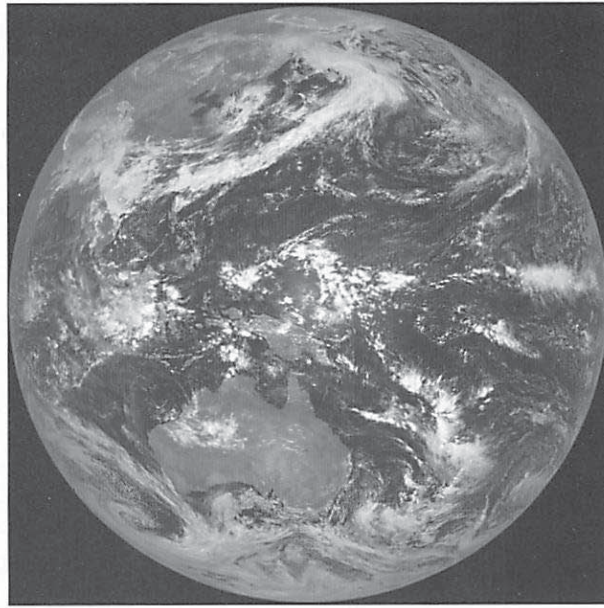


気象衛星センター技術報告
特別号 (2006)

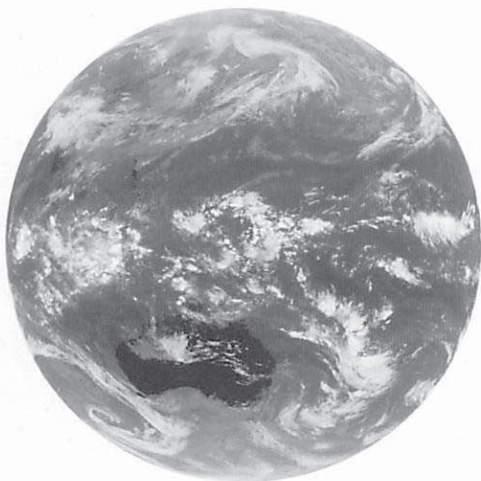
MSCシステム総合報告

気象衛星センター
平成18年3月

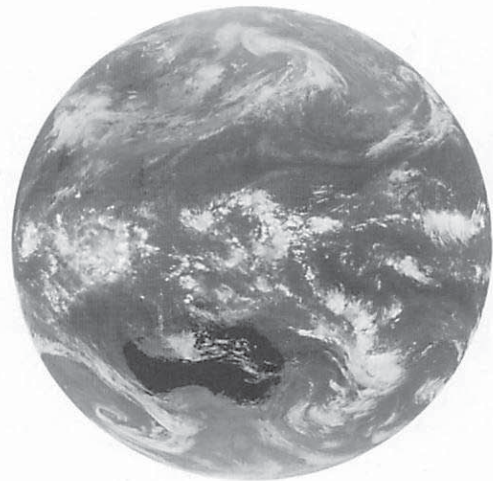
運輸多目的衛星新1号 (MTSAT-1R) 初観測画像
(2005年3月24日02時(UTC))



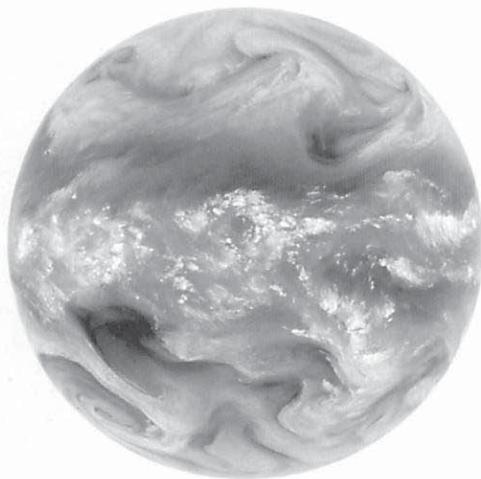
可視 (VIS)



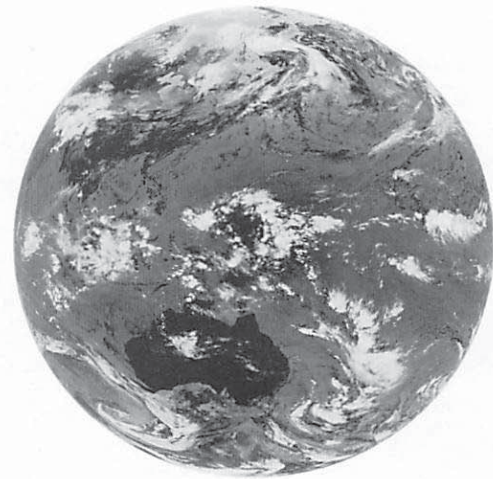
赤外 1 (IR1)



赤外 2 (IR2)



赤外 3 (IR3)



赤外 4 (IR4)

はじめに

運輸多目的衛星新1号(MTSAT-1R)は、2005年2月26日に打上げられ、機能確認試験を経て6月28日に気象ミッションの運用が開始された。

MTSAT-1Rの気象ミッションは、これまでの静止気象衛星(GMS-5)が行ってきた主要業務である地球画像の取得、観測画像の配信及び気象資料や地震・津波情報の集配信(通報局)を引き継いだ上で、観測機能の強化を目的にGMS-5の4つのチャンネル(可視、赤外1~3)に加えて、夜間における霧や下層の雲の判別に有効とされる新たなチャンネル(赤外4)が組み込まれたイメージャを搭載し、また、空間分解能、反射量・輝度温度分解能の向上も図られた。

一方、気象衛星センター及び気象衛星通信所の地上設備も更新等の整備が行われた。

気象衛星業務を処理する中枢システムとして、1995年6月から運用してきた「静止気象衛星資料処理局電子計算機システム」の更新整備を気象庁の数値解析予報システムと一体で進め、MTSAT-1Rから得られる膨大なデータに対応可能なシステムとして、2005年3月1日に「衛星データ処理システム」の運用を開始した。

また、これに合わせて1977年の気象衛星センター発足以来、気象衛星センターと気象衛星通信所間を結び、衛星画像・管制及び通報局データ等の信号を送受信してきた自営マイクロ回線を電気通信事業者回線に置き換えると共に、衛星データ処理システムと気象衛星通信所の地上機器及び既設各機器を接続する、新しい技術に対応した経済的かつ効率的な気象衛星センター基幹ネットワークを整備した。

このように、MTSAT-1Rの運用に対応して、気象衛星センターの地上システムが大幅に更新されたことから、その詳細についての総合的な報告を気象衛星センター技術報告の特別号として、ここに刊行する次第である。

この特別号が気象衛星センターのシステムの理解及び各種プロダクトの特質を把握する上での一助となり、また、将来のより良いシステム作りのための礎となれば幸いである。

気象衛星センター

所長 中村和信

目次

Contents

はじめに

Foreword

1 気象衛星センター計算機システム

New Computer System at Meteorological Satellite Center

1-1 気象衛星センター計算機システムについて 1

New Computer System at Meteorological Satellite Center

1-2 衛星データ高度処理システム 7

Satellite data Advanced Processing System

1-3 LRIT (低速情報伝送) 配信システム 45

LRIT (Low Rate Information Transmission) Subsystem

1-4 WEFAX 信号作成装置 61

WEFAX signal generation equipment

1-5 通報局データ編集装置 69

DCP Data Processing System

1-6 DCP データ伝送装置 75

DCP Data Transmission Equipment

1-7 気象衛星センター基幹ネットワーク 83

Meteorological Satellite Center Backbone Network

1-8 広域雲画像情報装置 89

Satellite Cloud Information Chart for Northern Hemisphere and Southern Hemisphere

2 衛星プロダクト解説

Meteorological Products

2-1 画像 93

Images Products

2-2 衛星風 107

Atmospheric Motion Vector

2-3 輝度温度・アルベド格子点 115

Brightness Temperature and Albedo distribution

2-4 MTSAT-1R 海面水温 117

MTSAT-1R Sea Surface Temperature

2-5 エ어로ゾルの光学的厚さ 121

Aerosol Optical Thickness

2-6 雪氷域資料 125

Snow-Ice Index

2-7	雲量格子点情報	129
	Satellite Cloud Grid Information Data	
2-8	日積算降水量・日平均積乱雲雲量	141
	Daily Rainfall, Daily average Cumulonimbus cloud Amounts	
2-9	熱帯擾乱解析	145
	Typhoon Information	
2-10	雲画像解析資料	155
	Cloud Pictures for Analysis	
2-11	ISCCP 処理	159
	ISCCP Data Processing	
2-12	GPCP 処理	163
	GPCP Data Processing	
3	MTSAT-1R 地上システム	165
	MTSAT-1R Ground Systems	

付録 運輸多目的衛星新1号 (MTSAT-1R) について

Appendix

1 気象衛星センターの新計算機システム

New Computer System at Meteorological Satellite Center

1-1 気象衛星センターの新計算機システムについて

New Computer System at Meteorological Satellite Center

Abstract

The Meteorological Satellite Center (MSC) replaced the computer system and started formal operation on 1 March 2005. This replacement includes host computer as well as many related equipments. This article summarizes the new MSC computer system and its replacement process.

1-1-1 概要

気象衛星センターの新計算機システムは2005(H17)年3月1日より運用を開始した。

今回の計算機更新の主たる目的は、計算機システムの演算処理能力を大幅に引き上げることより、MTSATの高頻度観測・高解像度データ・新規チャンネルへの対応や、プロダクトの作成に要する時間の短縮や計算の精緻化による品質向上とともに、MTSAT以外の気象衛星・地球観測衛星への対応などを通じ、気象庁の防災気象情報の高度化等の業務改善を図ることである。

今回の計算機更新は単なるホスト計算機の置き換えではなく、周辺の各種システムの改修・更新を伴う大変込み入った作業となった。本章では、今回の更新作業の全体概要を述べる。

1-1-2 計算機更新までの経緯

1-1-2-1 静止気象衛星資料処理局電子計算機(DPC3)

静止気象衛星資料処理局電子計算機(以下、DPC3)と言う。)は、GMS-5の運用開始日と同日の1995(H7)年6月14日より運用を開始した。

1999(H11)年にかけて、MTSAT(初号機)に対応するための改修が行われた。DPC3に対する磁気ディ

スク増設、ソフトウェアの改修とともに、画像前処理評価解析装置が新たに追加された。画像前処理評価解析装置にはLRIT作成系装置が含まれる。

2003(H15)年6月には、一部機器が老朽化のためそれ以上の借用が不可能となった。これに対し解析課の台風解析作業の継続のために、2002(H14)年に熱帯擾乱解析装置を整備した。この装置は、計算機更新後も使用されている。

DPC3の機能の一部は、計算機更新後もGMS-5の運用を維持するために「静止気象衛星5号衛星管制・画像取得制御装置」として2005(H17)年4月から同年6月末まで運用が行なわれた。

1-1-2-2 計算機の更新計画

(1) NAPSとの一体更新の経緯

DPC3の更新については気象衛星センター単独での更新も検討されていたが、2001(H13)年8月2日の庁議において、数値解析予報システム(NAPS)及び気象衛星センター計算機について、両システムの高度連携の必要性等から、2004、2005(H16,17)年度に一体的に整備し、効率的な運用を目指す方針が了承された。

この方針を受け、参事官の下に「数値予報システム及び気象衛星センター計算機更新検討委員会」が設け

られ、更新計画の具体化に向けた検討・庁内調整が行われた。その進捗状況は逐次庁議に報告された。

2002 (H14) 年 11 月から 12 月にかけてスーパーコンピュータシステム導入手続きに基づく市場調査のための資料提供招請が行われ、また 2004 (H16) 年 1 月から 3 月にかけて仕様書原案に対する意見照会が行われた。これらの手続きを経て仕様を確定し、2004 (H16) 年 4 月 26 日に官報公告、同年 6 月 30 日に開札が行われ、スーパーコンピュータシステムの供給業者が決定した。

(2) 導入日程

新 NAPS との一体的整備となったことから、整備は 2004、2005 (H16,17) 年度の 2 年度にわたる整備となったが、気象衛星センターは早期の計算機更新を必要としたため、気象衛星センター計算機（サブシステム 1 を含む）については 2004 (H16) 年度運用開始、新 NAPS については 2005 (H17) 年度運用開始、という変則的な導入日程となった。

スーパーコンピュータは、3 つのサブシステムに分けて設置される。このうちサブシステム 1 は 2004 (H16) 年度整備、サブシステム 2 と 3 は 2005 (H17) 年度整備である。また設置場所は、サブシステム 1 と 3 は第 2 庁舎、サブシステム 2 は第 1 庁舎となる。サブシステム 2 は DPC3 の撤去後のスペースに設置される。

(3) 業務構築作業

スーパーコンピュータシステムで業者から提供されるのは、ハードウェア、オペレーティングシステム (OS) 及びシステム監視やジョブスケジューラ等の基本ソフトウェアである。衛星データ処理のための業務処理ソフトウェアの開発や衛星データ処理ルーチンの構築は、気象衛星センター職員が担当する。これは NAPS 流のシステム構築方法であり、業務処理ソフトウェアまで仕様に含んでいた DPC3 以前の計算機システムとは本質的に異なる点である。

なお業者決定からシステム運用開始までが 8 ヶ月間しかないことから、仕様書では業務構築を支援する装置を 2004 (H16) 年 8 月から一定期間提供することを要求していた。職員による業務構築作業はまずこの装置を用いて行われた。同年 11 月から衛星データ処理システム上での業務構築作業が始まり、2005 (H17)

年 2 月の 1 ヶ月間は、現業者の慣熟のための期間として本運用に準じた内容で慣熟運用が行なわれた。

1-1-3 新計算機システムの構成

DPC3 の更新をきっかけに、気象衛星センターの各システムも同時に改修・更新が必要となった。以下のシステムが同時期に改修・更新され、いずれも 2005 (H17) 年 3 月 1 日より運用を開始した。各システムの詳細については、1-2-2 章以降で説明する。

運用開始前後の計算機システム全体構成図を図 1-1-1 に示す。

1-1-3-1 衛星データ高度処理システム

スーパーコンピュータシステムのうち、2004 (H16) 年度整備分を「衛星データ高度処理システム」と呼ぶ。またこのうち、衛星プロダクトの作成など従来の業務を継承する部分を「衛星データ処理システム」と呼ぶ。詳細は 1-2 章で説明。（注；厳密には「衛星データ処理システム及び共用システム」であるが、特に不都合のない場合は両者を合わせて「衛星データ処理システム」と呼ぶ）

1-1-3-2 ネットワーク

計算機システムの処理能力が向上し MTSAT シリーズの大量データを処理できるようになることから、清瀬～鳩山間の通信回線は、従来の自営マイクロ回線から地上回線に変更になった。これにあわせて、気象衛星センター（清瀬）および気象衛星通信所（鳩山）に LAN を整備し、全体として気象衛星センター基幹ネットワークを構築した。

MTSAT の各装置を含む既存の各種システムは、順次気象衛星センター基幹ネットワークに接続換えを行なった。（一部システムについては 2005 (H17) 年度中に接続換えを行った。）

1-1-3-3 通報局データ

DPC3 が更新されたこと及びマイクロ回線が廃止されたことから、通報局データ (DCP データ) 業務に関する装置は次のように変更になった。

鳩山側では、通報局データを TCP/IP ネットワーク

で清瀬側に伝送できるようにするために、「DCP データ伝送装置」を整備した。

清瀬側では、DPC3 が持っていた通報局データの編集機能を新計算機から分離し、新たに「通報局データ編集装置」を整備した。この装置は、アデスとの電文送受信機能も備えている。

1-1-3-4 LRIT 画像配信

DPC3 においては、DPC3 が LRIT 画像を作成し、LRIT 作成装置でパケットに変換したのち、マイクロ回線を通じて鳩山側の LRIT 伝送装置に送られる設計になっていた。

計算機更新に伴いマイクロ回線が廃止されたことにより、LRIT 作成装置、LRIT 伝送装置ともに TCP/IP ネットワーク対応の改修が行われた。LRIT 画像は、衛星データ処理システムで作成する。

1-1-3-5 WEFAX

計算機更新後も WEFAX の配信を継続するため、鳩山側に信号変調装置を備えた「WEFAX 信号作成装置」を整備した。

DPC3 の時代には、DPC3 が WEFAX 画像の作成および信号変調を行い、マイクロ回線で鳩山側に伝送していた。

現在は、WEFAX 画像は衛星データ処理システムで作成し、その画像ファイル（独自形式）が WEFAX 信号作成装置に送られる。

1-1-3-6 広域雲解析情報図

広域雲解析情報図の作成・配信を継続するため、広域雲画像情報装置を更新した。

(旧) 広域雲画像情報装置は DPC3 のスケジューラの制御下で動作する設計であったが、衛星データ処理システムと (新) 広域雲画像情報装置は、データの授受関係はあるものの基本的に独立したシステムとした。

1-1-3-7 その他

上記以外に、以下のシステムの利用を継続している。

- ・極軌道気象衛星受信システムは清瀬にあり、NOAA 衛星の観測データを直接受信し、衛星データ処理システムにデータを提供している。現在のシステムは

1995 (H7) 年から運用している。なお受信システムの更新作業を進めており、新システムは 2005 (H17) 年度末の運用開始を予定している。

- ・地球観測衛星データ利用システムは、JAXA/EOC (宇宙航空研究開発機構/地球観測センター; 埼玉県比企郡鳩山町) と専用線で接続している。このシステムは、地球観測衛星のデータを取得し気象庁内に提供するとともに、NAPS の全球客観解析値及び全球予報値を JAXA/EOC に提供している。現在のシステムは 2004 (H16) 年 2 月から運用している。
- ・1-1-2-1 で前述したとおり、熱帯擾乱解析システムは計算機更新後も引き続き利用している。

1-1-4 計算機更新後のイベント

2005 (H17) 年 3 月 1 日に、衛星データ処理システムを含む衛星データ高度処理システムは運用を開始した。この時点で静止気象衛星業務は GOES-9 の観測データを利用しており、GOES-9 のデータを受信するための「GVAR 受信装置」およびそのデータの形式変換を行うプログラムを実行する「高密度衛星風作成サーバ」とは現 NAPS のネットワークを介して接続していた。

MTSAT-1R の運用開始 (2005 (H17) 年 6 月) に伴い、衛星データ処理システムの業務処理ソフトウェアにたいし MTSAT-1R 対応の改修を行った。前述したとおり、この作業は気象衛星センター職員が行った。

アデスの更新 (2005 (H17) 年 10 月) に伴い、システム面では次の 2ヶ所に変更作業を行った。

- ・通報局データ編集装置は、電文送受の相手を変更 (更新) になった。ただしプロトコルには変更はない。
- ・広域雲画像情報装置は、プロダクトの提供経路と図の形式が変更になった。それまでは現 NAPS の電文送受信サーバを経由して G3-FAX 形式の資料を提供していたが、アデス更新以降は新アデスの NAPS 送受信サーバに PNG 形式の資料を提供するようになった。

プロダクト面では、それまで予報部が MDUS (中規模利用局) で受信して作成していた各種衛星画像プロダクトを、気象衛星センターが作成し提供するよう

なった。

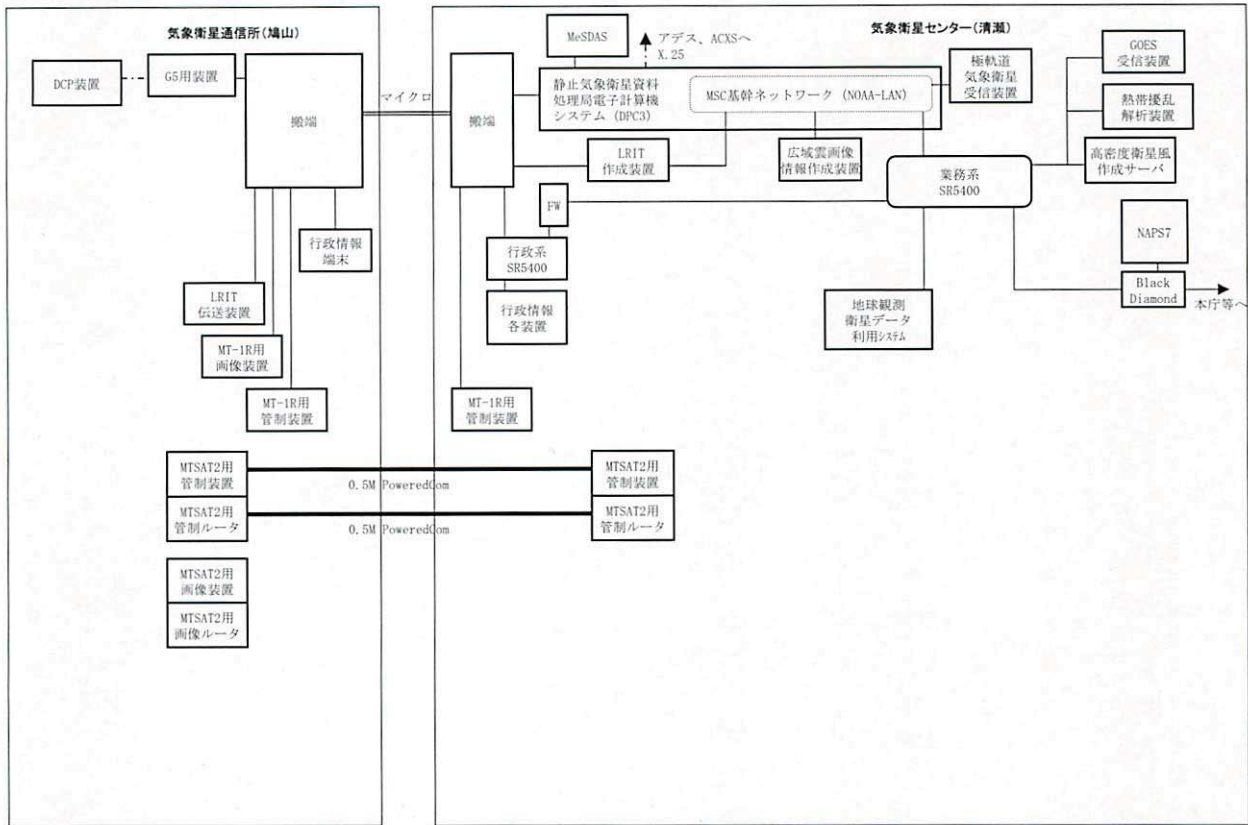
2006 (H18) 年 3 月からは、衛星データ処理システムは新 NAPS と同一システムとなり、データの交換が容易になる (NFS による共有)。また本庁との接続は現在、現 NAPS-LAN、現 NAPS-WAN を経由している

が、NAPS 更新後は新 NAPS-WAN により本庁と接続する。現在よりも帯域が広がるので、より大量のデータの提供が可能になることが期待できる。

登録商標

NFS は米国での Sun Microsystems Inc. の登録商標です。

システム更新前 (2004(H16)年4月頃)



システム更新直後 (2005(H17)年3月頃)

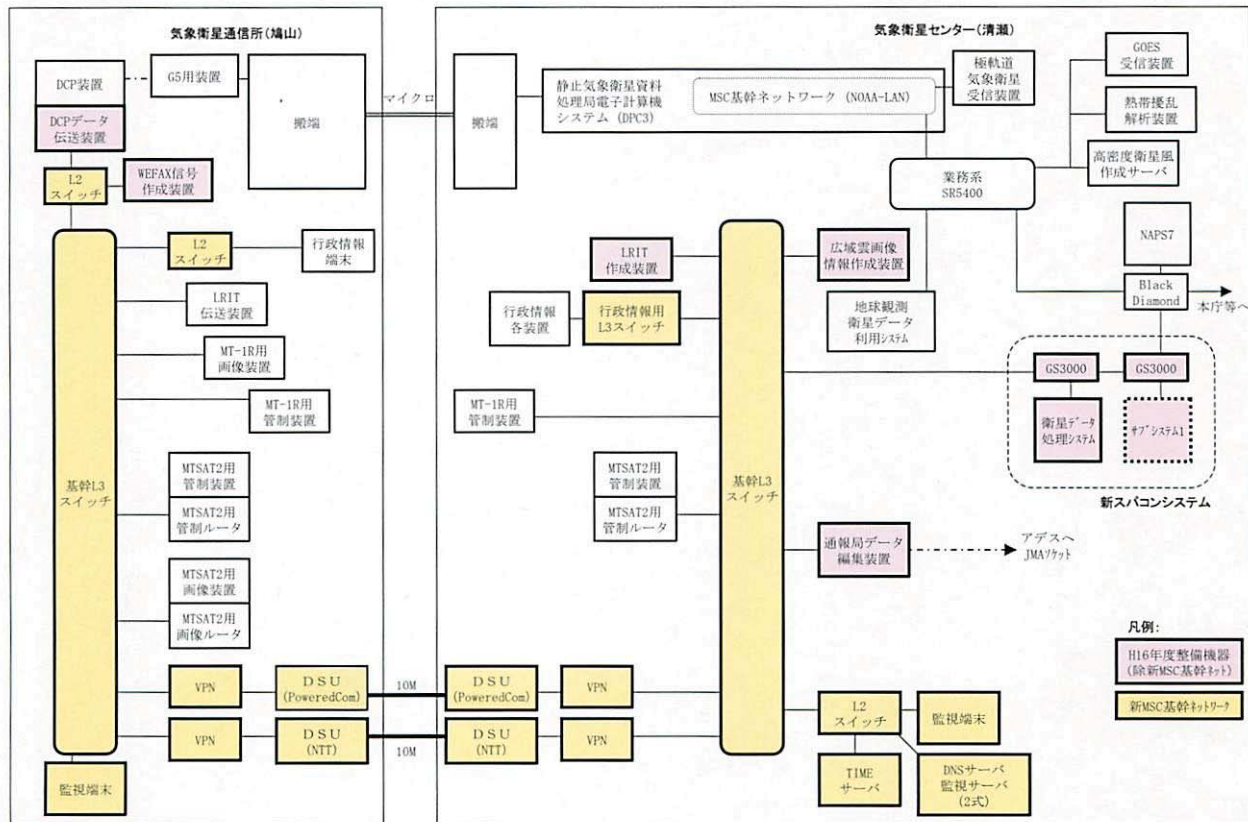


図 1-1-1 計算機更新前後のシステム全体構成図

1-2 衛星データ高度処理システム

Satellite data Advanced Processing System

Abstract

The Japan Meteorological Agency (JMA) is now in process of introducing new supercomputer system, and it is supposed to be completed in two years (fiscal year 2004 through 2005). The Satellite data Advanced Processing System (SAPS), which started operations on 1 March 2005, is a part of the supercomputer system. SAPS consists of 1) the Satellite Data Processing System (SDPS), 2) the supercomputer subsystem #1, and 3) shared systems such as networks, cartridge tape library, system operational terminals, etc. Both SDPS and shared systems are responsible for most of jobs in MSC.

1-2-1 衛星データ高度処理システムとサブシステム 1

2 年計画で予報部と共同で導入するスーパーコンピュータシステムのうち、2004 (H16) 年度整備分を「衛星データ高度処理システム」と呼んでいる。衛星データ高度処理システムは、衛星データ処理システム、サブシステム 1、共用システムからなる。気象衛星センターでは、従来からの衛星データ処理ルーチン業務を継続するために、衛星データ処理システムと共用システムを利用している。これらのシステムについては 1-2-2 章以降で詳しく述べる。

サブシステム 1 は、3つのサブシステムに分けて設置されるスーパーコンピュータのうち 2004 (H16) 年度に導入されるシステムである。製品名は「スーパーテクニカルサーバ HITACHI SR11000」であるが、サ

ブシステム 1 は「モデル J1」、サブシステム 2 及び 3 はその後継の「モデル J1K」という型番であり、性能が若干異なっている。表 1-2-1 に、各サブシステムの主要諸元を示す。

衛星データ高度処理システムの運用・管理については、契約、物品管理、システム管理まで全て予報部が担当している。システム管理は、予報部情報通信課に「衛星データ高度処理システム管理者」を置き、その下に気象衛星センターの「衛星データ処理ルーチン管理者」「衛星データ処理システム運用実施責任者」「課室責任者」を配置する体系となっている。なお 2005 (H17) 年度整備分が運用開始になる 2006 (H18) 年 3 月以降は、システム全体の名称や管理体系が変更になる見込みである。

表 1-2-1 サブシステムの主要諸元

	サブシステム 1 (2004 年度導入)	サブシステム 2 (2005 年度導入)	サブシステム 3 (2005 年度導入)
名称・型番	スーパーテクニカルサーバ SR11000 モデル J1	スーパーテクニカルサーバ SR11000 モデル J1K	スーパーテクニカルサーバ SR11000 モデル J1K
ノード数	50	80	80
1ノードあたり 演算性能/CPU 数	121.6 GFLOPS / 16CPU	134.4 GFLOPS / 16CPU	134.4 GFLOPS / 16CPU
サブシステムあたり 演算性能	6,080 GFLOPS	10,752 GFLOPS	10,752 GFLOPS
1ノードあたり 主記憶	64 GB	64 GB	64 GB
サブシステムあたり 主記憶	3,200 GB	5,120 GB	5,120 GB
サブシステム内 ノード間通信速度	片方向 8 GB/s 双方向 16 GB/s	片方向 8 GB/s 双方向 16 GB/s	片方向 8 GB/s 双方向 16 GB/s
磁気ディスク (サブシステム用)	6 TB	6 TB	6 TB
磁気ディスク (共用)	全体で 15.588 TB (うち 2004 年度に 10.660 TB 導入)		

1-2-2 衛星データ処理システム (Satellite Data Processing System: SDPS)

1-2-2-1 システム構成

衛星データ処理システム (以下、「SDPS」と言う) は、静止気象衛星の観測画像を始めとする衛星データや数値予報データ、ADESS 電文データを収集し、それらを加工してプロダクトを作成し、ユーザに届けることを主目的とする。さらに、収集したデータやプロダクトデータを保存する機能も持つ。データの収集から衛星プロダクトの作成と配信は逐次的に行われる。特に WEFAX 画像や LRIT 画像、大気追跡風データなどの一部プロダクトはその配信時刻に厳しい制約を受けるため、SDPS にはその制約を満たすデータ処理能力が求められる。また、衛星観測データは天気予報や防災情報などに必要不可欠なデータであるため、本システムには障害に強い耐性が求められる。

平成 16 年度に新しく導入した SDPS は、スーパーコンピュータシステムの一部として導入され、これまで利用していた静止気象衛星資料処理局電子計算機 (以下、「DPC-3」と言う) と比較して高速化、大容量化、利便性の向上が図られている。SDPS は、主に、衛星データの高速度処理を可能にするサーバ群と、ネットワーク上で共有利用が可能なディスク群、

歴代の静止気象衛星観測データなど大量のデータを蓄積する保存装置、それら装置を有機的かつ高速に接続するギガビットのネットワーク群で構成する。これら機器の多くは、インターフェイスを含めて冗長化され、障害に強い構成となっている。これら機器の主な設置場所は、清瀬にある気象衛星センター第 1 庁舎 2 階の電子計算機室である。

サーバに導入するオペレーティングシステム (以下、「OS」と言う) は、DPC-3 の汎用計算機 OS から UNIX に変更された。開発言語としては新しく FORTRAN90 が利用可能となった。さらにミドルウェアソフト群が導入され、衛星ルーチン業務処理の実行制御や SDPS 機器の監視を支援する。

本節では、SDPS に導入したこれらハードウェアとソフトウェアを紹介する。なおここでは、スーパーコンピュータシステムのうち、数値解析と予報を実行するシステムを NAPS8、現在の数値解析予報システムを NAPS7 と呼ぶ。

1-2-2-1-1 ハードウェア

SDPS のハードウェアの概要を図 1-2-2 1 に示す。これら機器は、ネットワーク、サーバ、ストレージ、監視装置、リモートメンテナンス装置、その他の機器に分類される。

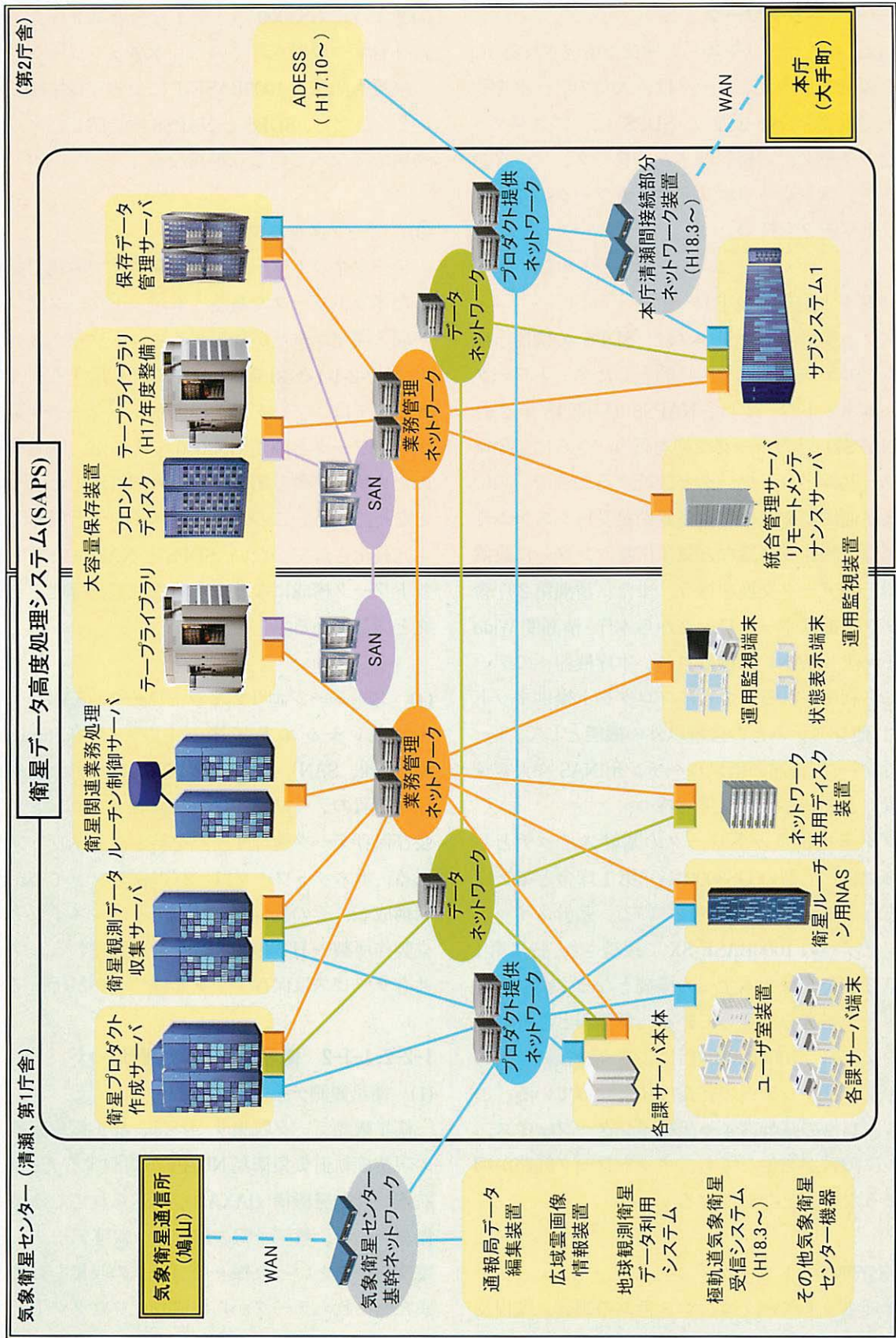


図 1-2-2-1 衛星データ高度処理システム (SAPS) の機器構成概要図 (平成 17 年 3 月時)

SAPS は、衛星データ処理システム (SDPS) とサブシステム 1、及び、共用システムで構成される。ネットワーク接続については、平成 18 年 3 月時の予定を含む。

1-2-2-1-1-1 ネットワーク

SDPSは、主にサーバやストレージで構成されるが、これらを接続するネットワークは、大量のデータを利用する上で重要な役割を持つ。SDPSは、プロダクト提供ネットワーク、業務管理ネットワーク、データネットワーク、ストレージエリアネットワークの4つの基本ネットワークを持つ。

(1) プロダクト提供ネットワーク

プロダクト提供ネットワークは、SDPSの機器と他システムとのデータ交換を主目的としたネットワークである。本ネットワークは、NAPS8(平成18年2月まではNAPS7)とのデータ交換を行う。さらに気象衛星センター基幹ネットワークと接続することで、鳩山の気象衛星通信所や、極軌道気象衛星受信システムや広域雲画像情報作成装置など気象衛星センターに設置する機器とのデータ交換を行う。また、清瀬第2庁舎のプロダクト提供ネットワークから本庁・清瀬間 Wide Area Network (WAN) に接続され、本庁機器へのデータ転送にも利用される。さらにプロダクト提供ネットワークは、他システムとの接続以外の機能として、サーバとストレージ(後述の衛星ルーチン用NASや大容量保存装置)とを結ぶ役割も併せ持つ。

プロダクト提供ネットワークの基幹スイッチとしては、日立製作所製のGS3000が、第1庁舎と第2庁舎それぞれに2台ずつ導入されている。基幹スイッチ間は光ファイバの1000BASE-SXで接続され、特に第1庁舎と第2庁舎間は3本ずつの接続となっており、大容量のデータ転送を実現している。各機器と基幹スイッチとの接続は、1000BASE-Tによる高速接続で、必ず2つの基幹スイッチへの冗長接続となっている。これにより、1つの基幹スイッチやインターフェイス、ケーブルに障害が発生しても、ネットワーク経路が切れないような構成となっている。

(2) 業務管理ネットワーク

業務管理ネットワークは、システムの制御、監視及び管理に関する利用を目的としたネットワークで、ミドルウェアJP1(1-2-2-1-2-4参照)に関連する情報伝達も本ネットワークを利用する。本ネットワークの基幹スイッチとしては、プロダクト提供ネットワークと

同じようにGS3000が、第1庁舎と第2庁舎それぞれに2台ずつ設置されている。本ネットワークと機器間の接続も同様に1000BASE-Tによる冗長接続となっている。ただし、SDPSとNAPS8内で閉じたネットワーク構成になっている点異なる。

(3) データネットワーク

データネットワークは、開発業務での利用を目的としたネットワークである。本ネットワークは、各サーバ間と開発ユーザが利用するネットワーク共有ディスク(1-2-2-1-1-3(2)参照)を結ぶ。利用する基幹スイッチとしては、プロダクト提供ネットワークや業務管理ネットワークと同じGS3000であるが、開発利用目的のため第1庁舎と第2庁舎それぞれに1台ずつの導入となっている。このため基幹スイッチと機器間の接続も冗長化されていない。SDPSとNAPS8内で閉じたネットワーク構成になっている点は業務管理ネットワークと同じである。

(4) ストレージエリアネットワーク (SAN)

ストレージエリアネットワーク (Storage Area Network, SAN) は、1-2-2-1-1-3(3)で紹介する大容量保存装置のテープライブラリ装置とフロントディスク及び保存データ管理サーバを結ぶ高速ネットワークである。本ネットワークは、2 Gbpsのファイバチャネルで構成し、その基幹ファイバチャネルスイッチには日立製作所製のHT-4990-SWを利用している。ファイル共有サービスは保存データ管理サーバが行っている。

1-2-2-1-1-2 衛星ルーチン処理サーバ

(1) 衛星観測データ収集サーバ

衛星観測データ収集サーバは、静止気象衛星や米国の現業極軌道気象衛星NOAAが観測するデータ、宇宙航空研究開発機構(JAXA)から送られてくる地球観測衛星データ、数値予報の解析・予報値データ、ADESS電文データといった様々なデータの収集を目的とする。また、これらデータから作成したプロダクトデータを他システムへ送信するときにも利用される。本サーバとして、日立製作所製のEP8000が2台導入されている。サーバの演算装置は、IBM製の最新64 bit CPUであるPOWER5(1.65 GHz)による4 way構成となつて

いる。このため OS も、相性の良い IBM 製の UNIX OS である AIX5L である。主記憶メモリは 8 Gbytes あり、ネットワークインターフェイスは 1000BASE-T である。ネットワークの接続先は図 1-2-2-1 を参照されたい。この高速なデータ処理能力とネットワークにより、迅速性が求められる衛星データやプロダクトデータの送受信を、複数同時にかつ遅延することなく行うことができる。

衛星観測データ収集サーバは、1 台のサーバの障害時にも業務が継続できるように、相互切り替えが可能な 2 台 1 組のクラスタ構成となっており、24 時間連続運用が可能である。サーバの障害監視と切り替えには日立製作所製の HA モニタと呼ばれる機構が使われている。HA モニタは、2 台のサーバを結ぶ専用回線（ヘルスチェックパス）を介して、10 秒間隔でハートビート信号をやりとりすることで相互に監視する。そして、待機サーバが運用サーバの障害を発見した場合に、待機サーバを運用サーバに切り替える。この切り替えは、運用サーバに割り振られる仮想 IP アドレスと仮想サーバ名を引き継ぐことから、障害時は約 30 秒と言った高速な切り替えを実現している。他の機器から本サーバへのアクセス（ftp や rcp、telnet など）は、接続先にこの仮想 IP アドレスないし仮想サーバ名を指定することで、1 台のサーバが障害となってもその障害に関係なく同じ接続先で行える。このため、他システムと SDPS とのデータ送受信は、通常この衛星観測データ収集サーバを利用する。

(2) 衛星プロダクト作成サーバ

衛星プロダクト作成サーバは、衛星観測データ収集サーバが収集する各種データを加工し、天気予報の現場で利用する衛星画像データや数値予報の入力データ、海氷や火山灰の解析に利用する資料など、衛星関連のプロダクトを作成することを主目的とする。本サーバは、衛星観測データ収集サーバと同じ EP8000 が導入されているが、台数が 4 台で、各サーバの演算装置は POWER5 による 8 way 構成、主記憶メモリも 16 Gbytes と高性能になっている。ネットワーク接続は 1000BASE-T、OS は AIX5L である。本サーバの演算能力は高く、整数演算能力は 85 SPECint_rate2000、浮動小数点演算能力は約 52 Gflops ある。一世代前の数値解

析予報システム（NAPS6、1996 年 3 月から 2001 年 2 月）で利用されていたスーパーコンピュータが 32 Gflops であったことと比較しても、本サーバの演算能力が高いことがわかる。この高速サーバを利用することで、WEFAX や LRIT データといったデータの作成から配信までの締め切り時刻が決められたプロダクトの作成処理や、データ集信の締め切り時刻が早いメソ数値予報の解析処理で利用する大気追跡風データの作成といった迅速なデータ作成が求められる業務処理を実現している。

本サーバは、4 台のうち 3 台が運用サーバ、1 台が待機サーバで 24 時間運用される。障害監視と切り替えには、衛星観測データ収集サーバと同じ HA モニタが使われており、運用サーバ 3 台を待機サーバが常時監視し、運用サーバに障害が発生した場合には、それが持つ仮想 IP アドレスや仮想サーバ名を待機サーバが引き継ぐことで業務処理が引き継がれる。この障害時の切り替えには約 30 秒かかる。1 つのサーバが複数の仮想 IP アドレスや仮想サーバ名を持つことが可能なため、複数の運用サーバに障害が発生した場合も、業務処理を待機サーバが引き継ぐことが可能である。なおこの場合には、演算能力の不足が見込まれるため、業務処理に遅延が発生する可能性がある。

通常待機サーバは、ユーザによる開発業務に利用される。運用サーバに障害が発生し待機サーバが運用サーバに切り替わった際には、AIX が持つ WLM (Work Load Manager) と呼ばれる機能を利用して、ユーザによるサーバ利用を自動的に制限する仕組みを導入している。WLM は、ユーザやグループごと（実際にはクラスという概念が導入されている）に、あらかじめ設定する CPU や主記憶容量、ディスク I/O の使用可能割合に応じて、サーバ資源を動的に分配する機能を持つ。

(3) 衛星関連業務処理ルーチン制御サーバ

衛星関連業務処理ルーチン制御サーバは、衛星ルーチンの業務処理の運用管理を行うことを主目的とする。本サーバ上では、1-2-2-1-2-4 (2) で紹介するジョブスケジューラ JP1/AJS2 のマネージャが稼働し、衛星観測データ収集サーバや衛星プロダクト作成サーバで稼働する業務処理の運用管理を行っている。本サーバには、POWER5 の 2 way 構成の EP8000 が 2 台導入されてい

る。ネットワーク接続は1000BASE-Tである。本サーバには、2台のサーバでスケジュール情報を共有するために、共有磁気ディスク装置を導入している。本サーバは、衛星観測データ収集サーバと同じ2台1組のクラスタ構成で運用されているが、運用サーバに障害が発生した場合の切り替えには、共有ディスクの引き継ぎだけでなくジョブ稼働情報の引き継ぎも行われる。そのため、この切り替え時間は約1分かかる。

1-2-2-1-1-3 ストレージ

(1) 衛星ルーチン用NAS

衛星ルーチン用NASは、衛星ルーチンの作業領域としての利用を目的としたディスクである。本ディスク装置は、第1庁舎のプロダクト提供ネットワーク基幹スイッチに1000BASE-Tで冗長接続されている。ネットワークを介しての共有利用が可能なNAS (Network Attached Storage) と呼ばれるディスクで、衛星観測データ収集サーバと衛星プロダクト作成サーバにマウントし衛星ルーチンで利用される。衛星ルーチン用NASは、6Tbytesのユーザ利用可能容量があり、RAID5のデータ保存性能を持つ。ホットスタンバイの予備ディスクドライブを常備し、内部ディスクドライブの1つに障害が発生した場合も、RAID5のパリティ機能を利用して、障害ディスクドライブに保存されていたデータが自動的に予備ディスクドライブに復元される。さらに、電源を落とさずに障害ディスクドライブの交換も可能である。その他、ディスクのコントロール部、電源、ファンなどといった部品はほとんど冗長化されており、それらの一つが障害となっても運用を止めること無く交換が行える機能を持つ。データの保全性とシステムの運用継続性が高いディスク装置となっている。

(2) ネットワーク共有ディスク

ネットワーク共有ディスクは、衛星ルーチンの副系ディスク領域 (Open 領域、1-2-2-2-4 参照)、各課ルーチンの作業領域、ユーザによる開発業務の作業領域を利用目的とする。本ディスク装置は、データネットワークの基幹スイッチへ1000BASE-Tで接続されている。衛星ルーチン用NASと同じくNASディスクで、衛星観測データ収集サーバや衛星プロダクト作成サーバ、

各課サーバにマウントされている。本ディスク装置には、ニューテック製のConfidenceATA IIが導入されている。ユーザによる利用可能な容量は7Tbytesあり、RAID5のデータ保全性能を持つ。ホットスタンバイ用の予備ディスクドライブも持ち、内部ディスクドライブの1つに障害が発生した場合にも、本ディスク装置の運用を止めること無くその交換が可能である。

(3) 大容量保存装置と保存データ管理サーバ

大容量保存装置は、大量の衛星観測データおよびプロダクトデータを保存することを目的としたデータ保存システムで、テープライブラリ装置とフロントディスクで構成する。また保存データ管理サーバ (清瀬第2庁舎に設置) は、大容量保存装置に格納するデータを管理するサーバで、テープライブラリ装置とフロントディスクを一体化させたファイルシステムとして運用管理を行う。これら装置の間は2Gbpsファイバチャネルで接続され (1-2-2-1-1 (4) ストレージエリアネットワークを参照) 高速なデータ転送を実現している。このファイルシステムは、NAPS8と共用利用され、SDPSにはNFS (Network File System) でマウントサービスされている。

テープライブラリ装置には、Strage Tek製のPowderHorn 9310が2台 (平成16年度に清瀬第1庁舎、平成17年度に第2庁舎のそれぞれ1台ずつ) 導入され、1台は最大5000巻のテープを格納できる。テープ庫は円筒形で、テープ媒体は同心円状に2重に格納され、ロボットアームが6つあるテープドライブへの媒体出し入れを行う。テープ媒体には9940Bと呼ばれる規格の媒体を利用し、1媒体の容量は非圧縮時で200Gbytesある。全体の容量は、2Pbytes (ペタバイト、1Pbytes=1000Tbytes) で、そのうちSDPSが利用する容量は最大400Tbytesである。またテープライブラリ装置には、テープドライブやロボットアームの動作、テープの出し入れなどの管理を行うために大容量保存装置管理用サーバが備わっている。

フロントディスクは、テープライブラリ装置へのアクセスを軽減することを目的としており、テープへの書き込み時のバッファ、テープ読み出し時のキャッシュとして利用される。本ディスク装置には、日立製作所製のSANRISE9585Vが利用されている。全体で

36 Tbytes あり、そのうち SDPS が利用する容量は 3.2 Tbytes ある。

保存データ管理サーバは、大容量保存装置のファイルを管理するとともに、衛星観測データ収集サーバ及び衛星プロダクト作成サーバに対して、そのファイルシステムを、プロダクト提供ネットワークを通じて NFS マウントした利用環境を提供している。これにより、それらサーバから大容量保存装置へのアクセスは、ディスクへの読み書きと同じようにコピーコマンドで行える。本サーバには、シリコングラフィックス (SGI) 社製のサーバ Origin350 が利用されている。そして、管理ソフトウェア DMF (SGI Data Migration Facility) を搭載し、階層型ストレージ管理 (HSM: Hierarchical Storage Management) を大容量保存装置上に実現している。DMF は、優先順位の高いデータをフロントディスク上に残し、低いデータを自動的にテープ装置に書き込む (自動マイグレーション) 機能を持つ。フロントディスクに無いデータのアクセス要求があった場合は、自動的にテープからデータを読み込み (自動リコール)、さらにフロントディスクにキャッシュする。ユーザは、大容量保存装置にあるデータが、フロントディスクにあるのかテープにあるのか、あるいは両方にあるのかを気にする必要がなく、どのデータがどのテープボリュームに保存されているかも気にする必要がない。

大容量保存装置のファイルシステムは、ディスクアクセスと同じ手段で利用が可能であるが、あくまでもテープを主体としたファイルシステムであるため、小さいファイルの読み書き、あるいは頻繁なファイル作成と削除と言った利用は避けなければならない。保存ファイルの最小単位に関する制限は無いが、基本として数十 Mbytes が目安となる。

表 1-2-2-1 に DMF の設定値を示す。衛星ルーチン領域の設定は、テープに比べ読み出しの速いフロントディスク領域に使用頻度の高いデータをできるだけ多く残し、一方で、フロントディスクに書かれたデータをできるだけ早くテープに書き込むため、フロントディスクにあってテープにまだ書き込まれていないデータをマイグレーション発生時に全てテープ書き込みする設定になっている。

大容量保存装置には、ワンタイムライトテープと呼ばれ、一度データを書き込むとシステム管理者でもそれを消すことができない特殊な LTO Ultrium2 規格のテープ媒体が格納されている。ワンタイムライトテープは DMF の管理外にあり、そのテープへのアクセスは、テープのマウントやアンマウントおよび tar や dd コマンドにより行う。この特殊なテープ媒体には、静止気象衛星画像データなどの重要なデータを保存する。したがって重要データは、この特殊テープ媒体と HSM 領域に 2 重保存される。

表 1-2-2-1 大容量保存装置の DMF の設定値

領域	Free Space Minimum	Free Space Target	Migration Target	Select VG	設定ポリシー
衛星ルーチン	10 % (150Gbytes)	15 % (225Gbytes)	100 %	なし	フロントディスクのデータは速やかにマイグレーションする。 一定の空き容量は確保。
課ルーチン	10 %	20 %	100 %	グループ毎	フロントディスクのデータは速やかにマイグレーションする。 課ごとにテープを分ける。
開発ユーザ	10 %	20 %	20 %	グループ毎	データ削除を考慮して、マイグレーションは極力避ける。 課ごとにテープを分ける。

※ Free Space Minimum は、フロントディスク空き容量の最低値を設定する。利用率がこの敷居値を越えたとき、マイグレーション (テープ書き込み) が行われ、さらにフロントディスクにあって使用頻度の低いファイルが消され Free Space Target まで空き容量が確保される。マイグレーションされるファイルの容量は、Migration Target に応じて決まる。Select VG の設定により、ファイル名やディレクトリ名に応じて、保存テープを分けることができる。

1-2-2-1-1-4 運用監視装置

運用監視装置は、衛星データ処理ルーチンの運用監視とシステム構成機器の運用監視を一元的に行うことを目的とする。障害を感知した場合にオペレータへの報知も行う。本装置は、統合管理サーバと運用監視端末および周辺機器で構成する。なお統合管理サーバは、NAPS8 と共用利用を行っている。

(1) 統合管理サーバ

統合管理サーバは、運用監視装置の中核を成し、システムの運用情報を一元的に収集する。本サーバとして日立製作所製の HA9000V が 2 台導入されている。1 台のサーバの障害時にも業務が継続できるように相互切り替えが可能な 2 台 1 組のクラスタシステムで、24 時間連続運用が可能である。障害時の切り替えは約 20 秒かかる。本サーバ上では、1-2-2-1-2-4 (3) で紹介する JP1/NNM や 1-2-2-1-2-4 (4) で紹介する JP1/IM のマネージャ、1-2-2-1-2-5 で紹介する管理ツールと運用操作支援ツールと言ったソフトウェアが稼働し、機器監視機能、環境監視機能、ネットワーク監視機能、業務管理機能、ストレージ管理機能、稼働統計処理機能、障害情報管理機能、運用連絡機能、システム一元化機能、時刻同期機能といった機能を実現している。

(2) 運用監視端末

運用監視装置のユーザインターフェイスとして、SDPS には運用監視端末 4 台が導入されている。Microsoft 社の MS-Windows XP が稼働するパーソナルコンピュータで、日立製作所製の FLORA350 が利用されている。本端末には、統合管理サーバ上の JP1 のマネージャが収集する情報を閲覧するためのビューソフトウェアなどが稼働し、状態表示機能、管理操作機能、障害通知機能、音声通話・チャット機能、時刻表示機能といった機能を実現している。

(3) 周辺機器

運用監視装置の周辺機器としては、40 インチの液晶大型ディスプレイ 1 台、警告灯と警告用スピーカーはそれぞれ 3 台、音声通話用卓上マイクは 4 台、卓上カラープリンタ 1 台、監視カメラ 2 台が導入されている。液晶大型ディスプレイは、4 台の運用監視端末の画面

を切り替えて表示することができ、障害発生時などに、多くの方が画面上の情報を共有するのに利用される。警告灯は、3 色のランプが備わっており、用途に応じて各ランプを点灯・点滅させることができる。

1-2-2-1-1-5 リモートメンテナンス装置

リモートメンテナンス装置は、SDPS が障害となった場合に、外部から電話回線を通じて SDPS へログインし、障害情報の収集を支援することを目的とする。本装置は、アクセスサーバ、ファイアーウォールサーバ、認証サーバ、携帯端末装置で構成する。セキュリティの関係上これら機器の詳細は省略するが、多重のセキュリティ機能が、外部から SDPS への安全な接続を実現している。

1-2-2-1-1-6 その他の機器

(1) 各課サーバ

各課サーバは、課ルーチンやユーザが利用し、衛星画像データ等の統計処理や可視化などといった後処理での利用を主目的とする。本サーバは、日立製作所製の HA8000/130W による 2 台 1 組のクラスタ構成となっている。衛星観測データ収集サーバや衛星関連業務処理ルーチン制御サーバと同じように、運用サーバに障害が発生した場合には、ハートビートにより仮想 IP アドレスや仮想サーバ名が自動的に待機サーバへ引き継がれる。演算部は Intel 製の Xeon 2.8 GHz 2 way 構成となっており、OS は Linux である。Linux であるため、世の中に広く流布している多くのソフトウェア資産が活用できる。また、スケジューラ JP1/AJS2 のエージェントが搭載されており、課ルーチンの自動実行も行うことができる。各課サーバは、衛星ルーチン以外のユーザのアカウントやパスワードを一元管理する NIS 管理サーバや、イントラネットとしての Web サーバとしても利用している。

(2) 各課端末

各課端末は、システム管理課とデータ処理課に 1 台ずつ、解析課に 2 台設置され、SDPS の各種サーバへのユーザインターフェイスを提供することを主目的とする。本端末には、本体と同じ日立製作所製の HA8000/130W が導入されているが、その演算部は Intel

製の Xeon 2.8 GHz 1 way となっている。OS は Linux であるため、X-Window によるグラフィカルユーザインターフェイス (GUI) が利用可能で、GUI を伴う各種ソフトウェアの利用が可能である。各課端末の周辺機器としては、卓上型でポストスクリプト対応のカラータンプリンタや MO ドライブが用意されている。

(3) 状態表示端末

状態表示端末は、衛星ルーチンのジョブ登録作業や稼働状況の確認、運用監視装置が集める各機器やネットワークの情報表示を主目的に、システム管理課とデータ処理課に 1 台ずつ設置されている。本端末は、運用監視端末と同じ日立製作所製の FLORA 350W で、OS は Microsoft 社の MS-Windows XP である。ソフトウェアとしては、運用監視端末と同じ JP1 のビューソフトウェアが利用可能であるが、さらにジョブ登録作業に利用する JP1/AJS2-Definision Assistant (1-2-2-1-2-4 (2)参照) も搭載する。

(4) ユーザ室装置

ユーザ室装置は、第 1 庁舎 2 階にあるユーザ室に設置し、作業端末と周辺機器で構成される。作業端末には、各課端末と同じ HA8000/130W が導入され、SDPS の各種サーバへのユーザインターフェイスを提供する。周辺機器には、高速カラータンプリンタと MO ドライブ装置のほか、DPC-3 で利用していた CMT テープの読み出し用に UNITEX 製のドライブ M490EWS-ACL-UNIX が用意されている。

1-2-2-1-2 ソフトウェア

1-2-2-1-2-1 オペレーティングシステム

DPC-3 の OS は、OS IV/MSP と呼ばれる汎用計算機 OS であった。しかし SDPS では、サーバの OS はすべて UNIX ないし Linux となり、ファイル管理アーキテクチャは DPC-3 から大きく変わった。衛星センター独自プログラムが稼働する衛星観測データ収集サーバ (1-2-2-1-1-2 (1)参照) と衛星プロダクト作成サーバ (1-2-2-1-1-2 (2)参照) の OS は、64 bit アドレッシングに対応した IBM 製の AIX5L Version 5.2 が採用されている。また、各課サーバや各課端末、ユーザ室の作業端末 (1-2-2-1-1-6 参照) には Red Hat 製の Red Hat

Enterprise Linux ES 3、状態表示端末には Microsoft 製の MS-Windows XP が搭載されている。文字コードも変更され、DPC-3 では EBCDIK であったが、SDPS では Shift-JIS となった。AIX の標準シェルは korn シェルで、衛星ルーチンも korn シェル上で稼働させている。ユーザは、bash や csh といった他のシェルの利用も可能である。

一般ユーザや課ルーチンユーザのアカウント名やパスワード、それらが所属するグループ名、ログインサーバの制限などの情報は NIS (Network Information Service) が一元的に管理を行っている。これにより、複数のサーバへのログインが可能なユーザも、そのパスワードの設定や変更は一回で済む。なお、衛星ルーチンが利用するアカウントは NIS の管理下からはずし、サーバごとに設定を行っている。これは、NIS のサービスが停止した場合にも、衛星ルーチンの実行に影響が及ばないようにするためである。

1-2-2-1-2-2 言語処理系 (FORTRAN と C 言語)

AIX OS を持つ衛星観測データ収集サーバと衛星プロダクト作成サーバの開発言語として、日立製作所製の最適化 FORTRAN90 と、IBM 製の C for AIX Version 6 が導入されている。これら開発言語は、JIS 規格 (FORTRAN は JIS X 3001-1:1998、C は JIS X 3010:1993) に準拠している。また、FORTRAN と C の関数やサブルーチンは、互いに呼び出すことができる。Linux OS を持つ各課サーバ本体と端末、ユーザ室端末には、Intel 製の Fortran Compiler 8.0 と、GNU の C コンパイラであるの GNU Compiler Collection C/C++ (gcc と g++) が搭載されている。これら開発言語も JIS 規格に準拠 (C++ は ISO/IEC 14882:1998 に準拠) し、互に関数やサブルーチンを呼び出すことができる。Intel Fortran は、ビッグエンディアンのデータを直接読み書きする機能も持つ。

上記開発言語用の数値計算用のライブラリとして、MATRIX/W と SkylineSolver、MSL2 が、AIX 及び Linux サーバいずれにも導入されている。MATRIX/W は、基本的な行列計算の他、逆行列、固有値・固有ベクトル、連立一次方程式、高速フーリエ変換等のサブルーチンを提供する。SkylineSolver は、疎行列を係数とする連立一次方程式の解法サブルーチンを提供する。MSL2

は、行列計算の他、各種の統計計算プログラム、非線形方程式や最適化問題、微分方程式、数値積分、補間計算等のサブルーチンを提供する。

1-2-2-1-2-3 移行支援ツール

DPC-3 から SDPS への移行は、OS の変更といった大きな利用環境の変化を含む。このため、業務処理を移行するに当たっては、業務プログラム及び必要なデータをすべて移植する必要がある。この作業を支援するツールが移行支援ツールである。本ツールは、CMT 装置関連ツールと、FORTRAN 移行用ツールが用意されている。

CMT 装置関連ツールは、DPC-3 で利用していた CMT テープに保存されたデータの読み出しと、データレコード形式の変換を支援する。読み出しに利用する機器は、ユーザ室に導入した CMT 装置 (1-2-2-1-1-6 (4) 参照) である。テープ読み出しツールには、テープに保存されているデータラベル一覧の表示と、データを 1 つあるいは全てを読み出すツールがある。またレコード形式の変換ツールは、CMT から読み込んだデータを、SDPS の FORTRAN プログラムで読めるように変換する。

FORTRAN 移行用ツールには、浮動小数点データ形式変換サブルーチンと、文字コード変換サブルーチンがある。浮動小数点データ形式変換サブルーチンは、単精度あるいは倍精度の実数データを、DPC-3 の OS IV/MSP の浮動小数点形式である IBM370 形式から、UNIX の IEEE754 形式に変換する。また、文字コード変換サブルーチンは、文字データを OS IV/MSP の EBCDIK コードから Shift-JIS 形式に変換する。

1-2-2-1-2-4 運用支援ソフトウェア

運用支援ソフトウェアとして、日立製作所製のミドルウェア JP1 シリーズが導入されている。本ソフトウェアは、基礎ソフトウェア JP1/Base と、業務処理のスケジューリングをつかさどる JP1/AJS2、機器やネットワークの監視を行う JP1/NNM、運用情報を統合的に収集し処理する JP1/IM-CC で構成される。なお、これらソフトウェアの利用方法については業務システムの項でも述べているので、あわせてこちらも参照願いたい。

(1) JP1/Base

JP1/Base は、JP1 ミドルウェアの基礎となるソフトウェアで、JP1 ミドルウェアが稼働するサーバの全てにインストールされ、ユーザ管理や JP1 イベントの送受信を行う。また、運用監視装置の一元管理機能を提供する JP1/IM-CC のエージェント機能も持つ。

JP1 では、UNIX のユーザとは別に、JP1 ユーザと呼ばれるユーザ管理を行っている。JP1 ミドルウェアの利用に当たっては、この JP1 ユーザでログイン認証が行われる。また、JP1 ユーザごとに、さらに以下で紹介する JP1 ソフトウェアごとに管理権限、操作権限、参照権限などといった権限を設定することが可能である。JP1 ユーザの認証は、認証サーバ上で稼働する JP1/Base が一元的に管理する。

(2) JP1/Automatic Job Management System 2 (JP1/AJS2)

JP1/AJS2 は、業務処理の運用をつかさどるソフトウェアで、業務処理プログラム (以下ジョブと呼ぶ) の時刻起動、ジョブの順序づけ (ジョブネット) 実行、実行結果に応じたジョブの継続・警告・停止、オペレータによるジョブ実行の中止や保留、再実行、実行結果の履歴保存と表示といった機能を持つ。さらに、ジョブ毎に実行サーバの切り替えや実行打ち切り時間の指定、ファイルの作成・更新を監視しそれを契機にしたジョブの起動、ジョブ障害時のリカバリ処理など、多様な機能を持つ。衛星ルーチンにおける本ソフトウェアの利用については 1-2-2-2-11 で紹介するので、こちらも併せて参照されたい。

JP1/AJS2 の操作権限については、JP1 ユーザごとに、管理権限、ジョブネット定義・編集権限、実行権限、参照権限を JP1/Base と連携して設定することができる。これを利用することで、JP1/AJS2 の管理ユーザ、ジョブネットの定義・編集ユーザ、ジョブの実行を管理するオペレータ、課ルーチンの JP1 ユーザを登録している。

JP1/AJS2 は、ジョブの分散処理を支援する。これを実現するために、マネージャソフトウェアである JP1/AJS2-Manager が衛星関連業務処理ルーチン制御サーバで、エージェントソフトウェアである JP1/AJS2-Agent が衛星観測データ収集サーバと衛星プロダクト作成サーバ、各課サーバで稼働している。JP1/AJS2-Manager

は、全てのジョブ及びジョブネットに関する登録情報を持ち、その登録内容に応じてジョブの実行を JP1/AJS2-Agent に依頼する。JP1/AJS2-Manager は、その実行結果を集約する。

JP1/AJS2-Manager が持つ情報は、衛星関連業務処理ルーチン制御サーバの共有ディスクに保存される。このため、衛星関連業務処理ルーチン制御サーバの運用サーバに障害が発生した場合も、待機サーバが運用サーバとなり JP1/AJS2-Manager の実行先も切り替わることで、ジョブの実行を自動的に継続することができる。また、ジョブ実行先のサーバに障害が発生した場合、HA モニタにより障害サーバを持つ仮想サーバ名は待機サーバに引き継がれるため、ジョブの実行先サーバも自動的に切り替わり、後続ジョブの実行も継続することができる。なお、障害発生時に稼働していたジョブの一部についてはオペレータによる復旧処置が必要となる場合がある。

ジョブ及びジョブネットの登録・定義・編集・実行・参照といった操作には、運用監視端末ないし状態表示端末に導入されたソフトウェア JP1/AJS2-View が利用される。本ソフトウェアは、GUI による操作を可能とする。この点は、コンソール画面による監視と、コマンドラインによる編集を基本とする DPC-3 のジョブスケジューラとは大きく異なる。また状態表示端末には、表計算ソフトウェアのマクロ言語で記述された作業支援ソフトウェア JP1/AJS2-Definision Assistant が提供され、同じような業務処理の一括定義、定義情報の一括編集などを支援する。このほかに、運用中の衛星関連業務処理ルーチン制御サーバでは、シェルのコマンドラインでのコマンドによる JP1/AJS2 の操作が可能である。なお、このコマンド持つ機能や権限は強力なため、その操作権限を持つユーザは限定されている。

(3) JP1/Cm2/Network Node Manger (JP1/NNM)

JP1/NNM は、運用監視装置の統合管理サーバ上で稼働し、ネットワークや機器に関する運用情報の収集を行う。収集手段としては、基本的に SNMP (Simple Network Management Protocol) を利用し MIB (Management Information Base) 情報の受信も可能である。また、システムログの監視や ping による機器の監視も行っている。JP1/NNM には、専用の SNMP エー

ジェント JP1/Cm2/Extensible SNMP Agent があり、SDPS の主要機器に導入されている。このエージェントを利用することで、機器の障害の検知だけでなく、ネットワークに関する処理速度や使用率などのパフォーマンスに関する情報収集が可能である。また、JP1/Cm2/Extensible SNMP Agent を導入していない機器についても、標準の SNMP を利用した機器情報の収集が可能である。集められた機器やネットワークに関する情報は、X-Windows 上で稼働し GUI 環境を提供するソフトウェアや、ブラウザを利用した表示が可能である。

(4) JP1/Integrated Manager-Central Console (JP1/IM-CC)

JP1/IM-CC は、運用監視装置の統合管理サーバ上で稼働し、システム全体の運用情報を一元的に収集し処理する機能を持つ。上記の JP1/AJS2 や JP1/NNM が収集した情報は、適当なフィルタリングが行われたのち統合管理サーバへ送信され、それを JP1/IM-CC が管理する。JP1/IM-CC に集められた情報は、運用監視端末ないし状態表示端末上で稼働する JP1/IM-View の画面に逐次表示することができる。なお、ブザーの鳴動、警告灯の点灯、音声やメールによる障害報知は、1-2-2-1-2-5 (4)に示す自動アクションツールが、この JP1/IM-CC が収集する情報を監視することで行う。

特に JP1/AJS2 との連携は強力で、衛星ルーチンジョブの実行開始、終了、実行先のサーバ、終了コードなどジョブの実行に関する情報が JP1/IM-CC に転送される。またジョブ障害時には、JP1/IM-View の画面から JP1/AJS2-View の障害ジョブの画面を直接起動することが可能で、障害ジョブに関する迅速な情報収集を可能としている。

JP1/IM-View は、JP1/NNM とも連携している。JP1/IM-View に表示される機器情報メッセージをクリックすることで、ブラウザ上に JP1/NNM 画面が表示され、当該機器が視覚的に特定できる。

1-2-2-1-2-5 管理ツールと運用操作支援ツール

ミドルウェア JP1 とは別に、本システムのために作成された、システム及び衛星ルーチンの管理と運用操作支援のためのツールがいくつかある。以下にそれらの概要を述べる。

(1) 稼働統計処理用ソフトウェア

稼働統計処理用ソフトウェアは、各機器の稼働情報を採取するためのもので、システム及び衛星ルーチンの管理者用のソフトウェアである。各サーバのプロセス稼働情報、磁気ディスク使用量情報、ネットワーク稼働情報などを、それぞれの情報ごとに設定された時間間隔で自動的に取得し、必要に応じグラフ出力及び表形式で出力する機能を持つ。本ソフトウェアの情報収集処理は、統合管理サーバ上で常駐稼働している。なお本ソフトウェアは、グループ・ユーザ情報の変更、ディスク上限値の設定、プリンタの印刷枚数上限値などの設定を一元的に管理する「一元管理機能」も合わせ持つ。

(2) 障害情報管理ソフトウェア

障害情報管理ソフトウェアは、障害発生・対応に関する情報を一元管理し、同様の障害が発生した時に検索閲覧することで障害対応に役立てることを目的とする。本ソフトウェアの機能としては、「障害情報自動収集機能」、「障害カルテ生成・蓄積・管理」、「各種障害への関連マニュアルへのリンク」、「同様障害カルテへのリンク」などがある。本ソフトウェアは、統合管理サーバ上で常時稼働し、オペレータは運用監視端末上でブラウザを利用してアクセスする。

障害情報管理ソフトウェアで最も重要な機能は「障害カルテ生成・蓄積・管理」である。障害情報管理ソフトウェアは、SDPS で発生する障害情報を、データベース形式で管理している。そのデータベース要素を「障害カルテ」と呼んでいる。JP1/IM-CC が何らかの障害を検知すると、自動アクションツールが障害カルテの作成を判別する。障害カルテを作成すると判定した場合、障害情報管理ソフトウェアがその障害カルテを自動生成し、障害カルテに障害の発生日時・装置・メッセージを登録する。障害カルテにはこの他に、障害タイトル・障害内容・対応・欠損プロダクト・連絡先・調査結果といった項目があるが、これらについてはオペレータが編集機能及び経過ログ検索機能などを用いて記述し登録する。データベースに登録された障害カルテは全て蓄積され消されない。なお、運用監視における本ソフトウェアの利用については 1-2-2-3-1-6 を参照されたい。

(3) サーバ操作支援ツール

サーバ操作支援ツールは、各サーバの計画的な系切り替え・停止・再起動を行うためのツールであり、これらの操作を GUI の画面で行える環境を提供する。また機器監視画面では、クラスタ構成のサーバについて運用サーバと待機サーバの識別が可能である。本ツールは、統合管理サーバ上で稼働し、各運用監視端末から操作が行える。このツールの利用に関しては、1-2-2-3-1-5 を参照されたい。

(4) 自動アクションツール

自動アクションツールは、オペレータへの報知を設定・制御するためのソフトウェアで、統合管理サーバ上で常駐稼働する。本ツールは、JP1/IM-CC が集める情報を常に監視し、障害情報などのイベントを検知した場合に、ツールが持つイベント定義ファイルの設定内容にしたがって警告灯点灯、ブザー鳴動、メール送信といったアクションを行う。イベント定義ファイルには、警告灯の色・点灯方法（点灯か点滅）、ブザー鳴動方法（連続か断続）、それらアクションの出力先（第1庁舎か第2庁舎）、またメール送信であれば送信先の指定など、細かな設定が可能である。これら設定の変更は、管理者がブラウザから容易に行えるようになっている。

警告灯の点灯や消灯及びブザーの停止は、警告灯消灯実行コマンドを起動することで行う。オペレータが、このコマンドを容易に起動できるように、運用監視端末のファンクションキーにこのコマンドを割り当てており、F3 キーがブザー停止と警告灯の点滅から点灯への移行、F4 キーが警告灯の消灯といった利用が行われている。

(5) ディスク容量監視ツール

ディスク容量監視ツールは、ディスク使用量を定期的に監視するツールである。本ツールは、統合管理サーバから対象機器に対してリモートシェルで df コマンドを発行し、ディスク使用率を収集する。そして、この使用率をあらかじめ設定するしきい値と比較し、それを超えた場合にメッセージ出力、警告灯の点灯、メール送信などを行う。

現在本ツールは、約 80 個のルーチン系の機器（サー

バ及びディスク装置) に対して 10 分間隔でディスク使用量に関する情報を取得するよう設定されている。そして、取得した情報が注意値を超えた場合は警告レベルのメッセージ出力及び管理者へのメール送信を行い、注意値～警告値の間が継続している場合は1時間ごとに同様のメッセージ出力とメール送信を行う。さらに警告値を超えた場合は緊急レベルのメッセージを出力し、警告灯点滅とブザー鳴動、管理者へのメール送信を行う。

(6) ファイル連携ツール

ファイル連携ツールは、他システムの業務処理障害情報を SDPS において検知しオペレータに通知することを目的としたツールで、衛星観測データ収集サーバ上で常駐稼働している。監視対象の他システムは、そこで稼働する業務処理に障害の発生を検知した場合、障害告知ファイルを SDPS の所定の領域に転送する。SDPS 側ではファイル連携ツールが、この領域の新着ファイルを監視し、ファイルを検知した場合には、ファイルの1行目を抽出し JP1/IM-CC にその内容を転送する。その後検知したファイルを削除し、新たなファイルの監視に入る。

1-2-2-1-2-6 Web サーバソフトウェア

SDPS では、各課サーバで APACHE を稼働させ、イントラネット上でのホームページの利用を可能としている。衛星ルーチンでは、ここに各種マニュアルや稼働状況、画像データや保存データのモニタリングのページを作成している。また、このホームページサービスは、課ルーチンやユーザも利用できる。

1-2-2-2 衛星ルーチン

1-2-2-1「システム構成」では、SDPS のハードウェアとソフトウェア構成を紹介した。本節では、この SDPS 上で稼働する衛星ルーチンの業務処理システムを紹介する。DPC3 では、衛星ルーチンの業務処理ソフトウェアの多くを業者が作成していたが、SDPS では、職員による業務処理システムの構築と移植が行われた。そこでは、業務 ID や各サーバの役割分担などに始まる多くのルールが決められ、また数値予報課が開発したシェルスクリプト自動生成ツール JPP/JCL の

導入、ジョブスケジューラ JP1/AJS2 の活用、各種ツールの開発が行われた。

1-2-2-2-1 業務系と業務 ID

気象衛星センターでは、SDPS において、各種データの集信処理やプロダクト作成処理、テープへの保存処理など様々な業務処理を行っている。表 1-2-2-2 に、SDPS で行われる主な業務処理を示す。衛星ルーチンでは、この業務処理を次の3つに大分類している。

- ・ 静止気象衛星関連業務処理
- ・ 極軌道気象衛星関連業務 (清瀬直接受信 NOAA 衛星データ処理)
- ・ その他衛星ルーチン業務処理

この大分類の中では、業務処理を類似業務ごとに定義する「業務系」に中分類している。そして各業務処理は、「業務 ID」と呼ばれる、英字で始まる英数字 4 文字の記号を持つ。SDPS では、この業務 ID や業務系に基づいて、ディレクトリ名、ファイル名、スケジューラに登録するジョブネット名などを決定している。

1-2-2-2-2 処理時刻

衛星ルーチンの業務処理には、その処理ごとに処理時刻が設定される。この処理時刻は、1-2-2-2-8-2 (1) で紹介するジョブグループやタイムカードに使われる。この処理時刻の設定にはルールがあり、業務処理の入力となるデータに基づいた時刻が設定される。以下に、処理時刻の設定ルールを示す。

(1) 静止気象衛星関連業務処理の処理時刻

静止気象衛星による観測は、毎時の全球画像観測と半球画像観測がある。それら観測データを入力とする業務処理の処理時刻には、画像観測の終了時刻を目安に 15 分単位の時刻が付けられる。MTSAT-1R の全球画像観測は、毎時 32 分ごろに開始し 55 分ごろに終了する。また、半球画像観測 (風観測を除く) は、正時 59 分ごろに開始し 13 分ごろに終了する。このため衛星ルーチンでは、全球観測画像を利用する業務処理には正時 00 分が、半球観測画像を利用する処理には正時 15 分が処理時刻として割り当てられる。風観測は

