルタイム及びオフライン処理を行なうものであり、工学値変換表示処理、ステータス表示処理、バーグラフ表示処理、テレメトリデータ/S A R H Kデータの記録、ペンレコーダでのデータモニタ等を行なう。

表D-2-1 ミッションデータ評価装置の主要機能

項目	主 要 機 能
テレメトリデータ監視卓 (J E R S - 1用)	<ul style="list-style-type: none"> <li>(1) 記録設備からテレメトリ (SバンドまたはXバンド) データ及びS A R H Kデータの入力をする。</li> <li>(2) ビット同期／フレーム同期処理の行われたテレメトリデータから、ミッション機器関係のステータスデータを抽出し、パネル面とC R Tに表示する。</li> <li>(3) テレメトリデータ及びS A R H Kデータのリアルタイム処理及びオフライン処理をパーソナルコンピュータにて行う。</li> <li>(4) ミッション運用管理設備 (J E R S - 1用) からL A N入手するO P L A N情報により、自動的に処理の開始／終了を行うことができる。またマニュアルによるO P L A N情報の入力・修正も可能である。</li> <li>(5) テレメトリデータから、M M O設備でM D Rの管理に必要な情報 (M D Rカウンタ値) を抽出し、L A Nを経由してM M O設備へ伝送する。</li> <li>(6) テレメトリデータからの衛星時刻と、時刻設備からの地上時刻入手し、時刻誤差情報としてL A Nを経由してM M O設備へ伝送する。</li> <li>(7) 記録設備にてH D D Rをリバース再生して出力するM D Rデータのテレメトリ及びS A R H Kデータ処理時の時刻 (衛星時刻) 信号を作成し処理する。</li> <li>(8) 本設備の運用に必要な情報 (O P L A N情報等) をM M O設備から入力する。また本設備にて作成した時刻誤差情報及びM D R管理情報をL A Nを用いてM M O設備に出力する。</li> <li>(9) 記録設備内のテレメトリ同期盤に対し、テレメトリ入力の切り替え制御を行うことができる。</li> </ul>

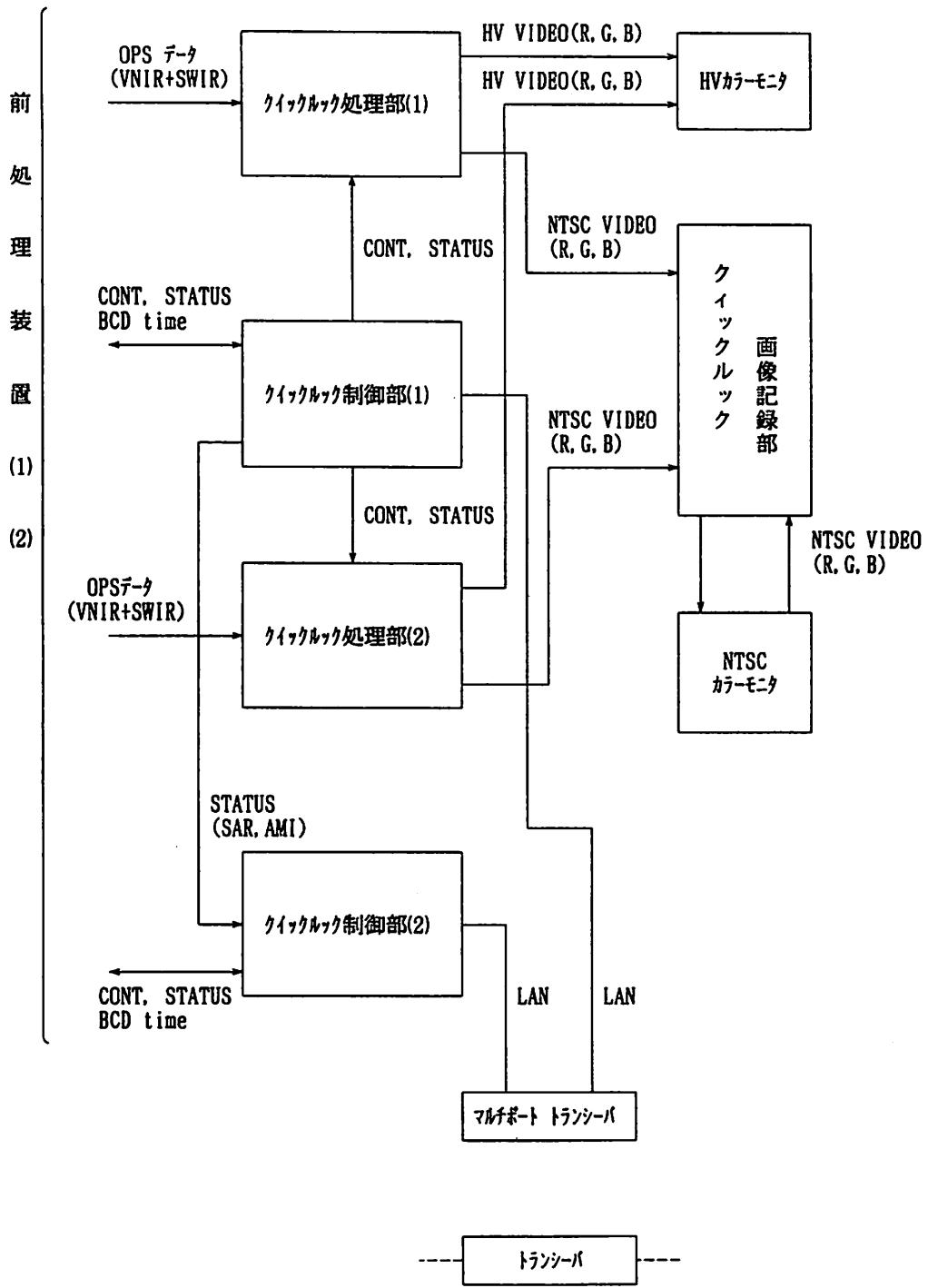
表D-2-2 ミッションデータ評価装置の主要性能

項目	性能	備考
テレメトリデータ監視卓 (JERS-1用)		
○入力信号		
テレメトリ信号		XまたはSバンド
信号形式	ワードシリアル信号	
信号レベル	D I F F    T T L	
S A R H Kデータ		
信号形式	ワードシリアル信号	
信号レベル	D I F F    T T L	
時刻信号		
信号形式	I R I G - A	地上時刻信号
信号レベル	1 V <sub>rms</sub>	
信号形式	バイナリコード	衛星時刻信号
信号レベル	D I F F    T T L	
○出力信号		
データ項目	衛星時刻 0000000000~9999999999 地上時刻 ddd:hh:mm:ss:tt リミットチェック 0 : Good 1 : NG L A N及びF D	
インターフェース形式		
MDR情報		
データ項目	テレメトリ取得時間 ddd:hh:mm:ss:tt MDRカウンタ値 0~255 リミットチェック 0 : NG L A N及びF D	
インターフェース形式		

### D. 3 クイックルック画像表示機能

O P S用クイックルック装置の機能は、実時間あるいは再生により、O P Sの即時画像（クイックルック）を表示することである。またG R S（Ground Reference System）に従ったクイックルック画像のフレーミング及びアノテーションの計算を行い、この結果をカラービデオプリントとして出力できる。

C R T表示はHigh Vision方式及びN T S C方式の両方でリアルタイム表示が可能である。



図D-3-1 JERS-1 クイックルック装置系統図

### D. 3. 1 クイックルック処理部

表D-3-1 クイックルック処理部

項目	主要機能
クイックルック処理部	<p>① OPS 8 バンドの中から任意の 3 バンドを選択し、CRTディスプレイにリアルタイムで 3 バンドカラー表示ができる。</p> <p>② OPS 8 バンドの中任意の 3 バンドを選択し、CRTディスプレイにリアルタイムで白黒又はシードカラー表示ができる。</p> <p>③ OPS の 5 ~ 8 に対してスタガ補正を行い、偶数および奇数ピクセルのズレを補正する。</p> <p>④ クイックルック処理として以下の処理を行う。</p> <div style="border-left: 1px solid black; padding-left: 10px;">           アセンディング/ディセンディング切り替え処理            スクロール処理            バンド切り替え処理            フレーミング処理            圧縮処理            ズームアップ処理            パニング/チルティング処理            エンハンスレートの指定            LUT 切り替え処理            バンド間レジストレーション処理            地球自転歪補正処理            緯経線表示処理            雲量値評価処理         </div> <p>⑤ クイックルック処理済み画像をハイビジョンモードで読みだし、CRTディスプレイにリアルタイム表示する。</p> <p>⑥ クイックルック処理済み画像をNTSC モードで読みだし、CRTディスプレイにリアルタイム表示する。</p>
イメージプロセッサ	OPS 画像信号を入力し、クイックルック制御部からの指定にもとづいて画像処理を行い、ハイビジョン信号又はNTSC ビデオ信号で出力する。

### D. 3. 2 クイックルック制御部

表D-3-2 クイックルック制御部の主要機能

項目	主 要 機 能
クイックルック制御部*(1)	① O P S データの処理・記録を行う各部の制御を行い、オペレーターとのインターフェイスを行う。 ② オペレーターはキー入力することにより、クイックルック処理・記録が可能となるとともに、カタログ情報の作成高密度ディジタル記録装置の制御ができる。
クイックルック制御部*(2)	主に、S A R、A M I (I M A G E) データのカタログ作成のための機能を有しており、クイックルック制御部(1)とは機能的に独立して動作する。

(注) 図D. 3-1 参照

### D. 3. 3 クイックルック画像記録部

表D-3-3 クイックルック画像記録部の主要機能

項目	主 要 機 能
クイックルック画像記録部	① クイックルック処理部から出力されるO P S 画像信号(N T S Cビデオ)をレーザーディスクに記録する。 ② カタログ用のクイックルック画像として保存する。 ③ 記録した画像はディスクを媒体として検索設備とインターフェイスする。

表D-3-4 クイックルック画像記録部の主要性能

項目	性 能	備 考
○レーザービデオディスク レコーダー／プロセッサ 記録再生方式 記録メディア 記録・再生時間、容量 信号方式	レーザ光線 (780nm) 30cmビデオディスク (C A Vモード、 両面ディスク) 動画24分10秒／面 静止画43,500毎／面 E I A標準、N T S C カラー方式	スクロールによる使用時
○カラービデオプリンター プリント方式 印画サイズ 有効画素数 階調 プリント時間	昇華熱転写プリント方式 161×121mm 744(H)×486(V) ドット 各色 256階調処理 (Y、M、C) 約70秒	

E. G R S

## E G R S

### E. 1 G R Sのモデル

#### E. 1. 1 G R Sのゾーン

G R Sは世界を5つの領域(ゾーン)に分割して定め、領域毎に表現式が定義される。

- 1) ゾーン1：北極領域 North polar region
- 2) ゾーン2：北緯度領域 North latitude region
- 3) ゾーン3：中緯度領域 Mid latitude region
- 4) ゾーン4：南緯度領域 South latitude region
- 5) ゾーン5：南極領域 South polar region

#### E. 1. 2 各ゾーン毎のG R S表現式

(1) ゾーン1：北極領域： $76.134^\circ \leq \phi_{\text{do}} \leq 86.094^\circ$

高緯度領域の隣接2格子点距離をほぼ50kmに保つために、以下の式でパス間隔を間引くものとする。

$$\text{PATH} = [\text{PATH}' / N(\phi_{\text{do}})] * N(\phi_{\text{do}}) + 1 \quad (1)$$

ここに、Nは緯度(測地緯度 $\phi_{\text{do}}$ )に依存した間引き関数で以下で表現される。

$$N(\phi_{\text{do}}) = [659 / (2\pi a / \sqrt{1 + (b/a * \tan \phi_{\text{do}})^2}) / 50] \quad (2)$$

- a : 赤道半径(IAG80改訂に基づく)  
b : 極半径(IAG80改訂に基づく)  
[ ] : 切捨て整数化を意味する。  
PATH' : 間引き前のパス番号  
PATH : 選択されたパス番号

R O Wは以下の範囲の整数をとる。

$$142 \leq \text{R O W} \leq 170$$

ただしO P Sは以下の範囲になる。

$$152 \leq \text{R O W} \leq 170$$

G R S格子点の緯度、経度は以下の式で表現される。

$$\phi_{\text{co}} = \phi_{\text{co. R O W=170}} - 0.358 * (\text{R O W} - 170) \quad (3)$$

$$\phi_{co} = \tan^{-1}((a/b)^2 * \tan(\phi_{do})) \quad (4)$$

$$\lambda_o = \lambda_{o, PATH=659, ROW=170} - 360/659 * PATH \quad (5)$$

$\phi_{co, ROW=170}$  : ROW170に対応する地心緯度 ( $76.044^\circ$ )

$\lambda_{o, PATH=659, ROW=170}$  : PATH659, ROW170に対応する経度 ( $-155.169^\circ$ )

(2) ゾーン2：北緯度領域 :  $59.583^\circ \leq \phi_{do} \leq 75.633^\circ$

この領域ではパスは2分の一間引きされる。

$$PATH = [PATH' / 2] * 2 + 1 \quad (6)$$

従って、PATHは、1、3、5、………、657、659の奇数をとる。ここに、[ ]はガウス記号で切捨て整数化を意味する。又、ROWは以下の範囲の整数をとる。

$$171 \leq ROW \leq 200$$

緯度・経度の算出は、E. 2を参照。

(3) ゾーン3：中緯度領域 :  $-59.006^\circ \leq \phi_{do} \leq 59.006^\circ$

この領域では間引き処理は行わず、以下の番号（整数）をとる。

$$PATH : 1 - 659$$

$$ROW : 201 - 400$$

緯度・経度の算出は、E. 2を参照。

(4) ゾーン4：南緯度領域 :  $-75.633^\circ \leq \phi_{do} \leq -59.583^\circ$

ゾーン2と同様に、パスは2分の一間引きされる。

$$PATH = [PATH' / 2] * 2 + 1 \quad (7)$$

ROWは以下の範囲の整数をとる。

$$401 \leq ROW \leq 430$$

緯度・経度の算出は、E-2を参照。

(5) ゾーン5：南極領域 :  $-82.538^\circ \leq \phi_{do} \leq -76.134^\circ$

ゾーン1と同様に、パスは以下の式で間引き処理される。

$$PATH = [PATH' / N(\phi_{do})] * N(\phi_{do}) + 1 \quad (8)$$

ここで使用した記号は全て、ゾーン1のものと同じである。また、ROWは以下の範囲の整数をとる。

$$431 \leq ROW \leq 449$$

ただしSARは以下の範囲になる。

$$431 \leq ROW \leq 438$$

GRS格子点の緯度経度は以下で表現される。

$$\phi_{co} = \phi_{co, ROW=431} - 0.358 * (ROW - 431) \quad (9)$$

$$\phi_{do} = \tan^{-1} ((a/b)^2 * \tan(\phi_{co})) \quad (10)$$

$$\lambda_o = \lambda_{o, PATH=659, ROW=431} - 360/659 * PATH \quad (11)$$

$\phi_{co, ROW=431}$  : ROW431に対応する地心緯度( $-76.044^\circ$ )

$\lambda_{o, PATH=659, ROW=431}$  : PATH659, ROW431に対応する経度( $128.827^\circ$ )

## E. 2 GRSの計算式

ゾーン2、3、4におけるGRS格子点の緯度経度は以下の式で与えられる。

$$\gamma = 360.0 * (ROW - 0.5) / 600 \quad (12)$$

$$\lambda_A = \lambda_{A0} - 360.0 * PATH / n \quad (13)$$

$$\phi_{co} = \sin^{-1} (\sin \gamma * \sin I) \quad (14)$$

$$\phi_{do} = \tan^{-1} ((a/b)^2 * \tan(\phi_{co})) \quad (15)$$

$$\theta_o = \tan^{-1} (\cos I * \tan \gamma) + 180.0 \quad (16)$$

$$\lambda_o = \lambda_A - \theta_o - We * \gamma / W \quad (17)$$

ここに、ROW : ROW番号 ( $171 \leq ROW \leq 430$  の整数)

n : 回帰周回数 (659)

$\gamma$  : 緯度引数 (昇交点から軌道に沿って測った離角)

I : 軌道傾斜角の補角 ( $82.338^\circ$ )

$\phi_{co}$  : ゾーン中心の地心緯度

$\theta_o$  : 昇交点と観測希望地域の経度差

$\lambda_{A0}$  : path659の昇交点(ROW 0.5)の経度 ( $-1.153^\circ$ ) \*<sup>1)</sup>

We : 衛星軌道に対する地球の回転角速度 ( $0.25^\circ / \text{min}$ )

W : 衛星の回転角速度 ( $3.744318^\circ / \text{min}$ )

$\lambda_A$  : 昇交点の経度

a : 地球赤道半径 (6378.136km)

b : 地球極半径 (6356.751km)

$\lambda_o$  : ゾーンセンター地上軌跡の経度

$\phi_{do}$  : ゾーンセンター地上軌跡の測地緯度

なお、緯度は北緯を+、南緯を-、経度は東経を+、西経を-として表現する。

\*<sup>a</sup>  $\lambda_{\infty}$ の値は以下の理由から決定した。

- ・陸域におけるPATH659 → 1 の変化を、必要最低限にすることを考慮して、PATH659 の概略の位置を決めた。（シベリアの東端をかすめるのみである。）
- ・東京中心部および東京湾がO P S の1枚の画像で取得できる事を考慮して、詳細な位置を決定した。（PATH64が東京中心部の上空を通る。）

### E. 3 G R S 格子点の分布（間引き数Nと、間引き後のPATH、格子点間隔の最大最小）

ROW	N	PATH	最大格子点間隔 (km)	最小格子点間隔 (km)	格子点数*
(1) 北極領域					
142	12	1, 13, --, 649	65.7	49.9	55
143	11	1, 12, --, 650	65.6	49.1	60
144	10	1, 11, --, 651	63.6	49.1	66
145	9	1, 10, --, 658	63.5	47.6	74
146-147	8	1, 9, ---, 657	63.9	45.3	166
148-149	7	1, 8, ---, 659	63.2	44.9	190
150-153	6	1, 7, ---, 655	64.7	43.0	440
154-157	5	1, 6, ---, 656	63.9	43.4	528
158-164	4	1, 5, ---, 657	64.3	40.9	1155
165-170	3	1, 4, ---, 658	59.8	38.3	1320
(2) 北緯度領域					
171-200	2	1, 3, ---, 659	61.7	30.3	9900
(3) 中緯度領域					
201-400	1	1, 2, ---, 659	60.8	31.4	131,800
(4) 南緯度領域					
401-430	2	1, 3, ---, 659	61.7	30.3	9900
(5) 南極領域					
431-436	3	1, 4, ---, 658	59.8	38.3	1320
437-443	4	1, 5, ---, 657	64.3	40.9	1155
444-447	5	1, 6, ---, 656	63.9	43.4	528
448-449	6	1, 7, ---, 655	64.7	43.0	220

\*<sup>1</sup> 最大格子点間隔： 対角線方向

最小格子点間隔： 同一口内、PATH 1とPATHmax の間隔はこれより小

格 子 点 数： 合計 158,877 点

OPSのROW番号： 152～449 ( $\phi_{\text{do}} = -82.538 \sim 82.538$ )

SARのROW番号： 142～438 ( $\phi_{\text{do}} = -78.980 \sim 86.450$ )

#### E. 4 地球モデル

この計算に用いる地球モデル（準楕円体）は1984年に改訂されたGRS80(Geodetic Reference System80)を使用するものとして、以下の特性を有する。

1) 準楕円体名 : GRS-80 (改訂版)

2) 発行年 : 1984年

3) 赤道半径 : 6378.136km

4) 偏平率 (1/f) : 298.257

5) 極半径 : 6356.751km

#### E. 5 緯度からGRSへの変換

緯度が与えられたとき、対応するGRS (PATH, ROW) は以下の式で与えられる。

##### (1) 中緯度領域、南北緯度領域

$$\phi_{\text{co}} = \tan^{-1}((b/a)^2 * \tan \phi_{\text{do}}) \quad *^{1)} \quad (1)$$

$$\gamma = 180 - \sin^{-1}(\sin \phi_{\text{co}} / \sin I) \quad *^{2)} \quad (2)$$

$$\text{ROW} = [\gamma * 600 / 360.0 + 1] \quad (3)$$

$$\theta_{\text{o}} = \tan^{-1}(\cos I * \tan \gamma) + 180.0 \quad (4)$$

$$\lambda_{\text{A}} = \lambda_{\text{o}} + \theta_{\text{o}} + We * \gamma / W \quad (5)$$

$$\text{PATH}' = n / 360.0 * (\lambda_{\text{AO}} - \lambda_{\text{A}}) \quad (6)$$

(ただし  $0.5 \leq \text{PATH}' < 659.5$  \*<sup>3</sup>)

$$\text{PATH} = [\text{PATH}' + 0.5] \quad (\text{中緯度領域}) \quad (7)$$

$$= [(PATH' - 1)/2 + 0.5] * 2 + 1 \quad (\text{南北緯度領域})$$

\*<sup>1</sup>) 逆三角関数の値は $-90^\circ \sim 90^\circ$ で与える。

\*<sup>2</sup>) 上記により右辺の第2項の値は $-90^\circ \sim 90^\circ$ であるのに対し、緯度引数 $\gamma$ は $90^\circ \sim 270^\circ$ の内側にあるので、この様な式となる。

\*3) PATH' と(PATH' + 659 \* n) (nは整数) は等価として扱い、PATH' の値がこの範囲に納まる様に変換する。

- $\phi_{co}$  : 観測希望地域の地心緯度
- a : 地球赤道半径 (6378.136km)
- b : 地球極半径 (6356.751km)
- $\phi_{do}$  : 観測希望地域の測地緯度
- $\gamma$  : 緯度引数 (昇交点から軌道に沿って測った離角)
- I : 軌道傾斜角の補角 (82.338°)
- ROW : ROW 番号
- $\theta_0$  : 昇交点と観測希望地域の経度差
- $\lambda_A$  : 昇交点の経度
- $\lambda_o$  : 観測希望地域の経度
- We : 衛星軌道に対する地球の回転角速度 (0.25° /min)
- W : 衛星の回転角速度 (3.744318° /min)
- PATH' : 間引き前のPATH番号
- PATH : PATH番号
- n : 回帰周回数 (659)
- $\lambda_{A0}$  : path659 が開始するときの昇交点の経度 (-1.153°)
- [ ] : 切捨て整数化を意味する。

## (2) 北極領域

$$\phi_{co} = \tan^{-1}((b/a)^2 * \tan \phi_{do}) \quad (8)$$

$$ROW = [(\phi_{co, ROW=170} - \phi_{co}) / 0.358 + 170 + 0.5] \quad (9)$$

$$PATH' = (\lambda_{o, PATH=659, ROW=170} - \lambda_o) * 659/360 \quad (10)$$

(ただし  $0.5 \leq PATH' < 659.5$ ) \*1)

$$PATH = [(PATH' - 1)/N(\phi_{do}) + 0.5] * N(\phi_{do}) + 1 \quad (11)$$

PATH>659 のときは、PATH=1とする。

$\phi_{co, ROW=170}$  : ROW170に対応する地心緯度 (76.044°)

$\lambda_{o, PATH=659, ROW=170}$  : PATH659, ROW170に対応する経度 (-155.169°)

N( $\phi_{do}$ ) : 緯度に依存した間引き関数

「E-3 GRS格子点の分布」を用いて、ROW番号より求める。

\*<sup>1)</sup> PATH' と(PATH' + 659 \* n) (nは整数) は等価として扱い、PATH' の値がこの範囲に納まる様に変換する。

### (3) 南極領域

$$\phi_{co} = \tan^{-1}((b/a)^2 * \tan \phi_{do}) \quad (12)$$

$$ROW = [(\phi_{co, ROW=430} - \phi_{co}) / 0.358 + 431 + 0.5] \quad (9)$$

$$PATH' = (\lambda_{o, PATH=659, ROW=431} - \lambda_o) * 659/360 \quad (10)$$

(ただし  $0.5 \leq PATH' < 659.5$ ) \*<sup>1)</sup>

$$PATH = [(PATH' - 1)/N(\phi_{do}) + 0.5] * N(\phi_{do}) + 1 \quad (11)$$

PATH>659 のときは、PATH=1とする。

$\phi_{co, ROW=431}$  : ROW431に対応する地心緯度(-76.044°)

$\lambda_{o, PATH=659, ROW=431}$  : PATH659, ROW431に対応する経度(128.827°)

\*<sup>1)</sup> PATH' と(PATH' + 659 \* n) (nは整数) は等価として扱い、PATH' の値がこの範囲に納まる様に変換する。

### (4) 計算例

《例1》中緯度領域：北緯 36.00°、東経 139.367°（地球観測センター）

$$\phi_{co} = \tan^{-1}((b/a)^2 * \tan 36^\circ)$$

$$= 35.817^\circ$$

$$\gamma = 180 - \sin^{-1}(\sin 35.817^\circ / \sin I)$$

$$= 143.810^\circ$$

$$ROW = [143.810^\circ * 600 / 360.0 + 1]$$

$$= \underline{240}$$

$$\theta_o = \tan^{-1}(\cos 1 * \tan 143.810^\circ) + 180.0$$

$$= 174.429^\circ$$

$$\lambda_A = 139.367^\circ + 174.429^\circ + We * 143.810^\circ / W$$

$$= 323.398^\circ$$

$$PATH' = n / 360.0 * (\lambda_{A0} - 323.398^\circ)$$

(ただし  $0 < PATH' \leq 659$ )

$$= -594.109 \rightarrow 64.891 \quad (-594.109 + 659 * 1)$$

$$PATH = [64.891 + 0.5]$$

$$= \underline{65}$$

《例 2》南極領域：南緯 $78.583^\circ$ 、西経 $85.417^\circ$ （ビンソン山；南極大陸最高峰）

$$\begin{aligned}\phi_{co} &= \tan^{-1}((b/a)^2 * \tan(-78.583^\circ)) \\ &= -78.508^\circ\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}ROW &= [( \phi_{co, ROW=431} - (-78.508^\circ) ) / 0.358 + 431 + 0.5] \\ &= \underline{438}\end{aligned}$$

$$N(\phi_{do}) = 4$$

$$\begin{aligned}PATH' &= (\lambda_{o, PATH=659, ROW=431} - (-85.417^\circ)) * 659/360 \\ &= 392.186\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}PATH &= [(392.186 - 1) / 4 + 0.5] * 4 + 1 \\ &= \underline{353}\end{aligned}$$

