

熱帯擾乱解析システム Tropical Cyclone Analysis System

加藤 浩司^{*1} 西田 誠^{*2} 山本 雅之^{*1} 清水 直幸^{*3} 菊池 明弘^{*1}
KATO Koji^{*1}, NISHIDA Makoto^{*2}, YAMAMOTO Masayuki^{*1}, SHIMIZU Naoyuki^{*3} KIKUCHI Akihiro^{*1}

Abstract

Information on Tropical Cyclone, such as center position and intensity is derived from satellite image in MSC. We made the new Tropical Cyclone analysis system in preparation for MTSAT. The principal change is following

- ・ Platform Change from Work Station to Windows PC.
- ・ Faster Processing by minimizing dependence on the Host computer.

要 旨

気象衛星センターでは、気象衛星画像をもとに熱帯低気圧の中心位置および強度などの情報を発信する。このたびMTSATに対応するために熱帯擾乱解析システムを更新した。主な変更点は以下のとおりである。

- ・ ワークステーションからWindows-PCへのプラットフォーム変更。
- ・ ホスト計算機への依存を最小限に減らし処理を高速化。

1. はじめに

熱帯擾乱解析業務は、衛星画像から熱帯低気圧の中心、強度に関する情報を抽出し国内外の気象官署に通報することを目的とする。解析結果はSAREP^{*1}報としてADESS配信で国内の予報中枢官署およびWMO/ESCAPの台風委員会に加盟するアメリカ及びアジア各国に配信される。

気象衛星センターで担当する熱帯擾乱の解析業務は、北緯0°～北緯60°、東経100°～東経180°の台風および24時間以内に台風になると予測された熱帯低気圧、または24時間以内に上記の領域に入る可能性のある西経域のハリケーンについて実施される。

解析課開発グループでは、MTSAT本運用までに複数の熱帯低気圧を短時間に解析できる新しい熱帯擾乱解析システムの完成を目指していた。しかしGOES-9運用開始やワークステーションのレンタル期間終了などもあり、当初の計画を早め2003年5月22日にWindows-PCを基本とした新しい熱帯擾乱解析システムへ切り替えた。

Windows-PCとワークステーションでは開発言語など

において互換性がないため、解析プログラムの再開発やネットワークシステムの再構築など大幅な更新をした。

※1 Code for Reporting synoptic interpretation of cloud data obtained by meteorological Satellite (FM85気象衛星資料実況通報式)

2. 熱帯擾乱解析業務の概要と新旧システムの相違点

2.1 熱帯擾乱解析業務の概要

熱帯擾乱解析業務は、次に示すA～Cの順で行われる。処理の流れは新システム・旧システムで変わらない。

A. 解析用衛星画像の取得

熱帯擾乱観測をTable 1に示す。観測に必要な衛星画像を、それぞれの体制に応じて取得する。

Table 1 Observation Schedule of Tropical Cyclone.

	中心位置	強度
台風	3時間間隔	6時間間隔
ハリケーン・TD	6時間間隔	6時間間隔
臨時観測の台風	1時間間隔	6時間間隔

^{*1}気象衛星センターデータ処理部解析課 ^{*2}気象衛星センターデータ処理部システム管理課 ^{*3}気象庁予報部予報課
2003年12月2日受領、2004年2月17日受理

B. 熱帯擾乱解析

マン・マシン対話型の画像処理プログラムを用いて以下の処理を行う。

- ・ 台風中心位置情報抽出処理
熱帯擾乱の中心位置決定・移動速度の算出など。
- ・ 台風強度推定処理
CI数^{*1}の決定など。

強度推定処理はDvorak法^{*2}に基づいて解析し、CI数など熱帯低気圧の強度指数を決定する。

C. SAREP報配信処理

熱帯擾乱解析の結果はSAREP報として、ホスト計算機を経て国内外の気象官署にADESS配信される。SAREP報は本庁予報課が台風中心位置・中心気圧を決定する重要な資料となる。

- ※1 Current Intensity number 熱帯擾乱の強度を表す指数。
- ※2 気象衛星による雲画像を用いて、熱帯低気圧や台風の雲域の形状と雲頂温度の分布を解析して中心気圧を推定する手法。(Dvorak, 1984)

2.2 新旧システムの相違点

新旧システムの機能の違いをTable 2に示す。

Table 2 Comparison between old system and new system.