表 1-2-2-2 衛星ルーチンの主な業務 ID 一覧

業務区分	業務 ID	内容
静止気象衛星		
HRIT集信	HR11	HRITセグメント集信及び結合 (IR1)
	HR12	HRITセグメント集信及び結合 (IR2)
	HR13	HRITセグメント集信及び結合 (IR3)
	HR14	HRITセグメント集信及び結合 (IR4)
	HR1V	HRITセグメント集信及び結合 (VIS)
HRQL	クイックルック	
MTSAT Rawデータ取得	MRAW	MTSAT RAW DATA取得処理
配信画像作成処理	MDBN	MDUSバックアップデータ作成 (北半球)
	MDBS	MDUSバックアップデータ作成 (南半球)
	WFHX	WEFAX H画像作成
	WFXI	WEFAX I画像作成
	WFXJ	WEFAX J画像作成
	WFXD	WEFAX 4 分割円形画像作成
	LRDK	LRIT画像作成 (全球)
	LRPS	LRIT画像作成 (ポーラステレオ)
	JMHF	JMH用画像
	SAID	SATAID形式画像 (地方官署監視用)
	ASHG	火山灰解析用画像
	YLDG	予報作業用画像 (航空用)
	YLPG	予報作業用画像 (一般用)
	YADG	予報作業用データ (ADESS)
	ICEG	海水解析用画像
	STBG	海面温度画像
	PRVG	防災情報提供装置等用画像
MRJP	月報掲載衛星画像 (日本付近)	
MRDK	月報掲載衛星画像 (円形)	
MREP	月報データ作成用前処理	
基本データ作成処理	BHST	基本ヒストグラム作成
	DHST	二・三次元ヒストグラム作成
	CLRM	晴天放射量場作成 (TBB、ALB)
	BGRD	基本格子点作成
雲解析処理	CGRD	雲量格子点情報
	WCIC	広域雲解析情報図
	WAID	広域用SATAID画像作成 (北半球)
	WAIS	広域用SATAID画像作成 (南半球)
	AINI	北半球SATAID形式画像 (雲解析用) (赤外)
	AINV	北半球SATAID形式画像 (雲解析用) (可視)
	AIAI	全球SATAID形式画像 (雲解析用) (赤外)
	AIAV	全球SATAID形式画像 (雲解析用) (可視)
	AISI	南半球SATAID形式画像 (雲解析用) (赤外)
	AISV	南半球SATAID形式画像 (雲解析用) (可視)
	CANM	雲動画像作成
	WACH	広域雲画像情報図チェック用画像作成
	UPCL	上層雲量・放射量データ
赤外二次処理	SSTG	海面水温時別値
	TBAL	輝度温度・アルベド格子点データ
	TBBM	輝度温度月報作成
	VSRG	VISSR格子点データ (Tbb)
可視二次処理	AERG	エロゾルプロダクト
	AERC	エロゾル保存・月報・初期化
	SNOW	雪水域資料
風計算処理	WIND	風ベクトル (高密度衛星風データ作成前処理)
	WDNH	風ベクトル (MTSAT高密度衛星風作成北半球)
	WDSH	風ベクトル (MTSAT高密度衛星風作成南半球)
	WDGL	風ベクトル (MTSAT高密度衛星風作成全球)
	WICM	風国際比較 (ゾンデ)
	WNIL	風NIL報作成
	WINH	毎時風ベクトル
	WHCM	毎時風国際比較 (ウィンドプロファイラ)
	WNDM	風計算月報作成
	WCRPデータ作成処理	WCRB
WCRA		ISCCP ACデータ
降水量推定処理	GPCP	GPCPデータ
	PRCP	日積算降水量データ、 日平均積乱雲雲量データ
MANAM作成	MANM	MANAM作成
	MAHI	HiRID MANAM処理 (web掲載用)
	MAHR	HRIT MANAM処理 (web掲載用)
	MALR	LRIT MANAM処理
	OLYL	LRIT OVER LAY配信処理
	MALD	HRIT LANDLINE MANAM処理 (web掲載用)

業務区分	業務 ID	内容	
極軌道気象衛星			
HRPTデータ集信	HRPn	HRPTデータ集信	
TOVS前処理	GPAn	画像パラメータ編集	
	AApN	NOAA/ATOVS輝度温度データ作成	
	PREn	ATOVS前処理	
	VPQn	TOVS精度評価処理	
	VPmN	TOVS高層資料累積	
TOVSデータ処理	VPIn	TOVS気象データ作成	
	VPBn	放射バイアス算出	
オゾンデータ処理	OZDn	オゾン全量格子点データ	
配信画像作成処理	NWXn	WEFAX画像 (NOAA) (静止気象衛星BKUP)	
	NLTn	LRIT配信画像 (NOAA) (静止気象衛星BKUP)	
	NFCn	予報課用NOAA直接受信高分解能データ (静止気象衛星BKUP)	
	YLRn	予報作業用画像 (一般用) (静止気象衛星BKUP)	
	YNAP	予報作業用データ (NAPS) (静止気象衛星BKUP)	
	PRVn	提供装置等用画像 (NOAA) (静止気象衛星BKUP)	
	ASHn	火山灰解析用画像	
	ICEn	海水解析用画像 (NOAA)	
	ICMn	海水解析用画像 (NOAA) (マイクロ波)	
	STBn	海面輝度温度分布図 (NOAA)	
雲解析処理	AIDn	SATAID形式画像 (雲解析用) (NOAA)	
赤外二次処理	SSTn	海面水温資料 (NOAA)	
可視二次処理	AERn	エロゾルプロダクト (NOAA)	
降水量推定	DYTN	NOAA/AMSU可降水量・降水強度・雲水量	
昭和基地受信 NOAAデータ処理	SHOB	昭和基地受信情報作成	
	SHLT	昭和基地受信リスト取得	
	SHCn	昭和基地HRPT集信	
	SHAn	NOAA/ATOVS輝度温度データ (昭和基地受信)	
	SHRC	昭和基地HRPT再集信	
気象データ			
気象報 (ADESS電文) 処理	ADES	気象報データ集信 (30分毎)	
	ADDY	気象報データ集信 (半日毎)	
	ADED	気象報編集	
	TBUS	TBUS転送 (00)	
	TBSA	TBUS累積 (毎時)	
	TBSn	TBUS更新	
	TURE	高層資料編集 (00、12)	
GPVデータ処理	GPVD	GPV集信	
	GGED	全球予報値編集	
	GGIN	全球予報値内装	
	GRWD	格子点風データ作成	
	GRWC	広域格子点風データ作成	
	VTMP	鉛直温度分布 (補正済) 作成	
	RFED	領域予報値編集	
	GAED	全球解析値編集	
	SIMU	シミュレーションTBB作成	
	RDTB	赤外放射量対応テーブル作成	
欧州静止気象衛星			
METEOSATデータ処理	METE	METEOSAT画像集信	
	MEGR	輝度温度・アルベド格子点データ	
地球観測衛星			
NOAA衛星GACデータ処理	GAC	NOAA/GACデータ取得	
QuickSCAT衛星データ処理	QSCT	QuickSCATデータ取得	
TRMM衛星データ処理	TRMM	TRMMデータ取得	
Aqua衛星データ処理	AQUA	Aqua衛星データ集信	
保存			
一次データ保存 プロダクト保存	HSM1	観測データ、集信データ保存	
	HSM2	静止気象衛星プロダクト保存	
	HSPD	極軌道気象衛星プロダクト保存	
	HSUD	欧州静止気象衛星プロダクト保存	
	HSED	地球観測衛星プロダクト保存	
	HSAD	気象報プロダクト保存	
	HSGD	GPVプロダクト保存	
	HSM3	保存データ月報作成	
	永年データ保存	HPMN	永年データ保存
		ADEL	ARCHIVE領域データ自動削除
共用			
	DELD	データ自動削除	

正時 15 分ごろに観測開始し 29 分頃に終了するため、その処理時刻には正時 30 分が割り当てられる。

(2) 極軌道気象衛星関連業務処理の処理時刻

米国の現業極軌道気象衛星 NOAA は、日本の上空付近（気象衛星センターでのデータ受信が可能な領域）を、1 機ごとに、昼と夜それぞれ 2 回から 3 回通過する。この通過時刻は日によって変動する。このため、その処理時刻を、静止気象衛星関連処理のように画像観測の終了時刻に関連付けると、日ごとに異なった処理時刻を付ける必要が生じて煩雑となる。このため衛星ルーチンでは、昼の第 1、第 2、第 3 軌道についてはそれぞれ 01:00、02:00、03:00 を、夜の 3 つの軌道についてはそれぞれ 13:00、14:00、15:00 を処理時刻に設定している。さらに、3 つの軌道の観測画像をまとめて処理する業務には、昼軌道と夜軌道それぞれについて 00:00 と 12:00 の処理時刻を付けている。

(3) その他のデータに関する処理時刻

数値予報データに関する処理は、解析データについては解析値の時刻を、予報データに関しては予報に利用した解析値の時刻を処理時刻としている。ADESS 電文データに関しては、集信時刻が毎正時 20 分と 50 分であるため、それぞれの処理時刻には正時 30 分と正時 00 分を割り当てている。

1-2-2-2-3 衛星ルーチンにおける各サーバの役割

衛星観測データ収集サーバは、静止気象衛星データや極軌道気象衛星データに代表される衛星データ、数値予報データや ADESS 電文データなどのデータ集信と、SDPS で作られるプロダクトデータの配信を主目的とする。本サーバは 2 台 1 組のクラスタ構成になっており、運用サーバには仮想サーバ名と仮想 IP アドレスが割り振られている。このため、他システムから SDPS にデータ配信を行う場合、この仮想 IP アドレスを利用することで常に運用サーバへのアクセスが可能で、鳩山の気象衛星通信所や通報局データ編集装置からのデータ送信にもこの衛星観測データ収集サーバが送信先となる。

衛星プロダクト作成サーバは、各種衛星データや数値予報格子点データなどを元に、計算プログラムを稼

働させプロダクトを作成することを主目的とする。本サーバは 4 機あり、1~3 号機を運用サーバ、4 号機を待機サーバとした利用を行っている。運用サーバにはそれぞれ仮想サーバ名と仮想 IP アドレスを設定し、運用サーバに障害が発生した場合、4 号機が自動的にその仮想サーバ名と仮想 IP アドレスを引き継ぎ、業務処理も引き継ぐ。衛星ルーチンでは、3 機の運用サーバについて、おおよその業務処理内容を決めている。1 号機は静止気象衛星データ処理、2 号機は極軌道気象衛星データ処理と大容量保存装置へのデータ保存処理、また軌道上待機の静止気象衛星がある場合はそのデータ処理、3 号機は大気追跡風データ作成や数値予報データ処理、その他の衛星ルーチン処理（後述の Rtn 領域から Open 領域へのミラーリング処理や古いファイルの自動消去など）を行っている。

1-2-2-2-4 ディスクとパーティション

SDPS のディスク資源は、各サーバが持つローカルディスク以外に、衛星ルーチン用 NAS とネットワーク共有ディスクがある。衛星ルーチンは、衛星ルーチン用 NAS の全領域と、ネットワーク共有ディスクの一部を利用する。この 2 つのディスクに関するディスクパーティションとその利用目的を図 1-2-2-2 に示す。衛星ルーチンのディスク領域は、衛星ルーチン用 NAS にある衛星ルーチンの実行領域（Rtn 領域）と管理及び準ルーチン領域（Test 領域）、ネットワーク共有ディスクにある実行領域のミラーリングバックアップ領域（Open 領域）の 3 つに大別される。

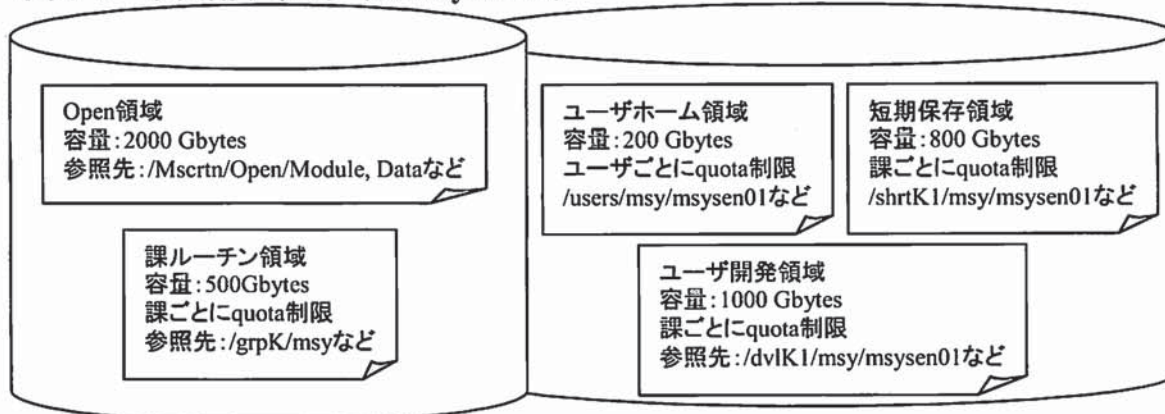
Rtn 領域は、衛星ルーチン実行時に必要となるファイルを格納する領域で、衛星データを始めとする各種集信ファイル、そのデータを加工して作られるプロダクトファイル、加工過程で作られる作業ファイルやログファイルと言った可変ファイルと、ルーチン実行に必要なシステムファイルと業務プログラムファイル（ソースコード、メイクファイル、ロードモジュール、ライブラリ、シェルプログラムなど）、定数データファイル、シェルスクリプトファイルと言った固定ファイルも保存する。

Open 領域は、Rtn 領域のミラーリング領域で、他システムから Rtn 領域に送られてくる集信ファイルとログファイルを除き、Rtn 領域のファイルが全てコピー

衛星ルーチン用NAS (3 Tbytes x 2)



ネットワーク共用ディスク (3.5Tbytes x 2)



大容量保存装置 (数値予報システムと共用)

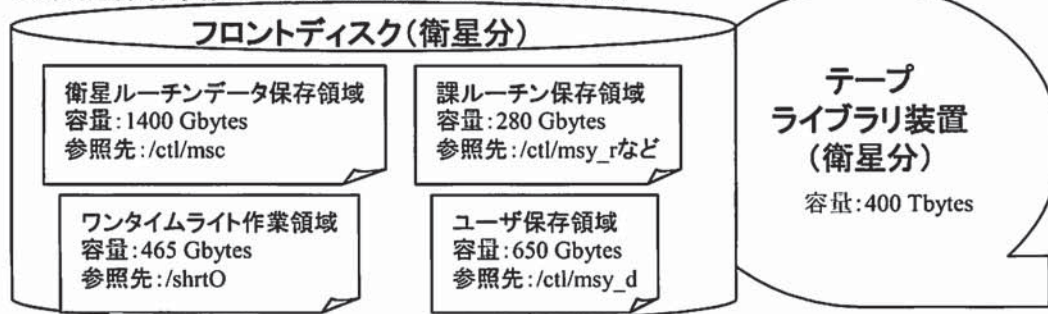


図 1-2-2-2 SDPS の主要ディスクの利用形態
各ボックスがディスクパーティションを表す。

され格納される。このミラーリング処理には、1-2-2-2-9で紹介する CpR20 と呼ばれるツールが利用される。Test 領域は、衛星ルーチンの登録・変更に利用され、衛星ルーチン登録に必要な固定ファイルと、準ルーチン (1-2-2-2-8-2 (9)参照) の実行に必要な可変ファイルを保存する。ルーチン登録・変更における Test 領域と、Rtn 領域や Open 領域との関係については 1-2-2-2-12 を参照されたい。

Rtn、Test、Open 領域は、衛星ルーチンが稼働する衛星観測データ収集サーバと衛星プロダクト作成サーバにそれぞれマウントされている。これら領域の参照

に当たっては、そのマウント先を直接利用するのではなく、各サーバのローカルディスクにディレクトリ /Mscrtn を作成し、その下に各領域のマウント先へのシンボリックリンク Rtn、Test、Open を作成し、このシンボリックリンクを通じて行っている。こうすることで、ルーチン領域の管理が明確になるだけでなく、衛星ルーチン用NASが障害となり Rtn 領域が利用不能となった場合でも、ネットワーク共有ディスク上にある Open 領域へのシンボリックリンク Open を Rtn に置換することで、実行シェルやスケジューラの変更することなく、ミラーリングされていたこれまで

の Open 領域を利用した衛星ルーチンの継続を可能にしている。

1-2-2-2-5 ディレクトリ構造とディレクトリ名ルール

前項で述べたように、衛星ルーチンのディレクトリ構造は、各サーバのローカルディスクにあるディレクトリ/Mscrtmをルートに、そしてその直下にはRtn、Test、Openのディレクトリを持つ。Rtn、Test、Open以下のディレクトリ構造は基本的に同じである。図 1-2-2-3

と図 1-2-2-4 に、衛星ルーチンのディレクトリ構造の概要を示す。衛星ルーチンのディレクトリ命名ルールは、その長さに制限は無いが、先頭が大英字、以下が小英字ないし数字としている。

SDPS では、大容量保存装置も通常のファイルシステムのようにアクセスが可能である。そのディレクトリ構造を図 1-2-2-5 に示す。なお、大容量保存装置内のディレクトリ名は上記ルールを適用していない。

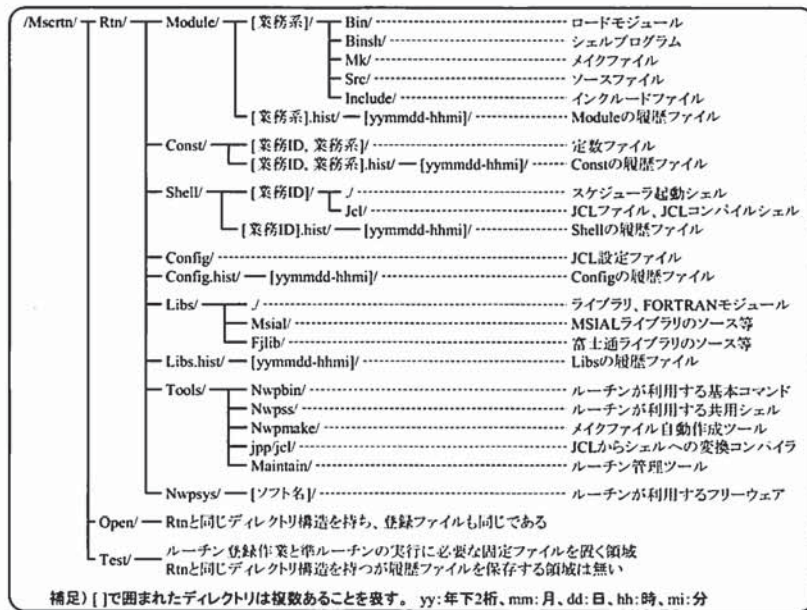


図 1-2-2-3 衛星ルーチンが利用する固定ファイル関連のディレクトリ構造

図中の説明に履歴ファイルとあるが、ルーチン登録時刻をディレクトリ名に持つことで、過去のルーチン登録・変更内容が全て保存されている。

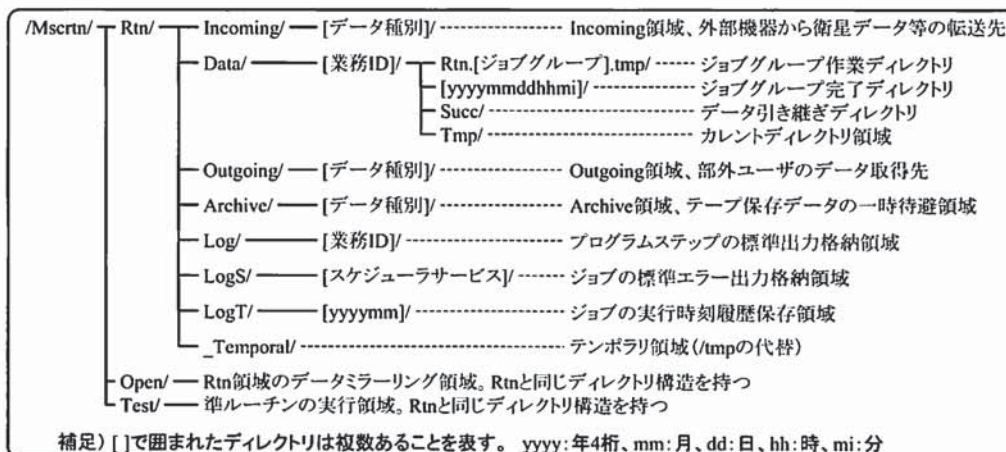


図 1-2-2-4 衛星ルーチンが利用する可変ファイル関連のディレクトリ構造

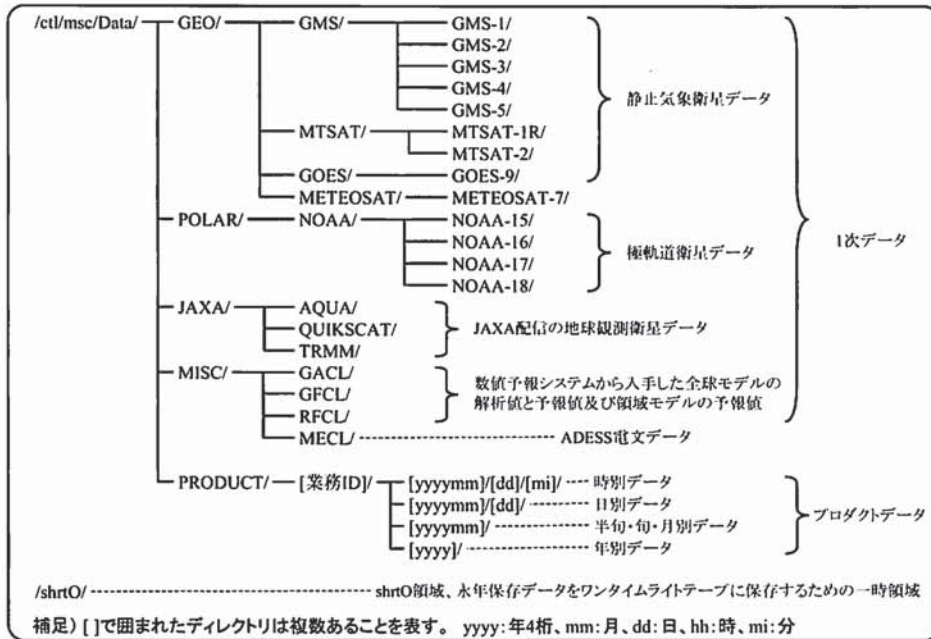


図 1-2-2-5 衛星ルーチンが利用する大容量保存装置内のディレクトリ構造

1-2-2-2-6 ファイル名ルール

大容量保存装置に保存する一次データ (1-2-2-2-10-1 参照) のファイル名は、元データのファイル名をできる限りそのまま踏襲する。プロダクトデータのファイル名は、「業務 ID_年月日_時分_識別子_拡張子」を基本とし、作成時刻と内容が容易に判別できるようなファイル名とする。大容量保存装置に保存されていないディスク上データのファイル名については、ディレクトリと区別するために小英字ないし数字から成るファイル名を推奨する以外のルールを設けていない。

1-2-2-2-7 ユーザアカウント

SDPS で利用するユーザアカウントは、衛星ルーチン用ユーザアカウントと課室ユーザアカウントに大別される。衛星ルーチン用ユーザアカウントとしては次の4つを用意している。

ルーチン管理者：衛星ルーチンの保守作業を行うユーザアカウント。

ルーチン実行ユーザ：衛星ルーチンの実行ユーザアカウント。ログイン時には環境変数 RM_CONST と RM_DATA に “Rtn” が自動的に設定される (1-2-2-2-8-2 (9)参照)。

準ルーチン実行ユーザ：準ルーチンの実行ユーザア

カウント。ログイン時には環境変数 RM_CONST と RM_DATA に “Test” が自動的に設定される (1-2-2-2-8-2 (9)参照)。

データ配信ユーザ：鳩山機器などの他システムから SDPS ヘデータ転送を行う際に利用する。本ユーザアカウントは、気象衛星センターが持つ機器からの転送用と、気象衛星センター外のシステムからの転送用の2種類が用意されている。

作業目的ごとにアカウントを設定することにより、準ルーチンの実行が運用中のルーチンに影響を与える、あるいは他システムからのデータ配信中に誤ってルーチンファイルを消してしまうなどといった誤操作を避けることができる。

課室ユーザアカウントは、基本的に衛星センターの課室ごとにグループ分けされている。各グループには、グループ管理者アカウント、課ルーチンアカウント、ユーザアカウントが含まれる。

1-2-2-2-8 JPP/JCL

1-2-2-2-8-1 JPP/JCL の目的と概要

JPP/JCL は、数値予報課で開発されたシェルスクリプト記述言語で、数値予報ルーチンルールのシェルスクリプトの作成を支援する機能を持つツールである。

UNIX シェル言語が持つ機能は、C や FORTRAN といった高級言語と比較して貧弱であるが、様々な UNIX コマンド利用することで記述の自由度が高い。このため、シェルスクリプトの作成を開発者の自由に任せると、様々なシェルスクリプトが作られその管理が難しくなる。また、開発環境からルーチン環境への適用もシェルスクリプト個別の解析と修正が必要となるほか、実行時の安定性も保証されないなど、ルーチン構築上深刻な問題が発生する。そこでルーチンで利用するシェルスクリプトには統一ルールが必要であるが、その場合、開発者はそれを熟知する必要があり、またルーチン管理者はそれをチェックする必要がある。開発、準ルーチン、ルーチンはそれぞれ実行環境が異なるため、ルーチン化に伴うシェルスクリプトの修正作業も

依然として残る。こういった作業を、数百あるシェルスクリプトについて行うことは大変な作業である。

この問題を解決する目的で数値予報課が開発したツールが JPP/JCL である。JPP/JCL の記述言語は、汎用計算機で利用されていた JCL (Job Control Language) に似た記述言語で、そのスクリプトは JCL スクリプトと呼ばれる。図 1-2-2-6 に JCL スクリプトの例を示す。これをコンパイルすることで bourne shell で書かれたルーチンルールに則ったシェルスクリプトが作られる。これにより、プログラムや定数ファイルの格納ディレクトリ、作業ディレクトリや時刻に関する取り扱い、ログファイルの管理、共通の前処理と後処理、エラー処理など様々なルールが統一化される。

```

# 火山灰解析用画像作成ジョブ (抜粋改)
# JGC:ASHG, JG:ASHG0000~ASHG2300

#-- STARTジョブ
job ASHG:START
step MAKE_JGWKDIR    ### ジョブグループ作業ディレクトリ作成
  sys mkdir
  dd out std file=jpp:/jgwkdir/ direct
step MAKE_TIMECARD  ### タイムカードの作成
  sys tmake -hr 1 -j ${JGNAME}
  dd out std file=jpp:/jgwkdir/timecard.txt direct
#-- 定数ファイルの準備 (COLCONSTジョブ)
job ASHG:COLCONST
step SYSINCOPY_IR1
  sys copy force
  dd in std file=jpp:/Const/geo_irl_hrit.ini
  dd out std file=jpp:/jgwkdir/geo_irl_hrit.ini direct keepwritable
#-- 可変データの準備 (COLDATAジョブ)
job ASHG:COLDATA
step FILEGET_IR1
  sys link force
  dd in std file=jpp:/DataS@HRRIT/irl_a.dat
  dd out std file=jpp:/jgwkdir/irl_a.dat direct
#-- 火山灰解析用画像作成ジョブ (計算ジョブ)
job ASHG:GENIMG
step GENERATE_IMG_IR1
  pgm jpp:/Bin@MSCOM/vhr -s SYSIN -i INPUT -o OUTPUT
  dd in name=SYSIN file=jpp:/jgwkdir/geo_irl_hrit.ini
  dd in name=INPUT file=jpp:/jgwkdir/irl_a.dat
  dd out name=OUTPUT file=jpp:/jgwkdir/ash_map_irl.dat
#-- ARCHIVE領域への転送 (PUTARCHジョブ)
job ASHG:PUTARCH
step COPY_TO_ARCH_IR1
  sys link force
  dd in std file=jpp:/jgwkdir/ash_map_irl.dat
  dd out std file=jpp:/DataSarc/achg_$(YY)$(MM)$(DD)$(HH)$(MI)_irl.dat direct
#-- ENDジョブ
job ASHG:END
step CLEANUP    ### ジョブグループ完了ディレクトリ作成
  sys finalize
  dd out std file=jpp:/jgwkdir/ direct
    
```

図 1-2-2-6 JCL ファイルの例

START ジョブから END ジョブまで 6 つのジョブが定義されている。

JPP/JCL の利点は、ルーチンルールのシェルスクリプトを簡単に作成できるだけでなく、開発時に利用したシェルスクリプトを容易にルーチンへ適用できる点

にもある。開発者作成のシェルスクリプトをルーチンに適用する場合、業務 ID やディレクトリ情報などを管理する JPP/JCL 環境設定ファイルの内容を修正する

だけで、開発者が作成した JCL スクリプトをそのままコンパイルし、ルーチン環境で実行可能なシェルスクリプトを作ることができる。さらに、準ルーチンとルーチンの切り替えは、環境変数の値を変えることで行える。このように JPP/JCL は、開発者のシェルコーディングを容易にし、ルーチン管理者の作業を大幅に軽減する。

JPP/JCL は数値予報課において継続して開発が進められているが、衛星ルーチンでは、その安定運用を優先する目的で、平成 16 年 7 月 1 日付のバージョン 1051 の JPP/JCL 導入後、不具合を改修する以外にバージョンアップを行っていない。したがって、数値予報ルーチンが利用する JPP/JCL と衛星ルーチンのそれとは、現在違いが生じている。また衛星ルーチンには、数値予報ルーチンルールでは記述しきれない業務処理が加わるため、独自の機能が付け加えられている。

1-2-2-2-8-2 JPP/JCL の機能

JPP/JCL は様々な機能を持つ。ここでは、その一部を紹介する。

(1) ジョブグループカテゴリとジョブグループ

JPP/JCL は、ジョブグループカテゴリ (JGC) とジョブグループ (JG) と言った概念を導入している。ジョブグループカテゴリは、業務処理単位に定義される ID で、衛星ルーチンでは業務 ID を適用している。ジョブグループは、業務処理の実行単位を表し、ジョブグループカテゴリ + 処理時刻 (時分の 4 桁数字) で定義する。例えば、03 UTC の衛星画像から作る火山灰解析用画像処理 (業務 ID は ASHG) のジョブグループは ASHG0300 である。

基本的に、JPP/JCL で作られるシェルスクリプトはジョブグループカテゴリごとに作られる。しかし、シェルスクリプトの実行にあたっては、ジョブグループごとに実行環境を変える必要がある。JPP/JCL では、ジョブグループ作業ディレクトリと呼ばれる作業領域を利用し、またタイムカードと呼ばれる処理時刻情報を格納するファイルを作成することで、ジョブグループ単位の実行環境を実現している。シェルスクリプトの実行時に必要となるジョブグループ情報は、シェルを手動実行する場合には環境変数 GM_JGNAME に設

定し与える。スケジューラ JP1/AJS2 からシェルを起動する場合のジョブグループ情報の設定方法は 1-2-2-11-2 (6) を参照されたい。

(2) ジョブとステップ

JPP/JCL では、JCL スクリプトをコンパイルすることで作られる各シェルスクリプトをジョブと呼んでいる。そして、各ジョブの内部において、コピー、ディレクトリの作成、プログラムの実行などの処理単位をステップと呼んでいる。JCL スクリプトの内容は、このジョブとステップで構成される。図 1-2-2-6 の例では、6 つのジョブが記述されており、これをコンパイルすることで 6 つのシェルスクリプトが作られる。また例では、START ジョブには 2 つのステップが、その他のジョブにはそれぞれ 1 つずつステップが記述されている。

(3) 基本ジョブフロー

JPP/JCL で作られるジョブは、基本的に START ジョブ、一般ジョブ、END ジョブの 3 種類のジョブで構成される。図 1-2-2-6 に例を示す。START ジョブは、作業領域となるジョブグループ作業ディレクトリ (次項参照) を作成し、さらに処理時刻を格納したタイムカードを作成する。処理時刻は、JPP/JCL が提供する tcmake コマンドを利用し、現在時刻とジョブグループ名を参照しつつ、コマンドオプションに基づき自動的に決定される。一般ジョブは、入力データの用意、プログラムの実行、プロダクトの配信などといった一連の業務処理を行う。END ジョブは、ジョブグループ作業ディレクトリをジョブグループ完了ディレクトリ (次項参照) に置換する。

(4) 作業ディレクトリ

JPP/JCL で記述されるシェルスクリプトは、業務処理に必要な作業領域を図 1-2-2-4 の Data ディレクトリ以下に確保する。ジョブグループ作業ディレクトリ (Mscrtn/Rtn/Data/[業務 ID]/Rtn.[JGC].tmp) は、START ジョブで作成されるジョブグループ単位の作業ディレクトリで、ジョブグループに含まれるジョブの入力ファイルやプロダクトなどの出力ファイルを置くのに利用する。ジョブグループ完了ディレクトリ

(/Mscrtm/Rtn/Data/[業務 ID]/[yyyymmddhhmm]) は、ジョブグループ最後の END ジョブが、ジョブグループ作業ディレクトリの名称を変更することで作られるディレクトリである。ジョブグループ完了ディレクトリは業務 ID と処理時刻で一意に決まるため、そこに置かれたプロダクトファイル等は、他の業務処理や他の日時・時刻の業務処理からも容易に参照することができる。カレントディレクトリは、ジョブ実行単位で作られるディレクトリで、/Mscrtm/Rtn/Data/[業務 ID]/Tmp 下にユニークな名前で作られ、文字通りジョブ実行時のカレントディレクトリとなる。衛星ルーチンでは、統計データや蓄積データなどジョブグループ単位を超えたファイルを置くためのデータ引き継ぎディレクトリ (/Mscrtm/Rtn/Data/[業務 ID]/Succ) を活用している。ジョブグループ完了ディレクトリと異なるファイル参照機能を持つことで、前回ないし前日の業務処理に障害があり、その復旧ができなかった場合にも、このデータ引き継ぎディレクトリに残っているそれ以前に作成されたファイルを利用した業務の継続が可能になる。

(5) シェルスクリプトと業務処理プログラムの関係

業務処理プログラムの実行の際 (図 1-2-2-6 の例ではステップ GENERATE_IMG_IR1)、入力に必要なファイルを dd in 文で指定することで、JPP/JCL で作られたシェルスクリプトがそのファイルをカレントディレクトリに用意する。業務処理プログラムはカレントディレクトリにあるファイルを入力とする。また業務処理プログラムは、出力ファイルも常にカレントディレクトリに出力するルールになっている。シェルスクリプトは、ジョブ実行の最後に、dd out 文で指定された出力ファイルだけをカレントディレクトリからその指定先に移動する機能を持つ。つまり、ディレクトリ管理は JPP/JCL で作られるシェルスクリプトが行い、業務処理プログラムはカレントディレクトリ内のファイルについてのみ入出力するといった分業が行われる。こうすることで、開発者が作成した業務処理をルーチンへ移行する場合、シェルスクリプトを変更するだけで行える。

(6) JCL スクリプトにおけるディレクトリ参照

JPP/JCL は、ディレクトリの取り扱いに大きな特徴を持つ。衛星ルーチンでは、業務処理に使うロードモジュールや定数ファイルなどは図 1-2-2-3 に示すディレクトリ構造に格納するが、このディレクトリ構造はあらかじめ後述の JPP/JCL 環境設定ファイルに記述する。同様に、図 1-2-2-4 に示す業務処理に使われる可変ディレクトリ構造も JPP/JCL 環境設定ファイルに記述しておく。そして、これらディレクトリを JCL スクリプト上で参照する場合、URL 形式で指定する。スキーム名には jpp を利用する。

図 1-2-2-6 の例の場合、COLCONST ジョブは、業務処理プログラムの実行で必要となる定数ファイル (geo_ir1_hrit.ini) を、定数ファイルの保存場所 (jpp:/Const/ = /Mscrtm/Rtn/Const/Ashg/) から、ジョブグループ作業ディレクトリ (jpp:/jgwkdir=/Mscrtm/Rtn/Data/Ashg/Rtn.Ashg[hmmi].tmp/) にコピー (sys copy) する。また COLDATA ジョブは、集信ジョブ (業務 ID は HRIT) のジョブグループ完了ディレクトリ (jpp:/DataS@HRIT/ = /Mscrtm/Rtn/Data/Hrit/[yyyymmddhhmm]) にある画像データ (ir1_a.dat) のハードリンク (sys link) を、ジョブグループ作業ディレクトリ内に作成する。GENERATE_IMG_IR1 ジョブは、Module ディレクトリ (jpp:/Bin@MSCCOM/ = /Mscrtm/Rtn/Module/Msccom/) にあるロードモジュール (vhr) を起動 (pgm) する。このように、JCL スクリプト上では、ディレクトリが相対的な URL で指定される。この URL と実ディレクトリとの対応は JPP/JCL 環境設定ファイルが管理する。これにより、開発者が作成したシェルスクリプトをルーチンに移行する場合、JPP/JCL 環境設定ファイルの管理情報をルーチン用に修正し、JCL スクリプトを再コンパイルしてシェルスクリプトを再作成するだけで良い。

(7) JPP/JCL 環境設定ファイル

JPP/JCL では、JPP/JCL 環境設定ファイルが、JCL スクリプトのコンパイルに必要な情報を一元管理している。この JPP/JCL 環境設定ファイルは、ジョブグループカテゴリ (jg.csv) やジョブグループ (jghh.csv)、ジョブ (jobs.csv) に関する情報、ルーチンのルートディレクトリ情報 (nwmdir.csv)、ロードモジュールや定数ファイルといった固定ファイルを格納するディレクトリ

情報 (fixdir.csv)、作業ディレクトリやプロダクトを保存するディレクトリなど可変ファイルを格納するディレクトリ情報 (jgwkdir.csv) などで構成される。いずれもテキストファイルである。

(8) jcl2sh によるコンパイル

JCL スクリプトからシェルスクリプトへのコンパイルには、jcl2sh コマンドが用意されている。jcl2sh は、JCL スクリプトに書かれた、コピーやディレクトリ作成、プログラムの実行などのコマンドを、一定のルールに基づいてシェルスクリプトに翻訳する。また jcl2sh コマンドは、JPP/JCL 環境設定ファイルを参照して、作業ディレクトリや、入力データ元や出力データ先のディレクトリに関する問題を自動的に解決する。その他、前処理や後処理に必要な手続きも自動的にシェルスクリプトに組み込む。jcl2sh コマンド自体は、Ruby と呼ばれるスクリプト言語で記述されている。

(9) ルーチンと準ルーチン

図 1-2-2-3 及び図 1-2-2-4 に示すように、衛星ルーチンのデータはディレクトリ/Mscrtn/Rtn 以下に置かれ、準ルーチンは/Mscrtn/Test 以下に置かれる。この 2 つの環境の切り替えは、環境変数 RM_CONST と RM_DATA に代入する値を “Rtn” ないし “Test” と変えることで実現できる。JPP/JCL で作られるシェルスクリプトは、その実行時に、固定ファイルについては RM_CONST で指定するディレクトリ配下を参照し、作業領域については RM_DATA で指定するディレクトリ配下を利用する。よって、準ルーチンの実行に当たっては、シェルスクリプトの修正は必要ない。

(10) その他の機能

JPP/JCL は、上記以外にルーチン運用上必要となる機能を多く持つ。ディレクトリやファイルを重複して作成しようとした場合、自動的に古いディレクトリやファイルの名前に時刻を付加してバックアップするデータ保全機能や、各ステップの終了コードに応じた正常・異常終了 (allow 文) の制御、タイムカードの時刻や前のステップの終了コード及びファイル存在の有無に応じたステップの実行制御 (condition 文)、ジョブグループ名のチェック、業務処理で利用されるファイルの事前チェックと出力ファイルの存在チェック、

ログファイルの自動管理などさまざまな機能が JPP/JCL には含まれている。

1-2-2-2-9 その他の衛星ルーチンツール

衛星ルーチンでは、JPP/JCL 以外に独自に開発したツールをいくつか利用している。ftpput_jgfile.sh や ftpput.csh は、ftp によるファイル転送ツールで、送信先のサーバの確認、転送中ファイル名に tmp 文字を付加、転送後のファイルサイズの確認、ID とパスワードの保護、ADESS 送信の場合には MD5 ファイルの作成と転送といった機能を持つ。

ln2jgf は、シェル実行時に、その処理時刻と異なる時刻のデータを、ジョブグループ完了ディレクトリから取得する際に必要となる時刻演算をサポートしたコピーツールである。JPP/JCL の時刻演算機能は、数値予報ルーチンで必要な機能に限定されているため、処理時刻のバリエーションが多い衛星ルーチンにとって不十分であった。これを解決するために ln2jgf ツールが作られた。ln2jgf は、現在の処理時刻を元に、1 時間前や 30 分前といった相対的な時刻演算機能と、直近の 00 UTC と言った時刻指定演算機能を持つ。

CpR20 は、各プロダクトが Rtn 領域に作ったディレクトリやファイルを Open 領域にミラーリングコピーするツールで、数値予報ルーチンの CpR20 を改修して作られた。CpR20 は、ミラーリングすべきディレクトリやファイルを記述した定義ファイルに基づきミラーリング処理を行う。なお、この定義ファイルは、図 1-2-2-3 の Const 領域に、業務 ID ごとのディレクトリに保存されている。

1-2-2-2-10 衛星ルーチンの業務処理概要

SDPS で稼働する業務処理は、プロダクト作成処理と、その入力となるデータを取得する集信処理、後処理として各種データを大容量保存装置に保存するデータ保存処理に分類される。

1-2-2-2-10-1 集信処理

気象衛星通信所で静止気象衛星からダウンリンクされた観測データや、気象衛星センターで直接受信する現業極軌道気象衛星 NOAA の観測データ、数値解析予報システムから入手する数値予報格子点データ (GPV) などは、プロダクトを作成する業務処理の入

カデータとなり、気象衛星センターではこれらのデータを一次データと呼んでいる。図 1-2-2-7 に示すように、これら一次データを収集し Data ディレクトリ配下に転送する処理を集信処理と呼んでいる。集信処理は一次データを、/Mscrt/Rtn/Data/[集信処理業務ID]/[yyyymmddhhmi]/[チャンネル名].dat のように、集信処理のジョブグループ完了ディレクトリ下に観測チャ

ネル名が付いたファイル名で転送する。これによりプロダクト作成処理は、一次データのファイル名特有の命名ルールを気にせずに、時刻とデータ種別を指定するだけで、一次データの引用が可能となる。なお集信処理は、一次データを大容量保存装置に保存するために、テープ保存のための一時領域である Archive 領域にデータを転送する作業も行う。

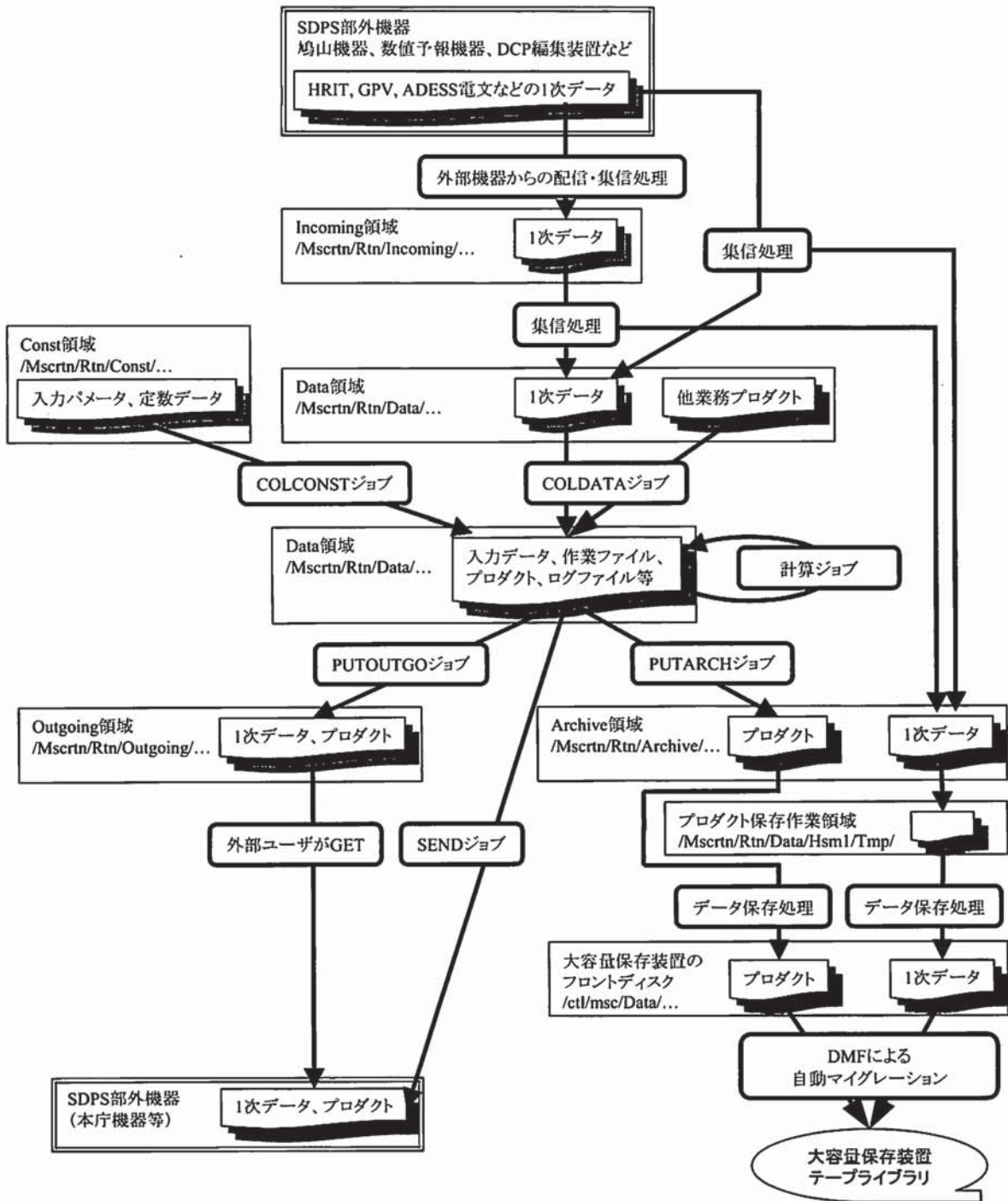


図 1-2-2-7 衛星ルーチンのデータフロー概要図

上から集信処理、プロダクト作成処理の各ジョブ (図 1-2-2-8 参照)、データ保存処理と続く。

SDPS が他システムからデータを取得する手順には、他システムが SDPS にデータ転送する方法と、SDPS の集信処理が他システムへデータを取得に行く方法がある。前者の場合、他システムからのデータ転送先は、独立したディスクパーティションの Incoming 領域で、データ転送時に利用するユーザアカウントにも、専用のアカウント (1-2-2-7 参照) が利用される。衛星ルーチンの作業領域から独立した転送先・アカウントを用意することで、他システムの転送処理に問題が発生しても、衛星ルーチンに与える影響を最小限に止められる。なお、他システムがデータ転送する手順の場合、集信処理は、Incoming 領域を監視し、到着デー

タをジョブグループ完了ディレクトリに転送する。

1-2-2-2-10-2 プロダクト作成処理

プロダクト作成処理の基本的なジョブフローを図 1-2-2-8 に、各ジョブに対応したデータフローを図 1-2-2-7 に示す。これらジョブは、1-2-2-8 で紹介した JPP/JCL が作るシェルと深い関係があるので、そちらも参照していただきたい。

START ジョブは前処理を行う。Data ディレクトリ配下に作業領域 (ジョブグループ作業ディレクトリ) を作成し、処理時刻に対応したタイムカードを作成する。

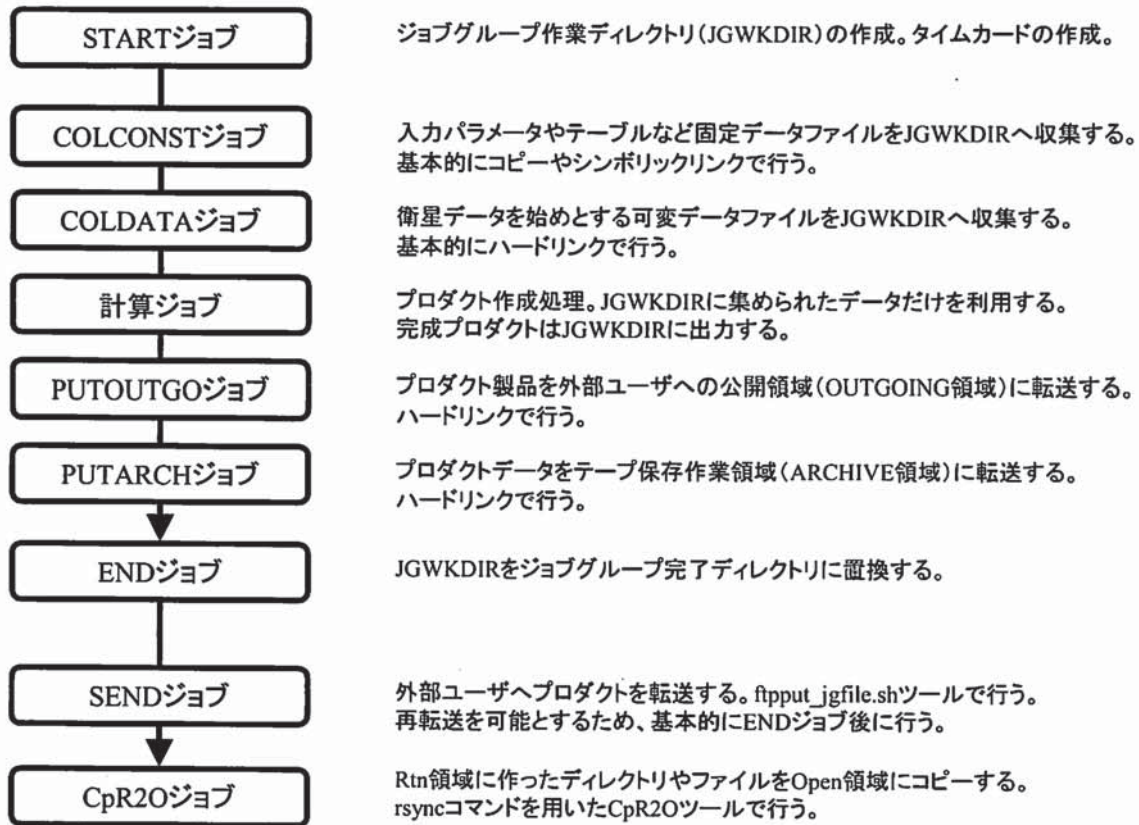


図 1-2-2-8 プロダクト作成処理の基本的なジョブフロー

COLCONST と COLDATA は、プロダクト作成に必要な入力ファイルをすべてジョブグループ作業ディレクトリに収集する。COLCONST は定数ファイルや SYSIN ファイル (入力パラメータファイル) などの固定ファイルを、COLDATA は可変データファイルを収集する。

計算ジョブは、ジョブグループ作業ディレクトリに

集めたファイルを元に数値計算プログラムを稼働させプロダクトを作成する。結果もジョブグループ作業ディレクトリに置く。計算ジョブは、基本的に、計算プログラムの実行単位に細分化される。こうすることで、計算プログラムが異常終了した場合でも、その障害プログラムの特定とエラー情報の収集を容易にする。

PUTOUTGO ジョブや PUTARCH ジョブは、出来上

がったプロダクトを、部外ユーザのデータ取得先となる Outgoing 領域やテープ保存のための一時領域となる Archive 領域に転送する。

END ジョブは、ジョブグループ作業ディレクトリをジョブグループ完了ディレクトリに置換する。

SEND ジョブは、部外ユーザへのプロダクトの ftp 転送を行う。SEND ジョブは END ジョブの後にあるが、これは ftp 転送の再実行を想定している。もし END ジョブの前に SEND ジョブを置いた場合、SEND ジョブが正常終了し END ジョブまで実行されてしまうと、転送先から再転送の要求があっても、ジョブグループ作業ディレクトリが無くなっているため START ジョブからやり直す以外の再実行方法が無い。このため SEND ジョブは、ジョブグループ完了ディレクトリからファイル転送するように作られている。

CpR20 は、1-2-2-2-9 で紹介したツールを利用して、ジョブグループ完了ディレクトリやプロダクトファイルなど、新しく作られたディレクトリやファイルを Rtn 領域から Open 領域へミラーリングする。

1-2-2-2-10-3 データ保存処理

図 1-2-2-7 の右下のフローにあるように、一次データやプロダクトデータは大容量保存装置に保存される。また、これらのデータの中でも重要な位置付けがなされている静止気象衛星観測画像などの永年保存データは、ワンタイムライトテープと言った消すことができないテープに保存される。これら保存業務を行うのがデータ保存処理である。

集信処理ないしプロダクト作成処理は、大容量保存装置に保存するデータを、テープ保存のための一時保管領域である Archive 領域に置く。データ保存処理は、Archive 領域に置かれたデータを大容量保存装置に転送する。この転送方法は、一次データの保存とプロダクトデータの保存では異なる。また、永年保存データについても別途保存処理を行っている。

(1) 一次データ保存処理

一次データには、静止気象衛星 MTSAT の HRIT 画像や極軌道気象衛星 NOAA の HRPT 画像、数値予報格子点データ、ADESS 電文などがある。これらデータの保存先は、図 1-2-2-5 に示す/ctl/msc/Data 以下の

PRODUCT 以外のディレクトリである。一次データの保存処理は、まず、Archive 領域に置かれた一次データのファイル名を参照し、標準化されたファイル名の解析手順に基づいて大容量保存装置の保存先を決定している。実際には、ファイル名文字列のカラム位置に基づきデータ種別や時刻を抽出して決定する。また正規表現を用いた保存対象外ファイルの除去も行う。一次データ保存処理は、保存先情報を抽出したら、一時的に大容量保存装置内と等価なディレクトリとファイル構成を別途作成する。そして、rsync ツールをバリエーションとともに用いて、新しく登録された、あるいは更新されたファイルを大容量保存装置に転送している。一次データの保存処理は、1日に1回20 UTC に起動している。また、その容量は、平成 17 年 10 月現在で毎日 80 Gbytes を超える。これには、正式利用が終わった GOES-9 の画像データも含まれる。

(2) プロダクトデータ保存処理

プロダクトデータの保存は、一次データの保存と異なり、直接 Archive 領域のディレクトリ及びデータを大容量保存装置に複写している。データの保存先は、図 1-2-2-5 の/ctl/msc/Data にある PRODUCT ディレクトリ配下としている。複写は rsync ツールを利用している。Archive 領域をそのまま複写するため、プロダクト作成処理による Archive 領域への書き込みは、実際の保存構造に沿ったディレクトリ構造にする必要がある。プロダクトデータの保存処理は、1日に1回22 UTC に起動している。またその容量は、毎日 20 Gbytes を超える。

(3) 重要データの2重化保存

気象衛星センターで保管するデータのうち、気象衛星業務規則で定められた永年保存データと、気象衛星業務実施要領で定められた 30 年保存データは、特に重要なデータとして位置付けられている。SDPS では、この重要データを、通常大容量保存装置の領域に保存するだけでなく、別管理のワンタイムライトテープ (1-2-2-1-1-3 (3)参照) に保存している。このテープへの書き込みは、永年保存業務処理が行っている。永年保存業務処理は、まずフロントディスク上にある shrtO 領域に永年保存データを蓄積し、ある程度デー

タが貯まったらワнтаイトテープに書き込む。SDPS では、ディスクの1つやテープ媒体に障害等が発生した場合にも、重要データが失われないような設計となっている。例えば静止気象衛星データの場合、データは、鳩山からSDPSのRtn領域のIncoming領域に転送される。ここには約14日間データが保持される。一方でこのデータは、集信処理によって直ちに、Archive領域に転送される。Incoming領域とArchive領域は、衛星ルーチン用ディスクの中にあり同じ筐体に含まれるが、別々のパーティション領域で、物理的にも異なるディスクドライブに分かれている。Archiveに転送されたデータは、1日に1回起動する一次データ保存処理により、大容量保存装置のフロントディスクに転送される。さらに、永年保存業務処理により、10日後に、大容量保存装置からshrtO領域に転送され、最終的にはワнтаイトテープに保存される。このように、始めはIncoming領域とArchive領域、最終的には、大容量保存装置の通常の保存領域とワнтаイトテープに2重保存される。平成18年3月以降は、清瀬第2庁舎に導入するテープライブラリ装置にも重要データを保存し、第1庁舎ないし第2庁舎のいずれかが火災などの災害に遭っても、データが消えないようにする予定である。

1-2-2-2-11 スケジューラ

衛星ルーチンのスケジュール運用を管理するツールとしては、1-2-2-1-2-4 (2)で紹介した日立製作所製のJP1/AJS2を利用している。ここでは、衛星ルーチンにおけるJP1/AJS2の利用について紹介する。

1-2-2-2-11-1 JP1 ユーザアカウント

衛星ルーチンには、以下のJP1 (1-2-2-1-2-4 参照)のユーザアカウントが登録されている。

JP1 管理者：JP1に関するすべての操作権限を持つ。
ルーチンジョブ編集ユーザ：衛星ルーチン管理者が利用する。衛星ルーチンのジョブネットとそのスケジュールに関する編集権限を持つ。また本ユーザは、UNIX ユーザアカウントのルーチン実行ユーザ (1-2-2-2-7 参照) に対応付け (ユーザマッピング) されている。

準ルーチンジョブ編集ユーザ：衛星ルーチン管理者が利用する。準ルーチンのジョブネットとそのスケジュールに関する編集権限を持つ。また本ユーザは、準ルーチン実行ユーザにユーザマッピングされている。

ルーチンジョブオペレータ：衛星ルーチンの現業監視で利用される。ジョブネットやそのスケジュールに関する登録情報やジョブの実行に関する情報の閲覧と、ジョブの実行・再実行・実行中止・実行保留などの操作権限を持つ。本ユーザは、オペレータによるJP1/IM-CCの操作にも利用される。

1-2-2-2-11-2 ジョブネットワーク要素の管理

JP1/AJS2は、ジョブに関する登録情報を階層的に管理する。最上位に位置するのがスケジューラサービス、次にカレンダー機能を用いたジョブの実行制御が行えるジョブグループ、そしてジョブの順序関係を表すジョブネット、最下位にジョブがある。JP1/AJS2では、これらをジョブネットワーク要素と呼ぶ。以下に、衛星ルーチンにおけるこれら要素の利用について紹介する。

(1) スケジューラサービス

スケジューラサービスとは、スケジュール情報を分類する上で最上位に位置する。全てのジョブ関連情報は、このスケジューラサービス配下で管理される。衛星ルーチンでは、以下の4つのスケジューラサービスを設定している。

GEO_A：静止気象衛星業務処理 (現在は MTSAT-1R 関連業務処理)。

GEO_B：待機用の静止気象衛星業務処理 (MTSAT-2 関連業務処理の利用を予定)。

RTN：極軌道気象衛星業務処理、気象データ (数値予報データや ADESS 電文データ) 業務処理、データ保存処理などのその他業務処理。

TEST：各課ルーチンや準ルーチンなど

(2) ジョブグループ

ジョブグループは、スケジューラサービスに次ぐ分類のジョブネットワーク要素である。JPP/JCL で定義

するジョブグループとは異なる点に注意されたい。ジョブグループの下に、さらにジョブグループを作ってネストすることもできる。図 1-2-2-9 に、衛星ルーチンにおけるジョブグループの利用概要を示す。衛星ルーチンでは、スケジューラサービス GEO_A および GEO_B においては、静止気象衛星画像データの処理時刻単位でジョブグループを設定している。また、スケジューラサービス RTN においては、極軌道気象衛星業務処理や気象データ関連処理、数値予報データ関連処理といった業務処理ごとにジョブグループを分けて設定している。さらに、極軌道気象衛星業務処理で

は衛星ごとのジョブグループを設けるなど、細分類した利用も行っている。

ジョブグループは、それに含まれるジョブネット（次項参照）の実行日を設定するカレンダー機能を有する。これを利用することで、ジョブグループに含まれるジョブネットの実行日や休止日を一括して設定することができる。衛星ルーチンでは、このカレンダー機能を利用することで、静止気象衛星の食運用によるジョブネットの休止や切り替え、極軌道気象衛星の運用切り替えなどを実現している。

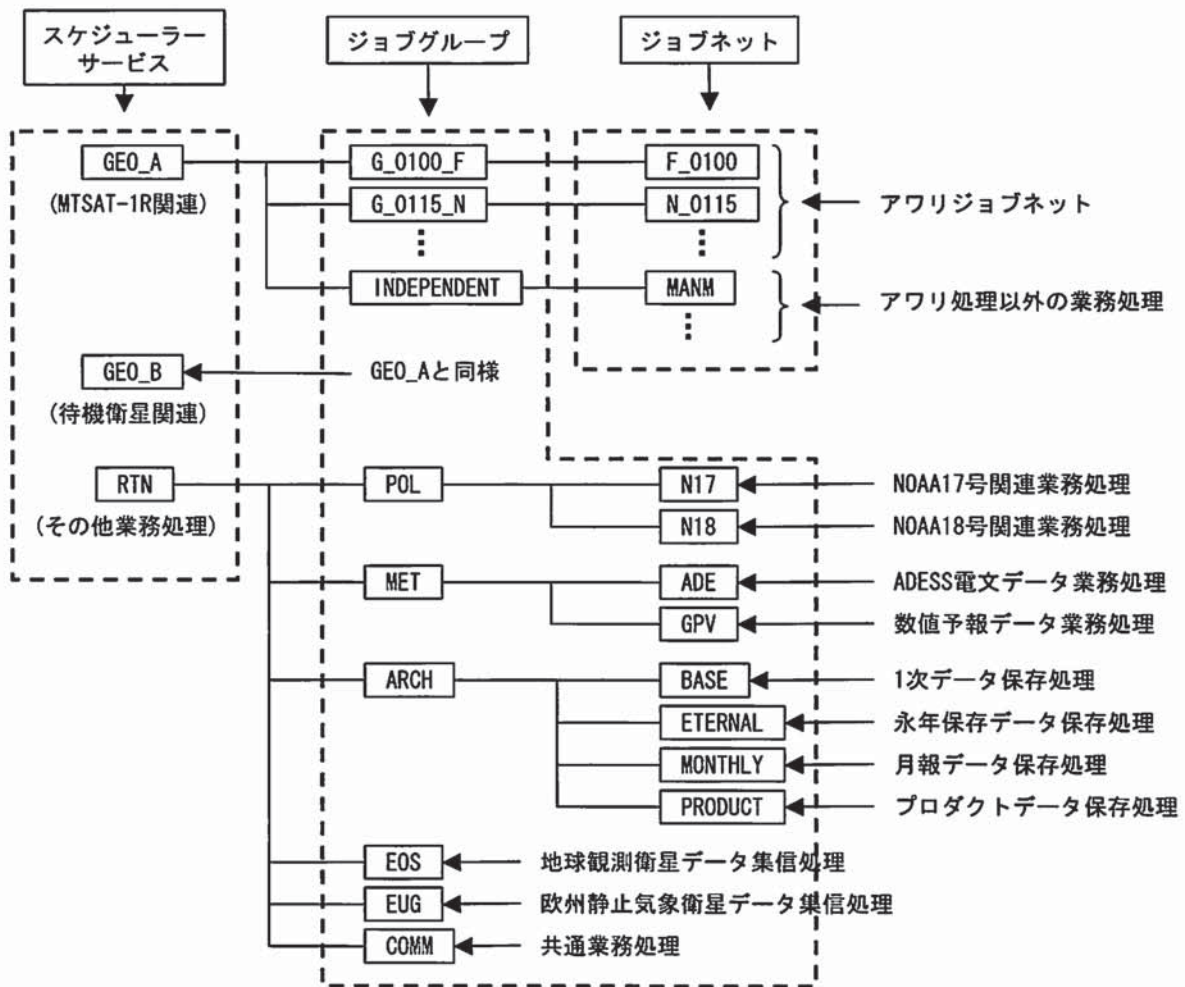


図 1-2-2-9 衛星ルーチンが利用する JP1/AJS2 ジョブネット構造

(3) ジョブネット

ジョブネットは、次に紹介するジョブネットワーク要素の最小単位であるジョブの集合で構成される。ジョブネットの中には、他のジョブネット（ネストジョブネット）を含むこともできる。また、ジョブグループ

直下に置かれるジョブネットは、ルートジョブネットと呼ばれる。ルートジョブネットは、JP1/AJS2 におけるジョブネットの実行単位を表し、実行開始時刻などのスケジュールルールもルートジョブネットごとに設定される。

ジョブネットの中では、ジョブやネストジョブネットの実行順を設定することができる。この順序づけ作業は、JP1/AJS2-View 上のジョブネット編集画面で、ジョブやネストジョブネットのアイコンを実行順に矢印で接続することで行う。この接続は、直列接続だけでなく分岐や結合も行える。また、運用サーバが異なるジョブ間も接続することが可能である。

ルートジョブネットは、実行登録と言う操作を行うことで初めてスケジュールに基づいた自動実行が可能となる。実行登録によりルートジョブネットは、ジョブグループに設定したカレンダー情報や、ルートジョブネットに設定したスケジュールルールに基づいて自動的に起動される。

衛星ルーチンでは、ルートジョブネットが処理時刻単位で作られている。ルートジョブネットは、図

1-2-2-10 のように、基本的に一次データの集信業務とそれに続くプロダクト作成業務で構成する。プロダクト作成業務は、ルートジョブネットの中で、業務処理単位のネストジョブネットに収められる。こうすることで、ルートジョブネットがデータ集信からプロダクト作成までの全体像を表し、ネストジョブネットが各業務処理の詳細を表すと言った役割分担が行われる。この役割分担は重要で、オペレータによる監視操作を容易なものにしている。なお、静止気象衛星関連処理においては、ジョブグループとルートジョブネットの作成単位を一致させている。これは、衛星の食運用で必要となるジョブネットの実行中止など、ジョブネットの実行・中止制御を、ジョブグループが持つカレンダー機能を利用するためである。

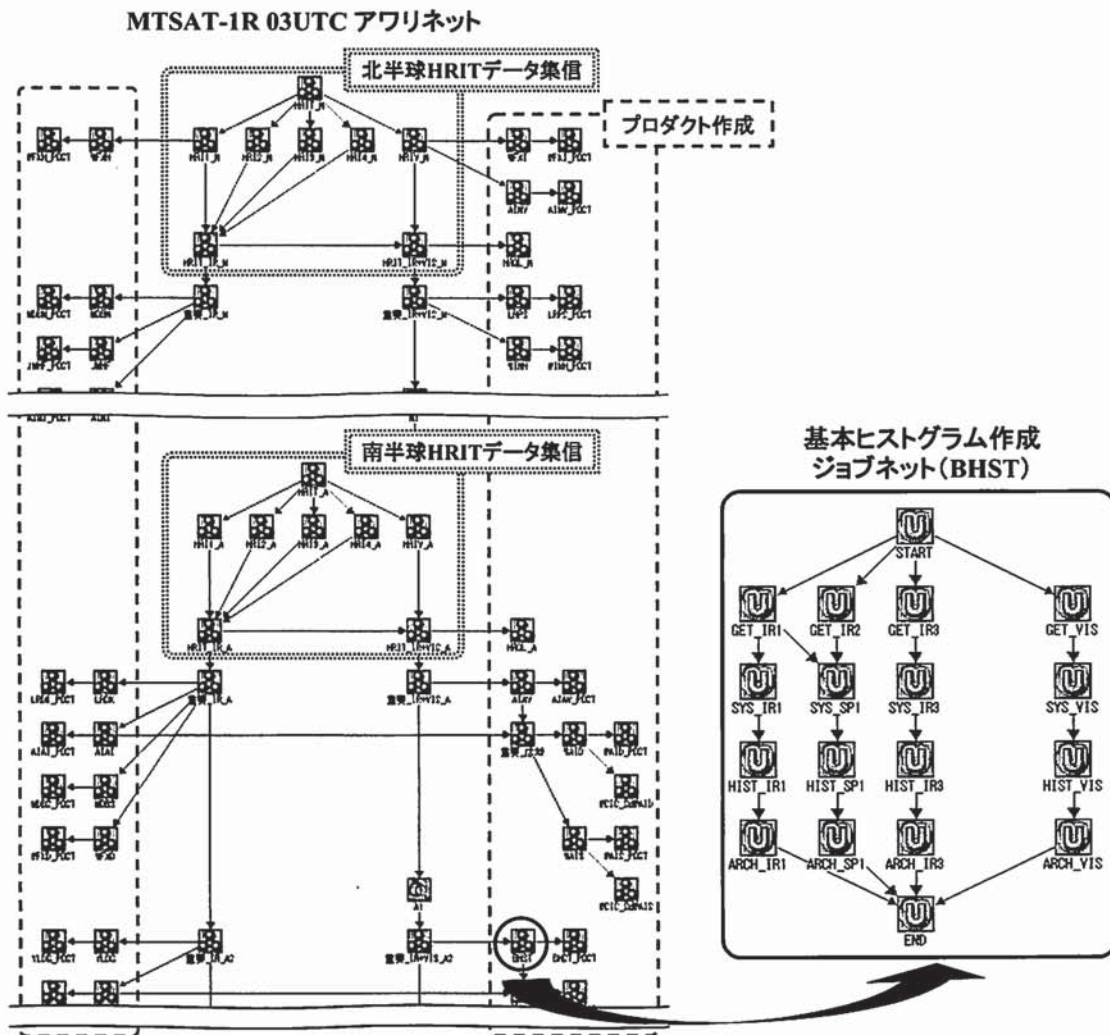


図 1-2-2-10 静止気象衛星関連業務のアワリジョブネット (左) と業務処理ジョブネット (右) の例
アワリネットは JP1/AJS2 におけるルートジョブネットに、業務処理ジョブネットはネストジョブネットにあたる。

(4) ジョブ

ジョブは、ジョブネットワーク要素の最小単位を表す。ジョブにはシェルスクリプトないしプログラムを実行するコマンドを登録することができる。JP1/AJS2のコマンド実行形態には、コマンドを直接サーバに投入する方法と、Network Queuing System (NQS) による管理の下でコマンドを投入する方法、JP1/AJS2 独自の AJS キューを利用する方法が用意されているが、衛星ルーチンではコマンドを直接サーバに投入する方法が採用されている。

各ジョブには、コマンドの登録以外に、コマンドの実行先サーバ、コマンドの実行オプションを設定することができる。さらに、コマンド実行結果について、標準出力や標準エラー出力のファイル保存先の指定や、終了コードに対する正常終了と判定する上限値や警告終了と判定する上限値をそれぞれ設定することができる。

JP1/AJS2 は、ジョブの実行結果に関する履歴情報を衛星関連業務処理ルーチン制御サーバに一元集約するが、この集約情報には標準エラー出力を含むが標準出力を含まない。このため衛星ルーチンでは、ジョブに登録する全てのコマンドのオプションに `1>&2` を付加し、標準出力を標準エラー出力に転送する利用を行っている。これにより、コマンド実行結果を全て残すことができ、ジョブ障害時の調査を容易にしている。

JP1/AJS2 のジョブには、コマンドを投入するジョブだけでなく、ファイル監視ジョブや、障害時の対処を可能にするリカバリジョブが提供されている。衛星ルーチンでは、これらのジョブを利用して、他システムからのファイル転送の到着監視や、プロダクトのファイル転送障害に対する自動リカバリといった処理が行われている。

(5) JP1/AJS2 利用上の問題

JP1/AJS2 は多機能であるが、衛星ルーチンを構築する上でいくつかの問題点が残っている。まず、オペレータがジョブを再実行すると、再実行前のジョブ実行結果が消えてしまう問題がある。衛星ルーチンでは、ジョブに障害が発生した場合、業務処理の迅速性を優先するため直ちにオペレータが障害ジョブの再実行を試みるルールとなっている。こうすることで、ネットワー

クや機器の軽度障害に起因するジョブ障害が救える。しかし再実行により、ジョブの障害情報も消えてしまうため、事後調査が難しくなる。

JP1/AJS2 のジョブネット機能には、ジョブネットの中途停止や条件分岐の機能が無い。このため、ジョブの中途停止を実現するためには、そのジョブの実行に問題が無くても異常終了させる必要がある。また条件分岐を実現するためには、前ジョブの実行結果を複数の後続ジョブがそれぞれ解析し、分岐からはずれる方の後続ジョブを異常終了させるなどの機能を組み込む必要がある。いずれにしても制御は不可能ではないが、障害では無いジョブも障害にしなければならない場合があり、オペレータによる監視上問題がでてくる。このため衛星ルーチンでは、ジョブネットの中途停止や条件分岐を最小限にした JP1/AJS2 の利用を行っている。

(6) JPP/JCL が作成するシェルスクリプトとの連携

JPP/JCL で作られるシェルスクリプトの実行には、JPP/JCL のジョブグループ情報が必要である。よって、JP1/AJS2 のジョブがこのシェルスクリプトを起動する場合、ジョブグループ情報をシェルスクリプトに引き渡す必要がある。衛星ルーチンでは、この情報伝達のために JP1/AJS2 がジョブ実行時に自動的に設定する環境変数 `AJSJOBNAME` を利用している。

JP1/AJS2 は、`AJSJOBNAME` に、実行ジョブが所属するジョブグループ、ジョブネット、ジョブに関する情報を設定する。そこで衛星ルーチンでは、JPP/JCL を改修して、シェルスクリプトが `AJSJOBNAME` を解析しジョブグループ情報を抽出する機能を付加している。実際には、実行ジョブが含まれるジョブネット名の先頭 4 文字からジョブグループカテゴリ情報を、さらに上位のルートジョブネット名の後ろ 4 文字から処理時刻を抽出する。例えば、静止気象衛星関連ジョブの 01 UTC 画像から基本ヒストグラムを作成する処理（業務 ID は BHST）の `START` ジョブを起動した場合、`AJSJOBNAME` には `/G_0100_F/F_0100/BHST/START` が設定される。そこで、`START` ジョブが所属するジョブネット `BHST` と、ルートジョブネット `F_0100` の後ろ 4 文字を抽出して、ジョブグループ `BHST0100` が抽出される。

(7) 監視から TEST キーワードの除外

衛星ルーチンでは、衛星関連業務処理ルーチン制御サーバ上の JP1/Base と JP1/AJS2 が連携して、ジョブが所属するジョブネットワーク要素のいずれかに TEST といった文字列が含まれる場合、そのジョブの実行に関連する情報を JP1/IM-CC へ伝達しない設定を行っている。準ルーチンや課ルーチンは、スケジューラサービス TEST に登録されているため、そのジョブ実行情報は JP1/IM-CC に伝達されず、オペレータによる監視対象からも除外される。

(8) ジョブネットワーク要素の定義・編集

JP1/AJS2 のユーザインターフェイスとしては、JP1/AJS2-View と JP1/AJS2-Definision Assistant、そして JP1/AJS2 操作コマンドが用意されている。それらのうち、衛星ルーチンを定義・編集する上で通常利用されるのが JP1/AJS2-View である。JP1/AJS2-View は、GUI による操作が可能で、ジョブやジョブネットの定義といった構築作業や簡単な編集作業に利用される。JP1/AJS2-Definision Assistant は、JP1/AJS2-View で作成したジョブネットのひな形を元に似たようなジョブネットを一括定義したり、複数のジョブネットをまたいだ定義情報を一括編集したりするのに利用される。JP1/AJS2 操作コマンドは、JP1/AJS2-Definision Assistant では扱えきれない量のジョブネットやスケジュール情報を一括処理するのに利用される。ジョブネットやスケジュールの登録情報を一括バックアップするのにもこのコマンドが利用される。

1-2-2-2-12 衛星ルーチンの登録・変更作業

衛星ルーチンでは、その登録や変更にあたって次の手順を踏んでいる。

- 1) 衛星ルーチンの修正の場合、Test 領域のソースコードやシェルスクリプト、定数ファイルなどの現在の登録内容が Rtn 領域の内容と一致していることを確認する。
- 2) 衛星ルーチン処理サーバにルーチン管理者でログインし、Test 領域についてルーチンの登録・変更作業を行う。メイクファイルやソースコード、JCL スクリプト、定数ファイルなどの登録・変更、コ

ンパイルによるロードモジュールやシェルスクリプトの作成を行う。

- 3) JP1/AJS2 に準ルーチンジョブ編集ユーザでログインし、準ルーチン用のジョブネットを登録する。登録先は、ジョブの実行結果を JP1/IM-CC に伝達しないようにするため、ジョブネットワーク要素に TEST の文字が付いた環境とする。また、ジョブの実行ユーザに関しても、準ルーチンジョブ編集ユーザ（準ルーチン実行ユーザにユーザマッピング）を登録する。
- 4) 準ルーチンを稼働させジョブネットに異常が発生しないことを確認する。さらに、Test 領域に作られたプロダクト、作業ファイル、ログファイル等の実行結果が正常であることも確認する。Test 領域と Rtn 領域の切り替えに関しては 1-2-2-2-8-2 (9) を参照。
- 5) 準ルーチンの動作が確認されたならば、JP1/AJS2 にルーチンジョブ編集ユーザでログインし、準ルーチンジョブネットを元にルーチンジョブネットを登録・変更する。ジョブの実行ユーザに関しては、ルーチンジョブ編集ユーザ（ルーチン実行ユーザにユーザマッピング）に変更する。
- 6) 衛星ルーチン処理サーバにルーチン管理者でログインし、Test 領域に加えた修正内容を Rtn 領域と Open 領域に反映する。

Test 領域の内容を Rtn 及び Open 領域へ反映する作業は、ルーチン実行に障害を与えないように細心の注意が必要となる。この作業を迅速かつ確実に行うために、ルーチン反映ツールを用いている。ルーチン登録は、基本的にこのツールだけで行い、Data 領域のデータファイルをルーチン実行ユーザが直接登録・変更する以外に、Rtn 領域と Open 領域の直接の修正は行わない。

ルーチン反映ツールは、数値予報課で作られたツールを改良したもので、rsync コマンドを利用して、モジュール、定数、シェルスクリプト、ライブラリなどを業務処理単位で確実に反映する。さらに、反映先を図 1-2-2-3 に示す履歴ファイルを置くディレクトリ内に登録日が付いたディレクトリを新しく作成するため、古い登録情報を消さない。こうすることで、ルーチン

登録後に障害が発生した場合も、以前の登録内容へすぐに戻ることができる。なおルーチン反映ツールは、古い登録情報と新しい登録情報が一致するファイルについては互いにハードリンクさせ、ディスク資源を節約する機能も持つ。

1-2-2-2-13 開発環境

開発環境は、DPC-3 と比較して様変わりしている。豊富なディスク資源、オンライン利用が可能なテープ資源など、これまで資源的制約により思うように進められなかった開発業務の効率が大きく改善された。SDPS では、過去の衛星データを大容量保存装置に保存しているため、事例検証や再解析等の作業も全てオンラインで行える。また、UNIX OS を導入したことにより、操作性の向上と共に、豊富なフリーソフトウェア資源が活用できる。共通ライブラリ MSIAL の開発やホームページの利用と言った環境の変化もある。

1-2-2-2-13-1 開発用資源

開発業務には、4 台ある衛星プロダクト作成サーバのうちの待機サーバである 4 号機と各課サーバが利用される。衛星ルーチンが利用するのと同じ衛星プロダクト作成サーバを利用するため、ルーチンに準じた環境で開発が行える。また、衛星プロダクト作成サーバの運用サーバに障害が発生し、4 号機で衛星ルーチンの実行が必要となった場合、WLM(1-2-2-1-1-2(2)参照)が開発ジョブの実行制限を動的に行う。

開発業務のディスク資源としては、図 1-2-2-2 に示すとおり、ネットワーク共用ディスク上にあるユーザホーム領域、ユーザ開発領域、短期保存領域があり全体で 2 Tbytes ある。それぞれの領域には、クォータ(利用ファイル容量の制限)が設定され、ユーザによる過度な利用を制限している。ユーザ開発領域は、主に各ユーザのプログラムや定数ファイルなどと言った固定ファイルを置く領域として利用されている。短期保存領域は、作成ないし更新されてから 10 日間経過したファイルが自動的に消去されるため、開発作業で一時的に必要な作業ファイルを置く領域として利用されている。

大容量保存装置もユーザ保存領域が割り当てられている。長期間にわたるデータ解析結果など、ディス

ク領域には入りきらないファイルの保存が可能である。

1-2-2-2-13-2 MSIAL

衛星データは、衛星やセンサごとに様々なフォーマットで保存されている。データの座標変換における衛星軌道や姿勢パラメータの処理や、画像の階調処理などといったデータ処理も衛星ごとに異なる。この煩雑で複雑な各種衛星データへのアクセスを容易にするために気象衛星センターで開発されたのが、衛星データ共通処理ライブラリ MSIAL (Meteorological Satellite Image Access Library、ミーシャルと呼ばれる)である。