## F 地球観測センターのデータ処理設備

## F 地球観測センターのデータ処理設備

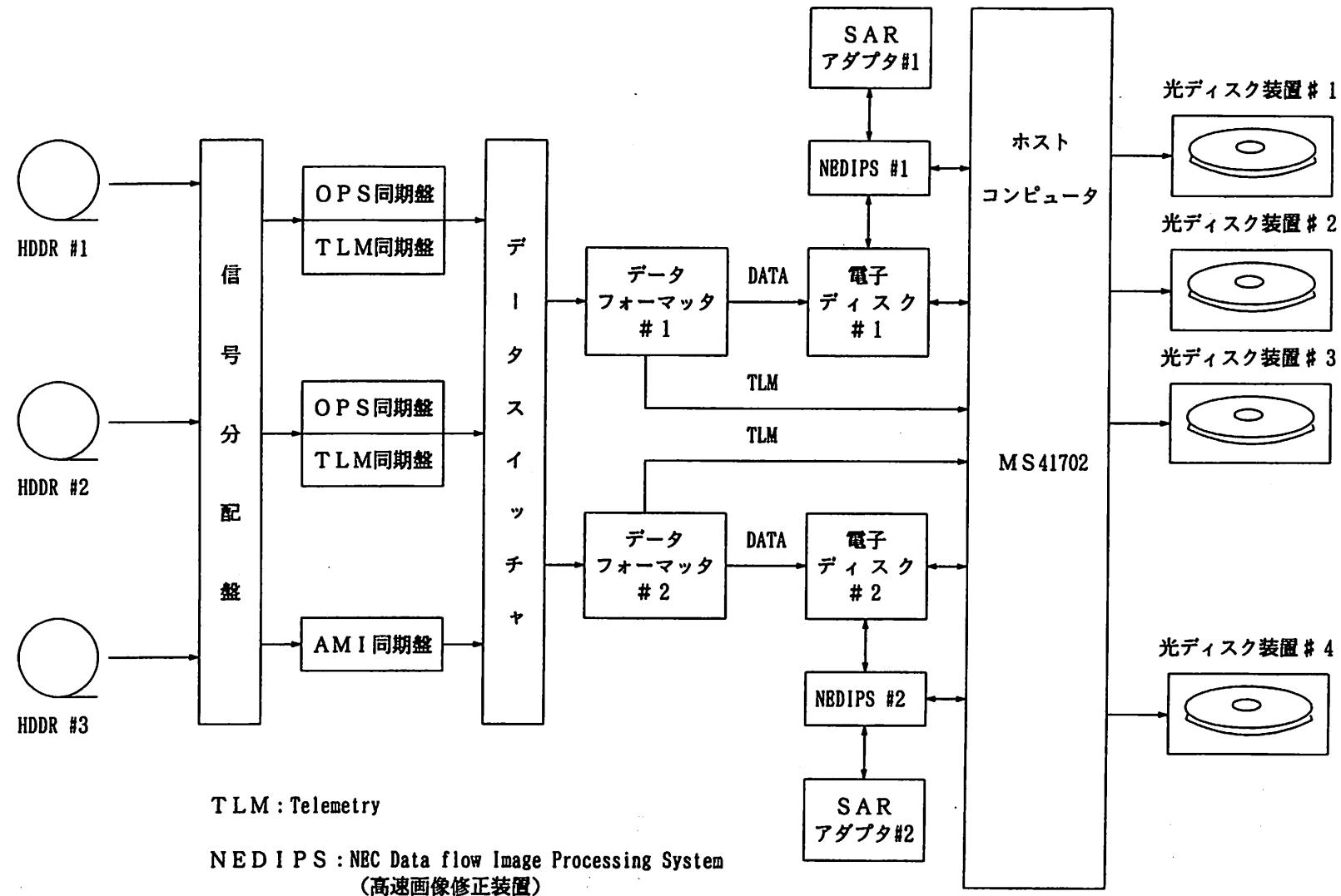
### F. 1 構成

データ処理設備は、各観測機器の地球観測データ、テレメトリデータおよび軌道データから、画像再生・歪補正処理、チェック処理およびデータベース管理を行う機能を持つ。

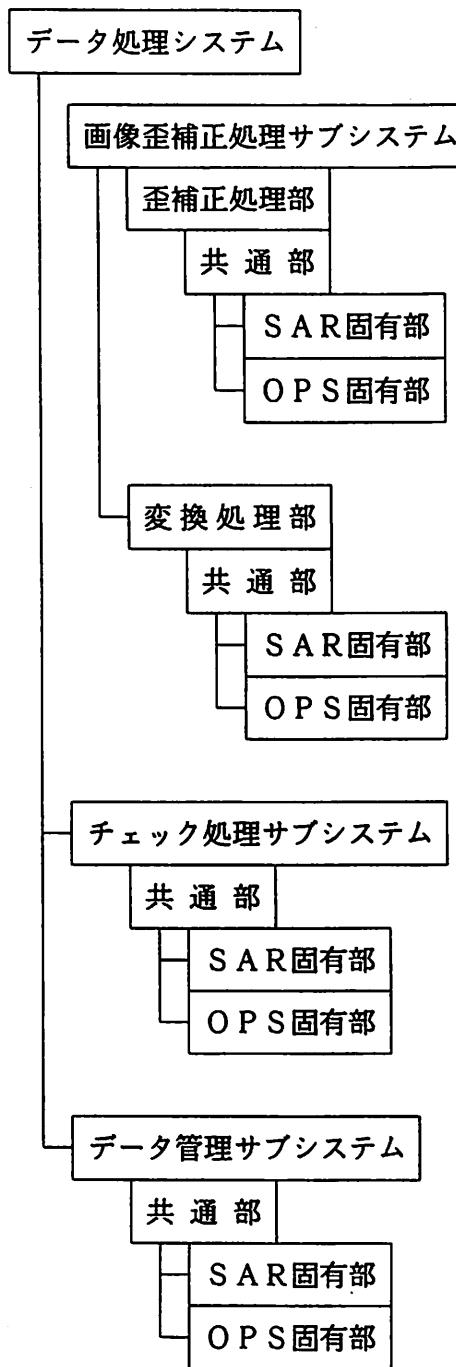
歪補正処理ではHDDTに記録されているSAR、OPS、テレメトリデータおよびミッション運用管理設備が入手した軌道データを用いて、各地球観測データに含まれる各種歪を除去し、補正済画像データを計算機適合テープ（CCT）および光ディスク（OD）に出力する。

図F-1-1にデータ処理設備のハードウェア構成図を、図F-1-2にデータ処理ソフトウェアの構成を示す。データ処理ソフトウェアは、画像再生・歪補正処理、チェック処理、データベース管理の3つのサブシステムから構成される。画像再生・歪補正処理サブシステムは、JERS-1から得られる画像データまたは物理量データに対し、歪補正または物理量抽出をし光ディスクまたはCCTに出力する機能及び出力された光ディスク、CCTに対し、媒体変換、フォーマット密度変換を行なう機能を有する。チェック処理サブシステムは、SAR、OPSの各センサの動作状態をチェックする目的で、SAR、OPS画像に対し画像表示、統計量計算、校正データ処理等の機能を有する。データベース管理サブシステムは、本設備内で保存するデータベースに対する管理機能（表示、変更、追加等）を有する。

サブシステムの関連図を図F-1-3に、データの処理レベルと処理機能を表F-1-3に示す。



図F-1-1 データ処理設備のハードウェア構成図



図F-1-2 データ処理ソフトウェアの構成

表F-1-1 チェック処理サブシステムの機能

サブシステム名	機能
チェック処理サブシステム	(1) メニュー表示処理 (2) 画像表示処理（統計量計量含む） (3) 画像データダンプ処理 (4) 画像データFD出力処理 (5) SARデータ入力処理 (6) SAR校正データ評価処理 (7) OPSデータ入力処理 (8) OPS校正データ評価処理

表F-1-2 データベース管理サブシステムの機能

サブシステム名	機能	備考
データベース管理サブシステム	(1) メニュー表示処理 (2) 定数データ編集 (3) 定数データ出力 (4) 定数データセーブ／リストア (5) 軌道データ出力 (6) 姿勢データ出力 (7) TLMデータ出力(SAR) (8) GCP登録(SAR) (9) TLMデータ出力(OPS) (10) GCP登録(OPS) (11) 暗電流係数算出 (12) 視線ベクトル評価 (13) TLMデータ出力(AMI) (14) GCP登録(AMI)	共通部 SAR固有部 OPS固有部 AMI (IMAGE) 固有部

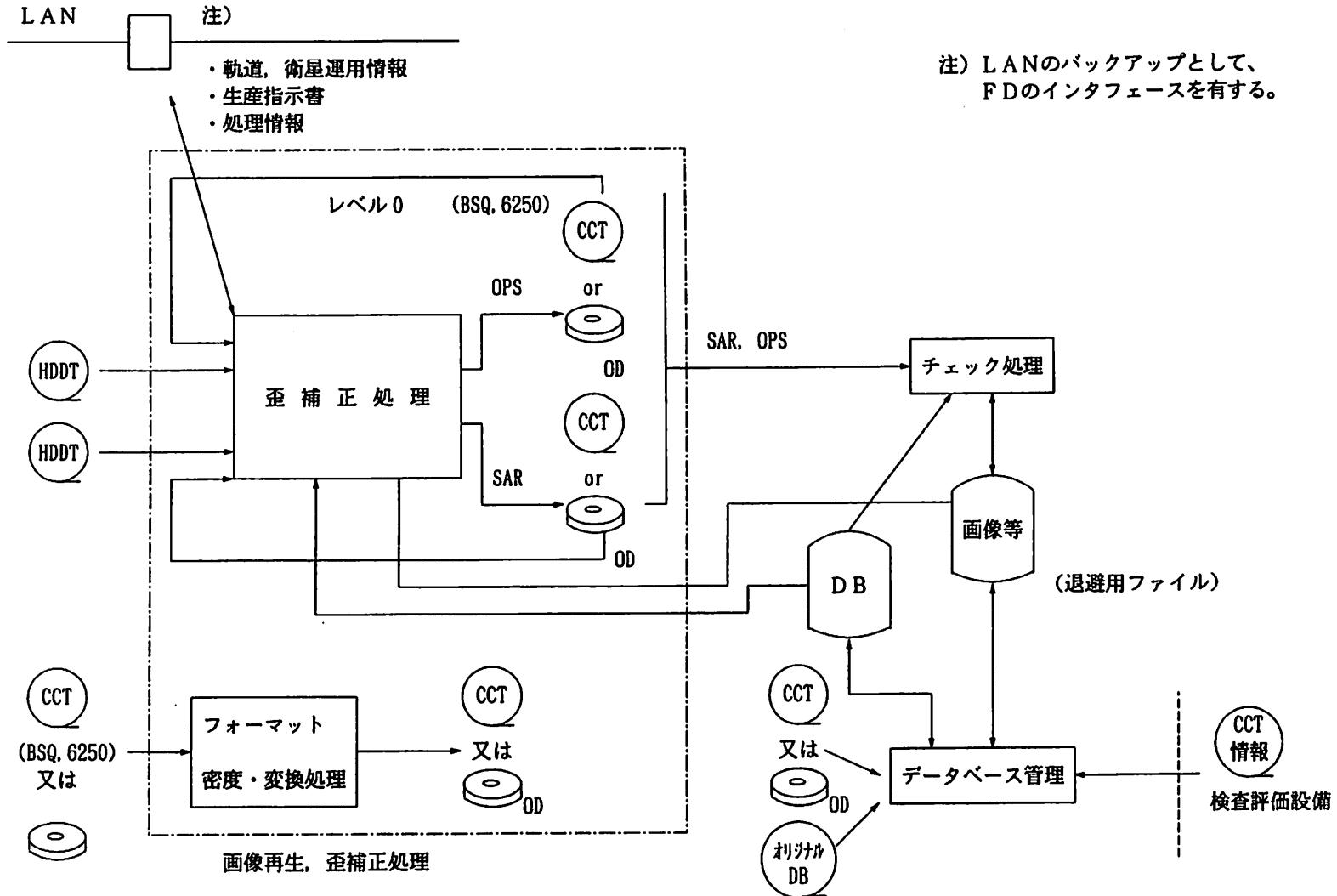


図 F - 1 - 3 サブシステム関連図

表F-1-3 処理レベルと処理機能

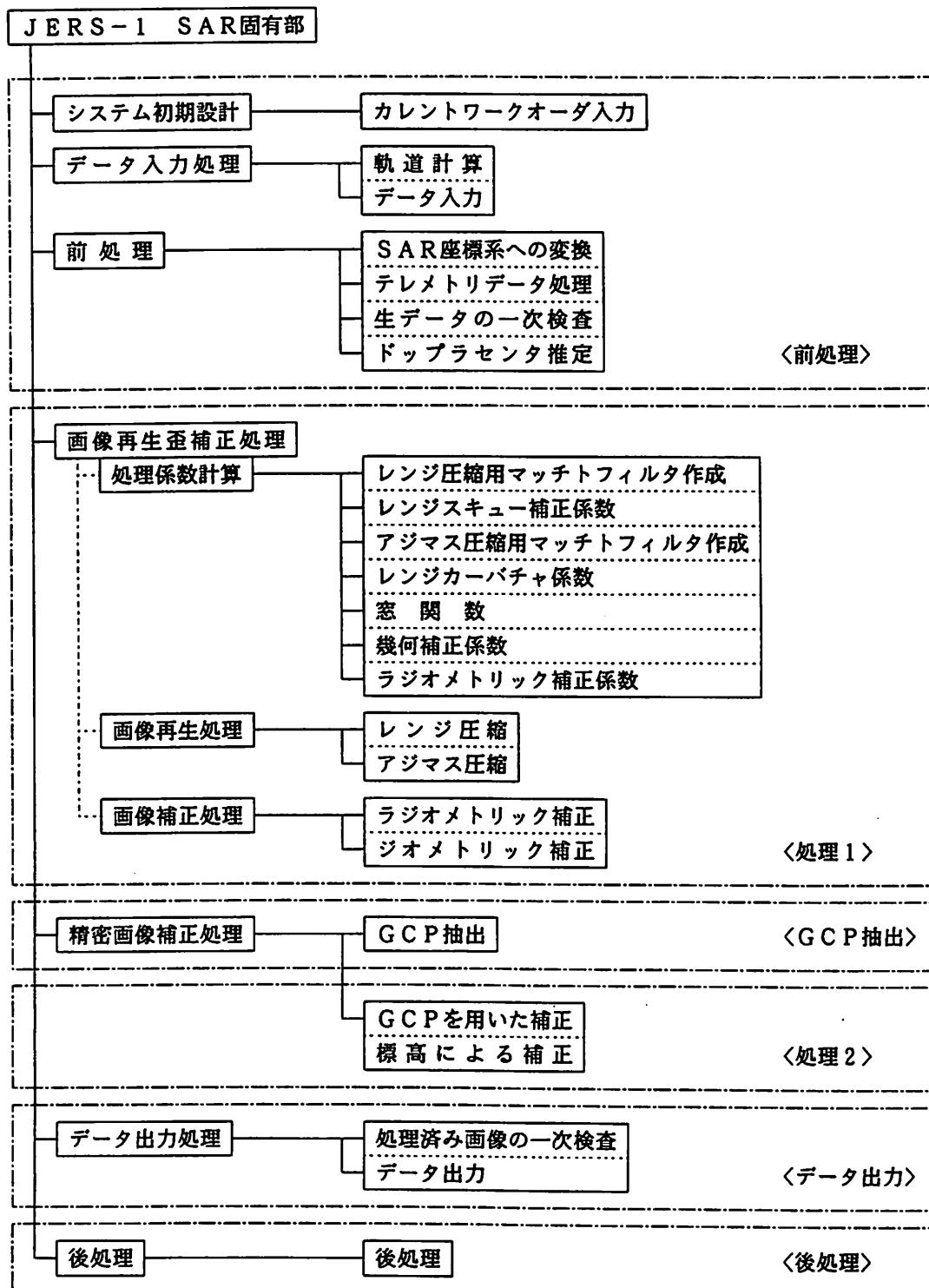
処理項目	主要機能項目	処理レベル						
		0	1.0	1.1	2.0	2.1	3	4
システム初期設定	カレントワークオーダ入力	○	←	←	←	←	←	←
データ入力処理	軌道計算	○						
	HDDT入力	○	←					
	CCT入力		○					
	OD入力		○					
	生データの一次検査	○	←					
前処理	SAR座標系変換		○					
	テレメトリデータ処理		○	←				
	ドップラセンタ推定		○	←				
画像再生歪補正処理								
処理係数計算	レンジ圧縮用マッチトフィルタ生成		○	←				
	レンジスキュー補正係数生成		○	←	←			
	アジャマス圧縮用マッチトフィルタ生成			○	○			
	レンジカーバチャ係数生成			○	○			
	窓関数生成		○	○	○			
	ラジオメトリック補正係数生成				○	←		
	ジオメトリック補正係数生成				○	○		
画像再生処理	レンジ圧縮		○	←	←	←		
	アジャマス圧縮			○	○	←		
画像補正処理	ラジオメトリック補正				○	←		
	ジオメトリック補正				○	←	←	←
精密画像補正処理	GCP抽出						○	○
	GCPを用いた補正						○	
	標高による補正							○
データ出力処理	出力画像の一次検査				○	○	○	○
	OD出力	○	○	○	○	○	○	○
	CCT出力	○	○	○	○	○	○	○
後処理	後処理	○	○	○	○	○	○	○

\* ←印は、左側の処理レベルとまったく同じ考え方で処理を実行するもの。

\* ○印は、該当レベルの処理機能が実行されるもの。

## F. 2 SAR処理ソフトウェア

SARデータに対する固有部処理ソフトウェアの構成を図F-2-1に示す。また、SAR固有部機能一覧を表F-2-1～F-2-3に示す。



図F-2-1 SAR固有部処理ソフトウェアの構成

表F-2-1 SAR固有部機能一覧 (1/2)

処理項目	主要機能項目	機能概要
前処理 システム初期設定	カレントワークオーダ入力	1シーンの処理内容を記入したカレントワークオーダを入力し、処理に必要なDBを入力し、補正情報ファイルを作成する
データ入力処理	軌道計算	補正情報ファイルから軌道衛星運用情報を入力し、補間処理を行う
	HDDT入力	HDDRを再生し、SAR生データを電子ディスクにTLMを磁気ディスクに格納する
	CCT入力	CCTより処理レベル0の生データを入力し電力ディスクおよび磁気ディスクに格納する
	OD入力	ODより処理レベル0の生データを入力し電力ディスクおよび磁気ディスクに格納する
	生データの一次検査	HDDTから入力した画像データおよびTLMの欠損数をチェックする
処理	SAR座標系変換	軌道データをSAR処理座標系に変換する
	テレメトリデータ処理	テレメトリ(H/K含む)を工学値変換し、リミットチェックする(一次検査)
	ドップラセンタ推定	ドップラセンタ周波数を推定処理し、処理結果が適切かどうか評価を行う
画像再生 歪補正処理		
処理係数計算	レンジ圧縮用マッチトフィルタ生成	チャーピ率等からレンジ圧縮用マッチトフィルタを算出し電子ディスクに格納する
	レンジスキュー補正係数生成	レンジスキュー補正に必要な時間シフト関数を求め、電子ディスクに格納する
	アジャマス圧縮用マッチトフィルタ生成	アジャマス圧縮用マッチトフィルタを計算し、電子ディスクに格納する
	レンジカーバチャ係数生成	レンジカーバチャ補正を行うために必要なパラメータを計算し、電子ディスクに格納する

表F-2-2 SAR固有部機能一覧 (2/2)

処理項目	主要機能項目	機能概要
処理係数計算	窓関数生成	DB化された窓関数を入力し、補正情報ファイルに格納する
	ラジオメトリック補正係数生成	ラジオメトリック補正用DBデータを入力し、電子ディスクに編集し、格納する
	ジオメトリック補正係数生成	グランド／スラント変換および地図座標系への変換用リサンプリング係数を電子ディスクに格納する。
<b>再生歪補正処理</b>		
画像再生処理	レンジ圧縮	レンジ圧縮を行いレンジスキューによるシフトをしながら小コーナーターンでながら電子ディスクに格納する
	アジマス圧縮	レンジ圧縮・小コーナーターン後のデータを用いてアジマス圧縮処理を行う（レンジカーバチャ補正含む）
画像補正処理	ラジオメトリック補正	テーブルによるラジオメトリック補正を実施する
	ジオメトリック補正	リサンプリング処理を行う。
<b>データ出力</b>		
	出力画像の一次検査	処理済み画像に対して一次検査を実施し、結果を補正情報に記録する
	OD出力	ODに処理済みデータを出力する。 (CEOSフォーマット準拠)
	CCT出力	CCTに処理済みデータを出力する (CEOSフォーマット準拠)
後処理		処理済み画像（レベル2.0以後）及びCCT情報を退避用画像（情報）および間引き画像フィルタに記録する。 処理情報をカレントワークオーダに格納する。 処理サマリをLPに出力する。

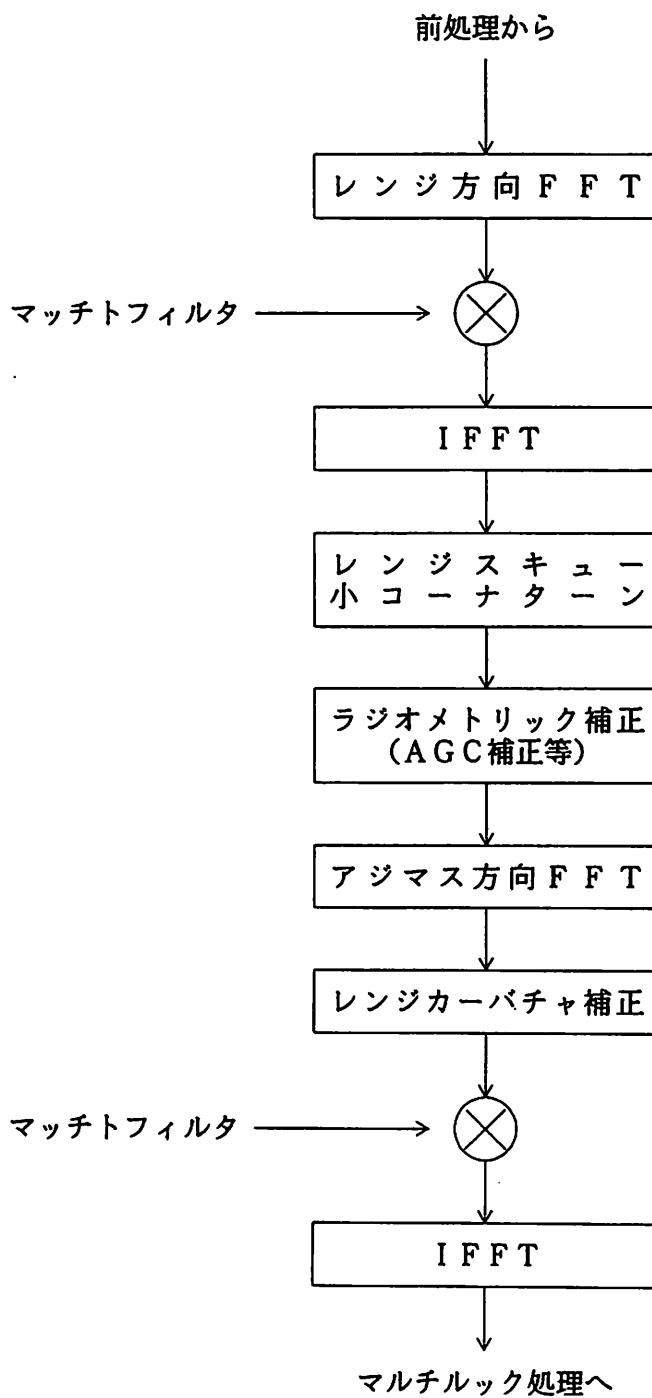
表F-2-3 特殊処理機能

処理項目	機能項目	機能概要
精密画像補正処理	CCP抽出	CCPを用いた補正（レベル3）および標高による補正で必要なCCP情報を抽出し、補正情報に記録する
	CCPを用いた補正	CCP情報を用いてリサンプリングを行ない地図座標系にマッピングする
	標高による補正	DTMによる標高データを用いてフォーショートニング補正を実施するとともに地図座標系にマッピングする

## F. 2. 1 画像再生処理

J E R S - 1 用処理設備では、実績や実用性を考慮してレンジドップラアルゴリズムによる周波数領域での相関演算処理を採用している。

図F-2-2に、処理の流れを示している。



図F-2-2 SAR画像再生処理フロー

## F. 2. 1. 1 レンジ圧縮

### (1) レンジ圧縮の原理

レンジ圧縮は、FFTを用いて周波数領域で処理する。

J E R S - 1 SARの送信部は、パルス繰り返し周波数PRFに同期して送信キャリア周波数Fcの線形チャーブ変調された信号を送信する。

送信部は、PRFごとに、 $\tau$ の送信パルス幅だけ図F-2-3に示す送信信号を出力する。

各送信パルス幅の中央を $t = 0$ とすると、次式で示される。

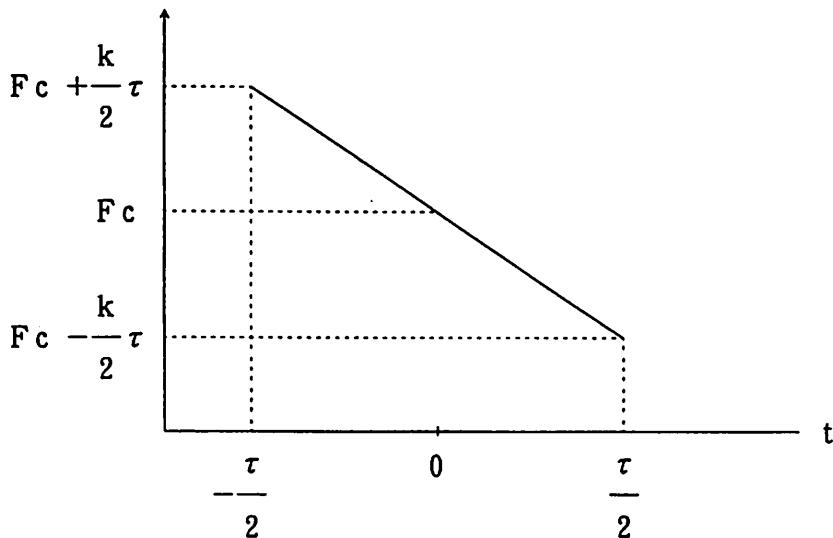
$$f(t) = \cos 2\pi(Fc + k/2 \cdot t)t \quad (F \cdot 2.1)$$

$$-\tau/2 \leq t \leq \tau/2$$

$F_c$  : 送信キャリア周波数

$k$  : チャーブ率 (J E R S - 1では負の値をとる)

