

# 海況監視衛星受信解析装置 (Tera Scan システム) による NOAA/HRPT データの処理

木下 秀樹, 石田 雄三 : 海洋調査課

The processing for NOAA/HRPT data by the Tera Scan HRPT antenna server

Hideki Kinoshita, Yuzo Ishida : Ocean Surveys Division

## 1. はじめに

管轄海域海況監視センターの整備の一環として、海洋調査課では平成8年1月に海況監視衛星受信解析装置 (Tera Scan HRPT antenna server : 以後 Tera Scan システムと呼ぶ) を導入し、運用を開始した。本装置は、米国 NOAA 衛星に搭載されている AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer : 改良型超高分解能放射計) センサによる観測データの HRPT (High Resolution Picture Transmission : 高分解能画像転送) 信号を受信し、MCSST (Multi-Channel Sea Surface Temperature) 法によって日本近海について海面水温を計算、画像の中心付近では緯度、経度方向に約1.1kmの地上分解能で画像表示を行うことができる。本装置で受信、処理された画像は、海洋速報、海流推測図の表面水温分布図を作成するために利用されるほか、衛星データ管区配信表示システムによって管区のワークステーションでも表示、利用が可能である。(寄高・道田, 1996参照)

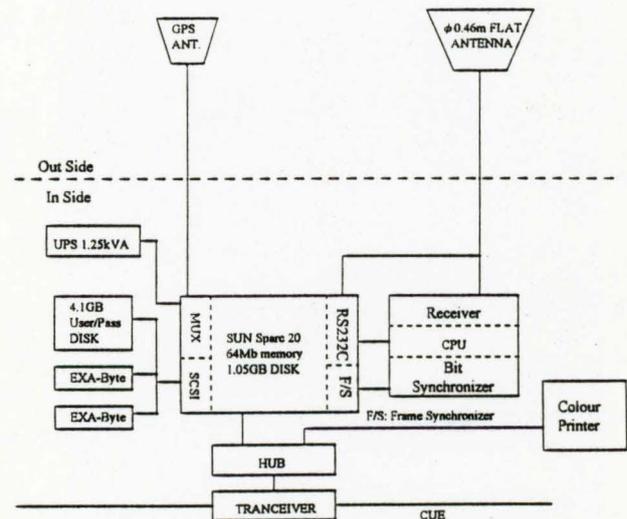
本報告では、Tera Scan システムの構成及びデータ処理フローを解説するとともに、海洋調査課で行っている処理について紹介する。

## 2. ハードウェア

この節では Tera Scan システムのハード構成と、受信について解説する。

### 2.1 構成

Tera Scan システムの構成を第1図に示す。水路部庁舎屋上に設置されたφ46cm極軌道衛星用アンテナ及び執務室内の受信機、ワークステーション、



第1図 Tera Scan システムの構成。

外部記憶装置などで構成される。アンテナ、受信機及び受信処理に関するソフトウェアは米国 Sea Space 社の製品である。受信データの処理を行う中央処理装置は米国 SUN Micro Systems 社製のワークステーションであり、システム CUE (海上保安庁水路部の電子計算機システム) に接続している。また、受信したデータの保存用に Exa-byte (8mmテープ) 装置を、受信・処理した画像の出力用には昇華型のカラープリンタを、停電対策として無停電電源装置を備えている。

### 2.2 受信

NOAA 衛星の概要については寄高・道田 (1996) に述べられているのでここでは省略する。1996年10月現在運用されている NOAA 衛星は、NOAA-12号と NOAA-14号である。Tera Scan システムでは、受信する衛星、受信を開始する衛星の仰角、受信する衛星が通過するときの最大仰角 (指定仰角以下の通過軌道は受信しない)、受信する時の太陽の仰

角（受信時太陽仰角が設定値以下の場合受信しない）、受信後の自動記録の指定、受信処理後の実行スクリプトの指定等を設定することによって、後で述べる軌道情報を元に毎日軌道計算を行い自動受信・自動処理の予約が行われる。海洋調査課では、これらのパラメータのうち受信を開始する衛星の仰角を10度、受信する衛星が通過するときの最大仰角を15度に設定しており、NOAA-12,14号合わせて1日6～8回の受信を行っている。