MSIAL は、各種衛星データへのアクセスを共通のサブルーチンで可能にする。機能としては、衛星データの読み込み、データの座標変換、画像の階調変換、画素/ラインデータ抽出、ヒストグラムデータの作成、衛星画像及び地図の投影描画などがある。MSIAL を利用すると、例えば、静止気象衛星の画像データを読み込み、日本付近をポーラステレオで表示するプログラムを作ったならば、そのプログラムはそのまま極軌道気象衛星画像データの表示プログラムとしても利用できる。

MSIAL の内部処理は、ユーザが利用する共通インターフェイスと、隠蔽された衛星固有の処理サブルーチンが分離された構成となっており、共通インターフェイスが適宜固有の処理サブルーチンを呼び出す。これにより、ユーザは衛星の違いを意識することなく同一のインターフェイスでさまざまな衛星データの処理が行えるようになっている。MSIAL のソースコードは C 言語で書かれているが、FORTRAN プログラムからも利用が可能なインターフェイスも用意されている。現在、MSIAL で処理できる衛星データには、MTSAT の HRIT データと RAW データ、GMS の VISSR と S-VISSR データ、GOES の GVAR データ、METEOSAT データ、NOAA 衛星の HRPT データや GAC データがある。

1-2-2-2-13-3 フリーウェア資源の利用

開発で利用するプロダクト作成サーバ 4 号機には、開発用にいくつかのフリーウェアが用意されている。高機能エディタ emacs、バイナリエディタ bvi、GNU の C/C++コンパイラである gcc/g++、バージョン管

理システム CVS、テキストファイルのポストスクリプト変換ツール a2ps、描画ツールとして GMT、Gnuplot、GrADS、画像変換ツール群 Imagemagick、などが利用可能である。

1-2-2-2-13-4 自動メイクファイル作成ツール

FORTRAN や C 言語によるプログラム開発には、ソースコードのコンパイルに利用するメイクファイルが必要となる。しかし、メイクファイルの記述は、DPC-3 の汎用計算機に慣れていた開発者にとって負担となる。また、メイクファイルの管理はソースファイルの管理とつながるが、メイクファイルの記述方法は UNIX のシェルスクリプトのように自由度が高く、何らかの統一ルールが必要である。これらの問題を解決するために作られたツールが、自動メイクファイル作成ツールである。

本ツールは、ロードモジュール名、ソースファイル名、各種ディレクトリ、必要なライブラリ、追加オプションを記述したメイク定義ファイルを元に、メイクファイルを作成する。メイク定義ファイルの記述例を図 1-2-2-11 に示す。メイク定義ファイルが導入されたことで、ソースファイルの管理がこの定義ファイルで行え容易になった。

ツールにより作られたメイクファイルは、親メイクファイル makefile と、ロードモジュールごとに作られる子メイクファイルから構成される。このツールを利用することで、自動的に必要なコンパイルとリンクオプションがメイクファイルに記述される。さらに、C 言語のソースファイルやインクルードファイルに関しては、ファイルの依存関係も自動的に抽出し記述される。

```
# メイク定義ファイル clrm_a.def の内容 (#で始まる行は注釈行)
# コンパイル方法: mkmake_m.csh /Mscrtn/Test/Module/Clrm_a/Mk/clrm_a.def
# 作成されるメイクファイル: (親メイク) makefile、(子メイク) IFA000.mk, monit_clrm.mk
# プログラム IFA000
[IFA000]
SRC = ifa000.f, ifa100.f, ifa110.f, nfa111.f
SRC = bdzcgblk.f, bdzgtjst.f, bdzgtjud.f, zfi4.f, setrcd.c
SRCDIR = /Mscrtn/Test/Module/Clrm_a/Src/Ifa000
INCDIR = /Mscrtn/Test/Module/Clrm_a/Src/Ifa000
LIB = FJLIB
FFLAG = -g, -O0, -debug
CFLAG = -g, -O0
LFLAG = -g, -debug
MAIN = F
SKIP = OFF

# プログラム monit_clrm
[monit_clrm]
SRC = monit_clrm.c
SRCDIR = /Mscrtn/Test/Module/Clrm_a/Src/Mntclrm
INCDIR = /Mscrtn/Test/Module/Clrm_a/Src/Mntclrm
MAIN = C
SKIP = OFF
```

図 1-2-2-11 メイク定義ファイルの例

この定義情報を元に自動メイクファイル作成ツールは、親メイクと子メイクファイルを作る。

1-2-2-2-13-5 課ルーチン

SDPS では、気象衛星センターの各課が、独自の業務処理（課ルーチン）を行うための資源を用意している。課ルーチン用には、専用のアカウント、ディスクや大容量保存装置の保存領域（図 1-2-2-2 参照）、スケジューラ資源が用意されており、衛星ルーチンとほぼ

同じ手順による業務処理が行える。これにより、プロダクトの品質評価業務や、プロダクトの開発や改良を、課単位の管理下で行える。

課ルーチンと衛星ルーチンとの技術的な相違点は、課ルーチンのスケジューラ稼働情報がオペレータの監視対象から外れている点にある。これを実現するため

に、課ルーチンにはスケジューラサービス TEST 配下のスケジューラ資源が割り当てられている(1-2-2-2-11-2(7)参照)。

1-2-2-2-13-6 ホームページの利用

SDPS のイントラネット上のホームページは、衛星ルーチンだけでなく、課ルーチンも利用が可能である。これを利用することで、衛星プロダクトの品質モニタやユーザのプログラム試験結果を描画し、ホームページ上で閲覧することが可能である。ホームページの利用が可能になったことで、DPC-3 よりもより効率的な開発が行えるようになった。

1-2-2-3 運用監視

1-2-2-3-1-1 概要

SDPS では、オペレータが、衛星ルーチン業務処理(ジョブやジョブネット)といったソフトウェアと、サーバやストレージ、ネットワークなどのハードウェアについて常時監視を行っている。また保守作業時などに、サーバの停止・起動・切り替えなどの操作も行う。ジョブの異常終了や、サーバやディスクの障害などオペレータに注意を促す必要がある障害報知対象イベントが検知された場合、警告灯点灯、メッセージ音声通知、ブザー鳴動、管理者へのメール通知といった報知処理が行われる。オペレータあるいは管理者は、この報知処理によって異常を検知し、障害業務処理の自動再起動やプロダクト利用先への障害通知、計算機保守員(CE)への障害対処依頼といった対処を行う。これら監視や障害対処のために、統合管理サーバや運用監視端末、警告灯などで構成する運用監視装置があり、また運用支援ソフトウェアや、SDPS 専用開発された障害情報管理ソフトウェアやサーバ操作支援ツールなどのソフトウェアが導入されている。障害情報に関しては、障害情報管理データベースに蓄積され、障害カルテと言う概念で管理されている。オペレータによるこれらソフトウェア操作は、全て運用監視端末で稼働するソフトウェアを用いて GUI で行うことができる。

1-2-2-3-1-2 統合監視

SDPS では、ジョブやジョブネットの開始や終了、

機器障害などの情報は、JP1/Base を経由して、JP1/IM-CC が稼働する統合管理サーバに通知される。こういった情報は JP1 イベントと呼ばれている。統合管理サーバが収集した JP1 イベントは、運用監視端末や状態表示端末上の JP1/IM-View で閲覧することができる。JP1/IM-View は、イベント監視画面、重要イベント画面、イベント検索画面の3つの表示機能を持つ。

(1) イベント監視画面

イベント監視画面(図1-2-2-12参照)は、統合管理サーバが収集する全ての JP1 イベントのメッセージをリアルタイムで表示する。表示されるイベントメッセージは、表1-2-2-3に示すように、6段階の重大度で分類され、それに応じて色分けして表示される。またイベント監視画面は、表示フィルタ機能も持ち、特定のイベントメッセージのみ表示させることが可能である。装置名、重大度、イベントメッセージのキーワード(正規表現が可能)などといった表示要素を指定でき、さらにその表示要素をあらかじめいくつか登録しておくことも可能である。SDPS では、この表示フィルタ機能を用いて、業務の重要性に応じた運用監視を行っている。

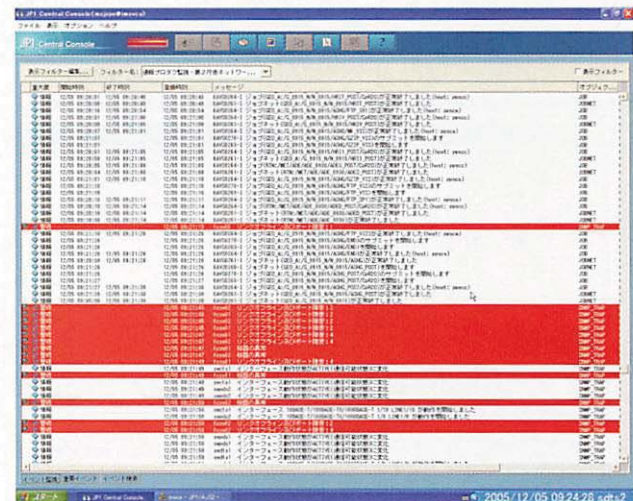


図1-2-2-12 JP1/IM-Viewのイベント監視画面の例

表 1-2-2-3 イベントメッセージの重要度 (レベル)

重大度	マークの色	メッセージ内容
「情報」	水色	通常動作時の通知メッセージ
「通知」	緑色	特別な動作時の通知メッセージ
「警告」	黄色	警告イベント発生時のメッセージ
「エラー」	赤色	エラー (異常) イベント発生時のメッセージ
「警戒」	ピンク	警戒必要イベント発生時のメッセージ
「緊急」	ピンク枠 白抜き×印	緊急イベント発生時のメッセージ

(2) 重要イベント画面

重要イベント画面 (図 1-2-2-13 参照) は、あらかじめ設定する JP1 イベントの重大度に基づき、イベントメッセージをリアルタイム表示する。さらにこの画面には、オペレータによる対処済のマークを付加する機能を持つ。

SDPS では、情報レベル以外の、オペレータによる何らかの対処が必要となるイベントメッセージを全て表示するよう設定している。そしてオペレータは、表示された JP1 イベントについて認識ないし対処したならば、それを確認するために重要イベント画面で対処済のマークを付加する操作を行っている。

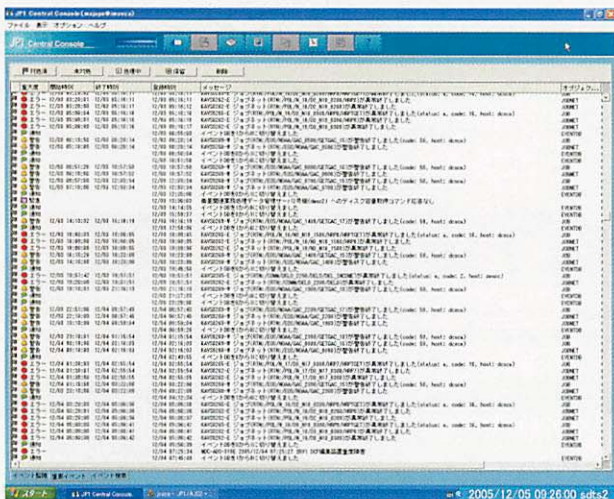


図 1-2-2-13 JP1/IM-View の重要イベント画面の例

(3) イベント検索画面

イベント検索画面では、統合管理サーバが収集した

JP1 イベントを検索表示することができる。検索条件には、ジョブネットやジョブ名、装置名などのイベント発生箇所、イベントメッセージに含まれる文字列、イベント発生期間を指定することができる。

1-2-2-3-1-3 業務処理の監視と障害時の対応

衛星ルーチンは、1-2-2-2-11 で紹介したように、JP1/AJS2 を利用した業務処理の運用を行っている。オペレータは、そのジョブやジョブネットの稼働状況を、運用監視端末上に導入した JP1/AJS2-View を用いてモニタすることができる。ジョブネットモニター画面には、ジョブの実行中・実行待ち・保留中・正常終了・異常終了などといった状態が色分けされ表示される。ジョブやジョブネットの実行開始や正常終了、異常終了といった JP1 イベントは、JP1/AJS2 から統合管理サーバの JP1/IM-CC に転送される。このためオペレータは、運用監視端末上の JP1/IM-View を用いた業務処理の監視も可能である。JP1/AJS2-View と JP1/IM-View との使い分けは、監視する業務処理の重要性に応じて行っている。

ジョブ異常終了時には、JP1/IM-View のイベント監視画面と重要イベント画面に異常を示す赤色のメッセージが表示され、同時に 1-2-2-1-2-5 (4) の「自動アクションツール」により警告灯が黄色点滅しブザーが鳴動される。オペレータは、ジョブの異常を検知したら、業務処理障害対応一覧表に従って、ジョブの再起動や、プロダクトの利用者や衛星ルーチン管理者への障害連絡といった対応を行うと共に、その他定められた手順に従って各種連絡を行う。ジョブの再起動は、JP1/AJS2-View のジョブネットモニター画面で行う。また、必要に応じて、ジョブの保留や中止、強制終了といった操作や、終了コードなど障害情報の収集も行う。

JP1/AJS2-View は、デリースケジュールやマンスリースケジュール表示機能を持ち、過去数日分のジョブやジョブネットの実行結果に関する情報を表示することができる。衛星ルーチン管理者は、これらの機能を用いてジョブの動作に関する情報収集や障害調査を行っている。

1-2-2-3-1-4 機器の監視と異常時の対応

1-2-2-1-2-4 (3) で紹介したように、SDPS では、各機

器やネットワーク通信の監視を、統合管理サーバ上で稼働する JP1/NNM が統括する。そして機器の障害を検知すると、その JP1 イベントが JP1/IM-CC に送られ、警告灯が赤点滅し、ブザーが鳴動される。

オペレータは、機器の障害情報を、運用監視端末上で稼働する JP1/NNM の機器監視画面や、JP1/IM-View のイベント監視画面と重要イベント画面で確認することができる。図 1-2-2-13 に JP1/NNM の機器監視画面を示す。SDPS すべての機器、機器構成を簡略図で表示され、機器の異常発生時にはその機器の表示色が「緑」から「赤」に変わる。オペレータは、機器の異常を検知したら、計算機保守員 (CE) への障害対処依頼を行い、また業務処理に影響が及んだ場合、前項で紹介した障害対応を行う。

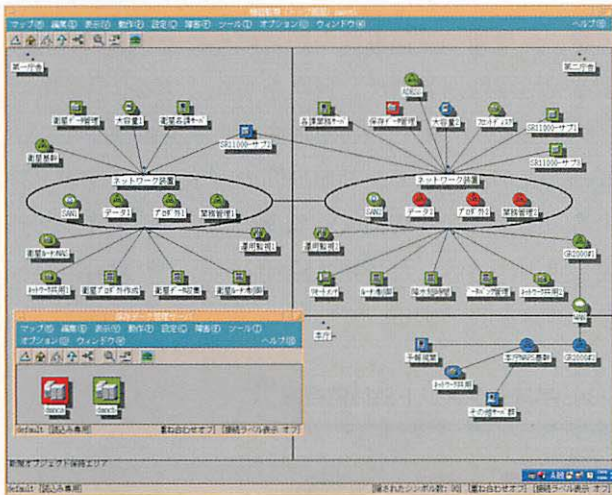


図 1-2-2-14 JP1/NNM の監視画面の例

1-2-2-3-1-5 サーバ操作支援ツールの利用

サーバ操作支援ツールは、1-2-2-1-2-5 (3)で紹介したように、衛星観測データ収集サーバや衛星プロダクト作成サーバなど、クラスタ構成のサーバについて、オペレータによる切り替えを支援する。図 1-2-2-15 にサーバ操作支援ツールの操作画面を示す。本ツールによるサーバ切り替えは、サーバが正常に稼働しているときに限定し、業者による定期保守点検作業やシステム更新作業でサーバの切り替えが必要となる場合などに限定して利用される。

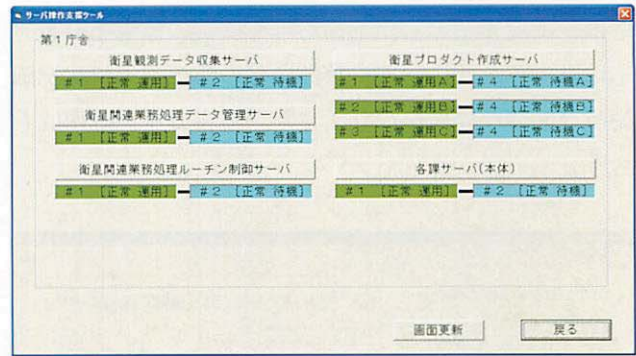


図 1-2-2-15 サーバ支援ツールの操作画面の例

1-2-2-3-1-6 障害情報管理ソフトウェアの利用

1-2-2-1-2-5 (2)で紹介したように、障害情報管理ソフトウェアは、障害カルテによる障害情報の一元管理と、過去の障害カルテの閲覧が行える。また、オペレータが行った障害対応に関する情報を、障害カルテに書き加える機能も持つ。

SDPS の運用監視では、何らかの障害が発生したとき、オペレータはその対処の必要の有無を判断する。対処が必要となったとき、その対処を行うと共に、自動生成された障害カルテに、タイトル、障害経過状況の詳細、障害対応の詳細、連絡先などの情報を追記する。図 1-2-2-16 に障害カルテ入力画面の例を示す。作られた障害カルテを元に管理者は障害内容を把握することができる。また、障害情報管理ソフトウェアの経過ログ検索・参照機能を用いて過去の障害カルテを表示し、障害情報を参照することが出来る。経過ログ検索では、時刻、装置、メッセージ内容によるフィルタリングが可能である。

1-2-2-3-1-7 他システムの監視

SDPS では、SDPS の機器とは別に、気象衛星センターが独自に整備した「広域雲画像情報装置」や「通報局データ編集装置」などの機器についても監視を行っている。これら機器の生存監視については、1-2-2-1-2-4 (3)で紹介した JP1/NNM のポーリングによる監視機能で行っている。また、業務処理ソフトウェアの障害監視については、障害発生時にそのメッセージを含んだ障害告知ファイルを SDPS に転送する機能を、これら機器に持たせ、1-2-2-1-2-5 (6)で紹介したファイル連携ツールを利用してその障害告知ファイルの到着を常時監視することで行っている。オペレータによる障害対

応は、上記で紹介した業務処理や機器の監視と障害対応に準ずると共に、独自整備機器の監視端末で状況確認及び必要な操作を行う。また、障害カルテの作成も行う。

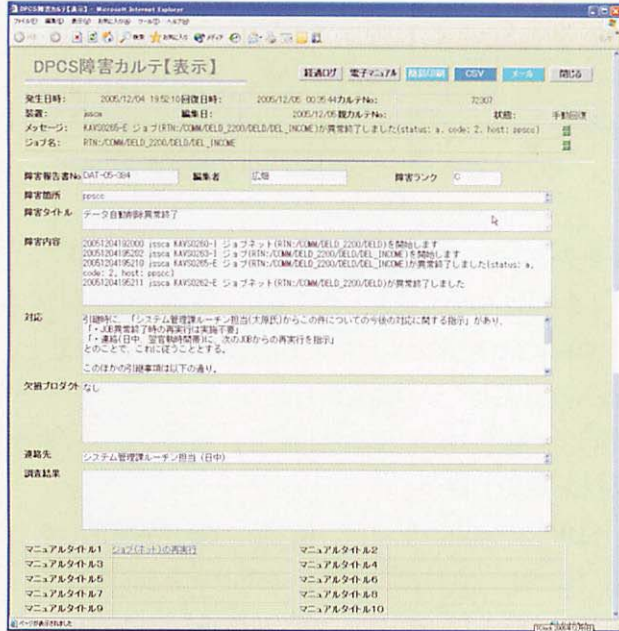


図 1-2-2-16 障害カルテ入力画面の例

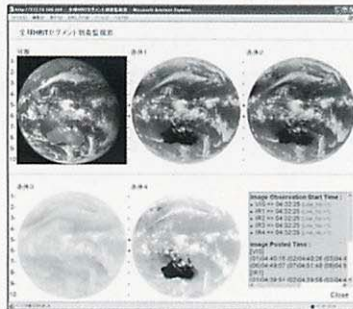
1-2-2-3-1-8 衛星業務の独自監視ホームページ

SDPS では、静止気象衛星画像データの集信状況の監視と、大容量保存装置に保存するデータに関するチェックのために、イントラネットのホームページが作られ利用されている。

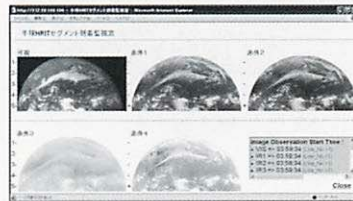
(1) クイックルックページ

衛星ルーチンでは、気象衛星通信所から転送される MTSAT-1R の HRIT 画像データの集信状況と、WEFAX 画像の送信データをチェックする目的で、これら画像を表示するクイックルックのホームページを作り利用されている。図 1-2-2-17 に表示例を示す。図 1-2-2-17(a)と(b)は、それぞれ全球セグメント処理監視窓と半球セグメント処理監視窓で、静止気象衛星による毎時行われる全球観測とその合間に行われる半球観測のデータ集信状況を逐次的に表示する。同図(c)は、最新画像監視窓で、最新の受信画像を監視画面に表示し、目視による受信画像内容のチェックを可能にする。同図(d)は、1ヶ月画像モニタで、(c)の画像を1ヶ月前までさかのぼった表示が可能で、この期間の画像の確認を容易にする。同図(e)は、WEFAX 画像監視窓で、SDPS で作成し鳩山に送信した WEFAX 画像データや MANAM 画像データを表示する。

(a) 全球セグメント処理監視窓



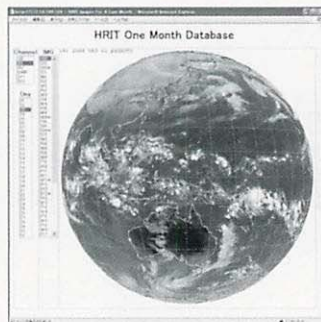
(b) 半球セグメント処理監視窓



(c) 最新画像監視窓



(d) 1ヶ月画像モニタ



(e) WEFAX 画像監視窓

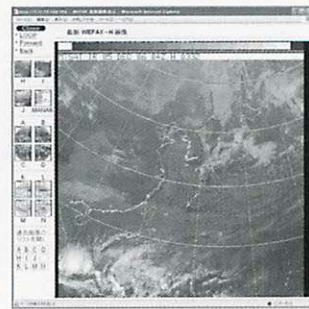


図 1-2-2-17 クイックルック画面の例

(2) 保存データチェックページ

気象衛星センターの重要業務のひとつにデータ保存がある。これは、気象衛星業務規則及び気象衛星業務実施要領に定められた保存対象データ種別、保存期間などに則って行っている。特に、MTSAT-1RのHRITデータや、NOAA-17号や18号のHRPTデータといった各衛星の画像データと、MTSAT-1Rの基本プロダクトである基本ヒストグラムデータと基本格子点データは、最重要に位置付けられている。したがって、これらデータの保存は確実に行わなければならない。このデータ保存の監視を支援するために、保存データチェック用のホームページを作り利用されている。図1-2-2-18に表示例を示す。対象データごとに、日が縦軸と時刻が横軸の表形式による表示となっており、保存済みデータの該当箇所に印が表示される。これによりオペレータは、自動的に行われている大容量保存装置へのデータ保存が正常に行われているか、目視で確認することができる。

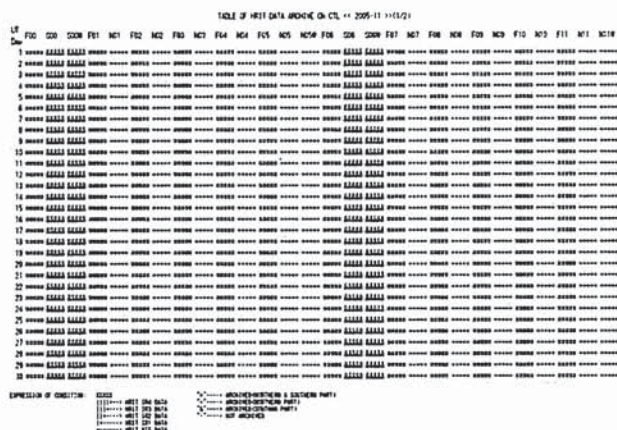


図1-2-2-18 データ保存チェックツールによる表示画面の例

参考文献

気象庁、2004：スーパーコンピュータシステム借用（レンタル）仕様書
 ㈱日立製作所、2004：JP1/Base. 解説・手引・文法・操作書、JP1 Version 7i マニュアル
 ㈱日立製作所、2004：JP1/Automatic Job Management System 2 解説書、JP1 Version 7i マニュアル
 ㈱日立製作所、2004：スーパーコンピュータシステム借用（レンタル）ご提案書・カタログ

参考ホームページ

気象庁・数値予報課・プログラム班：JPP/JCL（イントラネット）
 気象庁・気象衛星センター・システム管理課：MSIAL v0.5、Meteorological Satellite Image Access Library（イントラネット）

商標等に関する表示

AIX は、米国における米国 International Business Machines Corporation の登録商標です。

Apache は、Apache Software Foundation の登録商標または商標です。

IBM は、米国における米国 International Business Machines Corporation の登録商標です。

JP1 は、㈱日立製作所の日本における商品名称（商標または登録商標）です。

Linux は、Linus Torvalds の米国およびその他の国における登録商標あるいは商標です。

LTO は、米国における Hewlett-Packard Company, IBM Corporation, Seagate Technology, Inc.の商標です。

Microsoft は、米国およびその他の国における米国 Microsoft Corp.の登録商標です。

NFS は、米国またはその他の国における米国サン・マイクロシステムズ社の商標または登録商標です。

NIS は、米国またはその他の国における米国サン・マイクロシステムズ社の商標または登録商標です。

Origin は、米 Silicon Graphics, Inc.の登録商標です。

PowderHorn は、Storage Technology Corporation の登録商標です。

POWER5 は、米国における米国 International Business Machines Corp.の商標です。

Red Hat は、米国 Red Hat software, Incorporated の登録商標です。

SGI は、米 Silicon Graphics, Inc.の登録商標です。

StorageTek は、Storage Technology Corporation の登録商標です。

UNIX は、X/Open Company Limited が独占的にライセンスしている米国ならびに他の国における登録商標です。

Windows XP は、Windows(R) XP を省略したものです。Windows(R)の正式名称は、Microsoft(R) Windows(R)

Operating System、Windows(R) XP は、米国 Microsoft Corporation.の商品名称です。

Xeon は、米国およびその他の国における、Intel Corporation またはその子会社の商標または登録商標です。

インテルは、米国およびその他の国における、Intel Corporation またはその子会社の商標または登録商標です。

他の会社名、製品名およびサービス名などはそれぞれ各社の商標または登録商標です。

1-3 LRIT (低速情報伝送) 配信システム LRIT (Low Rate Information Transmission) subsystem

Abstract

The LRIT subsystem consists of the “LRIT generation equipment” and the “LRIT transmission processing equipment”. The LRIT generation equipment converts dissemination data (image and alpha-numeric text) into the Virtual Channel Data Unit (VCDU). The LRIT transmission processing equipment performs remaining data processing such as attaching the forward error correction (FEC) bits in the data link layer, and disseminates the data to the Small-scale Data Utilization Station (SDUS) via MTSAT-1R.

LRIT is the new dissemination service to SDUS as a substitute for WEFAX.

While the data disseminated by WEFAX are analog pictures, the LRIT service disseminates the digital data of weather bulletins, such as satellite observed images and text data.

The basic proposal regarding LRIT was made by EUMETSAT in the meeting of the Coordination Group for Meteorological Satellites (CGMS) held in 1991. Since then, implementation and examination about the LRIT specification had been performed, and the final proposal was approved by the CGMS meeting in 1993.

Based on the approval, the Japan Meteorological Agency (JMA) determined 1997 to start the LRIT dissemination service via the MTSAT satellites. MTSAT-1R started the first service in June 2005.

要 旨

本サブシステムは、LRIT 作成系装置と LRIT 伝送処理装置の二つの装置で構成されている。配信データ (画像及び文字ファイル)は LRIT 作成系装置で VCDU(Virtual Channel Data Unit)に変換され、LRIT 伝送処理装置でデータリンク層の誤り訂正付加処理 (リードソロモン誤り訂正符号化等の情報付加) などの残りの処理を施した上、MTSAT-1R 経由で小規模利用局(SDUS)に配信される。

1-3-1 はじめに

小規模利用局向けの配信は、従来アナログ画像の WEFAX であったが、MTSAT-1R から新たに LRIT によるデジタル画像データの配信を開始した。LRIT とは、広い範囲の複数の利用局を対象に、同時報告性を有する衛星回線の特徴を活かして様々な気象情報をデジタル形式で提供する配信サービスであり、次のコンセプトを元に、1991 年の気象衛星調整会議(CGMS)において欧州気象衛星開発機構(EUMETSAT)から基本部分の提案がなされた。

LRIT/HRIT の基本コンセプト

- ・ 静止気象衛星間での規格の標準化
- ・ 国際標準規格(ISO)への準拠
- ・ (規格の標準化に伴う)標準デバイス利用による受信局コストの低減
- ・ パケット分割によるデータの多重配信
- ・ エラー訂正技術によるデータ品質の確保

その後、継続して伝送方式等詳細について検討が行われ、1993 年の CGMS において標準仕様である「LRIT/HRIT Global Specification」が合意され、気象庁では 1997 年に MTSAT シリーズにおける LRIT 配信サービ

スの開始を決定した。なお、全球仕様はその後若干の修正が加えられ現在は Issue 2.6 (9 July 1999)となっている。

ちなみに、通信回線のデータ・レートが 256Kbps 未満で運用されるもの(ミッション)を LRIT、256Kbps を超えるミッションを HRIT (High Rate Information Transmission)と呼び、MTSAT-1R での LRIT ミッションの源泉データ・レートは 64Kbps である。

気象庁では、LRIT の運用に当たって、配信データの種別などを含むより詳細な仕様として JMA LRIT Mission Specific Implementation (現在の版は Issue 6, 1 January 2003) を定義し、これに基づいて運用を行っている。

現在の配信データは以下のとおり。なお、配信に当たって多重化及び暗号化機能は使用していない。

(1) 現在 LRIT で配信しているデータ

ア. 画像データ

現在配信している画像データは以下のとおり。

投影領域	チャンネル・頻度
標準投影全球	IR1・毎時 IR3・6時間毎
東アジア領域ポラステレオ投影	VIS/IR4, IR1, IR3・30分毎
北東日本領域ポラステレオ投影	VIS・30分毎
南西日本領域ポラステレオ投影	VIS・30分毎

「東アジア領域」の VIS と IR4 は昼夜で切り替えて配信され、その切替え時刻は季節により変動する。また、「北東及び南西日本領域」は夜間配信していない。(これらの配信時刻も季節により変動する。)

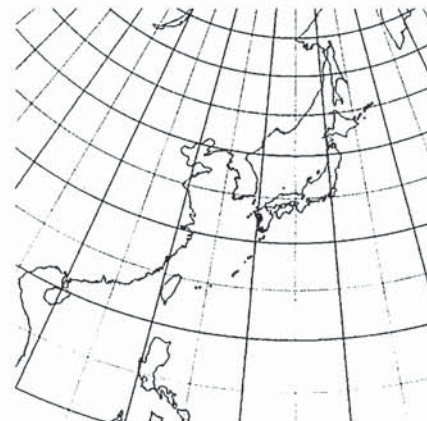
各画像の投影領域を図 1-3-1 に、配信時刻の季節による変動を図 1-3-2 に示す。

イ. 文字データ(MANAM)

MANAM は、LRIT による画像データ配信スケジュールを記述した ASCII テキストのファイルで、1日2回 0230UTC と 0830UTC 頃に配信されている。



a. 標準投影全球領域



b. 東アジア領域ポラステレオ投影



c. 北東日本領域ポラステレオ投影



d. 南西日本領域ポラステレオ投影

図 1-3-1 LRIT で配信する画像の投影領域

東アジア領域(PS01)及び北東日本領域(PS02)切替スケジュール

	日 時 分 (UTC)									
	00:00~07:15	08:00	08:15	09:00	09:15	10:00~20:15	21:00	21:15	22:00	22:15~23:15
1月										
2月										
3月						IR 4				
4月										
5月										
6月			可視					可視		
7月										
8月										
9月						IR 4				
10月										
11月										
12月										

(北東日本領域は可視のみでIR4は無し)

南西日本領域(PS03)切替スケジュール

	日 時 分 (UTC)									
	23:15~08:15	09:00	09:15	10:00	10:15	11:00~21:00	21:15	22:00	22:15	23:00
1月										
2月										
3月										
4月										
5月										
6月			可視					可視		
7月										
8月										
9月										
10月										
11月										
12月										

図 1-3-2 LRIT 切替スケジュール

(2) LRIT サブシステムの構成

LRIT による配信を担うサブシステムは、清瀬の気象衛星センター(DPC)に設置された「LRIT 作成系装置」と鳩山の気象衛星通信所(CDAS)に設置された「LRIT 伝送処理装置」で構成されている。図 1-3-3 に LRIT サブシステムの概要を示す。

LRIT 作成系装置は、他システム等で作成される配信データを受け入れ、LRIT/HRIT Global

Specification に則ったデータ処理を実施して LRIT データリンク層の VCDU を作成し、TCP/IP のソケット通信により LRIT 伝送処理装置へ送信する。LRIT 伝送処理装置では、受け取った VCDU に誤り訂正付加処理(リードソロモン誤り訂正符号化等の情報付加)をはじめとする残りの処理を施すとともに MTSAT-1R に対する変調出力を行っている。

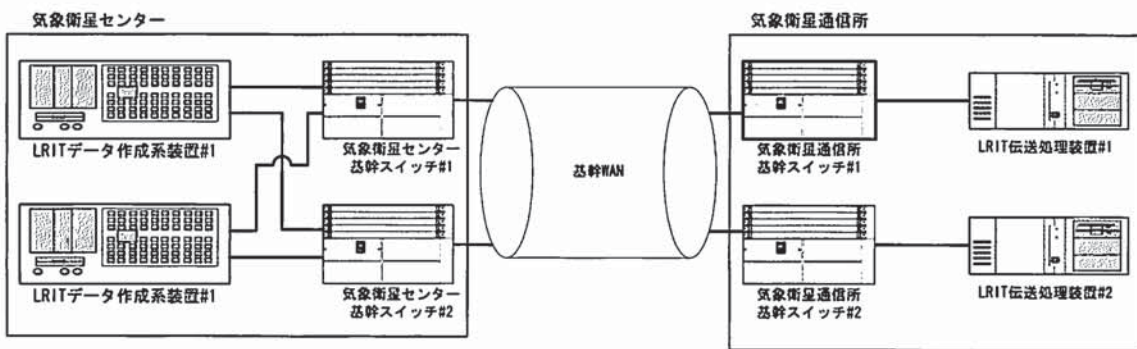


図 1-3-3 LRIT サブシステムの構成

1-3-2 LRIT 作成系装置

1-3-2-1 概要

LRIT 作成系装置の構成を図 1-3-4 に示す。

LRIT 作成系装置は、衛星データ処理システム

(SDPS)からファイル転送により入力された配信データを LRIT の仕様に従って、プレゼンテーション層の補助情報付加からデータリンク層の LRIT データユニット(VCDU プライマリヘッダと VCDU データユニットゾーンからなるデータパケット)作成ま

で行い、CDAS に設置された LRIT 伝送処理装置に送出する。

装置はサーバ 2 台が密に連携をとるクラスタ構成となっており、運用系で障害等が発生した場合には待機系が速やかに業務を引き継いで運用を継続する。また、LRIT データユニットの送出については、LRIT

伝送処理装置 2 系統へ(同期を取りながらも)独立にパケットを送出する規定となっているため、装置内における出力の確実性を担保するためネットワークインタフェースを 1 系向け 2 系向けとそれぞれに独立させたうえそのインタフェース自身も冗長化している。

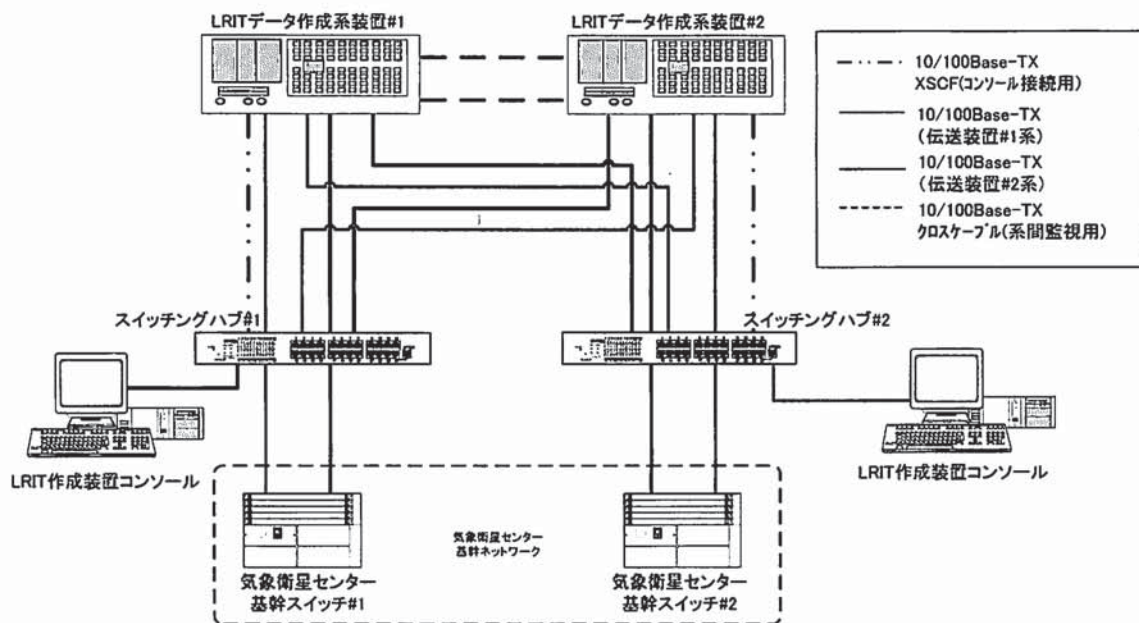


図 1-3-4 LRIT 作成系装置構成図

1-3-2-2 データ処理

LRIT 作成処理の構成を図 1-3-5 に示す。

LRIT で配信される画像データは、SDPS で気象庁の運用仕様に沿う投影及び諧調変換等を施された上で FTP により装置に入力される。

装置では、配信データ入力処理がデータファイルの入力を監視しており、新たなファイルの到着を検知すると、LRIT データパケット作成処理を起動し、装置内に予め定義してある管理情報及び入力データファイル中に記述されているヘッダ情報を参照して

「LRIT データファイルの作成」、「圧縮・暗号化処理」、「データパケット作成処理」と段階的に処理を進めた後、LRIT データユニット作成処理に作成開始を指示する。LRIT データユニット作成処理は作成指示を受信すると、既に作成済の LRIT データパケットとの優先順位関係と多重化設定を考慮しながら LRIT データユニットの作成を進めるとともに LRIT データユニット送出処理に LRIT データユニット送出指示を行う。

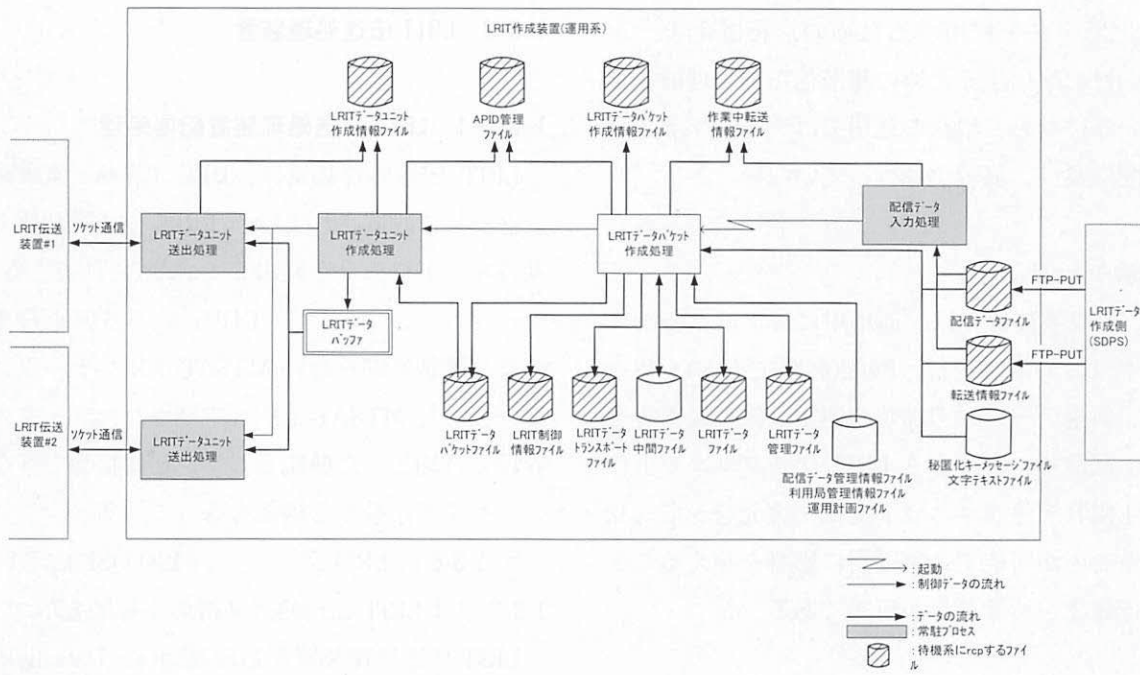


図 1-3-5 LRIT 作成処理の構成

LRIT データユニット送出処理は、LRIT データバッファに格納された LRIT データユニットを TCP/IP のソケットインタフェースにより LRIT 伝送処理装置に送出する。

伝送処理装置への LRIT データユニット送出に関しては、LRIT 作成系装置－LRIT 伝送処理装置の両装置間でその手順等に関するインタフェース管理文書が定められており、作成装置は伝送処理装置の 1 系・2 系に対して常に同じ LRIT データユニットを送出することが基本となっている。しかしながら、伝送処理装置の片系障害やネットワーク障害等によりどちらか一方の伝送処理装置との接続が解放された場合には、作成装置は片系のみへの LRIT データユニット送出を継続し、障害の回復などにより接続が再確立した段階で両系への同時出力を再開する。

1-3-2-3 運用管理

(1) クラスタ管理

LRIT 作成系装置本体のクラスタ管理は、相互監視を行うミドルウェアが行っており、監視には専用のインタフェースが用いられている。障害発生時には

その程度に応じて「ネットワークインタフェースの主従切替」や「運用サーバ本体の切替及び業務アプリケーションによる運用引継ぎ」などが自動で制御される。また、保守・試験等を行うため、クラスタ管理から待機系装置を切り離すことも可能である。

(2) 運用管理

運用中にサーバの系切替が発生した場合、アプリケーションプログラムの運用管理機能が、自動的に待機系装置においてアプリケーションプログラムをリカバリモードで起動する。LRIT 作成系装置は、運用制御情報等の同期化を待機系装置に対して常時行っており、待機系でリカバリモードが起動されても、切替直前の処理状況から運用を再開することが可能となっている。

また、運用管理機能は、配信対象とするデータの種別毎にその処理方法を定義することが可能で、JPEG 方式による圧縮(可逆または非可逆)の有無、秘匿化の有無、配信優先度等を設定することが可能である。加えて、データファイルの同時配信数を規定する多重度設定、SDUS に対して秘匿化データ利用の可否を設定するための利用局管理機能、そして

(秘匿化データを利用するための) 秘匿化キーを SDUS 向けに配信するための秘匿化キー管理機能も有している。なお、現在の運用ではデータファイルの多重配信及び、秘匿化は行っていない。

(3) 試験モード

LRIT 作成系装置では、運用中にアプリケーションプログラムの試験を行う機能(試験モード)も持っている。新規データの追加時や運用設定の変更等を行う際、試験モードにより LRIT データユニット作成及び LRIT データユニット受信・復元をシミュレートすることが可能で、実運用に影響を与えることなく動作確認を行うことが可能である。

1-3-3 LRIT 伝送処理装置

1-3-3-1 LRIT 伝送処理装置配信処理

LRIT 伝送処理装置は、DPC (清瀬：気象衛星センター) に設置されている LRIT 作成系装置より、基幹ネットワークを経由して、転送されてくる LRIT データユニット(以下 VCDU) に誤り訂正符号化処理及び変調処理を行い MTSAT-1 R ヘデータ送出を行い、また MTSAT-1 R で中継されたデータの品質管理を目的とした機能として、送受信データをビットレベルで比較する機能を持っている。

図 1-3-6 に LRIT ミッション ISO/OSI モデルを、図 1-3-7 では LRIT 伝送処理装置の系統図を示す。

LRIT 伝送処理装置の処理範囲は、Data link layer の Idle frame (FILL VCDU) の生成以降の処理を行っている。

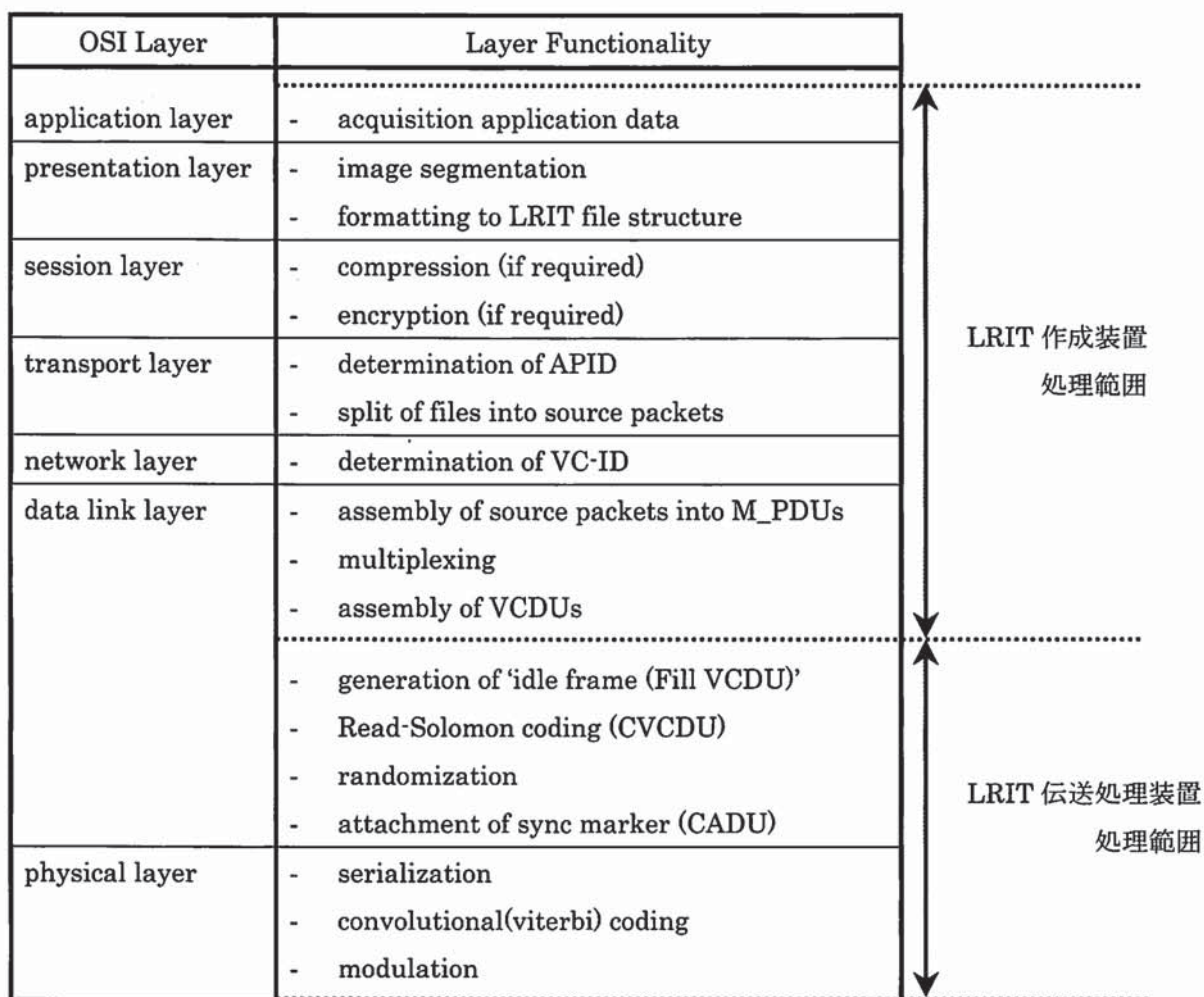


図 1-3-6 LRIT ミッション ISO/OSI モデル

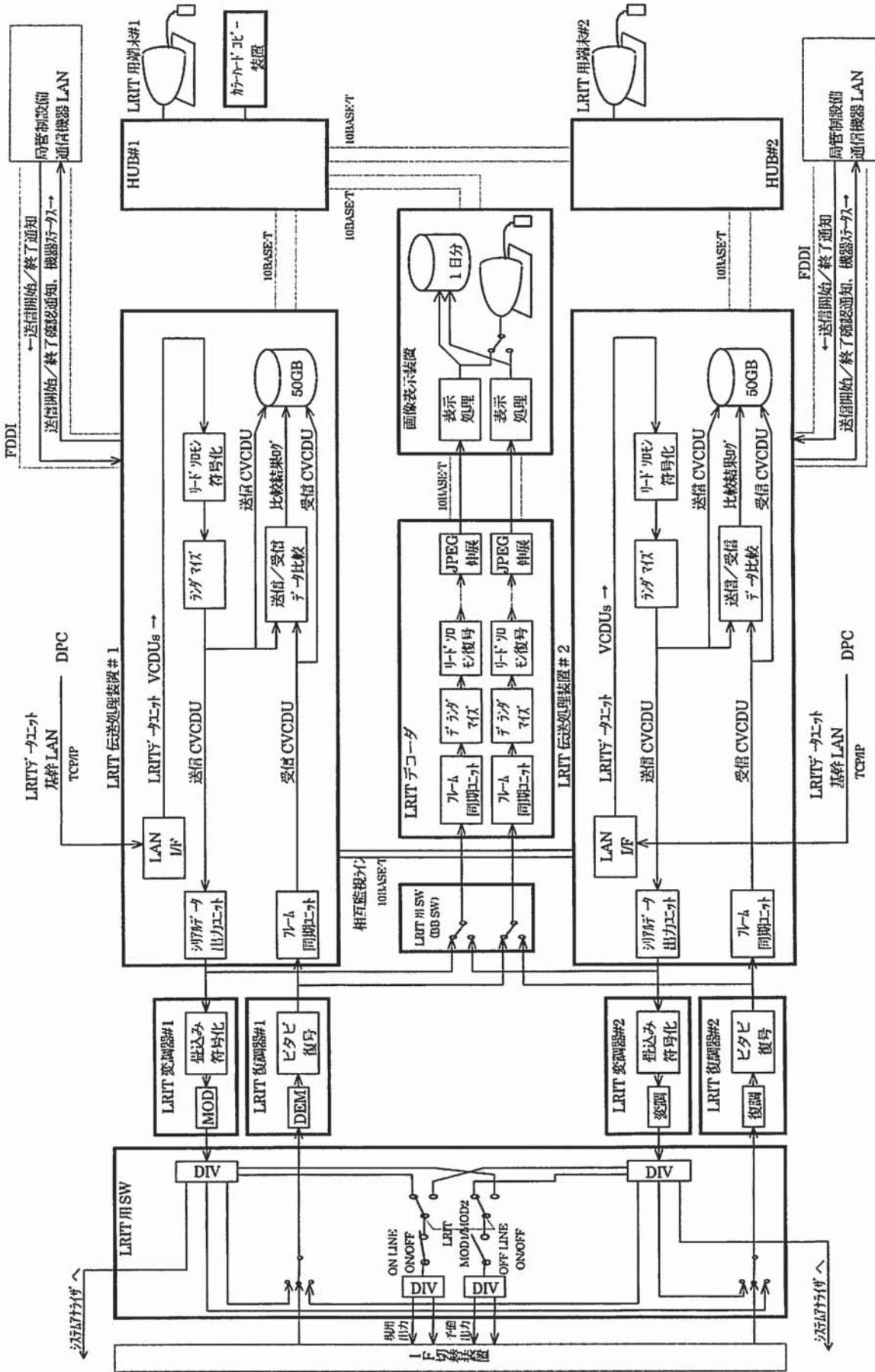


図 1-3-7 LRIT 伝送処理装置系統図

1-3-3-2 LRIT データユニットの配信処理

LRIT 伝送処理装置では、Data link layer から Physical layer 間の処理を行っている。

DPC から基幹 LAN を経由して入力された VCDU の源泉データ・レートは 64kbps である。これら VCDU に衛星回線上で発生する配信データのエラーの発生を防止する為に、誤り訂正符号化の処理を行う。この、誤り訂正符号化の方法には、バーストエラーに対応したリードソロモン外符号化誤り訂正及び、ランダムエラーに対応した畳込み内符号化誤り訂正 (受信/ビタビ復号) の方式を採用している。

リードソロモン外符号化誤り訂正処理後の VCDU は CVCDU(Coded virtual channel data unit)と呼び、CVCDU は、ランダムマイザ処理、シリアルデータ処理を経て、変調器内で畳込み内符号化処理の後、BPSK 変調を行い、局内 IF 系装置に出力する。以下に処理の流れに従った各処理の説明をする。

(1) リードソロモン外符号化誤り訂正処理

ア. リードソロモン符号化処理 (R-S 処理)

リードソロモンコードは、データの伝送過程で発生するバーストエラーの補正機能を提供する。

LRIT 伝送処理装置の R-S 符号化の方式は、225 バイトを基底とする方式 (233 バイトのデータに 32 バイトのチェックシンボルを生成する) であり、これにインターリーブを組み合わせる事で、エラー検出とその訂正能力を高めている。

R-S チェックシンボルは、壊れたデータを再生成するために、符号化の過程で生成される。

これらは、以下の方式で行われる。

s_0, s_1, \dots, s_{254} を 255 シンボルの R-S コードワードとすると、 $d_i = s_i (i = 0, \dots, 222)$ は 223 バイトの元のデータであり、 $r_i = s_{i+223} (i = 0, \dots, 31)$ は 32 RS チェックシンボルである (1 つの R-S シンボルは 1 バイト長である)。

以下に R-S チェックシンボル生成多項式を示す。

$S(x)$ 及び $g(x)$ の生成多項式が、同じゼロの位置を持つように r_i を示す。

$$S(x) = \sum s_i x^i = \sum d_i x^i + \sum r_i x^{i+223}$$

R-S 符号化は CVCDU を生成する為に、VCDU に対して適用される。VCDU は 892 バイト長であり、128 バイトの R-S チェックシンボルは 1020 バイトの CVCDU を生成するために最後部に付加される。R-S 符号化の仕様は以下の通りである。

1. $J = R-S$ シンボル毎に 8 ビット
2. $E = R-S$ コードワードの R-S シンボルエラー補正能力 16
3. $I = 4$, インターリーブの深度
4. $N = 2^J - 1 = R-S$ コードワード毎に 255 シンボル
5. $2E$: チェックを表す R-S コードワードの N シンボル間における R-S シンボルの数
6. $K = N - 2E$: データを表す R-S コードワードの N シンボル間における R-S シンボルの数
7. フィールド生成多項式

$$F(x) = x^8 + x^7 + x^2 + x + 1$$
 over $GF(2)$.

イ. コード生成多項式

$$g(x) = \sum_{i=0}^{32} G_i x^i$$

over $GF(2^8)$.

VCDU は 892 バイト長であり、各 R-S コードワードが 223 バイトのデータであるため、4 つの RS コードワードとなる。各コードワードは 32 バイトのチェックシンボルをデータに付加するので、全体で 128 バイト (32×4) の RS チェックシンボルが各 VCDU に付加される。

ウ. Interleave

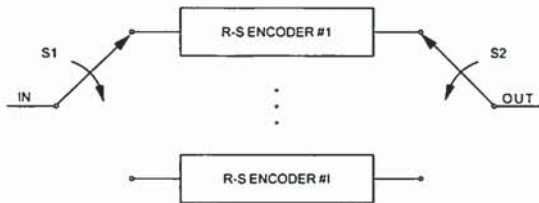
Interleave とは、長いバーストエラー (連続する 170 バイト中に発生するエラー) に対応するために

使用される処理である。Interleave が使用されない場合、補正可能な最大長は 16 バイトとなるが、Interleave を使用する場合は、64 バイトとなる。

R-S チェックシンボルは常に計算され、符号化処理は最初の 223 バイトのデータを見て 32 バイトの R-S チェックシンボルを生成する。Interleave (深さ, I = 4) は最初のバイト及び、4 バイト毎の値を R-S チェックシンボルの最初のセットを生成する為に使用する。

次のセットは、第 2 バイト及び、そのポイントから 4 バイト毎の値から生成される。

以下に Interleave 符号化器のロジック回路及び、演算概念を示す。



Functional Representation of R-S Interleaving

$$d_1^1 \cdots d_1^k \quad d_1^1 \cdots d_2^k \cdots d_1^k \cdots d_k^k \quad [2E \times 4 \text{ spaces}]$$

$$p_1^1 \cdots d_1^1 \cdots d_{2E}^1 \cdots d_{2E}^k$$

k = R-S symbol
2E = Check symbol

(2) ランダマイザ処理

LRIT 伝送処理装置では、リードソロモン符号化した、CVCDU にランダマイザ処理を行う。

ランダマイザ処理される CVCDU は、高ビット遷移密度を得るために付加されたノイズ列を持つことで、伝送中のエラーをより少なくする(配信有効データ (VCDU) が無い場合、物理チャンネル上で Fill VCDU が挿入される。この Fill VCDU の情報部は、All Zero ("0")となっている為、データ伝送中に Fill VCDU が挿入された場合に、ランダマイザ処理を行う事で、ビットの連続性を防止することができる)。生成ロジックは、出力したいデータを入力データとして、以下で示すロジック回路(ビット生成器)において生成されるビットと排他論理和(EX-OR)を取る事で実行される。

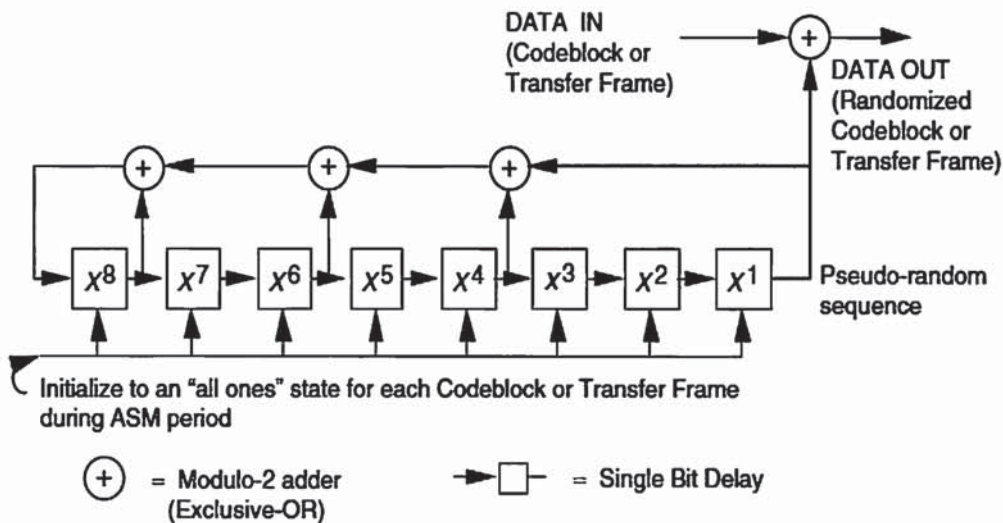
以下に、ランダマイザ生成多項式と、ロジック回路図を示す。

$$h(x) = x^8 + x^7 + x^5 + x^3 + 1$$

$$1111 \ 1111 \ 0100 \ 1000 \ 0000 \ 1110 \ 1100 \ 0000$$

$$1001 \ 1010 \ \dots$$

ランダマイザ生成多項式



(+) = Modulo-2 adder (Exclusive-OR) $\rightarrow \square \leftarrow$ = Single Bit Delay

ランダマイザ生成ロジック回路

(3) フレーム同期マーカ (ASM) 付加処理

ランダム化された CVCDU は、1020 バイト長である。この CVCDU に受信処理における同期確立を目的とした 4 バイトの同期マーカ (ASM : Attachment of sync marker) を付加し、総合で 1024 バイトのサイズとなる。ASM を付加された CVCDU は、CADU(Channel access data unit) と呼び、LRIT データ・レートは、75kbps となる。

(4) シリアル化変換処理

CADU は、シリアルデータ出力ユニットで、パラレル信号からシリアル信号へ変換 (ビットストリーム化) する。

(5) 変調処理

LRIT 変調器は、LRIT 伝送処理装置内のシリアルデータユニットから入力される LRIT データユニットに畳込み内符号化処理、変調処理を行い、70MHz 帯中間周波数で LRIT スイッチを介して主通信系/空中線装置へ出力する。

ア. PCM コード形式変換処理 (差動符号化処理)

シリアル変換ボードで変換された LRIT データユニットは、変調器に入力されると NRZ-L(Non-return-to-zero-level) 形式から NRZ-M(Non-return-to-zero-mark)形式へ、PCM コー

ド形式変換 (差動符号化処理) が行われる。

このコード形式変換を行う利点は、復調されるデータのビット反転を発生する事がない。また、回線品質が悪い場合、キャリアのサイクルスリップに対しても、キャリアがサイクルスリップする間のデータ (数 bit) が失われるだけで、NRZ-L 形式に比べ、データを失う率が少ない。

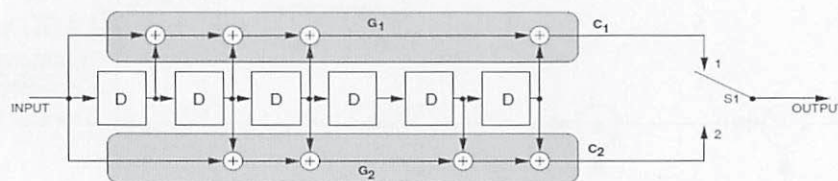
イ. 畳込み内符号化処理

PCM コード変換化された CVCDU は、畳込み内符号化処理が行われる。

畳込み内符号化処理では、1bit を 2 シンボルで表現する。従って、入力されるデータ・レートは、2 倍の 75kbps から 150kbps となる。

畳込み内符号化は、以下の仕様とロジックで実行される。

- 符号化率 : (r)=2/1
- 拘束長 : (k)=7
- 符号ベクトル : G1=11111001
(171 Octal),
G2=1011011
(133 Octal)
- Symbol inversion : non output path of G2



NOTES:

1. = SINGLE BIT DELAY.
2. FOR EVERY INPUT BIT, TWO SYMBOLS ARE GENERATED BY COMPLETION OF A CYCLE FOR S1: POSITION 1, POSITION 2.
3. S1 IS IN THE POSITION SHOWN (1) FOR THE FIRST SYMBOL ASSOCIATED WITH AN INCOMING BIT.
4. \oplus = MODULO-2 ADDER.

ウ. 変調処理

変調処理部では、周波数帯幅 (250kHz 以下/仕様値) にパルス整形をする為に、ロールオフ率 $\alpha = 0.5$ の送信フィルタを適用している。

デジタル無線伝送では、変調器の帯域制限と復調器の雑音除去を目的としたフィルタとして、理論的に符号干渉が発生しないロールオフフィルタが多く用いられている。

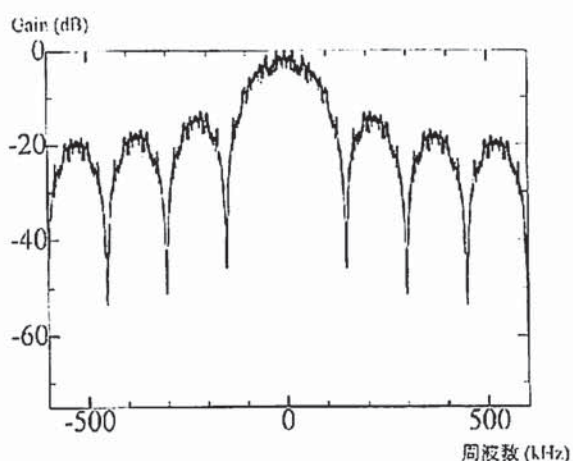
このロールオフフィルタは、ロールオフ率(α)を小さくすると信号の占有帯域幅が狭くなり、シンボル同期が取りにくくなる特徴がある。

LRIT では、周波数帯域幅のマージンとシンボル同期性を改善する為に、ロールオフ率(α)を $\alpha = 0.5$ に設定した。占有周波数帯幅の関係を示す式を、以下に示す。

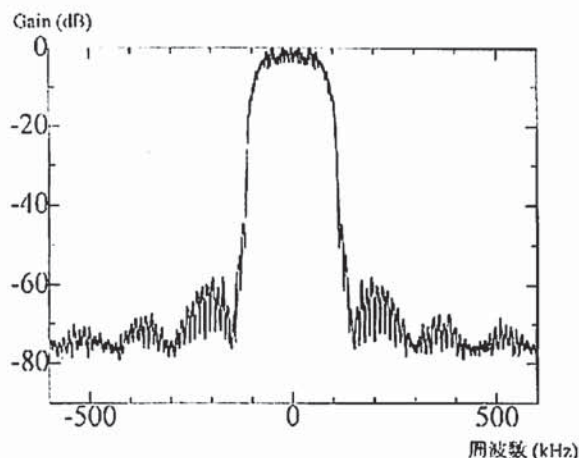
$$\text{占有周波数帯} = (1 + \text{ロールオフ率}) \times \text{データ・レート (シンボルレート)}$$

パルス整形をされた、信号は二層 PSK 変調(BPSK 変調)を行い、IF 系装置に出力する。

ロールオフフィルタの特性を示した波形(理論値)を以下に示す。



BPSK 変調波形 (理論値)



ロールオフ率 $\alpha = 0.5$ のフィルタリング後の波形 (理論値)

1-3-3-3 画像表示デコーダ部

画像表示デコーダ部は、MTSAT-1R に送信した LRIT データの折返しモニターを目的とした装置である。MTSAT-1R より受信した信号は、中間周波数変換部を経由して、LRIT 復調器に入力される。

復調器では、復調処理、Viterbi 復号処理を行う。Viterbi 復号の後、デコーダ装置内のフレーム同期ユニットへ入力され、デラングマイザ処理、リードソロモン復号処理、JPEG 圧縮伸張処理を行い、画像表示装置へ送られ、圧縮伸張された LRIT 画像の表示が行われる。

以下に各プロセスの処理概要を説明する。

(1) 復調処理

復調処理部では、中間周波数部より入力されたシンボルレート 150kbps の IF 信号を BPSK 復調処理する。復調用フィルタは、変調器で行われたフィルタと同様に $\alpha = 0.5$ のロールオフフィルタ適用してパルス整形を行う。

(2) Viterbi 復号処理

Viterbi 復号とは、畳込み符号の復号方法である。この復号方式には“ツリー構造”と“格子構造”の二種類が知られている、Viterbi 復号方式は、“格子構造”方式である。

Viterbi 復号処理部では、復調部入力された LRIT

信号を以下の係数で処理を行う。

- ・符号化率 : (r)=2/1
- ・拘束長 : (k)=7
- ・判定方式 : 8 値軟判定

(3) リードソロモン復号処理

ビタビ復号処理をされた信号は、リードソロモン復号処理プロセスに入力される。

リードソロモン復号処理は受信データを確認し、データが有効な R-S コードワードを持つかどうかを確認する。もし有効でない場合、次の段階では、エラー補正を行う。

R-S コードワードの復号時に考慮されるエラーは 2 種類あり、これらは「誤り (errors)」と「欠損 (erasures)」と一般に呼ばれる。「欠損」はコードワード中に発生する場所の分かるエラーであり、「誤り」はコードワード中に発生する場所の特定できないエラーである。

R-S コードの仕様 (“Error Control Coding : Fundamentals and Applications” , Shu Lin & Daniel J. Costello, Prentice Hall, October 1982, ISBN : 013283796 X.) では、E=16 と設定されている。これは R-S コードワードのエラー補正の能力を意味し、各コードワード中に発生するエラーを最大 16 まで補正することが可能である。

R-S 復号処理の最初の段階は、RS コードワードに関連する 32 のチェックシンボルを計算することである。これらは、多項式 S(x) を考慮し、生成多項式 g(x) の基で評価される際の RS コードワードの値である。R-S 符号化の概要で述べた通り、ゼロに等しい 32 のチェックシンボルを作る為に、R-S シンボルが生成されたことになり、一つ若しくは、それ以上のチェックシンボルがゼロでないなら、受信データにエラーが存在していることになる。

送信されたコードワードを

$$v(x) = v_0 + v_1x + v_2x^2 + \dots + v_{n-1}x^{n-1}$$

とし、受信されたコードワードを

$$r(x) = r_0 + r_1x + r_2x^2 + \dots + r_{n-1}x^{n-1}$$

とすると、そのチャンネルで導入されるエラーパターンは

$$e(x) = e_0 + e_1x + e_2x^2 + \dots + e_{n-1}x^{n-1} \quad \text{where } e_i = r_i - v_i$$

となる。

受信したベクトルが v エラー (位置は i_1, i_2, \dots, i_v) とすると

$$e(x) = e_{i_1}x^{i_1} + e_{i_2}x^{i_2} + \dots + e_{i_v}x^{i_v}$$

となる。

エラー位置番号を

$$\{X_l\} = \alpha^{11i_l}, l = 0 \dots v \quad \text{と定義する。}$$

32 のチェックシンボルの計算は、

$$\begin{aligned} S_j &= r(\alpha^{11(11+j)}) \\ &= e_{i_1}(\alpha^{11(11+j)})^{i_1} + e_{i_2}(\alpha^{11(11+j)})^{i_2} + \dots + e_{i_v}(\alpha^{11(11+j)})^{i_v} \\ &= e_{i_1}(\alpha^{11i_1})^{11+j} + e_{i_2}(\alpha^{11i_2})^{11+j} + \dots + e_{i_v}(\alpha^{11i_v})^{11+j} \\ &= e_{i_1}X_1^{11+j} + e_{i_2}X_2^{11+j} + \dots + e_{i_v}X_v^{11+j} \end{aligned}$$

となる。

チェックシンボルの算出式は、エラー位置多項式をエラー位置番号の逆数が根となる多項式として定義することによって線形式に変換できる。

$$\Lambda(x) = \prod_{l=0}^v (1 - X_l x) = 1 + \Lambda_1 x + \Lambda_2 x^2 + \dots + \Lambda_v x^v$$

$v = 16$ (コードのエラー補正能力) 個のエラーが発生したと仮定すると、以下の行列が導かれる。

$$\begin{bmatrix} S_1 & S_2 & S_3 & \cdots & S_{16} \\ S_2 & S_3 & S_4 & \cdots & S_{17} \\ S_3 & S_4 & S_5 & \cdots & S_{18} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ S_{16} & S_{17} & S_{18} & \cdots & S_{31} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Lambda_{16} \\ \Lambda_{15} \\ \Lambda_{14} \\ \vdots \\ \Lambda_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} S_{17} \\ S_{18} \\ S_{19} \\ \vdots \\ S_{32} \end{bmatrix}$$

次の段階では、エラー位置多項式 $\Lambda(x)$ の生成である。これは Berlekamp の反復アルゴリズムによって行われる。基本的な考え方は、各処理における不一致を演算し、次処理の反復においてそれらを結びつけることによって、多項式のための連続した値を計算する。

32 以降に、エラー位置多項式が形成される。そのアルゴリズムの概要は以下の通りである。

$$\Lambda(x) = 1, L = 0, T(x) = 1, k = 0$$

For k = 1 to 32

$$\Delta = \sum_{i=0}^k \Lambda_i S_{k-i}$$

If $\Delta=0$ then

$$T(x) = x \cdot T(x)$$

Else

$$\Lambda'(x) = \Lambda(x) - \Delta \cdot T(x)$$

If $2L < K$ then

$$L = k - L$$

$$T(x) = \frac{\Lambda(x)}{\Delta}$$

Else

$$T(x) = x \cdot T(x)$$

$$\Lambda(x) = \Lambda'(x)$$

エラー位置多項式を持つことで、起こり得る値を見つけ、エラー位置多項式を評価することにより、根が求められる。

この段階では、根の数がエラー位置多項式の次数に等しくない場合、補正するにはエラーが多すぎる (16 以上) ということになる。もし等しいならば、チェックシンボル多項式とエラー位置多項式からエ

ラー評価多項式が生成可能である。

$$\Omega(x) = S(x) \cdot \Lambda(x)$$

where

$$S(x) = S_1 + S_2x + \dots + S_{32}x^{31}$$

$$\Lambda(x) = 1 + \Lambda_1x + \dots + \Lambda_0x^0$$

多項式は 31 次までのみ生成され、上記 x の次数は無視される。

最終処理では、それぞれのエラー位置におけるエラー値の算出である。

$$e_{i_i} = \frac{\Omega(X_i^{-1}) \cdot (X_i^{-1})^{111}}{\Lambda'(X_i^{-1})}$$

これらのエラー値は、コードワード中のエラー位置で受信されたデータに付加され、コードワードが修正される。

A. Berlekamp (dual basis) アルゴリズム

LRIT 伝送処理装置では、R-S デコードのアルゴリズムに Berlekamp(dual basis)方式を用いて処理を行っている。以下に Berlekamp 方式について述べる。

R-S チェックシンボルの計算における処理の一つは、ガロアフィールド (Galois field) $GF(2^8)$ を生成することである。

これは $GF(2)$ 上のフィールド生成多項式を考慮することによって行われる。 $GF(2^8)$ の要素の表現は、基底に何を選擇するか依存する。

使用される基底の一つに、 $\{1, a, a^2, a^3, a^4, a^5, a^6, a^7\}$ がある。a は primitive、 $GF(2^8)$ の生成要素、 $F(a) = 0$ である。これは Conventional 方式として一般に知られている。

LRIT デコーダ部で使用している、Berlekamp 方式は、フィールド $GF(2^8)$ に対する異なった基底の選擇の生成物である。

Conventional R-S シンボルが $[u_7, u_6, u_5, u_4, u_3, u_2,$

u_1, u_0] (R-S シンボルのバイトをバイナリ形式で表現 (従って、各 u_i は 0 か 1)) した場合、これを表現する conventional 基底を使用した $GF(2^8)$ の要素は、

$$u_7\alpha^7 + u_6\alpha^6 + u_5\alpha^5 + u_4\alpha^4 + u_3\alpha^3 + u_2\alpha^2 + u_1\alpha + u_0$$

Berlekamp 方式の場合、 $[z_0, z_1, z_2, z_3, z_4, z_5, z_6, z_7]$ は次式の要素を示す。

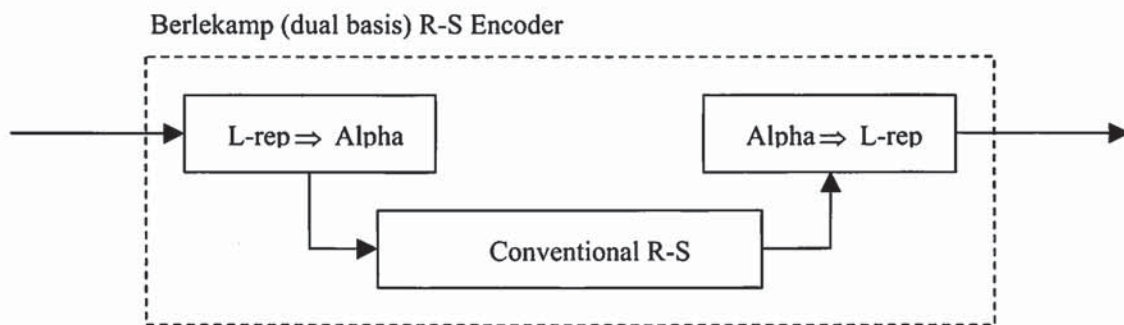
$$z_0l_0 + z_1l_1 + z_2l_2 + z_3l_3 + z_4l_4 + z_5l_5 + z_6l_6 + z_7l_7$$

Berlekamp の基底 $\{l_0, l_1, l_2, l_3, l_4, l_5, l_6, l_7\}$ による。この基底を導き出すことは、特に必要ないが、Conventional 方式と Berlekamp 方式の変換方法を理

解する為に必要である。

Berlekamp エンコーダにデータバイトが入力された際、Berlekamp 方式から Conventional 方式に変換される。次にシンボルは、Conventional 方式の R-S チェックシンボルを生成する為 Conventional R-S エンコーダに入力され、再び Berlekamp 方式に変換される。

その基底によく使われる文字から、Conventional 方式は、Alpha 形式と呼ばれ、Berlekamp 方式は、L-rep 形式と呼ばれる。



変換プロセスは、Galois (多項式) アルゴリズムを使用したフィールド $GF(2)$ 上の $GF(2^8)$ における基底変換を表現する行列の積算である。変換行列 T_{α} は alpha から L-rep への変換を意味し、その逆である T_{α}^{-1} は L-rep から alpha へ変換する。

$$T_{\alpha t} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 \end{bmatrix}$$

$$T_{\alpha t}^{-1} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

(4) 画像表示処理

リードソロモン復号処理プロセス後、LRIT データは、CVCDU から VCDU へ変換され、JPEG 圧縮伸展の後、イメージファイルの生成を行う。

画像表示部では、生成されたイメージファイルを構成するよう（全球画像であれば、10 セグメントで 1 つの地球画像）セグメントファイルを各順に並び組み立てる。

また、画像表示部では、雲画像にオーバーレイファイルを重ね合わせて表示する事も可能である。これらのデータは、1 日分の保存が可能である。

1-3-3-4 まとめ

MTSAT-1R の運用開始に伴い、次世代気象衛星配信方式の LRIT が始まった、この事により、WEFAX 以来、全球的な規格の統一が実現された。

規格統一によって、地球上の何処にいても、同一規格の受信機と PC レベルの処理用計算機を用いる事で、最新のデータをユーザは得られる事となる。

冒頭でも述べたが、汎用のプロトコル、既存のデバイスを使用する事で、安価でありながら高性能の受信システムが、世の中に送り出されると考える。気象の現場を超えて、地方自治体や教育現場で更なる普及をする事であろう。

最後に、気象庁が MTSAT シリーズによる LRIT 方式による配信を決定した際に、EUMETSAT からの技術的な支援、助言を受け、LRIT ミッションの成功へ結びついた事に対して、この場を借りて謝辞を述べたい。

参考文献

- CCSDS、1992 : Telemetry Channel Coding、CCSDS recommendation 101.0-B-3、Blue Book
- CGMS、1999 : LRIT/HRIT Global Specification Issue 2.6
- E.R Berlekamp、1968 : Algebraic coding theory、McGraw-Hill
- EUMETSAT、2001 : MSG Ground Segment LRIT/HRIT Mission Specific Implementation Issue 4.1
- JMA、2003 : LRIT Mission Specific Implementation Issue 6
- Shu Lin & Daniel J. Costello、1982 : Error Control Coding Fundamentals and Applications、Prentice Hall (ISBN: 013283796X)
- 飯田 尚志、1997 : 衛星通信
- 宇宙開発事業団、1996 : CCSDS HANDBOOK
- 富士通株式会社、2005 : LRIT 作成系装置の借用 システム設計書

1-4 WEFAX 信号作成装置 WEFAX signal generation equipment

Abstract

Weather facsimile (WEFAX) signal generation equipment converts a WEFAX image data file into an analog signal and sends AM-FM modulated signal to the transmission system device in Command and Data Acquisition Station (CDAS). With update of the computer system in Data Processing Center (DPC), WEFAX image data files are supplied via Computer Network from DPC computer system to this equipment in CDAS.