$\tau$  : 送信パルス幅



図F-2-3 送信信号

(F・2.1) 式で示した送信信号に対して受信信号 $f_R(t)$ は、近似的に式(F・2.2)で示される。但しこの式でアンテナパターンおよび伝搬路での減衰は無視して受信信号の振幅は1にしてある。

$$f_R(t) = \exp j2\pi \left[ \frac{k}{2}(t-T_r)^2 - Fc \cdot T_r + Fd(t) \cdot (t-T_r) \right] \quad \left. \begin{array}{l} \\ \\ \end{array} \right\} (F \cdot 2.2)$$

$$\frac{\tau}{2} + T_r < t \leq \frac{\tau}{2} + T_r$$

式(F・2.2)の位相項中、第1項は送信チャーブ波成分、第2項は衛星とターゲット間の距離を電波が往復する時間により生じる位相遅れである。パルス繰り返し周期毎に衛星とターゲットの間の距離が変化し、この第2項の位相が変化する。この位相変化がアジャマス方向のドップラ成分となる。第3項は、衛星が移動しながら電波を送受信するため、電波の送信位置と受信位置が異なる事により生じる位相シフト成分である。ここでFd(t)は電波を送信してから受信するまでに衛星とターゲットの相対運動により生じるドップラー成分である。もし、衛星がパルス繰り返し周期毎に停止してSAR信号の送信及び受信を行った場合、送信位置と受信位置は同じとなり、この第3項の成分は0となる。また、通常のSARシステムではこの第3項は十分小さい無視できる量である。

上式がレンジ圧縮の入力信号となり、このマッチトフィルタとして、

$$g(t) = \exp j \{-2\pi(K/2 \cdot t^2)\} \quad (F \cdot 2.3)$$

$$-\tau/2 \leq t \leq \tau/2$$

を与える。

## (2) 機能概要

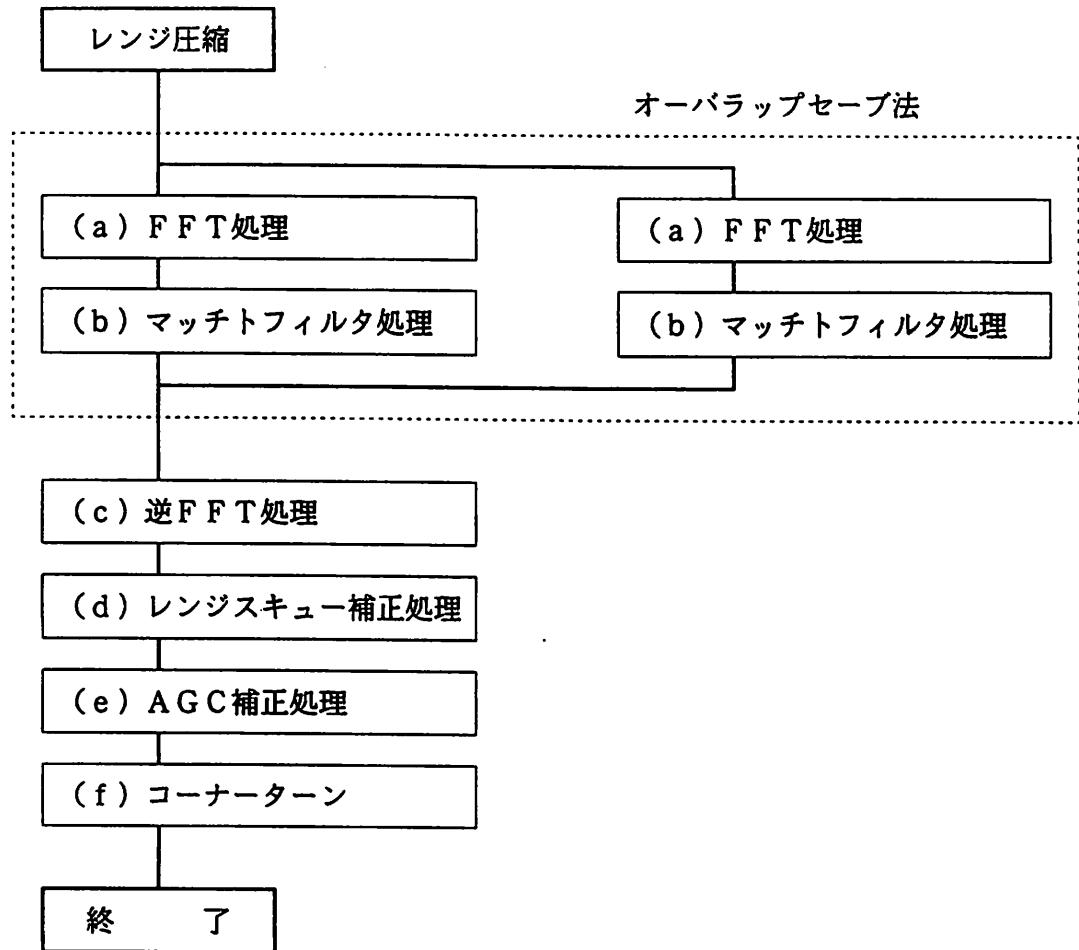
レンジ圧縮処理は、電子ディスクに格納されたデータを入力し、レンジ方向の相關演算を行い、結果を再び電子ディスクへ出力する。

圧縮処理は、FFTを用いて周波数領域で行なう。全体の処理フローを、図F-2-4に示す。

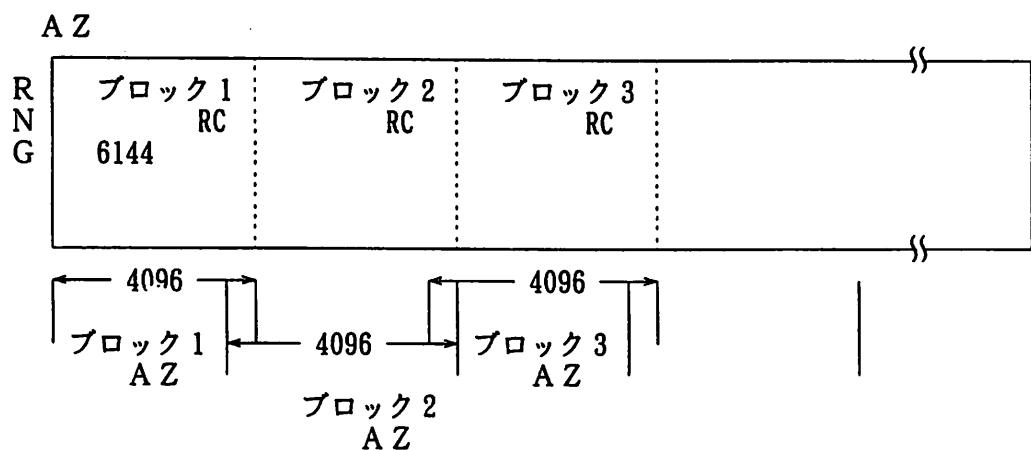
レンジ圧縮は、一シーン分のデータを一度に処理せず、アジャマス圧縮を一ブロック分処理するのに必要なデータ量を処理単位として行なわれる。

図F-2-5に処理ブロックの単位を示す。また、レンジ方向約6000点のデータを4096点の2回の処理を行ないオーバーラップセーブ法により連続出力データとする。図F-2-6にその内容を示す。

以上の手法により、処理ブロック単位でレンジ圧縮とアジャマス圧縮を交互に行ない、7ブロックで1シーンを処理する。

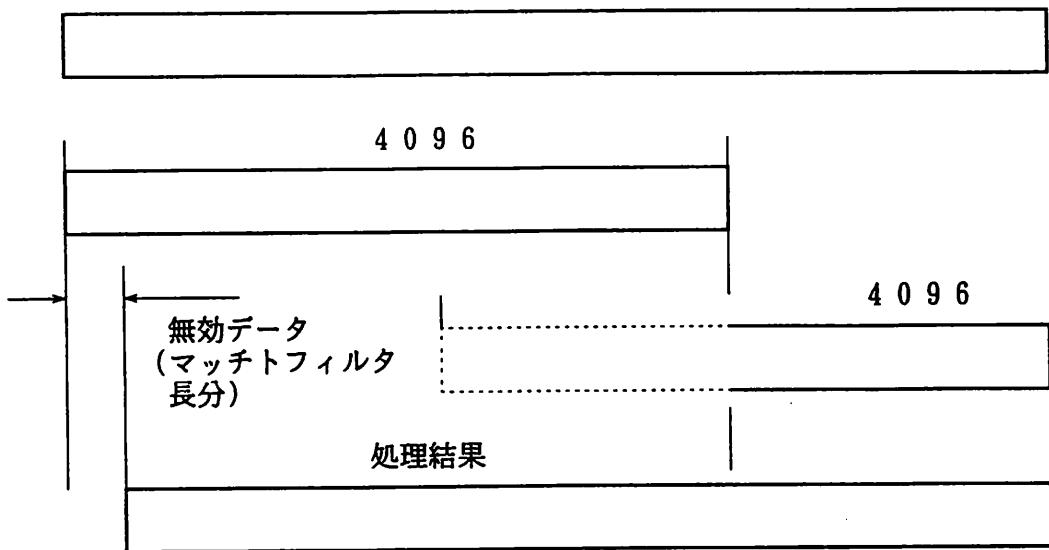


図F-2-4 アジマス圧縮フロー



図F-2-5 処理ブロック

### 元データ (6144)



図F-2-6 オーバーラップセーブ法によるレンジ圧縮

### (3) 機能詳細

#### (a) (順変換複素) F F T 处理

レンジ圧縮処理では、まず最初に電子ディスク内の生データを周波数領域へ変換する。

なお、この時のF F Tのサイズは、4096点である。

#### (b) マッチトフィルタ（窓関数乗算済み）乗算

周波数領域に変換されたデータに、前処理部で準備したマッチトフィルタを掛け合わせる。

#### (c) 逆（変換複素）F F T 处理

乗算結果に逆F F T処理を行ない、データを時間領域に変換する。

#### (d) レンジスキュー補正処理

時間領域に変換されたデータを、スキュー量だけシフトする。

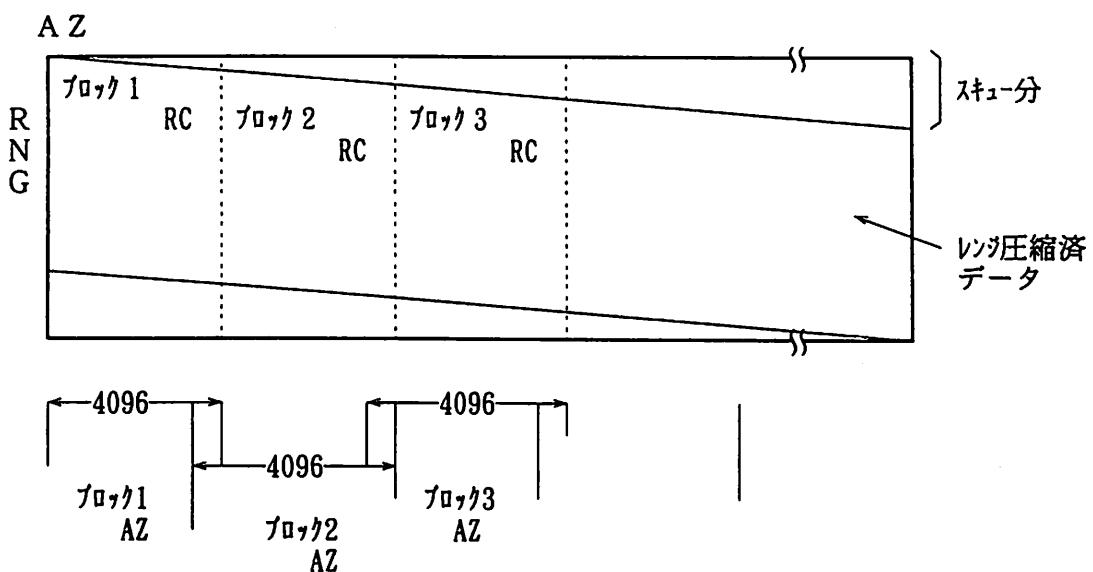
#### (e) A G C 補正

本機能は、ラジオメトリック補正を行う機能で、レンジ圧縮後のデータに対して行われる。

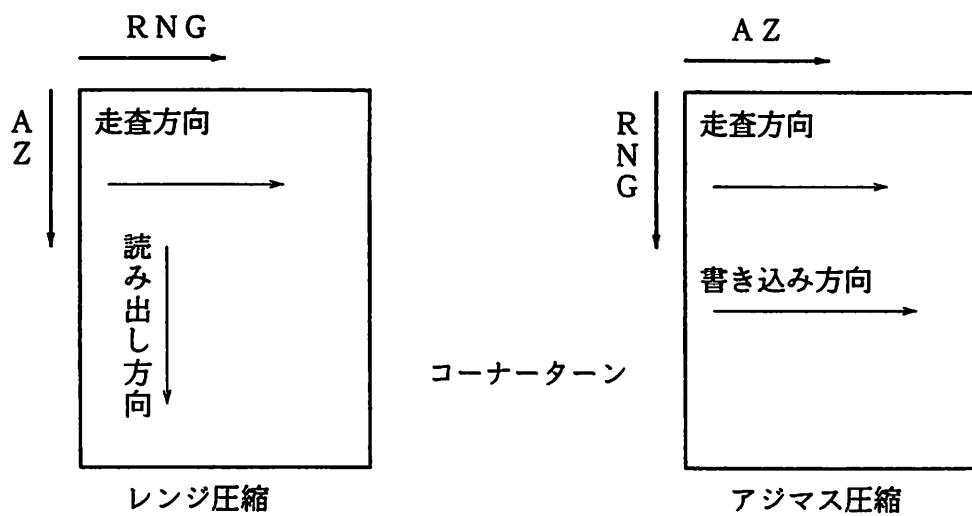
#### (f) コーナーターン

レンジ圧縮とアジャマス圧縮の走査方向が異なるため、レンジ圧縮結果を電子ディスクへ出力する時に走査方向の変換を行う。

図F-2-8にコーナーターンの動作を示す。



図F-2-7 レンジ圧縮とスキュー



図F-2-8 コーナーターン

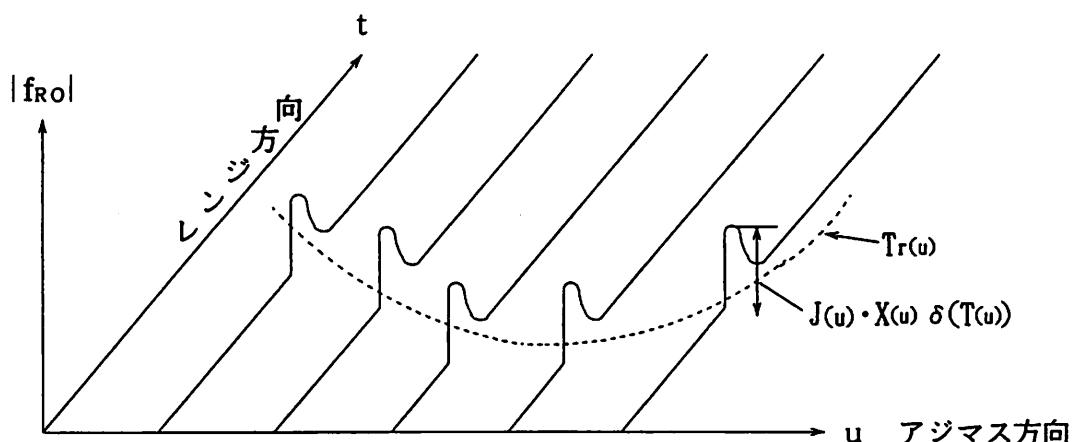
## F. 2. 1. 2 アジマス圧縮

### (1) アジマス圧縮の原理

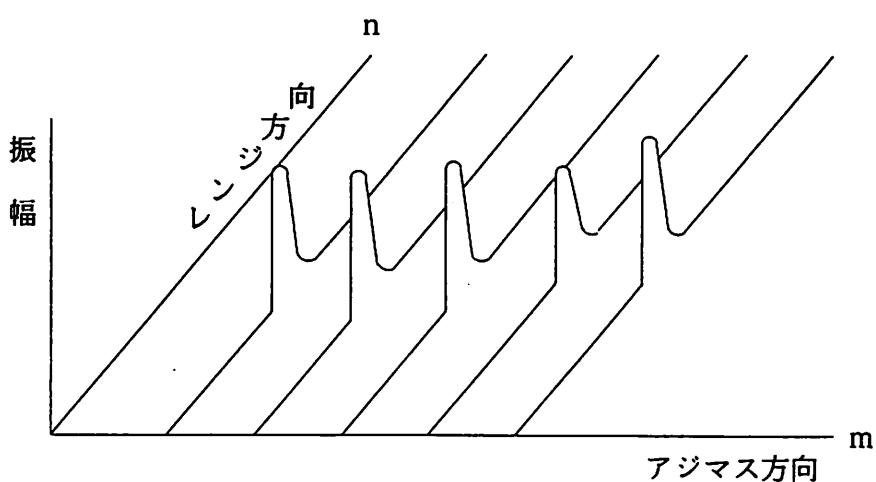
アジマス圧縮は、レンジ圧縮後の出力をその位相回転項と共に役な参照関数と相関をとることで行われる。

この位相回転項は、 $F_d$ 、 $T_r$  の関数となっており、前述のようにプラットフォームの高度、速度、ターゲットの速度等により決定される。

レンジ圧縮出力の1点のエネルギーは、図F-2-9に示すように $T_r(u)$ の関数でレンジ方向に分布しており、アジマス圧縮を行う際、レンジカーバチャ補正を行い図F-2-10に示すように、アジマス方向に一直線上に並べ直す。



図F-2-9 レンジ圧縮出力



図F-2-10 レンジカーバチャ出力

レンジカーバチャ補正された信号は、次式に示される。

$$\begin{aligned} f_r(n, m) &= J(m) \cdot X(m) \cdot \exp 2\pi j (F_d(n) - F_c) Tr(n) & n = Tr(m_0) \\ f_r(n, m) &= 0 & n \neq Tr(m_0) \end{aligned} \quad (F \cdot 2.4)$$

上式で  $m_0$  は、一般にアンテナビームセンタにとられる。

また、  $F_d(m) \cdot Tr(m) \approx \text{const} = \phi_c$  であるため

$$f_r(n, m) = J(m) \cdot X(m) \cdot \exp 2\pi j (-F_c Tr(m) - \phi_c) \quad (F \cdot 2.5)$$

ここで、  $Tr(m)$  は衛星から出力した電波が再び受信されるまでの時間であり、時間の二乗で変化する。従って、上式もやはりチャーブ波となりレンジ圧縮と同様に圧縮される。

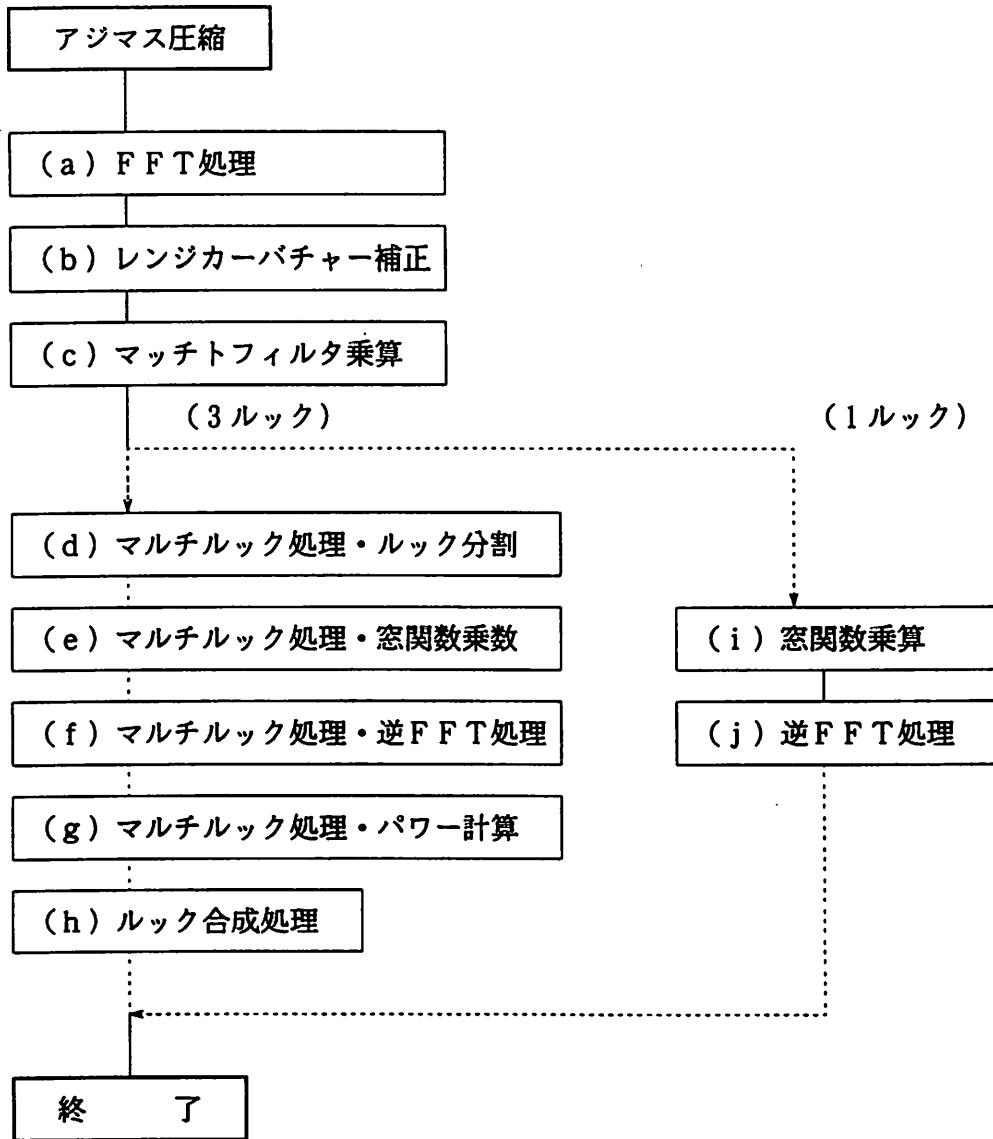
## (2) 機能概要

アジャマス圧縮もレンジ圧縮と同様に周波数領域での相関演算処理を行う。処理フローを、図F-2-11に示す。

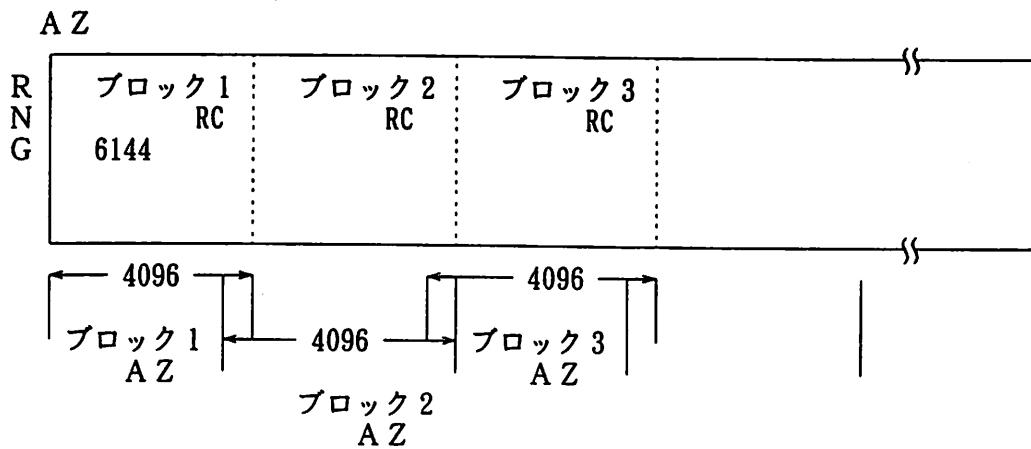
アジャマス圧縮は、レンジ圧縮と交互に、アジャマス方向4096ライン単位を処理ブロック単位とし（図F-2-12）、さらに内部の処理基本単位は16レンジラインとする。レンジカーバチャ係数やマッチトフィルタの変更をこの単位で行う。