機 能	新システム	旧システム
動画表示機能	常時可能	中心解析のときのみ
画像階調調節機能	数百以上の設定が可能	3段階のみ
複数台風の同時解析	可能	不可能
観測スケジュールの設定	設定が容易	ホスト計算機の設定など複雑
プラットフォーム	Windows-PC	Solaris work station
システム設定の方法	マウス操作で容易に設定	依頼書の提出など煩雑

新旧システムの最大の相違点は、ホスト計算機への依存度である。旧システムでは、熱帯擾乱解析の一連の処理をホスト計算機で実行しており、ホスト計算機とワークステーションのやり取りが多く、スケジュール変更や障害対応に複雑な手順を要した。新システムではホスト計算機とのやり取りを最小限度に減らし、

自由度の高いシステムを構築した。これにより、観測体制の変更などを容易にした。そのほか、画像処理プログラムの動画表示機能と階調調節機能を強化した。これらの改良により熱帯擾乱解析業務を従来に比べて短時間で行うことが可能である。

3. 新しいシステムの構成

3.1 新システムによる熱帯擾乱解析の概要

GOESデータ受信からSAREP報配信までの流れをFig.1に示す。GOESデータ受信、GVAR^{*1}からVISSR^{*2}

への変換、熱帯擾乱解析、SAREP報配信の順で処理される。破線内のVISSRファイル取得からSAREP配信までの部分を熱帯擾乱解析システムで行う。

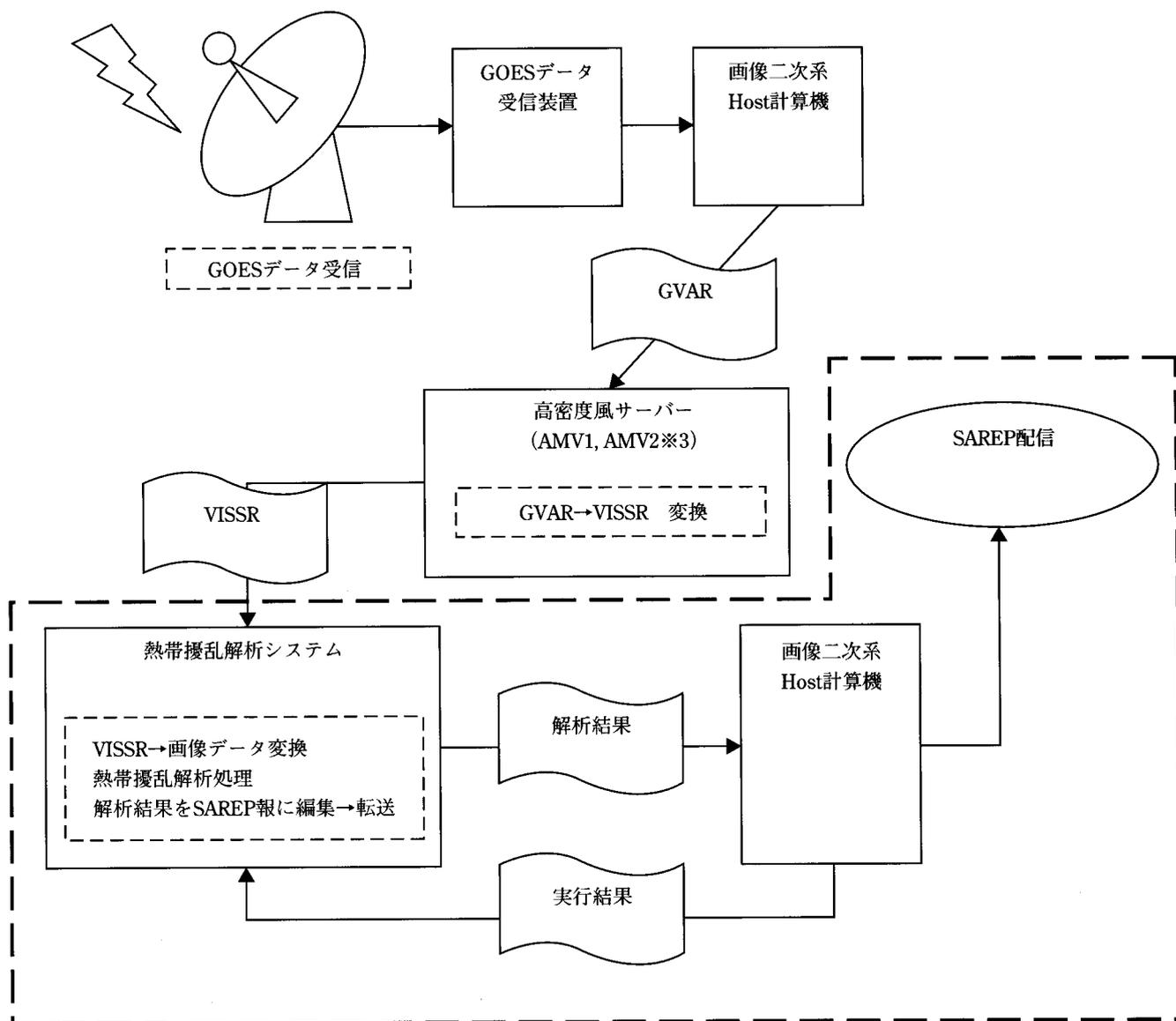


Fig.1 Outline procedure of Tropical Cyclone analysis.