要 旨

WEFAX 信号作成装置は、WEFAX 画像データファイルをアナログ信号に変換し、得られた信号を AM-FM 変調して気象衛星通信所の送信系装置に送出するための装置である。

WEFAX 画像データファイルは気象衛星センター（清瀬）に設置された計算機システムで作成され、基幹ネットワークを経由して気象衛星通信所内の本装置に供給されている。

1-4-1 システム概要

1-4-1-1 装置構成

本装置は、D/A 変換部と WEFAX 変調部で構成さ

れている。D/A 変換部と WEFAX 変調部は入力信号切替盤を経由して信号のやり取りをしている。図 1-4-1 に装置系統図を示す。

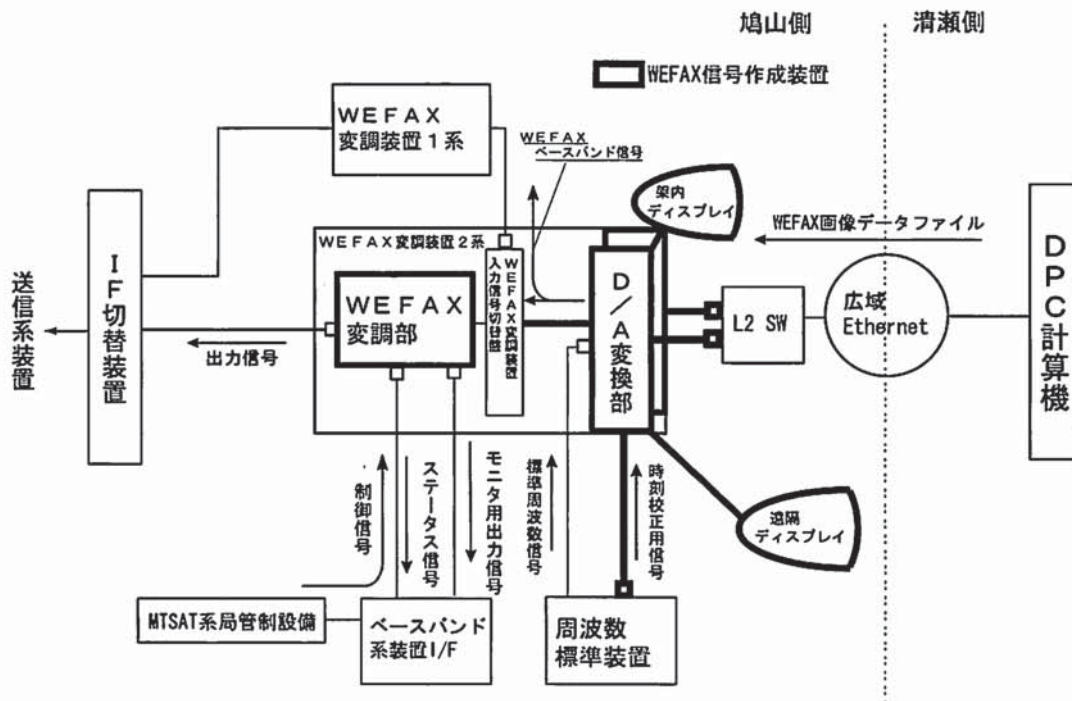


図 1-4-1 WEFAX 信号作成装置系統図

木村 裕之
KIMURA Hiroyuki

1-4-1-2 D/A変換部

D/A変換部は、冗長系を成すD/A変換部処理器、切替器、架内ディスプレイ、遠隔ディスプレイ、遠隔ディスプレイ用の信号変換器、及び試験信号入力用の信号切替盤から構成される。

D/A変換部の役割は、DPC計算機システムからネットワークを介して配信(FTP/put)されるWEFAX画像データファイルを、ファイル名に記述された時刻を基にデジタルデータファイルからアナログ信号へと変換し、定められたフォーマットのWEFAXベースバンド信号を作成し、本装置と冗長系を成す変調装置の両方に信号を供給することを目的としている。

1-4-1-3 WEFAX変調部

WEFAX変調部は主搬送波変調器及び副搬送波変調器で構成される。D/A変換部から送出されたWEFAXベースバンド信号はMTSAT系局管制装置から制御される既設の入力信号切替盤を経由して、副搬送波変調器に入力される。

副搬送波変調器では、入力されたベースバンド信号を2.4kHzの副搬送波信号でAM変調する。2.4kHzの副搬送波信号はD/A変換部で生成され、リファレンスとして既設の周波数標準装置からの10MHzの基準信号を使用している。

主搬送波変調器では、副搬送波変調器で発生したサブキャリア信号を71.0MHzの主搬送波信号でFM変調し、送信系装置へ送出している。またキャリアの制御はMTSAT系局管制装置からの制御信号でリモート制御できる他、ローカルでの制御も可能となっている。

図1-4-2に装置全体の構成を含めた装置接続図を示す。

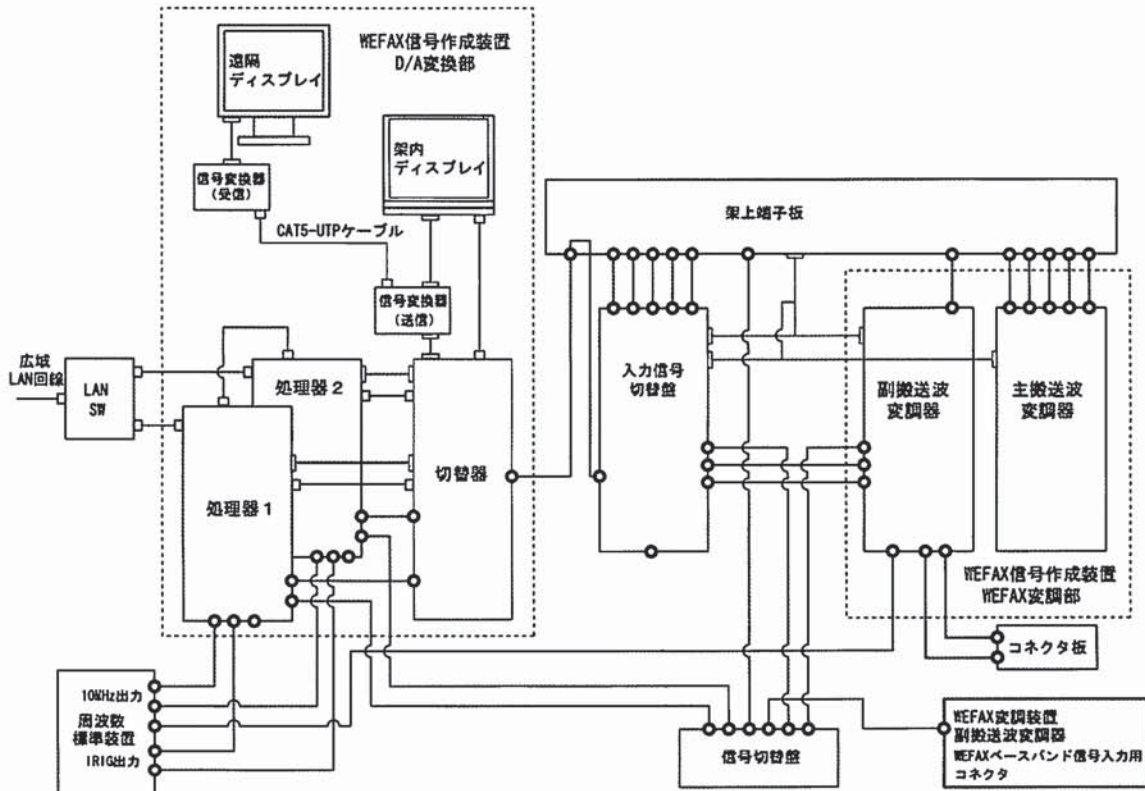


図1-4-2 装置接続図

1-4-2 機能

1-4-2-1 D/A 変換部

(1) 基本機能

D/A 変換部は以下の基本機能を有している。

- ・複数の WEFAX 画像データファイルのそれぞれを 64 階調の $1V_{0p}$ のベースバンド信号に D/A 変換し、ライン間黒信号 (0V)、起動信号、位相信号、終了信号及びデータ間黒信号 (0V) を付加して、定められたフォーマットの WEFAX ベースバンド信号を作成する。図 1-4-3 に WEFAX ベースバン

ド信号フォーマット図を示す。

- ・ WEFAX 画像データファイル名に示されている時刻に対応して WEFAX ベースバンド信号の起動信号をスタートさせるように信号を作成し、変調器へ出力する。
- ・既設の周波数標準装置から出力している IRIG フォーマット B122 信号により、時刻校正をする。
- ・架内及びリモートディスプレイは、現在メインで動いている処理器の動作状態を常に表示し、サブ系の処理器の動作状態も手動で切り替えて必要に応じて表示する。

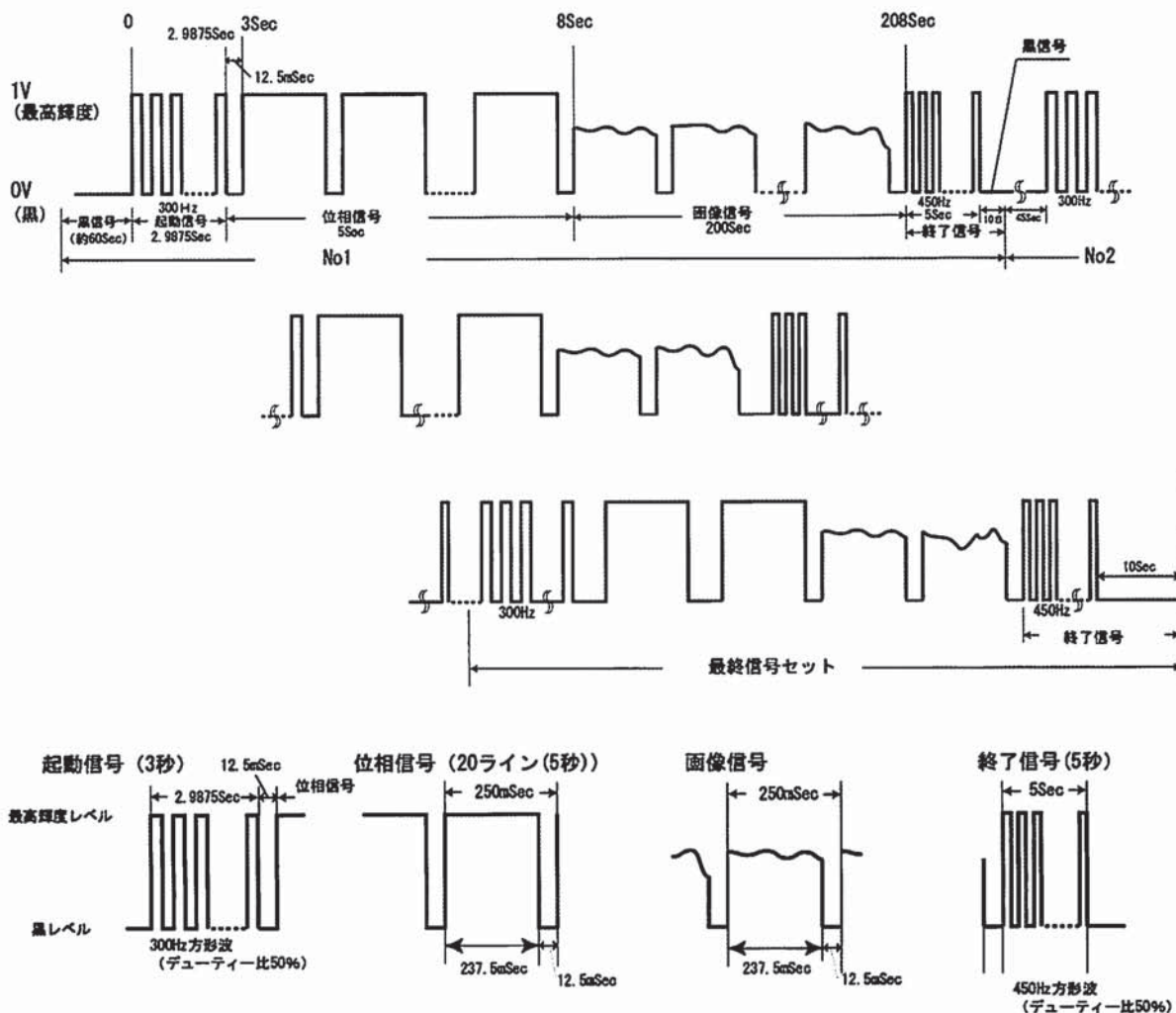


図 1-4-3 WEFAX ベースバンド信号フォーマット

(2) 耐障害機能

DPC 計算機システムは D/A 変換部処理器サーバの死活監視を ICMP により行い、データファイルの送先を切り替えるようになっている。DPC 計算機より配信される WEFAX 画像データファイルは 2 台ある D/A 変換部処理器の 1 台のサーバにのみ配信 (FTP/put) される。配信を受けた D/A 変換部処理器サーバは、

もう一台の処理器サーバにデータを転送するようになっており、WEFAX 画像データファイルは両方の処理器サーバに保持される。データファイルは同時に処理され両サーバからベースバンド信号が送出されるが、先に DPC 計算機よりデータ配信を受けた処理器サーバが、ベースバンド信号を後段の変調器に送出するよう、切替器が動作する。

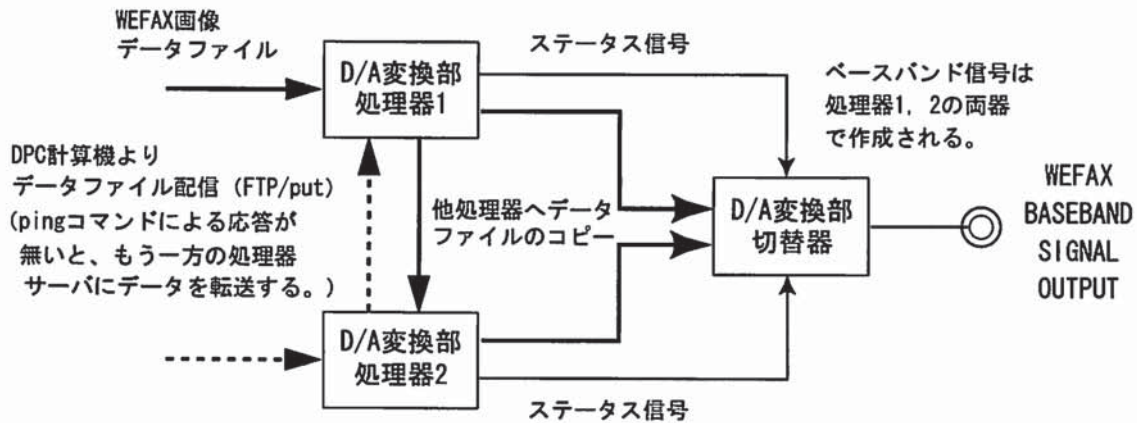


図 1-4-4 耐障害機能概略図

(3) サンプリング周波数及び副搬送波信号周波数精度を高める機能

D/A 変換部は、基準周波数として周波数標準装置から高精度な 10MHz 基準信号を使用し、その信号を 4.5 通倍した後、分周回路で 6250 分周することで、入力される周波数信号に同期した正確な 7.2kHz サンプリング周波数信号を生成している。副搬送波周波数の

2.4kHz はこれを 3 分周することで生成しており、D/A 変換部のサンプリングクロックと同期を取っている。D/A 変換部の出力は、ローパスフィルタを通した擬似正弦波であり、さらに内部で高調波を抑制するノッチフィルタとローパスフィルタを組み合わせたバンドパスフィルタを使用し、周波数精度を高めている。

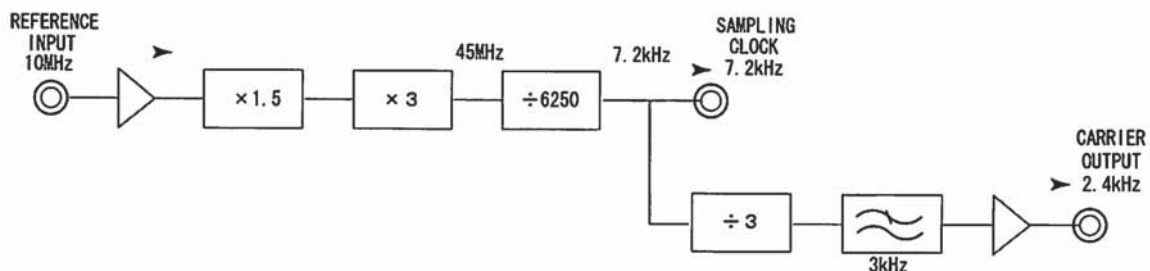


図 1-4-5 基準周波数信号からサンプリング信号への周波数通倍・分周

(4) D/A 変換装置の動作状態監視機能

D/A 変換装置の動作状態を監視するため WEFAX ベースバンド信号の出力段より入力された信号をフィードバックのうえ A/D 変換し、変換したベースバ

ンド信号とデータファイルを対照させることによって、D/A 変換部の動作の監視を行う。A/D 変換を行うタイミングは、D/A 変換と同じサンプリング周波数を使用し、半周期ずらしてサンプリングを行い、A/D

変換されたデータはCPUでWEFAX画像データファイルの内容と比較監視するが、ある時刻に出力すべき画像データファイルのデータに対して±1 諧調の誤差があった場合には「FAULT」を検出する。

また 7.2kHz サンプリング周波数信号のパルス幅を監視し、正常なタイミングで信号が出力されていることも併せて監視している。

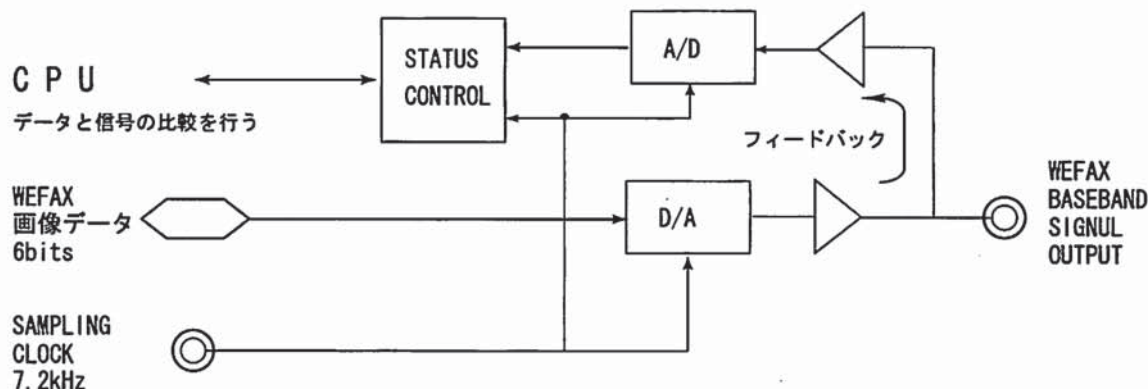


図 1-4-6 D/A 変換装置の動作状態監視

(5) テスト信号送出機能

テスト信号には16階調のDC レベル校正パターンが登録されており、オシロスコープもしくはデジタルボルトメータを使用して出力 DC 電圧を確認する事ができる。ただしテスト信号を送出する際には試験信号切替盤のUリンクを切替えて行う。

(6) その他の監視機能及び状態表示

D/A 変換部は、前述した動作状態の監視のほか、表 1-4-1 に示すような監視を行っている。また、機器の状態はディスプレイ上及び機器前面のインジケータに表示される。

表 1-4-1 WEFAX 信号作成装置 D/A 変換部監視機能及び状態表示項目

【監視機能】

監視項目	範囲・内容
基準入出力信号のレベル	レベル変動が±3dB 以内
WEFAX 画像データファイル	入出力時間、データ整合性
内部サンプリングクロック	クロックタイミングの整合性
内部電源電圧	5%以上の電圧降下

【状態表示 (機器前面)】

表示項目	表示内容
「OPR」	動作表示：通常動作時、緑点灯 (機器前面)
「MAINT」	動作表示：メンテナンス時、黄点灯 (〃)
「+3.3V」	装置内直流電源電圧：正常時 緑点灯 / 電圧断時 消灯 (〃)
「+5V」	装置内直流電源電圧：正常時 緑点灯 / 電圧断時 消灯 (〃)
「+12V」	装置内直流電源電圧：正常時 緑点灯 / 電圧断時 消灯 (〃)
「-12V」	装置内直流電源電圧：正常時 緑点灯 / 電圧断時 消灯 (〃)
「-5V」	装置内直流電源電圧：正常時 緑点灯 / 電圧断時 消灯 (〃)

【状態表示 (ディスプレイ)】

表示項目	表示内容
「10MHz」	基準周波数信号入力：正常時 緑点灯／異常時 赤点灯
「IRIG」	IRIG 入力：正常時 緑点灯／異常時 赤点灯
「WEFAX データ」	WEFAX 画像データファイル：正常時 緑点灯／異常時 赤点灯
「7.2kHz クロック」	サンプリングクロック：正常時 緑点灯／異常時 赤点灯
「基準信号出力」	10MHz 基準信号出力：正常時 緑点灯／異常時 赤点灯
「ベースバンド信号出力」	WEFAX ベースバンド信号出力 1、出力 2：正常時 緑点灯／異常時 赤点灯



図 1-4-7 ディスプレイ画面

1-4-2-2 WEFAX 変調部

(1) 監視機能

WEFAX 変調部は副搬送波信号出力や主搬送波信号出力について以下のような監視を行っており、これらのレベルを超えると異常を感知して「FAULT」のステータス信号を MTSAT の局管制装置に送出し、アラーム表示を行う。

副搬送波入力レベル

+3dBm 以上 -17dBm 以下

正常入力レベル

0dBm (最高輝度レベル) ~-14dBm (最低輝度レベル) より±3dBm 以上変化した場合

出力レベル

0dBm±3dB を越えた場合

(2) 主搬送波の周波数確度を高める機能

副搬送波変調器から入力されたサブキャリア信号は、カットオフ周波数 15KHz のローパスフィルタで帯域制限し、電圧加算回路に入力される。電圧加算回路には 71.0MHz の発信器の中心周波数制御電圧も入力され、加算回路の出力電圧で 71.0MHz 発信器の周波数を制御させる。ここで、71.0MHz の中心周波数安定化と FM 変調を同時に行う。中心周波数の安定化については、発信機出力信号と周波数標準装置の 71.0MHz の基準信号を AFC 回路で位相検波し、周波数誤差を発信器にフィードバックすることにより行っている。

1-4-3 機器仕様

1-4-3-1 D/A変換部

入力データ		
WEFAX 画像データファイル	容量	約 1.4Mbyte/1 画像
	画素数	1710 ピクセル×800 ライン
	画像階調	64 階調/1 ピクセル (8bit/1 ピクセル中下位 6bit を使用)
入力信号		
基準周波数信号	10MHz +13dBm±3dBm/50Ω (BNC)	
基準時刻信号	IRIG +13dBm±3dBm/50Ω (BNC)	
内部発信信号		
サンプリング信号	周波数	7.2kHz
	短期安定度	5×10 ⁻⁹ /秒以下
出力信号		
WEFAX ベースバンド信号	レベル	1 V _{0.1} /75Ω
	1 ライン掃引時間	250mS (内画像信号 : 237.5mS)
変調部制御用基準周波数信号	レベル	±1dBm/50Ω
	周波数	10MHz
装置仕様		
制御装置	CPU	EDEN™ ¹ EPGA Processor (600 MHz Fanless)
	メモリ	DDR266 DIMM (512MB)
基準信号時刻処理ボード	CPU	H8/3437SF ²
	クロック	Clock=14.7456MHz
D/A変換処理ボード	CPU	H8/3664SF ³
	クロック	Clock=14.7456MHz
内臓ハードディスクドライブ	容量	120GByte
ディスプレイ	架内ディスプレイ : 15 インチ TFT 液晶 (解像度 1028×768 ドット)	
	遠隔ディスプレイ : 15 インチ TFT 液晶 (解像度 1028×768 ドット)	

¹ EDEN™ : EDEN は VIA 社の登録商標です。

² H8/3437FS は(株)ルネサステクノロジの商品名称です。

³ H8/3664SF は(株)ルネサステクノロジの商品名称です。

1-4-3-2 WEFAX 変調部

【主搬送波変調器】

入力信号	AM 波
変調方式	周波数変調
入力インピーダンス	75Ω 不平衡
出力インピーダンス	75Ω 不平衡
入力レベル	0dBm (最高輝度レベル)
出力レベル及び安定度	0dBm ± 0.3dB
最大周波数偏移及び安定度	126kHz (安定度 3.5%)
出力中心周波数及び許容偏差	71.0MHz ± 1kHz
基準周波数信号入力周波数	71.0MHz
基準周波数入力レベル	-10dBm
入力副搬送波モニタ出力レベル	0.5V _{pp} ± 3.5% (1kΩ)
出力キャリア切替時間	制御信号入力から 50μs 以内
スプリアスレベル	-50dB 以下

【副搬送波変調器】

入力信号レベル	1V _{op} ± 50mV
変調方式	振幅変調
副搬送波変調度	80% (maximum)
副搬送波周波数	2.4kHz
副搬送波周波数許容偏差	± 1mHz
変調歪 (直線性)	± 3% 以下
副搬送波出力レベル	0dBm ± 0.5dB (入力電圧が 1V 時の最高輝度レベル)
入力インピーダンス	75Ω ± 10%
出力インピーダンス	75Ω ± 10%
ベースバンド伝送帯域	DC ~ 1.68kHz

参考文献

気象衛星センター (1996) : CDAS-DCP インターフェース技術基準書
 日本通信機株式会社、2005 : WEFAX 信号作成装置完成図書

略語表

WEFAX : Weather Facsimile
 CDAS : Command and Data Acquisition Station
 DPC : Data Processing Center
 MTSAT : Multi-functional Transport satellite
 AM : Amplitude Modulation
 FM : Frequency Modulation
 IRIG : Inter Range Instrumentation Group
 ICMP : Internet Control Management Protocol
 AFC : Automatic Frequency Control

1-5 通報局データ編集装置

DCP Data Processing System

Abstract

The Data Collection Platform (DCP) Data Processing System is a communications processing system developed to process meteorological observation data gathered from individual DCPs for distribution over terrestrial networks to meteorological services and research institutes in Japan and overseas. To achieve this service, the system utilizes the DCP Data Transmission Equipment deployed at the Command and Data Acquisition Station (in Hatoyama, Saitama Pref.) to receive the data in question, and then sends edit-processed telegraphic data to the Automatic Data Editing and Switching System(ADESS) in JMA.

Besides this DCP data, meteorological satellite product data generated through Satellites Data Processing System(SDPS) is input and transmitted to ADESS in the same way. This system uses the functions of file transfer protocol(FTP) and the communications processing software produced on the basis of the TCP/IP standard socket interface to link up with these other systems via the network, and collect and distribute the data.

1-5-1 はじめに

通報局データ編集装置（以下、「DCP 編集装置」という）は、通報局データ処理業務及び ADESS¹ 集配信業務を遂行することを主な目的としている。通報局データ処理業務とは、船舶、航空機等に搭載された気象観測測器及び離島などに設置された有人無人の気象観測所等により、広範囲な地点で観測された気象データ、潮位データ等を静止気象衛星及び気象衛星通信所（以下、「CDAS」という）の地上システムを経由して収集し、電文形式に編集加工した後、ADESS を介して、国内外の気象・研究機関へ提供するものである。

また、ADESS 集配信業務とは、この通報局データに加え、気象衛星の観測データをもとに衛星データ処理システム（以下、「SDPS²」という）で作成された気象プロダクトの電文データを収集して ADESS へ配信し、また、ADESS から収集した電文を独自のファイル形式に集信して SDPS へ転送するものである。

このほか、電報処理業務として、ADESS との間で電報の送受信を行なう機能も有している。これらの業務は、これまで汎用の大型計算機（以下、「DPC 計算機」という）内における業務処理プログラムの実行により実施されてきた。DCP 編集装置は、平成 16 年度の DPC 計算機の更新整備に際して、当該業務を集約した単一の業務システムとして整備したものである。

ここでは、本システムの全体構成、他システムとの通信処理方式及びデータ処理の概要について紹介する。

1-5-2 システム構成

本システムは、CDAS に配備した DCP データ伝送装置³、ADESS 及び SDPS と高速の TCP/IP ネットワークを介して接続し、データの収集・編集及び配信業務を行なう。これらの他システムとの間でデータの送受信処理やデータの編集処理等を実行する「データ処理装置」、データ処理装置と他システムとを接続するため

金山 泰弘、五十嵐 寛、野島 和哉
KANAYAMA Yasuhiro, IGARASHI Hiroshi and NOJIMA Kazuya

¹ ADESS : 気象庁の気象情報伝送処理システム

² SDPS : 1-2-2 項参照

³ DCP データ伝送装置 : 1-6 項参照

の「ネットワーク接続装置」、データ処理装置の各業務処理ソフトウェアが取り扱うデータを格納する「磁気ディスク装置」、ADESS との間で電報の送受信を行なうための「電報端末装置」、本システムを構成する装置群のシステム監視及び運用管理業務を行なう「システム管理装置」により構成している。図 1-5-1 にシステ

ム構成概要図を示す。システムを構成する各装置は、装置の個別障害時において業務の継続性を確保できるよう冗長構成をとっている。システムの基幹部分である「データ処理装置」は現用/待機系のクラスタ構成をとっており、システム(系)の障害監視及び常駐プロセスの障害監視機能を有している。

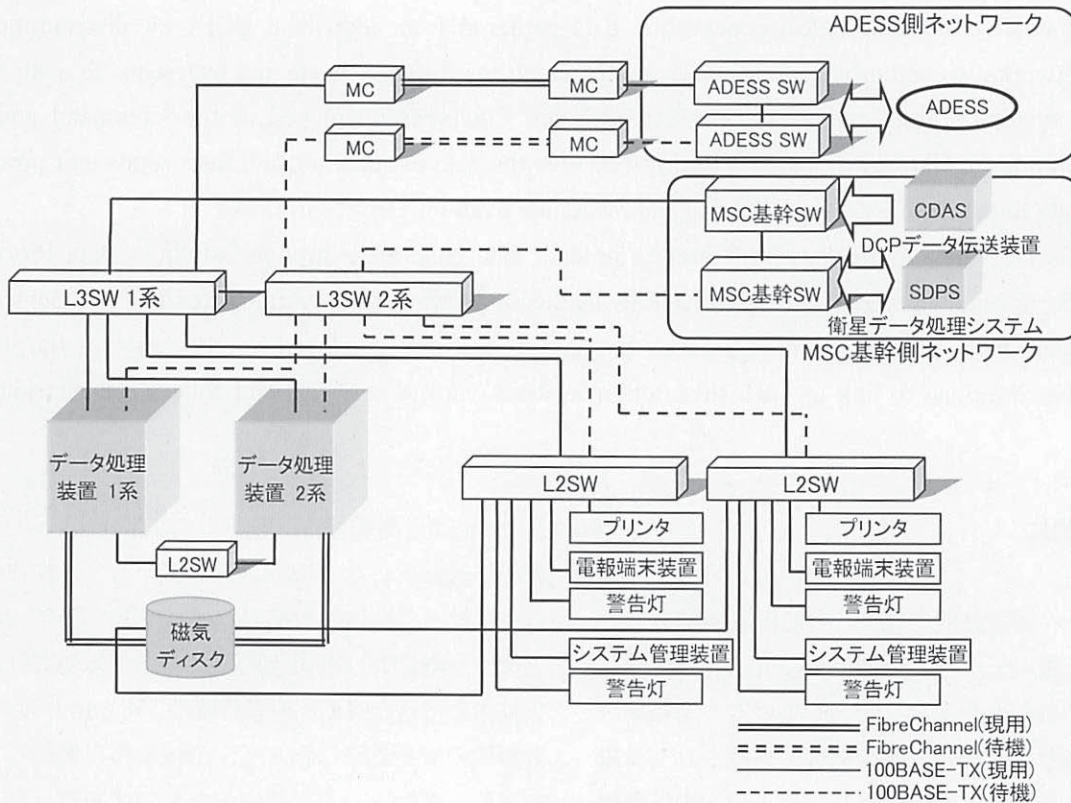


図 1-5-1 システム構成概要図

また、これらの監視機能のほか、現用系 OS 障害発生時に他系装置にダイレクトに障害通知を行なう機能（「HA Booster Pack for AIX⁴⁾」を有しており、この機能により、OS パニック発生時にハートビートのタイムアウトを待たずして、即時に系切替えの自動実行が可能なシステムとなっている。ネットワーク接続装置は4台のL3スイッチ（内2台はL2スイッチとして使用）により構成しており、2台のL3スイッチで他システムとの接続を二重化し、VRRPを用いたホットスタンバイ機能により経路の冗長化と高速切替えによる信頼性の高いネットワークシステムを構築している。各

システムとは高速の Ethernet⁵⁾-LAN により接続し、TCP/IP をベースにしたデータ通信を行っている。

DCP データ伝送装置と SDPS とは MSC 基幹ネットワーク（基幹 L3 スイッチ）を介して接続し、ADESS とは清瀬第一・第二庁舎間を光ケーブルを経由したポイント・ツー・ポイントで接続する構成としている。

1-5-3 業務処理ソフトウェア

データ処理装置上で動作する各業務処理ソフトウェアの処理フローを図 1-5-2 に示す。

⁴ AIX は、米国 International Business Machines, Corp. の登録商標です。

⁵ Ethernet: 電気電子学会 (IEEE) によって標準化された LAN 規格

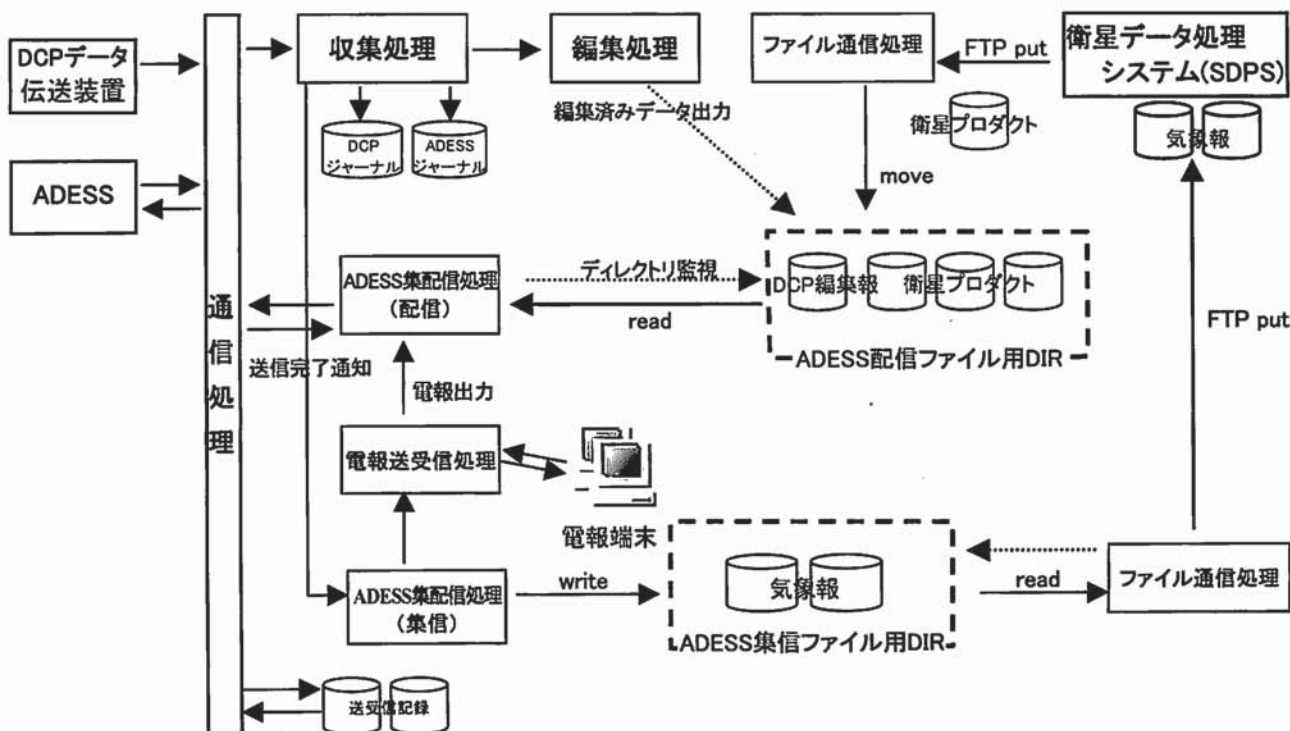


図 1-5-2 業務処理ソフトウェア・データフロー図

1-5-3-1 通信処理

本処理は、DCP データ伝送装置及び ADESS と TCP/IP をベースにした通信処理方式により接続し、データの送受を行なう。 DCP データ伝送装置と ADESS との通信では、本システムはパッシブ（サーバ）として機能し、気象庁が規定する「TCP/IP ソケットを使用した接続手順」（以下、「JMA ソケット手順」という）を用いて TCP コネクションポートを常時、生成管理している。コネクションポートは、DCP データ伝送装置との通信用に 3 ポート、ADESS との通信用に 2 ポートを管理している。以下に各ポートの詳細を示す。

(1) DCP データ伝送装置用ポート

DCP 種別 (RDCP⁶ または IDCP⁷) 及び 1 文字単位のビット構成種別 (8 ビットまたは 11 ビット) の違いに応じて、次の 3 つのポートを管理している。

- ・RDCP + 8 ビット (同期式) データ受信用ポート
- ・RDCP + 11 ビット (調歩式) データ受信用ポート
- ・IDCP + 8 ビット (同期式) データ受信用ポート

DCP データ伝送装置から受信する DCP データには同期式伝送データと調歩式伝送データとがあり、それぞれフォーマットが異なっている。(表 1-5-1、1-5-2 参照) 現在、一部の DCP を除き、ほとんどの DCP は同期式が使用されている。

表 1-5-1 同期式データフォーマット

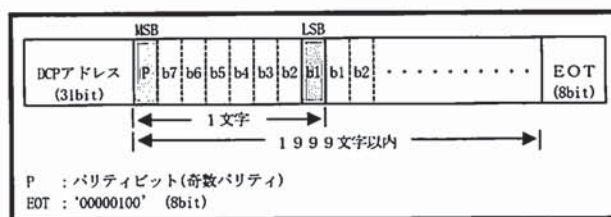
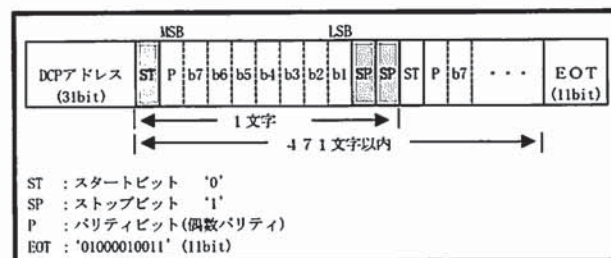


表 1-5-2 調歩式データフォーマット



⁶ RDCP : 一つの静止気象衛星の視野領域内のみで運用するタイプの DCP

⁷ IDCP : 一つの静止気象衛星の視野領域から他の静止気象衛星の視野領域へ移動して運用するタイプの DCP

(2) ADESS 用ポート

電文のデータ属性 (A/N またはバイナリ) に応じて次の2つのポートを管理している。

- ・A/N 電文送受信用ポート
- ・バイナリ電文送受信用ポート

各ポートの接続状態はシステム管理装置の監視画面上で確認することができる。(図 1-5-3 参照) デー

タの送信時には JMA ソケット手順のチェックポイント制御により、アプリケーション層でのデータの送達確認を行なう。この制御機能により、接続切断時等に送信障害が発生した場合でも接続再接続後に障害時の未送信電文が自動再送され、データの亡失を防止している。

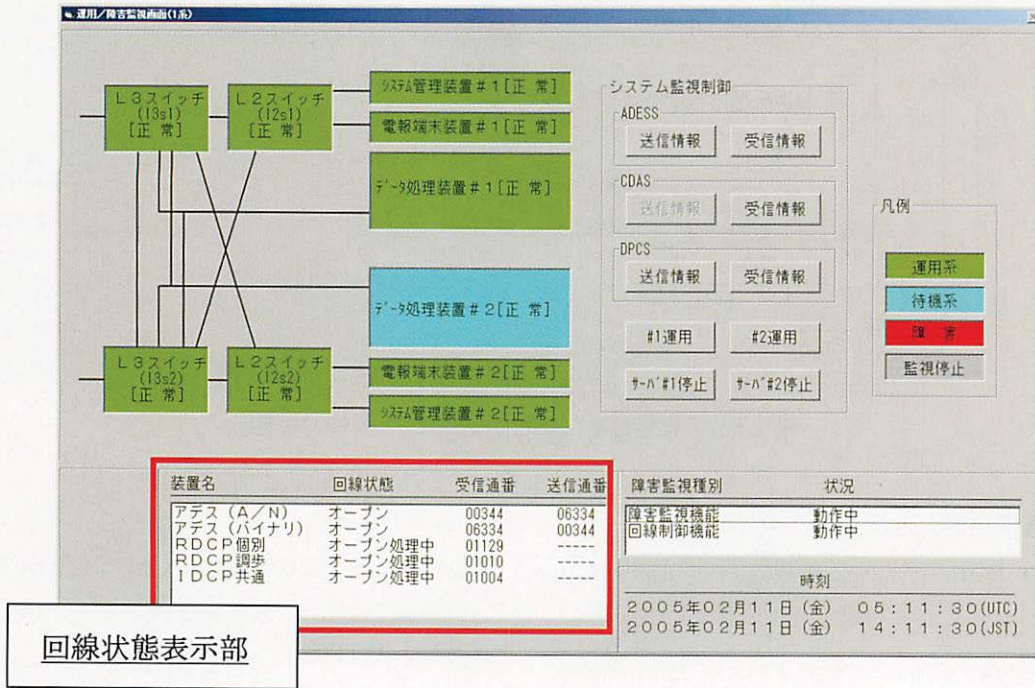


図 1-5-3 システム管理装置監視画面

1-5-3-2 収集処理

本処理は、DCP データ伝送装置から受信した DCP データを通信処理を介して入力し、各種データチェック、コード変換を行った後、編集処理に出力する。

データチェックには EOT 検出チェック、DCP アドレスチェック、パリティエラーチェック等があり、コード変換には共通データ変換、内部コード変換がある。以下に処理概要を示す。

(1) EOT 検出チェック

データの終了を示す EOT コード(0x04)の有無をチェックする。

(2) DCP アドレスチェック

DCP アドレスに付加されている 10 ビットの誤り検出符号を用いて、DCP アドレス誤りをチェックする。また、DCP アドレスに対し、DCP 管理テーブルに

登録されているか (正式に承認された DCP であるか) をチェックする。

(3) パリティエラーチェック

調歩式伝送の場合は偶数パリティチェック、同期式伝送の場合は奇数パリティチェックを行なう。

(4) 共通データ変換

1 文字 11 ビットの調歩式データを 1 文字 8 ビットの同期式データと同一フォーマットに変換する。

(5) 内部コード変換

パリティビットを取り除き、システム内部コードに変換する。パリティエラーを検出したデータは、'*' (0x2a) 文字コードに変換する。

1-5-3-3 編集処理

本処理は、収集処理から入力した DCP データを各種気象通報式毎に設定した編集条件 (表 1-5-3 参照) に従い編集し、ADESS 配信形式の電文データを作成する。ここでは電文分割処理と連続受信データ処理を例にして、編集処理の概要を紹介する。

(1) 電文分割処理

地上/海上の高層実況気象通報データには、A 部～D 部のうち、A 部+B 部及び C 部+D 部が一通に合成されているものがある。このため、これを各部毎に分割し、それぞれ一通の電文に編集しなければならない。

表 1-5-3 編集条件表

DCP 種別	地上 DCP		航空機搭載 DCP		船舶搭載 DCP				その他	
	地上高層実況気象通報	地上実況気象通報	航空機自動実況気象通報	海上実況気象通報	表層水温通報	海上高層実況気象通報	海上高層風実況気象通報	航路海面観測通報		
通報式日本名	地上高層実況気象通報	地上実況気象通報	航空機自動実況気象通報	海上実況気象通報	表層水温通報	海上高層実況気象通報	海上高層風実況気象通報	航路海面観測通報	海洋観測通報	バイナリ形式データ
通報式名称	TEMP	SYNOP	ASDAR	SHIP	BATHY	TEMP SHIP	PILOT SHIP	TRACKOB	TESAC	
処理略称										
電文ヘディング時刻設定	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
BBB群 追加挿入	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
気象通報式編集	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
規定文字数未満チェック	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
緯度/経度チェック	×	×	×	○	○	○	○	○	○	×
70文字折り返し	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
改行コード変換	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
T1T2変換	×	×	×	○	×	×	×	×	×	×
A1A2変換	×	×	×	○	○	○	○	×	○	×
SHIP編集	×	×	×	○	×	○	○	×	×	×
TEMP編集	○	×	×	○	×	×	×	×	○	×
SYNOP編集	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
ASDAR編集	×	×	○	×	×	×	×	×	×	×
時刻設定	○	×	×	×	×	○	○	×	×	×
電文分割	○	×	×	×	×	○	○	×	×	×
1群5文字チェック	×	×	×	○	×	×	×	×	×	×
文字列変更	×	×	×	○	×	×	×	×	×	×
複数データ改行	×	×	×	○	×	×	×	×	×	×
2000バイト以降のデータ破棄	×	×	×	×	×	×	×	×	×	○

○: 処理対象 ×: 処理非対象

データは各部の MiMiMjMj (通報式の識別符号) を基準に分割し、各電文の終わりには、二重線 '=' を付加する。また、電文ヘディングに設定する T₁T₂A₁A₂ii (データ識別符号) のうち、T₁T₂ の値を変更する。(図 1-5-4 参照)

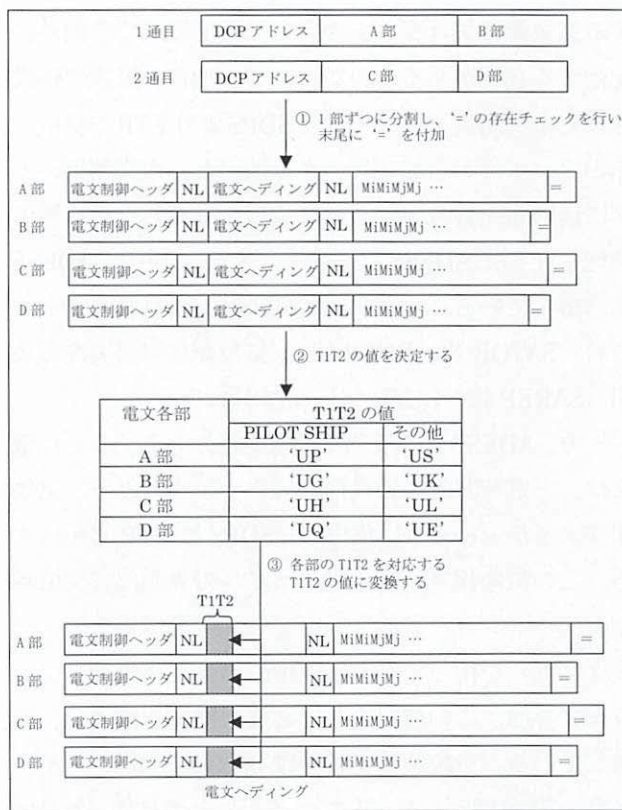


図 1-5-4 電文分割処理例

(2) 連続受信データ処理

南鳥島 DCP は伝送路上のエラー等を考慮し、データの品質を確保するため、同一のデータを2度送信してくる場合がある。この時に2通のデータを比較し、パリティエラーの少ないデータを選択し配信する機能が連続受信データ処理である。また、伝送路上のエラー等が原因で通抜けが発生 (1 通目が欠落または2 通目が欠落) した場合は、受信した1通を無条件に配信する。当該処理を実行するにあたっては、同一データの連続受信間隔の許容時間をテーブルに設定し、この許容時間中は同プロセスの実行を sleep する。sleep 後、対象とするデータの受信状況 (2 通の受信か1通のみの受信か) と2通受信の場合の品質チェック (パリティエラー数の比較) を実施した後、編集プロセスを実行している。

1-5-3-4 ADESS 集配信/ファイル通信処理

本システムは、DCP データの処理のほか、SDPS と ADESS との間で電文形式のデータ交換を行なうための中継処理システムとしても機能している。

ADESS 集配信/ファイル通信処理は SDPS で作成

する気象衛星プロダクトのうち、電文形式で庁内外に配信する必要があるものについて、独自の形式で作成された電文配信用ファイルをSDPSよりFTPで受信し、そのファイルから電文データを抽出し、電文制御ヘッダに送信順序番号等の必要な情報を設定した後、通信処理を介してADESSに送信している。現在、ADESSに送信しているプロダクト電文には、衛星風ベクトル資料 (SATO B 報、BUFR 報)、気象衛星資料実況気象報 (SAREP 報、BUFR 報) などがある。

一方、ADESSから受信 (通信処理から入力) した電文は、一定時間毎に独自形式のファイル (以下、気象報ファイルという) に集信し、SDPSにFTPで転送する。この気象報ファイルはファイルの先頭部に受信時刻、データレコード番号等のデータ管理情報 (インデックス部) を持っており、SDPSの各業務処理ソフトウェアでは、この情報を基に必要な電文を抽出し、利用している。気象報ファイルは30分毎 (48ファイル/日、70分間データ/1ファイル) と半日毎 (2ファイル/日、1.5日間データ/1ファイル) の集信期間の異なる2種類のファイルを作成している。

1-5-3-5 電報送受信処理

本処理は、ADESS受信電文の中から緊急報、連絡報等の電報をリアルタイムに抽出し、本システムの電報端末へ自動出力 (プリンタへの自動印刷及びアラーム報知) する電報受信処理と運用者が作成した電報をADESSへ送信する電報送信処理から成る。

電報受信処理は、電報報知定義ファイルに予め電文ヘディングが登録された電報について、その受信毎に電報端末に出力する。電報送信処理は運用者が行なう電報端末での電報の編集作成及び送信を指示した電報を入力し、ADESSに送信する。電報端末での運用操作 (電報の作成入力、データ処理装置への送信指示、受信電報の画面表示及び印刷等) は、データ処理装置との間でHTMLプロトコルを使用したWeb機能により、GUIベースの簡易なマン・マシンインターフェースを用いて行なうことが可能となっている。

参考文献

- 伊達哲弘、藤田秀明(1996):7. 気象資料収集システム、気象衛星センター技術報告 特別号 (1996) GMS-5システムの更新
株式会社 日立製作所：通報局データ編集装置の借用 (レンタル) 提案書
株式会社 日立製作所：通報局データ編集装置の借用 (レンタル) プログラム設計書
気象庁：国際気象通報式 第8版

略語表

- DCP : Data Collection Platform (通報局)
ADESS : Automated Data Editing and Switching System (気象資料自動編集中継装置)
CDAS : Command and Data Acquisition Station (気象衛星通信所、指令資料収集局)
SDPS : Satellite Data Processing System (衛星データ処理システム)
DPC : Data Processing Center (データ処理センター)
HA : High Availability (高可用性)
VRRP : Virtual Router Redundancy Protocol (ルータ冗長化プロトコル)
MSC : Meteorological Satellite Center
JMA : Japan Meteorological Agency (気象庁)
RDCP : Regional DCP (地域通報局)
IDCP : International DCP (国際通報局)
SATO B : Report of Satellite Observations of Wind, Surface Temperature Cloud, Humidity, Radiation (気象衛星高層実況放射観測通報式)
BUFR : Binary Universal Form for data Representation (二進形式汎用気象通報式)
SAREP : Report of Synoptic Interpretation of Cloud Data Obtained by a Meteorological Satellite (気象衛星資料実況通報式)
HTML : Hyper Text Markup Language (Web ページを記述するためのマークアップ言語)
GUI : Graphical User Interface

1-6 DCP データ伝送装置

DCP Data Transmission Equipment

Abstract

DCP Data Transmission Equipment demodulates the environmental data that sent to CDAS(Command and Data Acquisition Station) via a geostationary meteorological satellite and is collected DCP(Data Collection Platform), is sent demodulated data to the DCP Data Processing System of the MSC(Meteorological Satellite Center) with the MSC Backbone Network.

要 旨

離島、船舶などで観測された気象データは静止気象衛星を経由して気象衛星通信所（以下「CDAS」という）へ中継される。DCP データ伝送装置は、CDAS に設置している静止衛星用 DCP 系装置（以下「DCP 系装置」という）で復調された気象データを気象衛星センター基幹ネットワークを通じて、気象衛星センターに設置されている通報局データ編集装置（以下「DCP 編集装置」という）に伝送する装置である。

1-6-1 DCP データの伝送ルート

離島・船舶等の各 DCP は 402MHz 帯にそれぞれ割り当てられた周波数を利用して静止気象衛星に気象データを送信する。その信号は、静止気象衛星により中継され 1.6MHz 帯を使用して CDAS へ伝送され DCP 系装置の復調ユニットにて復調される。復調されたデータは復調ユニット内のバッファに一時保管される。復調ユニットは DCP データ伝送装置（データ収集サーバ）からポーリングされ、復調ユニットのステータスとバッファされたデータを DCP 伝送装置（データ収集サーバ）に送信する。データ収集サーバは各復調ユニットから収集したデータを図 1-6-6～図 1-6-9 で示すフォーマット変換を行い、気象衛星センターに設置している DCP 編集装置に気象衛星センター基幹ネットワークを通して送信する。

1-6-2 システム構成

本装置はデータ収集伝送部、DCP 監視部、機能付加部で構成される。図 1-6-1 に静止気象衛星用 DCP 系装置系統図を、図 1-6-2 に DCP データ伝送装置系統図を示す。また、図 1-6-3 に監視部ワークステーション（メイン画面）を示す。

1-6-2-1 データ収集伝送部

データ収集伝送部は冗長系を成す RS232C コンバータ、データ収集サーバ、ディスプレイとバックアップ装置、及びスイッチングハブ等のネットワーク機器から構成される。

1-6-2-2 DCP 監視部

DCP 監視部は監視サーバ、ディスプレイ、コネクションボックス、及び時刻発生器で構成される。

1-6-2-3 機能付加部

機能付加部は 300bps 復調器 10 台、及び 100bps 復調器 3 台で構成される。

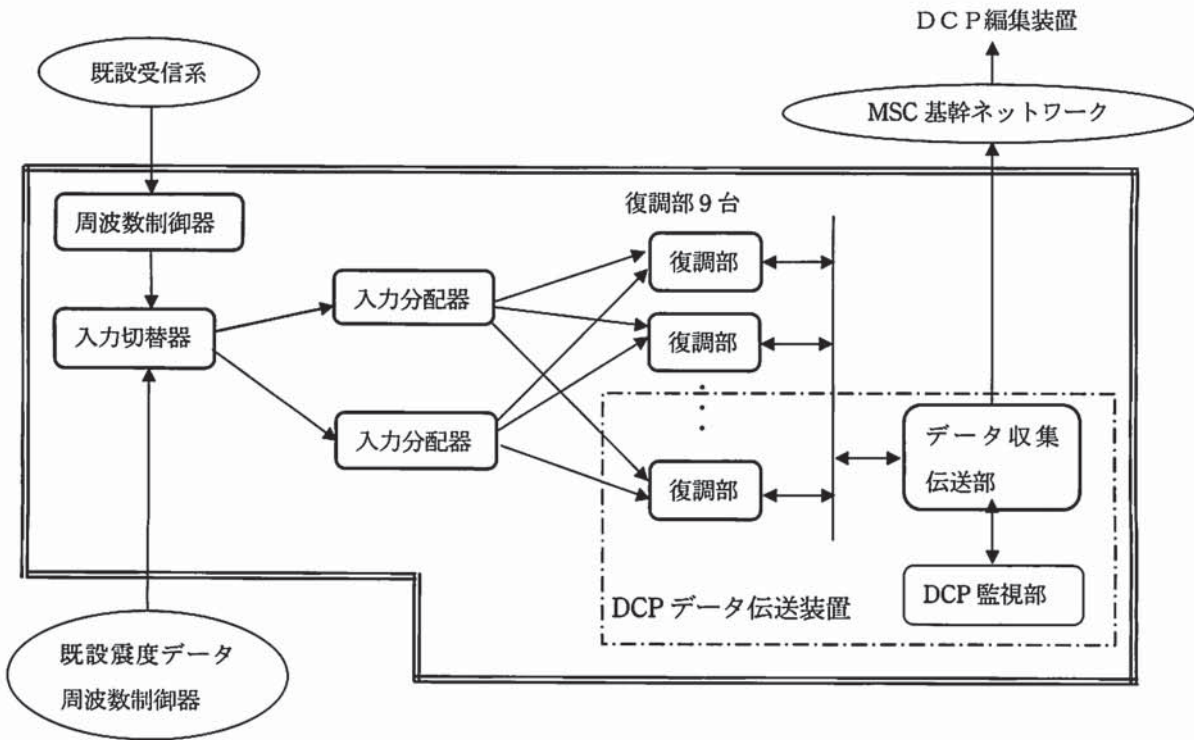


図 1-6-1 静止気象衛星用 DCP 系装置系統図

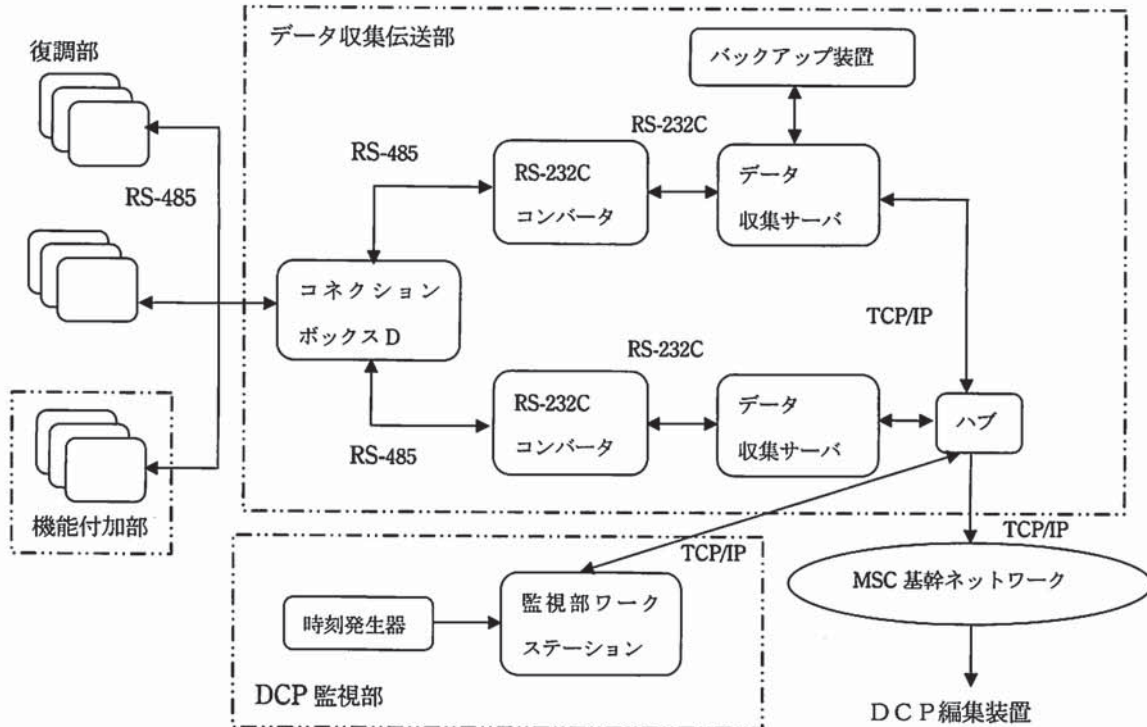


図 1-6-2 DCP データ伝送装置系統図

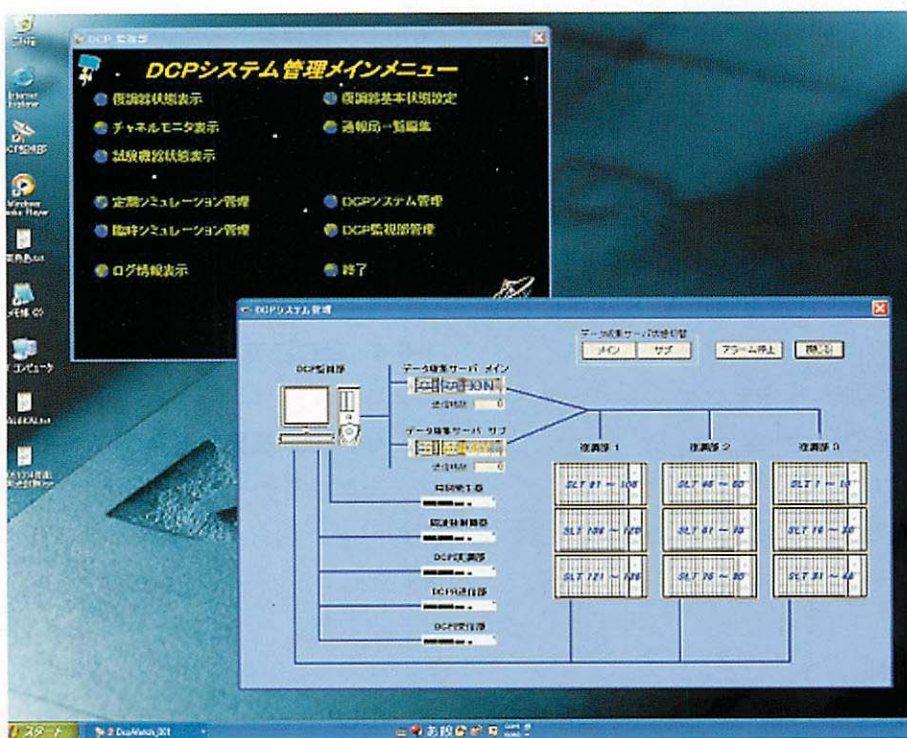


図 1-6-3 監視部ワークステーションメイン画面「Copyright ケンウッド」

1-6-3 機能

・指定されたレベルのデバッグログをロギングする。

1-6-3-1 データ収集伝送部

(1) RS-232C コンバータは以下の機能を有する。

MAIN 系及び SUB 系の冗長構成になっており、データ収集サーバと接続ボックス D の間に設置され、RS-232C 規格の信号を RS-485 規格の信号に変換する。

(2) データ収集サーバは、以下の機能を有する。

- ・復調部から取り込んだ気象データを気象衛星センターに設置している DCP データ編集装置に転送する。
- ・二重化されたデータ収集サーバが情報同期を行う。
- ・DCP 監視端末から現在時刻を習得し、自身の時刻を取り込んだ時刻に合わせる。(SNTP 準拠：RFC2030)
- ・気象データを蓄積する。(蓄積データは、DCP 監視装置から参照される。)
- ・動作状態を設定するためのマンマシンインタフェースを実現する。
- ・DCP 監視端末から動作状態を設定できる。
- ・システム監視装置及びディスプレイに障害表示を行う。

1-6-3-2 監視部

(1) DCP 監視部は、以下の機能を有する。

- ・データ収集サーバ経由で復調器の状態を取得し、スロット単位に復調器の状態を表示する。
- ・指定したチャンネル或いはスロットの受信電文をリアルタイムに表示する。
- ・DCPI 変調部、DCPR 送信部、DCPI 受信部の状態を表示する。
- ・時刻指定又は臨時に行うシミュレーションを管理する。
- ・データ収集サーバ及び DCP 監視端末が収集するログ(運用履歴ログ、シミュレーションログ、アラームログ、及び周波数ドリフトログ)を表示する。
- ・データ収集サーバがアラームログを出力判定するための復調器状態を設定することができる。
- ・送信局名とそのアドレスの一覧表を編集保存できる。編集結果は、ログ情報表示に使用される。
- ・データ収集サーバの状態を表示及び変更する。
- ・DCP 監視端末、及びデータ収集サーバが動作するための情報を管理する。
- ・時刻発生器から現在日時を習得し、DCP 監視端末

及びサーバの内部時計を同期させることができる。

- ・ PCI バス対応デジタル入力ボードを管理する。
- ・ DCPI 変調部、DCPR 送信部、DCPI 受信部と通信を行うことができる。
- ・ データ収集サーバと通信を行うことができる。

(2) コネクションボックス D は以下の機能を有する。

コネクションボックス D は復調部 A、B 及び C と接続されているシリアル伝送ライン (RS-485 準拠インターフェース) をバス結合し、RS-232C コンバータへ中継することができる。

(3) 時刻発生器は以下の機能を有する。

IRIG-B 信号を入力し、時刻情報を RS-232C 回線で出力する。

1-6-3-3 機能付加部

(1) 機能付加部 (復調器) は、以下の機能を有する。

データ収集サーバから制御され、133 チャンネルの気象情報を受信するモジュールである。300bps 対応復調器は、伝送レート 300bps、送信電文長 2000 文字に

対応し、復調器内部にデュアルバッファを持ち、2000 文字の電文を 2 面まで保持管理することが可能である。100bps 対応復調器は、伝送レート 100bps、伝送フォーマットが調歩式に対応し、復調器内部にデュアルバッファを持ち、650 文字の電文を 2 面まで保持管理することが可能である。

1-6-4 動作概要

1-6-4-1 DCP 編集装置向けの通信について

データ収集サーバは、復調器で復調され復調ユニットのバッファに保存されている気象データを RS-485、RS-232C コンバータ、RS-232C を経て、常時収集する。データ収集サーバはデータフォーマットのチェック及びフォーマット変換等の処理を行った後、出力データは「IDCP 共通」「RDCP 個別」「RDCP 調歩」に分類され、それぞれ指定されたポートへ「気象庁 TCP/IP ソケット手順」に則り DCP 編集装置へ出力する。通信設定は以下に示す表 1-6-1 の通りである。

表 1-6-1 通信設定

ネットワーク層		
通信プロトコル	IPv4	
経路制御プロトコル	Static	
トランスポート層		
ポート番号		
RDCP 個別	DCP 編集装置側	固定
	DCP データ伝送装置側	動的ポート
RDCP 調歩	DCP 編集装置側	固定
	DCP データ伝送装置側	動的ポート
IDCP 共通	DCP 編集装置側	固定
	DCP データ伝送装置側	動的ポート
アプリケーション層		
コネクション種別	単方向	
オープン種別	DCP 編集装置側	パッシブ
	DCP データ伝送装置	アクティブ
ヘルスチェックの有無	有	
ヘルスチェック種別	制御レコード	
ヘルスチェック間隔	60 秒	
ヘルスチェックタイムアウト時間	60 秒	
チェックポイントの有無	有	
チェックポイントタイムアウト時間	60 秒	
重複チェックの有無	有	
重複チェック電文数	1	

1-6-4-2 データフォーマットの変換について

復調器で受信したデータフォーマットは図 1-6-4、図 1-6-5 のようになっている。受信したデータのうち、bit 同期、同期ワードを除いたものが図 1-6-6 (「RDCP 個別」「IDCP 共通」)、図 1-6-7 (「RDCP 調歩」) になる。このデータを DCP 編集装置に送信するために次のようなフォーマット変換を行う。

「RDCP 個別」「IDCP 共通」のデータはアドレス部 (31bit 目) まではそのままの bit 列とし、32bit 目以降を 8bits ずつ区切り、各 8bits 列の最後にある Paritybit を各 8bits 列の先頭にもってくる。残りの 7bits は LSB と MSB の bit の並びを逆転させる。EOT に関しては、固定の bit 列 (“00000100”) とし、最後の 1bit の余りは 0 で固定とする。(図 1-6-8)

「RDCP 調歩」については、RDCP 個別や IDCP 共通と同様に bit 同期、同期ワードを除いたデータ (図 1-6-7) のフォーマット変換を行う。RDCP 調歩のデータの場合、31bit 目までのアドレス部は先ほどと同様、そのままの bit 列にし、その後のデータは 11bits ずつ区切る。各 11bit の先頭の 1bit は Startbit を固定値 0 とし、8bit 目にある Paritybit を 2bit 目に、10bit 目、11bit 目にある Stopbit を固定値 1 とする。残りの 3bit 目～9bit 目の 7bits は LSB と MSB の bit の並びを逆転させる。EOT に関しては、固定の bit 列 (“01000010011”) とし最後の余り 2bits は 0 で固定とする。(図 1-6-9)

このようなデータフォーマット変換を行い、DCP 編集装置へ伝送される。

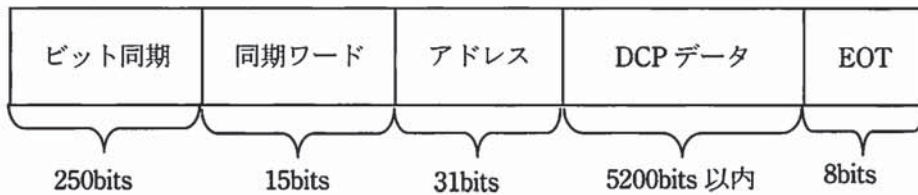


図 1-6-4 受信した DCP データフォーマット (100bps)

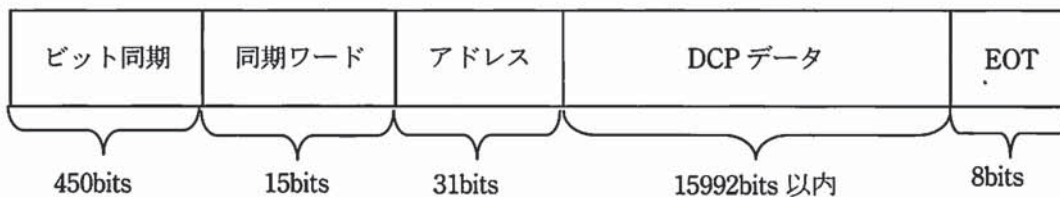


図 1-6-5 受信した DCP データフォーマット (300bps)

データフォーマット変換例 「RDCP 個別」、「IDCP 共通」

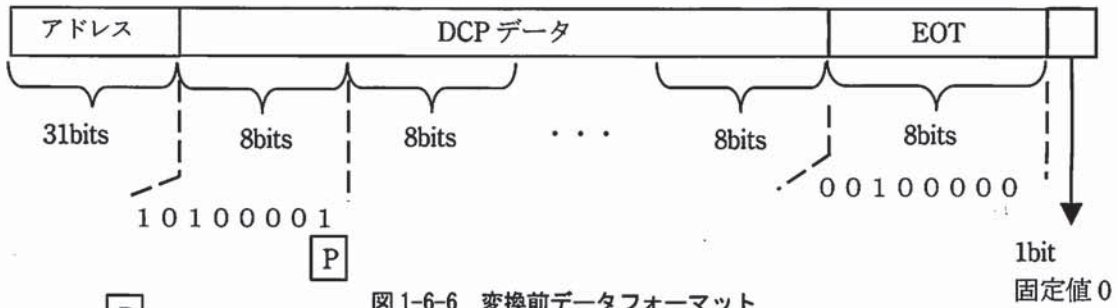
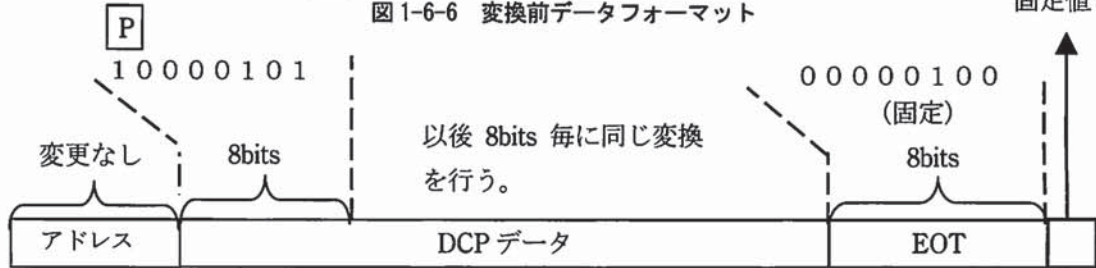


図 1-6-6 変換前データフォーマット



P : Paritybit 位置

図 1-6-8 変換後データフォーマット

データフォーマット変換例 「RDCP 調歩」

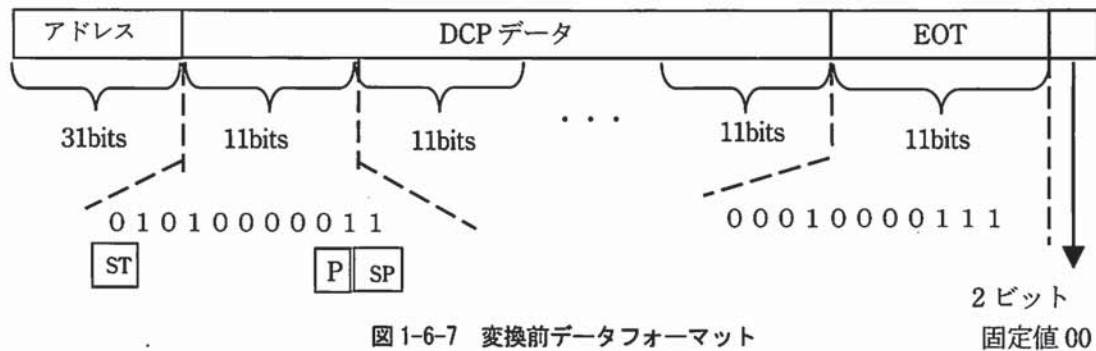
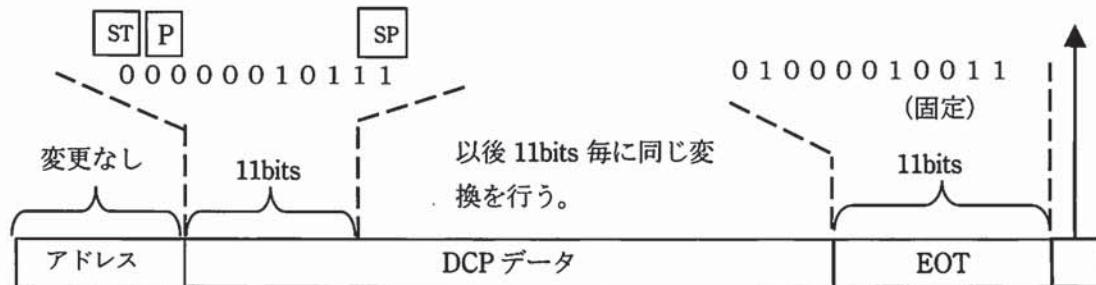


図 1-6-7 変換前データフォーマット



ST : Startbit

SP : Stopbit

P : Paritybit 位置

図 1-6-9 変換後データフォーマット

参考文献

- ケンウッド株式会社、2005 : DCP データ伝送装置完成
図書
東洋通信機株式会社、1997 : 静止気象衛星用 DCP 系
装置取扱説明書

略語表

- CDAS : Command and Data Acquisition Station
DCP : Data Collection Platform
MSC : Meteorological Satellite Center
IRIG : Inter Range Instrumentation Group
TCP/IP : Transmission Control Protocol/Internet Protocol
LSB : Least Significant Bit(or Byte)
MSB : Most Significant Bit(or Byte)

1-7 気象衛星センター基幹ネットワーク

Meteorological Satellite Center Backbone Network

Abstract

Meteorological Satellite Center (MSC) Backbone Network started operation in March 2005. This network took over the functions of the microwave link, which had supported the meteorological satellite data communication between MSC and Command and Data Acquisition Station (CDAS) since the establishment of the MSC.

MSC Backbone Network consists of Wide Area Ethernet (WAN) provided by Telecommunication Carrier, layer3 switches and other network equipments, and continues stable operation from an operative start.