周波数領域への変換は、4096点のFFTを用いて行う。このため、レンジ圧縮の処理ブロックは、アジャマス方向の4096ライン分のデータを作成する単位となる。

また、本処理は、マルチルック数により異なる。



図F-2-11 アジマス圧縮フロー



図F-2-12 処理ブロック

### (3) 機能詳細

#### (a) F F T処理

アジマス圧縮処理では、4096点のF F Tにより、データを周波数領域に変換する。

#### (b) レンジカーバチャ一補正

F F T済みのデータから、前処理で計算したレンジカーバチャ関数に従い、並べ替えを行ったデータを作成する。

このとき、レンジピクセルの中点データは、レンジ方向のデータ4点からキュービックコンボリューションによって補間する。

図F-2-13にレンジカーバチャ補正の動作を示す。

#### (c) マッチトフィルタ乗算

レンジカーバチャ一補正が済んだデータにマッチトフィルタの乗算を行う。

マッチトフィルタは、前処理で電子ディスク内に格納したのを用いる。

#### (d) マルチルック処理・ルック分割

マッチトフィルタの乗算が終了したデータを処理対象の3ルックに分割し、各ルック毎に、領域をオーバーラップさせながら2048点のデータを3組取り出す。

#### (e) マルチルック処理・窓乗算

前項のデータに対し、ルック毎のデータに、指定されている窓を掛け合わせる。

#### (f) マルチルック処理・逆F F T

ルック毎に、2048点の逆F F Tを行う。

#### (g) マルチルック処理・パワー計算

ルック毎に複素データを実数化（パワー化）する。

#### (h) ルック合成処理

各ルックの対応する画素の重ね合わせを行う。

図F-2-14にマルチルックおよびルック合成処理の動作を示す。

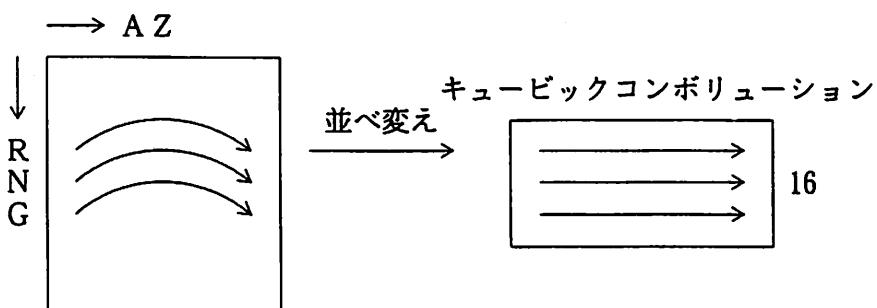
#### (i) (1ルック処理・) 窓関数乗算

マッチトフィルタの乗算が終了したデータに、指定の窓を掛け合わせる。この場合の窓は、4096点である。

#### (j) (1ルック処理・) 逆F F T

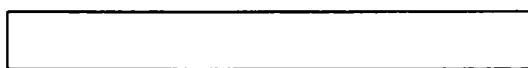
4096点の逆F F Tを行い、データを時間領域に変換する。

レンジカーバチャメモリ



図F-2-13 レンジカーバチャー補正

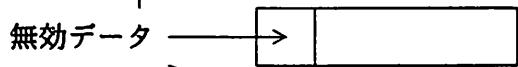
1 ブロックデータ



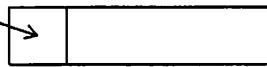
ルック 1



ルック 2



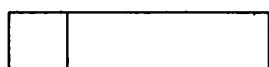
ルック 3



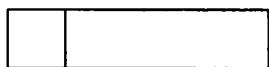
次ブロックデータ



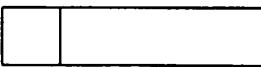
ルック 1



ルック 2



ルック 3



ルック 1 ~  
ルック 3

重ね合わせデータ



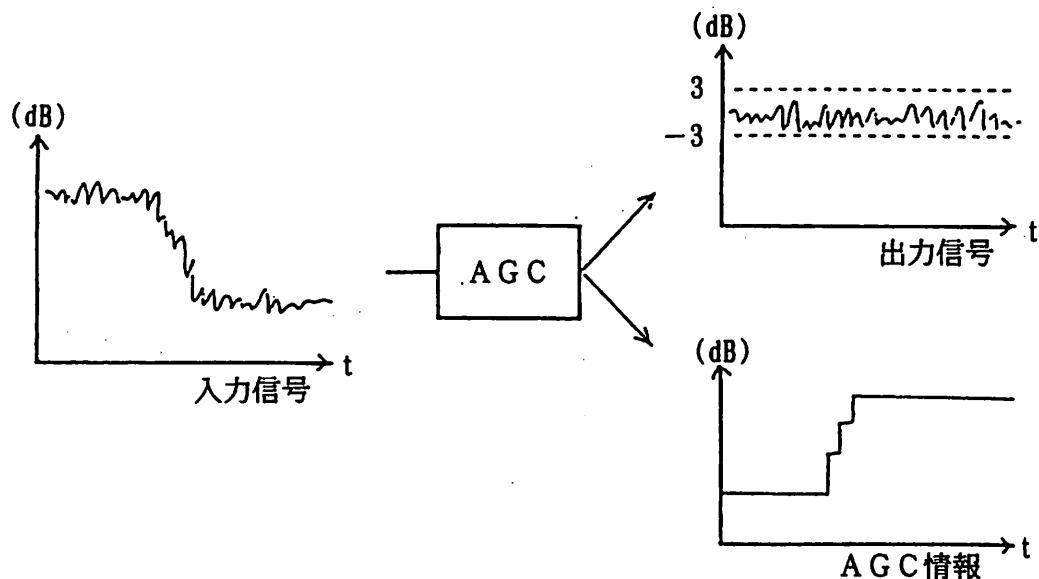
図F-2-14 マッチルック処理

## F. 2. 2 ラジオメトリック歪補正

SARの再生データは、入射角の違い等システム特有な影響、アンテナパターンの変動、送受信電力の変動、電送系・量子化等のノイズなど様々な要因からラジオメトリックな歪を有しているため、再生画像を補正する必要がある。これらを補正するため、本設備で行なわれる補正処理について、以下に説明する。

### F. 2. 2. 1 AGC補正

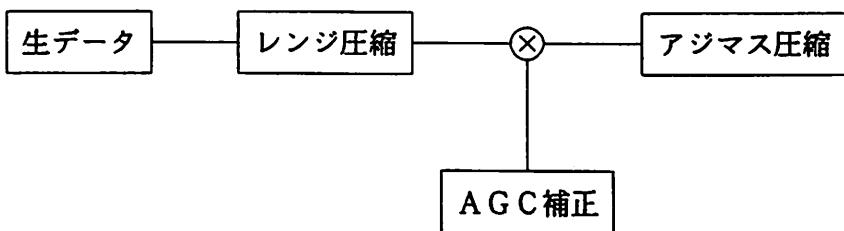
AGC (Automatic Gain Control) は、入力信号の強度の変化を追従して利得を自動的に制御し、出力信号を一定の幅の中に保持する方式である。JERS-1では、64/P RF毎に64回分の受信信号の強度を平均し、次の受信信号の利得制御に反映させ、出力信号レベルが  $0 \text{ dBm} \pm 3 \text{ dB}$ となるように調節している。AGCによって、大きなダイナミックレンジ幅を、小さい量子化ビット数で補償することが可能であり、高分解能を保持できる(図F-2-15)。しかしその反面、本来受信信号が持っていた情報を欠落させてしまうので、その情報を復元するための補正が必要となる。



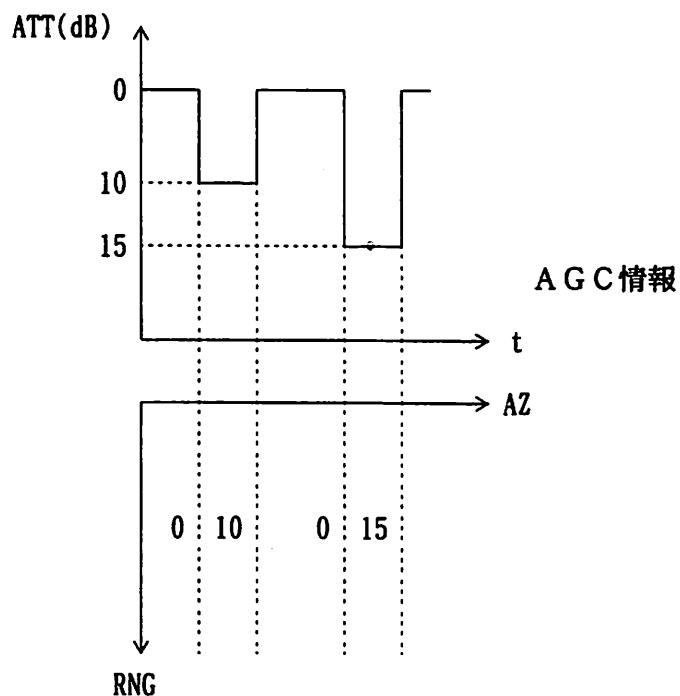
図F-2-15 AGC (Automatic Gain Control)

AGC補正是、レンジ圧縮後のデータに対して、TLMに記録されているAGC情報(減衰量)を与えることにより行う(図F-2-16)。AGC補正量は、レンジ方向では一定であるが、

アジマス方向では変化するので、アジマス圧縮後では補正が困難となるからである（図F-2-17）。



図F-2-16 AGC補正（処理フロー）



図F-2-17 AGC補正量と処理方向の関係

AGC補正を行うため、以下に示す変換式を使用する。レンジ圧縮後で補正する場合、窓関数、オーバーラップ率等の影響に注意しなければならない。これらを考慮して(F-2.6)式の定数a, bを決定し、本来の情報を持った値となるよう補正を行う。

$$P' = a * P + b \quad \dots \quad (F-2.6)$$

$P'$  : 補正後のレンジ圧縮出力      a : AGC減衰量から求められる係数

P : レンジ圧縮出力      b : AGC以外の影響から求められる係数

### F. 2. 2. 2 テーブルによる補正

パワーに変換されたSAR画像の信号強度は、目標となる物体の後方散乱係数だけでなく、以下に示す歪の要因によって変化する。画像を有効に利用するには、これらの要因を取り除き、再生画像を補正する必要がある。

#### 【ラジオメトリックな歪の原因】

- ・空間伝播路長による影響
- ・システム特有な影響（入射角の違いによる影響等）
- ・アンテナパターンの変動
- ・送受信電力の変動
- ・電送系、量子化等のノイズ
- ・その他様々な要因

ラジオメトリック補正は、測定された信号強度（パワー値）から、後方散乱係数に直結したデータを求める。

本処理では、入力データ値を補正用テーブルにより次の式を使って変換を行う。

$$P'_{ij} = a_{ij} * P_{ij} \quad \dots \quad (F-2.7)$$

但し、 $a_{ij}$ は図F-2-18に示すように、8ピクセル、8ライン毎に係数を有する。

$k-1$	$2$	$3$	$\text{INT}(n-1)/10 + 1$
$i-1$	$1011$	$2021$	$n$
1	J	a	
1	1		
2			
3			
10			
211			
...			

$\text{INT}(n-1)/10 + 1$

図F-2-18 ラジオメトリック補正テーブル

空気伝播路長の影響というのは、ニアレンジとファーレンジの行路差によるものである。

図F-2-17、図F-2-18より、 $R_{NR}$ 、 $R_{PR}$ は次式のようになる。

$$R_{NR} = (7 / (P RF) + T_1 + T_3) * C / 2 \quad \dots \dots \dots (F \cdot 2.8)$$

$$R_{PR} = R_{NR} + T_s * C / 2 \quad \dots \dots \dots (F \cdot 2.9)$$

C : 光速

$T_s$  : サンプリング時間 ( $= 360 \mu\text{sec}$ )

ニアレンジからの受信電力 $P_{NR}$ は、レーダ方程式により

$$P_{NR} = P_T * G^2 * \lambda^2 * \sigma_0 / ((4\pi)^3 * R_{NR}^4) \quad \dots \dots \dots (F \cdot 2.10)$$

$P_T$  : 送信電力

G : アンテナ利得

$\lambda$  : 波長

$\sigma_0$  : 後方散乱係数

となる。ここで $P_{NR} = 1$  とすると、(F·2.10)式より

$$R_{NR}^4 = P_T * G^2 * \lambda^2 * \sigma_0 / (4\pi)^3 \quad \dots \dots \dots (F \cdot 2.10)'$$

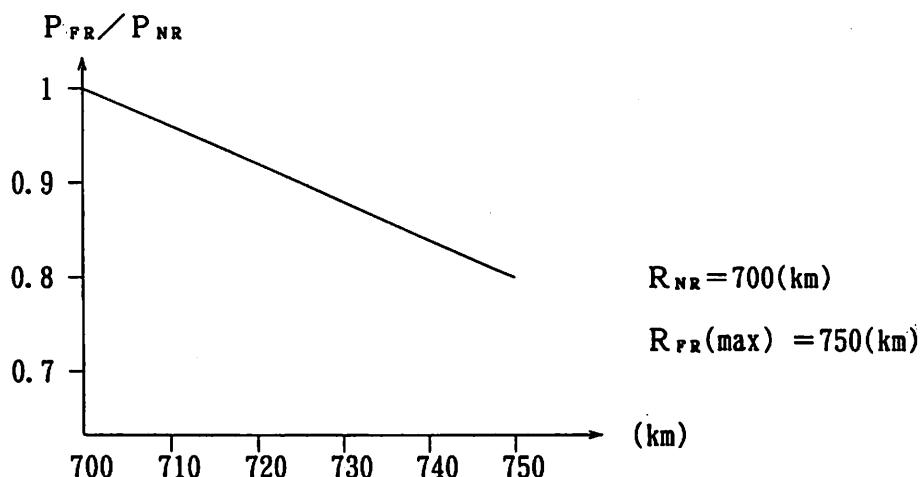
となる。同様に、ファーレンジからの受信電力 $P_{PR}$ は

$$P_{PR} = P_T * G^2 * \lambda^2 * \sigma_0 / ((4\pi)^3 * R_{PR}^4) \quad \dots \dots \dots (F \cdot 2.11)$$

(F·2.11)式に(F·2.10)'式を代入して

$$\begin{aligned} P_{PR} &= R_{NR}^4 / R_{PR}^4 \\ &= (R_{NR} / R_{PR})^4 \quad \dots \dots \dots (F \cdot 2.12) \end{aligned}$$

となり、これが大気による減衰量である。 $P RF$ 、 $T_1$ 、 $T_3$  は可変であり、それによって $R_{NR}$ 、 $R_{PR}$ 値が変化し、空気伝播路長による減衰量にも影響が出る。図F-2-19に、その一例を示す。

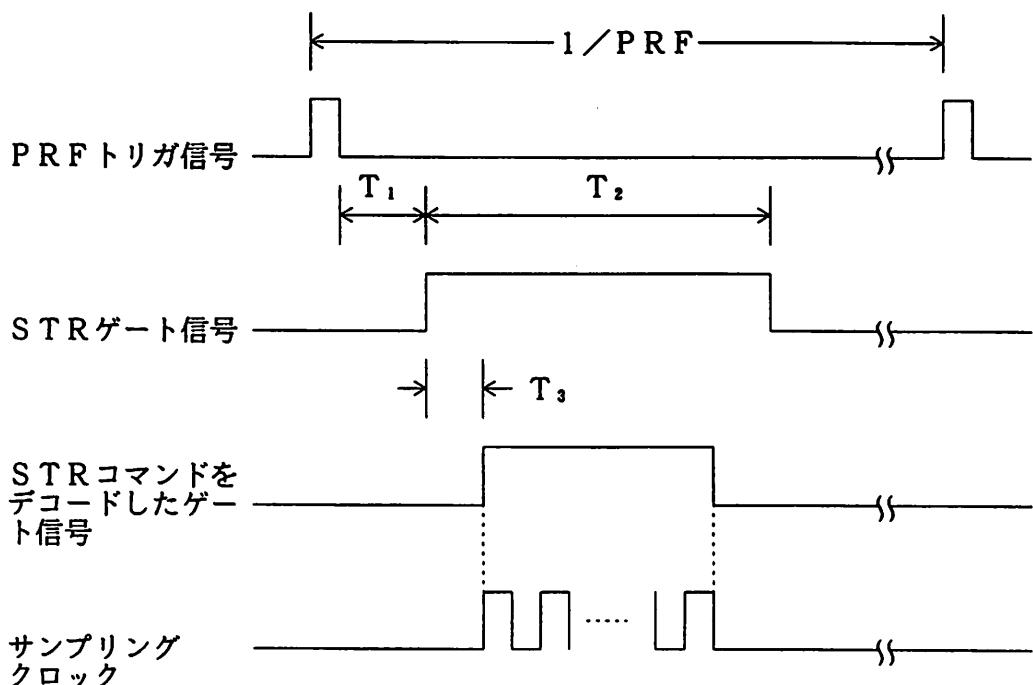


図F-2-19 大気による減衰量

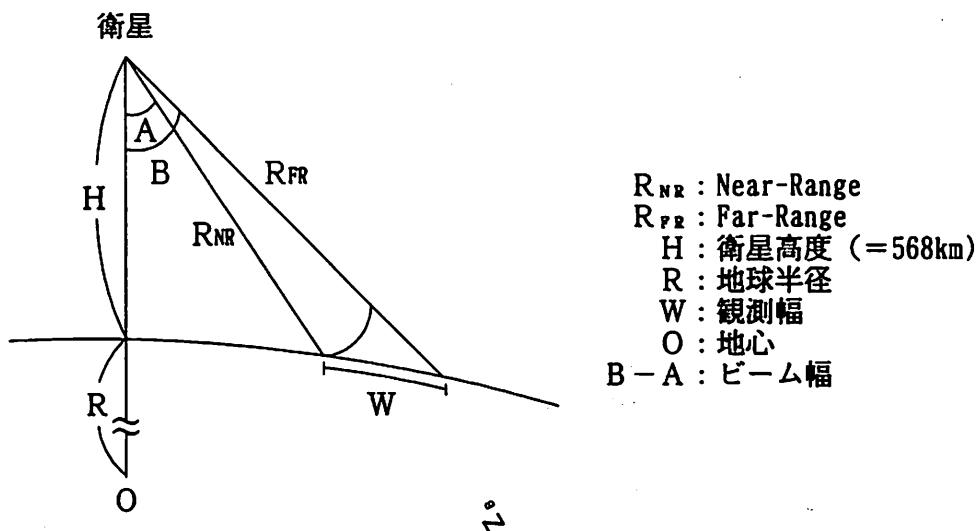
この減衰量は、(F-2.7)式の係数  $a_{k1}$  に、含まれる。

なお、本処理設備で補正を行うのは、以下に示す5項目である。

- S T C (Sensitivity Time Control)
- 空間伝播路長
- アンテナパターン
- 送信電力
- A G C



図F-2-20 観測モード時のサンプル時間



図F-2-21

### ラジオメトリック DB

ラジオメトリック補正係数を作成するのに必要なデータベース (DB(SAR.R)) は、STC、アンテナパター、空間伝播路長差の3種類がある。

STCの係数を算出する場合は、サンプリング周波数を入力し、アンテナパターの係数を計算する場合は、角度間隔と衛星の種類の各パラメータを用いてDBに値をセットする。

以下、DBへのデータをセットする実例を示し、その方法について説明する。

#### a) STC (Sensitivity Time Control)

STCは、アンテナ放射パターンに対応して観測幅(走査幅)内の信号レベルを一定に保つという機能を果たす。

DBのアドレスIにおける設定値を以下に示す。DBのステップ幅は、

$$\Delta T = (1/F_SAMP) * I$$

である。

あるアドレスIにおける時刻Tを

$$T = (1/F_SAMP) * I$$

ただし、F\_SAMP : サンプリング周波数

$$I = 1 \sim 8192$$

とする。

ここで、ラグランジェ補間を使ってTにおけるdB値を求める係数を計算する。

減衰量 (dB) は、

$$y \text{ (dB)} = 20 * \log_{10} (b/a)$$

(a : 入力振幅 b : 出力振幅)

で表される。

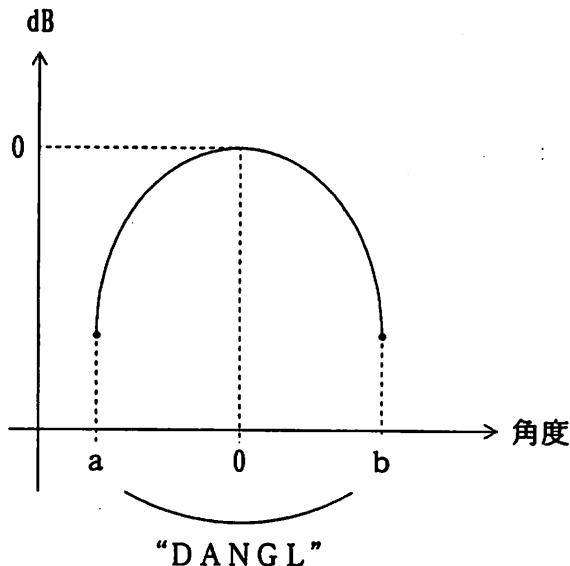
ラジオメトリック補正はパワーに対して行われるので、係数を2乗する必要がある。よって DB に格納すべき係数 (STC) を RSTC とすると

$$RSTC = (10^{y/20})^2 = 10^{y/10}$$

である。

b) アンテナパターン

○ アンテナパターン図 (JERS-1の場合、図F-2-22の角度 a、b の間の角度間隔を “DANGL” とする。)



図F-2-22 アンテナパターン

○ 図F-2-22の a、b は

$$a = -DANGL/2$$

$$b = DANGL/2$$

○ 1024コのデータ(角度)は、

THE TA

$$= a + (DANGL/1023) * (I-1)$$

$$= -(\text{DANGL}/2) + (\text{DANGL}/1023) * (I-1)$$

(ただし、 $I = 1 \sim 1024$ )

で求めることができる。

- 上で求めた角度 (THETA) より、ラグランジエ補間を使って、THETAに対応する 1024コの dB 値を算出する。
- 1024コの dB 値からそれぞれのデータに掛ける係数を計算し、この係数をデータベースに格納する。

dB 値より係数を求める方法は、STCと同じであるが、ラグランジエ補間を使って求めた dB 値の逆符号の 2 倍（往復を考慮）を DB 値とする。

角度(degree)	減衰量(dB)
:	:
-6.365	-27.46
-5.833	-25.48
-5.301	-16.26
-4.77	-11.5
-4.239	-8.31
-3.708	-5.97
-3.178	-4.18
-2.648	-2.8
-2.118	-1.78
-1.588	-0.97
-1.059	-0.43
-0.529	-0.11
0	0
0.529	-0.09
1.059	-0.4
1.588	-0.92
2.118	-1.69
2.648	-2.74
3.178	-4.12
3.708	-5.91
4.239	-8.27
4.77	-11.48
5.301	-16.31
5.833	-25.81
6.365	-27.26
:	:
:	:

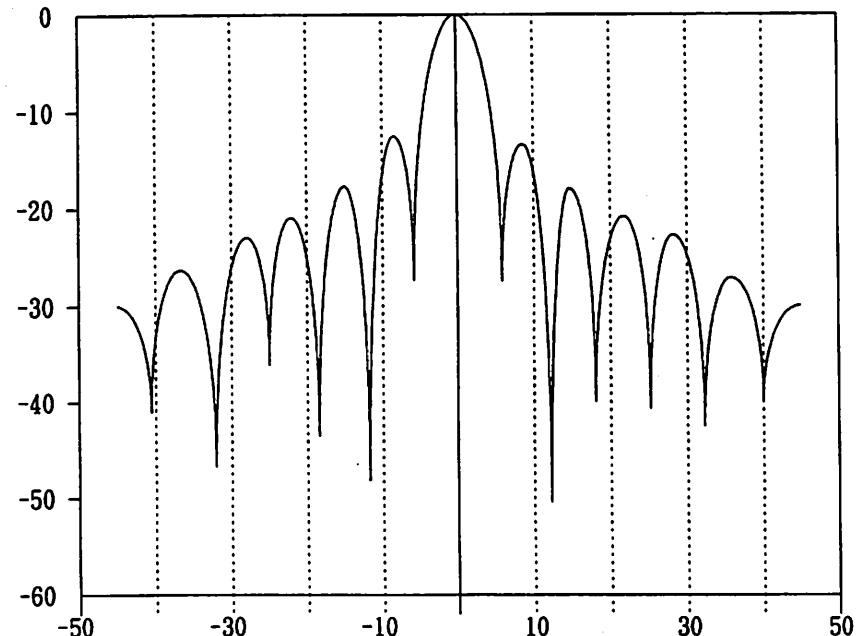
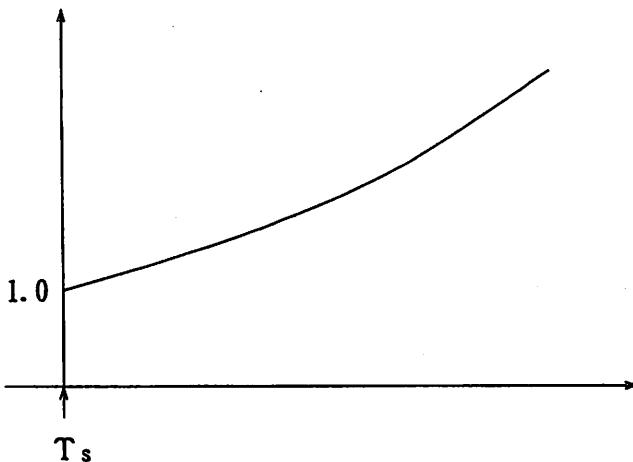


図 F - 2 - 23 アンテナパターン (E-L)



図F-2-24 相対ゲイン値

$T_s$  の時のパワー値を 1 とした場合の相対ゲイン値を設定する。 (図F-2-24)

1 例として、SARにおけるシステム最小受信時刻を基準とすると

$$T_s = n / P R F$$

(ただし、PRF : パルス繰り返し周波数、JERS-1 の  
時  $n = 7$ )

となる。

DB のステップ幅  $\Delta T$  を以下の式で定義する。

$$\Delta T = (1 / F S A M P) * 4$$

ただし、FSAMP はサンプリング周波数

ここで、時間と衛星からDB にあるアドレス (I) に対応したターゲットまでの距離R(I) の関係は、以下の式で表すことができる。

$$R(I) = (T_s + \Delta T * (I - 1)) * C / 2$$

(C : 光速)