- ※1 GOES Variable GOESのデータ形式。
- ※2 Visible and Infrared Spin Scan Radiometer GMSのデータ形式。
- ※3 Atmospheric Motion Vector

3.2 ハードウェア構成

熱帯擾乱解析システムは、PCシステム（ネットワーク接続された4台のWindows-PCとネットワーク共有された2台のDVD-RAM）、高密度風サーバー（2台のワークステーション）およびホスト計算機のネットワークで構成されている。

PCシステムの各PCはディスプレイ2台構成でMOを備

えており、解析結果のバックアップ保存に使用する。熱帯擾乱解析では衛星画像と解析結果を同時に見比べる必要があるため、ディスプレイ2台構成とした。DVD-RAMは過去の画像ファイルの保存、事例解析・調査研究用のデータ保存などに利用する。通常はPC3台までを用いており、残り1台のPCは開発用・緊急時の予備機として使用する。

3.3 ソフトウェア構成

熱帯擾乱解析プログラムはGMSLPD¹⁾を基にしている。GMSLPD¹⁾を改良し、現業作業用に機能を付加・削除した熱帯擾乱解析プログラムであるGMSLPTを開発した。また、画像転送など現業に必要なルーチン処理プログラムも新たに作成した。

・スケジュール管理プログラム

熱帯低気圧の観測体制・時刻に応じて、画像変換プログラムの起動など観測に必要な処理を管理する。設定変更などはマウス操作で行う。蝕・太陽妨害など変則的な観測体制にも対応可能。