1-7-1 はじめに

気象衛星センター発足以来、静止気象衛星業務を支えてきた気象衛星センターと気象衛星通信所間の自営マイクロ回線は2005年3月にその役目を終えた。

気象衛星センター、気象衛星通信所両拠点の新たなネットワークについて、情報伝送の効率化および耐障害性の向上を目的に電気通信事業者が提供する広域イーサネット回線（以下、WAN回線）を利用した気象衛星センター基幹ネットワーク（以下、基幹ネットワーク）を構築し、2005年3月から運用を開始した。

1-7-2 特徴

基幹ネットワークは特徴として、ネットワークの冗長¹構成があげられる。清瀬と鳩山間のWAN回線においては、異なる電気通信事業者が提供する広域イーサネット²回線を2回線利用しマルチホーミング³を採用した。これにより、万一、片方の回線に障害が発生した場合、自動的にもう片方の回線で通信を継続できる

ようになり、従前のマイクロ回線より耐障害性が向上した。更に、通常時は2回線をフルに活用することにより回線の有効活用が図ることができた。

また、清瀬-鳩山間のWAN回線にはバーチャル・プライベート・ネットワーク(VPN)⁴を採用した。基幹ネットワークはVPN装置を利用し、清瀬-鳩山間を同一のネットワークとして構築した。またこのVPN装置はネットワークごとに帯域制御を行うことができるため、従来のマイクロ回線のような専用線と同等の感覚で扱うことができ、運用に即したきめ細かいサービスを提供することが可能となっている。

清瀬・鳩山両拠点のLANについても、2台VPN装置によって極力冗長系を取るよう構築した。万一、片方のVPN装置が故障しても自動的に伝送経路が切り替わり、運用に影響の無いよう耐障害性を高めている。新規で設置するスイッチについては冗長化を可能にするスパンニングツリープロトコル(STP)⁵が使用可能である装置のみを採用し、各システムの入り口まで全て冗長化を行った。

さらに、基幹ネットワークでは障害が発生した場合

土川 晃生、竹之内 正俊
TSUCHIKAWA Akio and TAKENOUCI Masatoshi

¹冗長：同じ機能をもつ装置を複数用意し、その中の1つが故障してもサービスが停止しないようにシステムを多重化して構築すること。

²広域イーサネット：本来LAN向けに開発されたイーサネットを応用して、遠隔地でもLANに接続されているかのようにシームレスな接続を可能にするサービス。

³マルチホーミング：複数の経路を使ってインターネットなど外部へ接続すること。

⁴VPN：データの暗号化によってインターネットなどの広域ネットワーク網の中で仮想的な専用線を利用する技術。

⁵STP：スイッチの多重化によりループ状に形成されたネットワーク内で、パケットが永遠に流れ続けるのを制御するプロトコル。

にすぐ検知できるよう、Simple Network Management Protocol (SNMP)を採用している。これは、ネットワークに接続されたネットワーク機器やサーバなど通信機器の動作状況を監視及び管理するためのプロトコルであり、基幹ネットワーク装置すべてに搭載されている。

1-7-3 セキュリティ

清瀬-鳩山間のWAN回線を通して通信するデータは、

セキュリティをより強固にするための対策としてVPN 装置による暗号化処理が行える仕様となっている。この処理により、通信相手が固定され通信データの守秘性が保たれる。

1-7-4 基幹ネットワークを構成する装置

1-7-4-1 構成図

基幹ネットワークの構成図を、図 1-7-1 に示す。

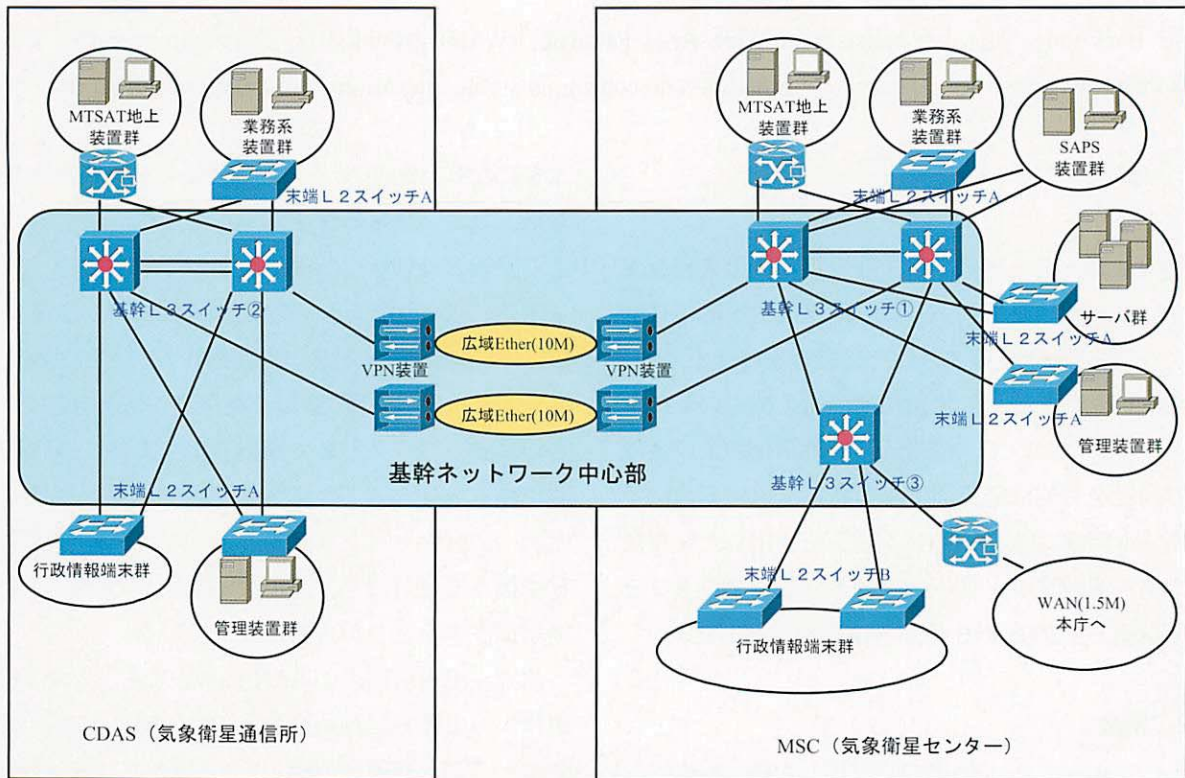


図 1-7-1 基幹ネットワーク構成図

1-7-4-2 基幹スイッチ

基幹ネットワークの中心となる基幹スイッチは、高い処理能力と拡張性を持つレイヤー3 スイッチを採用した。レイヤー3 スイッチは OSI 参照モデルの第3層（ネットワーク層）のデータでパケットの行き先を判断して転送を行うものでルーティング機能を保持した高性能なスイッチである。本装置は清瀬側と鳩山側に業務用基幹スイッチとして2台ずつ、行政情報用基幹スイッチとして清瀬側に1台設置した。業務系基幹スイッチについてはギガビット・イーサネットチャネルを利用して、複数のリンクを束ねて使用する機能を用いてリンク冗長化制御を行なっている。このことにより、1つのリンクが切断した場

合においても、この間の通信を中断させることなく継続することが可能となっている。そのため、万一、片系の基幹スイッチにおいて障害が発生しても自動的に切り替えが行なわれ、速やかな障害復旧を可能としている。

基幹スイッチのスペック一覧を、表 1-7-1 に示す。ここに挙げたスイッチングバス速度、転送性能、10/100BASE-TX、Gigabit Ethernet モジュール等のスペックは、スイッチのルーティング処理能力を規定するものでネットワークの高速大容量化を実現している。最大VLAN 数は、ネットワーク内に作成できる仮想的なグループの数を規定するもので、柔軟なネットワーク編成を実現している。

表 1-7-1 基幹スイッチスペック一覧

	L3スイッチ①	L3スイッチ②	L3スイッチ③
シャーシ構成	6スロット	6スロット	6スロット
スイッチングバス速度	32~720Gbps	32~720Gbps	24~64Gbps
転送性能	30Mpps	30Mpps	48Mpps
最大VLAN数	4096	4096	4096
10/100BASE-TX	48	48	48
Gigabit Ethernet モジュール	8	8	6
1000BASE-FX インタフェイス	×	×	○
1000BASE-SX インタフェイス	×	○	×
電源二重化	○	○	○

1-7-4-3 末端スイッチ

各システムのネットワーク及びサーバと基幹スイッチを接続するレイヤー2 スイッチである。レイヤー2 スイッチは OSI 参照モデルの第2層(データリンク層)のデータでパケットの行き先を判断して転送を行うも

のである。この装置はスパニングツリープロトコル機能を持ち基幹スイッチと冗長化して接続することによって耐障害性を高めている。

末端スイッチのスペック一覧を、表 1-7-2 に示す。

表 1-7-2 端末スイッチスペック一覧

	L2スイッチA	L2スイッチB
スイッチングバス速度	8.8Gbps	8.8Gbps
転送性能	6.6Mpps	3.9Mpps
最大VLAN数	250	250
10/100BASE-TX	24	24
10/100/1000BASE-T	2	×
100BASE-FX	×	2
電源二重化	×	×

1-7-4-4 VPN 装置

清瀬-鳩山間の広域イーサネット回線を経由するデータを暗号化処理し、両地点を接続する装置であり、清瀬側に2台鳩山側に2台設置してある。本装置はもともとファイヤーウォールとして設計された装置で、バーチャル・プライベート・ネットワーク (VPN) 機能以外に帯域制御機能及び通信の優先制御機能、暗号化機能も持つ。

本装置のスペックは Firewall スループット最大:700Mbps、同時セッション数:250,000、ポリシー

数:20,000、VPN(3DES):250Mbps と高スペックを持っている。

1-7-4-5 TIME サーバ

GPS 衛星より精度の高い時刻を取得し、各ネットワーク機器や業務系のサーバ等にネットワーク・タイム・プロトコル (NTP)⁶ を利用して時刻サービスを提供しているサーバである。本装置は清瀬側に1台設置されており、3つのGPS衛星より補足できるようになっている。また、うるう秒やサマータイムにも対応可

⁶NTP: ネットワークを介してサーバやネットワーク機器の内部時計を正しく制御し時刻同期を行うプロトコル。

能となっている。基幹ネットに接続されたサーバ等は、この TIME サーバに NTP による時刻同期により、精度の高い時刻を取得することができる。また、本装置は障害等により万一、GPS 衛星を補足できない状態が発生してもサーバ自体の自走精度が非常に高いため、耐障害性についても優れた装置である。

1-7-4-6 DNS/MAIL サーバ

基幹ネットワークの運用開始にあわせ、新たに立ち上げられた業務系ドメインの DNS⁷ サービスと電子メールサービスを提供するサーバである。耐障害性を考慮して、清瀬側に 2 台設置されている。通常運用時には、運用系と待機系に分けて運用しており、障害発生時には切り替えてサービスを提供することが可能となっている。本装置は、Ultra SPARCIII 1GHz を 1CPU 搭載しており、メモリは 512MB を、HDD は Ultra3 SCSI タイプ 6.4GB の容量のものを OS 用の領域として 1 台、36.4GB タイプのディスク 2 台搭載している。この 2 台については、RAID1⁸ と呼ばれるミラーリング構成により 2 台のハードディスクに同じデータを書き込むようにして耐障害性を向上させている。Ultra SPARCIII は Sun Microsystems 社の登録商標です。

1-7-4-7 ネットワーク管理サーバ

基幹ネットワークを構成するネットワーク機器を主に監視と管理を行うサーバである。本サーバでは SNMP マネージャ機能を利用してリアルタイムで各装置の状態を把握し、モニタ画面にグラフィカルに表示させている。また、障害発生時には警報装置により障害の通知を行うと同時に、運用者へ障害の内容をメールにて通知する機能を持っている。本装置は清瀬側と鳩山側に 1 台ずつ設置されており、Pentium Xeon 2.8GHz を 1CPU、メモリは 512MB、HDD は Ultra320 SCSI タイプ 36.3GB 容量のものを 2 台搭載し DNS/MAIL サーバと同じく、ミラーリング構成となっている。Pentium は Intel 社の登録商標です。

1-7-4-8 ネットワーク監視端末

上記のネットワーク管理サーバとアクセスするための端末である。本装置も清瀬側と鳩山側に 1 台ずつ設置されており、ネットワーク管理サーバの機能の一部である、監視機能を持っている。また、ネットワーク機器が障害が発生した際にネットワーク管理サーバで作成されるメールを受信する機能も持たせているのが特徴である。そのため、通常の運用監視においては運用者がこの監視端末で十分対応できる装置となっている。また、本端末は Celeron 2.20GHz、512MB のメモリに 40GB のハードディスクを搭載し、メール等のログを保持するのに十分な容量及び性能を持っている。Celeron は Intel 社の登録商標です。

1-7-5 ネットワーク設計方針

基幹ネットワークは、論理構成方針として VLAN⁹ を採用した。このことにより、複数のネットワークを一つの基幹レイヤー 3 スイッチに集約することができるため、運用面においても効率化が図られている。また、VLAN は複数のポートに割り振ることができるため、柔軟なネットワーク設計に対応が可能である。なお、VLAN を安定的に動作させるため、動的な VLAN 構成プロトコルは採用せず、各機器に固定で VLAN 設定を行っている。

1-7-6 LAN 設計方式

機器の接続方針として、業務系基幹レイヤー 3 スイッチ間においては、1000BASE-T を 2 本接続し、ギガビット・イーサチャネルによる帯域幅集約と経路冗長化を行っている。業務系基幹レイヤー 3 スイッチはネットワーク機器の接続のみとし、接続される各ネットワーク機器とは冗長化された経路を持つことで経路またはネットワークインタフェースの障害で通信が停止しないことを基本方針としている。また、ネットワ

⁷ DNS : ネットワークに接続されたコンピュータのドメイン名と IP アドレスの対応表を保持し各ホストがドメイン名で通信できるようにするもの。

⁸ RAID1 : 複数のハードディスクをまとめて管理する技術 RAID のレベルの 1 つで、2 台のハードディスクに同じデータを同時に書き込む方式。ミラーリングとも呼ばれる。

⁹ VLAN : 端末の物理的な配置とは別に MAC アドレスや IP アドレスによって仮想的なグループを設定すること。

ークインタフェイスの動作を安定させるために、業務系基幹レイヤー3 スイッチ同士以外では、ネットワーク機器間において 100BASE-TX の Full-Duplex 固定で接続することを前提としている。

1-7-7 ルーティング制御方式

基幹ネットワークにおけるルーティング制御は原則として OSPF¹⁰によるダイナミックルーティング¹¹とした。OSPF を用いることにより、各サブネット間や WAN 回線で片方の回線に障害が発生しても各ネットワーク機器のルーティングテーブルが自動的に更新され、正常な片方の回線で業務が継続できる仕様となっている。また、OSPF は大規模なネットワークにも対応していることから、今後ネットワークが拡張しても柔軟に対応することが可能である。

1-7-8 おわりに

基幹ネットワークは、安定な運用を最優先として検討した結果、現在広く使用されている技術及びプロトコルを採用した。最新技術の採用が他にも考えられたが、実績が確立されていないものについてはリスクを伴うため採用を見送った。その結果、運用開始から今日まで広域イーサネット回線も含め大きなトラブルも無く、順調に機能し安定して運用されている。気象衛星センターのネットワークの重要性から見ると、今日までの運用状況から見て今回の技術の採用が相応しかったと考えられる。

¹⁰ OSPF：経路選択を行うためのプロトコルの1つで、ネットワークを階層構造化しネットワーク機器どうしで交換される経路情報量を小さくするように改良されたもの。

¹¹ ダイナミックルーティング：ネットワークの拡張や障害があった場合、経路情報を自動的に更新する方式。

1-8 広域雲画像情報装置

Satellite Cloud Information Chart for Northern Hemisphere and Southern Hemisphere

Abstract

The Satellite Cloud Information Chart Producing subsystem was replaced since on 1 March 2005. In addition to the Cloud Information Chart about northern hemisphere, the Chart about southern hemisphere has been created and disseminated after replacement.

This paper describes the change point about the structure and operation of the Satellite Cloud Information Chart subsystem from former system.

1-8-1 はじめに

これまで気象衛星センターでは静止気象衛星「ひまわり」で観測された画像データから北半球領域の上・中層雲の分布、雲頂高度、活発な対流雲等の情報をメルカトル地図上に表示したプロダクト、広域雲解析情報図（平成7年広域雲画像情報図より改称）を作成しているが、この装置の老朽化に伴い更新し、平成17年3月1日より運用を開始した。

この広域雲解析情報図は北半球領域について昭和62年3月から3時間ごとに1日8回、平成6年3月か

ら毎時間の1日24回配信しており、今回の計算機更新による処理能力向上に伴い、平成17年3月29日より北半球に加えて南半球領域（図1-8-1）についても画像を作成し配信を行っている。この情報図は主として高高度を飛行する航空機のための航空気象支援資料として利用され、衛星画像のデータから実況監視及び予報作業に必要な情報を図情報としてわかりやすい形で表現している。現在は7月14日より「ひまわり6号」(MTSAT-1R)のデータを使用し同プロダクト（表1-8-1）の作成を行っている。本報告では装置の構成、運用について前システムとの変更点を述べる。

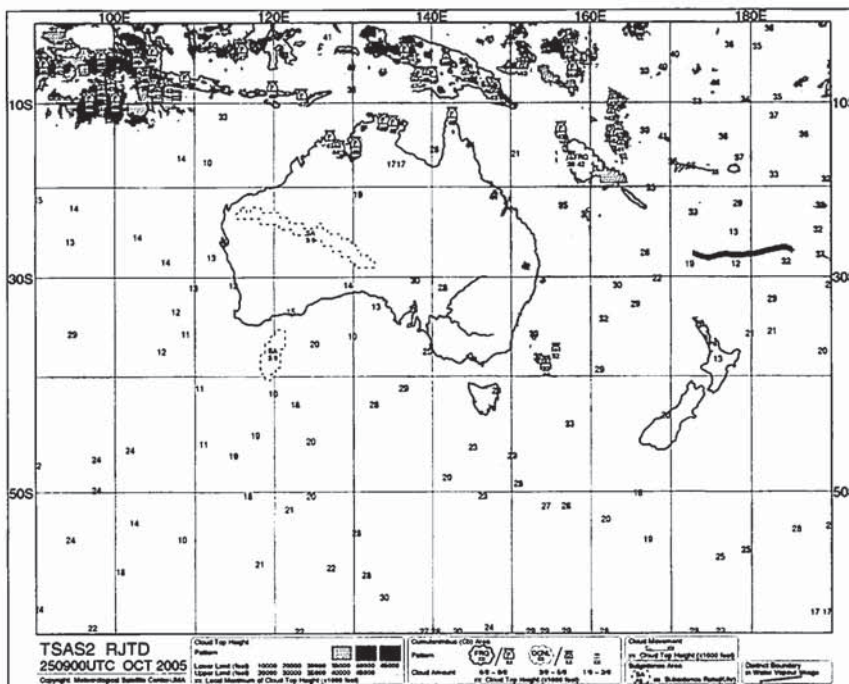


図 1-8-1 広域雲解析情報図（南半球）

稲沢 智之
INAZAWA Tomoyuki

表 1-8-1 広域雲解析情報図のデータ諸元

	北半球	南半球
配信領域	東経 90° ~ 西経 170° × 北緯 60° ~ 0°	東経 90° ~ 西経 170° × 0° ~ 南緯 60°
配信形式	PNG	PNG

1-8-2 装置構成

広域雲解析情報図は解析者による画像解析結果を含まず全自動処理でデータ配信が行われるが、これまでの SUN ワークステーション (SUN4-10) からラックマウントタイプの PRIMEPOWER250 (富士通) による広域雲画像情報処理サーバと PRIMERGY RX300 (富士通) による運用監視装置から構成されている。

同装置は前システムと同様に冗長構成とし、このシステムでは画像処理と運用監視を独立させ耐障害性を強化している。(図 1-8-2)

ソフトウェアは処理サーバの OS に Solaris を採用し、ジョブスケジュール管理は Systemwalker Operation Manager (富士通) により、運用監視装置については OS に Windows 2003 Server、ジョブスケジュール管理に Systemwalker Centric Manager (富士通) を採用している。これまでの広域雲画像情報装置では、プログラムのバグなどが生じた場合、修正されたプログラムを運用中にテストすることが不可能であったが、今回の更新により 1 号機(#1)、2 号機(#2)ともに装置内に試験環境が構築され、テストプログラムを運用に影響を与えることなく実行することが可能となった。

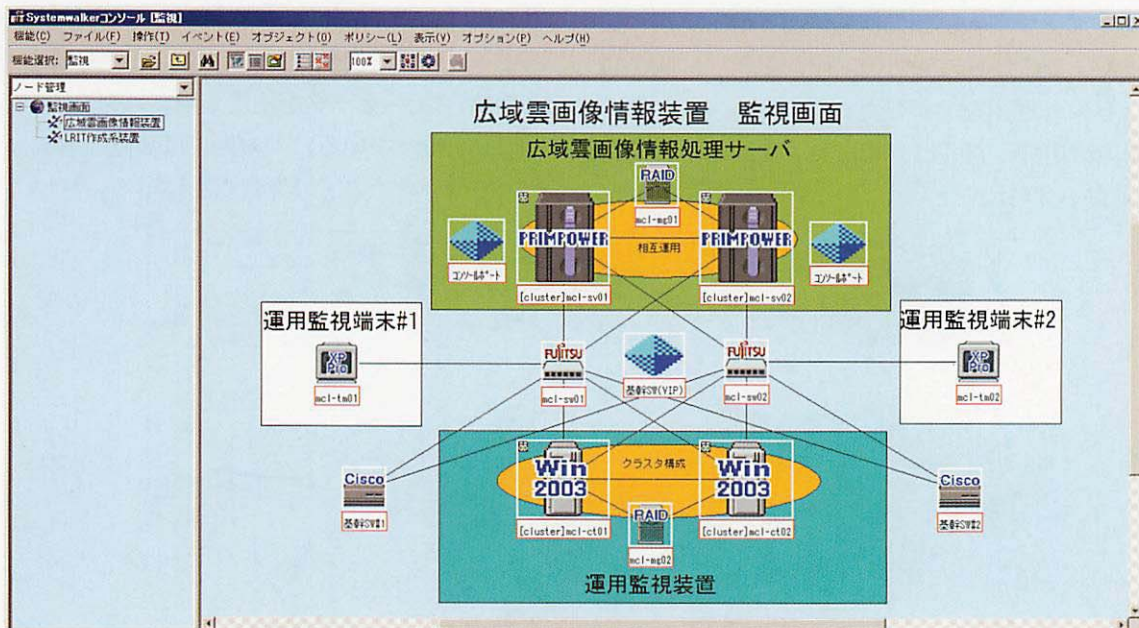


図 1-8-2 広域雲画像情報装置運用監視画面

1-8-3 装置運用

装置を構成する 2 台のワークステーションは運用監視装置により 24 時間その状態が監視され、これまでのシステムでの主系、冗長系としてワークステーションに優先順位をつけた運用方法から、1 号機、2 号機ともまったく同列で処理を行い、先にデータを作成し

た装置から北半球については正時 15 分までに、南半球については正時 30 分までに、NAPS 送受信サーバにデータが自動配信される仕組みになっている。運用スケジューラ Systemwalker では衛星データ処理システム (SDPS) とは別に、気象衛星が食運用、太陽妨害等で運用を休止するなどの場合でも、独自にシステムの運用を休止し、きめ細かなスケジュール管理が可能で

ある。またオペレーターによるシステムの常時監視が行われ、障害等の発生時には瞬時に対応が取れると同時に、障害告知メールがオペレーターに送信される。作図処理に必要な衛星データは毎時 55 分頃に SDPS より、その他のデータについても毎時転送され (図 1-8-3) に示した流れに沿ってプロダクトが作成される。前システムでは計算機能力の関係で基本格子点データや基本ヒストグラムは別の計算機システムで作成していたが、今回の更新されたシステムではいずれのデータも広域雲画像情報装置内で作成されたものを使用し

ている。またこれ以外の晴天放射場、赤外水蒸気放射量対応テーブル、数値予報 GPV 等一部のデータが SDPS で作成され、広域雲解析情報図の作成に使用される。物理量等を算出し、作図処理を行った上で画像データを PNG に変換して配信処理を行うまで、北半球、南半球とも処理に要する時間はおよそ 1 分程度である。

なお広域雲解析情報図に表示されているデータの内容については、操野 (1997) に詳しく解説されている。

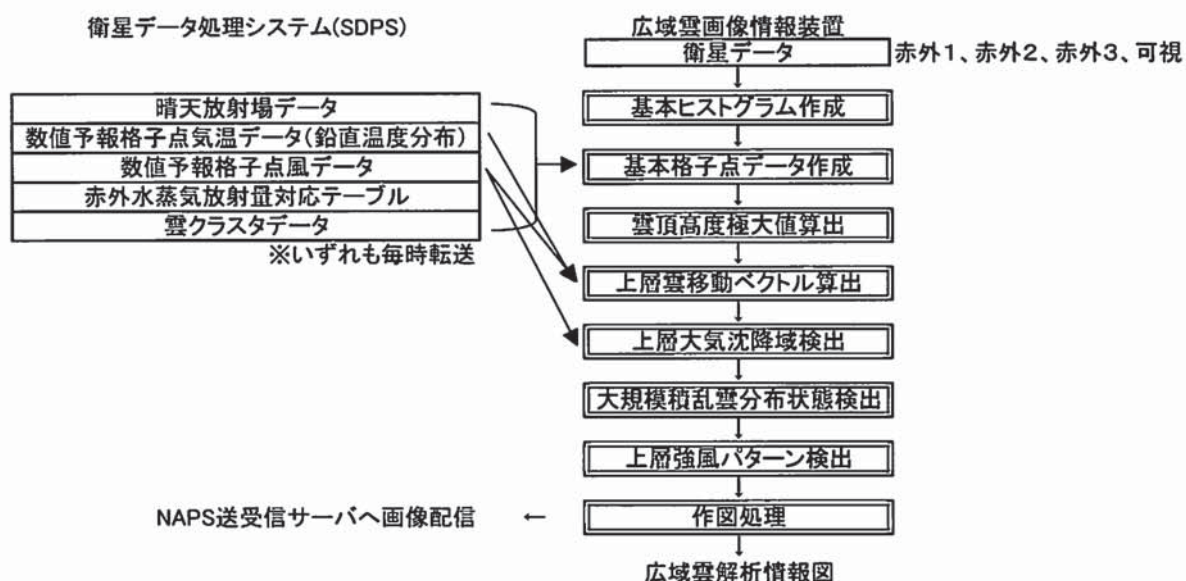


図 1-8-3 業務処理ソフトウェアの流れ

参考文献

操野年之、淵田信敏、1997：広域雲解析情報図について、気象衛星センター技術報告第 34 号、13-29
 肆矢雄三、1994：広域雲画像情報装置の整備について、気象衛星センター技術報告第 29 号、39-47

2 衛星プロダクト解説 Meteorological Products

2-1 画像 Image Products

Abstract

MSC produces various image products from MTSAT-1R HRIT data and NOAA HRPT data. These products include LRIT data, Landline-HRIT data, WEFAX, and other image products for JMA internal users.

LRIT data is digital data for the Small-scale Data Utilization Station (SDUS). Its projections are polar stereographic over East Asia, North-East Japan, South-West Japan and earth disk image. WEFAX is analogue data for SDUS. Its projections are polar stereographic over East Asia and four sectored disk picture. Although the HRIT data provided via MTSAT-1R is compressed with lossless JPEG, the Landline-HRIT data is decompressed data. Landline-HRIT data is composed of two parts, the northern hemisphere data and the southern hemisphere data. There are five kinds of imagery products for the JMA internal users; images for volcano ash analysis, sea ice analysis, JMH Meteorological radio facsimile, monthly report, and weather watch.

2-1-1 はじめに

気象衛星センターでは、MTSAT が取得した HRIT データから各種画像プロダクトを作成し、国内外の利用者に配信している。配信画像には地上回線経由で配信するランドライン HRIT データ、小規模利用局 (SDUS)向けデジタル画像の LRIT データ、アナログ画像の WEFAX の他、気象庁内部用として高分解能画像データ等がある。

は5セグメント) されて SDPS(衛星データ処理システム)に配信されてくる。この HRIT データは、データブロックが JPEG 可逆圧縮されているので、SDPS のデータ集信処理が、利用しやすいように JPEG 可逆圧縮を解凍し、複数のセグメントを結合した半球 HRIT 及び全球 HRIT ファイルを作成する。画像プロダクト作成処理は、これを利用する。

2-1-2 衛星データ

各画像プロダクト作成では、静止気象衛星データとして DPC 向けに配信された MTSAT-1R HRIT データを、また極軌道衛星データとして NOAA HRPT データ (NOAA-17 及び NOAA-18 号) を用いる。

HRIT データは、CDAS (気象衛星通信所) からセグメントに分割 (全球観測は 10 セグメント、半球観測

2-1-3 データ加工用ツール

衛星データを利用するに当たり、地図投影・階調変換等の処理を行う共用ツールとして、共通ライブラリ (MSIAL)、高分解能画像作成ソフト (vhr)、汎用画像作成ソフト (satimage)、SATAID データ作成ソフト (sataid) が用意されている。vhr、satimage、sataid は、それぞれ MSIAL を利用したアプリケーションで、投影方法や地形線・緯経度線の描画設定等をテキストファイル (シスインプファイル) に既述して指定するこ

とにより、種々のデータを作成することができる。

(1) 共通ライブラリ (MSIAL)

MSIALはC言語で書かれたライブラリで、種々の衛星データを共通のインターフェイス(関数)で利用できるようにしたものである。主な機能として、座標変換・階調変換・画素/ラインデータ抽出・ヒストグラム作成・地図描画等の機能を提供している。MSIALは利用者に提供される共通インターフェイス部分と利用者から隠蔽された衛星固有の処理の部分が完全に分離された構成となっており、利用者は衛星の違いを意識することなく同一のインターフェイスでさまざまな衛星データの処理が行えるようになっている。

現在 MSIAL で処理できる衛星データは、HRIT、VISSR、S-VISSR、GVAR、METEOSAT、NOAA HRPT、NOAA AVHRR GAC である。

(2) 高分解能画像作成ソフト (vhr)

vhrは、入力された衛星データからデータを抽出し、階調変換・地図投影等の処理を行ったのち、指定された形式のデータを作成するソフトである。衛星データの処理にMSIALを利用しているため、MSIALが対応している衛星データはすべて利用できる。

出力形式は、1バイトRAWデータ、2バイトRAWデータ、Bitmap、PNG、JPEG、LRIT、HRITに対応している。vhrで作成できる汎用画像はグレースケール画像のみである。

指定できる投影方法は、ライン・ピクセル座標、ポーラステレオ、メルカトル、正方格子、ランベルト、円形投影である。さらに、NOAA衛星の軌道合成、緯経度線描画等の機能を提供している。

(3) 汎用画像作成ソフト(satimage)

satimageは、MSIALを利用した汎用画像作成ソフトで、入力された衛星データに階調変換・地図投影等の処理を施し、Bitmap、PNG、JPEG形式の汎用画像を出力することができる。指定できる投影方法は、ポーラステレオ、円形投影、正方格子、メルカトル、ランベルトである。また、スプリット画像作成やNOAA

の軌道合成等を行うことができる。satimageは緯経度線や地形(海陸等)に着色してカラー画像を作成することもできる。

(4) SATAID データ作成ソフト(sataid)

sataidは、気象衛星観測月報や情報共有端末で使用されるSATAIDデータを作成するソフトである。MSIALを利用しており、種々の衛星データを入力データとして利用できるが、対応する投影は正方格子のみである。

2-1-4 プロダクト

ここでは、静止気象衛星及び極軌道衛星データから作成する画像プロダクトについて、投影方法・配信頻度等について説明する。また、参考のため章末にサンプルの画像を掲載する。

(1) 静止気象衛星

① ランドラインHRIT データ

ランドラインHRITデータは、地上回線経由で国内外に提供するデータで、CDASから配信されたHRITセグメントデータのJPEG可逆圧縮を解凍し、北半球・南半球別々にtarでまとめたファイルで配信されている。チャンネルはIR1、IR2、IR3、IR4の4チャンネルで、全球観測(毎時作成・配信)データのみの配信となっている。

② LRIT データ

LRITデータは、SDUS向けのデジタル画像データで、SDPSで各投影データが作成される。作成された投影データは、LRIT作成系装置に送られ、JPEG可逆圧縮を施した後ヘッダーを付加してCDASに転送され、MTSAT経由で配信される。

LRIT画像には、次の8種類がある。

東アジア領域・ポーラステレオ ¹	VIS, IR1, IR3, IR4
北東日本領域・ポーラステレオ	VIS
南西日本領域・ポーラステレオ	VIS
円形	IR1, IR3

¹昼間はVIS、夜間はIR4で切り替え時刻は季節によって異なる

また、これらの画像のレベル数およびサイズは次の通り。

レベル数	可視：64 赤外：256
サイズ	ポーラステレオ：800(H)×800(W) 円形：2200(H)×2200(W)

配信頻度はポーラステレオは30分ごと、円形のIR1は毎時・IR3は6時間毎である。

③ WEFAX

WEFAXは、SDUS向けのアナログ画像データで、SDPSでWEFAX用のデータ(FAX画像形式)が作成され、CDASに転送された後MTSAT経由で配信されている。

WEFAXの投影等は、次のとおり。

H画像	極東域・ポーラステレオ	IR1
I画像	極東域・ポーラステレオ	VIS
J画像	極東域・ポーラステレオ	赤外強調
A, B, C, D画像	全球4分割・円形	IR1
K, L, M, N画像	全球4分割・円形	IR3
レベル数	: 64	

配信頻度は、H画像は毎時、I画像は昼間の毎時、J画像は夜間の毎時で、I画像とJ画像の切り替わり時刻は季節によって異なる。A・B・C・Dは3時間毎、K・L・M・Nは00UTCと12UTCのみの配信である。

④ 火山灰解析用画像

火山灰解析用画像は、気象庁地震火山部に提供しているRAWデータで、vhrで作成している。投影等は次の通り。

チャンネル	IR1, IR3, 赤外差分(IR1-IR2), VIS	
領域	65° N~35° S, 90° E~170° W	
サイズ	赤外：2501(H)×2501(W) 可視：10001(H)×10001(W)	
解像度	赤外：0.04° ×0.04° 可視：0.01° ×0.01°	
レベル数	IR1, IR3, VIS：1024 赤外差分：256	
配信頻度	30分毎	

なお、上述した画像の仕様は、平成17年10月現在のものであり、平成18年3月のNAPS更新に合わせて変更が検討されている。(IR2を追加し、赤外差分の廃止を検討中)

また、このデータは、平成18年3月から予報課の天気図解析システムでも利用され、プロダクト名称も火山灰解析・天気図解析用画像に変更される予定である。

⑤ 海氷解析用画像

海氷解析用画像は、地球環境・海洋部に提供するRAWデータで、オホーツク海及び渤海周辺を対象領域としてvhrを使用して作成される。

投影パラメータは次の通り。

【オホーツク海】

投影	ポーラステレオ (基準点(下辺の真中)が40° N, 145° E, 縮尺1000万分の1)
サイズ	2048(H)×2048(W)
レベル数	256

【渤海】

投影	ポーラステレオ (基準点(下辺の真中)は37° N, 127.5° E, 縮尺1000万分の1)
サイズ	512(H)×1280(W)
レベル数	256

これら2画像は、左上隅が一致するように合成され、1枚の画像として作成される。チャンネルはIR1、IR4、VISで、配信頻度は原則30分間隔(全球観測及び北半球観測)である。投影はすべてのチャンネルとも同一である。

⑥ JMH用画像

JMH用画像は、気象無線模写通報(JMH)で使用されるPNG画像であり、IR1チャンネルのみについて3時間毎に作成・配信される。投影は

投影	ポーラステレオ (基準点(中心)が30° N, 140° E)
サイズ	1451(H)×1758(W)
縮尺	基準点での1画素の間隔が6.13km

で、地形線・緯経度線及びアノテーションが画像に付加される。

⑦ 月報用画像（全球）

月報用画像（全球）は、気象衛星観測月報に掲載する IR1、IR3、VIS（昼間のみ）の PNG 形式の円形画像で、satimage を用いて 3 時間毎に作成される。投影は、次の通り。

投影 円形（基準点(中心)が 0° N, 140° E）
 サイズ 800(H)×800(W)
 縮尺 基準点での 1 画素の間隔が 14km

⑧ 月報用画像（日本周辺）

月報用画像（日本周辺）は、気象衛星観測月報に掲載される正方格子の SATAID データである。使用するチャンネルは、IR1、IR3、IR4、VIS である。作成頻度は、IR1、IR3、IR4 については毎時、VIS は昼間のみ毎時である。投影は各チャンネルとも共通で、

投影 正方格子
 領域 50~15° N, 115~150° E
 サイズ 701(H)×701(W)
 縮尺 0.05° ×0.05°

である。

なお、IR4 チャンネルについては現在のところ作成のみで、気象衛星観測月報には掲載されていない。

⑨ 情報共有システム用 SATAID データ

情報共有システム用 SATAID データは、航空気象台を含む予報担当官署及び気象大学校の情報共有端末向けに配信されている。チャンネルは IR1、IR3、IR4、VIS である。投影パラメータは次の通り。

投影 正方格子
 領域 14~56° N, 113~155° E
 サイズ 赤外：701(H)×701(W)
 可視：2101×2101
 解像度 赤外：0.06° ×0.06°
 可視：0.02° ×0.02°
 レベル数 256

配信頻度は原則 30 分毎(全球観測及び北半球観測)で、IR4 は夜間のみ・VIS は昼間のみ配信である。

⑩ 予報作業用画像（一般用）

予報作業用画像（一般用）は、地方官署での実況監視用として ADESS 向けに配信している JPEG 画像で、vhr で作成されている。投影は、LRIT のポーラステレオと同様で、緯経度線と地形線・アノテーションが付加されている。使用するチャンネル及び配信頻度も LRIT のポーラステレオと同様である。

⑪ 予報作業用画像（航空用）

予報作業用画像（航空用）は、航空官署の実況監視用として ADESS 向けに配信されている JPEG 画像で、vhr で作成されている。画像には、北半球画像と全球画像の 2 種類があり、それぞれ緯経度線と地形線・アノテーションが付加されている。全球画像は全球観測の HRIT のみから作成するので 1 時間間隔での配信だが、北半球画像は全球観測及び北半球観測の HRIT から作成するので原則 30 分間隔である。投影方法については LRIT の全球画像とほぼ同じであるが、半球画像を 900(W)×480(H)、全球画像を 800(W)×800(H)のサイズで作成している。

⑫ 予報作業用データ（統合ビューワ用）

予報作業用データ（統合ビューワ用）は、vhr で作成する正方格子の RAW データで、全球観測及び北半球観測の HRIT データから作成される。投影は、

投影 正方格子
 領域 55~15° N, 115~170° E
 サイズ 赤外：801(H)×1101(W)
 可視：3201(H)×4401(W)
 分解能 赤外：0.05° ×0.05°
 可視：0.0125° ×0.0125°
 レベル数 1024

で、チャンネルは IR1、IR3、IR4、VIS である。配信頻度は北半球観測及び全球観測の 30 分毎で、IR4 は夜間のみ、VIS は昼間のみである。

⑬ 提供装置等用画像

提供装置等用画像は、ADESS での部外提供用衛星画像で、WEFAX の H、I、J、K、L 画像と同等の JPEG 画像である。投影・配信頻度等は WEFAX と同様だが、K、L 画像については 3 時間毎の配信である。

(2) 極軌道衛星

① NOAA WEFAX

静止気象衛星障害時のバックアップとして、NOAA HRPT/AVHRR データから H(CH4)・I(CH1)・J(CH4) 画像を作成している。各衛星別・昼夜軌道帯別に、新しい軌道のデータが取得されるごとに前の軌道のデータに新しい軌道のデータを重ね合わせて合成し作成する。

なお、静止気象衛星のバックアップなので、通常は作成のみで配信は行っていない。

② 火山灰解析用画像

NOAA HRPT/AVHRR データから vhr を使用して、衛星別・昼夜軌道帯別に正方格子の RAW データを作成し配信している。作成するチャンネルは、CH3B、CH4、赤外差分データ(CH4-CH5)で、投影等は、

投影	正方格子
領域	60° ~10° N, 110° ~170° E
サイズ	4000(H)×4800(W)
分解能	0.0125° ×0.0125°
レベル数	CH3B、CH4 : 1024 赤外差分(CH4-CH5) : 256

である。作成・配信は昼・夜軌道がそれぞれ 2 衛星で計 1 日 4 回である。

③ 海氷解析用画像

NOAA HRPT/AVHRR データから vhr を使用して、衛星別・昼夜軌道別にポーラステレオの RAW データを作成し配信している。チャンネルは CH1~CH5 のすべてのチャンネルを使用している。投影方法等は静止気象衛星の海氷解析用画像と同様で、作成・配信は昼・夜軌道がそれぞれ 2 衛星で計 1 日 4 回である。

④ 予報作業用画像 (一般用)

静止気象衛星障害時のバックアップとして、NOAA HRPT/AVHRR データから、静止気象衛星の予報作業用画像 (一般用) と同様な JPEG 画像を作成・配信している。使用するチャンネルは、CH1、CH3B、CH4 の 3 チャンネルで、衛星別・昼夜軌道別に新しい軌道のデータが取得されるごとに古い軌道データに新しい軌道のデータを重ね合わせて作成し配信している。

⑤ 予報課用 NOAA 直接受信高分解能画像

静止気象衛星障害時のバックアップとして、vhr を使用してポーラステレオの RAW データを作成している。使用するチャンネルは、HRPT/AVHRR データの CH1 及び CH4 の 2 チャンネルで、投影は、

投影	ポーラステレオ (基準点(中心)が 35° E, 140° N)
縮尺	2000 万分の 1
サイズ	1024(H)×1280(W)
レベル数	赤外(CH4) : 256 可視(CH1) : 64

で、配信方法は予報課からの FTP/GET である。

なお、平成 18 年 3 月の NAPS 更新時に廃止する予定である。

⑥ 予報作業用データ (天気図解析システム用)

静止気象衛星障害時のバックアップとして、vhr を使用して正方格子の RAW データを作成する。使用するチャンネルは CH1、CH3B、CH4 の 3 チャンネルでいずれも 1024 階調、投影は静止気象衛星の火山灰解析用画像と同様である。作成頻度は 3 時間毎で、衛星・昼夜軌道等を区別せず、過去 6 時間以内の HRPT/AVHRR データをすべて重ね合わせる。

配信方法は予報課からの FTP/GET である。また、平成 18 年 3 月の NAPS 更新時に提供を開始する予定である。

⑦ 提供装置等用画像

静止気象衛星障害時のバックアップとして、NOAA WEFAX の H、I、J 画像と同等の JPEG 画像を作成す

る。投影・配信頻度等は WEFAX と同様である。

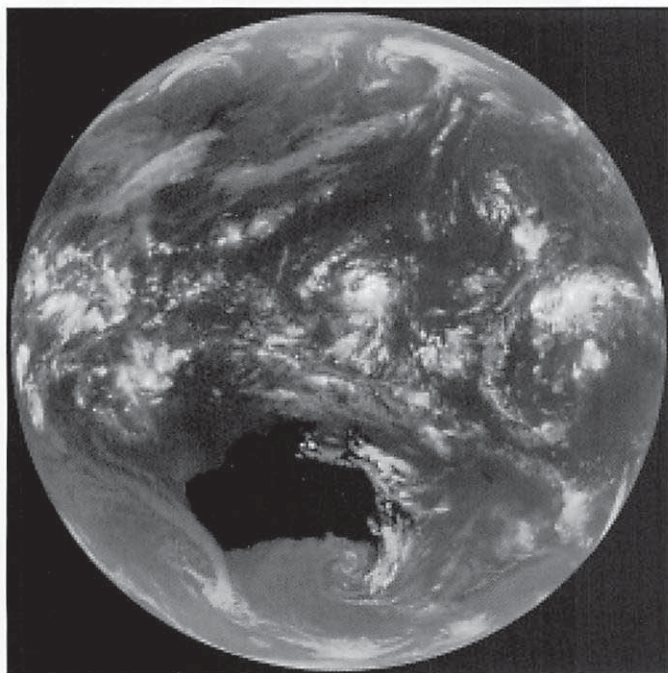
なお、2005 年 10 月現在、作成・配信に向けて準備中である。

参考文献

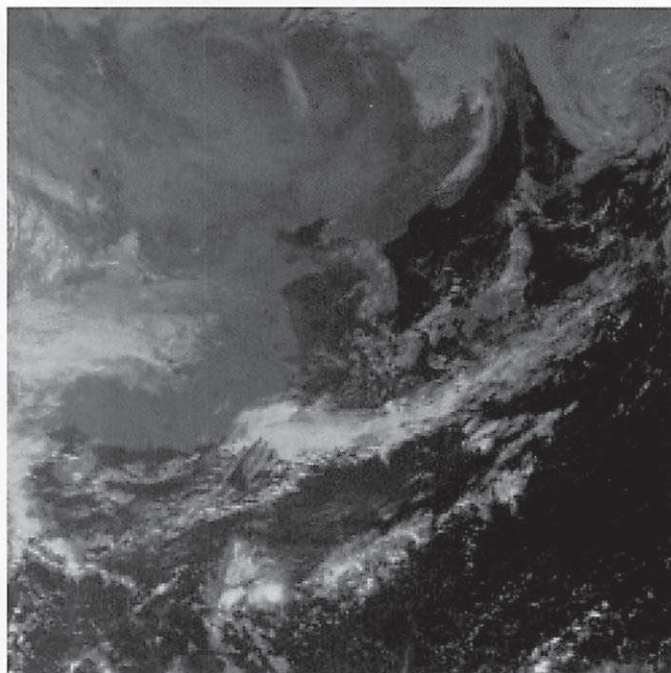
JMA、2003 : JMA HRIT Mission Specific Implementation
Issue 6 (1 January, 2003)

JMA、2003 : JMA LRIT Mission Specific Implementation
Issue 1.2 (1 January, 2003)

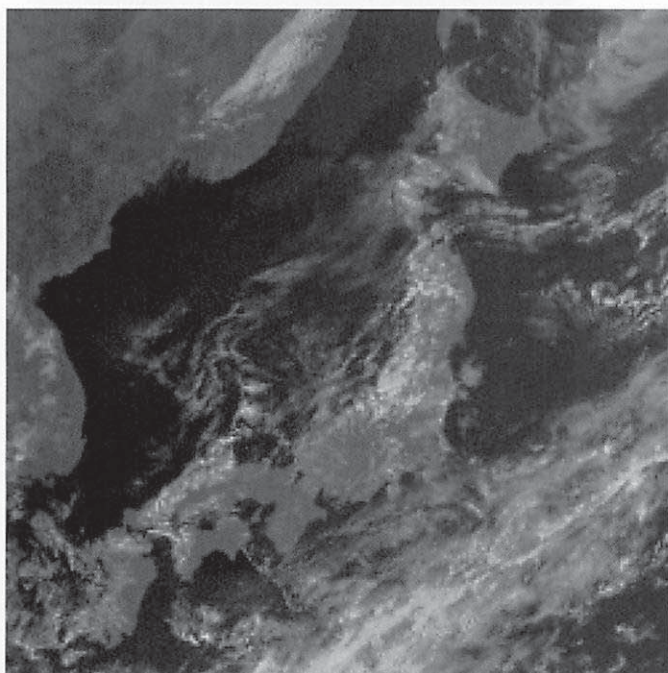
白川嘉茂、1989 : FAX 作成、GMS システム更新総合
報告(1989 年版)、II データ処理編、気象衛星セン
ター技術報告特別号(1989) II、53-65



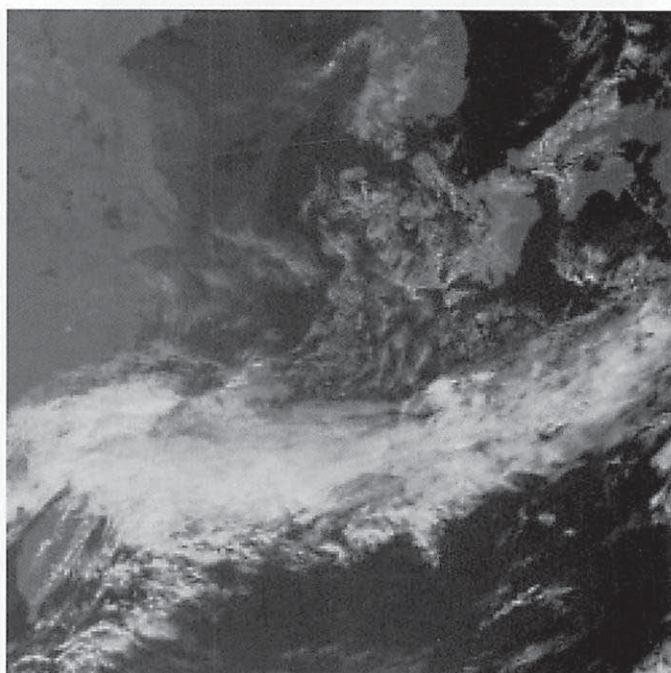
全球 (IR1)



東アジア PS (VIS)

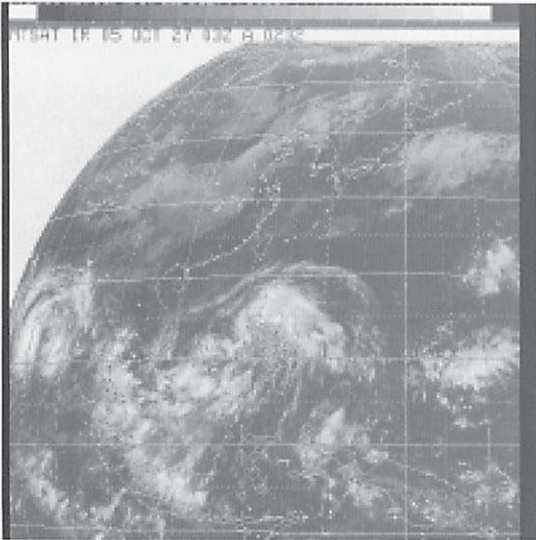


北東日本 PS (VIS)

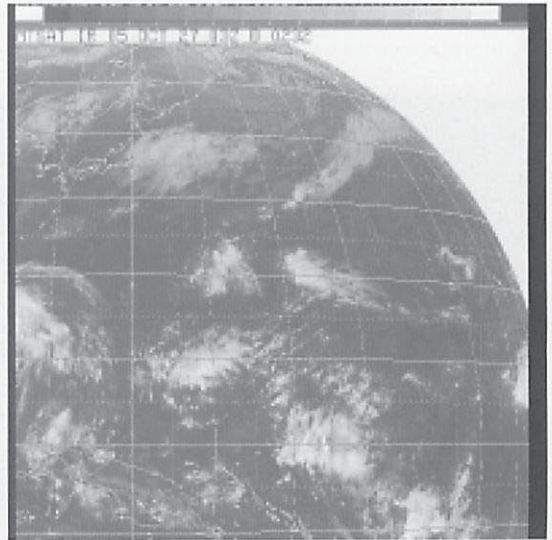


南西日本 PS (VIS)

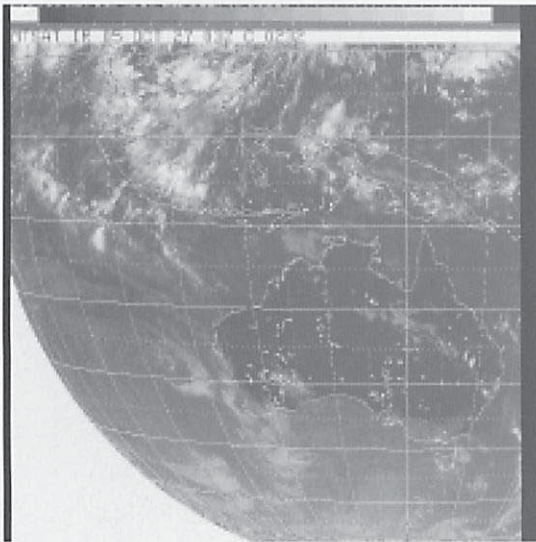
図 2-1-1 LRIT データ



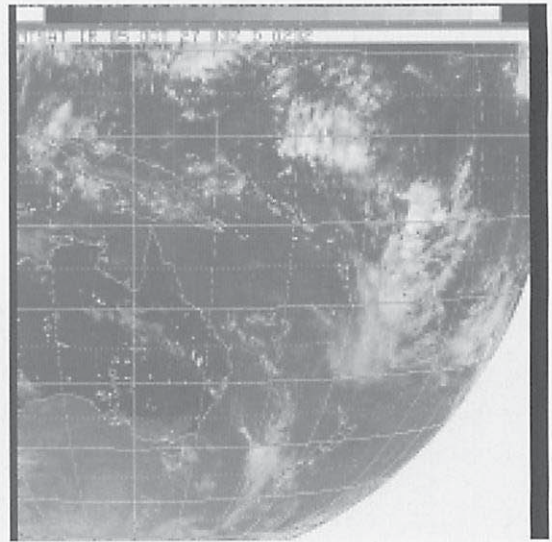
A 画像



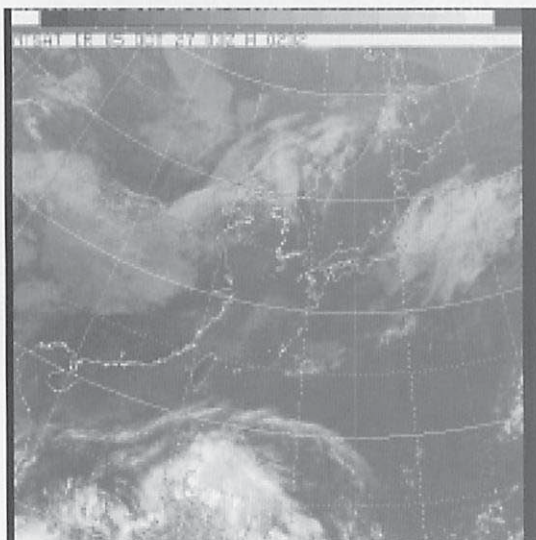
B 画像



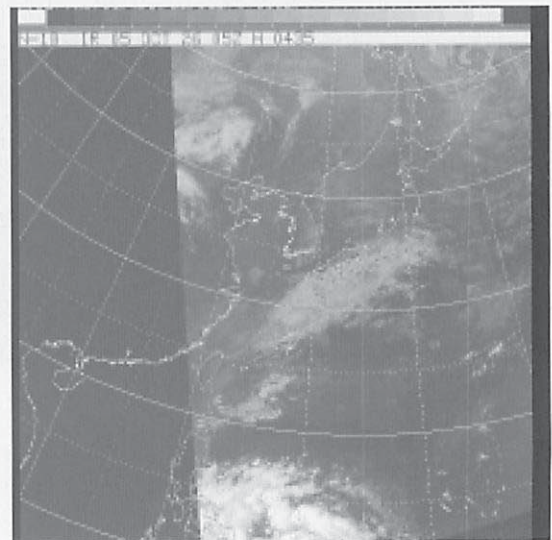
C 画像



D 画像

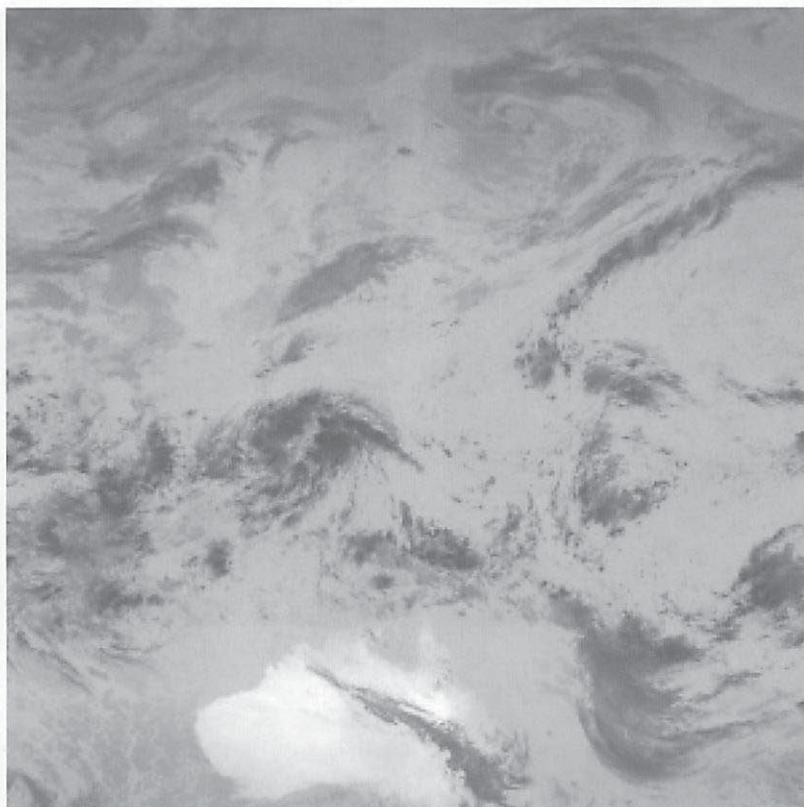


H 画像

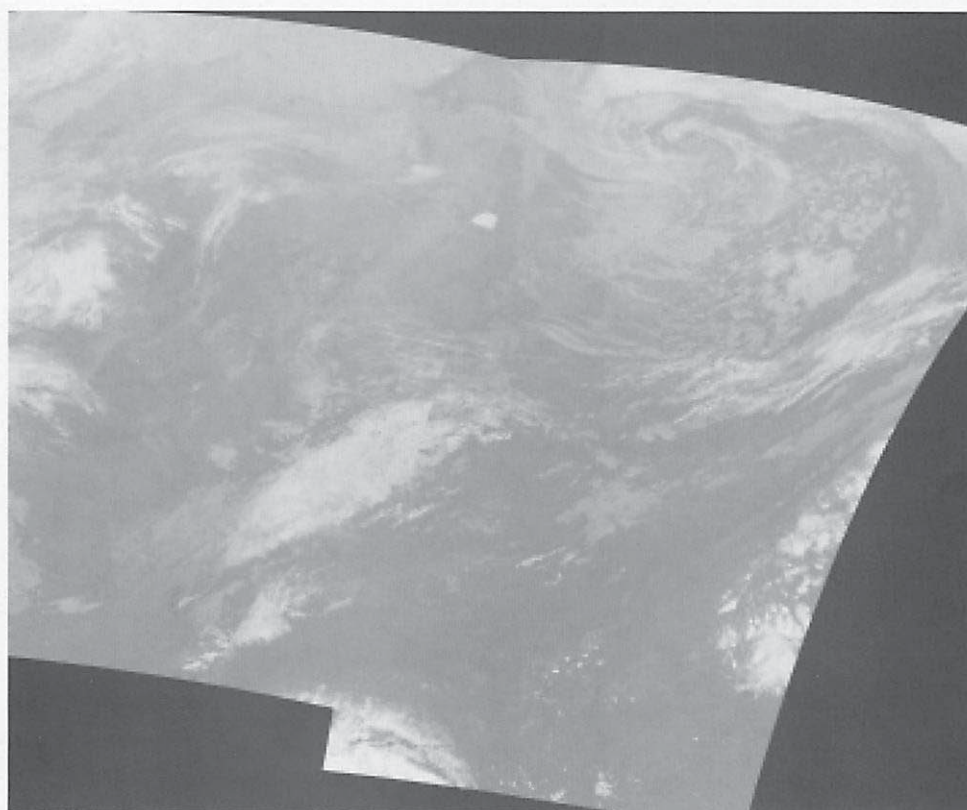


NOAA H 画像

図 2-1-2 WEFAX

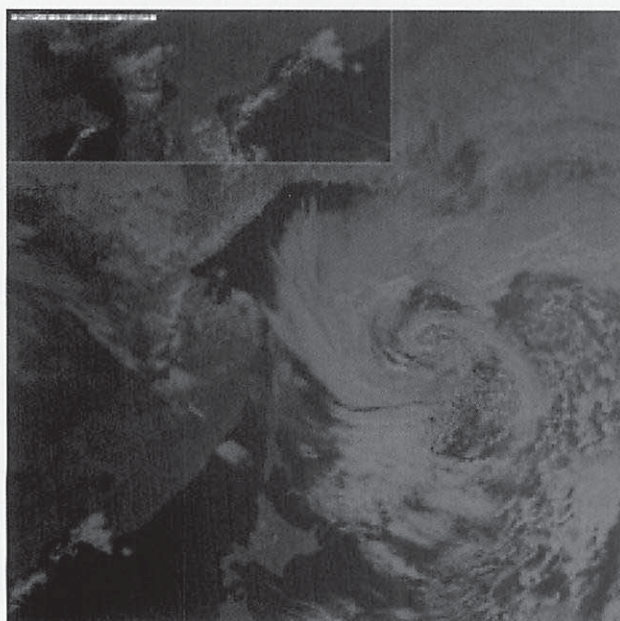


静止衛星 (IR1)

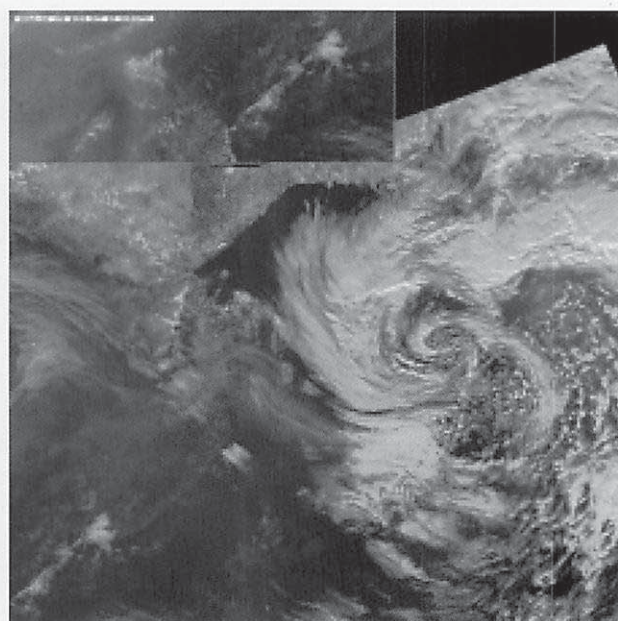


極軌道衛星 (AVHRR CH4)

図 2-1-3 火山灰解析用画像



静止衛星 (VIS)



極軌道衛星 (AVHRR CH1)

図 2-1-4 海水解析用画像

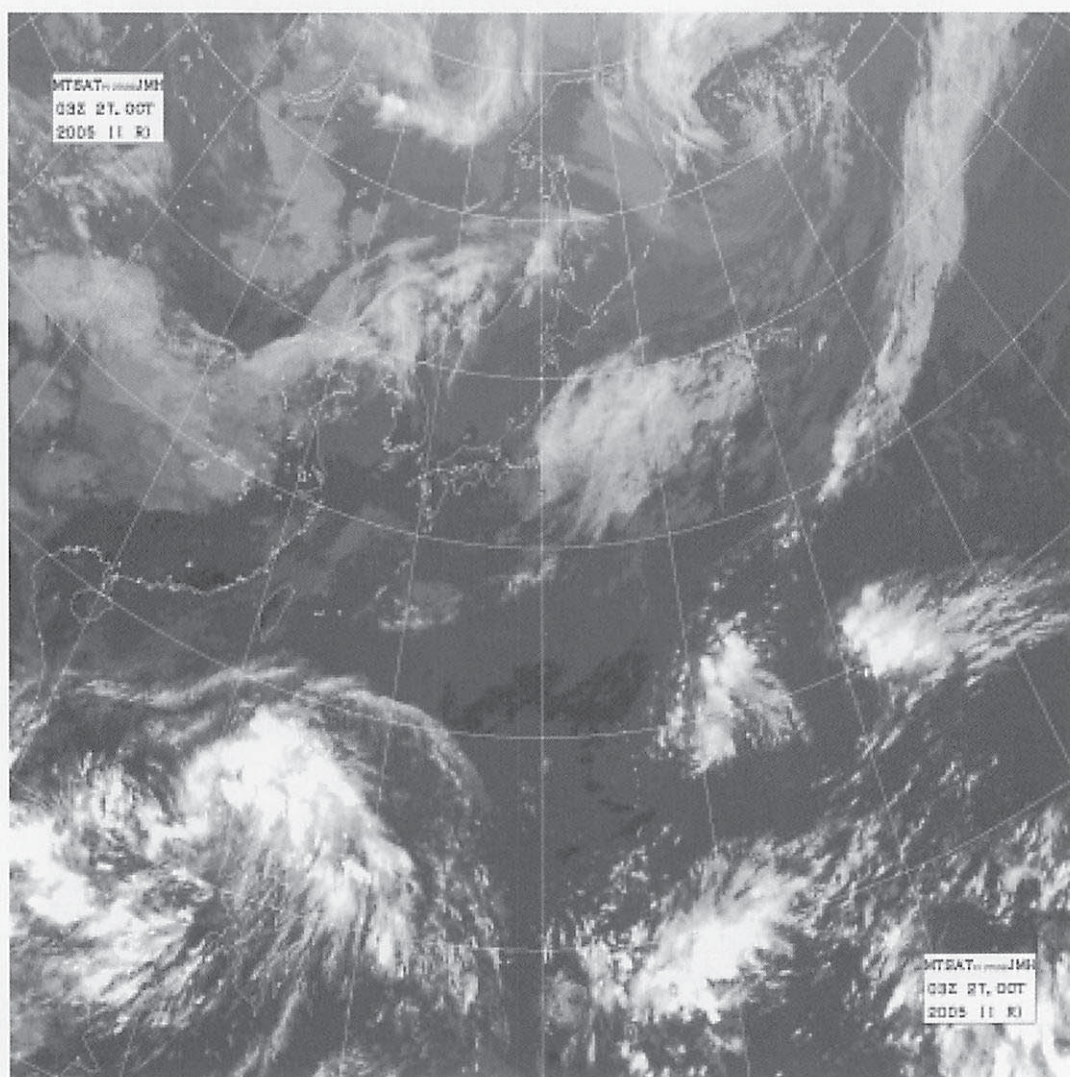
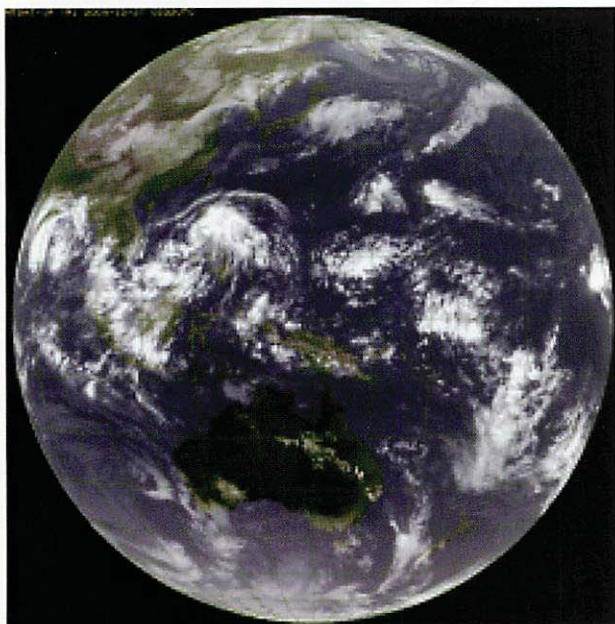
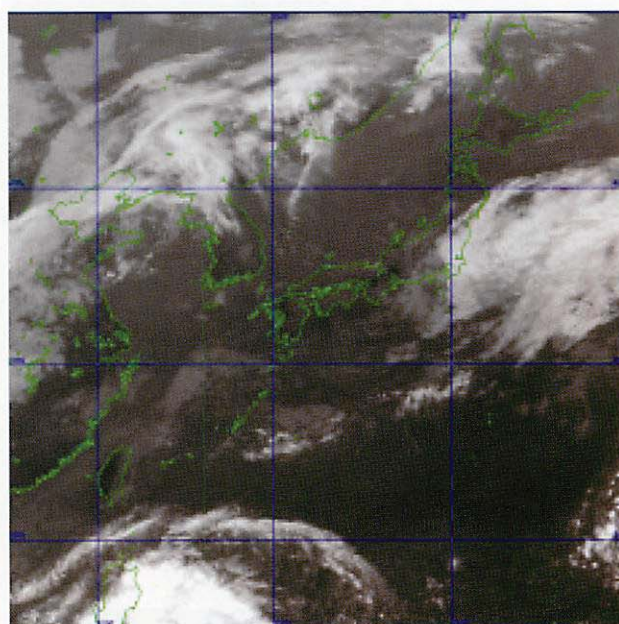


図 2-1-5 JMH 用画像



全球 (IR1)



日本付近 (IR1)

図 2-1-6 月報用画像

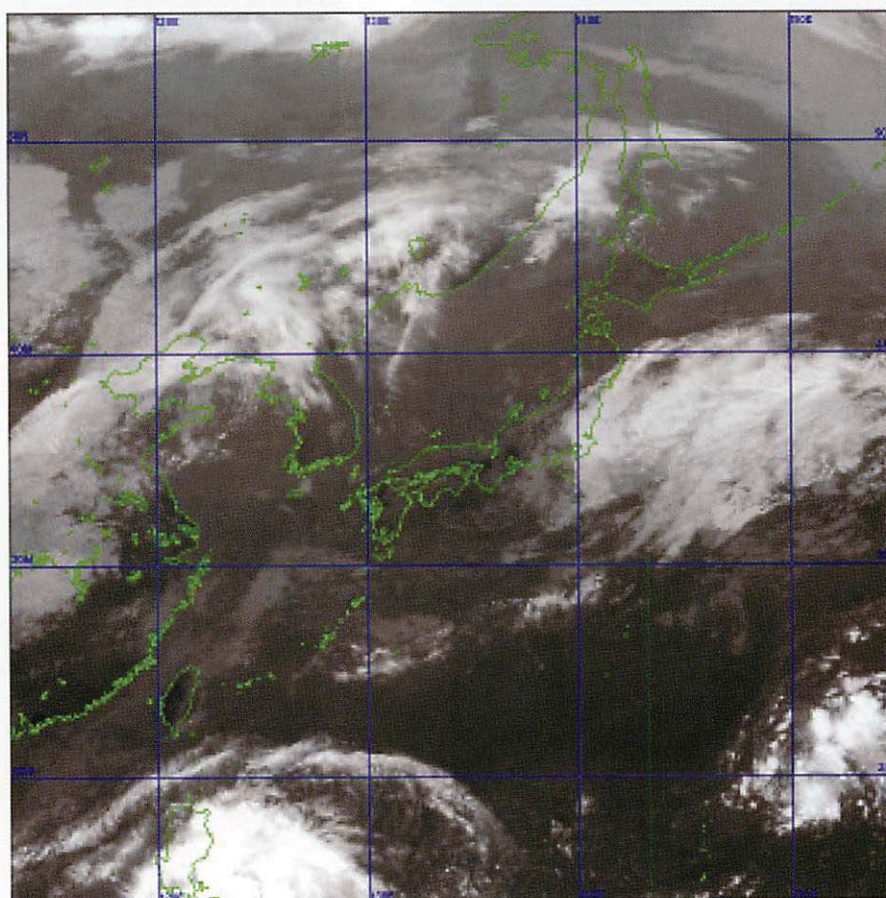
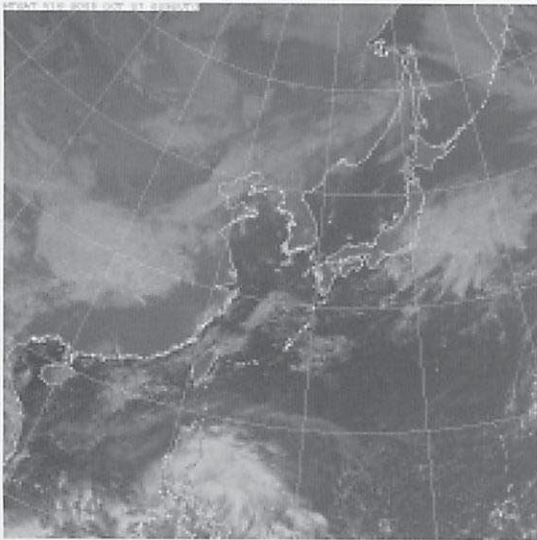
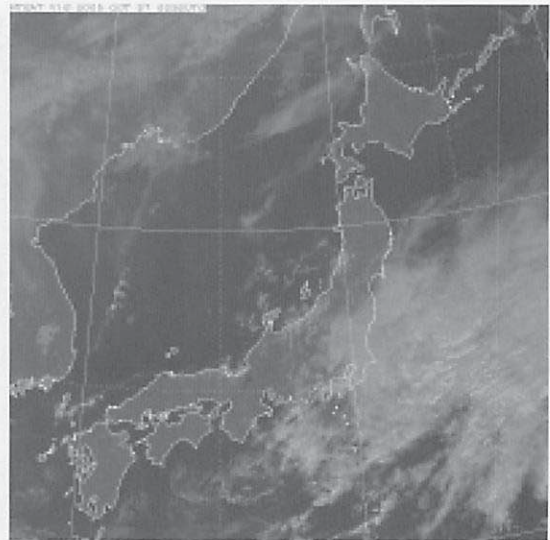


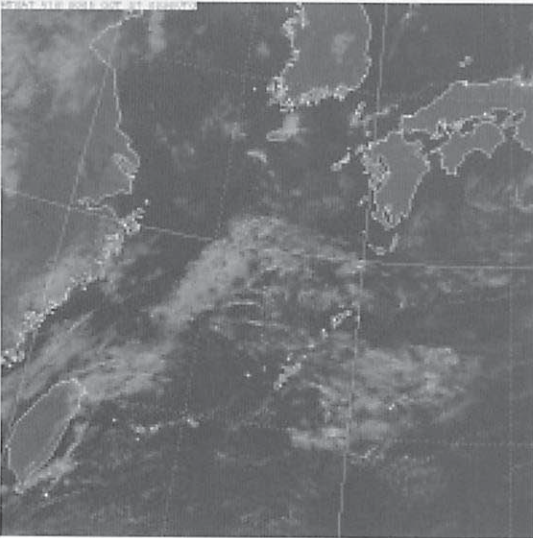
図 2-1-7 Sataid 用データ



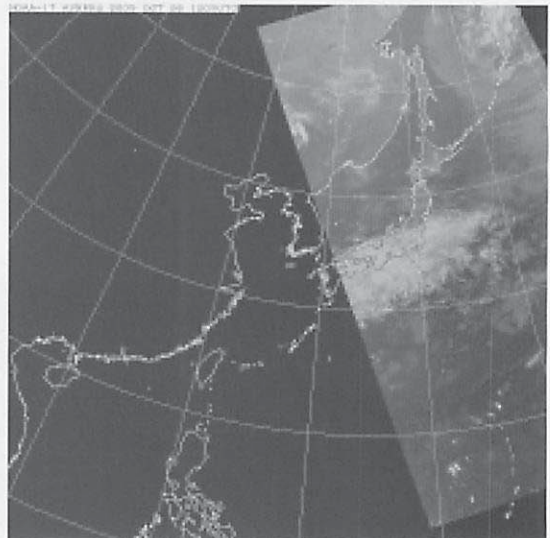
東アジア PS (VIS)



北東日本 PS (VIS)

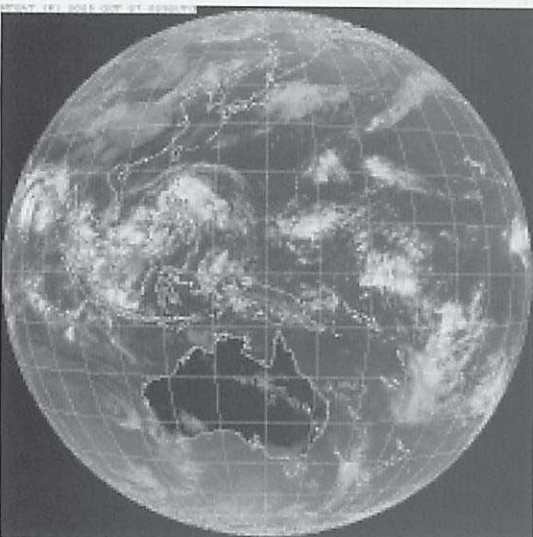


南西日本 PS (VIS)

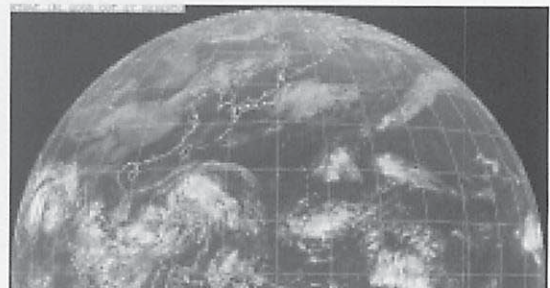


東アジア PS (NOAA CH1)

図 2-1-8 予報作業用画像 (一般用)



全球 (IR1)



北半球 (IR1)

図 2-1-9 予報作業用画像 (航空用)

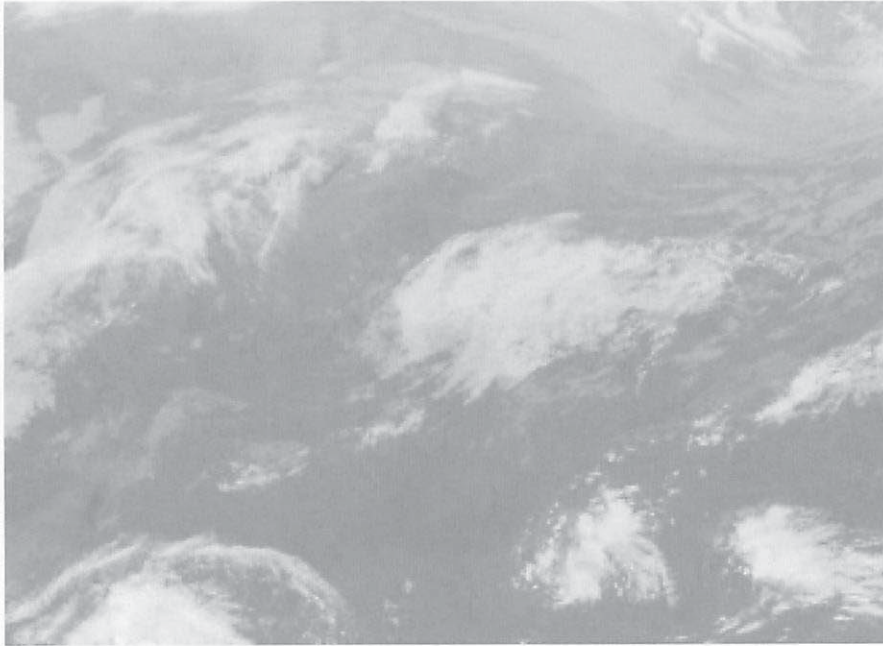


図 2-1-10 予報作業用データ (統合ビューワ用 IR1)

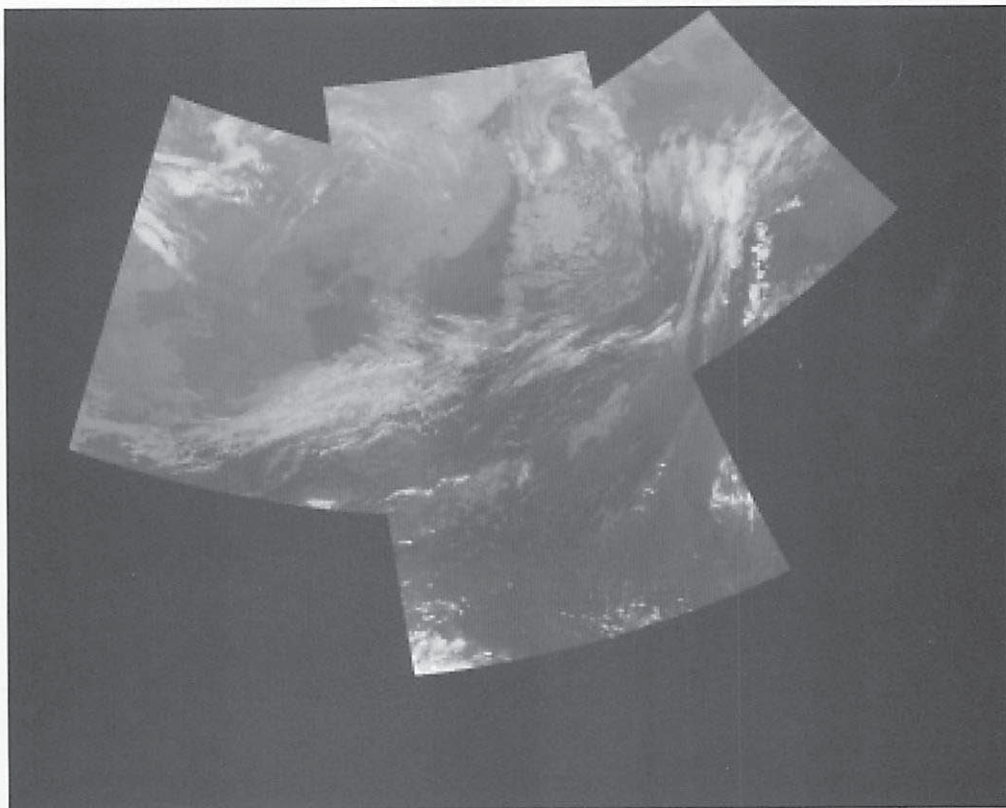


図 2-1-11 予報課用 NOAA 直接受信高分解能画像 (CH4)

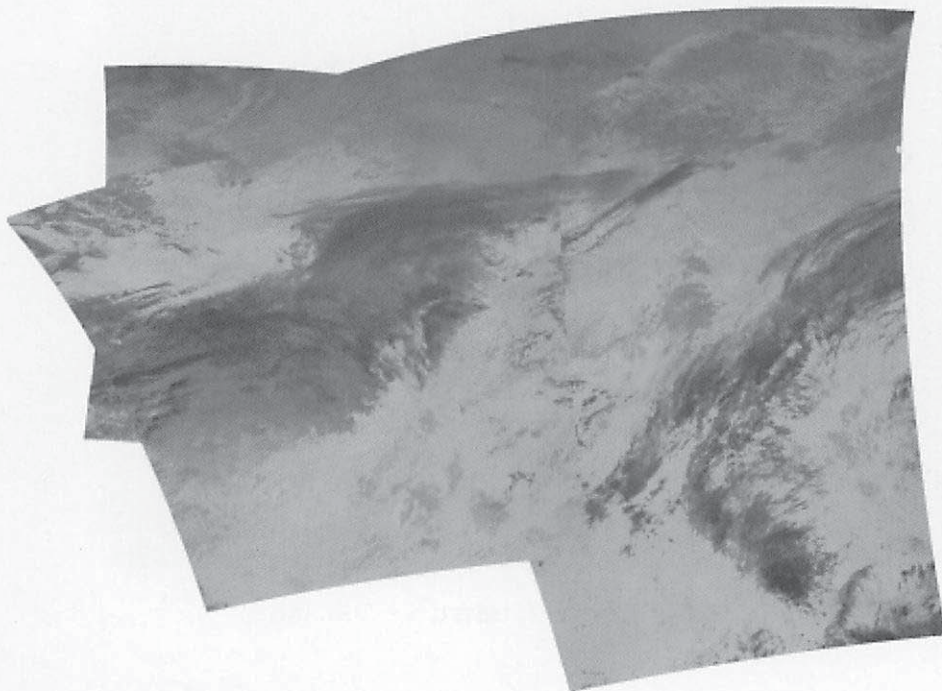


図 2-1-12 予報作業用データ (天気図解析システム用 NOAA CH4)

2-2 衛星風

Atmospheric Motion Vector

Abstract

Atmospheric Motion Vector (AMV) has been derived at MSC by tracing the move of target in successive images since April 1979. AMV is important data especially for initial value of NWP model because of its wide and homogeneous distribution in space. With the commencement of formal operation of MTSAT-1R, the time interval of observations for deriving AMV was reduced from 30 to 15 minutes. MSC started AMV derivation from MTSAT-1R observations in July 2005. Also hourly AMV product has begun in addition to updated 6-hourly AMV products (00,06,12,18UTC) making use of more frequent observations of MTSAT-1R. AMV is derived from IR1, VIS and WV images and its coverage areas are 50N-50S 90E-170W for 6-hourly AMV and 50N-0S 90E-170W for hourly AMV. 6-hourly AMV is coded into WMO format (SATO and BUFR) and transmitted to worldwide users via GTS, while hourly is transmitted to Numerical Prediction Division of JMA via FTP and is used internally.