また、衛星からニアレンジまでの距離RN R は

$$R N R (n / P R F) * C / 2$$

ただし、JERS-1 の時  $n = 7$

E RS-1 の時  $n = 9$

である。

この時、DB に格納すべき係数 (空間伝播路長差) は、 $(R N R / R(I))^4$  の逆数である。

## F. 2. 3 ジオメトリック補正

SARの再生データには、下記に上げる原因によるジオメトリックな歪が含まれる。

- ・センサ構成に起因するもの
- ・プラットフォームの変動に起因するもの
- ・対象物に起因するもの

これらを補正するため本設備では、圧縮再生した画像に対し、標準処理としてのジオメトリック補正を行う。

ジオメトリック補正については、以下のように、補正の内容が処理レベルに対応する。

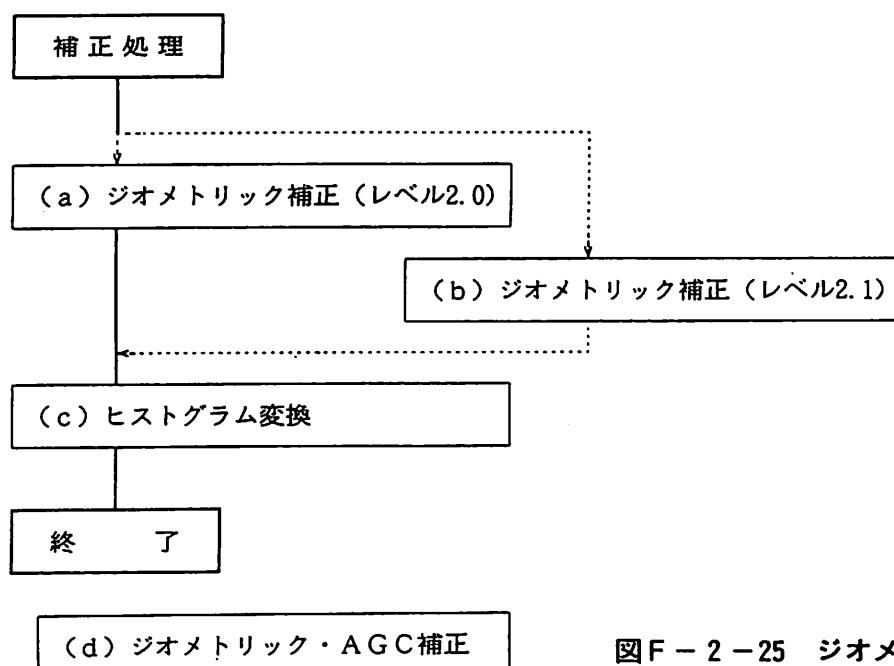
SAR画像に含まれるジオメトリックな歪には、センサのシステムパラメータ情報やプラットホームの軌道・姿勢情報を用いて補正できる歪と、これらの情報だけでは、補正できない歪があるが、前者の歪を補正した処理レベルを、2.0 及び 2.1（本処理機能）とし、後者の歪を補正したものと、レベル3及び4とする。

さらに、レベル2.0は、AGC補正、グランドレンジ／スラントレンジ補正を実施したものであり、レベル2.1は、この補正に加えて地図投影のために座標変換した処理となる。ただし、処理機能としての違いは、幾何補正係数値の算出の違いとなり、本機能での処理内容は変わらない。

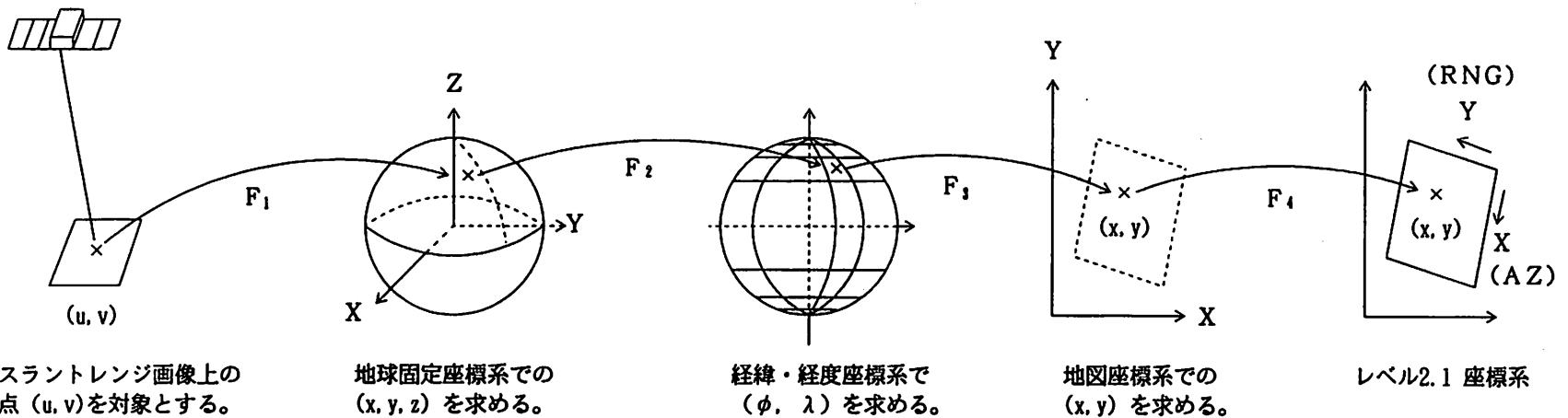
また、AGC補正は、レンジ圧縮時に行う。

なお、レベル3は、GCPを用いて補正したものであり、レベル4は、DTMを用いてフォーショートニングを補正し地図座標にマッピング（ジオコーディング）したものである。

ジオメトリック補正の概念図（レベル2.1処理用）を図F-2-26に示す。



図F-2-25 ジオメトリック補正フロー



$(u, v)$  と  $(x, y)$  の関係から  $(x, y)$  から  $(u, v)$  を求める変換式を作る。

擬似アフィン変換式

$$u = a x + b y + c x y + d$$

$$v = e x + f y + g x y + h$$

の係数  $a \sim h$  を決定 (各ブロック毎)

図F-2-26 ジオメトリック補正概念図 (レベル2.1処理)

### F. 2. 3. 1 グラント／スラントレンジ変換（レベル2.0）

図F-2-27に、SAR画像のグラントレンジ／スラントレンジの関係を示す。

スラントレンジは、衛星から地表面にあるターゲットまでの斜めの距離であり、グラントレンジは、地表面上の距離である。このため、再生直後のSAR画像は、ニアレンジほど詰まって見える。

本処理では、レンジ方向の処理ブロック毎のスラントレンジを計算し、ピクセルの間隔を擬似アフィン変換式を用い補正する。また、ピクセル間隔の補間には、ワークオーダの指示によりニアレストネイバまたはキュービックコンボリューションを用いる。

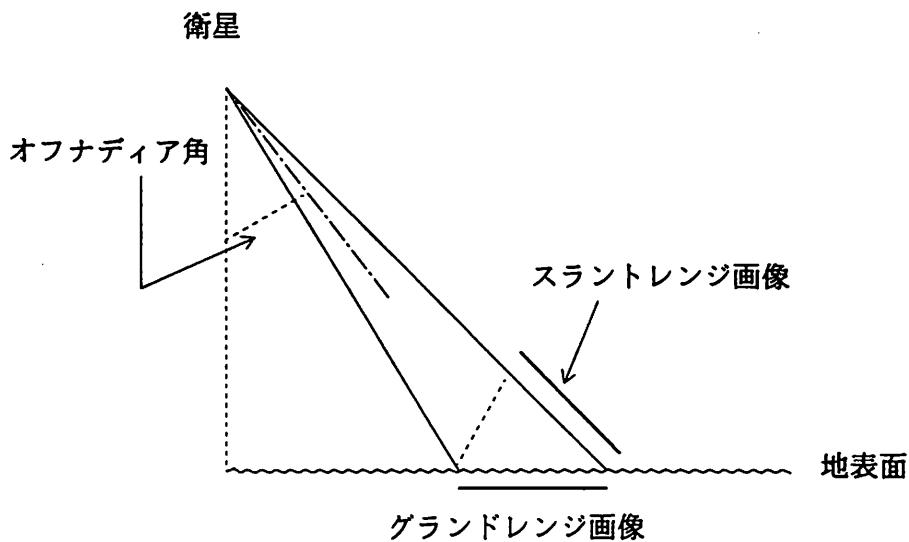
擬似アフィン変換式を以下に示す。

$$u = a x y + b x + c y + d$$

$$v = e x y + f x + g y + h$$

(x, y) : 出力画像座標系

(u, v) : 入力画像座標系



図F-2-27 グラントレンジ／スラントレンジの関係

### F. 2. 3. 2 地図投影（レベル2.1）

レベル2.0までの画像は、レンジスキュー補正及びグラントレンジ／スラントレンジ補正によりジオメトリックな歪が補正されている。ここでは、再生されたSAR画像から各ブロック毎の緯度・経度を算出し、ワークオーダの指示により、UTMまたはPSの地図座標系にSAR画像をマッピングする。

座標変換式には、擬似アフィン変換式を用いてニアレストネイバまたはキュービックコンボリューション補間を行う。

### F. 2. 3. 3 ヒストグラム変換

再生後のSAR画像は、ダイナミックレンジが広く、データの最大値による正規化を行った場合、ヒストグラムを表示すると低レベルへデータが集中してしまう。

そこで、適当な関数を用いて、画像データのヒストグラムを操作し、できるだけ有効な情報を階調表現する必要がある。

ここでは、ヒストグラム変換の関数を線形関数と平方根による非線形関数のどちらか一方をワークオーダの指定により実施する。

それぞれの関数を以下に示す。なお、 $a$ ,  $b$ ,  $c$ は、補正情報ファイルより入力し、処理時は、 $a$ 、 $b$ 、 $c'$ を用いる。

$$\text{線形関数} : y = ax$$

$$\text{非線形関数} : y = b \sqrt{x/c} = b \sqrt{x/c'}$$

### F. 2. 3. 4 ジオメトリック・AGC補正

AGC (Automatic Gain Control) は、レンジ圧縮後のデータに対して、TLMに記録されているAGC情報（減衰量）を与える事により行う。これは、AGC補正量が、レンジ方向では一定であるが、アジマス方向で変化するので、アジマス圧縮後では、補正が困難になるためである。

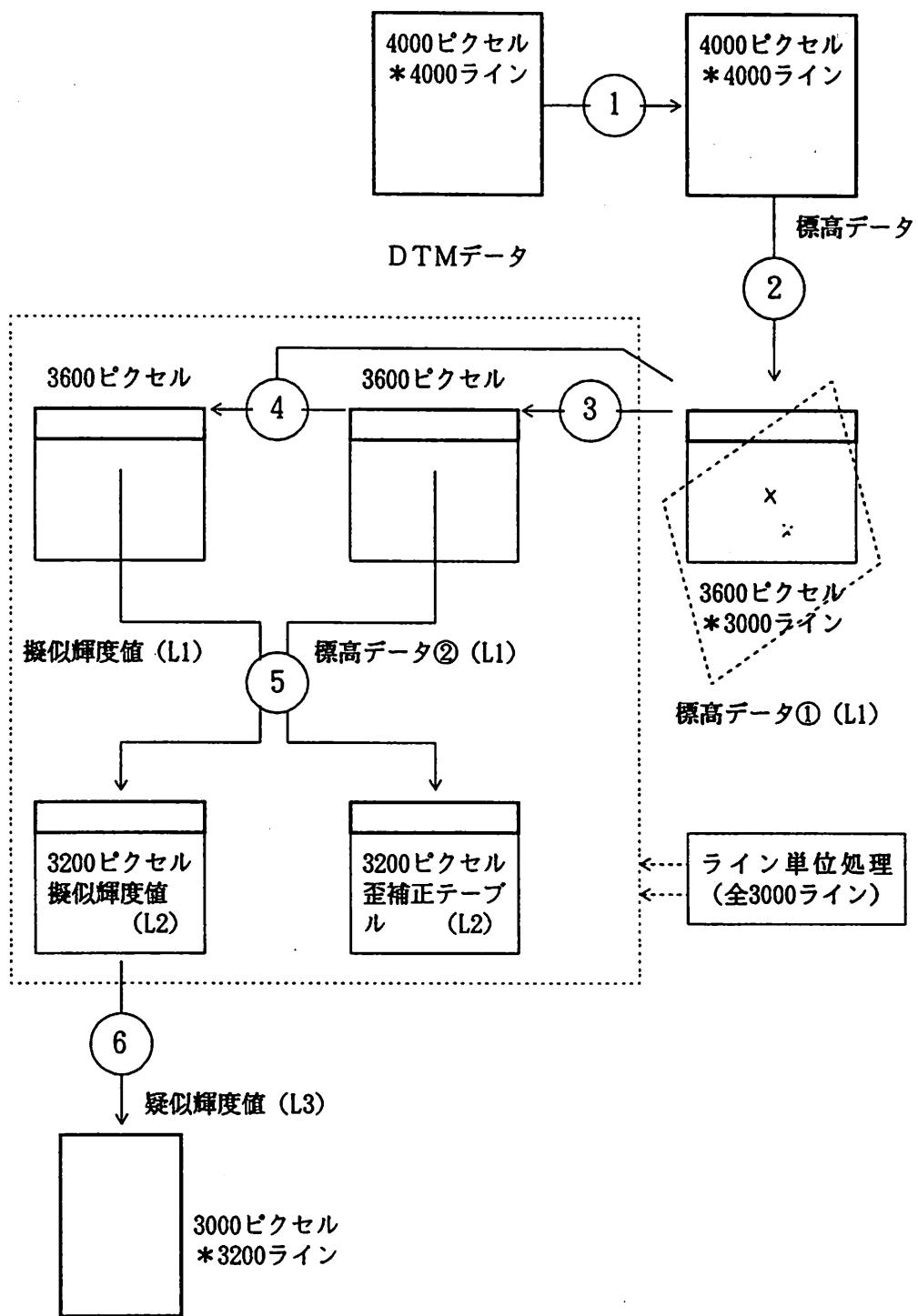
AGC補正を行う関係式を、以下に示す。

$$y = ax$$

$a$  : AGC減衰量から求められる係数

### F. 2. 4 GCP抽出

GCP抽出は、ジオメトリック補正用座標変換式（擬似アフィン変換式）の関数を求めるための処理である。そのため、地形図からのGCP情報とSAR画像上、あるいはSARシミュレーション画像上の対応点（GCP）を抽出する。その場合、レベル3処理ではSARチップ画像とレベル2.1画像を使ってGCPを抽出する。また、レベル4処理では、SARチップ画像、レベル2.1、DTMから作成したSARシミュレーション画像を使って、GCP抽出を行なう。



番号	処理	番号	処理
1	DTMファイル入力	2	DTMの回転
3	標高データ② (L1) 算出	4	擬似輝度値付加
5	フォーショートニング歪付加	6	コーナーターン

図F-2-28 SARシミュレーション画像作成概要フロー

## F. 2. 5 GCPによる補正

### (1) レベル3処理の概要

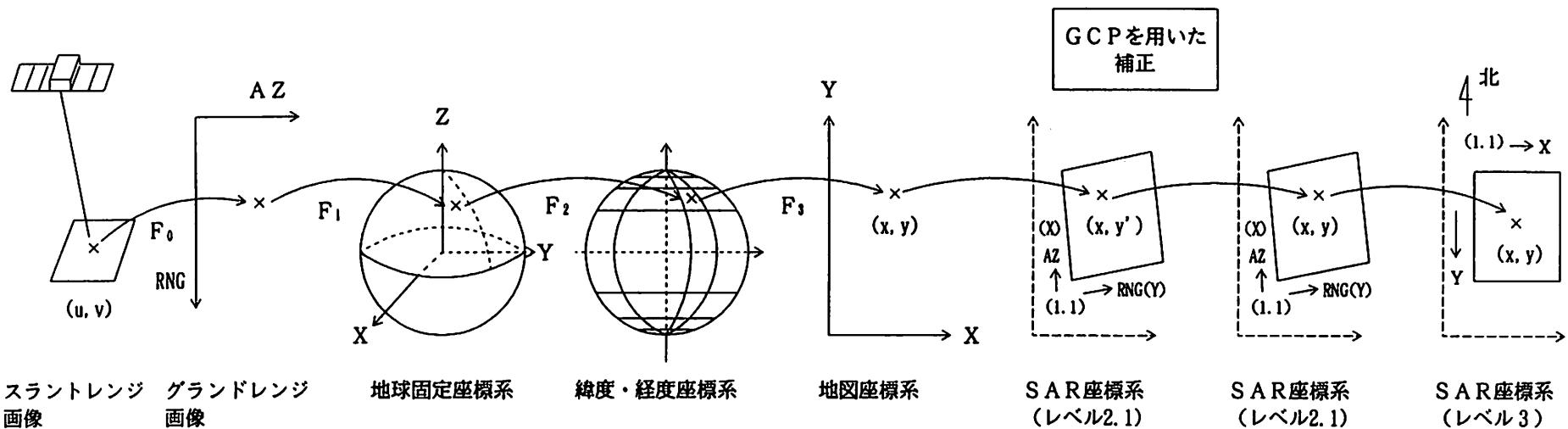
レベル3処理では、レベル1.1の画像に対して、GCP情報を用いて精密幾何補正を行い、UTMまたはPSの地図座標系にマッピングする。

図F-2-30に、処理フローを示す。

処理の概略は、以下の通り。

- ① HDDTより標準処理画像（レベル2.1）を作成する。
- ② 地形図からディジタイザを用いてGCP情報を抽出し、DB登録する。  
(GCP情報は、検査評価設備にて作成され、緯度・経度、標高が記録されているもの)
- ③ DB登録時、標準処理画像を用いて、GCPチップ画像を作成する。
- ④ HDDTからレベル1.1、レベル2.1画像を作成する。（データは、電子ディスクに格納されている）
- ⑤ レベル2.1画像とGCPチップ画像を用いて、GCPを抽出する。
- ⑥ 抽出されたGCPに対して、SAR処理パラメータ等を用いて標高による補正を実施し、座標変換に用いるアドレスを補正する。
- ⑦ ⑥で補正したGCPを用いて座標変換式（擬似アフィン）を作成し、レベル1.1画像に対して座標変換を行う。

この場合、標準処理（グランドレンジ／スラントレンジ変換等）とあわせて処理を行なう。



スラントレンジ  
画像

グランドレンジ  
画像

地球固定座標系

緯度・経度座標系

地図座標系

SAR座標系  
(レベル2.1)

SAR座標系  
(レベル2.1)

SAR座標系  
(レベル3)

擬似アフィン変換式

$$u = a x + b y + c + d$$

$$v = e x + f y + g + h$$

の係数  $a \sim h$  を決定 (各ブロック毎)

図F-2-29 ジオメトリック補正概念図 (レベル3処理用)

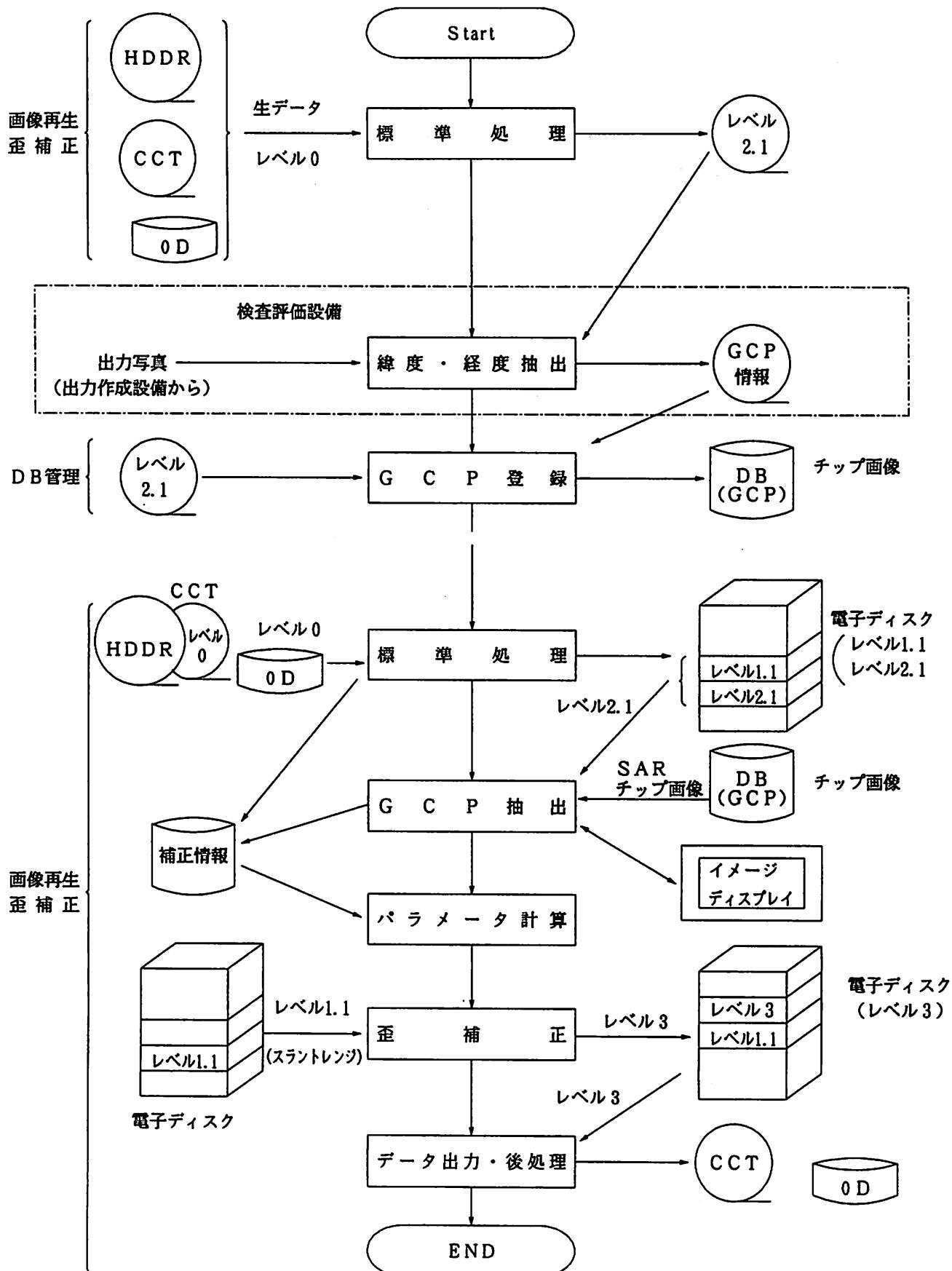


図 F - 2 - 30 レベル 3 処理フロー

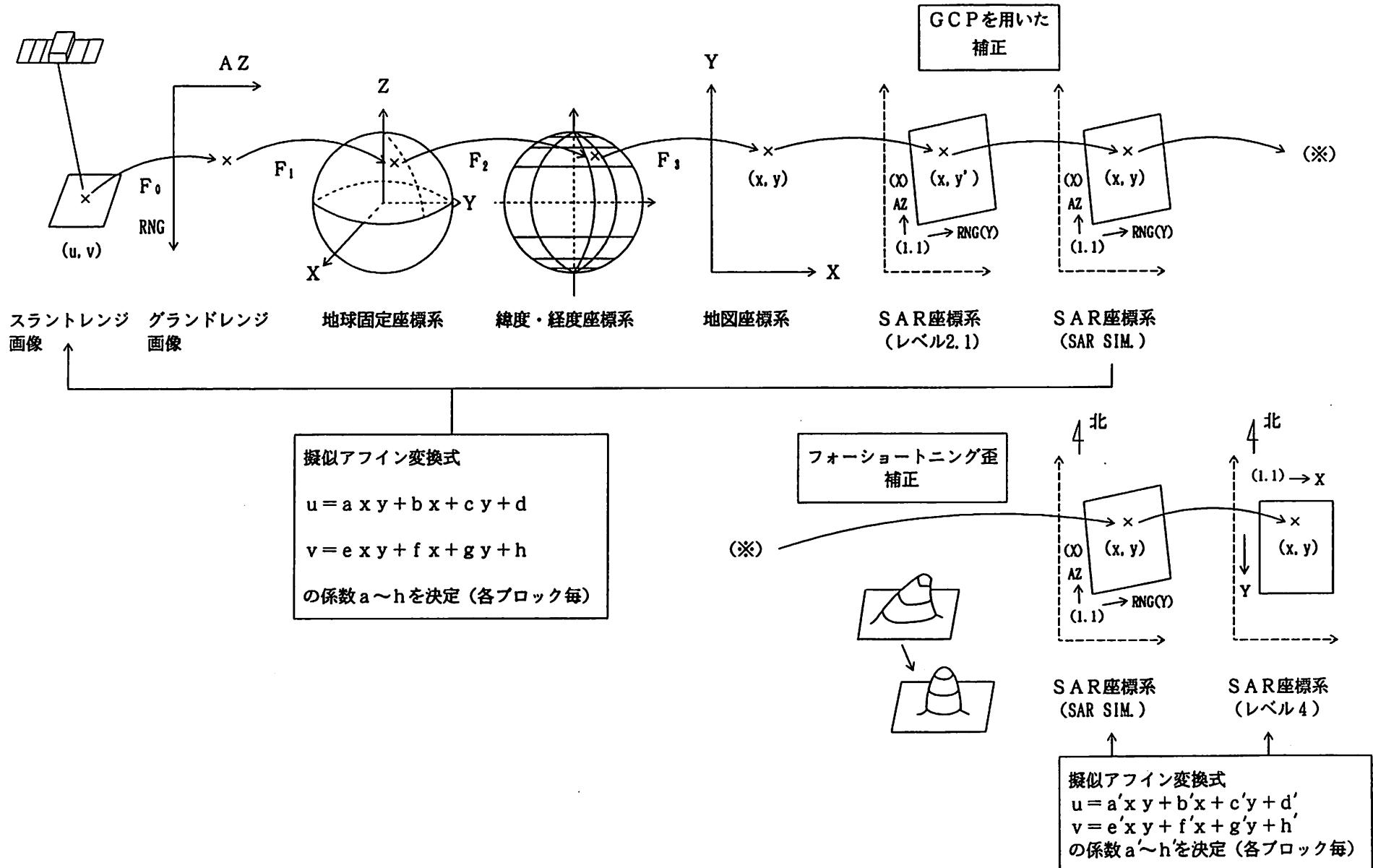
## F. 2. 6 標高データによる補正

### (1) レベル4処理概要

レベル4では、レベル1.1の画像に対して、DTMを用いてフォーショートニング補正を行い、UTMまたはPSの地図座標系にマッピングする。

処理方式を以下に示す。（図F-2-32参照）

- ① HDDT（またはCCT、OD）より生データを入力し標準処理画像（レベル2.1）を作成する。
- ② ①と地形図よりGCPを抽出し、DBに格納しておく。GCPとレベル2.1画像よりSARチップ画像を作成する。
- ③ DTMをDBに登録しておく。
- ④ HDDT（またはCCT、OD）より生データを入力して標準処理を行い、レベル1.1（3ルック）とレベル2.1を作成する。
- ⑤ DTMからSARシミュレーション画像とフォーショートニング歪補正テーブルを作成する。
- ⑥ レベル2.1、SARチップ画像、SARシミュレーション画像よりGCPを抽出する。
- ⑦ ⑥で求めたGCP情報と、標準処理の補正（グランドレンジ／スラントレンジ変換・地図座標変換等）をあせて、レベル1.1に対して座標変換を行い、レベル3相当の画像を作成する。
- ⑧ ⑦の画像に対し、⑤のフォーショートニング歪補正テーブルを用いて歪を除去する。
- ⑨ 北が上向きとなる様、画像の回転を行う。