・画像取得および変換処理プログラム

高密度風サーバーからPCシステムへのVISSRファイルの転送、VISSR形式からSATAID²⁾形式の衛星画像

への変換などの処理を行う。HOST計算機に依存することなく画像取得に関する処理を全て行う。

・熱帯擾乱解析プログラム

GMSLPTを使用する。GMSLPTはGMSLPDを熱帯擾乱解析現業用に大幅に改修したもので、主な改良点を以下に示す。

SAREP報配信処理への対応

Dvorak法に基づいた解析支援機能

解析結果のバックアップ保存

熱帯擾乱解析業務はGMSLPTを中心に行う。旧システムの画像処理プログラムより高機能で操作性が向上した。解析画面をFig.2に示す。

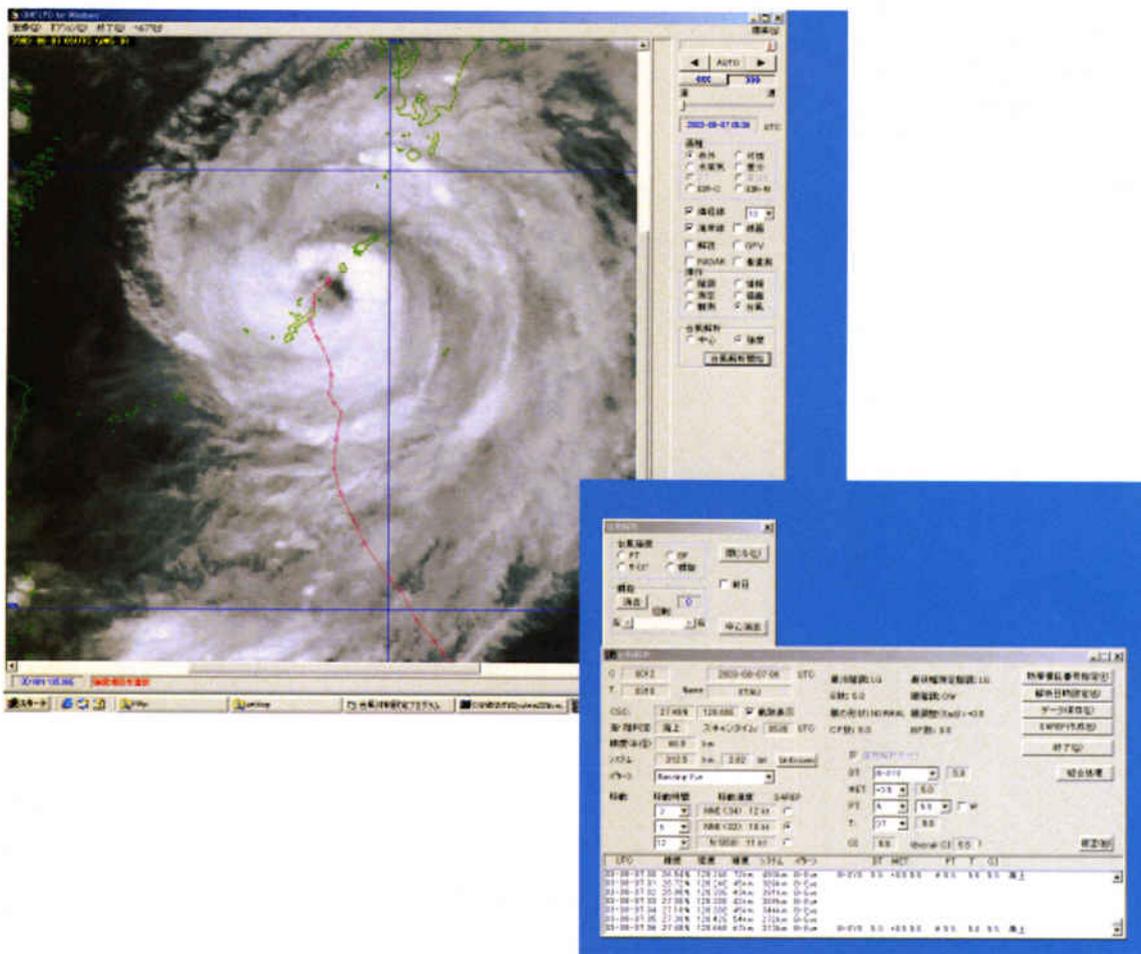


Fig.2 An example of display of GMSLPT.

・ SAREP報配信プログラム

解析結果をSAREP形式に編集し、文字コード変換を行いホスト計算機へ転送後、リモートシェルを起動しホスト計算機からADESS配信するまでの処理を行うプログラム。GMSLPTと連携して処理を行う。

・ SAREP報配信JP実行結果確認プログラム

SAREP報配信が正しく行われたかを確認するプログラム。熱帯擾乱解析システムで起動しホスト計算機から実行結果を記したファイルを受け取る。

※1 気象衛星観測月報CD-ROMの表示プログラムであるGMSLPWに、台風強度解析用の機能を付加したWindowsアプリケーション。

※2 Satellite Animation and Interactive Diagnosis

衛星画像表示ソフトGMSLPW※2およびGMSLPWから派生した衛星画像表示システムやソフトウェアを意味する。SATAID形式はSATAID用の衛星画像データ形式。(気象衛星センター, 1999)