2-2-1 はじめに

気象衛星センターでは、静止気象衛星が一定の時間間隔で観測した画像を用いて、雲や水蒸気分布の動きを追跡することにより、上層・下層雲移動風(1978年4月～)(浜田,1979)と水蒸気移動風(1995年6月～)(内田・高田,1996)の算出を行っている。これらの衛星風ベクトルデータは、衛星が観測する全ての領域において、空間的に均質なデータを提供することが出来る。高層観測の疎らな地域においてもデータが算出され、数値予報モデルの初期値として重要なデータとなっている。

近年、数値予報モデルの高度化が進み、より高品質な衛星風データの即時的な提供が求められている。これに対して、2003年5月のGOES-9バックアップ運用開始時に算出密度の高密度化、品質管理の完全自動化、品質指標を付加したBUFR形式での配信(大河原・今井・隈部,2004)を開始した。また、計算機更新が行われた2005年3月には半透明の巻雲についての高度指定法(Xu J. et al,1998)を導入した。さらに運輸多目的衛星新1号(以下「MTSAT-1R」という)の運用開始をうけて、2005年7月14日03UTCから毎時衛星風の配信

を開始した。毎時衛星風は気象庁数値予報課の要請に答えるもので、数値予報課プロダクト毎時風解析(西島,2004)の入力データとなる。

算出処理はまず、雲や水蒸気分布を追跡し、始点と終点から風向風速を計算する。次に赤外面像及び水蒸気画像の輝度温度と鉛直温度分布の予報値に基づいて高度を設定する。そして、計算されたそれぞれの風ベクトルに対して品質情報を計算し、配信する。00,06,12,18UTCの衛星風はSATO, BUFR形式に変換して、GTS回線を経由して世界各国に配信する。毎時衛星風はDCDH形式に変換してFTPで数値予報課へ配信する。

本稿では、衛星風プロダクトの算出に使用するデータ、処理内容、運用方法、精度統計について述べる。

2-2-2 使用するデータ

衛星風算出処理で使用するデータには次のものがある。

(1) 画像データ

赤外、可視、水蒸気それぞれの、連続して観測した3枚の画像を使用する。詳しくは2-2-4運用方

法を参照。

(2) 数値予報鉛直温度分布データ

数値予報課から配信される予報値及び予報に時間内挿をかけて作成したデータを使用する。衛星で観測される輝度温度を気圧高度に変換するために使用する。

(3) 赤外水蒸気放射量対応テーブル

ある特定の高度における赤外チャンネルと水蒸気チャンネルの輝度温度を、湿度（鉛直温度分布データおよび決められた一定値）をパラメータとして放射モデルに基づいて計算し、テーブルにしたものである。赤外と水蒸気画像を使用した高度計算で使用する。

(4) 数値予報格子点風データ

数値予報課から配信される予報値及び予報に時間内挿をかけて作成したデータを使用する。品質指標を付加する処理で使用する。

(5) 高層観測データ、ウインドプロファイラデータ

数値予報課から配信される高層観測データ及びウインドプロファイラデータである。精度評価のための統計資料を作成する時に使用する。

2-2-3 処理内容

MTSAT-1R への運用衛星移行に伴い、観測スケジュールが大きく変更された。衛星風の処理スケジュールも変更され、毎時衛星風プロダクトの作成が始まった。以前から算出している 00,06,12,18UTC (6 アワリ)の衛星風と 01-05,07-11,13-17,19-23UTC の衛星風で一部処理内容が異なることに注意されたい。図 2-2-1 に、6 アワリの衛星風算出処理のフローチャートを示す。

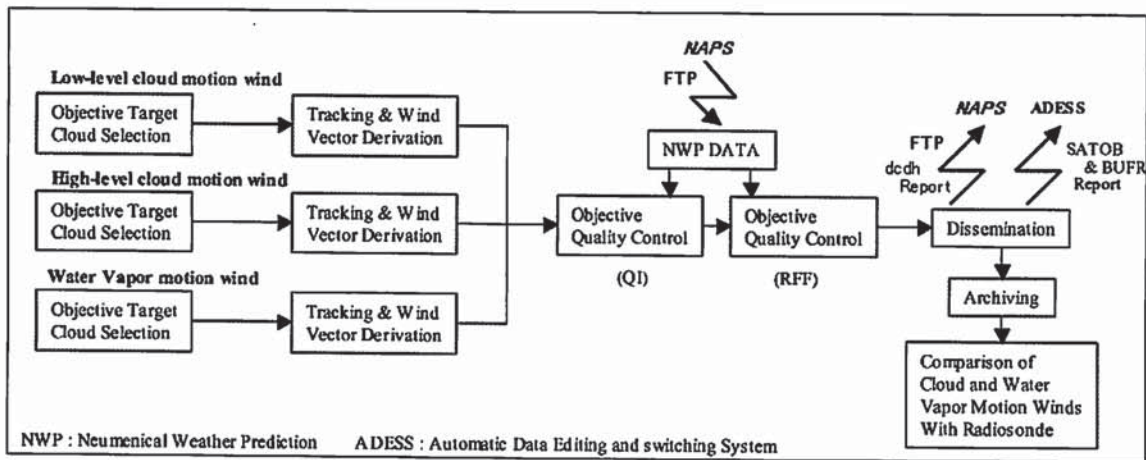


図 2-2-1 6 アワリの衛星風算出処理のフローチャート

6 アワリ以外の衛星風も基本的な処理は 6 アワリ衛星風と変わらないが、SATOB, BUFR 形式での ADESS を経由しての配信を行わず、数値予報課へのみ提供する。提供する時のファイル形式はデコードデータ形式である。デコードデータ形式は数値予報課が開発した

ファイルフォーマットでデータの内容により複数の種類に分類されている。衛星風データは DCDH 形式が該当する。また、6 アワリで付加していた 2 種類の品質指標のうち RFF の付加を行わない。図 2-2-2 に、6 アワリ以外の衛星風算出処理のフローチャートを示す。

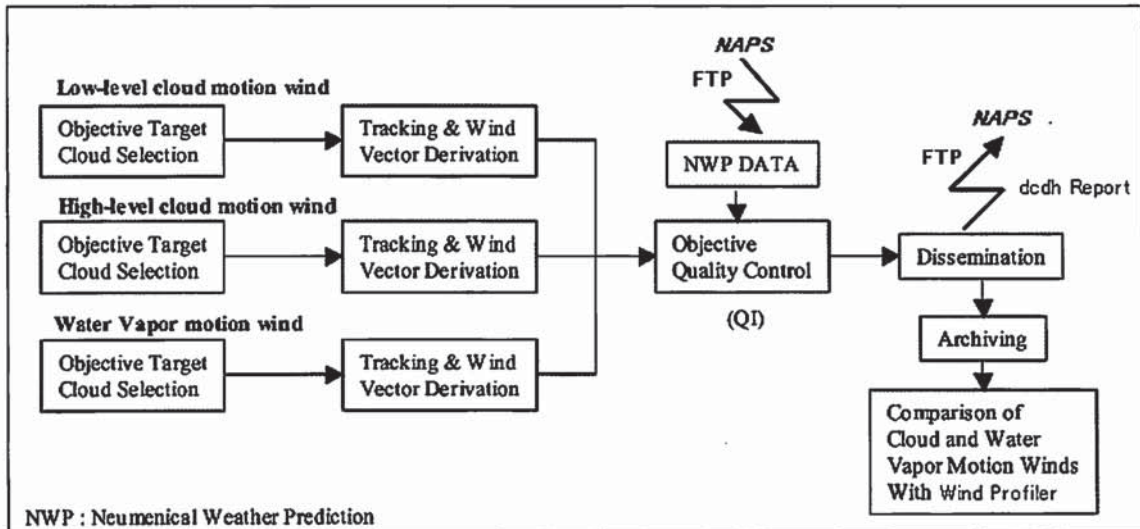


図 2-2-2 6 アワリ以外の衛星風算出処理のフローチャート

2-2-3-1 各処理の概要

衛星風算出処理は、①ターゲット選択処理、②風算出処理、③品質管理処理からなる。各処理の内容については、浜田(1979)、大島(1989)、内田・高田(1996)に詳しい。

2-2-3-1-1 ターゲット選択処理

衛星風の算出領域は 50N-50S、90E-170W である。この領域内の緯経度 0.5 度間隔の格子点をターゲット選択の候補点とする(最大 40000 点)。ベクトル算出は、ターゲット候補点を中心とした 32×32 ピクセルの矩形の画像と類似したパターンを前または後の観測時刻の画像から探査することで行うのであるが、その前に候補点を中心とした矩形の画像が、算出に相応しいものかどうかをヒストグラム解析により選択する。上層雲移動風用には巻雲を、下層雲移動風用には積雲を選択する。水蒸気移動風用には、水蒸気画像における風の流れを代表する水蒸気分布を選択する。選択において、赤外画像での該当領域のヒストグラムを用いて高度制限を行っている。上層ではヒストグラムの主要部が 500hPa 相当から 150hPa 相当の間に含まれるものを、下層では 950hPa 相当から 650hPa 相当の間に含まれるものを採用している。

2-2-3-1-2 風算出処理

風算出処理は、(1)追跡処理、(2)風向・風速の計算処理、(3)高度指定処理の 3 処理から成る。

(1) 追跡 (マッチング) 処理

相互相関法によるパターンマッチングにより移動量が決定される。マッチングは、一つのベクトル算出に対して必ず二回行う、二段二段マッチングを採用している。まず、サンプリングした画像を用いた粗マッチングを行い、おおよそのターゲットの移動先を決定する。次に、粗マッチングで決定された移動先の位置を中心とした、サンプリングしない画像を用いて補正マッチングを行う。

(2) 風向・風速の計算処理

ターゲットの位置と追跡処理により決定された一定時間経過後の画像における位置は、地球上の緯度・経度に変換され、風向・風速が算出される。

(3) 高度指定処理

① 下層雲移動風

積雲を追跡して得られる下層雲移動風の高度指定には、Tokuno(1998)の手法が採用されている。この手法では、赤外チャンネルのヒストグラムと鉛直温度分布データから下層雲の雲底高度を算出し、これを下層移動風の高度とする。ただし、雲底高度が 850hPa より高く算出された時は、850hPa とする。

② 上層雲移動風

巻雲を追跡して得られる上層雲移動風の高度には、赤外と水蒸気画像のデータから決定した雲頂高度が採

用される(補正ヒストグラムによる最低温度法)。このうち、ある条件を満たして半透明な巻雲と見なされた上層雲については、Xu J. et al.(1998)の手法により高度が算出される。

③ 水蒸気移動風

水蒸気分布を追跡して得られる水蒸気移動風の内、雲域を追跡して得られる(高高度の)水蒸気移動風の高度には赤外と水蒸気画像から算出した雲頂温度が採用されている(補正ヒストグラムによる最低温度法)。このため晴天域、あるいは水蒸気画像では見えないほどの低高度の雲域では指定される高度が通常考えられないほどの低い高度になる。そこで 400hPa 以下の高度に指定された水蒸気移動風については、追跡領域内の水蒸気画像の平均輝度温度に基づいて指定し直す処理を行っている。

2-2-3-1-3 品質管理処理

全ての衛星風に対して、同様な品質管理が計算機で自動処理にて行われる。自動品質管理処理には、2種類の独立した手法が世界の主要な衛星風算出機関で主流となっている。EUMETSAT で開発された QI 法と、University of Wisconsin-Madison - Cooperative for Meteorological Satellite Studies (UW-CIMSS)で開発された RFF 法である。品質管理手法の詳細については、大河原・今井・隈部(2004)に詳しい。

これら独立した2つの品質管理は、計算機上で全自動処理にて行われ、それぞれの風ベクトルデータに対して品質指標が算出される。

2-2-3-2 データ配信処理

衛星風算出処理のデータ配信には、SATO B 報、BUFR 報及び DCDH 形式での配信を採用している。

SATO B 報は、電文容量の制限から、配信できるデータ数に上限がある。このため、QI を参照して品質の高いデータのみ(QI \geq 0.85)を選択し、更に空間的に間引いて(緯経度1度間隔)GTS 回線経由で世界の予報機関に配信している。なお、将来的に、SATO B 報の配信は廃止される予定である。

BUFR 報は、衛星風データ(風速・風向・緯経度・高度)に加えて、その他の情報も自由に付加することができ、バイナリ形式のためデータ容量も小さい。算出された衛星風データは、QI の値が著しく低いものを除いた全てのデータが、3種類の品質フラグ(QI に関しては予報値一様性検査要素を含むものと含まないものの2種類+RFF)を付加し、GTS 回線経由で世界各国に配信されている。

DCDH 形式は、気象庁数値予報課が規定したデータ形式で、衛星風データ(風速・風向・緯経度・高度)に加えて品質情報も付加することができる。現在の運用では、算出されたすべての衛星風データは QI を付加されて、FTP で気象庁数値予報課に配信されている。

2-2-4 運用方法

図2-2-3に00UTCから07UTCのMTSAT-1R観測スケジュールと各時刻の衛星風が使用する画像を示す。

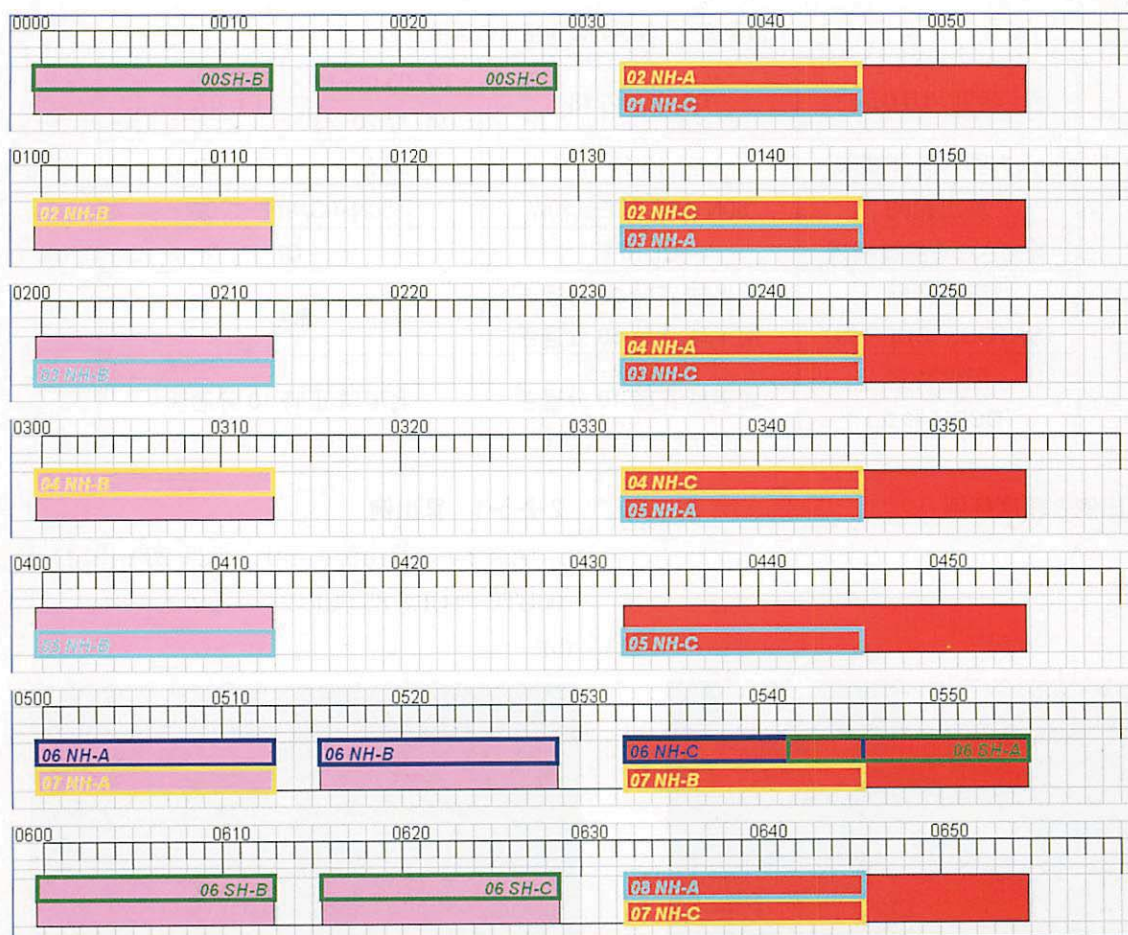


図 2-2-3 MTSAT-1R 観測スケジュールと各時刻の衛星風算出に使用する観測

hh NH-A, B, C: *hh* UTC の北半球衛星風算出に使用される画像

hh SH-A, B, C: *hh* UTC の南半球衛星風算出に使用される画像

6 アワリの衛星風算出には 2 枚の北半球画像、1 枚の全球画像、2 枚の南半球画像を使用する。最初の 3 枚の画像 NH-A, NH-B, NH-C がそろったところで北半球の算出を開始し、すべてそろったところで SH-A, SH-B, SH-C から南半球の算出を開始する。衛星風の観測時刻には 3 枚目の画像の観測開始時刻を採用しており、北半球と南半球で異なる。

毎時衛星風は基本的に二つの全球観測とその間の北半球観測の画像を用いて、北半球の領域で算出される。

00,06,12,18UTC 帯は南半球観測(例えば図 3 では 00SH-B,C,06SH-B,C)を行うため、全球観測の間に北半球観測が無い。このため 01,07,13,19UTC の毎時衛星風は二つの全球観測とその前の北半球観測を用いて、北半球の領域で算出される。2 枚目(B)と 3 枚目(C)の画像から作成したベクトルが衛星風として出力されるので、毎時衛星風算出に使用される画像の時間間隔は基本的に 30 分、01,07,13,19UTC は 60 分であり、6 アワリ衛星風の 15 分と異なる。

表 2-2-1 各時刻の衛星風の運用

時刻 (UTC)	00, 06, 12, 18	02-05 08-11 14-17 20-23	01, 07, 13, 19
入力画像時間間隔	15 分	30 分	60 分
算出範囲	50N-50S, 90E-170W	50N-0S, 90E-170W	
算出される品質指標	QI, RFF	QI	
配信時刻 (SATOB、BUFR 報)	北半球:正時 20 分過ぎ 南半球:正時 50 分過ぎ	無し	
配信時刻 (DCDH 形式)	北半球:正時 10 分過ぎ	北半球:正時 10 分過ぎ	

2-2-5 算出例と精度評価

2-2-5-1 算出例

図 2-2-4 に算出例を示す。例は 2005 年 11 月 29 日 00UTC の QI が 85 以上のベクトルをプロットしている。

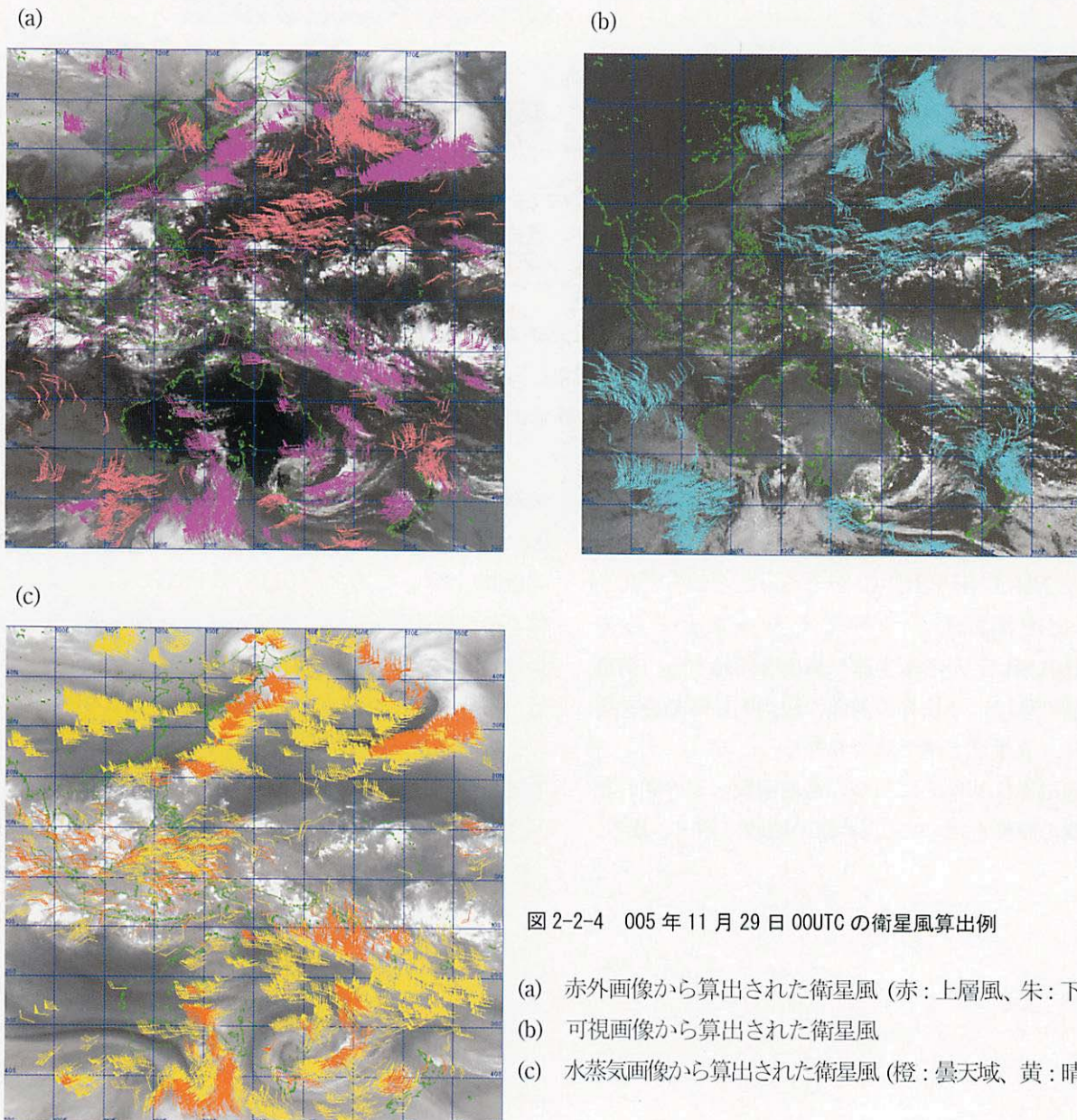


図 2-2-4 005 年 11 月 29 日 00UTC の衛星風算出例

- (a) 赤外画像から算出された衛星風 (赤: 上層風、朱: 下層風)
- (b) 可視画像から算出された衛星風
- (c) 水蒸気画像から算出された衛星風 (橙: 曇天域、黄: 晴天域)

2-2-5-2 精度統計

算出された風データの精度を評価するために、高層観測及びウインドプロファイラデータとの比較を行っている。比較は毎日行い、一ヶ月分のデータをまとめて統計処理する。毎時衛星風は比較できるレーウィン

データが無いのでウインドプロファイラデータと比較している。比較するウインドプロファイラは日本付近のものだけである。

2003年10月から2005年9月の統計結果を図2-2-5に示す。

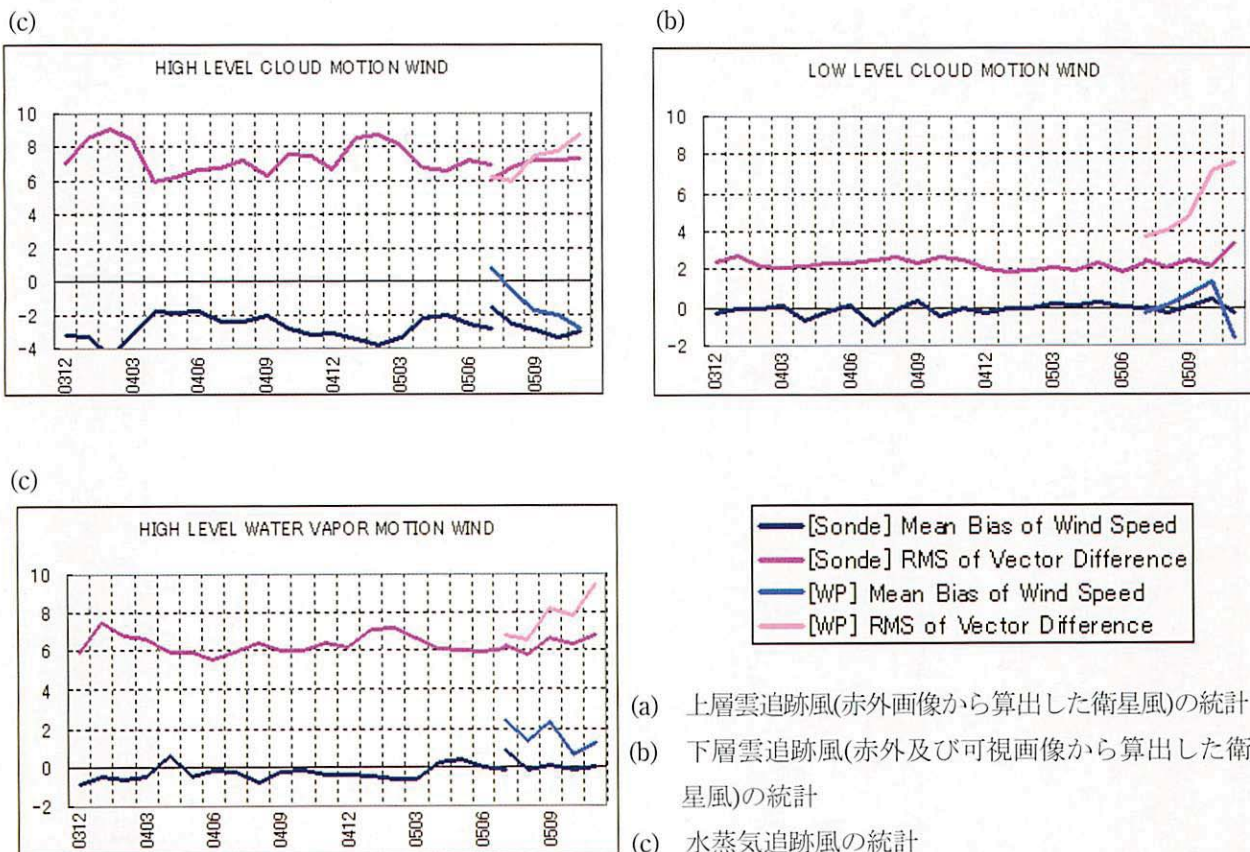


図2-2-5 高層観測及びウインドプロファイラとの比較統計

参考文献

Holmlund, K.,1998 : The utilization of statistical properties of satellite-derived atmospheric motion vectors to derive quality indicators, Weather and Forecasting, 13, 1093-1104.
 Tokuno M.,1998 : Improvement in the method to extract operational cloud motion winds and water vapour motion winds of the GMS-5 system, Proceedings of 4th IWW, 61-68.
 Timothy L. Olander,2001 : UW-CIMSS Satellite-Derived Wind Algorithm User's Guide(Version 1.0).
 XU J., ZHANG Q., FANG X., LIU J.,1998 : Cloud motion winds from FY-2 and GMS-5 meteorological

Satellites, Proceedings of 4th IWW, 41-48.
 大河原望, 今井崇人, 隈部良司,2004 : 高密度衛星風プロダクトの開発,衛星センター技術報告.
 内田裕之, 高田左知男,1996 : 雲移動風・水蒸気移動風.GMS システム更新総合報告 II, データ処理編, 気象衛星センター技術報告特別号 II(1989),85-102.
 大島隆,1989 : 風計算処理気象.GMS-5 システムの更新, 衛星センター技術報告,28,43-49.
 浜田忠昭,1979 : 風計算.GMS システム総合報告、データ処理解説編(その 2),気象衛星センター技術報告(特別号 II-2),15-42.
 西嶋信, 2004 : 毎時風解析. 平成 16 年度数値予報研修テキスト, 気象庁予報部, 63-65.

2-3 輝度温度・アルベド格子点 Brightness Temperature and Albedo distribution

Abstract

The grid data of Brightness Temperature observed by all infrared channels and albedo observed by the visible channel of the geostationary satellite are operationally generated in MSC as inputs into the Numerical Weather Prediction. The data are hourly generated on 0.1 degrees latitude and longitude grids covering the area of 60 degrees North to 60 degrees South and 80 degrees East to 160 degrees West.

The Brightness Temperature data contained in the Monthly Report CD-ROM are generated by the same process as operational method, but the spatial resolution is decreased to 0.5 degrees and only 00UTC data of the IR-1 channel (10.5-11.5 microns) are included. The format of the data is ASCII and the unit of the brightness temperature is Kelvin.

2-3-1 はじめに

静止衛星の赤外チャンネルの観測から得られる輝度温度と可視チャンネルの観測から得られるアルベドの格子点データは、数値予報利用を目的に、衛星センターで現業的に作られている。また、本プロダクトは GMS シリーズで作成されていた長波長放射量 (大澤,1989) に代わるプロダクトとして MTSAT-1R 正式運用に伴い提供を始めた。なお、GOES-9 運用期間中は本プロダクトもしくはこれに順ずるプロダクトは作成されていなかった。

2-3-2 輝度温度アルベド格子点作成処理

本データは MTSAT-1R の標準画像フォーマットである HRIT データから直接作成される。赤外全チャンネルについては輝度温度 (K) に変換した値を、可視チャンネルからはアルベドに変換した値を作成しており、毎時の全球データからそれぞれ作成している。作成範囲は北緯 60 度から南緯 60 度、東経 80 度から西経 160 度の領域で、空間解像度は 0.1×0.1 度である。また、 0.1 度解像度の各グリッドに対応する衛星画像の値としては最近接画素にある値を使用している (サンプリング値)。

2-3-3 データ形式

作成されたデータは GRIB 形式で保存している。フォーマットの詳細については次の URL を参照のこと。
<http://www.wmo.ch/web/www/WDM/Guides/Guide-binarity-2.html>

作成されたデータは FTP によりユーザーに提供している。

2-3-4 月報処理

本データは衛星センター月報にも保存されている。ただし、参照データという位置付けにしているため、解像度は 0.5 度格子、さらに赤外 1 チャンネルの輝度温度データのみが格納されている。また、その形式は、アスキー形式で、輝度温度の単位はケルビンである。

参考文献

大澤和裕, 1989 : 5.2. 長波長放射, 気象衛星センター技術報告 特別号 (1989) II GMS システム更新統合報告 (1989 年版) II-データ処理編, 117-122

2-4 MTSAT-1R 海面水温

MTSAT-1R Sea Surface Temperature

Abstract

GMS-5 Sea Surface Temperature products had been calculated by Multi-Channel Sea Surface Temperature (MCSST) retrieval algorithm, using conventional global all-year constant coefficients. SST calculated by this method had regional and seasonal biased error since the method did not take into account of regional and seasonal change of vertical absorber profiles. To decrease these biased error, MTSAT-1R Sea Surface Temperature (SST) products are estimated by a new method with dynamically updated regression coefficients. The SST product is calculated within a range from 60 degrees north latitude to 60 degrees south latitude and from 80 degrees east longitude to 160 degrees west longitude every 3 hours. The spatial resolution of SST product is a 0.25 by 0.25 degree grid. SST products are distributed to Global Environment and Marine Department of JMA.

The preliminary results of studies on MTSAT-1R SST accuracy show that the biased error of SST by the new method is smaller than that of the conventional SST, especially in the southern hemisphere.

JMA plans to provide Global Ocean Data Assimilation Experiment (GODAE) members with MTSAT-1R SST products on a real-time basis, after assuring the quality of SST.

2-4-1 はじめに

気象衛星センターでは、静止気象衛星のデータを用いて、北緯 60 度から南緯 60 度、東経 80 度から西経 160 度の範囲の海面水温を 0.25 度の緯度経度格子で 3 時間毎に算出し、気象庁地球環境・海洋部海洋気象課海洋気象情報室に提供している。

海面水温の算出手法には Multi-Channel Sea Surface Temperature (MCSST)法を用いている(安田, 白川,1999)。しかし、算出係数は通年及び全領域で同一の係数を用いていたため、大気の水蒸気量の鉛直分布の偏り等による影響で局所的、季節的バイアス誤差が生じていた。

海面水温プロダクトは、静止気象衛星 5 号の VISSR 運用終了に伴い休止していたが、運輸多目的衛星新 1 号 (以下、「MTSAT-1R」という。) の運用開始後に再開した。MTSAT-1R の観測データを用いて海面水温プロダクトを再開するに当たり、格子間隔、算出頻度、算出式は従来と同様としたが、局所的、季節的バイア

ス誤差を軽減するため、MCSST 法の算出係数を動的なものとする新手法を採用した。この動的な算出係数は、数値予報解析値を用いた放射伝達計算によるシミュレーションデータの赤外輝度温度を利用し、5 つの緯度帯(北緯 60 度から北緯 40 度、北緯 40 度から北緯 20 度、北緯 20 度から南緯 20 度、南緯 20 度から南緯 40 度、南緯 40 度から南緯 60 度)の算出係数を 1 日 2 回、昼間用(00UTC)と夜間用(12UTC)について作成している。

この結果、固定された係数を用いる従来の手法と比べて、バイアス誤差が軽減していることが確認された。ここでは、その新手法の詳細と初期の精度評価について報告する。

2-4-2 新たな海面水温の算出手法

(1) 動的な算出係数の作成

海面水温の算出式は、MCSST 法により次式で表される。

$$SST = aTb11 + b(Tb11 - Tb12) + c(Tb11 - Tb12) \times (\sec \theta - 1) + d$$

SST(K): 算出される海面水温

Tb11(K): 赤外1ch輝度温度 Tb12(K): 赤外2ch輝度温度

θ (度): 衛星天頂角 a, b, c, d : 算出係数

(1)

(1)式の算出係数は重回帰分析により求められる。独立変数には、放射伝達計算から求められた①赤外 1chの輝度温度、②赤外1chと赤外2chの輝度温度の差分、③赤外 1chと赤外 2chの輝度温度の差分に衛星天頂角補正係数を掛けたものが用いられる。なお、①の放射伝達計算から求められた輝度温度は、GOES-9の輝度温度と比較して補正した値を用いている。従属変数には、放射伝達計算の入力データである数値予報解析値の海面水温値を用いている。

季節によるバイアス誤差を軽減するため、毎日2回(00UTC及び12UTC)算出係数を作成している。

緯度によるバイアス誤差を軽減するため、5つの緯度帯(北緯60度から北緯40度、北緯40度から北緯20度、北緯20度から南緯20度、南緯20度から南緯40度、南緯40度から南緯60度)の係数を作成している。

昼間と夜間のバイアス誤差を軽減するため、昼間用(21UTC、00UTC、03UTC、06UTC)と夜間用(09UTC、

12UTC、15UTC、18UTC)の2種類を作成している。すなわち、00UTCに昼間用の算出係数を、12UTCに夜間用の算出係数をそれぞれ作成している。

(2) 算出係数の内挿

2.1項の手法により作成された緯度帯別の算出係数であるが、そのまま使用すると緯度帯同士の境界で海面水温値が不連続になることが予想される。そのため、隣接する算出係数の緯度帯中心からの距離によって内挿した算出係数を用いている(図2-4-1)。(1)式で分かるように、算出式は全て1次の項であるため、線形内挿によって求めている。例えば、北緯45度の算出係数Yは、北緯60度から北緯40度(中心緯度:北緯50度)の算出係数A、北緯40度から北緯20度(中心緯度:北緯30度)の算出係数Bを用いて、(2)式により求められる。

$$Y = \frac{(50 - 45) \times A + (45 - 30) \times B}{50 - 30} \quad (2)$$

(2)式を(1)式の4個の係数 a, b, c, d 全てについて適用し、算出係数を決定する。

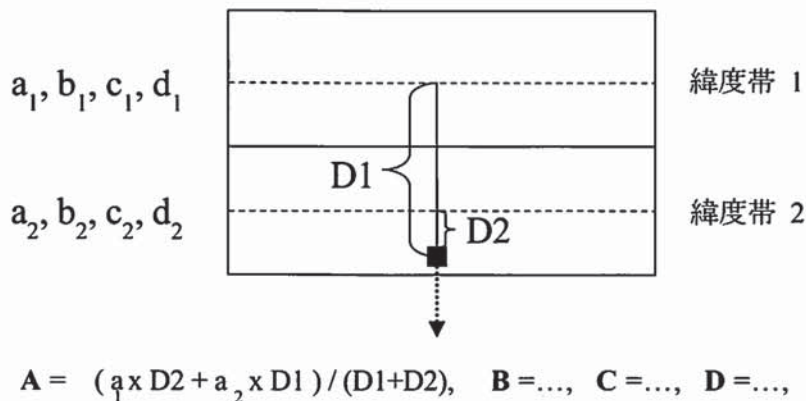


図2-4-1 算出係数の内挿の概念図

a_1, b_1, c_1, d_1 は緯度帯1の算出係数、 a_2, b_2, c_2, d_2 は緯度帯2の算出係数、 A, B, C, D は実際に海面水温算出に用いる算出係数である。

(3) 海面水温値の算出

各格子における海面水温値は、先ず各種晴天判別処理(白川,1996)により格子内の曇天画素を除去し、格子内の晴天画素平均の赤外輝度温度、および算出に必要な

格子中心における衛星天頂角が算出される。

次に、(1)式により作成された算出係数を用いて、晴天判別処理で求められた赤外輝度温度と衛星天頂角から(2)式により海面水温値を算出する。

なお、算出された海面水温値は、海洋気象情報室作成の海面水温解析値と比較され、基準値以上の開きがあるものについては異常値として棄却する。

2-4-3 精度評価

新手法を用いた MTSAT-1R の海面水温プロダクトについて、2005 年 9 月分の結果を用いて初期の精度評価を行ったので報告する。

従来の手法で算出された 2002 年 9 月の GMS-5 による海面水温値と新手法で算出された 2005 年 9 月の MTSAT-1R による海面水温値について、それぞれブイデータと比較した散布図を図 2-4-2 に、統計値を表 2-4-1 に示す。

図 2-4-2 より、GMS-5 では高温部において負のバイアスが見られるが、MTSAT-1R では改善されていることが分かる。また、二乗平均誤差は、赤外データの量

子化が 8 ビットから 10 ビットに向上することにより 0.9K から 0.4K 程度まで改善されることが想定されていた(安田,1997)。表 2-4-1 より、想定ほどではないものの二乗平均誤差は 1.12K から 0.91K へと改善されており、精度が向上していることが確認された。

次に、従来の手法と新手法により算出された 2005 年 9 月 5 日の海面水温値のバイアス誤差を緯度別に比較したものを図 2-4-3 に示す。なお、この比較では、ブイ観測値は空間的に不均一な分布をしており、またデータサンプル数も少ないため、海洋気象情報室作成の海面水温解析値と比較を行った。

従来の手法では大きなバイアス誤差が見られるが、新手法ではバイアス誤差が減少しており、特に南半球での改善効果が大きいことが確認された。なお、北半球の高緯度帯で大きなバイアス誤差が見られるが、これは霧を中心とした下層雲域が完全に除去されなかったためと考えられる。

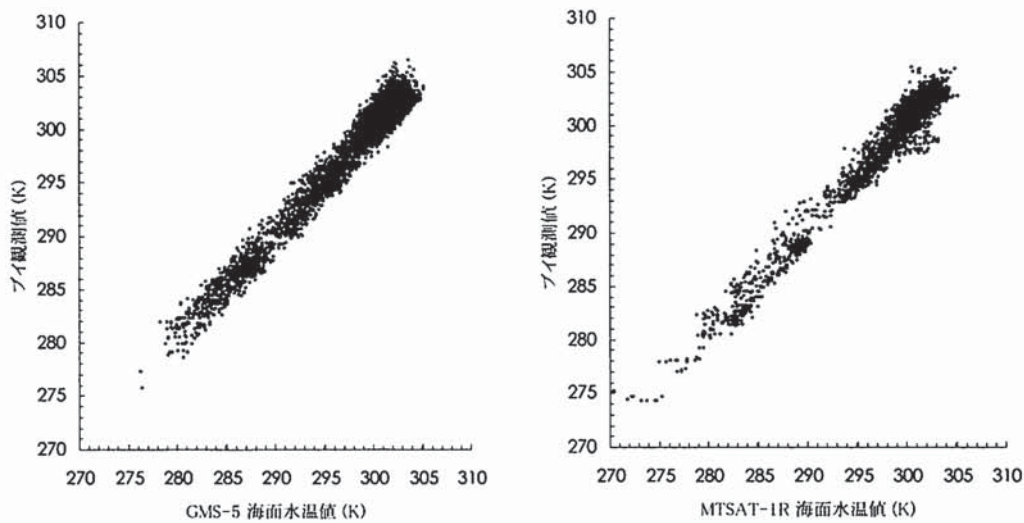


図 2-4-2 衛星データから算出された海面水温値とブイによる観測値との比較図

(左)GMS-5 の海面水温値とブイ観測値との比較 (右)MTSAT-1R の海面水温値とブイ観測値との比較

表 2-4-1 衛星データから算出された海面水温値—ブイによる観測値の統計値

SST	N	BIAS	RMS	SST	N	BIAS	RMS
-283	129	-0.30	1.22	-283	192	-0.39	1.36
283-293	1358	-0.09	1.06	283-293	523	-0.02	1.14
293-	9976	-0.52	1.12	293-	7429	-0.28	0.88
ALL	11463	-0.46	1.12	ALL	8144	-0.27	0.91

(左)GMS-5 の海面水温値—ブイ観測値

(右)MTSAT-1R の海面水温値—ブイ観測値

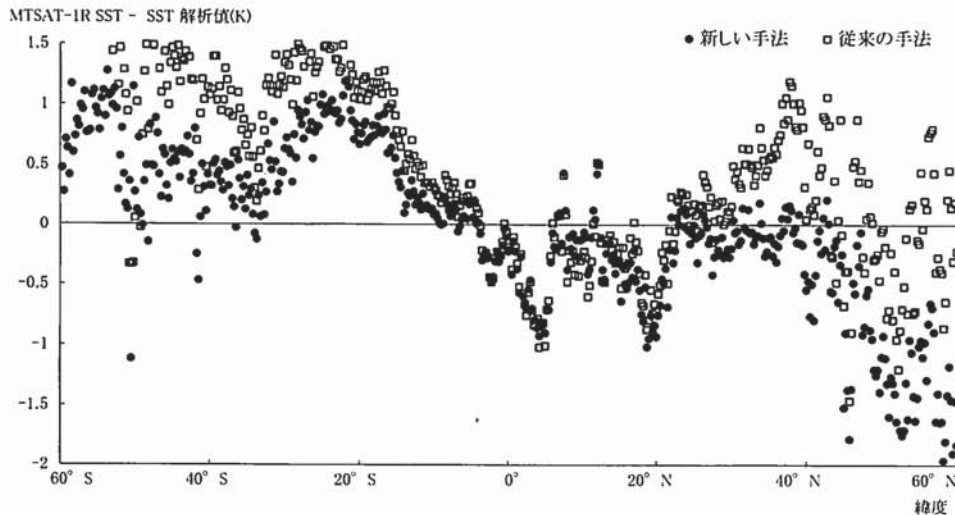


図 2-4-3 緯度別のバイアス誤差の比較

2005年9月5日のMTSAT-1Rの海面水温値と海洋気象情報質作成の海面水温解析値を比較した。

2-4-4 おわりに

従来の固定値の算出係数を用いる手法に代えて、動的な算出係数を用いる新手法を採用した結果、バイアス誤差を軽減することができ、プロダクトの品質向上に繋げることができた。今回は初期の精度評価ということもあり季節的バイアス誤差が軽減されたかについてはまだ判明していないが、今後も引き続き精度評価をおこない、結果が良好であれば、海洋気象情報室を通じて、本プロダクトの全球海洋データ同化実験(GODAE: Global Ocean Data Assimilation Experiment)へのリアルタイム提供を検討している。

参考文献

- 白川嘉茂,1996: 海面水温,気象衛星センター技術報告 特別号(1996),95-101.
- 安田宏明,白川嘉茂,1999: 静止気象衛星データを用いた海面水温算出方法の改良,気象衛星センター技術報告,37,19-33.
- 安田宏明,2001: MTSATのイメージャデータから期待される海面水温精度の見積もり,気象衛星センター技術報告,3,1-12.

2-5 エ어로ゾルの光学的厚さ Aerosol Optical Thickness

Abstract

The Meteorological Satellite Center has produced Aerosol Optical Thickness (AOT) in the vicinity of Japan over clear sea using visible channel data since December 2002. AOT is defined as the aerosol optical thickness at 500nm of wavelength and retrieved referring to Look Up Tables generated by radiative transfer calculations beforehand. AOT is calculated in 0.20° latitude / 0.25° longitude grid seven times a day, from 00 UTC to 06 UTC, hourly, and transmitted to Atmospheric Environmental Division of Japan Meteorological Agency via FTP. From the calculation result, the density of aerosol in the atmosphere can be understood. Especially, it is used to monitor the distribution and the density of dust (Kosa) that comes flying to Japan.

2-5-1 はじめに

エアロゾルは大気中に浮遊する微小な粒子で、海塩粒子、鉱物粒子、煤煙粒子、硫酸性粒子などがある。大気中のエアロゾルは、日射を吸収・散乱し、地表・大気における放射収支量に影響を及ぼす。このため、エアロゾルに関する情報は気候変動予測において重要とされている。また、近年、日本への黄砂の飛来が増加し、交通機関への影響など社会生活の多様な面への影響が懸念されるようになった。それに伴い、黄砂に関する情報の需要が高まっている。気象衛星センターでは、文部科学省の科学技術振興調整費による「風送ダストの大気中への供給量評価と気候への影響に関する研究」(第I期:2000~2002年度)の一環として、気象研究所と協力してエアロゾルプロダクトを開発し(大河原・吉崎・徳野、2003)、2002年12月より運用している。

エアロゾルに関するパラメータには、エアロゾルの光学的厚さと Ångström 指数がある。前者は、エアロゾル濃度を表し、後者はエアロゾルの粒径の指標を表す。この処理では、放射伝達計算によりあらかじめ作成されたルックアップテーブル(LUT)を参照して、静止軌道衛星の可視データから固定した Ångström 指数における 500nm のエアロゾルの光学的厚さを算出し、配信する。算出結果からは、日本近海における大

気中のエアロゾル濃度を把握することができる。特に、日本に飛来する黄砂の分布・濃度の監視に利用される。

2-5-2 算出原理

2-5-2-1 エ어로ゾルに関する2つのパラメータ

(1) エ어로ゾルの光学的厚さ

光学的厚さとは、光を散乱、吸収する物質の濃度(大気気柱内に含まれる総量)を示す値で、地上で観測される直達日射量と次式の関係がある。

$$I(\lambda) = I_0(\lambda) / S \times \exp[-\{\tau_a(\lambda) + \tau_R(\lambda) + \tau_{gas}(\lambda)\}m]$$

ここで、

$I(\lambda)$: 波長 λ における直達日射量の観測値

$I_0(\lambda)$: 波長 λ における大気外日射量(地球-太陽間平均距離)

S : 地球-太陽間距離補正係数

$\tau_a(\lambda)$: 波長 λ におけるエアロゾルの光学的厚さ

$\tau_R(\lambda)$: 波長 λ における空気分子の散乱(レイリー散乱)による光学的厚さ

$\tau_{gas}(\lambda)$: 波長 λ における気体(水蒸気、オゾン、二酸化炭素、酸素など)の光学的厚さ

m : 大気路程

上式は、光学的厚さが τ の時に、大気上端に入射した光が地上で $1/e$ まで減衰することを意味する。エアロゾルの光学的厚さとは、光学的厚さ全体のうち

エアロゾルによる減衰分 $\tau_a(\lambda)$ のことを指す。

この処理では、エアロゾルの光学的厚さとして一般的に用いられる波長 500nm における値 $\tau_a(500)$ を算出する。

(2) Ångström 指数

エアロゾルの光学的厚さ $\tau_a(\lambda)$ と観測波長 λ の間には、Ångström によって示された次式がほぼ成り立つとされている。

$$\tau_a(\lambda) = \beta \lambda^{-\alpha}$$

ここで、 α を Ångström 指数、 β を Ångström の混濁係数 (1 μm におけるエアロゾルの光学的厚さ) と呼ぶ。

α はエアロゾルの粒径分布の指標となる。 α が小さい (0 に近づく) 時は黄砂などの大粒子エアロゾルが大気中に卓越していることを示す。この処理では、 α を 0.3、0.4、0.5 の黄砂飛来時に近い 3 つの値に固定して、それぞれの場合についてのエアロゾルの光学的厚さを算出する。

2-5-2-2 LUT

衛星の可視センサーが観測する反射率 R は、次のように書くことができる。

$$R = R_a + R_{mol} + R_g$$

ここで、

R_a : エアロゾル散乱による反射成分

R_{mol} : エアロゾル以外の、大気成分の分子による反射成分

R_g : 地表面からの反射成分

このうち、 R_{mol} は、大気中の水蒸気やオゾンなどの鉛直分布を仮定すれば、放射伝達計算により求めることができる。また、 R_g についても、地表面の光学特性を仮定することにより求めることができる。 R_a はエアロゾルの光学的厚さ、光学特性 (複素屈折率)、粒径分布、形状、波長などのパラメータにより表すことができる。 R_a からエアロゾルの光学的厚さを求めるためには、エアロゾルに関するこれ以外のパラメータを仮定し、複雑な放射伝達計算を解く必要がある。

実際、エアロゾルの光学的厚さ算出にあたっては計算時間短縮のため、あらかじめ放射伝達計算を行って作成した LUT を用いる。LUT は 3 つの Ångström 指数それぞれについて準備されている。LUT では、太陽天頂角 (θ_0)、観測天頂角 (θ)、方位角の差 ($\phi - \phi_0$)、

波長 500nm におけるエアロゾルの光学的厚さ ($\tau_a(500)$) と、大気上端での双方向反射率 ($A = R / \cos \theta_0$) が関係付けられている。この処理では衛星の可視チャンネルの観測データを、角度などのデータと共に LUT を参照することで、波長 500nm におけるエアロゾルの光学的厚さに変換している。

なお、LUT 作成には、これまではエアロゾル粒子が非球形である効果を取り入れた半経験的モデル (Masuda et al., 2002) を用いていたが、運輸多目的衛星新 1 号 (MTSAT-1R) では、非球形粒子の散乱特性を厳密に計算する厳密解モデル (Mano, 2000) を用いている。LUT の作成は気象研究所気象衛星・観測システム研究部第一研究室の真野主任研究官によって行われ、気象衛星センターに提供された。

2-5-3 算出処理

2-5-3-1 算出条件

エアロゾルの光学的厚さは、次の条件を満たす格子について算出される。

- ・算出範囲 : 17.0°-52.0°N、114.0°-150.0°E (格子中心)
- ・格子間隔 : 0.20° (緯度方向、約 20km)、0.25° (経度方向、約 20km)
- ・海域かつ晴天画素
晴天画素の判別は、安田・白川 (1999) による。ただし、採用する晴天判別テスト、及び閾値は若干変更している。
- ・サングリント角が 30° 以上
30° 以下の場合、風速の影響及び表面からの反射成分の強度が大きいため算出しない。
- ・太陽天頂角及び衛星天頂角が 70° 以下
70° 以上の場合、地球の曲率の影響で平行平板大気による近似から大きく外れるため算出しない。

2-5-3-2 必要なデータ

エアロゾルの光学的厚さの算出処理では、次のデータを使用する。

(1) 画像データ

可視画像及び赤外 1 チャンネル、赤外 2 チャンネル画像 (晴天判別用)。

(2) LUT

3つのÅngström指数 (=0.3、0.4、0.5) に対応するテーブル。

(3) 海陸判定

格子ごとの海陸情報。

2-5-3-3 処理手順

エアロゾルの光学的厚さ算出処理の流れを次に記す。

また、処理流れ図を図 2-5-1 に示す。

- ① 格子中心での太陽天頂角、衛星天頂角、太陽入射光と衛星の方位角の差を算出。

- ② 陸域の格子を除去。

- ③ 晴天画素の判別、晴天以外の画素を除去。

- ④ 格子内の晴天画素平均の可視チャンネルの反射率(アルベド)を算出。

- ⑤ 3つのÅngström指数それぞれの場合について太陽天頂角、衛星天頂角、太陽方位角と衛星方位角の差からLUTを直線内挿し、波長500nmにおけるエアロゾルの光学的厚さを算出。

- ⑥ 参考情報として、同領域の可視画像(格子間隔0.05°)を別途作成。

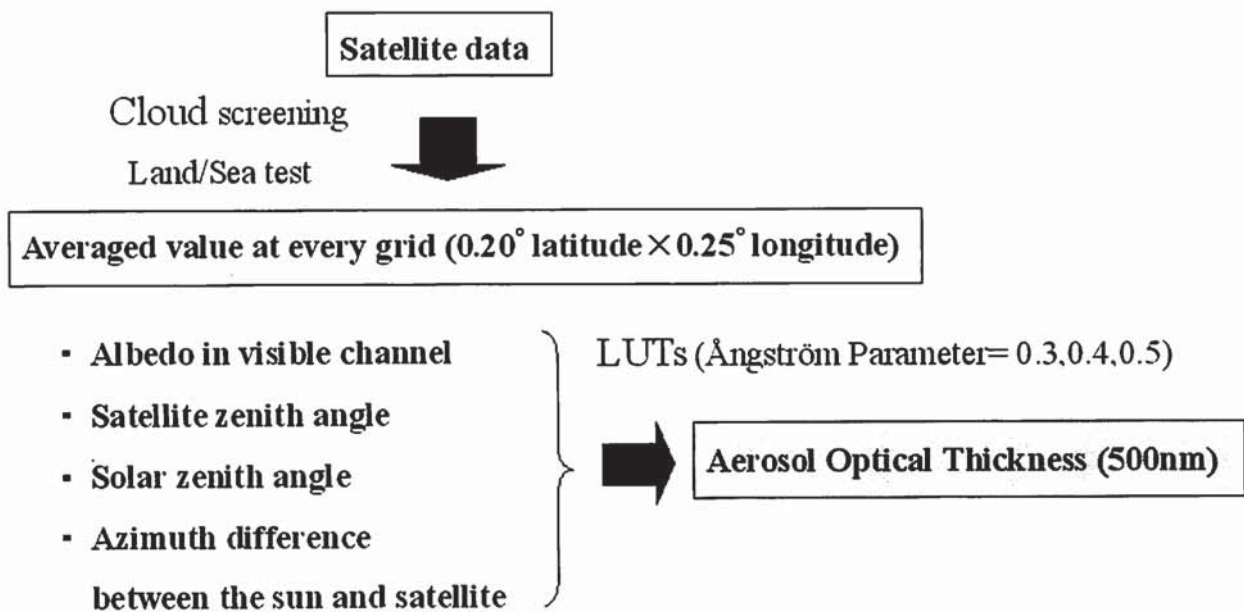


図 2-5-1 エアロゾルの光学的厚さ算出処理の流れ図

2-5-3-4 運用

エアロゾルの光学的厚さの算出処理は1日7回、00~06UTCの毎時に行われる。そして、Ångström指数=0.5の処理結果、及び参考情報として可視画像がFTPで気象庁地球環境・海洋部環境気象管理官に配信される。配信される処理結果については後日、気象庁で実施している直達日射量観測から得られる光学的厚さ(この場合は大気全体の値)との比較による精度評価を行っている。

2-5-4 算出結果

図 2-5-2 に 2005 年 10 月 10 日 02UTC の算出例を示す。この日はシベリアで発生した森林火災の煙が、サハラを越えてオホーツク海に飛散したとされており¹、図 2-5-2 にもその様子が捉えられている(図の赤丸部)。MTSAT-1R の可視データは量子化レベル数(6bits→10bits)、空間分解能(衛星直下で1.25km→1km)ともに静止気象衛星 5 号(GMS-5)の可視データより改良されていることから、特に黄砂飛来時にはより精度よくエアロゾルの光学的厚さの算出ができると期待される。

¹ 米国航空宇宙局(NASA)のMODIS web (<http://modis.gsfc.nasa.gov/>) による。

Aerosol Optical Thickness at 500nm (MTSAT-1R)

Ångström Parameter: 0.50

02UTC 10.Oct 2005

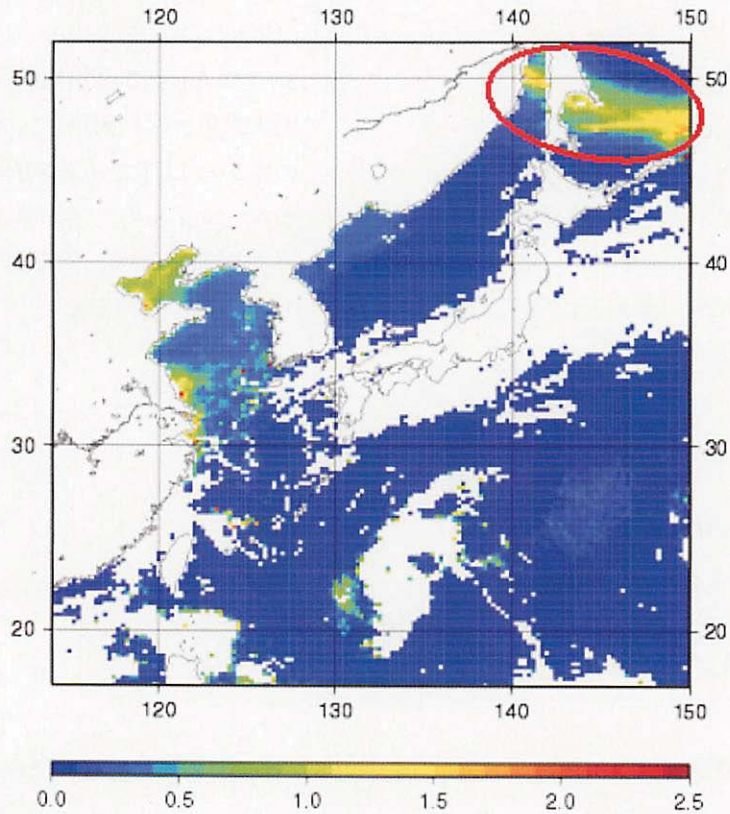


図 2-5-2 500nm のエアロゾルの光学的厚さの分布 (2005 年 10 月 10 日 02UTC)

参考文献

【外国文献】

- Mano Y., 2000 : Exact solution of electromagnetic scattering by a three-dimensional hexagonal ice column obtained with the boundary element method. Appl. Opt., 39, 5541 – 5546
- Masuda K., Mano Y., Ishimoto H., Tokuno M., Yoshizaki Y., and Okawara N., 2002 : Assessment of the nonsphericity of mineral dust from geostationary satellite measurements, Remote Sensing of Environment, 82, 238-247.

【国内文献】

- 大河原 望、吉崎 徳人、徳野 正己、2003 : エアロゾルプロダクトの開発 - GMS/VISSR 及び NOAA/AVHRR 画像データを利用して -、気象衛星センター技術報告第 42 号、43-52.
- 安田宏明、白川嘉茂、1999 : 静止気象衛星データを用いた海面水温算出方法の改良、気象衛星センター技術報告第 37 号、19-33.

2-6 雪氷域資料

Snow-Ice Index

Abstract

The daily snow-ice index is an estimate of snow and ice coverage. The index is calculated for each 0.1 degree latitude-longitude grid box. The product covers the area from 60 degrees North to 20 degrees North in latitude and from 80 degrees East to 160 degrees West in longitude.

The snow-ice index is derived from the reflectance using the visible channel data of MTSAT-1R. Compared to NOAA/NESDIS snow and ice product, it is shown that the snow-ice index has the ability to identify snow-covered areas. However, the comparison also gives indications that the snow-ice index product is affected by cloud contamination. These results suggest that further development of the snow-ice index product is required.

2-6-1 はじめに

雪氷は、地球全体の熱収支に影響の大きい、地表面の重要な要素である。そのため、地球上の積雪や海氷に覆われた領域の分布を正確に知ることは、気候変動の研究にとって必須である。また、地表面気温予報に影響を与えるなど、積雪の有無は数値予報モデルの初期値や境界値としても重要である。

MTSAT-1R のプロダクトである雪氷域資料は、地表面（海域を含む）が積雪や海氷に覆われているかどうかを判別するためのプロダクトである。MTSAT-1R の可視データを用いて作成され、緯度経度 0.1 度格子のデータとして提供される。対象範囲は、北緯 60 度から北緯 20 度、東経 80 度から西経 160 度である。

雪氷域資料は GMS-5 のプロダクトとして作成されていたが、GOES-9 によるバックアップ運用開始以降、作成を休止していた。MTSAT-1R の運用開始に伴って提供を再開するプロダクトの 1 つである。

雪氷域資料の算出アルゴリズムは GMS-5 の時と同様である。ただし、MTSAT-1R イメージャの空間分解能が GMS-5 と比較して向上したことを受けて、出力データを GMS-5 の時の 0.25 度格子から 0.1 度格子に変更した。

2-6-2 算出処理

(1) 処理の概要

雪氷域の反射率は、雪や氷がない所の反射率に比べて、特に可視の波長域で大きな値を示す。この性質を利用して、雪氷域を判別する。

一般に、地表面の可視反射率は、地表面の性質や散乱光の影響で、入射光の方向によって変化する。本プロダクトでは、太陽天頂角が小さくて散乱光の影響が少ない、地方時の正午に近い時間（したがって、場所によって異なる）のデータから算出した可視反射率を代表値として使用する。

大気上端の可視反射率は、ランベルト反射を仮定すれば、衛星の可視データから算出できる。衛星が観測する面に雲がない場合、空気分子やエアロゾルによる散乱を含む大気の影響を無視すれば、算出された反射率を晴天時における地表面の反射率（ただし、ランベルト面を仮定）と見なすことが出来る。

可視の反射率は、雪氷面だけでなく、雲に対しても鋭敏な反応を示す。したがって、雲の影響を除去する処理が重要となる。15 日間雲に覆われ続ける領域は少ないと考えられることから、各格子毎に、算出日を含めて過去 15 日間の可視反射率の最小値を当該格子の地表面可視反射率の推定値とする。この値は、あ

る程度の期間持続して積雪や海氷に覆われているような領域で特に大きくなると考えられる。実際の処理では、各格子の1日分のデータとして地方時の正午に近い2つの時間のデータを用いることで、最小値を求めるためのサンプル数を増やしている。

ここで示した地表面反射率の算出方法は、大気補正や多重反射を考慮した精密な大気-地表面モデルを使う場合と比べて簡便であるという利点がある。ただし、前提となる仮定が多いので、算出された地表面反射率の値そのものを使う場合は注意が必要である。

さらに、雪氷域の可視反射率は、その状態（積雪粒子の大きさや形、含水量や汚れなど）によっても値が大きく変化する。そのため、可視反射率の絶対値によって雪氷域であるかどうか判別するのは大変難しい。そこで、各格子毎に、雪や氷が最も少ない状態における反射率（以下、最小可視反射率）との差をとって、雪氷域を表す指数として算出する。最小可視反射率の推定値として、過去データからあらかじめ求めておいた、各格子の年間を通じた最小値を使用する。

(2) 算出方法

雪氷域資料作成の具体的な処理は次の通りである。

21、00、03、06、09UTCの各時間帯に、HRITデータから格子平均の可視反射率と格子中心の太陽天頂角を算出して、緯度経度0.1度格子点データとして保存する。領域は、北緯60度から北緯20度、東経80度から西経160度の範囲である。09UTCのデータ保存が終了した後、雪氷域資料の作成処理が行なわれる。各格子毎に、その経度によって決まる太陽高度の高い2つの時間（東経95度以西では06と09UTC、東経95度から東経140度までは03と06UTC、東経140度から西経175度までは00と03UTC、西経175度以東は21と00UTC）を選び、保存した可視反射率からランベルト反射を仮定した可視反射率を求める。HRITデータの可視反射率は太陽光が天頂から入射した場合の反射率（ランベルト反射）に相当するので、入射光のフラックス（入射角の余弦に比例して低下する）に対する反射光のフラックスの比である反射率（ランベルト反射）を得るためには、HRITの反射率を太陽天頂

角の余弦で割る必要がある。算出された2つの可視反射率の内、小さい方の値を15日間累積ファイルに保存する。各格子毎に、15日間累積ファイルから抽出した最小値（地表面可視反射率の推定値）と、あらかじめ求めておいた最小可視反射率の差を計算する。こうして算出された指数が雪氷域資料である。なお、MTSAT-1Rのデータが1年以上蓄積されるまで、GMS-5の2年分のデータから作られた最小可視反射率を暫定的に用いる。このことがプロダクトの精度に影響を与える可能性は否定できない。なお、海氷の来る可能性のない海域は、指数の値を0とする。最後に、算出された指数、及び抽出された可視反射率の値をGRIB形式の格子点データとしてそれぞれ出力し、FTPを通じて数値予報課に提供する。

2-6-3 算出結果

本報告の執筆時点では、MTSAT-1R（2005年6月28日に正式運用開始）のデータを用いた北半球冬期における雪氷域資料は作成されていない。したがって、本格的な検証は今後の調査を待たなければならない。しかし、現時点までに作成されたプロダクトのモニター結果から、その特徴を見出すことは可能である。

図2-6-1に2005年10月23日の雪氷域資料を示す。バイカル湖付近に指数が大きな値を示す領域が広く見られ、シベリアに広がる積雪域の南縁がこの辺りである可能性が高い。北半球全域を対象とするNOAA/NESDISの日別積雪域プロダクト¹（図2-6-2）と比較すると、北極海沿岸からバイカル湖付近にかけてシベリアの広い範囲が積雪域と解析されており、雪氷域資料の結果と一致している。また、雪氷域資料によると（図2-6-1）、カムチャツカ半島やチベットに指数が大きな値を示す領域が存在する。気候学的に見ればこれらも積雪域を示している可能性が高く、NOAA/NESDISのプロダクトでも積雪域と解析されている（図2-6-2）。NOAA/NESDISのプロダクトは複数の衛星データを用いており、解析者による編集が加わっていることから、精度が高いと思われる。雪氷域資料では、指数の値がどの程度の大きさであれば積雪域

¹ <http://www.ssd.noaa.gov/PS/SNOW/>

と見なせるのか任意性があるので、ここでの比較は定性的なものではないが、雪氷域資料作成アルゴリズムが積雪域をとらえることに成功していることを示していると考えられる。アルゴリズムの簡便さを考えれば、まずまずの結果であると言えるかもしれない。

しかし、図 2-6-1 はアルゴリズムの欠点も同時に示している。中国の四川盆地付近に指数が大きな値を示す領域が見られるが、時期と場所を考慮すると積雪であることは考えにくい。これは、雲の除去が不完全なためであると思われる。実際、四川盆地の気候は一年中温暖湿潤で曇天が多く、NOAA/NESDIS のプロダク

トでも積雪域と解析されていない(図 2-6-2)。気候学的に積雪の可能性がない時期・場所に、雲の除去が不完全なために指数が大きな値を示す領域が現れてしまう現象は、アジア夏季モンスーンの影響を受ける中国南西部などで顕著に見られた。

また、最小可視反射率として年間最小値を使用しており、指数が負となる場合は少ないと予想していたが、実際は負となる場合が多く見られる。波長特性および空間分解能の異なる GMS-5 のデータを暫定的に用いている影響もあると思われるが、最小可視反射率の取り方を工夫する必要があるだろう。

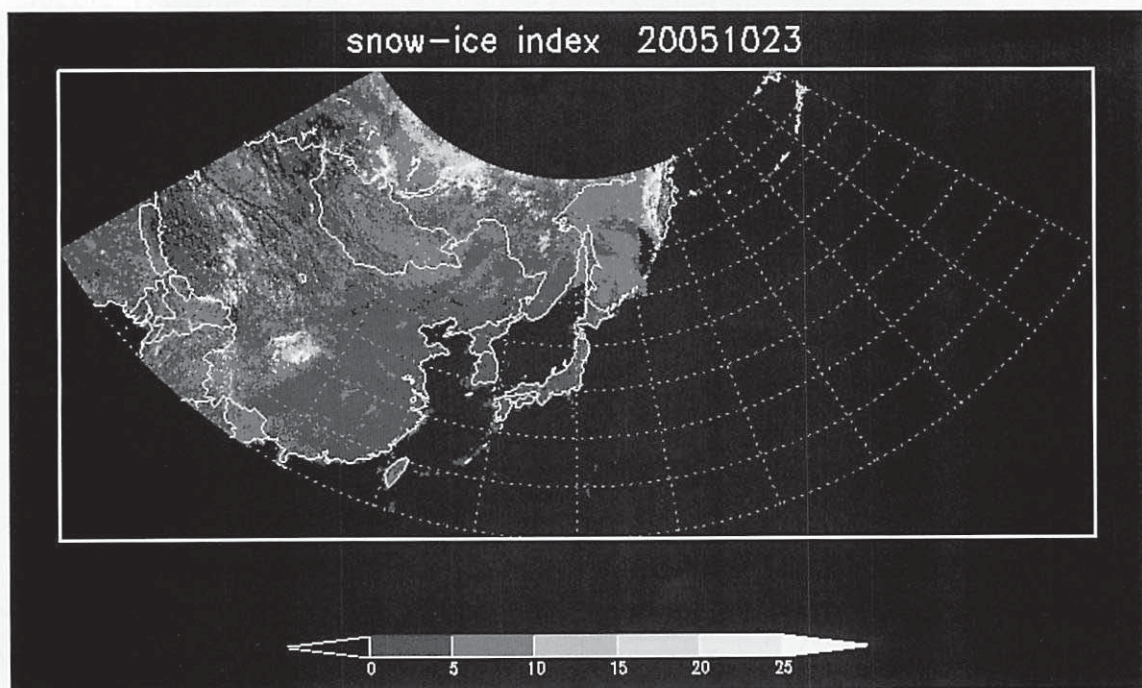


図 2-6-1 雪氷域資料の例 (2005 年 10 月 23 日)

白黒の濃淡は指数の値の大きさを示す(大きいほど白に近い)。海水の来ない海域のデータはマスクされている。

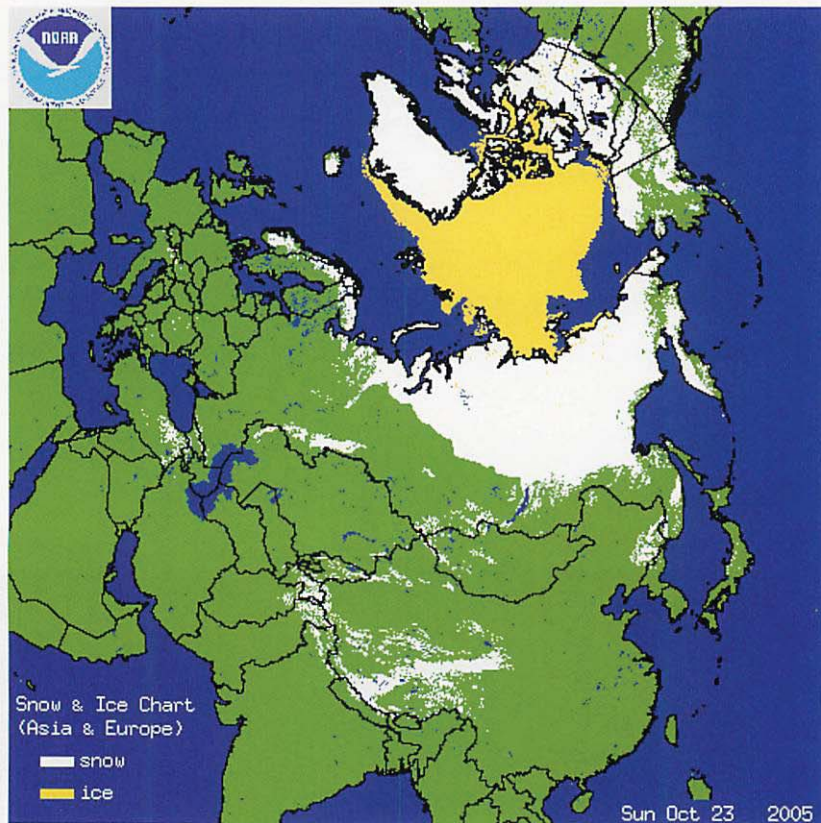


図 2-6-2 NOAA/NESDIS の積雪域プロダクト (2005 年 10 月 23 日)

白色の領域が積雪域であることを示す。NOAA/NESDIS のウェブサイトより転載。

2-6-4 おわりに

本プロダクトは積雪域を定性的にとらえることに成功しているが、雲の除去が完全でないため、積雪域だけを抽出することには成功していないと考えられる。積雪限界線の位置をどの程度正確にとらえているのか、指数の値がどの程度の大きさであれば雪氷域と見なせるのか等、定量的な検証は、冬期における MTSAT-1R の可視データの蓄積を待って、今後調査されなければならない。

しかし、雪氷域抽出アルゴリズムが不十分であることは先の例からも明らかであり、早晩改善が必要となるであろう。MTSAT-1R 以外の衛星データ、例えば SSM/I や AVHRR 等、極軌道衛星搭載のマイクロ波放

射計やイメージャによるデータを合わせて用いることで、雪氷域抽出精度を向上させることができると考えられる。また、極軌道衛星を用いることでプロダクトの対象範囲を全球に広げることが可能になる。気象庁では全球モデルの高解像度化、陸面解析の高度化が近い将来予定されており、現在の雪氷域資料を、精度の高い、全球を対象としたプロダクトに発展させることが出来れば、数値予報の向上に寄与できる可能性がある。また、気候系監視のためのプロダクトとしても非常に有用だろう。

参考文献

大河原 望、1996：雪氷域判定指数処理、気象衛星センター技術報告特別号、115-117

2-7 雲量格子点情報

Satellite Cloud Grid Information Data

Abstract

Satellite Cloud Grid Information Data has been developed in Meteorological Satellite Center (MSC). MSC began to produce this data operationally using data of MTSAT-1R on 25th October 2005. We can detect fog areas by using the new satellite sensor infrared 4 channel. This paper explain about Satellite Cloud Grid Information Data by MTSAT-1R.