図F-2-31 ジオメトリック補正概念図（レベル4処理用）

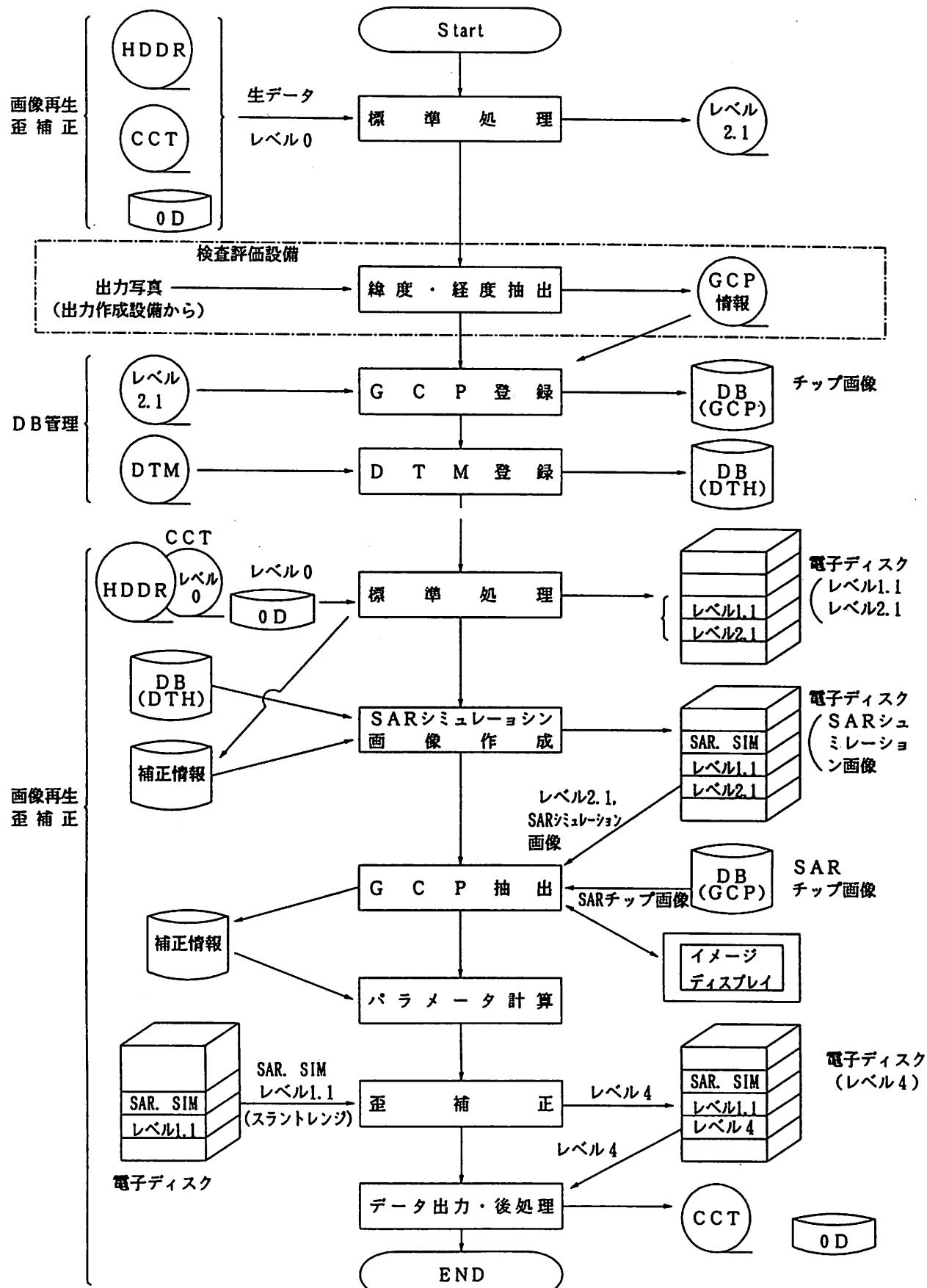
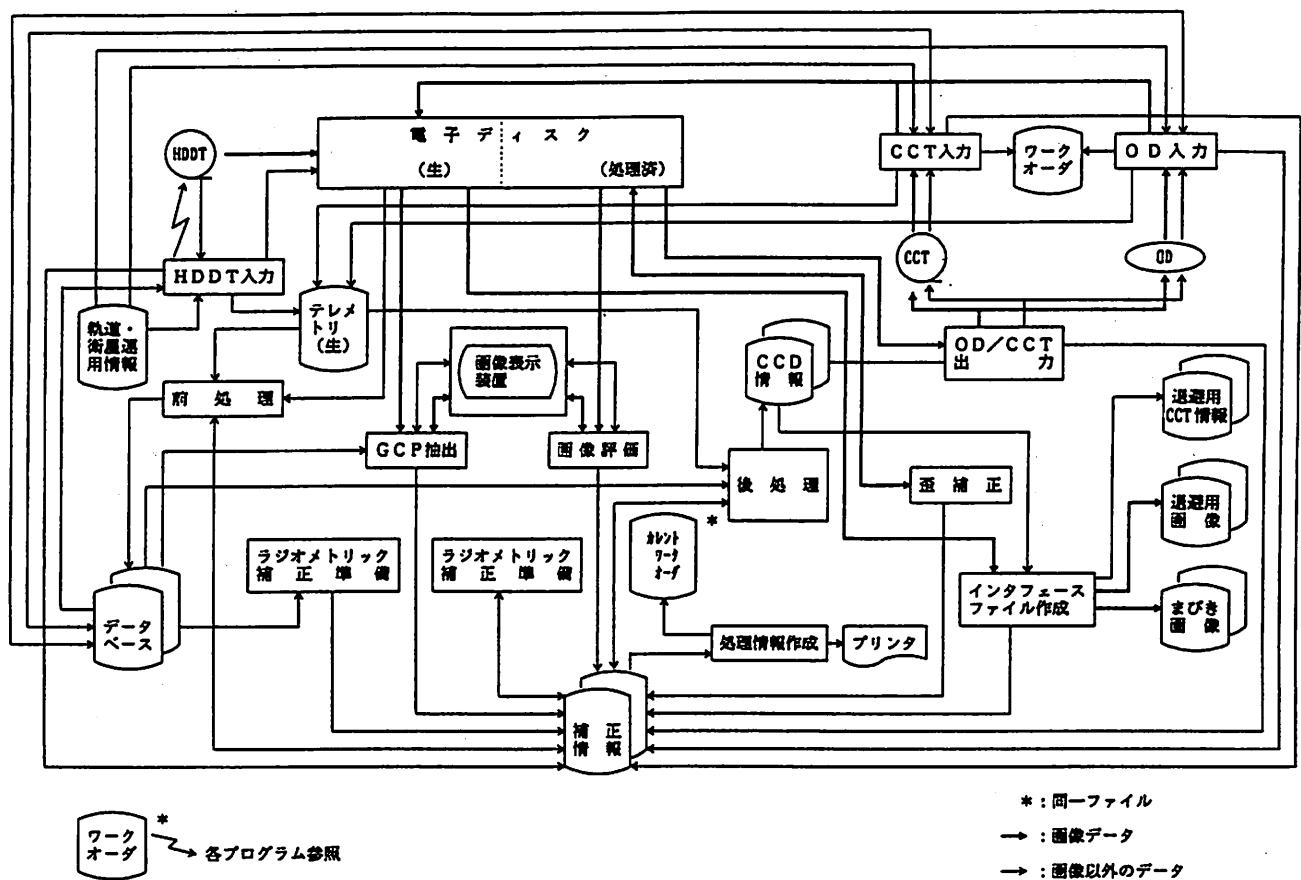


図 F - 2 - 32 レベル 4 処理フロー

### F. 3 OPS処理ソフトウェア

OPSは、可視域から近赤外域にわたる太陽光の反射光を集光し、4バンドに分光してそれぞれ検出する可視近赤外放射計部（VNIR）と、短波長赤外域における太陽光の反射光を集光し検出部に結像させる短波長赤外放射計部（SWIR）とから構成される。それぞれ機器の方式が異なるため、両者で歪補正法も異なる部分がある。

OPS固有部ソフトウェアの構成を図F-3-1に示す。



図F-3-1 歪補正処理OPS固有部ソフトウェアの構成

表F-3-1 OPSプログラム機能概要一覧(1/2)

No.	プログラム名	機能概要	備考
1	HDDT入力	HDDRをリモートコントロールし、OPSデータを再生して、画像データを電子ディスクへ、TLMデータを計算機の磁気ディスクへ格納する。	
2	前処理	歪補正処理に必要となる生データの加工処理として以下の処理を行う。 軌道データの関数近似 姿勢データの工学値変換及び関数近似 テレメトリデータ工学値変更 又、HDDTから入力した画像、テレメトリデータに対する一次検査を行う。	
3	ラジオメトリック補正準備	TLM温度データ及びラジオメトリック補正用の定数データ等を用いて、ラジオメトリック補正のための補正係数を算出する。	
4	ジオメトリック補正準備	軌道、姿勢データやジオメトリック補正用定数データ等を用いて、ジオメトリック補正のための補正係数を算出する。	
5	GCP抽出	手動あるいは自動によりGCP/RCPデータを抽出し、軌道、姿勢の推定を行う。	処理レベル3、4のときのみ実施
6	歪補正	電子ディスク中の生画像に対して、各処理レベルに応じた処理済画像を作成する。	

表F-3-2 OPSプログラム機能概要一覧（2／2）

No.	プログラム名	機能概要	備考
7	後処理	補正情報ファイルより、CCT/ODへ格納する画像以外の情報を編集し、CCT情報ファイルを作成する。	
8	OD/CCT出力	電子ディスク中の処理済画像とCCT情報ファイルを編集して、ODあるいはCCTへ出力する。	
9	CCT入力	CCTより処理レベル0のCCT情報を入力し、画像データを電子ディスクへ、テレメトリ軌道データ等を計算機の磁気ディスクへ格納する。	
10	OD入力	光ディスクより処理レベル0のCCT情報を入力し、画像データを電子ディスクへ、テレメトリ、軌道データ等を計算機の磁気ディスクへ格納する。	
11	インターフェースファイル作成	生画像、処理済画像及びCCT情報を退避用ファイルへ、あるいは生画像、処理済画像のまびき画像を磁気ディスクへ格納する。	
12	処理情報作成	1シーン分の処理終了後、ワークオーダファイルに一次検査結果等の情報を付加し、処理結果サマリをLPへ出力する。	
13	画像評価	生画像又は処理済画像を画像表示装置へ表示し、目視によりライン欠損、雲量及び品質の評価等を行い、評価結果等を入力する。	

### F. 3. 1 ラジオメトリック補正

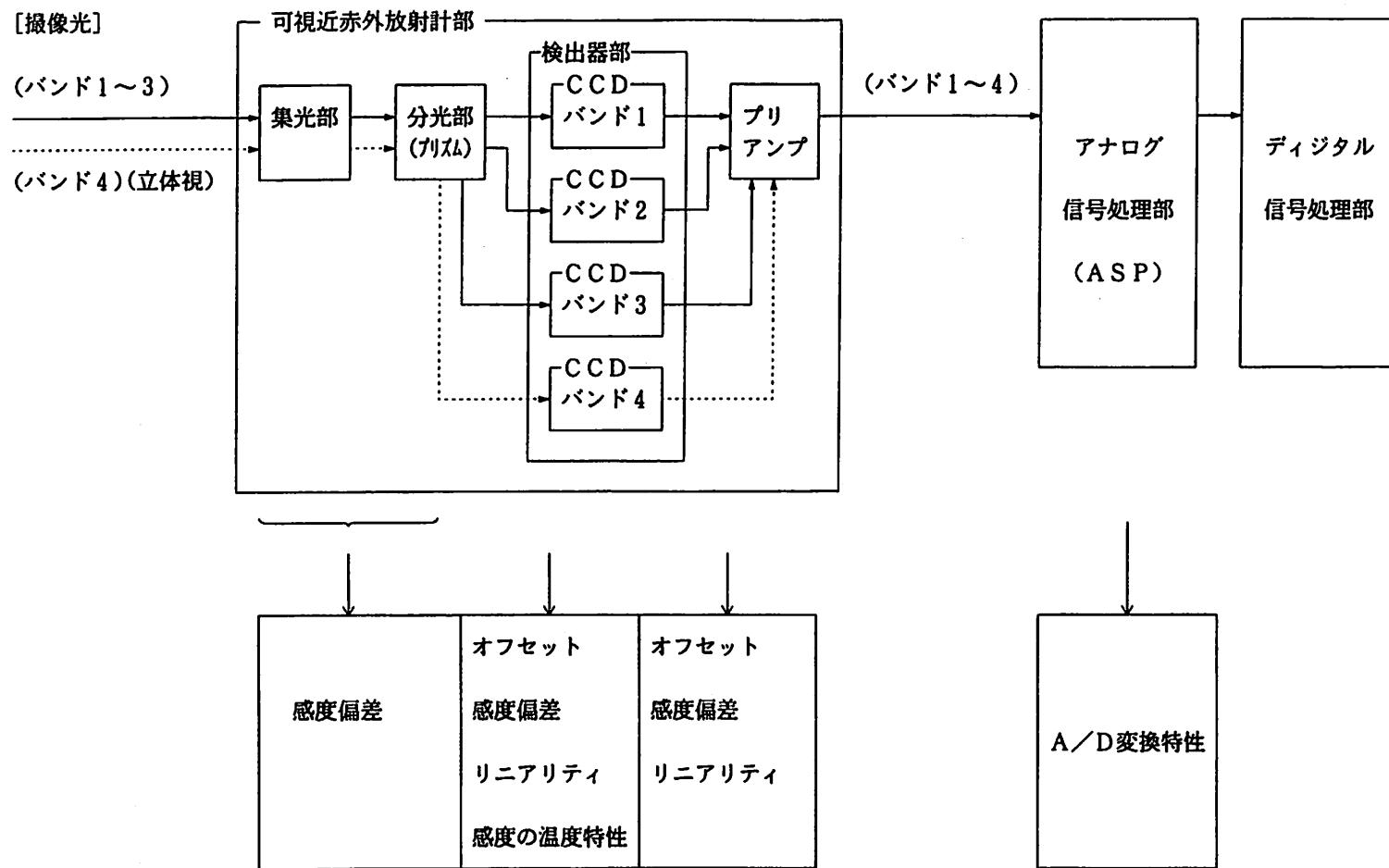
#### F. 3. 1. 1 ラジオメトリック歪補正項目

ラジオメトリック歪補正項目を表F-3-3に示す。

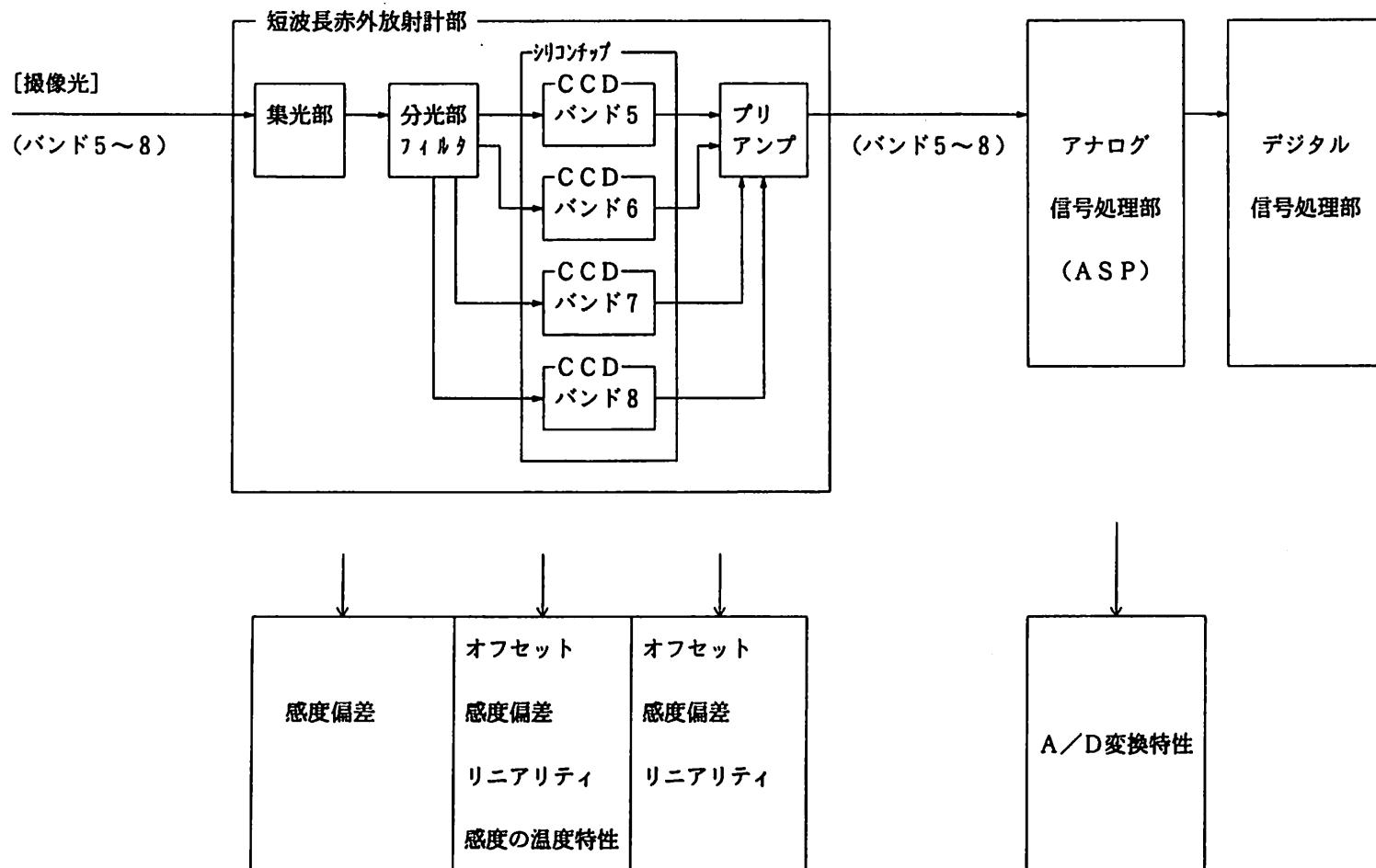
また、VNIRのブロック図と対応する歪項目を図F-3-2に、SWIRのブロック図に対応する歪項目を図F-3-3に示す。

表F-3-3 ラジオメトリック歪補正項目

項 目		定 義	原 因
V N I R	入 出 力 特 性	オフセット	光が入射しない時の放射計部の出力電圧  • 検出器（CCDセンサ）部で発生する暗電流 • 放射計部内の画像信号経路の各電気回路におけるオフセット電圧
		感 度 偏 差	放射計に均一光を入射した時の放射計出力の画素間の偏差  • 望遠鏡部周辺減光 • CCDセンサ各画素の感度偏差 • odd、even画素のゲイン差
	リニアリティ (感度係数)	入射光量に対する放射計出力電圧について、各測定値から求めた最小2乗近似直線に対する測定値のバラツキ	• 測定のバラツキ (ほとんどないため、直線とみなす) • 感度係数 …… 素子によって変動 (感動偏差による)
S W I R	入 出 力 特 性	オフセット	300K背景（黒体輻射）を見た時の放射計部の出力電圧  • 検出器（CCDセンサ）部で発生する暗電流 • 放射計部内の画像信号経路の各電気回路におけるオフセット電圧
		感 度 偏 差	放射計に均一光を入射した時の放射計出力の画素間の偏差  • 望遠鏡部周辺減光 • CCDセンサ各画素の感度偏差 • odd、even画素のゲイン差
	リニアリティ (感度係数)	入射光量に対する放射計出力電圧について、各測定値から求めた最小2乗近似直線に対する測定値のバラツキ	• 測定のバラツキ (ほとんどないため、直線とみなす) • 感度係数 …… 素子によって変動 (感動偏差による)
A S P	A/D変換特性	画像アナログ信号のA/D変換性能	• アナログ電気回路の特性変化



図F-3-2 VNIRのブロック図と対応する歪項目



図F-3-3 SWIRのブロック図と対応する歪項目

### F. 3. 1. 2 ラジオメトリック補正方式

#### (1) 入出力特性式

放射系部及びASP部の入出力特性はそれぞれ以下の式で表される。

##### ① 放射系部

$$V_R(i, j) = Q(i, j) \cdot a_R(d, j) \cdot K_t(t, d, j) \cdot K_r(d, i, j) + V_o(t, i, j) \quad (F \cdot 3.1)$$

ここで、

$V_R(i, j)$  ; 放射系部出力電圧

$Q(i, j)$  ; 入射光量

$a_R(d, j)$  ; 感度係数

$K_t(t, d, j)$  ; 感度係数の温度特性

$K_r(d, i, j)$  ; 感度偏差

$V_o(t, i, j)$  ; オフセット電圧

但し、

$t$  ; 検出器温度

$i$  ; 素子番号

$j$  ; バンド番号

$d$  ; ODD/EVEN素子の別

放射計部のプリアンプのODD/EVEN素子による特性の違いを考慮して感度係数 $a_R$ 、感度の温度特性 $K_t$ 及び感度偏差 $K_r$ はODD/EVEN素子で別々のものを用いる。

##### ② ASP部

$$D(i, j) = [V_R(i, j) \cdot a_A(T, d, j, g, s) + b_A(T, d, j, g, s)] \quad (F \cdot 3.2)$$

ここで、

$D(i, j)$  ; ASP部出力値

$V_R(i, j)$  ; ASP部入力電圧

$a_A(T, d, j, g, s)$  ; 入出力特性直線の傾き

$b_A(T, d, j, g, s)$  ; 入出力特性直線のオフセット

[ ] ; 量子化

但し、

$T$  ; ASP部温度

$d$  ; ODD/EVEN素子の別

i ; 素子番号

j ; バンド番号

g ; ノーマル／ハイゲインの別

s ; 主／冗長系の別

### ③ 歪補正式

(F・3.1)、(F・3.2) 式を用いると歪補正式は次式の様になる。

$$Q(i, j) = \frac{1}{a_R(d, j) \cdot K_s(t, d, j) \cdot K_r(d, i, j)} \{ V_R(i, j) - V_o(t, i, j) \} \quad (F \cdot 3.3)$$

$$V_R(i, j) = \frac{1}{a_A(T, d, j, g, s)} \{ D(i, j) - b_A(T, d, j, g, s) \} \quad (F \cdot 3.4)$$

#### (2) 各係数の算出

##### (i) 感度係数 $a_R(d, j)$ の算出

感度係数  $a_R$  は、J E R S - 1 打上げ前に取得された、各バンド代表素子（2048素子、2049素子）の感度データを用いる。

##### (ii) 感度係数の温度特性 $K_s(t, d, j)$ の算出

感度係数の温度特性  $K_s(t, d, j)$  は次式にて求める。

$$K_s(t, d, j) = \frac{V'_R(i_r, j) t - t_{TLM}}{V'_R(i_r, j) t_r - t_r} \quad (F \cdot 3.5)$$

ここで、

$V'_R(i_r, j) t = t_{TLM}$  ; 検出器温度が  $t_{TLM}$  のときの最大入射光量に対する放射計部の出力電圧（オフセット電圧を含まない）

$V'_R(i_r, j) t = t_r$  ; 検出器温度が  $t_r$  のときの最大入射光量に対する放射計部の出力電圧（オフセット電圧を含まない）

$t$  ; 検出器温度

j ; バンド番号

$i_r$  ; 代表素子の番号（2048又は4049）

d ; O D D / E V E N 素子の別

$t_r$  ; リニアリティ測定時の検出器温度

$t_{TLM}$  ; テレメトリー内の検出器温度

但し、 $K_r(t, d, j)$  は ODD/EVEN 素子で別々に求めるのだが

ODD 素子に対しては  $i_r = 2049$  (但し、SWIR の場合は 2048) として  
EVEN 素子に対しては  $i_r = 2048$  として

上式を適用する。

また、テレメトリ内の検出器温度  $t_{TLM}$  としてはテレメトリデータ中の  
“VNIR 検出器温度 1～4 (略称: VNIR DET 1～4)” (番号はバンド対応)  
(VNIR の場合)

“SWIR 検出器温度 (略称: SWIR DET)” (SWIR の場合)  
を用いる。

$V'_R(i_r, j)t = t_{TLM}$  及び  $V'_R(i_r, j)t = t_r$  は以下の如く求める。

$V'_R(i_r, j)t = t_{TLM}$  及び  $V'_R(i_r, j)t = t_r$  は 3 点の検出器温度  $t_1, t_2$  及び  $t_3$  と  
それらに対応している放射計部出力電圧  $V_{R1}, V_{R2}$  及び  $V_{R3}$  を用い、その 3 点のデータの隣  
り合う 2 点を直線で補間することによって求める (図 F-3-4)。