4. 熱帯擾乱解析システムの詳細

本節では熱帯擾乱解析システムが行う処理の詳細をA~Dに分けて解説する。また、システムの詳細をFig.3に示す。

- A 画像取得・変換処理
- B 解析処理
- C1~C4 SAREP報配信処理
- D SAREP報配信JP実行結果の確認

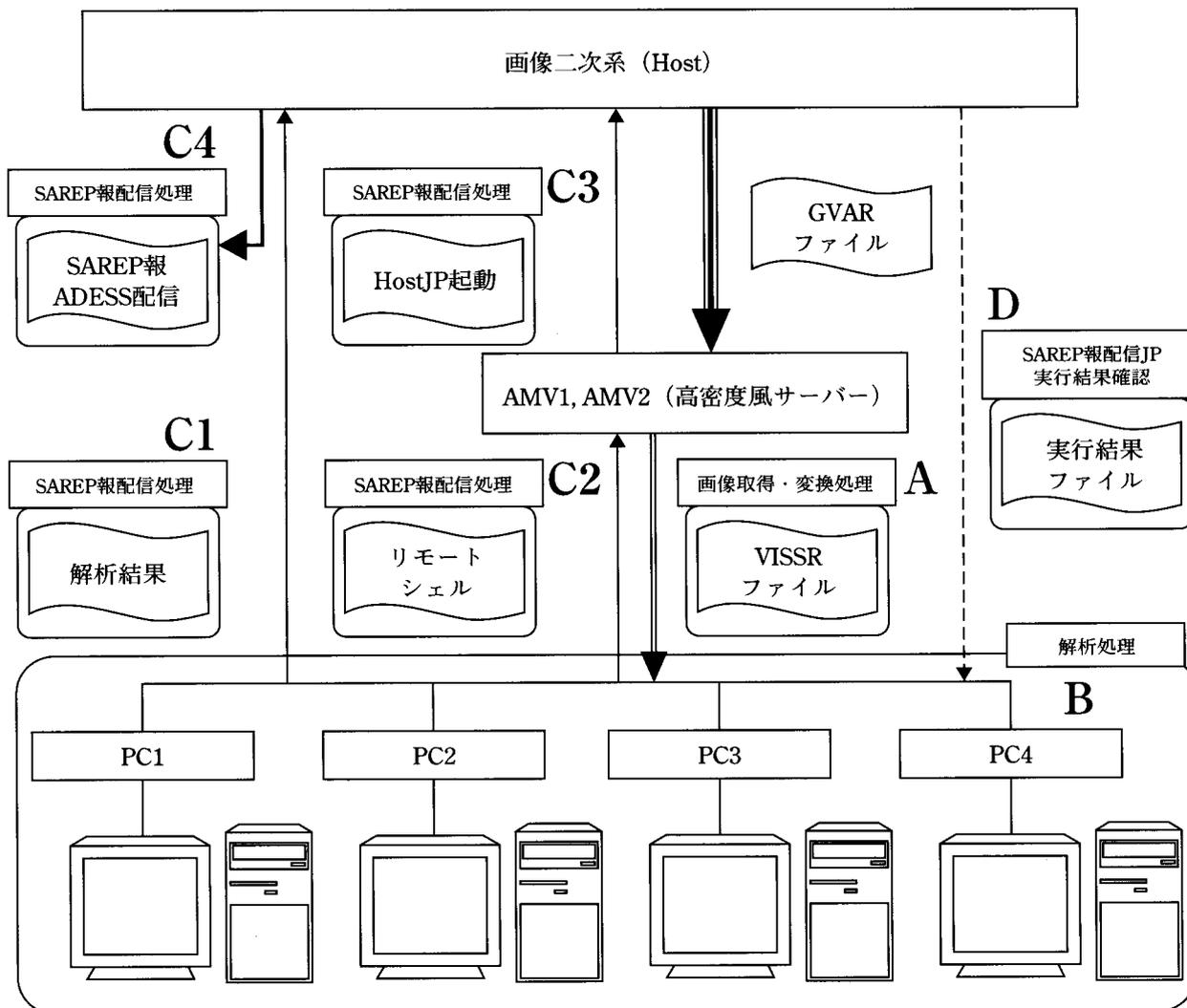


Fig.3 Processing flow of Tropical Cyclone analysis system.