2-7-1 はじめに

雲量格子点情報は、客観的な手法により、衛星データから雲量、雲型、雲頂高度、対流雲量を 20Km メッシュで抽出した格子点情報で、定量化された解析データを迅速に計算機で利用できる利点がある。

平成 15 年 5 月 22 日に静止気象衛星観測がひまわり 5 号(GMS-5)に代わって GOES-9 によるバックアップ運用が行われるようになったのに伴い、雲量格子点情報の試験配信が休止となった。その後、ひまわり 6 号(MTSAT-1R)が打ち上げられ、平成 17 年 10 月 25 日に MTSAT-1R による雲量格子点情報の正式配信が開始された。

MTSAT-1R では新たに $3.8\mu\text{m}$ 帯チャンネルの画像が加わり、更に全ての画像が 1,024 階調(GMS-5 では、赤外は 256 階調、可視は 64 階調)になるなど、観測機能が強化された。以下に、新たな雲量格子点情報の概要や特性、利用上の注意を示す。

2-7-2 雲量格子点情報の概要

雲量格子点情報の配信データは表 2-7-1 のとおりである。

気象衛星で観測された画像データは、毎時間、必要な領域が切り出され、格子ごとに雲量算出、雲型判別、雲頂高度算出等の計算機処理が行われる。この際に大気鉛直構造に関する情報として、6 時間ごとの数値予報データを毎時間に内挿して利用している。

表 2-7-1 雲量格子点情報の配信データ諸元

領域	北緯 17~52 度、東経 114~150 度
配信回数	24 回/日 (毎時)
格子分解能	緯度 12 分×経度 15 分 (0.2×0.25 度)
データ内容	全雲量 (%)、上層雲量 (%)、 対流雲量 (%)
	雲型 (積乱雲、上層雲、中層雲、積雲、 層積雲、霧/層雲、曇天域、晴天域)
	雲頂高度 (100m 単位)

雲量格子点情報は計算機による全自動処理で毎時間作成、GRIB2 形式により配信され、利用者は正時 10 分後までに利用可能である。雲量、雲型等の情報は客観的基準に基づくものであり、解析者による情報付加はない。

2-7-3 算出方法

雲量格子点情報の算出に使用している画像データは

赤外 1 ($10.3\sim 11.3\mu\text{m}$)

赤外 2 ($11.5\sim 12.5\mu\text{m}$)

赤外 3 ($6.5\sim 7.0\mu\text{m}$)

赤外 4 ($3.5\sim 4.0\mu\text{m}$)

可視 ($0.55\sim 0.90\mu\text{m}$)

の 5 種類で、格子領域は緯度経度 00 分の地点を基準中心とした、緯度 12 分(0.20 度)×経度 15 分(0.25 度)ごとの緯度経度直交座標でできている。

1つの格子は中心を囲む5ライン、5ピクセルの画素から成り、エラー画素は有効な画素から除かれる。なお可視画像データについては解像度を赤外データにあわせるため4ライン、4ピクセルごとにサンプリングしている。

2-7-3-1 雲量の算出

雲量を算出するためには、格子内の各画素について赤外1輝度温度 TBB(IR1)をもとに次のように高度別に4つに層別化し、1つ1つの画素を上層雲画素、積乱雲画素、中層雲画素、下層雲画素、晴天画素に分類する。そしてその構成数から格子内の全雲量、上層雲量、対流雲量を決定する。なお以下で T400(IR1)は大気鉛直温度分布から放射計算された赤外1で観測される(大気補正済み、以下同様)400hPa面の温度、T600(IR1)は600hPa面の温度を表す。晴天画素しきい値温度と晴天画素しきい値反射率は後述するが、雲と晴天域を分けるある温度値で、過去の観測データをもとに決定される。また、上層雲しきい値はこの晴天画素しきい値温度をもとに算出される値である。詳しくは参考文献を参照願いたい。

- (1) 低温画素 : $TBB(IR1) \leq T400(IR1)$
- (2) 中温画素 : $T400(IR1) < TBB(IR1) \leq T600(IR1)$
- (3) 準高温画素 : $T600(IR1) < TBB(IR1) \leq \text{晴天画素しきい値温度}$
- (4) 高温画素 : $\text{晴天画素しきい値温度} < TBB(IR1)$

なお、可視画像については太陽天頂角が75度以下のもののみ使用し、太陽高度が低い場合は雲量格子点情報の算出に採用しない。単位については赤外輝度温度は[K]、可視反射率は[%]である。

(1) 低温画素

まず、可視画像の有無にかかわらず、特に冬季の夜間に生じることの多い放射冷却による誤判別を避けるため、1つの格子内で低温画素と判別された画素の赤外3輝度温度 TBB(IR3)ヒストグラムのモード値(最頻値) MIR3 が

$$T400(IR3) \leq MIR3$$

を満たす場合、その格子内の画素はすべて晴天画素と判定される。

積乱雲と上層雲の判別については、積乱雲では赤外1と赤外2の輝度温度差 $TBB(IR1) - TBB(IR2)$ と赤外1と赤外3の輝度温度差 $TBB(IR1) - TBB(IR3)$ がともに小さくなることを利用し

$$TBB(IR1) - TBB(IR2) \leq \text{しきい値1} \dots \text{①}$$

$$TBB(IR1) - TBB(IR3) \leq \text{しきい値2} \dots \text{②}$$

の2つが満たされる場合の低温画素を積乱雲画素とし、それ以外は上層雲画素と判定する。可視画像がある場合は、さらに精度を向上させるため上記の①②と同時に

$$0.6 \times \text{COS}(\text{太陽天頂角}) \leq \text{可視反射率}$$

が満たされる低温画素を積乱雲画素とし、それ以外は上層雲画素と判定する。なおここでの可視反射率は太陽天頂角未補正のものを使用する。

(2) 中温画素

このカテゴリーの赤外1と赤外2の輝度温度差のヒストグラムモード値 MIR12 が

$$\text{上層雲しきい値} \leq MIR12 \dots \dots \dots \text{③}$$

の場合の中温画素は上層雲画素とする。赤外1輝度温度のヒストグラムモード値 MIR1 と赤外3輝度温度のヒストグラムモード値 MIR3 が

$$MIR1 \leq MIR3$$

の場合は晴天画素とする。また MIR3 が

$$MIR3 < \text{しきい値3} \dots \dots \dots \text{④}$$

の場合は上層雲画素とし、いずれにも該当しない中温画素はすべて中層雲画素と判定する。

可視画像がある場合は、上記で上層雲画素と判定される③④の条件のほか、中温画素の可視反射率の最

小値から5%引いた反射率 MCV が
 $MCV < \text{晴天画素しきい値反射率}$

の場合は晴天画素とし、③④及び上記以外の中温画素はすべて中層雲画素と判定する。

(3) 準高温画素

準高温画素の赤外1と赤外2の輝度温度差のヒストグラムモード値 MIR12 について

$$\text{上層雲しきい値} \leq \text{MIR12}$$

の場合は中温画素と同様にすべて上層雲画素とし、さらに赤外1放射輝度と赤外3放射輝度の相関をとり、その相関係数 CC13 と従属変数を赤外1放射輝度とする一次回帰式の傾き SL13 が

$$\text{しきい値} 4 \leq \text{CC13}$$

$$\text{しきい値} 5 \leq \text{SL13}$$

を同時に満たす場合もすべて上層雲画素と判定する。また、赤外1輝度温度ヒストグラムの温度幅を WD1 とし

$$0.5 \leq \text{MIR12}$$

$$\text{WD1} \leq 1.0$$

の2つを満たす場合はすべて晴天画素とし、上記に該当しない準高温画素はすべて下層雲画素と判定する。

可視画像がある場合は、可視反射率の最小値から5%引いた反射率 MCV について

$$\text{晴天画素しきい値反射率} \leq \text{MCV}$$

は下層雲画素とし

$$\text{上層雲しきい値} \leq \text{MIR12}$$

はすべて上層雲画素となり、それ以外の準高温画素はすべて晴天画素と判定する。

(4) 高温画素

高温画素では、準高温画素と同様に

$$\text{上層雲しきい値} \leq \text{MIR12}$$

はすべて上層雲画素とし

$$\text{しきい値} 4 \leq \text{CC13}$$

$$\text{しきい値} 5 \leq \text{SL13}$$

を同時に満たす場合もすべて上層雲画素とする。それ以外の高温画素はすべて晴天画素と判定する。

可視画像がある場合、その反射率のモード値を LCV とすると

$$\text{晴天画素しきい値反射率} \leq \text{LCV}$$

はすべて下層雲画素とし、それ以外の高温画素はすべて晴天画素と判定する。

以上のようにして(1)から(4)により上層雲画素数 (N_{Cl})、積乱雲画素数 (N_{Cb})、中層雲画素数 (N_{Cm})、下層雲画素数 (N_{Cl})、晴天画素数 (N_{CLR}) が求められ、1格子の合計画素数を N とすると

$$\text{全雲量}[\%] = (N_{Cl} + N_{Cb} + N_{Cm} + N_{Cl}) / N \times 100$$

$$\text{上層雲量}[\%] = N_{Cl} / N \times 100$$

$$\text{対流雲量}[\%] = N_{Cb} / N \times 100$$

が決まる。なお準高温画素では下層雲画素の総数についてはそのまま計算するのではなく一定の補正を施している。標準大気について晴天画素しきい値温度が地表面温度と仮定した時に雲頂高度が500m以上はすべて雲画素とし、それ以下は雲画素数を減少させている。一方、上層雲画素の総数についても一定の補正を行っている。上層雲画素は半透明であり、太陽光や地表面温度をある程度透過する。この特性を雲量に反映させるために有効射出率の概念を用いて総数を補正している。また可視画像を使用する場合にも、1格子に含まれる雲画素数を太陽天頂角により減少させている。詳しくは徳野(2002)を参照されたい。

2-7-3-2 格子の雲型

雲型は格子の雲量が決められたことにより、格子に含まれる画素の雲型の卓越度から

雲型	積乱雲、上層雲、中層雲、積雲、層積雲、霧/層雲、曇天域
----	-----------------------------

の7種類に分類される。

まず始めに、対流雲量が60%以上をしめる場合その格子は積乱雲となり、対流雲量が60%未満で低温画素が格子内にしめる割合が70%以上の場合は曇天域について

[可視画像がない場合]

相関係数 CC13 と赤外 1 輝度温度の放射輝度を従属変数とする一次回帰式の傾き SL13 が

$$0.8 \leq CC13 \dots\dots\dots ⑤$$

$$0.1 \leq SL13 \dots\dots\dots ⑥$$

の2つが満たされる場合は曇天域となる。またこの条件が満たされない場合でも

$$MIR12 \leq \text{しきい値} 6 \dots\dots\dots ⑦$$

$$MIR13 \leq \text{しきい値} 7 \dots\dots\dots ⑧$$

の場合は曇天域と判定する。

[可視画像がある場合]

上記の⑤～⑧の条件の他に

$$50 \leq \text{格子内の最小反射率} \leq 70$$

を満たす場合も曇天域とする。

下層雲が卓越雲量の場合、積雲と層積雲及び霧/層雲の判別は次のように行う。

[可視画像がない場合]

格子内の準高温画素の赤外 1 輝度温度最高値と最低値の差が

$$3.0 \leq \text{MAX}_{IR1} - \text{MIN}_{IR1} \leq 10.0 \dots\dots\dots ⑨$$

赤外 1 輝度温度と赤外 2 輝度温度の差の最高値

$$\text{MAX}_{IR1-IR2} \leq 2.0 \dots\dots\dots ⑩$$

赤外 1 輝度温度と赤外 2 輝度温度の差の最高値と最

低値の差が

$$\text{MAX}_{IR1-IR2} - \text{MIN}_{IR1-IR2} \leq 2.0 \dots\dots\dots ⑪$$

の⑨～⑪を満たす場合は積雲となる。この条件を満たさない場合でも準高温画素内での赤外 1 輝度温度の最高値が

$$\text{MAX}_{IR1} < T775(IR1)$$

の場合も積雲となる。さらに赤外 1 輝度温度と赤外 4 輝度温度の差が

$$TBB(IR4) - TBB(IR1) < \text{霧しきい値}$$

を満たすもののうち T850(IR1)と TBB(IR1)の比較や分散により雲型判別を行い、層積雲と霧/層雲の判別を行う。この霧しきい値は晴天画素しきい値温度から求められる。また下層雲について

[可視画像がある場合]

格子内の可視反射率の最小値が

$$15 \leq \text{MIN}_{VIS} \dots\dots\dots ⑫$$

その最大値と最小値の差が

$$8 \leq \text{MAX}_{VIS} - \text{MIN}_{VIS} \dots\dots\dots ⑬$$

の2つを満たす場合は積雲となる。上記⑫⑬以外で

$$\text{MAX}_{IR1} \leq T775(IR1)$$

の場合は積雲となり、どこにも該当しない場合は層積雲と判定される。なお可視画像が使用できる場合は、霧/層雲の判別は行わない。

前述において輝度温度最高値、同最低値、最大反射率、及び最小反射率の定義は、格子内のデータのヒストグラムを作成し、低温側(低反射率側)から16%の値を輝度温度最低値、最小反射率とし、84%の値を輝度温度最高値、最大反射率としている。

2-7-3-3 雲頂高度の算出

格子内の雲型が決定されたことで雲頂高度を次のように算出する。

(積乱雲、中層雲、下層雲の場合)

赤外1輝度温度の平均値と数値予報データの鉛直温度分布から雲頂高度を決定する。

(上層雲、曇天域の場合)

この場合、赤外3輝度温度の最低値に一定の補正値を加え、この値と数値予報データの鉛直温度分布から雲頂高度を決定する。この補正値は上層雲の半透明性を考慮したものである。また雲頂高度については圏界面を超えた場合には雲頂高度に一定の補正値を加えている。詳しくは徳野(2002)を参照されたい。

2-7-3-4 晴天判別

雲量格子点情報の精度向上のためには、雲のある領域と晴天域とを分ける温度を正確に推定することが重要である。

観測した画素の赤外1輝度温度 TBB(IR1)のヒストグラムをとると、雲と晴天域を分けるある温度の値が、晴天判別しきい値温度(晴天画素しきい値温度)となる。この温度は、数値予報モデルの鉛直温度分布の地表面気温から、事前に作成している回帰式を用いて推定する。

回帰式は地表面の状態が各カテゴリ間で異なるため、雲量格子点情報の作成領域を海、日本、大陸の3つに分けて作成する。

この3つのカテゴリごとに領域内の各格子について各時間における最新10日間の赤外1最高輝度温度とその格子に対応する数値予報地表面温度を求める。そして10日間のデータの中から最大値を探しそれに対応した一対のデータを各格子点で求める。得られたデータから線型一次回帰式を求め、翌日の得られた数値予報地表面気温から求められたデータが晴天画素しきい値温度である。

可視画像がある場合には反射率も晴天判別に利用している。反射率のしきい値は太陽天頂角未補正のデータを使用し、各格子点の各時刻における最新の10日間の最小反射率を求め10日間の中から最小値を探し出し、その値を晴天画素しきい値反射率とする。なおこのしきい値は確実に雲画素と判定される領域と、雲画素の50%は太陽天頂角に依存する領域とに分けて晴天画素しきい値反射率を算出される。

2-7-4 雲量格子点情報の特性

2-7-4-1 層雲の判別特性

図2-7-1は、2005年7月15日03JSTの雲量格子点情報(雲型)であるが、GMS-5の時のように赤外4輝度温度(以下 $3.8\mu\text{m}$ 画像)を使用しないアルゴリズムで作成したものである。

図2-7-2の2005年7月14日21JSTの赤外1輝度温度の画像及び赤外1輝度温度と赤外4輝度温度の差分画像(以下 $3.8\mu\text{m}$ 差分画像)によると、関東地方の太平洋側は霧/層雲や層積雲(St,Sc)に覆われ、その西端が静岡県まで達している。それらの雲域は15日03JSTには紀伊半島沿岸まで広がっており、その動向が $3.8\mu\text{m}$ 画像を使用するアルゴリズムで作成された雲量格子点情報(雲型)にもよく表現されている。

また14日21JSTで沿海州沿いにある霧/層雲や層積雲が、15日03JSTでは日本海北部で拡大する様子も雲量格子点情報(雲型)でよく表現されている。

このように夜間に $3.8\mu\text{m}$ 画像を使用することで、日本海北中部や太平洋側などの霧/層雲や層積雲の判別が新たな雲量格子点情報で改善されていることが分かる。

なお、霧/層雲や層積雲と判別された比較的大きな雲域は縁(あるいは縁に近い部分)が層積雲、霧域の内側が霧/層雲というパターンで判別される場合が多く見られる。

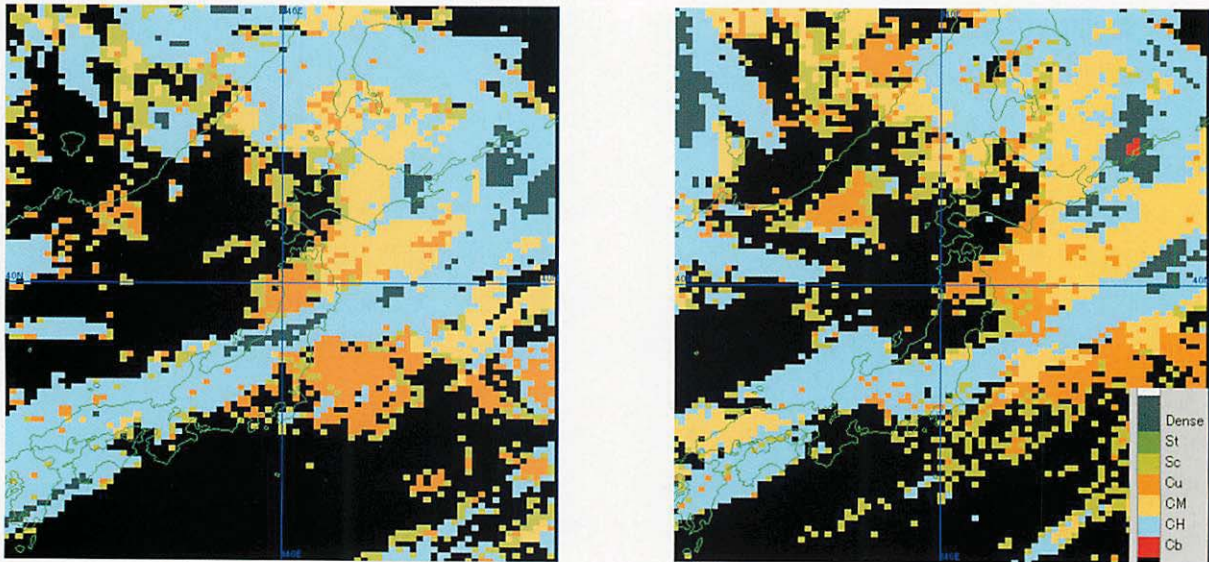


図2-7-1 左：2005年7月14日21JST、右：2005年7月15日03JST

3.8 μ m 画像を使用していない雲量格子点情報（雲型）

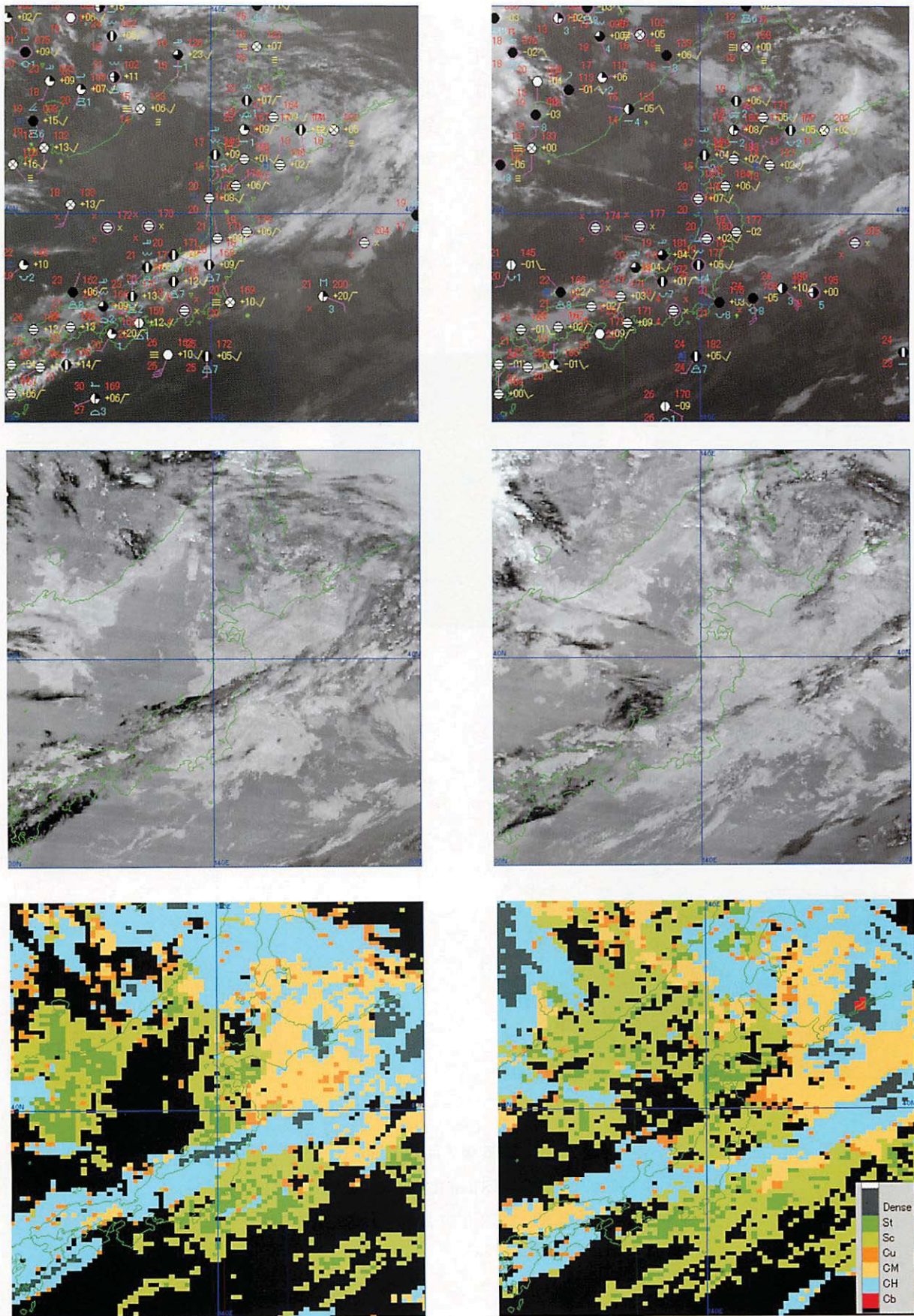


図2-7-2 左：2005年7月14日21JST、右：2005年7月15日03JST
 上から順に、赤外画像（地上観測含む）、 $3.8\mu\text{m}$ 差分画像、雲量格子点情報（雲型）

2-7-4-3 層雲の過小表現と過大表現

図 2-7-3 は 2005 年 7 月 15 日 06JST の赤外画像、可視画像及び雲量格子点情報（雲型）で、可視画像では見られる日本海北中部と太平洋側の層雲／霧や層積雲（St, Sc）が雲量格子点情報（雲型）ではほとんど表現されない領域が見られる。

雲量格子点情報作成で、太陽天頂角が 75 度以下の領域は可視画像が有効に利用できるために 3.8 μ m 画像に代わって可視画像を使用し、それより大きい領域

では可視画像に代わって 3.8 μ m 画像を使用する。概ね 75~83 度では 3.8 μ m 画像に太陽光の影響を受け、3.8 μ m 差分画像の特性が変わるために、雲量格子点情報（雲型）で層雲／霧や層積雲の判別が悪く、過小に表現されると思われる。

このように夕方や明け方に 3.8 μ m 画像が太陽光の影響を受けている領域では、雲量格子点情報は過小に表現される場合があるので利用するには注意が必要である。

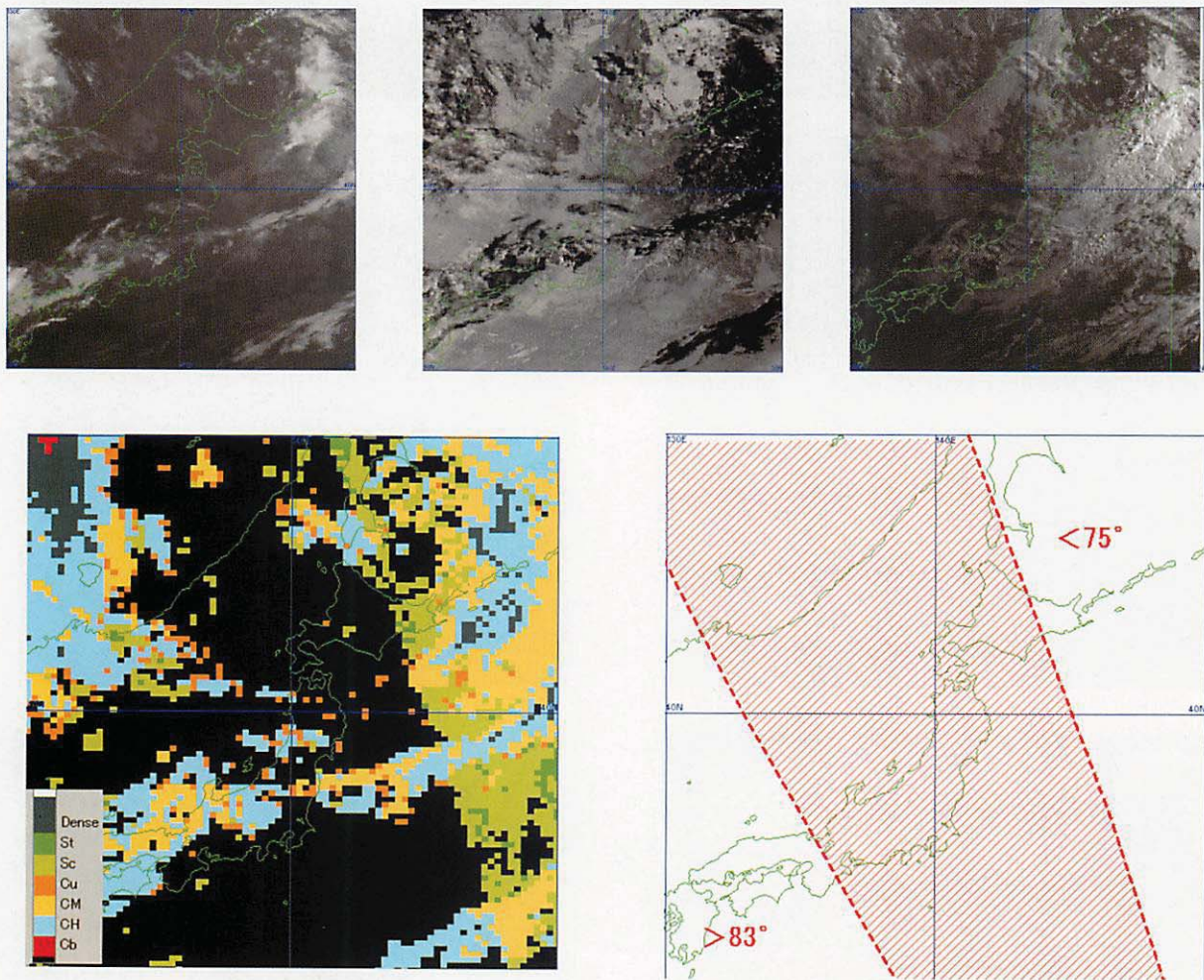


図 2-7-3 2005 年 7 月 15 日 06JST

上段左：赤外画像、上段中：3.8 μ m 差分画像、上段右：可視画像
 下段左：雲量格子点情報（雲型）、下段右：太陽天頂角領域

図2-7-4は2005年7月13日03JSTの赤外画像及び雲量格子点情報(雲型)で、赤外画像や地上観測によると大陸はほぼ晴天域だが、雲量格子点情報(雲型)では層積雲が過大に表現されている。このように夜間に陸上では、雲量格子点情報は過大に表現される場合があるので利用する際には注意が必要

である。

なお、晴天判別ロジックでは過去10日間のデータベースにより処理されるので、放射冷却などのように著しく気象状況が異なったりする場合には、過大表現が特に発生しやすい。

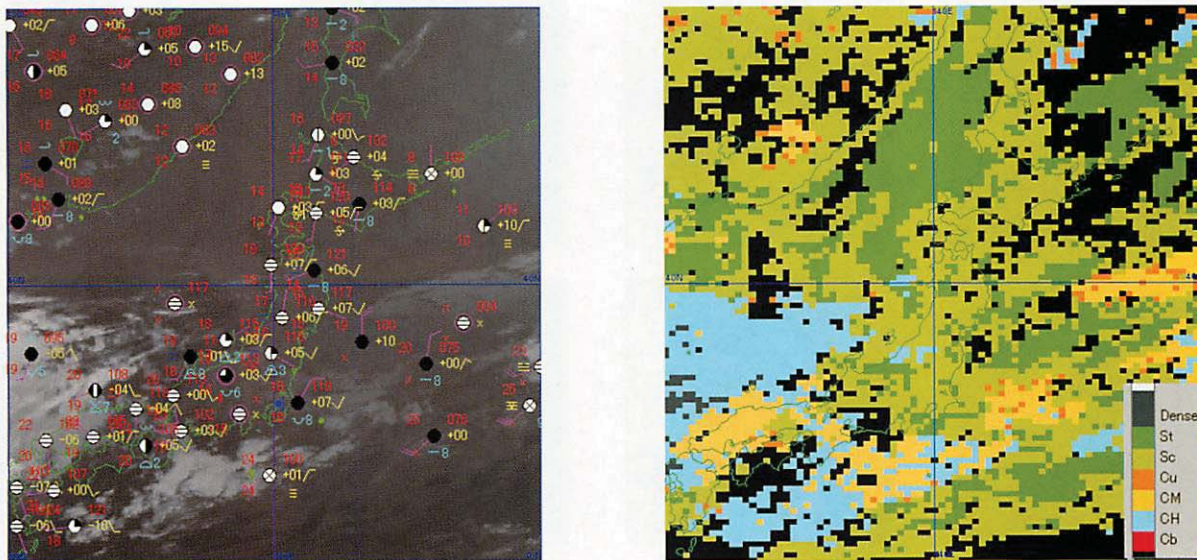


図2-7-4 2005年7月13日03JST

左：赤外画像(地上観測を含む)、右：雲量格子点情報(雲型)

2-7-4-3 乱雲・対流雲量の判別特性

図2-7-5は、2005年7月11日20JST～12日01JSTの赤外画像、雲量格子点情報(雲型)、雲量格子点情報(対流雲量)及びレーダーエコー強度で、山陰沖にある積乱雲域(Cb)がやや拡大しながら東進し、能登半島～北陸地方に達する様子が雲量格子点情報ではよく表現されている。

ただし、11日20JSTの雲量格子点情報で山梨県付近に積乱雲域が表現されているが、これは地形性巻雲による誤判別である。このように地形性巻雲や濃密な上層雲を積乱雲や対流雲量として、雲量格子点情報は誤判別する場合があるので利用する際には注意が必要である。

図2-7-6は、2005年7月13日06JST～08JSTの赤外

画像、雲量格子点情報(雲型)、雲量格子点情報(対流雲量)及びレーダーエコー強度で、対馬海峡付近にある積乱雲域がゆっくり東進し、九州地方北部～中国地方西部に達する様子が雲量格子点情報ではよく表現されている。

この図の領域の雲量格子点情報では、06JSTの全域で可視画像が使用されず、07JSTの東側のみで可視画像が使用され、08JSTの全域で可視画像が使用されている。07JSTの赤外画像の破線は、可視画像を使用する境界である太陽天頂角が75度の線である。雲量格子点情報で可視画像を使用すると、対流雲量がやや減少したり、雲型の曇天域(Dense)が上層雲域(CH)として表現が変わるように、可視画像の有無により不連続性が生じる場合がある。

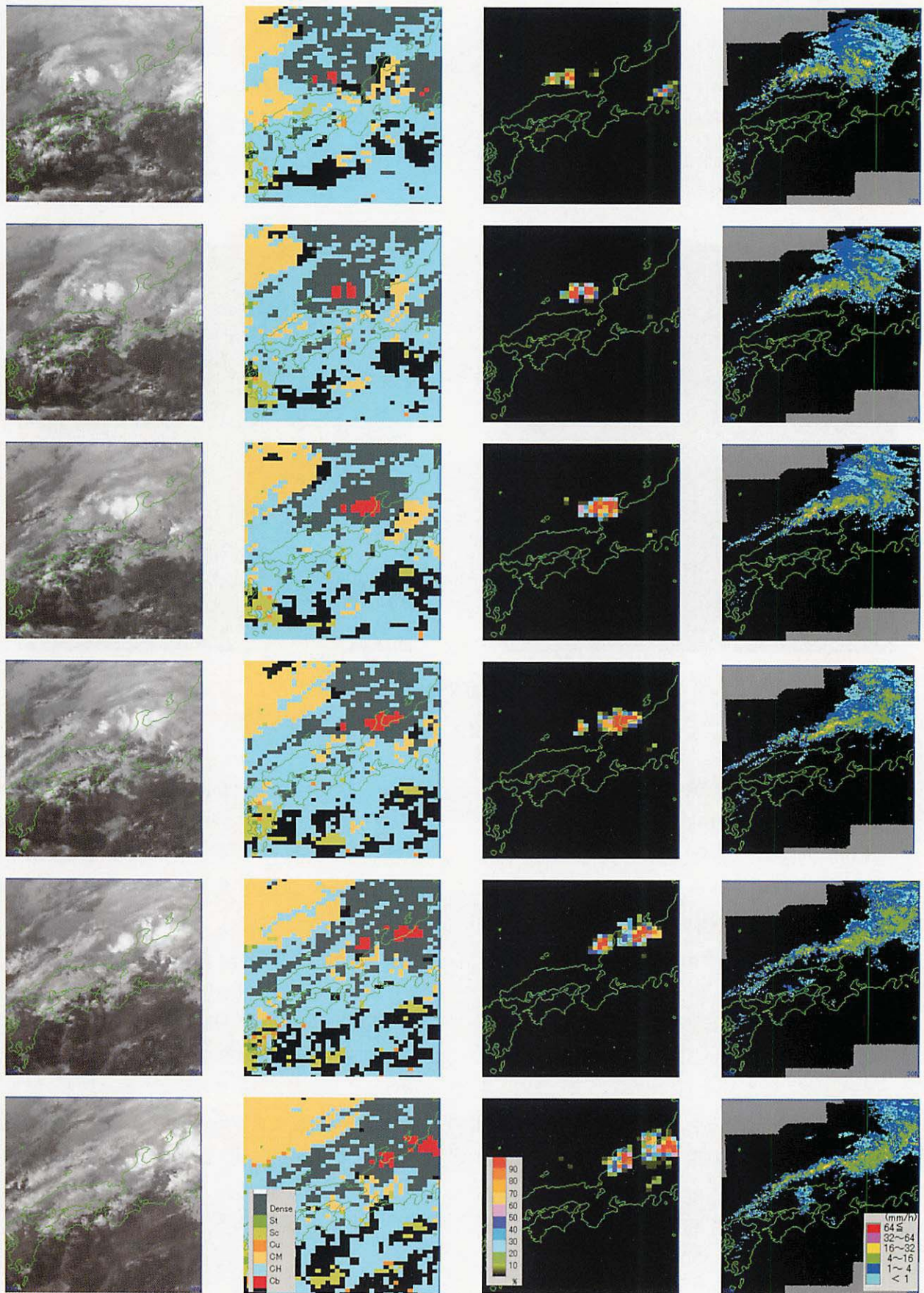


図 2-7-5 赤外画像、雲量格子点情報（雲型）、雲量格子点情報（対流雲量）、レーダーエコー強度
上から順に、2005年7月11日20JST~12日01JST

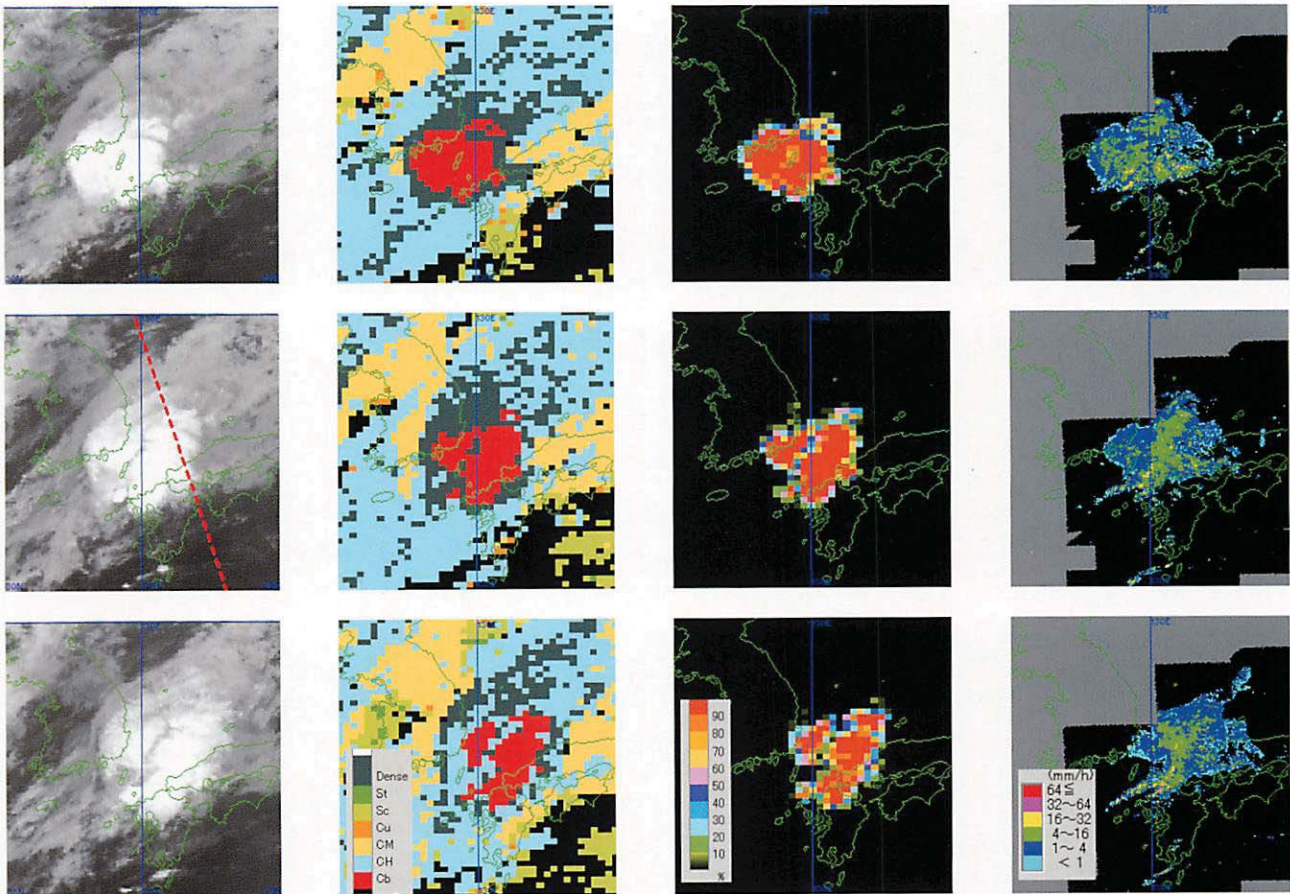


図 2-7-6 赤外画像、雲量格子点情報（雲型）、雲量格子点情報（対流雲量）、レーダーエコー強度
上から順に、2005年7月13日06JST～08JST

まとめ

以上の雲量格子点情報の特性をまとめると、以下の通りである。

- (ア) MTSAT-1R で新たに $3.8\mu\text{m}$ 帯の画像が加わり、昼夜を問わず層雲／霧の雲型を判別できるようになった。
- (イ) 可視画像と $3.8\mu\text{m}$ 画像の使用の境界付近で、下層雲が過小に表現されることがある。
- (ウ) 夜間の陸地で、下層雲が過大に表現されることがある。
- (エ) 積乱雲や対流雲量域と強雨域との対応がよい。
- (オ) 可視画像の使用の有無により、雲型や雲量にやや不連続を生じることがある。

雲量格子点情報は 20km 格子のデータであるため、これより小さい積乱雲や対流雲列などの線上の雲域は表現されない。

参考文献

気象衛星センター (2001) : 「雲量格子点情報」の解説
徳野正己、2002 : 改良型雲量格子点情報、気象衛星センター技術報告 40 号、1-24

2-8 日積算降水量・日平均積乱雲雲量

Daily Rainfall, Daily average Cumulonimbus cloud Amounts

Abstract

Meteorological Satellite Center(MSC) had estimated daily rainfall and daily average cumulonimbus cloud amounts from GMS-5 data. MSC is preparing to resume these products estimation from MTSAT-1R data. The rainfall is estimated by referring Look-Up Tables (LUTs) prepared beforehand. LUTs are prepared for each month and they are made from statistics between Tropical Rainfall Mesuring Mission (TRMM) Precipitation Radar (PR) rain rate product and brightness temperatures of MTSAT-1R IR channels, IR1, IR2 and WV.

These products will be disseminated to the Food and Agriculture Organization (FAO) of the United Nations soon. FAO will use these data for early warning of drought over Asia region making use of their wide coverage area.

2-8-1 はじめに

気象衛星センターでは、気象衛星ひまわり 5 号 (GMS-5)から算出した日積算降水量と日平均積乱雲雲量のデータを国連食料農業機関(FAO)に配信し、これらデータはアジア地域における干ばつの早期警戒のための気候モニタリングの目的に利用されていた。GMS-5 の観測終了後、しばらくは同プロダクトの配信を中止していたが、今回気象衛星ひまわり 6 号 (MTSAT-1R)の運用に伴い、衛星による推定降水量と日積算降水量、日平均積乱雲雲量のデータ配信を再開できるよう準備を続けている。配信データの諸元を表 2-8-1 に示す。本報告ではその算出方法について述べる。

表 2-8-1 日積算降水量及び日平均積乱雲雲量データの諸元

出力範囲	東経 80～東経 160 度 北緯 45～南緯 35 度 (80×80 度)
格子間隔	0.25 度×0.25 度
配信内容 (単位)	日積算降水量 (mm/日) 日平均積乱雲雲量 (%/格子)

2-8-2 算出方法 (日積算降水量)

日積算降水量はレーダー等から得られる降水強度と、気象衛星から得られる赤外輝度温度データとの重回帰分析から統計的な方法で降水量を推定したものである。GMS-5 では3時間毎に処理したものを積算していたが、MTSAT-1R では毎時処理したものを (最大 24 時間分) 積算して日積算降水量を算出している。図 2-8-1 に、日積算降水量と日平均積乱雲雲量算出のフローチャートを示す。この手法では MTSAT-1R の赤外 1 の輝度温度、赤外 1 と赤外 2 の輝度温度差、及び赤外 1 と赤外 3 (水蒸気) の輝度温度差の 3 つのパラメータと降水強度を関連付ける 3 次元参照テーブル(3D-LUT)を用いている。衛星データのピクセルごとに降水データを重ね合わせ、それぞれのピクセルごとの平均降雨強度 mRR と降雨確率 PoR とすると

$$mRR = \frac{tRR}{Nr} \text{ (mm/h)}$$

$$PoR = \frac{Nr}{Nr+Nnr} \text{ (%)}$$

tRR: 降雨量合計
Nr: 降雨のあった合計回数
Nnr: 降雨のなかった合計回数

となり、そのピクセルの降水強度期待値 RR は

$$RR = mRR \times PoR$$

と求められる。

この3D-LUTは、世界的に均一な品質の降水強度データである熱帯降雨観測衛星(TRMM)のPRデータを用い、5度5格子ごとの地域別、12ヶ月分の季節別に作成するものである。毎時の降水量は観測された衛星の輝度温度から前述した3つのパラメータを元にあらかじめ作成した3D-LUTを参照して推定する。本来、衛星データから精度良く降水量を観測するには、レーダーデータやマイクロ波を搭載した極軌道衛星を用いることが有効である。しかし、レーダーでは海上の降水データがほとんどなく、また極軌道衛星では広い範囲を同時に観測することが出来ないため、静止気象衛星による降水推定が全球規模での降水量の把握に有効な資料になると期待されている。なおこの手法による降水推定のデータは、衛星観測から得られる雲の輝度温度(雲頂温度)から間接的に推定しているため、対流雲による降水については十分な精度を保っているが、層雲による降水についての精度は不十分であり、また冬季に内陸部の低輝度温度の地域を降水域と誤判別する可能性がある。したがって、有効な利用法としては、データの月積算値、3ヶ月積算値等を気候監視、診断のための参考資料として利用することが望ましい。配

信している日積算降水量データの1例を図2-8-2に示す。

2-8-3 算出方法(日平均積乱雲雲量)

日平均積乱雲雲量は、MTSAT-1Rの赤外1輝度温度(TBB(IR1))と赤外2輝度温度(TRR(IR2))の差、及び赤外1と赤外3輝度温度(TBB(IR3))の差の2つのパラメータが

$$TBB(IR1) - TBB(IR2) \leq \text{しきい値1}$$

$$TBB(IR1) - TBB(IR3) \leq \text{しきい値2}$$

の基準を満たすものを発達した対流雲域と定義し、毎時処理したものを(最大24時間分)平均して日平均積乱雲雲量を算出している(図2-8-1参照)。このプロダクトも降水量と同様に、衛星観測から得られる雲の輝度温度(雲頂温度)から間接的に積乱雲を推定しているため、その精度は十分であるとは言えない。このデータの利用法としても、月積算値、3ヶ月積算値を気候監視、診断のための参考資料として利用することが望ましい。配信している日平均積乱雲雲量データの1例を図2-8-3に示す。

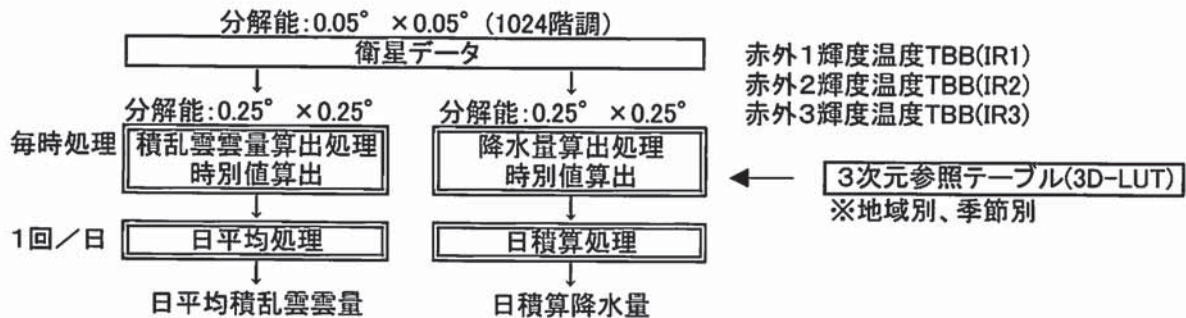


図2-8-1 日積算降水量と日平均積乱雲雲量算出フローチャート等

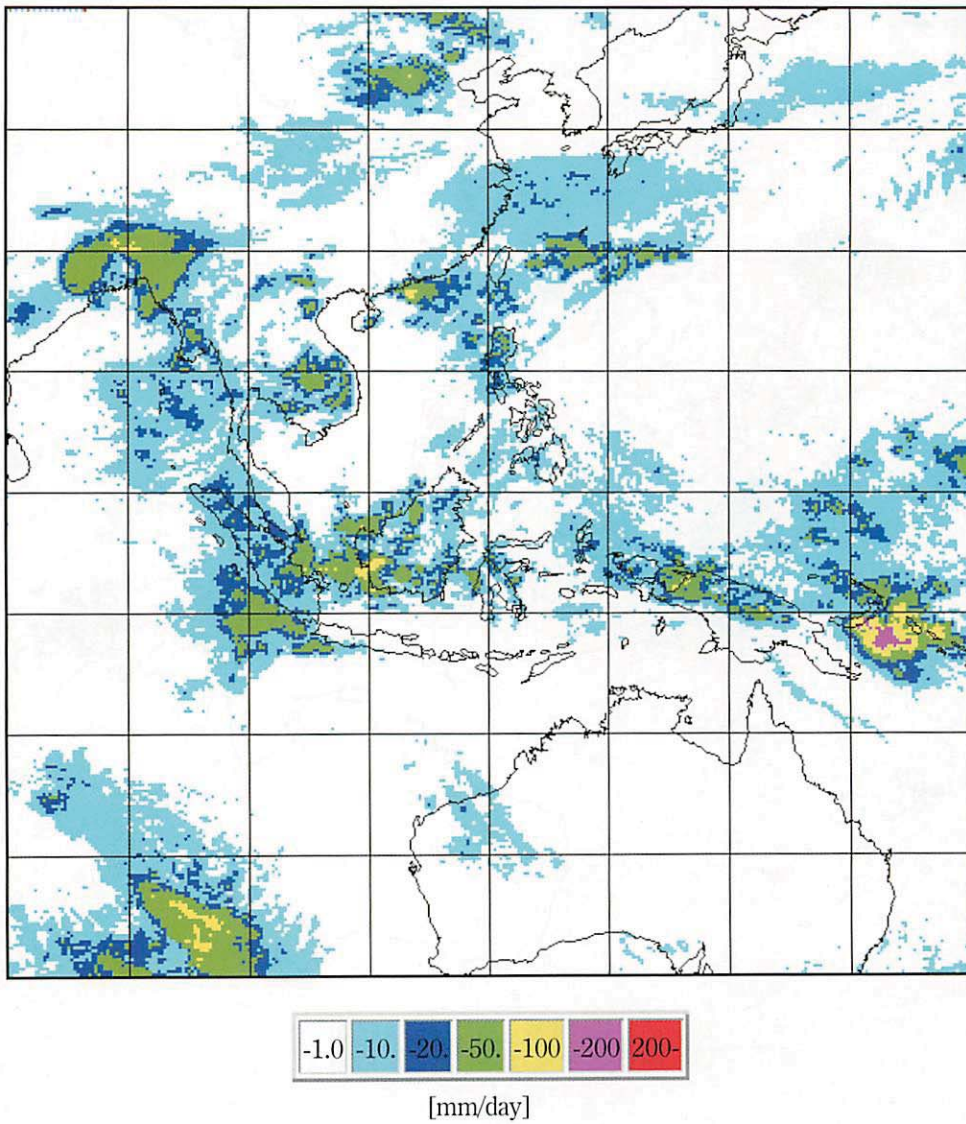


図 2-8-2 日積算降水量データ例 (2005 年 5 月 24 日)

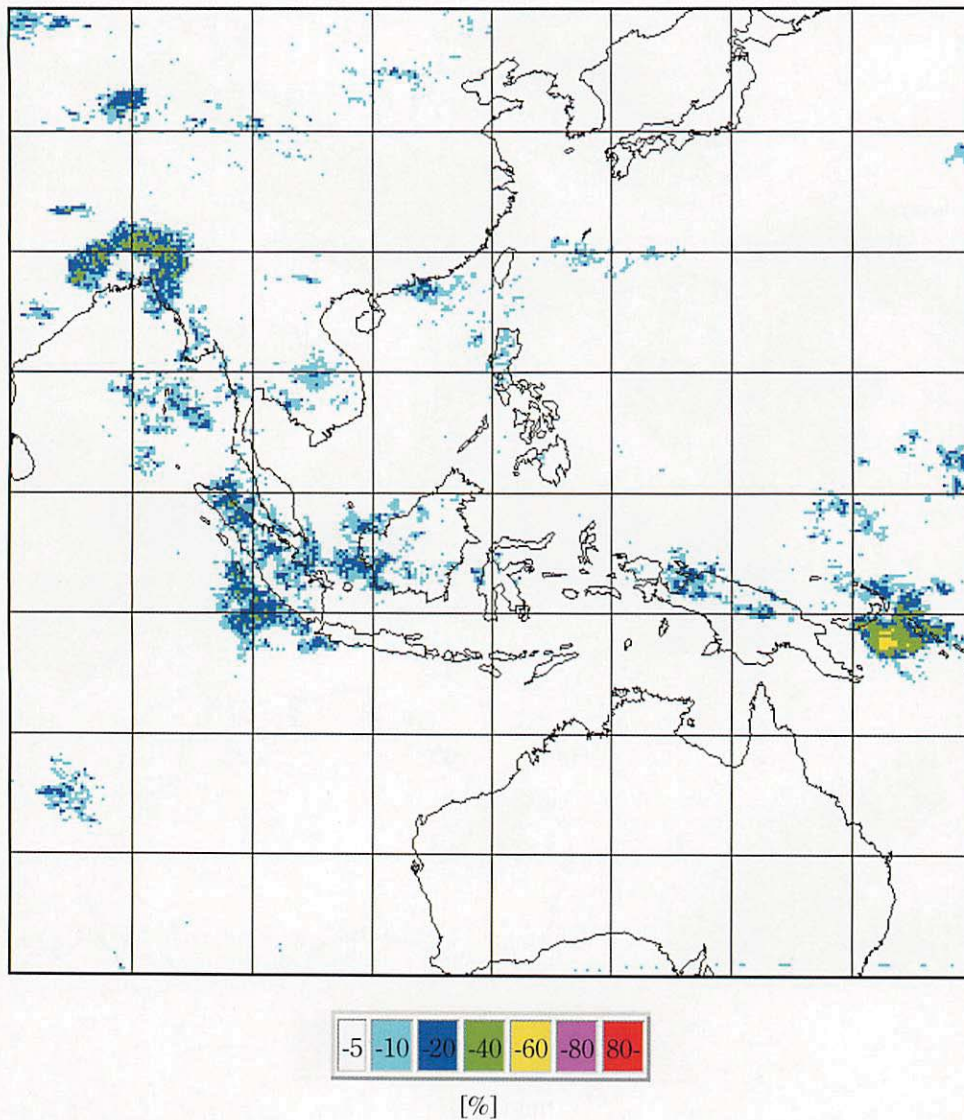


図 2-8-3 日平均積乱雲雲量データ例 (2005 年 5 月 24 日)

2-8-4 おわりに

衛星による日積算降水量は統計的な手法でデータを算出するため、MTSAT-1R の運用開始間もない現在では、3D-LUT については 2005 年 7 月～9 月までのデータしか蓄積できておらず、今後残りの 9 ヶ月分のデータを蓄積して 1 年分の季節ごとのテーブルを完成させる必要がある。

参考文献

- 操野年之、1997 : GMS-5 の赤外スプリット及び水蒸気チャンネル観測データを用いた降雨推定、気象衛星センター技術報告第 33 号、91-101
- 小山朋子、2000 : GMS-5 赤外チャンネルから得られる推定降雨データセットを用いた熱帯域対流活動モニターについての検討、気象衛星センター技術報告第 38 号、43-51

2-9 熱帯擾乱解析

Typhoon Information

Abstract

The Meteorological Satellite Center (MSC) has analyzed tropical disturbances by the man-machine interactive computer system since 1989.

Because of an additional channel at $3.8\ \mu\text{m}$ (IR4) on Multi-functional Transport SATellite - 1 Replacement (MTSAT-1R), new imagery, such as IR4, the brightness temperature difference between the IR4 and IR1 ($11\ \mu\text{m}$), became available for the operational analysis. Reduction of time intervals between observations and spatial resolution improvement of the imagery are brought by the replacement. Also, specific microwave sensor imagery was introduced for the analytical system when the MSC computer system was updated in 2005.

The improvements resulted in major changes in the procedure of tropical disturbance analysis.

This paper describes an overview of the new system and the analytical procedures in the Analysis Division, MSC.

2-9-1 はじめに

熱帯擾乱解析業務は、気象衛星センターの主要業務の一つで、1989年以降マン・マシン対話型の処理プログラムを利用して実施している。

2005年の気象衛星センターシステムの更新並びにMTSAT-1Rの運用開始に合わせ、解析に利用できる資料に関して画像の種類増加（赤外4画像、赤外4差分画像、マイクロ波画像等）、撮像時間間隔の短縮（30分画像）及び解像度の高度化等があった。これに伴い、解析業務手順の大幅な変更を行ったので、これらを中心に現在の熱帯擾乱解析業務について紹介する。

2-9-2 熱帯擾乱解析業務の概要

熱帯擾乱解析業務は、衛星画像から熱帯低気圧等の中心位置・移動方向や強度などの情報を解析し、解析結果はSAREP報（Code for Reporting synoptic

interpretation of cloud data obtained by meteorological Satellite : 国際気象通報式「FM85」気象衛星資料実況通報式）として国内の予報中枢官署に送信すると共に、全球通信システム（GTS）を通して世界気象機関（WMO）の台風委員会加盟国等の外国気象機関に配信することを目的としている。なおSAREP報についてはWMO表参照通報式への移行計画に従い、2006年11月に二進形式汎用通報式（BUFR報）への移行を予定している。

気象衛星センターでは、RSMC Tokyo¹が管轄する北緯 0° ～ 60° 、東経 100° ～ 180° の北西太平洋にある台風と、この範囲内で24時間以内に台風に発達すると予想される熱帯低気圧及び24時間以内にこの範囲に入ると予想される西経域のハリケーンについて熱帯擾乱解析及びSAREP報の配信を行っている。またこの範囲内で台風に発達する可能性がある雲域の監視も合わせて行い、早期ドボラック²として気象庁予報部予報課に気象衛星解析報（FAX）を提供している。

西村 修司
NISHIMURA Shuuji

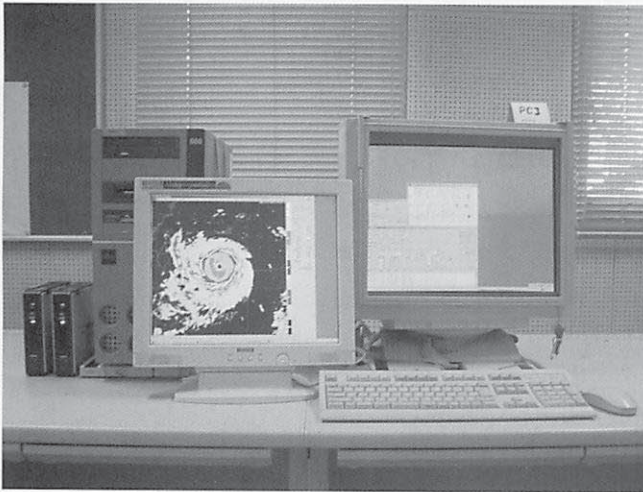
¹ RSMC : Regional Specialized Meteorological Center

特定地域の日々の気象や台風など特定の気象現象について解析・予報のための資料を作成し、各国に配信する地域中枢。北西太平洋の熱帯擾乱については、気象庁予報部予報課太平洋台風センターがRSMC Tokyoとしての役割を担う。

² ドボラック : V. F.ドボラック、米国大気海洋庁（NOAA）の研究者で気象衛星画像から熱帯擾乱の中心位置や強度等の情報抽出方法（ドボラック法）を開発した。なお早期ドボラックについては、2-9-4で説明する。

熱帯擾乱の解析手法についてはドボラック法を利用し、自主開発したマン・マシン対話型の処理プログラムを用い、中心及び強度の推定を行っている。なおドボラック法の概要については、2-9-4 で簡単に説明する。

熱帯擾乱の解析に利用する装置（端末）は、1989年～1995年までは第2世代ホスト計算機（DPC2）の画像表示装置、1995年～2003年までは第3世代ホスト計算機（DPC3）に接続しているワークステーションであったが、2003年のGOES-9によるバックアップ運用に合わせ、パーソナルコンピュータ（以下PCとする）4台で構成するシステムに更新し、2005年3月以降は第4世代ホスト計算機（以下DPC4とする）に接続している。



現在の解析装置のスペック、ハードウェア構成等、熱帯擾乱解析手順及びソフトウェアの概要については、2-9-3 で説明する。

なお、MTSAT-1Rの運用開始に合わせ、新たに観測を開始した赤外4画像と赤外4差分画像及びこれらを含む全ての画像の30分画像が利用可能となったことからソフトウェア及び解析手順の変更を行ったのでそれぞれについても合わせて説明する。

2-9-3 熱帯擾乱解析システムの概要

図2-9-1に「熱帯擾乱解析装置の外観及び性能」を示す。

熱帯擾乱解析装置（システム4台中の1台）

各端末の性能（スペック）

CPU : Xeon 2.4GHz

メインメモリー : 1GB→2GBに増強

内蔵HD : 80GB→外付HD : 600GBを増強

OS : Windows 2000 (Microsoft社)

プログラム開発言語 : C、C++、VB

熱帯擾乱解析装置は、上記の装置4台で構成し、最大6個の熱帯擾乱について観測正時30分までに中心位置及び強度を解析し、SAREP報を発信する。

図2-9-1 熱帯擾乱解析装置の外観及び性能

熱帯擾乱解析システムは、最大6個まで熱帯擾乱を観測正時30分までに解析し、SAREP報を発信することを前提にシステムの構築を行っている。このため、運用端末3台と開発端末1台（開発端末は故障予備機を兼ねる）のPC4台とHUBやプリンタでシステムを構成している。また、MTSAT-1Rで取得可能となった赤外4画像や30分画像の利用、観測解像度の向上（GMS-5の赤外画像：衛星赤道直下点で分解能5km→MTSAT-1Rの赤外画像：同4km）を有効に利用するために、2004年に外部磁気記憶装置（以下HDとする）

や内部メモリーの増設などを行った。さらに2005年3月のDPC4の運用開始にあわせ、計算機にかかる負荷の分散や解析作業の迅速を目的に画像の作成手順等の見直しを実施した。その結果、DPC4では熱帯擾乱解析で利用する全領域の全画種の画像（SATAID³形式：以後マスタSATAIDとする）の作成を、熱帯擾乱解析システムではDPC4からのマスタSATAIDの取得、スケジューラープログラムによる熱帯擾乱毎の画像の切り出し（台風を中心として30°×30°の領域）・解析プログラムの立ち上げと熱帯擾乱の解析及びSAREP

報の発信を分担するようになった。

り出し」、図 2-9-4 に「スケジューラープログラムの概要」、図 2-9-5 に「熱帯擾乱解析プログラムの概要」を示す。

図 2-9-2 に「熱帯擾乱解析におけるデータの流れ」、
図 2-9-3 に「マスタ SATAID からの複数台風画像の切

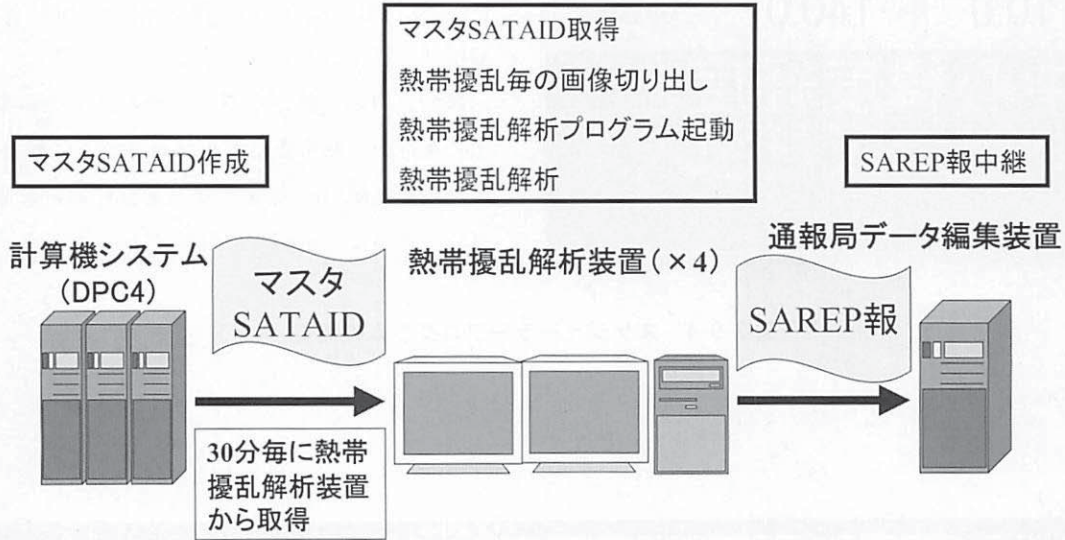


図 2-9-2 熱帯擾乱解析におけるデータの流れ

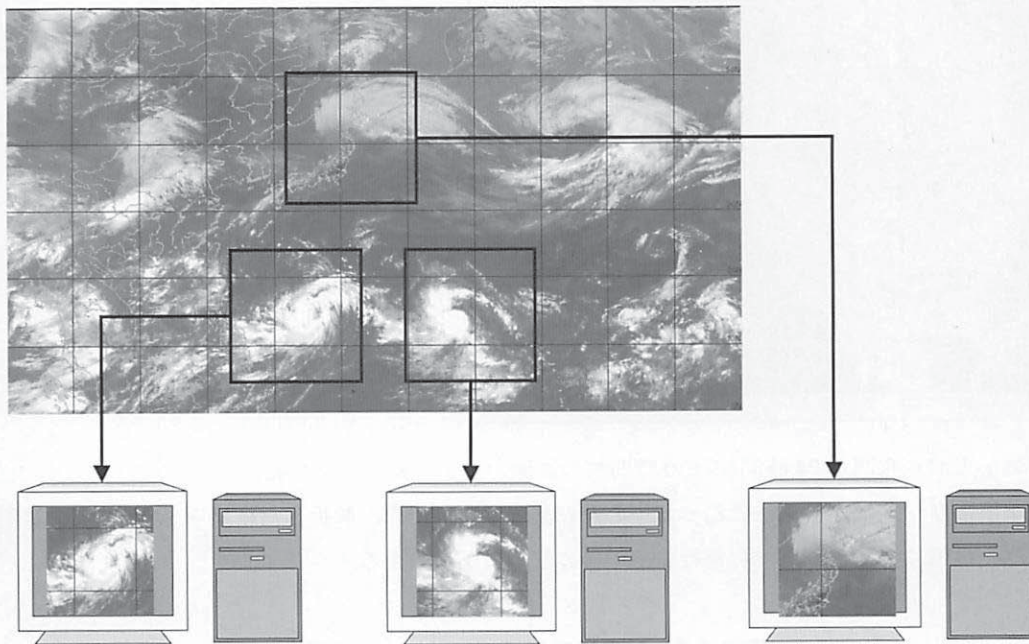
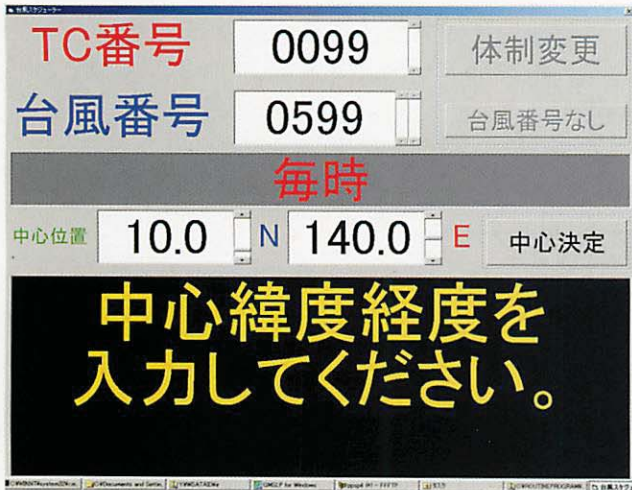


図 2-9-3 マスタ SATAID からの複数台風画像の切り出し

³ SATAID : SATellite Animation and Interactive Diagnosis

衛星画像解析を行うための汎用ソフトウェア。気象衛星センターの自主開発。Windows-PC 上で動作し、各種画像の切り替えや動画、雲域の移動や雲頂観測温度の計測、各種観測資料（地上・海上実況、アメダスデータ、レーダーデータ、ウインドプロファイラデータ）や数値予報資料を雲画像に重ね合わせる事が出来ることから、熱帯擾乱解析を始めとする雲画像解析に非常に有効なソフトウェア。MTSAT・GMS・GOES・METEOSAT・FY-2 等の静止気象衛星の画像だけでなく、NOAA・Aqua・TRMM・QuikSCAT 等軌道衛星の画像も表示可能。

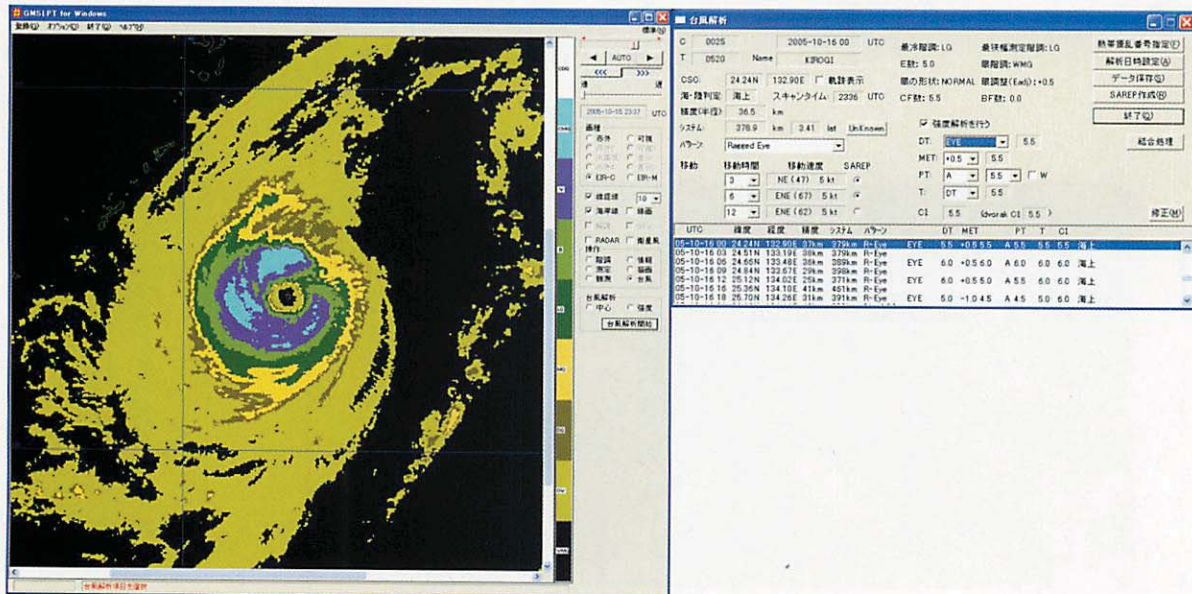


熱帯擾乱番号 (TC 番号)、台風番号、熱帯擾乱の解析体制 (通常、毎時) 等を管理し、観測正時の 30 分前に中心緯度・経度の入力を促し、入力した緯度・経度を中心に $30^{\circ} \times 30^{\circ}$ の画像切り出しを行い、熱帯擾乱解析プログラムを立ち上げる。

観測正時の画像が取得できた時点で最新画像の切り出しを行い、熱帯擾乱解析プログラムに受け渡す。

熱帯擾乱解析端末 4 台それぞれ同時に起動可能で、複数の熱帯擾乱を同時に解析できる。

図 2-9-4 スケジュールプログラムの概要



解析時刻から前 6 時間と 24 時間前～30 時間前の画像の表示 (動画) が可能。

解析手順により、ドボラック法に沿った中心及び強度推定ができ、解析した結果を SAREP 報で送信する。

解析済みの事例について、再解析を行いその後の解析に反映できる。

図 2-9-5 熱帯擾乱解析プログラムの概要

2-9-4 熱帯擾乱解析手順の概要

時の大まかなタイムスケジュールを図 2-9-6「熱帯擾乱解析スケジュール」、図 2-9-7「熱帯擾乱解析サイクル」に示す。

熱帯擾乱の種類別の解析作業内容を以下の表 2-9-1「熱帯擾乱の種類別の解析作業内容」に、各解析作業

表 2-9-1 熱帯擾乱の種類別の解析作業内容

熱帯擾乱の種類	中心解析間隔	強度解析間隔	SAREP 報配信先 ²⁾
臨時観測台風 (編成区分 1)	1 時間	6 時間	一般気象官署、航空気象官署
通常台風 (編成区分 2、3)	3 時間	6 時間	一般気象官署、航空気象官署及び外国気象機関
特定 TD 観測範囲内 ¹⁾ で24時間以内に台風に発達すると予想される熱帯低気圧及び 24 時間以内に観測範囲に入ると予想される西経域のハリケーン	6 時間	6 時間	一般気象官署、航空気象官署及び外国気象機関

¹⁾ 観測範囲：北緯 0° ~ 60°、東経 100° ~ 180° の北西太平洋

²⁾ 2005 年 10 月に運用を開始した気象情報伝送処理システム (東日本アデス) では端末からのリクエストにより全ての設置官署で SAREP 報の取得が可能となっている。

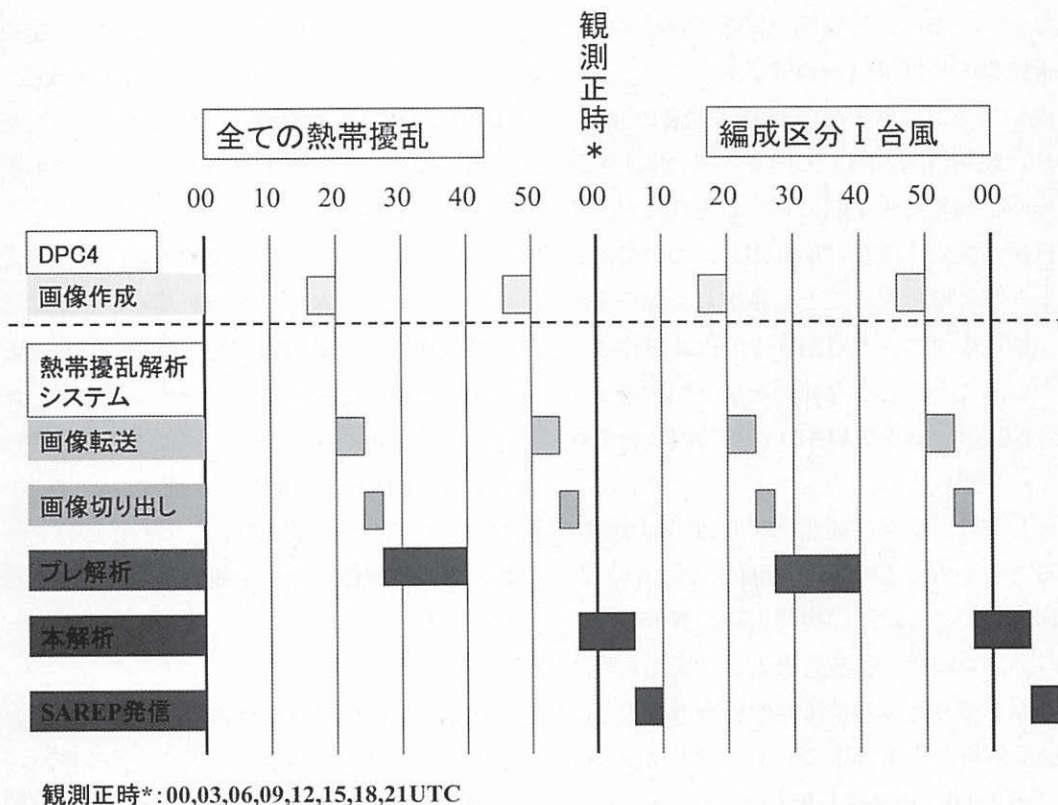


図 2-9-6 熱帯擾乱解析スケジュール

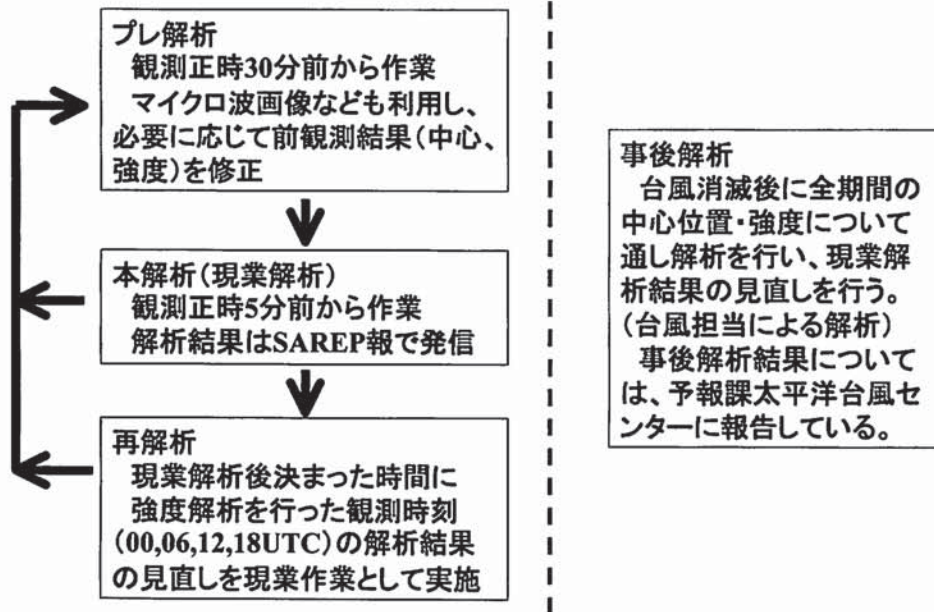


図 2-9-7 熱帯擾乱解析サイクル

2-9-2 で説明したように、MTSAT-1R では画種及び観測回数の増加、画像解像度の向上があり、熱帯擾乱解析用画像の切り出しや読み込みに従前より時間がかかるようになった。また、気象庁予報部予報課からは熱帯擾乱解析結果の早期提供の要望があることから、今回の計算機システムの更新及び MTSAT-1R の運用開始にあわせ、観測精度の向上・作業効率の向上を目的に画像の作成手順や解析手順の見直しを行った。その結果、解析用画像の作成及び切り出しについては、台風複数個を同時に解析することも考慮し、熱帯擾乱の観測範囲全領域のマスタ SATAID を DPC4 で作成し、その画像から台風ごとに必要な範囲を切り出す方法を採用した(図 2-9-3「マスタ SATAID からの複数台風画像の切り出し」参照)。

また手順としては、新たに観測正時前 30 分の画像が利用できることから、この 30 分画像までの 6 時間動画を予め作成し、この段階で観測正時の解析と同様の作業を行う「プレ解析」作業を導入し、観測正時には最新画像のみを読み込み熱帯擾乱解析を行うことにより、熱帯擾乱解析の作業効率の向上と解析精度の向上を図った(図 2-9-6「熱帯擾乱解析スケジュール」)。

さらに観測正時の合間に「再解析」作業を行い、前回の解析結果について、その後の経過を含め見直しを

行い、修正点があれば次の観測時までには修正できる手順としている(図 2-9-7「熱帯擾乱解析サイクル」参照)。

なお熱帯擾乱解析作業ではドボラック法を利用していることから、以下にドボラック法の概略を説明する。また合わせて観測領域で台風に発達する可能性がある雲域の監視(早期ドボラック)についても説明する。

・台風中心推定

ドボラック法による台風の中心位置推定では、台風に伴う雲域のパターン認識が基本となる。これは主として画像上で台風の眼が見られない時、どのように台風の中心位置を決めるかをモデル的に示したもので、中心位置推定パターンとしては、「Cb クラスタ」、「バンド」、「CDO⁴」、「眼」、「シャー」及び「下層雲渦」の 6 つのパターンがあり、この 6 つのパターンそれぞれに中心位置推定方法や観測精度決定の方法が決められている。

熱帯擾乱解析プログラムでは、解析装置の画面上で手順に従い計測することにより、熱帯擾乱の中心位置(緯度経度)や精度・システムサイズなどが解析でき、履歴として保存している前観測時刻との差により中心位置の移動速度・方向を計算する。

⁴ CDO : Central Dense Overcast 台風の中心を取り巻くほぼ円形の濃密な雲域(Cb が主体)

・台風強度推定

ドボラック法による台風の強度推定では、台風に伴う雲域のパターン及びその発達パターン（ライフステージ）の認識が基本となる。

具体的には、雲パターンの発達モデルと熱帯低気圧の強度(最大風速及び最低海面気圧)を統計的に関連付け、雲パターンにより熱帯低気圧の強度=T 数 (Tropical Number) を決定し、この T 数から熱帯低気圧の強度を推定している。T 数は T1.0 から T8.0 まで 0.5 きざみ 15 階級に分けられており、T1.0 は TS 以上に達する約 1.5 日前の熱帯擾乱に、T8.0 は観測され得る最も強い台風に対応する。ドボラック法では、雲パターンの特徴（眼の大きさや CDO の大きさ、輝度温度、バンドの長さ等）を計測することによって得られる DT 数(Data T Number)、24 時間前の画像からの発達・衰弱程度により推定する MET 数(Model Expected T Number)及び現在の雲パターンを発達モデル図と比較して推定する PT 数(Pattern T Number)により T 数を推定し、これら 3 つの方法で求められた T 数からその時点で最も確からしい T 数を選択し、さらに台風の発達・衰弱過程を考慮し CI 数(Current Intensity Number) を求め、この CI 数を台風の強度としている。

熱帯擾乱解析プログラムでは、解析装置の画面上でメニューに従い DT 数、MET 数、PT 数の解析を行い、CI 数を決定する。解析した結果は HD 及び光磁気ディスク (MO) に保存し、この結果を元に SAREP 報の作成・発信を行う。

・熱帯擾乱監視（早期ドボラック）

気象衛星センターでは、台風に発達した熱帯擾乱及び 24 時間以内に台風に発達すると予想される熱帯擾乱の解析業務とは別に、発生初期の熱帯擾乱の雲システムを対象に、ドボラックの解析手法に基づいた T 数決定の作業を行っている。この業務を「早期ドボラック」と呼んでおり、北半球の東経 100 度から西経 170 度までの海上で CSC(Cloud System Center) が決定できる対流雲域を対象とし、CSC を決定できるようになった時から T 数の判定を行っている。

台風強度解析で説明したとおり、ドボラック法では T 数 1.0 は TS 以上に達する約 1.5 日前の熱帯擾乱であ

るとされており、過去の調査でも、「早期ドボラック」解析を開始し 24 時間以内に T 数 1.0 となった熱帯擾乱の約 70% が台風に発達している。

具体的な作業内容としては、SATAID プログラムにより 24 時間動画を作成し、6 時間毎に以下に述べる 5 つの条件全てを満たしているかどうか判定を行い、条件を満たした段階で雲システムを T 数 1.0 と判定し、気象庁予報部予報課に衛星気象解析報 (FAX) でその情報を通報している。

- ①雲システムが 12 時間以上持続していること
- ②雲システムの CSC の推定精度は直径 2.5 度以内であること
- ③CSC は現在まで 6 時間以上継続していること
- ④雲システム内の -31°C 以下の濃密な雲域は CSC からおおむね 2.0 度以内に存在すること
- ⑤この濃密な雲域の大きさはおおむね直径 1.5 度より大きいこと。

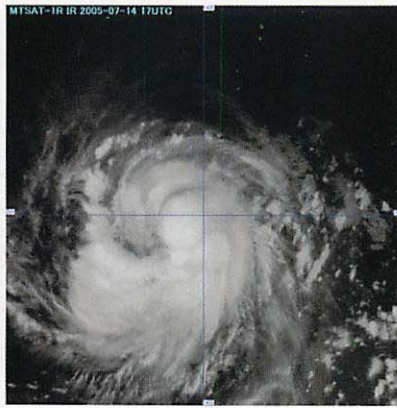
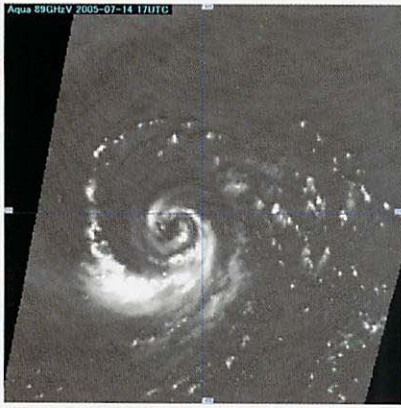
また T 数 1.0 と判定した雲システムについては、以後 6 時間毎に引き続いて「早期ドボラック」判定を行い、雲システムの更なる発達が認められた場合は 0.5 刻みでの T 数を増やし「発達」と、5 つの条件が満たされなくなった場合は T 数 1.0 未満の「衰弱」と判定し、その情報を気象庁予報部予報課に通報している。

2-9-5 熱帯擾乱解析業務の高度化

今回の計算機システムの更新に合わせ、熱帯擾乱解析業務の高度化として、解析技術及び電文配信に関して以下の業務変更を行っている。

解析技術の高度化としては、JAXA⁵から提供を受けている地球観測衛星のマイクロ波データが常時利用可能となったことから、AMSR-E (Aqua)、TMI (TRMM) 及び SeaWinds (QuikSCAT) のデータを熱帯擾乱解析システムで利用している SATAID フォーマットに変換し、静止気象衛星 (GOES-9 及び MTSAT-1R) の赤外・可視画像と重ね合わせて表示できるよう開発を行った。図 2-9-8 に「マイクロ波画像 (Aqua、QuikSCAT) と MTSAT-1R 赤外画像」、図 2-9-9 に「マイクロ波画像 (TRMM) と MTSAT-1R 赤外画像」を示す。

⁵JAXA : Japan Aerospace Exploration Agency (宇宙航空研究開発機構)

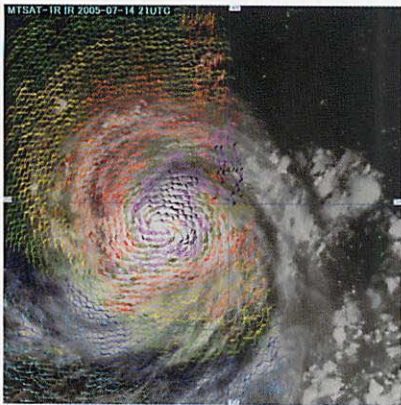


左上図：台風 0505 号の AMSR-E (Aqua) の 89.0GHz-V (垂直偏波) 画像
(2005 年 7 月 14 日 17UTC)

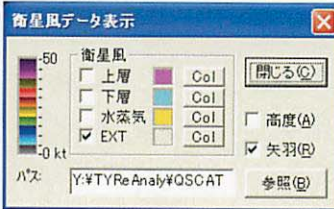
白く輝いている場所は活発な対流雲域を表す。

右上図：台風 0505 号の MTSAT-1R の赤外画像

(2005 年 7 月 14 日 17UTC) CDO タイプとして解析できるが眼は解析できない。



左下図：台風 0505 号の SeaWinds (QuikSCAT) の海上風と MTSAT-1R の赤外画像の合成画像
(2005 年 7 月 14 日 21UTC)



Aqua のマイクロ波画像 (左上図) では雲システムの内部構造 (活発な対流雲) が観測できるため、赤外画像 (右上図) で眼の形成が不明瞭な場合でも、台風中心を正確に解析できる場合がある。

QuikSCAT (左下図) では、台風中心付近の風向風速が直接観測できる場合がある。(風速は矢羽根及び中央下図のカラースケールで表示)

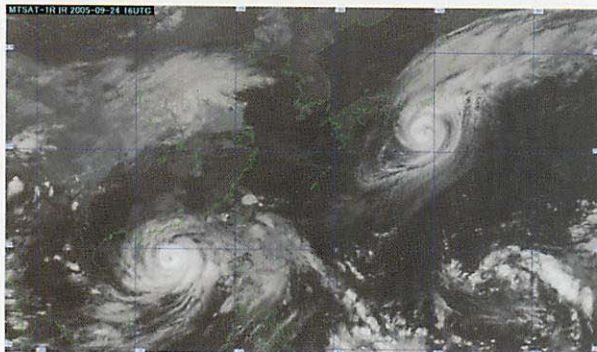
図 2-9-8 マイクロ波画像 (Aqua、QuikSCAT) と MTSAT-1R 赤外画像



左上図：台風 0517 号 (東経 140° 付近) 及び台風 0518 号 (東経 115° 付近) の TMI (TRMM) の 85.5GHz-V (垂直偏波) 画像

(2005 年 9 月 24 日 17UTC)

台風 0517 号では南側雲域の衰弱が、台風 0518 号では眼が明瞭に解析できる。



左下図：台風 0517 号 (東経 140° 付近) 及び台風 0518 号 (東経 115° 付近) の MTSAT-1R の赤外画像

(2005 年 9 月 24 日 17UTC)

図 2-9-9 マイクロ波画像 (TRMM) と MTSAT-1R 赤外画像

これらのマイクロ波画像については、観測後利用できるまでに 2~3 時間のタイムラグが発生する、軌道衛星のため同じ場所は 1 日 2 回しか観測できずさらに観測範囲が狭い (1 軌道の観測幅: Aqua 約 1450km、TRMM 約 760km) ことから必ず同じ場所が観測できるとは限らない、等の短所はある。しかしマイクロ波の特性として、厚い上層雲を透過して活発な対流雲域を観測できる、直接海上の風向・風速を観測できる、などの利点が多い。また今後さらに多くのマイクロ波センサーを搭載した軌道衛星の打ち上げが予定されていることから、気象衛星センターでは、マイクロ波解析技術の開発に取り組んでいる。

なおマイクロ波画像については、上記の理由でルーチンの熱帯擾乱解析には直接利用できないものの、「ブレ解析」時や「再解析」に前回の解析結果を再検討することにより、解析精度の向上を図っている。

また電文配信の高度化については、現在 A/N 電文で配信している SAREP 報を、熱帯擾乱の解析手法や中心推定及び強度推定の諸元等を追加した BUFR 報に 2006 年 11 月から移行する計画のため、2005 年 11 月からその試験配信を行っている。

参考文献

加藤浩司、西田誠、山本雅之、清水直幸、菊池明弘 (2004): 熱帯擾乱解析システム、気象衛星センター技術報告、44、31~37.