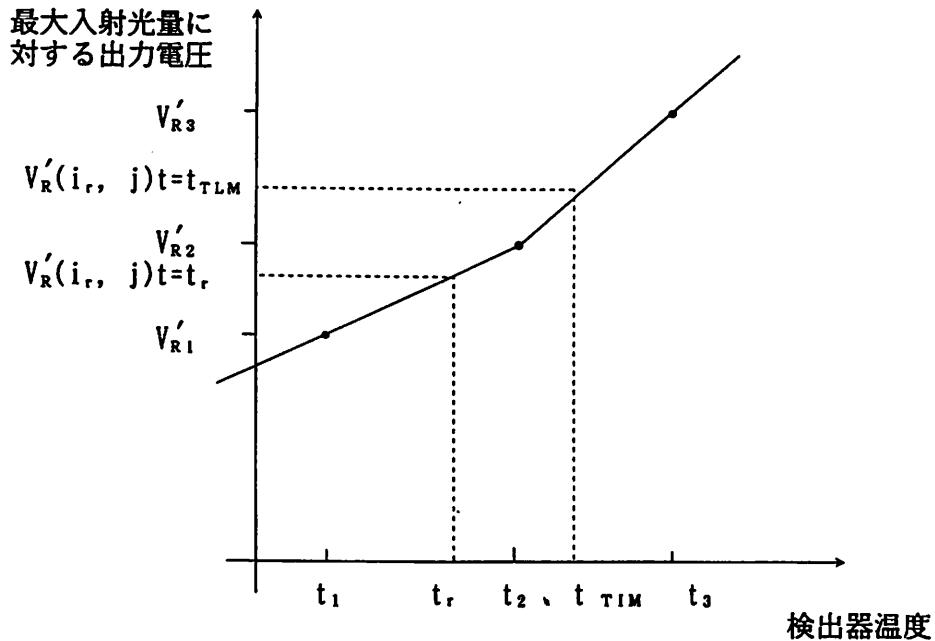


図 F-3-4 最大入射光量に対する出力電圧の温度特性

### ③ 感度偏差 $K_r(d, i, j)$ の算出

- ① オフセット補正感度偏差データ (オフセット電圧を含む放射系部出力電圧) (バンド毎、素子毎) よりオフセット電圧  $V_0$  を差し引く。但し  $V_0$  の算出については次項を参照のこと

## ② $K_r(d, i, j)$ の算出

感度偏差  $K_r(d, i, j)$  は上記の感度偏差データから次式で求める。

$$K_r(d, i, j) = \frac{V'_R(i, j)}{V'_R(i_r, j)} \quad (F\cdot3.6)$$

ここで、

$V'_R(i, j)$  ;  $j$  バンド,  $i$  素子の感度偏差データ (オフセット電圧を含まない)

$V'_R(i_r, j)$  ;  $j$  バンド,  $i_r$  素子の感度偏差データ (オフセット電圧を含まない)

但し、

$i$  ; 素子番号

$j$  ; バンド番号

$i_r$  ; 代表素子の番号 (2048又は2049)

$d$  ; ODD/EVEN素子の別

感度偏差  $K_r(d, i, j)$  は ODD/EVEN素子で別々に求めるのだが

ODD素子に対しては  $i_r = 2049$  として

EVEN素子に対しては  $i_r = 2048$  として

上式を適用する。

## ④ オセット電圧 $V_o(t, i, j)$ の算出

### ① VNIR (バンド1~4) の場合

オフセット電圧  $V_o(t, i, j)$  は次式で求める。

$$V_o(t, i, j) = V_c(i, j) + V_r(i, j) + 2^{*(i-1)}(t_{TLM} - t_o(j)) \quad (F\cdot3.7)$$

ここで、

$V_c(i, j)$  ; 定常的オフセット電圧

$V_r(i, j)$  ; 基準電圧

$a(i, j)$  ; 暗電流係数

$t_o(j)$  ; 基準電圧測定時の検出器温度

$t$  ; 検出器温度

$t_{TLM}$  ; テレメトリ内の検出器温度

但し、

$i$  ; 素子番号

$j$  ; バンド番号

テレメトリ内の検出器温度  $t_{TLM}$  としては(ii)項と同様のものを用いる。

② SWIR (バンド5～8) の場合

オフセット電圧  $V_o(t, i, j)$  は次式で求める。

$$V_o(t, i, j) = V_r(i, j) + a(j) \cdot (T_{TLM} - t_o(j)) \quad (\text{F-3.8})$$

ここで

$V_r(i, j)$  ; 基準電圧

$a(j)$  ; 暗電流係数

$t_o(j)$  ; 基準電圧測定時の検出器温度

$t$  ; 検出器温度

$t_{TLM}$  ; テレメトリ内の検出器温度

但し、

$i$  ; 素子番号

$j$  ; バンド番号

テレメトリ内の検出器温度  $t_{TLM}$  としては(ii)項と同様のものを用いる。

(v) ASP部入出力特性の傾き  $a_A(T, d, i, g, s)$  及びオフセット  $b_A(T, d, j, g, s)$  の算出

入出力特性直線の傾き  $a_A(T, d, i, g, s)$  及びオフセット  $b_A(T, d, j, g, s)$  は、温度特性を考慮し、3ポイントのASP部温度に対する入出力特性の傾き及びオフセット（表F-3-4に形式を示す）を用い、図F-3-5に示す様に直線補間することによって求めることとする。

入出力特性は主／冗長系毎、ノーマル／ハイゲイン毎、バンド毎、odd/even素子毎に異なる。

表F-3-4 測定温度に対するASP部入出力特性直線の傾き及びオフセット

ASP部温度	入出力特性の傾き	入出力特性のオフセット
$T_1$ (低温)	$a_A(T_1, d, j, g, s)$	$b_A(T_1, d, j, g, s)$
$T_2$ (低温)	$a_A(T_2, d, j, g, s)$	$b_A(T_2, d, j, g, s)$
$T_3$ (高温)	$a_A(T_3, d, j, g, s)$	$b_A(T_3, d, j, g, s)$

但し、

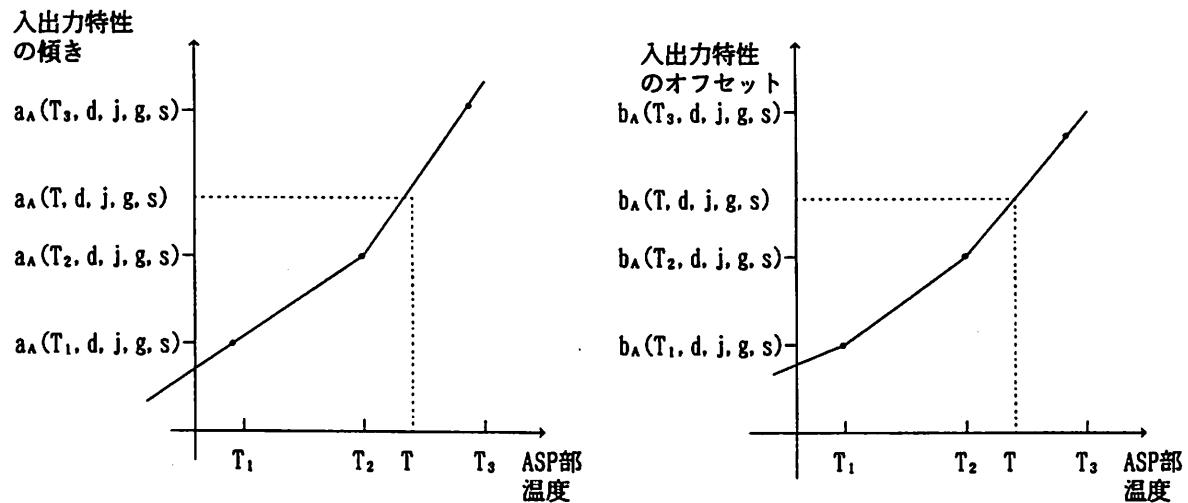
$T$  ; ASP部温度

$d$  ; ODD/EVEN素子の別

j ; バンド番号

g ; ノーマル／ハイゲインの別

S ; 主／冗長系の別



ASP部温度Tとしては、TLMデータ中の  
“アナログ信号処理部A温度（略称：ASP A）”（主系の場合）  
“アナログ信号処理部B温度（略称：ASP B）”（冗長系の場合）  
を用いる

図F-3-5 ASP部の入出力特性直線の温度特性

### F. 3. 2 ジオメトリック補正

#### F. 3. 2. 1 ジオメトリック歪補正項目

OPSが取得した画像には、センサに起因するもの及び外部要因（衛星の位置・姿勢、地球の形状自転等）による幾何学的な歪が含まれている。

表F-3-5に歪補正の対象となる項目を示す。

また図F-3-6にジオメトリック補正の概念図を示す。

幾何学的歪補正是

- 1) 処理対象データに対し出力座標を決定する。
- 2) 出力画面をブロック分割する。
- 3) ブロック格子点を入力座標に投影する。
- 4) 各ブロック内での入出力座標間の対応関係（歪補正係数）を決定する。

5) 歪補正のためのリサンプリングを行う。

というステップで実行される。歪補正係数の決定の手順を図F-3-7に示す。

また幾何学的歪補正は、歪補正係数算出のために使うデータの種類によって次に示す3つの補正処理レベルがある。

(1) システム補正（レベル2）

衛星の軌道・姿勢情報、OPS固有の情報、地球の形状等の情報により、入力画像座標（未補正画像）と出力画像座標（補正済画像）との対応関係を決定する。

(2) 精密補正（レベル3）

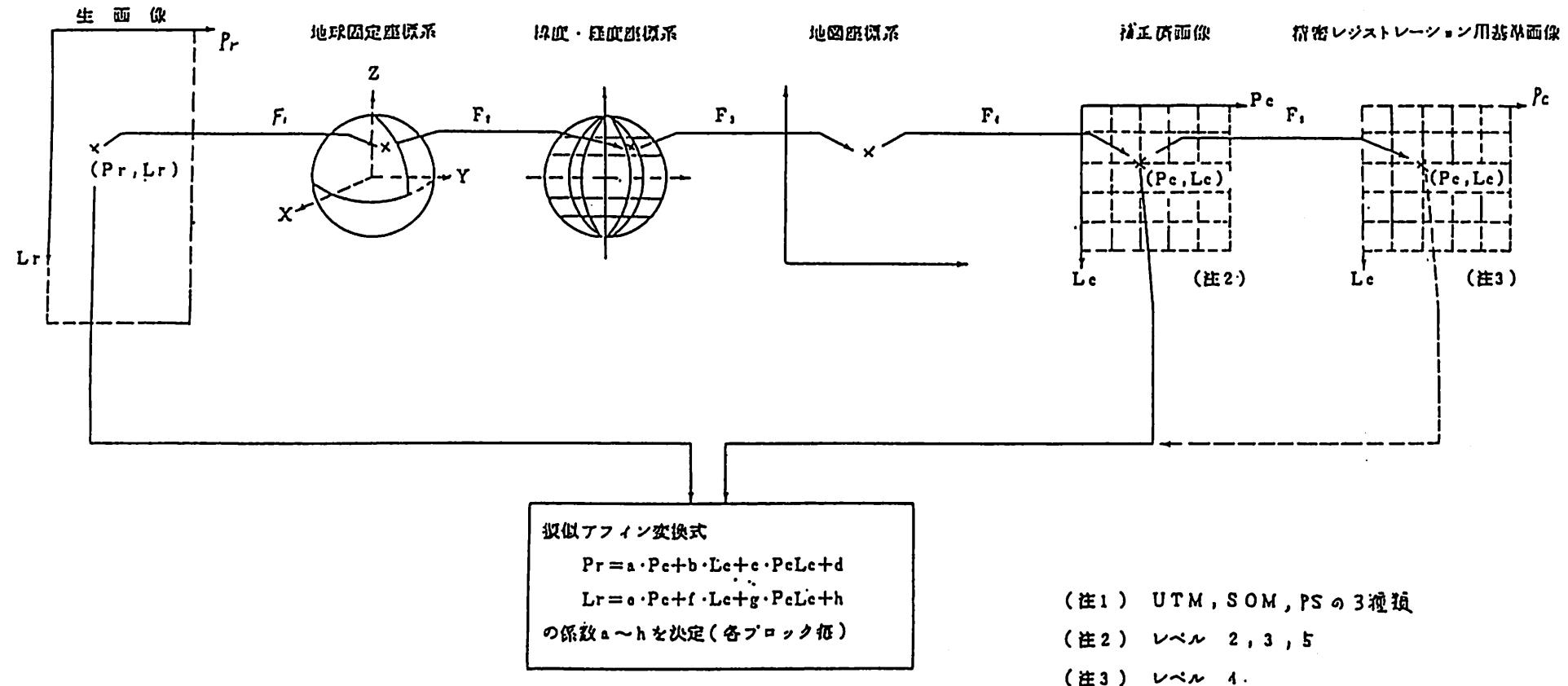
GCPを使って、衛星の軌道（高度成分）・姿勢データを精密推定し、このデータを使ってシステム補正と同様の補正を行う。

(3) 精密レジストレーション補正（レベル4）

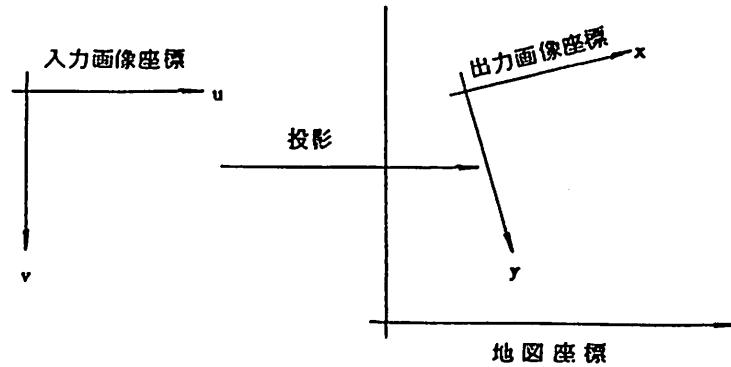
RCP（レジストレーションコントロールポイント）を使って、処理対象画像を精密補正し、さらに異なる映像時刻の同一シーンの画像（基準画像）へ重ね合せる。入力画像座標から出力画像座標への変換は精密補正時の座標変換に、基準画像への重ね合わせを行うための座標変換を加えたものとなる。

表F-3-5 ジオメトリック歪補正及びその内容

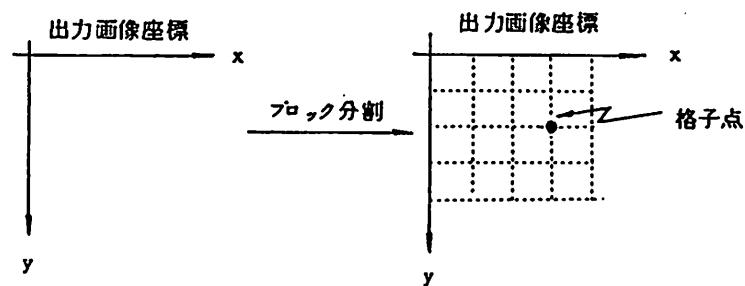
項目	内 容
画像 歪	<ul style="list-style-type: none"><li>・レンズの歪曲収差</li><li>・CCDセンサ取付誤差</li><li>・SWIR、CCDのスタガリニア配列による偶奇素子撮像位置のずれ</li></ul>
衛 星 の 位 置	<ul style="list-style-type: none"><li>・衛星の位置の理念位置からのずれ</li></ul>
衛 星 の 姿 势	<ul style="list-style-type: none"><li>・例星の姿勢の理想方向からのずれ</li></ul>
衛星の姿勢変動	<ul style="list-style-type: none"><li>・衛星の姿勢の変動</li></ul>
地 球 自 転	<ul style="list-style-type: none"><li>・地球の自転によるスキー効果</li></ul>
地 球 の 形 状	<ul style="list-style-type: none"><li>・地球の曲率</li></ul>



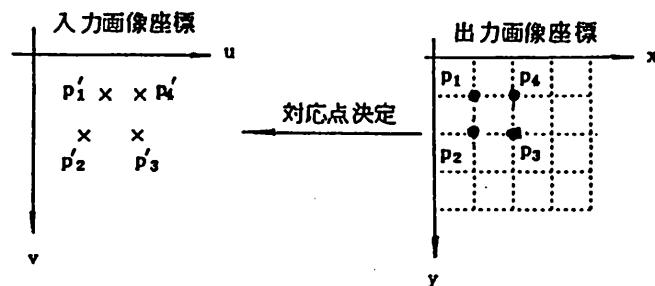
図F-3-6 ジオメトリック補正の概念図



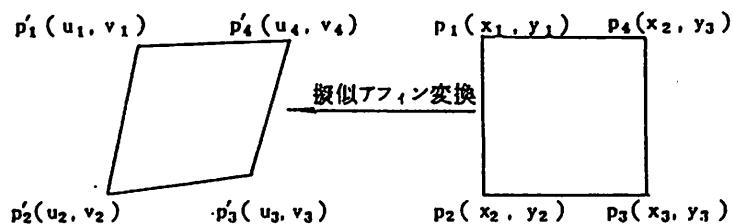
(1) 出力画像座標決定



(2) ブロック分割(格子点アドレス計算)



(3) 出力画像の格子点に対応する入力画像上のアドレス決定



(4) 擬似アフィン変換式決定

図F-3-7 歪補正係数の決定の手順

### F. 3. 2. 2 入力座標から出力座標への投影

入力座標から出力座標へは以下に示す  $F_1 \sim F_5$  の 5 つの座標変換関数を使って投影する。このうち  $F_2$ 、 $F_3$  は固定の変換であり、 $F_4$  については UTM、SOM の 2 種類の投影法を用意している。また  $F_5$  は精密レジストレーション補正の時のみ効果を持つものである。

関数  $F_1$  は図 F - 3 - 8 に示す様に入力座標上の画素アドレス ( $u, v$ ) を地球固定座標系上のスキャンポイントに変換する機能を持つ。

#### (1) $F_1$ 関数

$F_1$  関数は生画像の座標系の画素座標 ( $u, v$ ) から地球固定座標系におけるスキャンポイントを求める関数である。スキャンポイントの地球固定座標系における位置は地球固定座標系での視線方向ベクトルを衛星位置から延長して準拠円体との交点までの距離、すなわちスキャンベクトルの長さを求めることによって決定される（図 F - 3 - 8）。

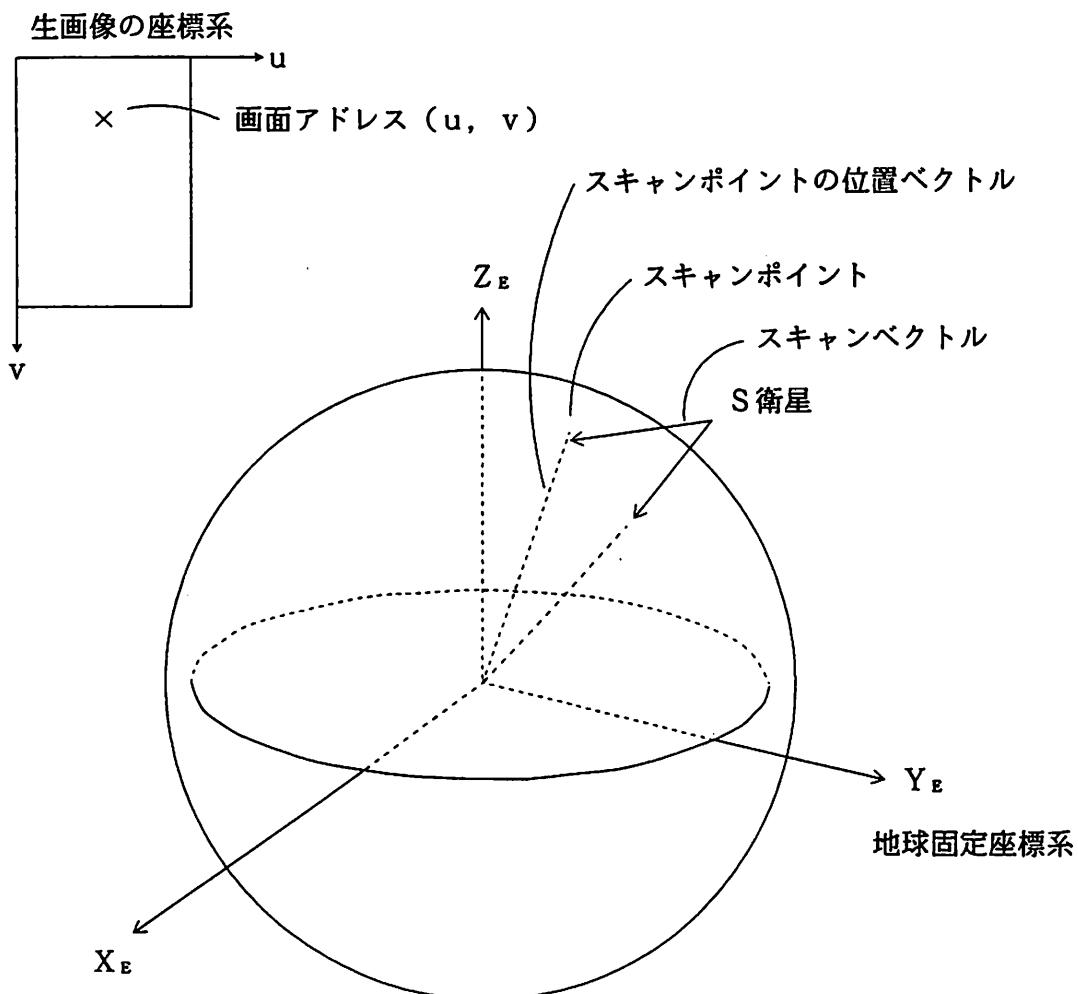


図 F - 3 - 8  $F_1$  関数の機能

スキャンポイントの算出のためには、まず画素 ( $u, v$ ) の撮像時刻を求め、その時刻における衛星位置、速度、及び姿勢角を求め、その値から ( $u, v$ ) に対応する視線方向ベクトル（スキャンベクトルの単位ベクトル）を求め衛星位置からスキャンベクトル方向の直線を張り、準拠楕円体との交点としてスキャンポイントを求める。以下の手順でスキャンポイントの座標を求める。

① 前処理

- $u$  に対応する視線方向ベクトル（センサ座標系における）を計算する。
- 生画像座標 ( $u, v$ ) に対応する撮像時刻  $t$  を計算する。
- 時刻  $t$  における衛星の位置、速度及び姿勢角を計算する。

② 座標交換

- 前処理部で算出した、センサ座標系における視線方向ベクトルを地球固定座標系での視線方向ベクトルに変換する。

③ スキャンポイントの計算

- 準拠楕円体との交点までの距離としてスキャンベクトルの長さを求めて地球固定座標系でのスキャンポイントの位置を求める。

(2)  $F_2$  関数

$F_2$  関数は地球固定座標系におけるスキャンポイントの座標値を測地緯度・経度へ変換する関数である。

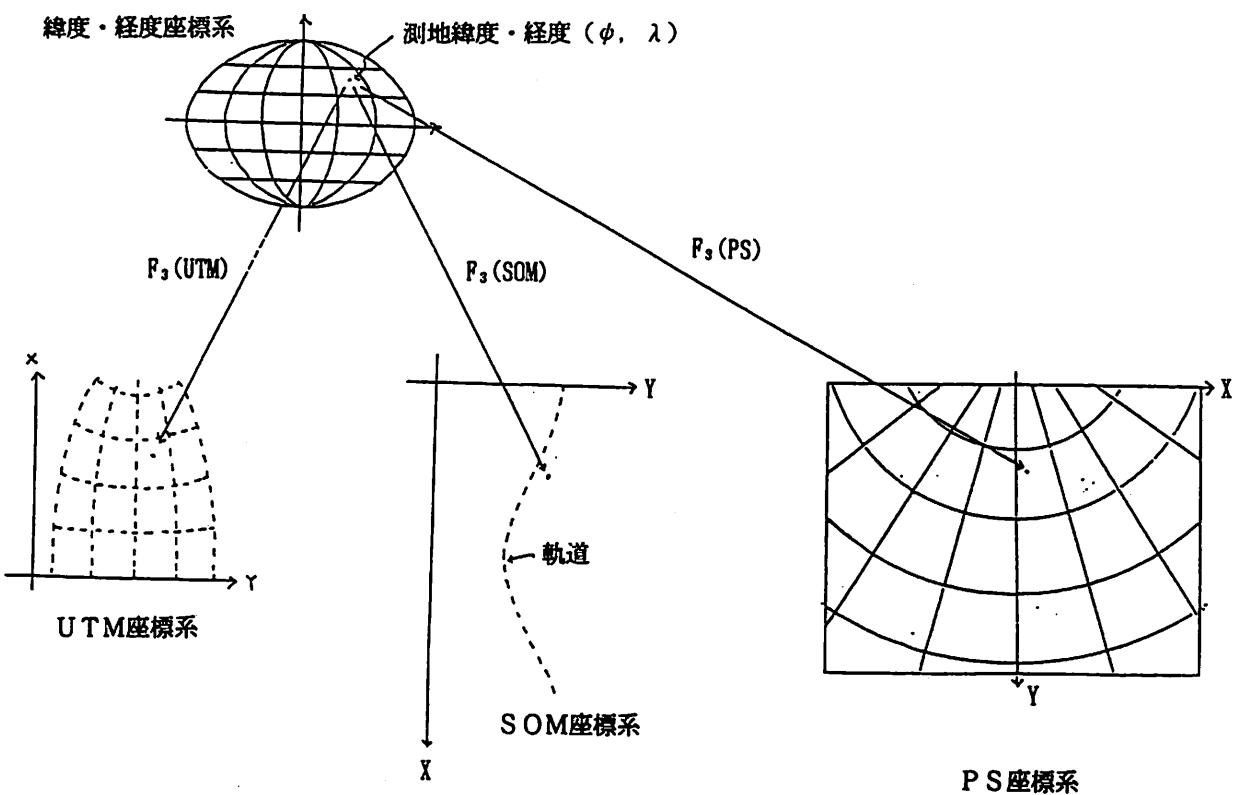
なお、本処理で使用する準拠楕円体には、東京ベッセルと世界標準として用いる楕円体の2種類がある。