A. 画像取得・変換処理

高密度風サーバーはGVARデータを取得するたびにVISSR形式に変換し保存する。このVISSRファイルをPCシステムからFTPで毎時自動取得する。ネットワークの過負荷・処理時間の増大を避けるため、高密度風サーバーからのデータ取得は2台のPCとして、残りの2台はPC間でのコピー保存を行う。熱帯擾乱解析の際は、VISSRファイルをSATAID形式の衛星画像に変換し、台風を含む緯度経度30度の範囲の画像作成を行う。また、動画表示のため過去6時間の画像および24時間前の6時間画像も作成する。(過去に作成した画像がある場合はコピーする。)

昼は4画種(可視・赤外1・赤外2・赤外3(水蒸気))、可視データの無い夜間は3画種の作成を行う。解像度は可視画像でライン・ピクセル分解能共に0.02度、赤外は0.06度である。

B. 解析処理

画像データをGMSLPTに読み込ませ解析を開始する。解析処理は中心位置情報抽出処理・強度推定処理に分けられ、熱帯低気圧の雲パターン別に実行される。

[中心位置情報抽出処理]

熱帯低気圧の雲パターン・中心位置・中心位置精度・移動速度・雲域の大きさを決定する。GMSLPTでは解析者が中心位置や雲システムのエッジを画像上でクリックすると、移動速度計算・距離計算が自動的に行われる。また、過去の中心位置表示などの解析支援機能も備えている。

[強度推定処理]

熱帯低気圧の強度をDvorak法の赤外強調画像法(Dvorak, 1984)に基づいて推定する。強度推定処理は、CI数と呼ばれる熱帯低気圧の強度指数を求めることを目的とする。CI数はDvorak法の複雑なダイアグラムに基づいて算出されるが、GMSLPTでは解析者が画面上から入力した要素を元に自動的に計算される。

中心・強度の解析結果は熱帯擾乱解析システムの6箇所に保存され、ハード故障時のデータ消失を防止する。解析結果はCSV*1形式で保存されている。CSV形式に対応したWindowsアプリケーションは数多く、調査研究などへの利用が容易である。

※1 Comma Separated Value

データがカンマ記号", "で区切られたテキストファイルのデータ形式。

C1~C4. SAREP報配信処理

熱帯擾乱解析結果をSAREP形式にコード化しADESS配信処理を行う。通報内容は、中心位置・中心精度・雲域の平均直径・CI数・過去24時間のCI数の変化傾向・移動方向・速度等である。

SAREP報配信は、PCシステム内での電文作成(B)、電文のホスト計算機への転送(C1)、リモートシェル起動によるSAREP報配信JP*2起動(C2,C3)、ホスト計算機のSAREP報配信JPによるADESS配信(C4)の4段階の処理を通して行われる。

PCシステム内では解析結果が通常のASCIIテキスト形式で保存されているため、SAREP電文をホスト系のEBCDIC*3形式に変換した後、ホスト計算機に転送される。電文はプログラムで自動作成されるが、障害時などに備えて手動編集機能も用意されている。PCシステムから直接ホスト計算機のJP起動は出来ないため、高密度風サーバーを介したリモートシェルによる2段階のJP起動処理(C2,C3)を行う。

※2 Job Procedure

ホスト計算機のプログラム。

※3 Extended Binary Coded Decimal Interchange Code

IBM社が策定した8ビットの文字コード体系。

D. SAREP報配信JP実行結果の確認

ホスト計算機のSAREP報配信JPがリモート起動されると、ホスト計算機の実行結果を示すファイルに「ACTIVE」が書き込まれる。JPが正常終了した場合は

配信したSAREP報電文が異常終了した場合は「ABNORMAL END」が書き込まれる。SAREP報配信JPの実行結果が書き込まれたファイルをFTPでPCに取得しコンソール画面で確認する。

5. 運用

熱帯擾乱解析は、前章までに述べたリアルタイムの解析のほかに、定期的に事後解析も行い、より高精度のデータ提供を目指す。事後解析結果は、本庁予報課のベストトラック^{*1}作成の有力な資料となる。また、

RSMC^{*2}東京が発行する台風年報やWMOへの報告にも掲載される。

※1 RSMCが事後解析し発行する熱帯低気圧のデータ。

※2 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の解析・予報のための資料を作成し、各国に配信する地域中枢。予報部予報課太平洋台風センターは、RSMC東京としての役割を担う。

参考文献

Dvorak, V. F., 1984 : Tropical Cyclone Intensity Analysis Using Satellite data, NOAA Technical Report, NESDIS 11.
気象衛星センター、1999 : 気象衛星センターにおけるCAL開発、測候時報、66.2、43-50.