気象衛星センター (2004): 気象衛星画像の解析と利用—熱帯低気圧偏一、1~2、50~60、72~73.

登録商標

Microsoft、Windows は、米国 Microsoft Corporation の米国およびその他の国における登録商標です。

Intel、Xeon は、米国およびその他の国におけるインテルコーポレーションまたはその子会社の登録商標です。

その他、本稿に掲載されている会社名や製品名は、一般に各社の商標または登録商標です。

2-10 雲画像解析資料

Cloud Pictures for Analysis

Abstract

To add to Typhoon Information, the Analysis division treats Nephanalysis. Therefore, we convert HRIT(High Rate Information Transmission) imagery processed by SAPS(Satellite data Advanced Processing System) into every kind pictures of MTSAT-1R(Multi-functional Transport SATellite-1 Replacement) sensor, for using Nephanalysis. And we prepare cloud pictures (paper prints) and cloud animation movies (DVD-Video) for index and research.

2-10-1 はじめに

気象衛星センターでは、熱帯擾乱解析の他に気象解析等を目的に雲画像解析を行っている。このため、気象衛星センター計算機システムでMTSAT-1RのHRIT画像から雲画像解析用の各種画像を作成し、雲画像解析に利用している。また、事後の調査・解析のためのインデックスとして雲画像プリントや雲画像動画DVDを作成し、閲覧用資料としても備えている。

2-10-2 雲画像解析等のために作成している資料

雲画像解析装置では、気象衛星センター計算機システムで作成したMTSAT-1Rの北半球ループ(正方格子：SATAID(SATellite Animation and Interactive Diagnosis)形式)画像、全球ループ(円形：ビットマップ形式)画像等の各種チャンネル(赤外1、赤外2、赤外3：水蒸気、赤外4：3.8 μ m、可視、赤外1-2差分、赤外4-1差分)画像を用いて雲画像解析を行っている。また、これらの画像の一部(赤外1及び水蒸気全球画像、可視、赤外1、水蒸気及び赤外4北半球ポーラステレオ画像：表2-10-1参照)は、事後の調査・解析用インデックスとして備えるため閲覧用雲画像プリント(A4判カラー：図2-10-1~3参照)を作成している。さらに、毎時の赤外1、水蒸気及び可視の全球及び北半球ポーラステレオ画像は、1年分を編集して毎時雲画像動画(DVD-Video)に収録し、閲覧用雲動画DVD(図2-10-4参

照)として備えるとともに、このDVDは調査用資料として、毎年、本庁予報課及び地方予報中枢官署へ送付している。

これらの雲画像解析用各種画像及び閲覧用資料のほとんどは、GMSシリーズのシステムから引き続き作成されているが、MTSAT-1Rの運用開始にともなって、新たに赤外4画像が加わった。

2-10-3 雲画像解析資料の提供

雲画像解析資料のうち閲覧用資料として作成されたものは所定の場所に保管され、部外者等の閲覧に供される。また、地方官署等で雲画像資料を事後の調査に利用する場合、気象衛星センターが刊行している気象衛星観測月報(Monthly Report of Meteorological Satellite Center)収録の画像(日本付近画像は、SATAID形式で、領域：15~50N・115~150E、画像解像度：0.04°、赤外・可視・水蒸気毎時画像、全球円形画像は、ビットマップ形式で、00・03・06・12・18UTCの赤外・可視・水蒸気画像)が便利であるが、それでは足りない場合、気象衛星センターではその官署等からの要望による雲画像資料を作成し、提供している。なお、官署等以外の部外提供は通常、気象業務支援センターの扱いとなる。

参考文献

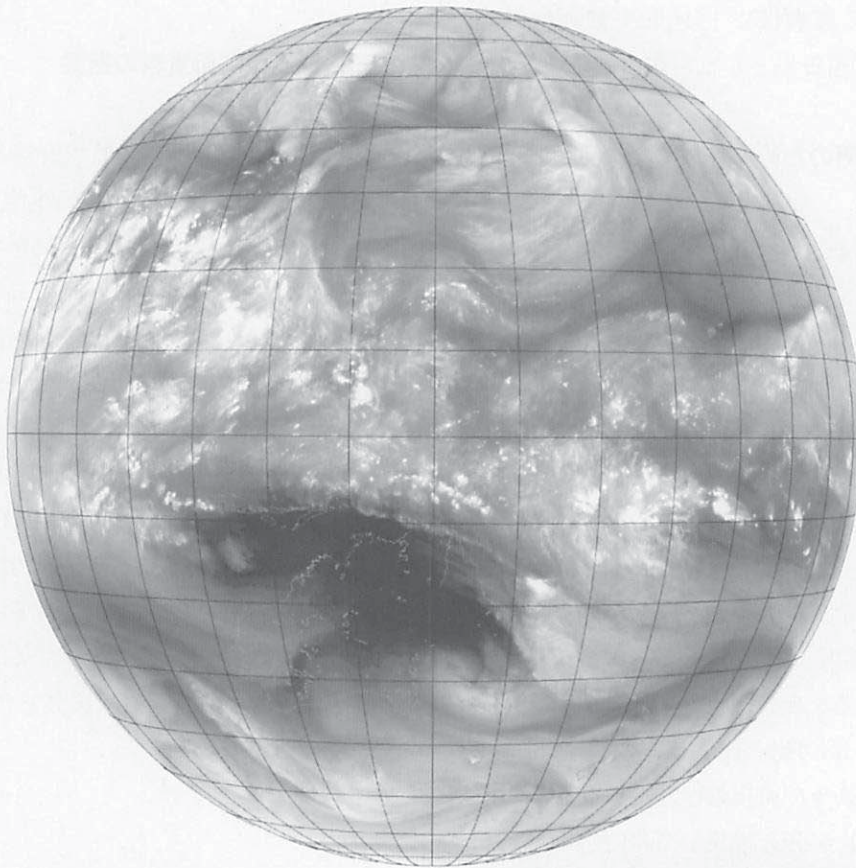
西村修司、2004：気象衛星資料提供システムの概要、
気象衛星センター技術報告、43、13～21。

登録商標

本稿に掲載されている会社名や製品名は、一般に各
社の商標または登録商標です。

表 2-10-1 閲覧用雲画像プリントの画種別作成時刻一覧

画 種	図 法	UTC							
		00	03	06	09	12	15	18	21
赤 外 1 全 球	円 形	○				○			
水 蒸 気 全 球	円 形	○				○			
可 視 北 半 球	ポーラステレオ	○	○	○					
赤 外 1 北 半 球	ポーラステレオ	○	○	○	○	○	○	○	○
水 蒸 気 北 半 球	ポーラステレオ	○	○	○	○	○	○	○	○
赤 外 4 北 半 球	ポーラステレオ	○	○	○	○	○	○	○	○



MTSAT-1R WV 2005-06-28 12UTC

図 2-10-1 閲覧用雲画像プリントの例(水蒸気全球画像)

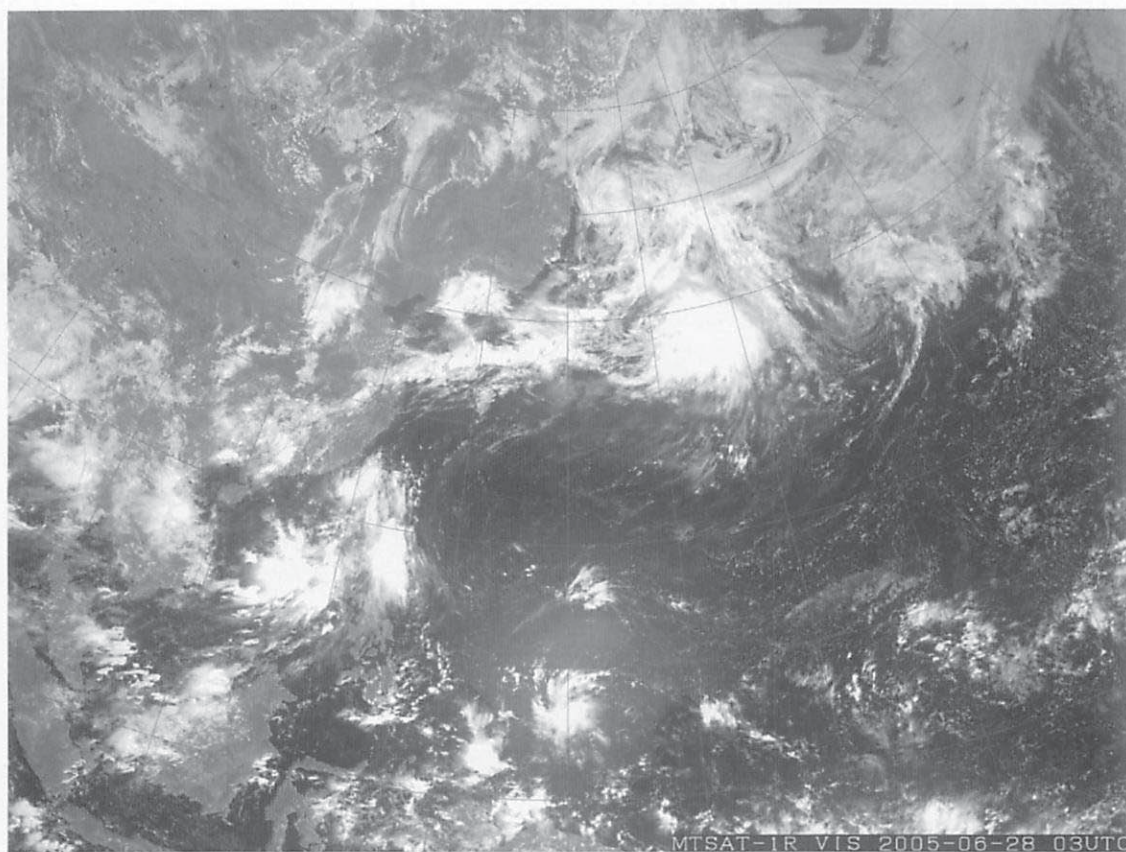


図 2-10-2 閲覧用雲画像プリントの例(可視北半球ポーラステレオ画像)

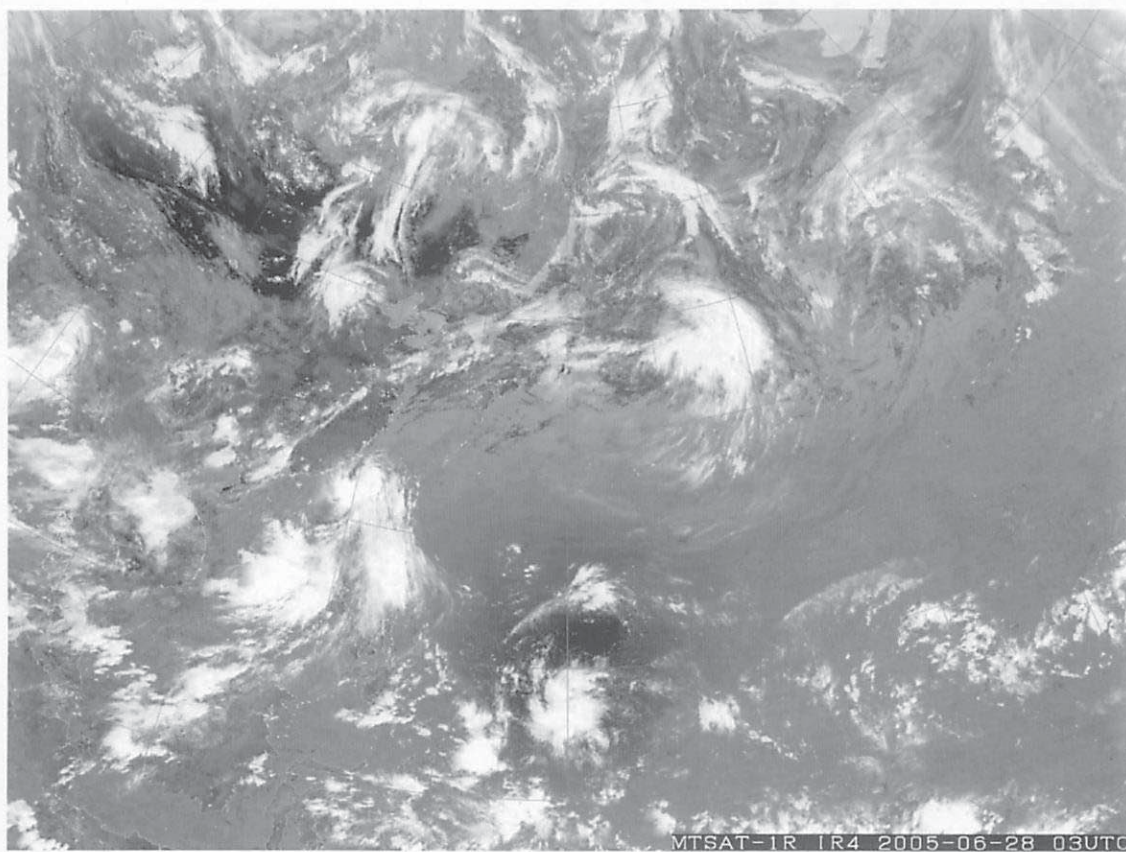


図 2-10-3 閲覧用雲画像プリントの例(赤外4北半球ポーラステレオ画像)

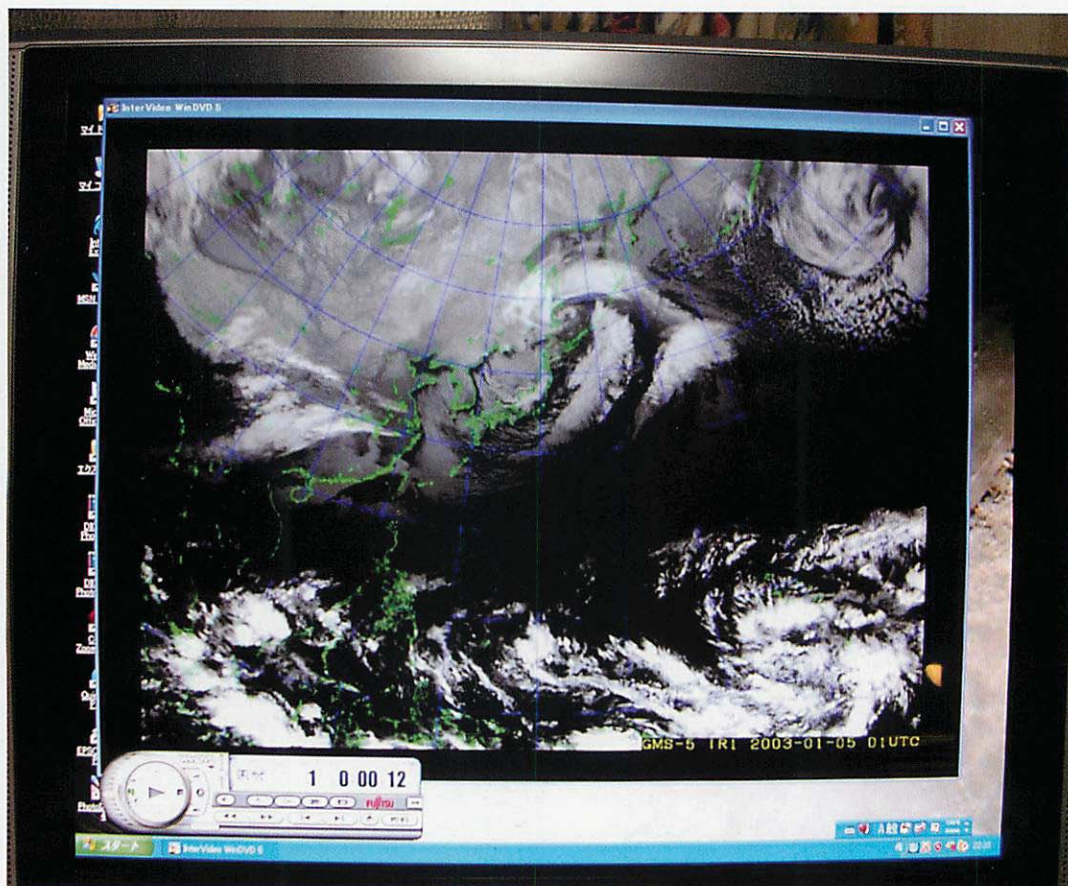


図 2-10-4 閲覧用雲動画 DVD の表示画面の例 (赤外 1 北半球ポーラステレオ画像)

2-11 ISCCP 処理

ISCCP Data Processing

Abstract

The International Satellite Cloud Climatology Project (ISCCP) began in July 1983 as the first element of the World Climate Research Program (WCRP). The project aims to develop a global data set of calibrated radiance by the international network of operational geostationary and polar orbiting meteorological satellites for climatological research. ISCCP is planned to be continued until 2010. MSC have continuously processed GMS series, GOES-9 and MTSAT-1R images into ISCCP data and have provided them on a routine basis.

2-11-1 はじめに

国際衛星雲気候計画 (ISCCP¹) は、世界気象機関 (WMO) と国際学術連合 (ICSU) が協同して行う世界気候計画 (WCRP) の最初のプロジェクトであり、1983年7月1日より開始された。全球に展開された静止衛星 (GOES, METEOSAT, MTSAT 等) と極軌道衛星 (NOAA 等) による雲の観測データを収集している。各衛星の観測データを相互に校正することで、衛星に

依存しない均質なデータを長期間にわたって提供しており、気候研究に役立てることを目的としている。気象衛星センターからは国際協力の一環として、計画開始当初から観測データ提供を行っている。

現在では ISCCP は、全球エネルギー・水循環実験計画 (GEWEX) のサブプロジェクトとして位置付けられている (図 2-11-1)。また、当初5年間の予定であった計画もその後何度か延長され、2010年まで継続することが決定している。

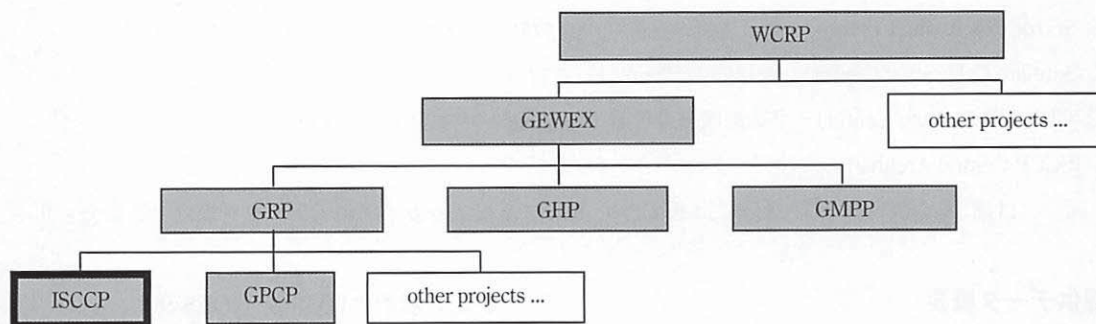


図 2-11-1 WCRP の中での ISCCP の位置付け

WCRP は GEWEX をはじめとするいくつかのプロジェクトから成る。GEWEX は GRP (GEWEX Radiation Panel)、GHP (GEWEX Hydrometeorology Panel)、GMPP (GEWEX Modeling and Prediction Panel) の3つのサブプロジェクトで構成される。ISCCP は GPCP (全球降水気候計画) とともに GRP を構成する一プロジェクトである。

¹ <http://isccp.giss.nasa.gov/index.html>

2-11-2 データ収集処理

データ収集処理は欧米を中心とした気象機関が分担しており、以下の各センターが設けられている。

- ・地域処理センター (SPC)
- ・特定地域処理センター (SAPC)
- ・衛星間校正センター (SCC)

- ・全球処理センター (GPC)
- ・中央資料センター (ICA)

それぞれの機能概略を図 2-11-2 に示す。詳細については門脇 (1984) 及び久保田 (1985) を参照されたい。

気象衛星センターは SPC として、AC、B1、B2 データをそれぞれ SCC、ICA、GPC に提供している。

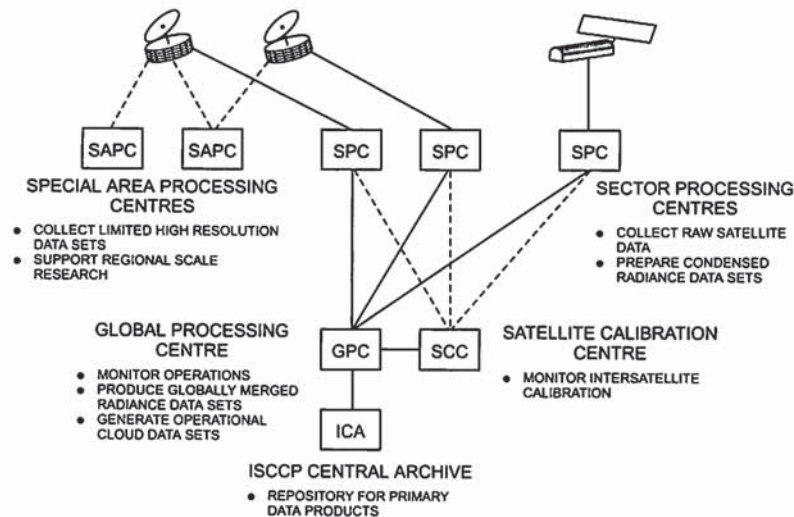


図 2-11-2 データの流れと処理組織概略 (ISCCP ウェブサイトより)

SAPC (Special Area Processing Centers): 高解像度データの収集、地域規模の研究をサポート

SPC (Sector Processing Centers): 衛星生データの収集、放射データの元となる一次データを提供する

SCC (Satellite Calibration Center): 衛星間のデータ校正を行う

GPC (Global Processing Center): 全球領域での放射・雲データの作成と提供を行う

ICA (ISCCP Central Archive): 放射データのアーカイブを行う

※ 図中には描かれていないが、実際には SPC から ICA に直接アーカイブ用のデータを提供する場合もある。

2-11-3 提供データ概要

(1) AC データ

衛星間の比較-校正-標準化のための係数を得るためのもの。極軌道衛星観測データと同一時刻・地点で比較することにより、波長や分解能の異なる静止衛星データを校正する。

提供先: SCC(宇宙気象センター/フランス気象局)

提供頻度: 月 5 回不定期 (SCC から指定)

提供領域: SCC から指定された地点を中心に、約 2000km×2000km を切り出す。

空間分解能: GMS-5, GOES-9 まではオリジナルの観測データと同じ解像度だったが、MTSAT-1R からは可視のみライン方向 1/4、ピクセル方向 1/4 に間引きしたものを提供する。

(2) B1 データ

全球にわたって均質な放射量データセットを作るためのものとなる一次データ。

提供先: ICA (NESDIS/NOAA)

提供頻度: 3 時間毎 (00, 03, 06, 09, 12, 15, 18, 21UTC)

提供領域：全球

空間分解能：GMS-5, GOES-9 は VISSR データを単純にライン方向 1/2、ピクセル方向 1/3 に間引いたデータを提供しており、分解能は公称約 10km。MTSAT-1R からはライン方向・ピクセル方向とも 1/2 の間引きとなり、分解能は公称約 8km。なお、可視については赤外と同一瞬時視野 (IFOV) となるよう 4×4 画素についての平均を求め、その後間引いている。

(3) B2 データ

B1 データをさらに間引いたもの。

提供先：GPC (GISS/NASA)

提供頻度：3 時間毎 (B1 データと同じ)

提供領域：全球

空間分解能：B1 データをライン方向・ピクセル方向とも 1/3 に間引きしている。分解能は GMS-5, GOES-9 で公称約 30km、MTSAT-1R では約 24km。

気象衛星センターから提供するデータのフォーマットについては、MTSAT-1R から従来とは変更するこ

とになった。これは観測データが HRIT 形式となったためであり、ISCCP に提供するデータも HRIT 形式に準じたフォーマットで提供する (図 2-11-3)。なお、提供媒体については、この数年間で磁気テープから CD-R、そして FTP 転送へと変化した。

プロジェクト全体の流れとしては、まず SCC で AC データから衛星間校正用の情報 (BC データ) が作成される。GPC では BC データを受信し、これを用いて各 SPC から収集した B2 データを衛星間で校正し、全球放射量データ (B3 データ) を作成する。さらに B3 データから大気・地表の状態についての情報を加えて雲の情報に変換した C データ、及び雲情報等をピクセルレベルで算出した D データが作成される。

参考文献

門脇俊一郎、1984：国際衛星雲気候計画(ISCCP)についてその経緯と現状、気象衛星センター技術報告 No.9、61-70。
 久保田効、1985：国際衛星雲気候計画(ISCCP)の進展、天気、Vol.32、No.1、5-13。

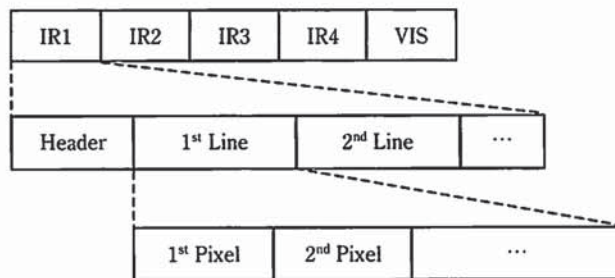


図 2-11-3 MTSAT-1R 以降の提供データ (AC, B1, B2) フォーマット概念図

GMS-5, GOES-9 まではライン毎に各センサのデータが並ぶ形式だったが、これをセンサ毎にまとめるよう変更した。個々のセンサデータ部分は HRIT のファイルフォーマットに従う。

2-12 GPCP 処理

GPCP Data Processing

Abstract

It has been well recognized that latent heat with condensation of water vapor plays an important role in large scale atmospheric circulations. The Global Precipitation Climatology Project (GPCP) has been planned on a part of the World Climate Research Program (WCRP) in 1984, and aims to estimate spatial and temporal average of global precipitation.

MSC has been producing the histogram data sets of GMS infrared brightness temperature and their statistics since March 1984 and has been providing those data to the GPCP on a routine basis since March 1987(Osawa, 1989). At present, MSC will continue to create the GPCP data until 2010.

2-12-1 はじめに

水蒸気の凝結によって放出される潜熱は、大気大循環の主たるエネルギー源である。したがって、降水量を全球で把握することは、大気大循環の気候を理解する上で重要である。

全球降水気候計画は、WMO と国際学術連合会議が共同で実施している世界気候研究計画のプロジェクトの1つで、降水の時間・空間平均量を全球規模で観測/推定することを目的としている(以上、大澤、1989)。

GMS では赤外画像データから作成される基本ヒストグラムデータから作成されていたが、MTSAT-1RからはHRIT データから直接作成するよう変更した。

現在のところ2010年まで作成を継続する予定になっている。

2-12-2 GPCP データ作成処理

GPCP データ作成の概略を図 2-12-1 に示す。GPCP データはMTSAT 切り替え以降、直接赤外1チャンネル(10.3~11.3 μ m)の衛星画像データから作成している。作成範囲は北緯40度から南緯40度、東経90度から西経170度の範囲で、要素としては、1 \times 1度の緯度経度格子内の輝度温度に関する各種統計量及び24階級の輝度温度ヒストグラム値である。統計量には

緯経度1度格子内の輝度温度の平均値、最高値、最低値、標準偏差がある。作成時間間隔は3時間毎(00、03、06、09、12、15、18、21UTC)である。ヒストグラムの輝度温度階級を表2-12-1に示す。

表2-12-1 GPCP ヒストグラム輝度温度階級

class	Temperature Ranges (K)
1	$270 \leq T_{bb}$
2	$265 \leq T_{bb} < 270$
3	$260 \leq T_{bb} < 265$
4	$255 \leq T_{bb} < 260$
5	$250 \leq T_{bb} < 255$
6	$245 \leq T_{bb} < 250$
7	$240 \leq T_{bb} < 245$
8	$239 \leq T_{bb} < 240$
9	$238 \leq T_{bb} < 239$
10	$237 \leq T_{bb} < 238$
11	$236 \leq T_{bb} < 237$
12	$235 \leq T_{bb} < 236$
13	$234 \leq T_{bb} < 235$
14	$233 \leq T_{bb} < 234$
15	$232 \leq T_{bb} < 233$
16	$231 \leq T_{bb} < 232$
17	$230 \leq T_{bb} < 231$
18	$225 \leq T_{bb} < 230$
19	$220 \leq T_{bb} < 225$
20	$215 \leq T_{bb} < 220$
21	$210 \leq T_{bb} < 215$
22	$200 \leq T_{bb} < 210$
23	$195 \leq T_{bb} < 200$
24	$T_{bb} < 195$

作成されたデータは、各時間のデータを1日分のデータとして一つにまとめられた後、本庁経由で公開されている。その際、1日の間に作成されなかった時間のデータがある場合、0詰めされたダミーデータを差し込んで日データを作成している。そのため送付されるデータのサイズは常に同じである。

空間分解能については、従来は2.5度解像度であったが、1997年以降1度の解像度に変更している。この際、それまで行なわれていた正規化処理は廃止となった。

参考文献

大澤和裕、1989：5.3. GPCP 処理、気象衛星センター技術報告 特別号 (1989) II GMS システム更新統合報告 (1989年版) II-データ処理編、121-122

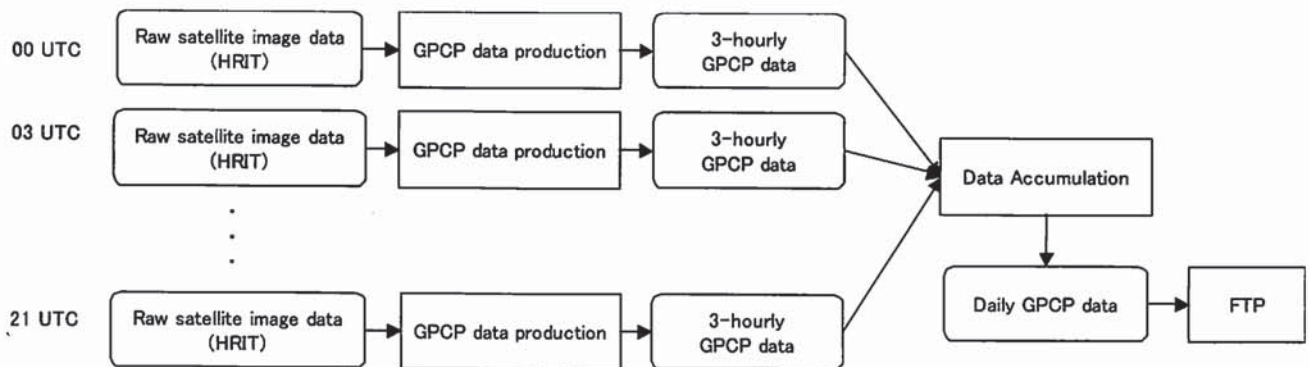


図 2-12-1 GPCP データ処理の概念図

3 MTSAT-1R 地上システム

MTSAT-1R Ground Systems

Abstract

Each equipment of MTSAT-1R ground system is installed in Command and Data Acquisition Station (CDAS) and Data Processing Center (DPC) separately depending on the function.

Station Monitor and Control Equipment (StMCE), Satellite Monitor and Control Equipment (ScMCE) and Imager Data Acquisition and Control System (IDACS) are installed in CDAS, and Operational Information Generation Equipment (OIGE) are in DPC.

Each equipment is connected by LAN and provides necessary data mutually. Figure 1-1 shows the composition of ground system.

Daily schedule file planned by OIGE is transmitted to both StMCE and ScMCE. They monitor execution time of steps in each operation schedule, and StMCE sends command to arrange configuration of equipments in CDAS to communicate with satellite. And ScMCE sends command for satellite to control equipments onboard the satellite for meteorological mission.

IDACS generates HRIT data and HiRID from raw data and they are disseminated to Medium scale Data Utilization Station (MDUS) via satellite.

HRIT data is also transmitted to data processing system in DPC by landline, and LRIT and WEFAX are generated. They are disseminated to Small scale Data Utilization Station (SDUS) via satellite.

3-1 地上システムの概要

運輸多目的衛星新1号(以下、「MTSAT-1R」という。)地上システムの設備は、機能別に気象衛星通信所と気象衛星センターに分けて設置されている。

気象衛星通信所には局管制装置、衛星管制装置及び画像取得制御系装置等が設置され、気象衛星センターに運用情報作成装置が設置されている。地上システムの構成を図3-1に示す。

気象衛星センターに設置されている運用情報作成装置で作成された局管制装置及び衛星の運用計画は、局管制装置及び衛星管制装置に配信される。これらの装置は、計画実行時刻の監視を行い、計画実行時刻にな

ると局管制装置は気象衛星通信所と衛星間の信号の確保や画像の配信等に必要な制御を行い、衛星管制装置は衛星に対し各種コマンドを出力して気象ミッションに必要な運用を行っている。

画像取得制御系装置は、衛星からの画像信号を自動的にHRIT (High Rate Information Transmission) 及びHiRID(High Resolution Imager Data)に変換し、衛星経由で一般利用者に配信している。また、HRITは気象衛星センターの衛星データ処理システムに出力され、LRIT (Low Rate Information Transmission)及びWEFAX (WEather FACSimile)に変換されて衛星経由により一般利用者に配信される。

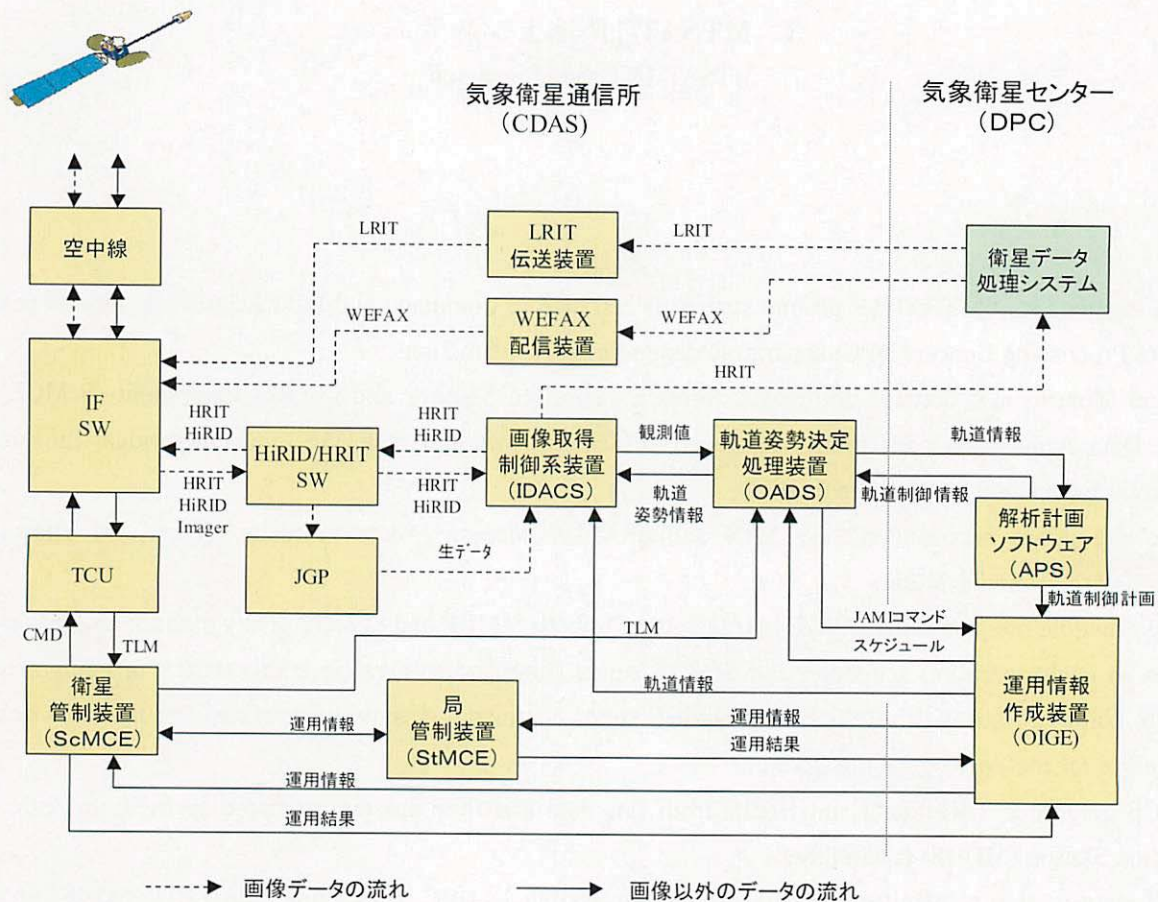


図 3-1 MTSAT-1R 地上システムの構成

3-2 管制システム

3-2-1 局管制装置 (StMCE¹⁾)

(1) 概要

局管制装置は、局設備の状態の監視・制御、運用スケジュールの編集・実行・確認、局データベースの管理及び衛星回線の状態監視を行う装置である。

また、専用線を介して航空局地上局（神戸、常陸太田）とのテレメトリデータ、局状態及び軌道情報等の送受信を行う。

本装置の運用は、運用情報作成装置で作成された運用計画に基づき、局管制装置に登録されている運用パーツの計画処理を行い、局標準運用手順書（以下、「局 SOP²⁾」という。）と呼ばれる電子化された運用手順により実行される。局 SOP は、運用に必要な操作やコマ

ンド命令をフローチャート形式に表示し、運用者と対話形式で局内各機器の制御を実施することができる。

(2) 構成

本装置は、局管制端末 LAN、局管制基幹 LAN、通信機器 LAN ネットワークからなり、局監視制御装置、局管制用端末、システム監視端末、メンテナンス用端末、ネットワーク監視端末、送信系/受信系 IF 切替装置、衛星回線監視装置、通信制御装置及びプリンタ等で構成される。

(3) 機能

本装置は、冗長構成を有し、主系に障害が発生した場合、データの欠落なく運用に支障がないように、自動的に冗長系に切り替わる機能を有する。

通信機器 LAN などのネットワークから得られる各機器の状態監視及び機器の制御、運用スケジュールの

¹ StMCE : Station Monitor and Control Equipment

² SOP : Standard Operations Procedures

実行・確認及びデータベースの編集・保存、コマンド履歴、各種運用履歴の蓄積などの機能を有する。

(4) 運用

通常の局運用は、運用情報作成装置から送られてくる運用計画に従って実行される。運用計画で定められた時間になると各運用に対応した局 SOP が自動的に起動し、局制御コマンドを実行する。運用計画は、当日から一週間先まで画面に表示させることができる。局制御端末においてもマニュアル SOP の起動、リカバリ SOP の起動、制御ブロック図からの起動及びマニュアルでのコマンド実行が可能である。

ベースバンド系装置、中間周波数切替装置、空中線系装置、LRIT 伝送装置等の制御も局 SOP により実行することが可能である。

局制御端末は、運用計画スケジュールの確認、コマンド実行監視、運用履歴の確認及び局コンフィギュレーションの監視を行う。局 SOP が実行されると、フローチャートモニタ画面と制御シーケンス画面が表示され、制御シーケンス画面でもマニュアルで局 SOP の実行を制御することが可能である。

局監視端末は、局設備の機器状態を表示するブロック図監視、局設備のアラーム監視、アラーム履歴の表示及びトレンド・X-Y グラフの表示を行うことができる。さらに、監視したいデータを選択しテレメトリ監視ウィンドウに表示させることもできる。リミットエラーやステータスエラーなど局テレメトリエラーが発生すると、エラー内容がポップアップウィンドウやアラーム運用履歴表示ウィンドウに表示され運用者に通知する。運用履歴表示には最新の 2000 件のデータを表示することができる。

局制御端末と局監視端末の表示画面には、共通のステータス表示として HRIT レンズ状態、HiRID・LRIT TX/RX カウンタ、テレメトリ・コマンドユニット (以下「TCU³」という。) の状態、テレメトリ・トラッキング&コマンド (以下「TTC⁴」という。) のシステム状態、時刻などが表示される。

メンテナンス端末は、局評価解析の機能を併せ持ち、

トレンドグラフ、統計グラフ、X-Y グラフ表示、トレンドリスト表示及び統計リストの表示、コマンド履歴、アラーム履歴及び運用履歴リストの表示を行うことができ、運用の評価・解析に利用することができる。また、本端末で局 SOP ファイル、局データベースの管理・編集を行うことができ、新しい局 SOP を作成することも可能である。無線業務日誌用のデータファイルについて表示・編集・印刷することもできる。データは、8mm テープや MO に保存することができる。

システム監視端末は、衛星と TTC 各設備の回線状態や管制装置などのコンフィギュレーション監視を行なっている。衛星へのアップリンク・ダウンリンク信号の表示、局管制装置等の運用状態が表示される。衛星回線で使用される信号 (イメージャ、HRIT・HiRID、LRIT・WEFAX、S コマンド、USB コマンド、テレメトリ) の送信/受信のレベル、周波数、変調度、スペクトラム波形を衛星回線監視装置で監視することができる。

ネットワーク監視端末は、気象衛星通信所と気象衛星センターとの局内ネットワークの監視を行っており、ネットワークに異常があれば局アラームとして運用者に通知するとともに該当機器がアラーム表示される。

このように局管制装置は、各機器とネットワークにより接続されており局設備の監視及び制御を集中的に行うことができる。

3-2-2 衛星管制装置 (ScMCE⁵)

(1) 概要

衛星管制装置は、局管制装置、TCU 及び衛星姿勢シミュレータ (以下、「DSS⁶」という。) と接続され、衛星や DSS へのコマンド送信処理、衛星や DSS からのテレメトリ受信処理を行い、コマンド実行確認・照合を行う機能を持つ。また、運用情報作成装置と接続され、運用情報作成装置から送られてくる運用計画をスケジュールにより自動で行う機能も併せ持っている。さらに運用履歴やデータ累積、解析処理も行うことができる。

³TCU : Telemetry Command Unit

⁴TTC : Telemetry Tracking Command

⁵ScMCE : Satellite Monitor and Control Equipment

⁶DSS : Dynamic Spacecraft Simulator

衛星管制装置の運用は衛星 SOP と呼ばれる運用手順を実行することにより衛星の管制を実施する。本装置は衛星のミッション系及びバス系のコマンド・テレメトリデータベースを持ち、衛星 SOP による衛星管制に対応している。

(2) 構成

衛星管制装置は、衛星管制 LAN、周辺機器 LAN ネットワークからなり、衛星監視制御装置、衛星管制用端末、メンテナンス用端末及びプリンタ等で構成され

ている。

(3) 機能

衛星管制装置の各装置は冗長構成され、主系に障害が発生した場合にはデータの欠落なく運用可能なように自動的に冗長系に切り替える機能を有している。

主な機能として、コマンドデータの処理機能、テレメトリデータの処理・蓄積機能、コマンド履歴、運用履歴等の各種蓄積機能及びテレメトリ/コマンドデータベースの編集・保存機能を有している。



図 3-2 衛星管制装置の全景

(4) 運用

GMS-5 の運用と大きく異なる点は、MTSAT-1R が画像取得スケジュールを衛星内部に記憶することができる点である。このため、通常の運用は衛星のメモリに 1 日分の画像取得スケジュールをアップロードする「JAMI⁷ アップロード運用」が主になる。このなかには「撮像」だけではなく「星観測」、「アルベド観測」、「太陽/月干渉時刻」などのスケジュールも記述されている。これらのスケジュールを 1 日 1 回衛星に向けて翌日分をアップロードする。

この「JAMI アップロード運用」を含む毎日の運用は、運用情報作成装置から送られてくる運用計画が基準となっている。運用計画で定められた時間になると各運用に対応した衛星 SOP が自動的に起動し、衛星に対してコマンドが送信される。運用計画は当日から一週間先まで画面に表示させることができる。また、コマンドは手動で送信することも可能で、衛星とのリンク状態を確認するスペアコマンドなどがよく使用される。

衛星の状態はテレメトリを監視することで確認でき、搭載機器の On/Off などのステータス、電圧、温度など

⁷ JAMI : Japanese Advanced Meteorological Imager

のアナログ値にはリミットを定義でき、リミット値を越えるとアラームが鳴動して運用者に知らせる機能がある。テレメトリリスト、トレンドグラフ等さまざまな表示方法が用意されており、また複数の画面を同時に表示させることもできる。

メンテナンス用端末は、オフライン解析やテレメトリ/コマンドデータベースの変更作業に使用される。オフライン解析では過去半年分のテレメトリデータの解析が可能である。データは4mmテープやCDに保存することもできる。

3-2-3 運用情報作成装置 (OIGE⁸)

(1) 概要

運用情報作成装置では衛星や局装置の運用スケジュールの作成と衛星搭載機器等の状態把握の為の評価解析を行っている。作成された運用計画は衛星管制装置及び局管制装置に伝送される。また、運用情報作成装置は軌道姿勢決定処理装置、解析計画ソフトウェア、画像取得制御系装置の各装置とも運用に必要なデータの入出力を行っている。

(2) 機能

運用情報作成装置は運用計画作成機能と評価解析機能を有している。

運用計画作成機能は地上設備と衛星の自動運用を実現するために、時間、内容、条件等の情報を設定した運用計画ファイルを作成し、気象衛星通信所の局管制装置と衛星管制装置へ伝送する機能である。また、HRIT、HiRIDデータの配信等に関するMANAMファイルを作成する機能も有している。

評価解析機能は衛星や局の状態を解析、評価するために、テレメトリのトレンドグラフ、リスト表示やコマンド、テレメトリアラーム履歴などを表示する機能である。

(3) 運用

運用計画は運用パーツを実行時刻順に並べることにより作成する。運用パーツは運用計画を作成する際の最小単位で気象庁では「地球観測」や「星観測」などのJAMI観測に関する運用パーツや「JAMIデータテーブルのアップロード」、「衛星に搭載されたブラックボ

ディのキャリブレーション運用」、「LRIT/WEFAX切替」に関する運用パーツなどがある。なお、JAMI観測に関する運用パーツのパラメータは軌道姿勢決定処理装置で作成され、運用情報作成装置に転送される。

作成された運用計画は同じ時間帯に重複制限のある2つ以上の運用計画が割り当てられていないかどうかの競合チェックを行った後に気象衛星通信所の局管制装置と衛星管制装置に伝送される。また、気象ミッションに関する運用計画のみ航空局にも伝送される。

HRIT、HiRIDのMANAMファイルは運用情報作成装置で編集、伝送処理を行うと局管制装置、画像前処理装置、そして更にHRIT MANAMファイルの場合は、HRITコーデックを経由して配信される。

評価解析は気象衛星通信所の衛星管制装置及び局管制装置を経由して受信した衛星関連データ及び局関連データを用いテレメトリトレンドグラフやテレメトリリスト、コマンド履歴、テレメトリアラーム履歴等を表示する。

グラフはテレメトリ値対時間軸のグラフの他に2つのテレメトリ値をそれぞれX軸、Y軸に割り付けるXYグラフ、そして1つの時間軸に対してテレメトリ値の最大・最小・平均値を表示する統計グラフが表示可能である。グラフやリストは定期的あるいは随時出力し、衛星の状態等の解析、評価に利用されている。また、運用情報作成装置には外部記憶媒体として8mmDAT、5インチMO、FDが用意されており、8mmDATには定期的に衛星関連データ及び局関連データの保存を行っている。

3-3 テレメトリ・コマンドユニット (TCU)

テレメトリ・コマンドユニットは、衛星からのテレメトリ信号を受信系IF切替装置より74MHzのIF信号で受け取り、このテレメトリ信号を復調し、データ変換して衛星管制装置に送出する。また、衛星管制装置からのコマンド信号を変調し、送信系IF切替装置に72.2MHzのIF信号として送出する装置である。

テレメトリ・コマンドユニットは主従2台あり、どちらを使用するかは衛星管制装置で選択できる。また、

⁸ OIGE : Operational Information Generation Equipment

T&C シミュレータとベースバンド接続したり、IF や RF 機器を使用したインターフェース接続を用いて、IF や RF ルートのテレメトリ/コマンド信号の適合性試験をすることも可能である。

3-4 衛星姿勢シミュレータ (DSS)

DSS は、宇宙空間で動作する衛星の姿勢制御サブシステムを動的にシミュレートする機能である。また、推進サブシステム、電源サブシステム、熱制御サブシステム、イメージャサブシステムの一部及びテレメトリ・コマンドリンクがモデル化されている。

衛星と同様に、DSS はコマンドを受信し、コマンドに応答して衛星への効果に関する動力学的シミュレーションを行う。さらに衛星に影響を与える環境的条件のシミュレーションも行うことができる。これには、軌道パラメータ、日食、太陽輻射圧、太陽入射角度および磁場の効果のような環境条件が含まれる。また、衛星姿勢サブシステムや衛星装置特有の故障モードのシミュレーションも可能である。さらに 3D グラフィックディスプレイが装備されており、衛星の動きを三次元的に表示させることができる。

衛星管制制御装置と接続することができ、運用者は衛星運用を衛星に対して行うのと同様な環境下で衛星姿勢シミュレータに対して行うことができる。

3-5 解析計画ソフトウェア (APS⁹)

解析計画ソフトウェアは、衛星運用に必要な情報を得るためのプログラムをひとつのソフトウェアにまとめたものである。

主な機能は以下のものがある。

- (1) 現在の衛星の軌道を求める機能。
- (2) 現在の衛星軌道から未来の軌道を予測する機能。
- (3) 南北および東西の軌道保持範囲内に衛星を保持するため、軌道傾斜角を調整する南北制御計画やドリフトレートと離心率を同時に調整する東西制御計画機能。

- (4) 太陽や月が衛星の地球センサに干渉を起こす期間を予測する機能。
- (5) 地球や月による食期間や太陽妨害の時間を予測する機能。
- (6) 燃料や酸化剤の推定残量を求める機能。

現在、主に使用している機能は、東西制御や南北制御後の画像ずれを少なくするため、軌道予測値を画像取得制御系装置の画像前処理装置にナビゲーション情報として出力している。また、衛星の地球センサに月や太陽が干渉する情報、地球や月による食運用及びアンテナに及ぼす太陽妨害等の予測を行い、JAMI 撮像の運用に反映している。

3-6 画像取得制御系装置 (IDACS¹⁰)

(1) 概要

MTSAT-1R の画像取得制御系装置は、MTSAT で整備された装置及びソフトウェアを改修することによって整備された。新装置は旧装置の設計思想を踏襲しつつ、HRIT による画像配信機能の追加、HRIT レンズングを使用した軌道決定機能の導入などの変更が加えられている。

(2) 構成

画像取得制御系装置は、画像変調/復調装置と画像前処理系装置に大別され、これらの装置が FDDI ネットワークにより有機的に結ばれている。

画像変調/復調装置は、イメージャ観測データ復調装置、HiRID 変復調装置、HRIT 変復調装置及び HiRID/HRIT スイッチで構成され、画像前処理系装置は、画像前処理装置、画像品質監視解析装置、HRIT コーデック、擬似データ作成装置及び画像取得系制御装置系端末から構成されている。これらの装置とは別に、JGP¹¹ や軌道姿勢決定処理装置も広義には画像取得制御系装置に含まれる。

(3) 機能

衛星から伝送されてくるイメージャ観測信号はイメージャ観測データ復調装置で復調され、JGP に入力される。JGP は復調されたイメージャ観測データに対

⁹ APS : Analysis Planning Software

¹⁰ IDACS : Imager Data Acquisition and Control System

¹¹ JGP : JAMI Ground Processor

し、キャリブレーションやリサンプリング処理を行い、画像前処理装置に出力する。画像前処理装置ではナビゲーションとキャリブレーション結果を元に、イメージャ観測データから HiRID と HRIT を作成する。これらは変調されて衛星を経由して中規模データ利用局へ配信される。また、衛星経由の配信とは別に、気象衛星センターへ HRIT を地上回線経由で転送され、各プロダクト作成に使用される。衛星経由で配信される画像はイメージャ観測データと共に画像前処理装置、画像品質監視解析装置及び画像取得系制御装置端末にお

いてクイックルックとして表示される。

衛星で折り返された HiRID と HRIT は復調された後、画像前処理装置と画像品質監視解析装置に取り込まれ保存・クイックルック表示される。画像品質監視解析装置に保存されたイメージャ観測データ、HiRID 及び HRIT は、より詳細な分解能で表示させることが可能で、また各種解析ツールが用意されている。

次に MTSAT-1R から新たに加わった機能として、HRIT による画像配信と HRIT レンズングによる軌道決定について簡単に解説する。



図 3-3 画像取得制御系装置の全景

(4) HRIT による画像配信

HiRID が GMS シリーズの S-VISSR と上位互換関係にあるのに対して、HiRID と共に並行配信される HRIT のフォーマットは HiRID とは異なり、国際標準規格 (ISO standard 7498) に基づいている。また、イメージャ観測画像 (JPG 出力画像) と同等の空間分解能 (衛星直下点で可視 1×1km、赤外 4×4km) をもつ。さらに、データをパケット化して配信するデジタル伝送方式を採用しているため、以下のような特徴をもつ。

ア 各種データの配信

配信できるデータは画像データに限定されない。例えば、HiRID では MANAM はドキュメンテーションブロックの中に書き込まれて画像データと同時に配信されるが、HRIT ではテキストデータとして画像データとは独立して配信される。

イ データの圧縮

画像データのように容量が大きなデータは予めファイルとして圧縮した後で配信するため、配信時間の短縮が可能となる。HiRID の配信時間は全球で約 22 分なのに対し、HRIT では HiRID に比べて容量が大きいにも関わらず、5 分前後である。

なお、HRIT はデータの多重・優先配信機能、秘匿化機能を有するが、MTSAT-1R においては使用されていない。

(5) HRIT レンズングによる軌道決定

イメージャ観測データから HiRID や HRIT を作成するためには、衛星の軌道・姿勢情報 (軌道と姿勢の予測値) が必要である。このうち、軌道情報の基礎データとなる軌道決定値は、当初の MTSAT では航空局が行う Ku (または USB) バンドによるレンジングから得ることを想定していた。しかし、MTSAT-1R では HRIT 信号を使用したレンジングを行うことにより、気象ミッション単独で軌道決定値を得ることの出来るシステムとなっている。

HiRID 配信時間以外はレンジング用信号を含めた、HRIT が常時、衛星向けに出力されており、この間はレンジングが繰り返し行われる。レンジングデータは画像前処理装置で取得された後、品質管理処理が行われ、軌道姿勢決定処理装置に送られる。軌道姿勢決定処理装置は、他のナビゲーションデータ (ランドマーク、アースエッジ及び星観測データ) と併せ、HRIT レンズ

ングデータを処理して衛星の軌道と姿勢を決定する。この軌道・姿勢決定値は画像前処理装置に送り返され、それを元に軌道・姿勢予測値が作成される。これとは別に軌道姿勢決定処理装置は、軌道・姿勢情報から衛星にアップロードするコマンドパラメータ群を作成する。

3-7 キャリブレーション

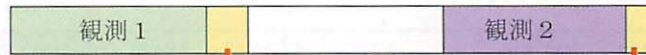
MTSAT-1R に搭載されているイメージャ "JAMI" は 12 ビットのデジタルカウント値をワイドバンドデータとして地上に伝送する。ワイドバンドデータには地球スキャンで得られたイメージデータの他、様々なテレメトリデータが含まれており、復調された後、JPG に入力される。JPG はワイドバンドデータからイメージデータを抽出して、これらのテレメトリデータから得たセンサのカウント値を放射量に対応付け、放射量に比例したカウント値を画像前処理装置に出力する。画像前処理装置は JPG から受け取ったカウント値を放射量に逆変換し、赤外では等価黒体温度に、可視ではアルベドに換算して、HiRID/HRIT 用のキャリブレーションテーブルに適合したカウント値を生成する。この一連の処理が画像のキャリブレーションと呼ばれる。キャリブレーションの原理・方法は GMS シリーズと大きな違いはないが、運用面を中心にいくつか異なる方式を採っているため、以下に説明する。

- ・ GMS シリーズでは、カウント値と放射量の関係は線形式を用いて近似されていたのに対して、MTSAT-1R では二次式を用いて近似される。この二次式の二次の係数は打上げ前の地上試験において求められており、一次係数と定数項は赤外チャンネルでは、黒体観測とスペーススルック (深宇宙観測) から、可視チャンネルではアルベド観測とスペーススルックから求められる。また、赤外チャンネルでは走査鏡が東西方向にスキャンする際の射出率の違いが考慮されている。

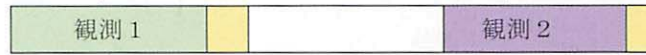
黒体観測は GMS シリーズでは観測終了時に、MTSAT-1R では観測開始前に行われる。この結果更新されたキャリブレーション情報は、GMS シリーズでは翌日の同時刻の観測に反映されていたが、MTSAT-1R では同日の次の時間の観測に適応されるようになった (図 3-4 参照)。

GMS シリーズ

X 日



X + 1 日



■ : 黒体観測

MTSAT-1R



図 3-4 黒体キャリブレーション反映のタイミング

- ・ GMS シリーズで配信されていた S-VISSR ではカウント値と放射量 (赤外 : 等価黒体温度、可視 : アルベド) の変換テーブルは観測毎に異なっていた (可視は固定テーブルを使用)。MTSAT-1R で配信される HiRID や HRIT ではこの変換テーブルが固定化され、中規模利用局ユーザは受信の都度、変換テーブルを読み出して参照する必要がなくなった。
- ・ 黒体はイメージャ内部に配置されており、一日のうち 2 回、温度の設定ポイントを変更している。これは赤外の各チャンネルの温度による出力特性の違いに起因するものである。

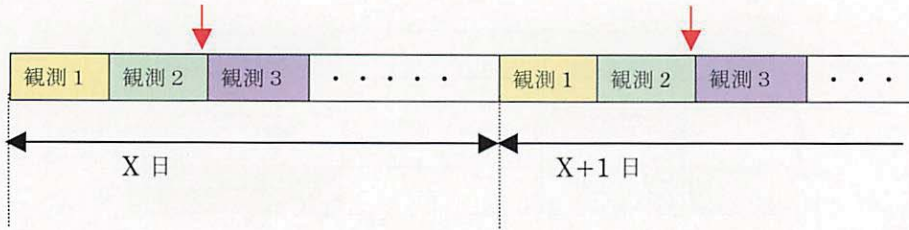
3-8 ナビゲーション

ナビゲーションの最終目的はイメージャ座標系 (ライン、ピクセル) と地理座標系 (緯度、経度) の相互座標変換であり、この処理には衛星の軌道、姿勢情報が不可欠である。ここではキャリブレーションと同じく、

GMS シリーズとの相違点を中心に説明する。

- ・ GMS シリーズでは軌道・姿勢決定のために、3 点測距、アースエッジ処理及びランドマーク処理の各処理が行われていた。MTSAT-1R では、このうち 3 点測距が HRIT を使用した 1 点測距 (HRIT レンジング) に置き換わり、新たに予測された恒星の位置を観測する星観測処理が加わった。
- ・ GMS シリーズでは、軌道・姿勢決定処理は 1 日 1 回の頻度で行われ、この結果から予測処理が行われ、翌日の画像のナビゲーションに使用されていた。ところが、MTSAT-1R では三軸衛星であることから姿勢の変動が、スピン衛星である GMS シリーズと比較して大きいため、特に姿勢決定処理は観測毎に行われ、また、観測の開始時と観測中にも姿勢情報を順次更新する機能を有している (図 3-5 参照)。

GMS シリーズ



MTSAT-1R

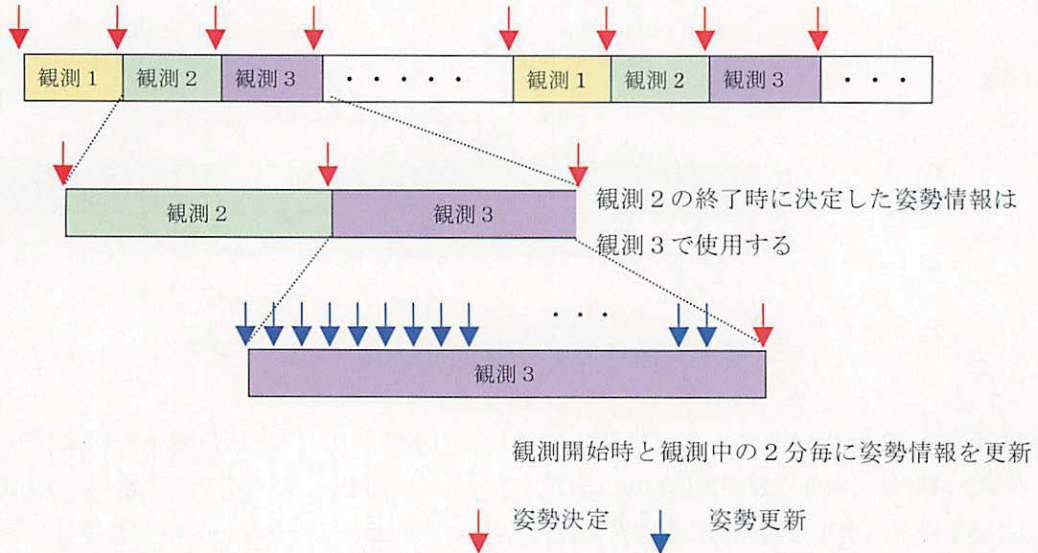
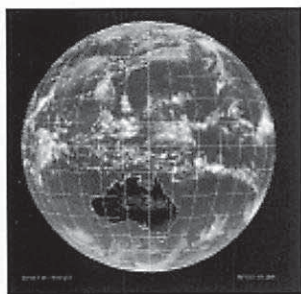


図 3-5 姿勢情報の更新タイミング

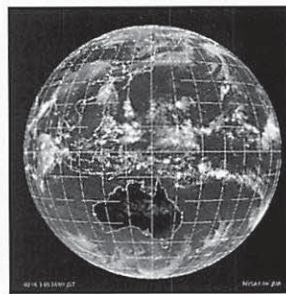
- 更新された姿勢情報は、HiRID では 800 ライン目と 2000 ライン目のドキュメンテーションブロックに反映され、また HRIT では各セグメントの Image Compensation Header に書き込まれる。これらの更新された姿勢情報は、S-VISSR の上位互換としての HiRID では GMS シリーズに合わせてスピン軸方向と β 角を修正するが、HRIT ではラインとカラムのオフセット量として修正量が定義される。
- GMS シリーズで配信された S-VISSR ではフレームの中心が衛星の直下点であるとは限らず、このため MDUS ユーザは毎回、ドキュメンテーションブロックから軌道・姿勢情報を読み出して座標変換処理

を行う必要があった。ところが、MTSAT-1R で配信される HiRID や HRIT では地球固定座標（フレームの中心が衛星の直下点に一致）を採用したため、予測した姿勢と実際の姿勢に変動がなければ、ユーザは座標変換をその都度行う必要はなくなった(図3-6参照)。しかし、姿勢に変動が生じた場合は、HiRID では 800、2000 ライン目のドキュメンテーションブロックから更新された姿勢情報を読み出して従来どおり座標変換を行い、HRIT では修正されたラインとカラムのオフセット量を使用して正しい位置に修正することが可能である。

GMS シリーズ S-VISSR

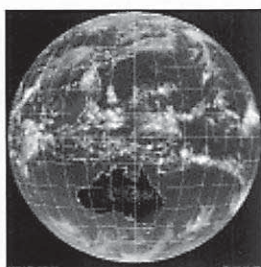


観測 1

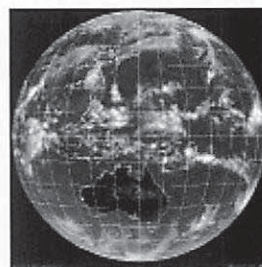


観測 2

MTSAT-1R HiRID/HRIT



観測 1



観測 2

図 3-6 地球固定座標の採用 (S-VISSR はデフォルメして表示)

付録

運輸多目的衛星新1号 (MTSAT-1R) について

1 主要機能及び特徴

運輸多目的衛星新1号 (MTSAT-1R) は、気象と航空管制の二つのミッションを持つ多目的の衛星である。MTSAT-1Rは2005年2月26日に種子島宇宙センターからH-IIAロケット7号機により打ち上げられ、東経140度の静止軌道で6月28日03UTCから気象ミッション運用を開始した。

MTSAT-1Rは、観測機能の強化を目的に、GMS-5の

4つのチャンネル(可視、赤外1~3)に加えて、夜間における霧や下層の雲の判別に有効とされる新たなチャンネル(赤外4)が組み込まれたイメージャが搭載された。これにより、空間分解能、反射量・輝度温度分解能が向上した。

イメージャ各チャンネルの観測波長帯、空間分解能、反射量・輝度温度分解能を表1に示す。

表1 イメージャ各チャンネルの観測波長帯、空間分解能、反射量・輝度温度分解能

チャンネル	観測波長帯 (μm)	空間分解能 (km)	反射量・輝度温度分解能 (階調)
可視 (VIS)	0.55 ~ 0.90	1	1024 (10ビット)
赤外1 (IR1)	10.3 ~ 11.3	4	1024 (10ビット)
赤外2 (IR2)	11.5 ~ 12.5	4	1024 (10ビット)
赤外3 (IR3)	6.5 ~ 7.0	4	1024 (10ビット)
赤外4 (IR4)	3.5 ~ 4.0	4	1024 (10ビット)

2 衛星経由の画像データの配信

MTSAT-1Rから、小規模利用局(SDUS)向けに低速情報伝送(LRIT)を中規模利用局(MDUS)向けに高速情報伝送(HRIT)と2つの新たな画像配信サービスを開始した。また、既存のWEFAX利用局に対する移行措置としてWEFAX配信を、S-VISSR利用局に対する移行措置としてその上位互換フォーマットである高分解能イメージャデータ(HiRID)配信サービスを平成19年末まで継続する。

LRITは、気象衛星運用機関及び世界気象機関(WMO)などで構成される気象衛星調整会議(CGMS)において全球標準仕様として合意された、衛星回線を

利用した伝送方式である。現在のWEFAXがアナログ伝送であるのに対して、デジタル伝送である。また、画像をデジタルデータとして取り扱えることから、定量的なデータの抽出が可能となり、大気や地表面の状態の把握など衛星データのより広い応用が可能である。

HiRIDは、S-VISSRの上位互換フォーマットで、S-VISSRで使用されていないフォーマットの空白部分に、観測機能の強化により増加した画像情報の一部を格納している。HiRIDとS-VISSRのフォーマットの比較を下図に示す。

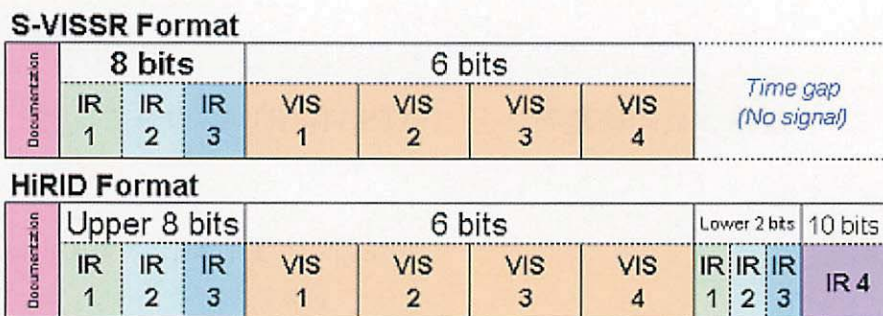


図1 HiRIDとS-VISSRのフォーマットの比較図

受信装置のハードウェア及びソフトウェアを改修することにより、追加された画像情報を受信することができ、これら进行处理することにより新しい赤外4チャンネルの画像データ、および現行の赤外1~3チャンネルの画像データを1024階調(10ビット)のデータとして利用することが出来る。

HRITはLRIT同様、気象衛星調整会議において、全球標準仕様として合意された衛星経由の伝送仕様である。

HRITとLRITでは、伝送速度が異なり、HRITは高速の伝送速度を有している。この利点を活かして、MTSAT-1Rに搭載された高い空間分解能、反射量・輝度温度分解能を持つイメージャで取得した大容量の観測画像データを、短時間で衛星回線を通じて配信することが出来る。

HRIT、HiRIDで利用可能な画像データとその仕様を表2に示す。

表2 HRIT、HiRIDで利用可能な画像データとその仕様

	利用可能画像 (チャンネル)	空間分解能 (km)	反射量・輝度温度分解能 (階調)
HRIT	可視	1	1024 (10ビット)
	赤外1、2、3、4	4	1024 (10ビット)
HiRID (未改修)	可視	1.25	64 (6ビット)
	赤外1、2、3	5	256 (8ビット)
HiRID (改修済)	可視	1.25	64 (6ビット)
	赤外1、2、3、4	5	1024 (10ビット)

3 観測・配信スケジュール

MTSAT-1Rの観測・配信スケジュールは、全球観測を1時間毎、全球観測前後の各2回の北半球観測、南半球観測からなる風計算用観測を6時間毎、北半球観測を全球観測の間に1時間毎に行う。

MDUS向けのHiRIDとHRITは、全ての観測について観測画像データを配信する。

SDUS向のWEFAXは、ポーラステレオ画像を1時間毎、4分割円形画像(赤外1)を3時間毎、4分割円形画像(赤外3)を12時間毎に配信する。LRITは、

ポーラステレオ画像を30分毎、全球画像(赤外1)を1時間毎、全球画像(赤外3)を6時間毎に配信する。

略語表

CGMS : Coordination Group for Meteorological Satellites
 GMS : Geostationary Meteorological Satellite
 HiRID : High Resolution Imager Data
 HRIT : High Rate Information Transmission
 LRIT : Low Rate Information Transmission
 MDUS : Medium-scale Data Utilization Station
 MTSAT : Multi-functional Transport Satellite

SDUS : Small-scale Data Utilization Station

S-VISSR : Stretched VISSR

VISSR : Visible and Infrared Spin Scan Radiometer

WEFAX : Weather Facsimile

WMO : World Meteorological Organization

気象衛星センター技術報告（特別号）

本誌に掲載された論文等の著作権は気象衛星センターに帰属する。

本誌に掲載された論文等を複写、転記、翻訳、その他に利用する場合は気象衛星センターの許諾を得なければならない。ただし、利用の場合は出所を明示すれば気象衛星センターの許諾は必要としない。

編集委員会

編集主幹 操野 年之

編集委員 宮村 清治、稲沢 智之、奥山 新、向中野 満、初田 利雄、中島 幸久
増田 良一、紺谷 篤、東内 英幸、野口 和夫、杉澤 明、薄田 真司

執筆者

- 1 1-1 西尾 利一、友利 敏宏
- 1-2 西尾 利一、太原 芳彦、鈴木 万寿男、向中野 満、関根 和夫、亀山 和宏
- 1-3 高田 左知男、大杉 雅仁
- 1-4 木村 裕之
- 1-5 金山 泰弘、五十嵐 寛、野島 和哉
- 1-6 横川 友和
- 1-7 土川 晃生、竹之内 正俊
- 1-8 稲沢 智之
- 2 2-1 伊達 謙二、高田 左知男
- 2-2 今井 崇人、橋本 徹
- 2-3 宮岡 健吾
- 2-4 西田 誠
- 2-5 橋本 徹
- 2-6 上沢 大作
- 2-7 稲沢 智之、佐々木 勝
- 2-8 稲沢 智之
- 2-9 西村 修司
- 2-10 安東 義彦
- 2-11 奥山 新
- 2-12 宮岡 健吾
- 3 遠藤 剛、増田 良一、牧木 一義、尾関 一頼、酒井 誠、大坪 康平、諸江 祐一
- 付録 宮村 清治

平成18年3月24日発行

編集兼
発行所

気象衛星センター

東京都清瀬市中清戸3-235

印刷所

コロニー東村山印刷所
東京都東村山市秋津町2-22-9

METEOROLOGICAL SATELLITE CENTER
TECHNICAL NOTE
SPECIAL ISSUE (2006)

SUMMARY OF MSC SYSTEM

METEOROLOGICAL SATELLITE CENTER
JAPAN
MARCH 2006