(3)  $F_3$  関数

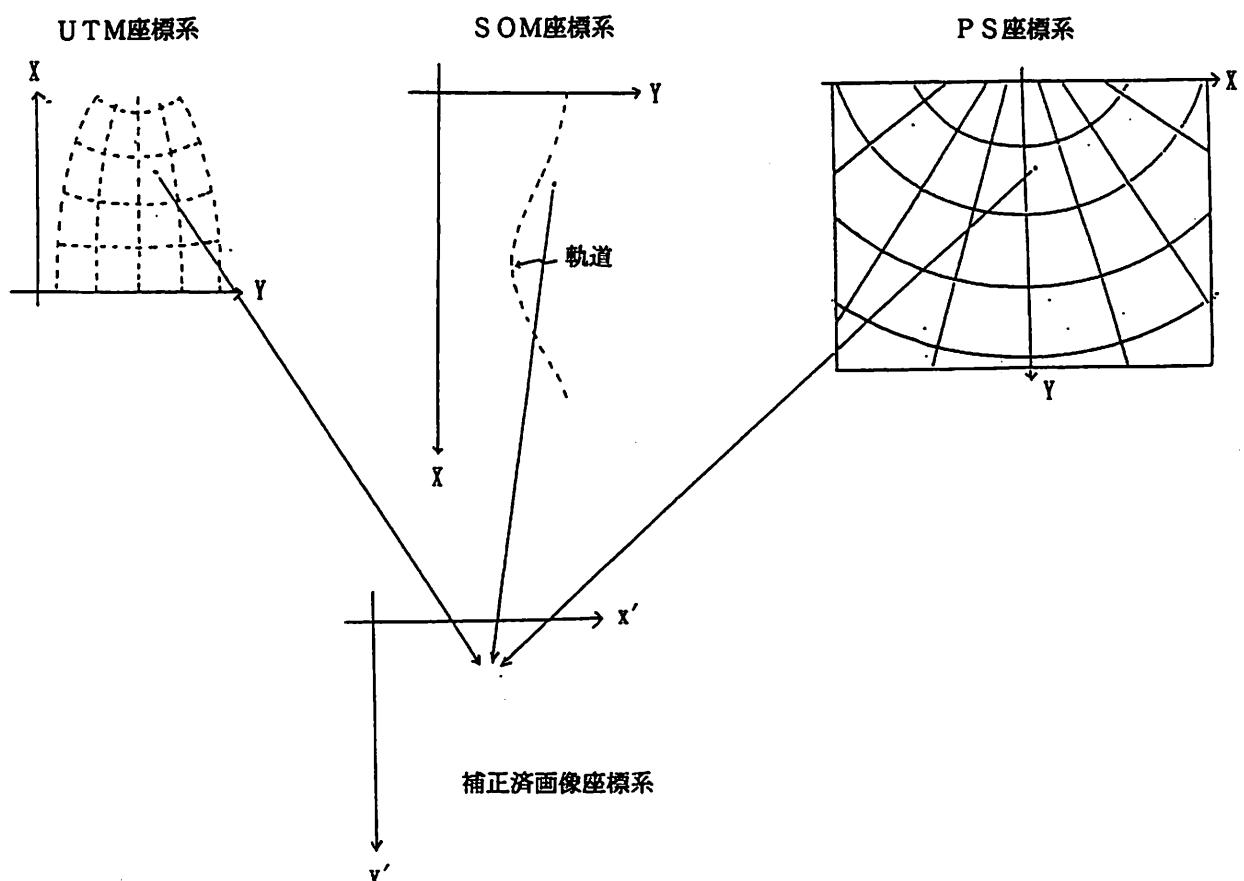
$F_3$  関数はスキャンポイントの測地緯度・経度を地図投影法を用いて地図座標系上の座標値に変換する関数である。

なお、地図投影法には UTM (Universal Transverse Mercator) 図法、SOM (Space Oblique Mercator) 図法及び PS (Polar Stereo) 図法があり、 $F_3$  もそれに応じて異なる。

図 F - 3 - 9 に  $F_3$  関数の機能概要を示す。



図F-3-9  $F_3$  関数の機能概要



図F-3-10  $F_4$  関数の機能概要

#### (4) $F_4$ 関数

$F_4$  関数は地図座標系における座標値を補正済画像座標系上の座標値に変換する関数である。

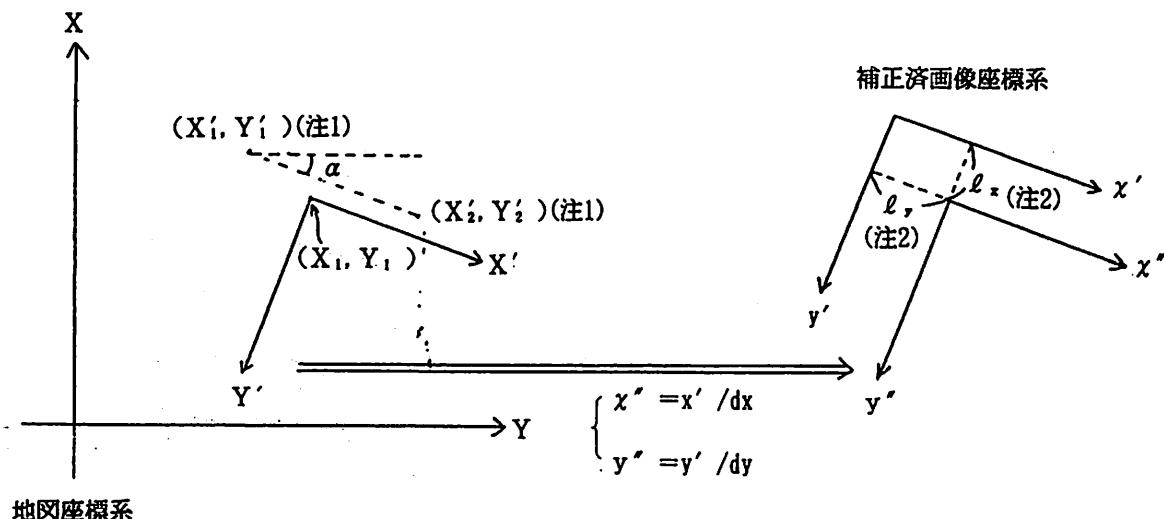
なお、地図座標系にはUTM座標系、SOM座標系及びPS座標系があり  $F_4$  もそれに応じて変わることになる。

図F-3-10に  $F_4$  関数の機能概要を示す。

地図座標系から以下の手順で補正済画像座標系を決定し、 $F_4$  関数を求める。

- ① 補正済画像中心の地図上位置  $(X_1, Y_1)$  を決定する。
- ② 地図座標系を一定角回転して  $X' Y'$  座標系を定義する。  
(地図座標系が SOM の場合には回転に加えて反転も行なう。)
- ③  $X' Y'$  座標系を画素サイズをもとに単位変換し、座標単位をピクセル、ラインにして  $x'' y''$  座標系を平行移動し、補正済画像座標系を決定する。

以上の手順を図示すると図F-3-11の通りとなる。



(注1)  $(X'_1, Y'_1)$ 、 $(X'_2, Y'_2)$  : 生画像中心から上方にピッチ分だけずらしたラインの両端点を衛星及びセンサーの理想状態（姿勢誤差=0、OPSのアライメント誤差=0、OPSのバンド間レジストレーション=0）のもとに、 $F_1$ 、 $F_2$ 、 $F_3$  で変換した地図上の座標

(注2)  $\ell_x = (1 + F_x) / 2$        $F_x$  ; ジオメトリック補正済画像のカラム方向画像サイズ  
 $\ell_y = (1 + F_y) / 2$        $F_y$  ; ジオメトリック補正済画像のライン方向画像サイズ

図F-3-11 補正済画像座標系の決定

## (5) $F_5$ 関数

出力画像座標系は

- ・システム補正、精密補正の場合 … 出力画像座標系≡補正済画像座標系
- ・精密レジストレーションの場合 … 出力画像座標系≡基準画像の座標系

である。従って、座標変換関数  $F_5$  は、システム補正及び精密補正の場合、恒等変換を行なう関数となり、精密レジストレーションの場合、基準画像への重ね合せを行なう関数となる。

そこで  $F_5$  の一般型を

$$\begin{cases} x = a \cdot x' + b \cdot y' + c \cdot y' + d \\ y = e \cdot x' + f \cdot x' + g \cdot y' + h \end{cases} \quad (F \cdot 3.9)$$

但し、  $(x, y)$  ; 出力画像座標系上画素アドレス

$(x', y')$  ; 補正済画像座標系上画素アドレス

各係数  $a \sim h$  はシステム補正、精密補正、精密レジストレーションの別および抽出された RCP (Registration Control Point) のデータの個数によって決定される。

### F. 3. 2. 3 出力座標から入力座標への投影

5つの投影関数のうち、逆関数が定義されるものは  $F_3$ ,  $F_4$ ,  $F_5$  のみであって、 $F_1$  および  $F_2$  は逆変換が明確に定義されないため、出力座標から入力座標への投影は、 $F_1 \sim F_5$  による収束演算による。

### F. 3. 2. 4 擬似アフィン変換式の作成

出力画像座標系上の点のアドレスから対応する、生画像座標系上の点の座標を求める変換は画像上の一定範囲において以下の擬似アフィン変換式で近似することができる。

$$\begin{cases} u = a x + b y + c \\ v = e x + f y + g \end{cases} \quad (F \cdot 3.10)$$

ただし  $(x, y)$  ; 出力画像座標系上のアドレス (ピクセル、ライン)

$(u, v)$  ; 生画像座標系上の座標 (ピクセル、ライン)

$a \sim h$  ; 係数

係数  $a \sim h$  を以下の手順で求める。

- ① 出力画像座標系を擬似アフィン変換で近似できる大きさのブロックに分割し、各ブロックを構成する 4 端点 (格子点) のアドレス (ピクセル・ライン) を求める。

- ② 座標変換関数を用いて、出力画像座標系上の格子点に対応する生画像座標系上の座標（ピクセル、ライン）を求める。
- ③ 出力画像座標系上の各ブロックごとに格子点に対応する入力画像上の座標から、擬似アフィン変換式の係数を求める。

#### F. 3. 2. 5 リサンプリング法

幾何学的歪の補正にあって歪補正テーブルにより補正済画像上の格子点が未補正入力画像上のどこに位置するかを決定した後、未補正画像上でその格子点を推定しなければならない。この推定のための内挿処理をリサンプリングと呼ぶ。

なお、SWIRについては、CCDがスタガリニア（千鳥格子）状に配列していることに起因する偶奇素子間撮像位置のズレが発生するが、このズレの補正もリサンプリング処理の中で行う。

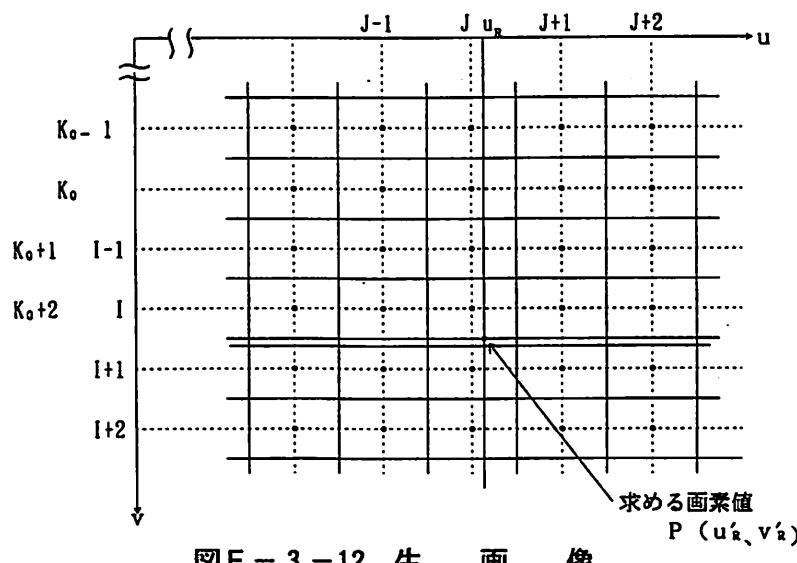
- (1) ジオメトリック補正済画像上アドレスに対応する生画像座標系上の座標の算出

画素値を求めたいジオメトリック補正済画像上のアドレスを ( $x_1$  ,  $y_1$ ) とすると、対応する生画像座標系上の座標値 ( $u_R$  ,  $v_R$ ) は擬似アフィン変換式を用いて以下の様に求まる。

$$\begin{cases} u_R = A_u \cdot x_1 y_1 + B_u \cdot x_1 + C_u \cdot y_1 + D_u \\ v_R = A_v \cdot x_1 y_1 + B_v \cdot x_1 + C_v \cdot y_1 + D_v \end{cases} \quad (\text{F-3.11})$$

- (2) 画素値の決定

図F-3-12に示す様に生画像上アドレス ( $u_1$  ,  $v_1$ ) ( $u_1 = 1 \sim$  生画像のカラム数、 $v_1 = 1 \sim$  生画像のライン数) とすると；座標 ( $u_R$  ,  $v_R$ ) の画素値  $P(u_R, v_R)$  は、(F-3.15) に示す重み関数  $f$  を用いて求められる。



図F-3-12 生 画 像

(a) VNIR (バンド1～4) の場合

(i) ライン方向リサンプリング

$$p(u_l, v_R) = p(u_l, I-1) \cdot f[(I-1)-v_R] + p(u_l, I) \cdot f[I-v_R] \\ + p(u_l, I+1) \cdot f[(I+1)-v_R] + p(u_l, I+2) \cdot f[(I+2)-v_R]$$

(F-3.12)

但し、 $I = [v_R]$  小数点以下切捨

(ii) ピクセル方向リサンプリング

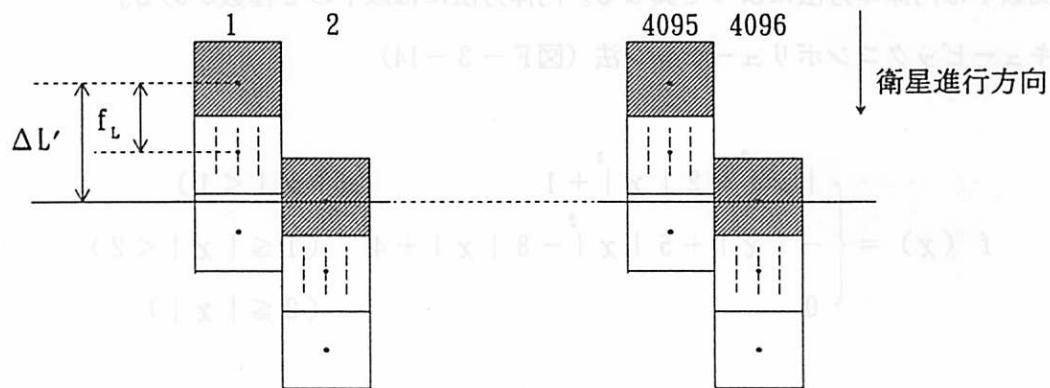
$$p(u_R, v_R) = p(J-1, v_R) \cdot f[(J-1)-u_R] + p(J, v_R) \cdot f[J-u_R] \\ + p(J+1, v_R) \cdot f[(J+1)-u_R] + p(J+2, v_R) \cdot f[(J+2)-u_R]$$

(F-3.13)

但し、 $I = [u_R]$  小数点以下切捨

(b) SWIR (バンド5～8) の場合

SWIRによって撮像された画像は図F-3-13に示されるように、奇数画素と偶数画素にずれる。



$\Delta L'$  ; 偶奇ディテクタの撮像位置の間隔  
 $f_L$  ; ライン方向走査間隔

図F-3-13 SWIRの地表走査パターン

このずれの補正を奇数ディテクタを基準としてリサンプリングで行う。リサンプリングの方法を以下に示す。

(i) ライン方向リサンプリング

(7) 偶数ディテクタ

$$P(u_1, v) = P(u_1, k_0-1) f [(k_0-1)-k_1']' + P(u_1, k_0) f [k_0-k_0'] \\ + P(u_1, k_0+1) f [(k_0+1)-k_1'] + P(u_1, k_0+2) f [(k_0+2)-k_1'] \quad (\text{F-3.13})$$

$$\text{但し、 } k_0' = v_R - \Delta L$$

$$k_0 = [k_0'] \text{ 小数点以下切捨て}$$

$$\text{また、 } \Delta L = \frac{\Delta L'}{f_L}$$

(1) ピクセル方向リサンプリング

VNIR と同様

上式中の  $\Delta L$ 、  $f_L$  は SWIR の光学系焦点距離  $f$ 、 SWIR CDD の偶奇数ディテクタ間隔  $P$ 、および全画像中心撮像時刻における衛星位置  $1R_s$  と速度  $v_s$ （共に ECR におけるもの）から求められる。

(3) 重み関数  $f$

重み関数  $f$  は内挿の方法によって異なる。内挿方法には以下の 2 種類がある。

(a) キュービックコンボリューション法（図 F-3-14）

$$f(x) = \begin{cases} |x|^3 - 2|x|^2 + 1 & (|x| < 1) \\ -|x|^3 + 5|x|^2 - 8|x| + 4 & (1 \leq |x| < 2) \\ 0 & (2 \leq |x|) \end{cases} \quad (\text{F-3.15})$$

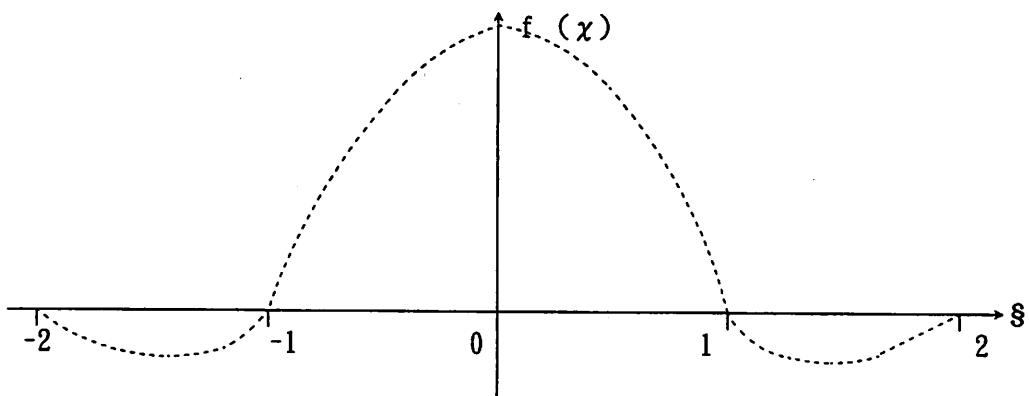
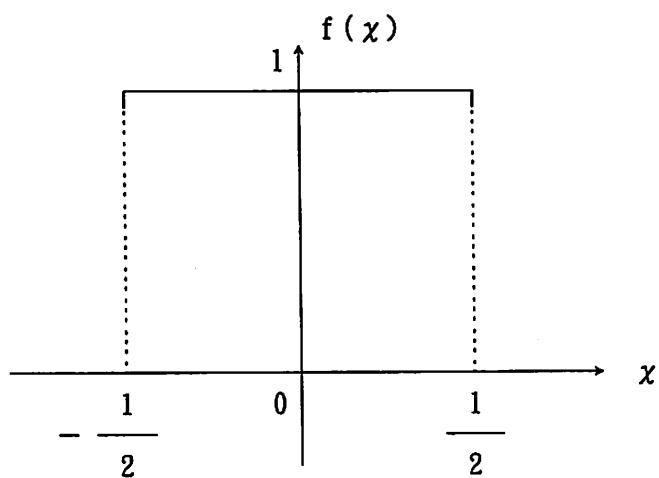


図 F-3-14 キュービックコンボリューション法

(b) ニアレストネイバー法 (図F-3-15)

$$f(x) = \begin{cases} 1 & (-\frac{1}{2} < x \leq \frac{1}{2}) \\ 0 & (x \leq -\frac{1}{2}, \quad \frac{1}{2} < x) \end{cases} \quad (\text{F-3.16})$$



図F-3-15 ニアレストネイバー法

## G. フィルム特性

## G フィルム特性

### G. 1 $\gamma$ 補 正

データ処理設備にて作成された CCT からフィルム画像作成装置（レーザービームレコーダ）によって白黒またはカラーの潜像を作成し、さらに写真処理設備で現像以後の各処理をへて濃淡画像データが outputされる。

レーザー光のフィルム面上への露光量と、フィルム上に再現される濃度との関係は非線形である。そのため、CCT 中の画像データ、各画素の輝度（濃淡）がフィルム上でそれぞれの濃淡として再現されるようレーザー光の強さを制御することが必要である。この CCT データ値とフィルムに与える光の強さ（フィルム上では濃淡）との対応づけを  $\gamma$  補正と呼び、プログラムとともに記憶されているルックアップテーブルを使って行われる。

$\gamma$  補正テーブルは、フィルムによる感光特性の違い、あるいは画像強調などの用途、目的により変更可能で、任意の濃淡を有する写真フィルムを得ることができる。標準処理では、エネルギー量の  $\log$  値と濃度値 D の関係がほぼ傾き 1 ( $\gamma \approx 1$ ) になるよう  $\gamma$  補正テーブルが決められている。

$\gamma$  補正テーブルは、各センサーの白黒およびカラー画像についてそれぞれ別に作成される。 $\gamma$  補正の概念を図 G-1-1 に示す。

\* 潜像とは、露光によって感光層中に作られる像。現像処理により目に見える像となる。

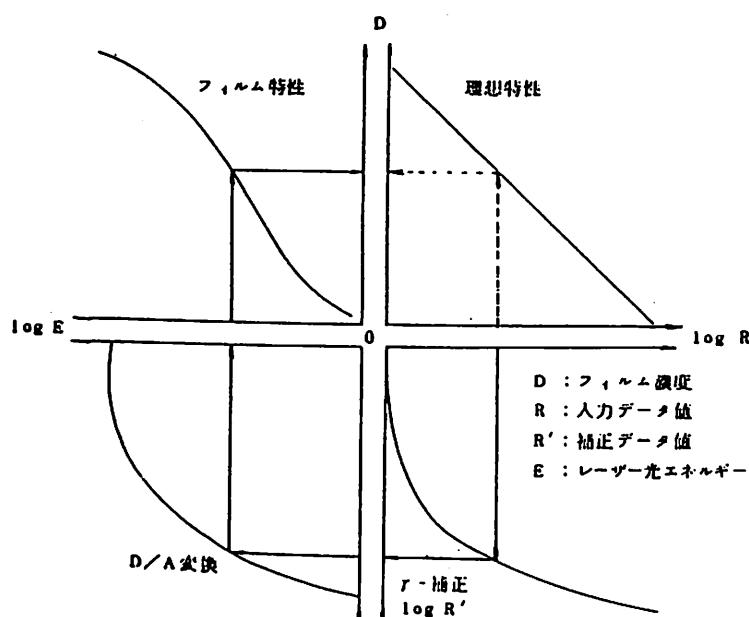


図 G-1-1  $\gamma$  補正の概念（白黒ポジ潜像出力の場合）

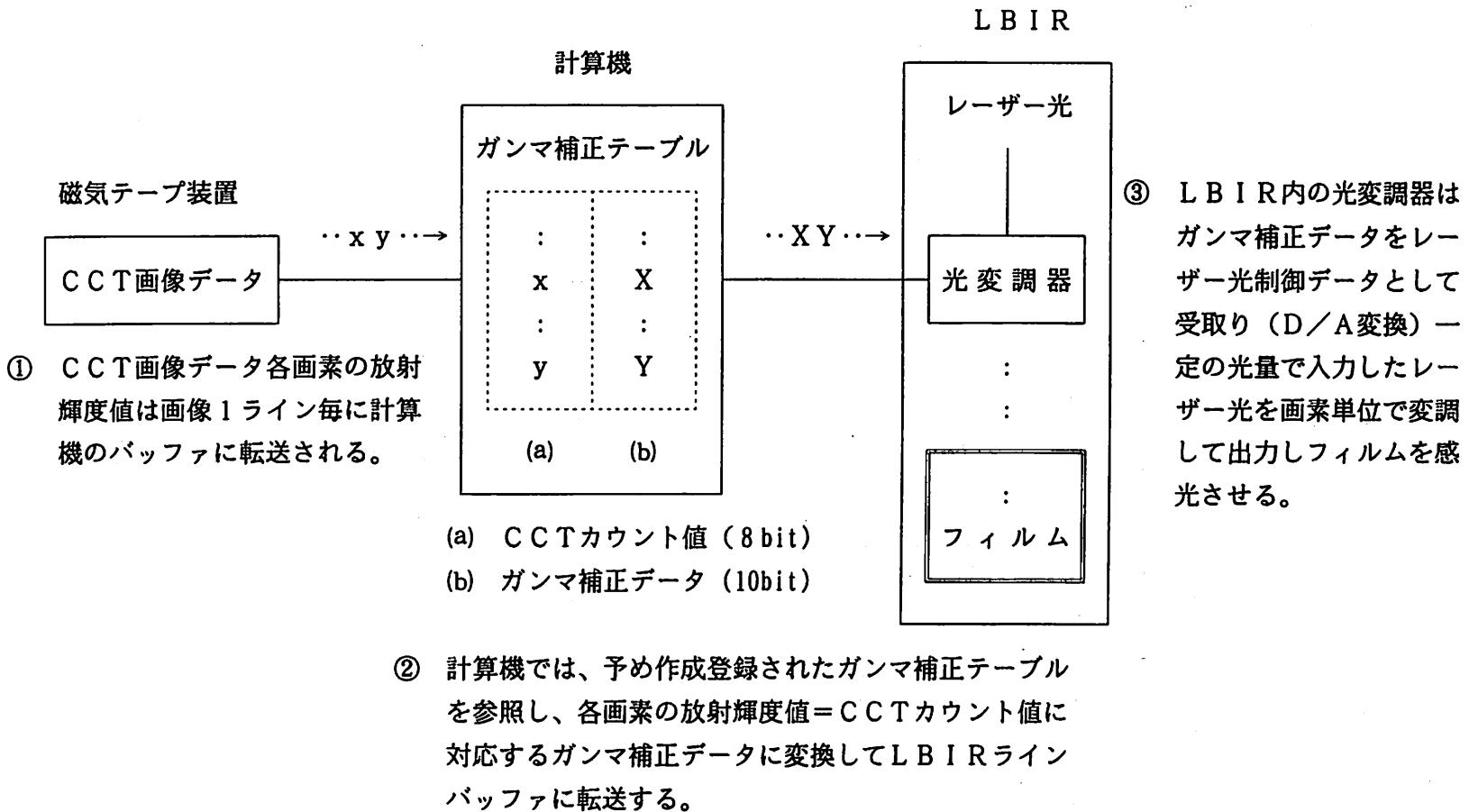


図 G - 1 - 2 潜像処理におけるデータフロー概念図