受信されたHRPT信号は、受信機のBit Synchronizer及び処理解析用のワークステーションのFrame Synchronizer（第1図参照）によってデジタルデータに変換され、HRPTデータとしてPass Disk及び8mmテープに保存される。Pass Diskには8回分の受信データを保存することが出来るため、いつでも過去1日分の生データを参照できる。

2.3 軌道情報

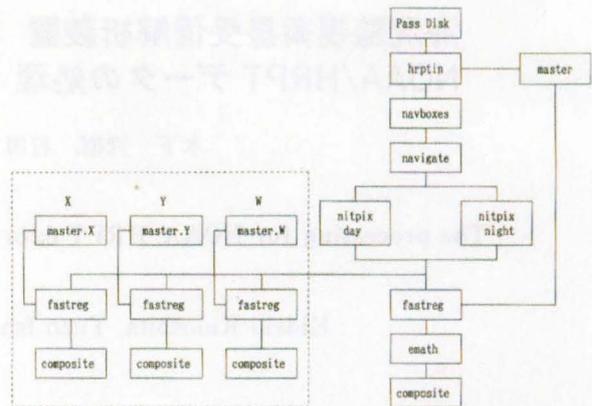
極軌道を周回するNOAAは、絶えず軌道情報が変化するため、軌道計算のための新しい軌道情報を入力し更新する必要がある。海洋調査課では、毎日23時(UTC)にインターネットを通じて米国Sea Space社のホストコンピュータと接続し、最新の軌道情報を入手している。この軌道情報の取得・更新作業についても、現在は自動で行っている。

3. HRPTデータの処理

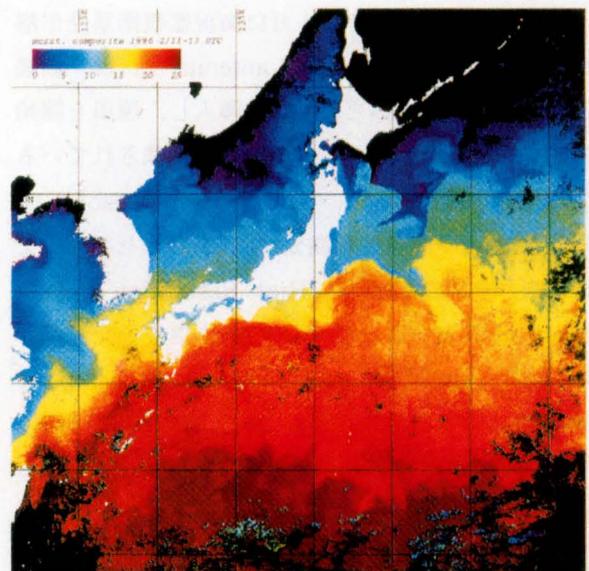
NOAAのHRPTデータには、AVHRRデータのほかに、DCS(Data Collection System)、TOVS(Tiros Operational Vertical Sounder)等のデータも含まれている。Sea Space社によるデータ処理ソフトウェアには、HRPTデータからこれらの各種データを抽出することから、各種補正、画像表示に至るまでの処理に必要な様々な関数が用意されている。ユーザはこれら関数群を自由に組み合わせて独自のバッチ処理を構築することができるほか、マウスを用いたプルダウンメニュー方式によるGUI処理も利用することができる。ここでは、海洋調査課で行っているバッチ処理について解説する。

3.1 受信時に行う定常処理

受信時に行っているバッチ処理のフローチャート



第2図 受信データ処理のフローチャート。破線内は管区向け画像作成処理の部分。



第3図 作成された表面水温分布画像の例。平成8年2月11日から13日の画像を合成した。画面の黒い領域は雲又は氷に覆われていることを表す。

を第2図に示す。破線で囲まれた部分は、管区配信用画像を作成するための処理である。作成された画像の例を第3図に示す。以下は、各コマンドについての説明である。

master：作成したい画像の情報をあらかじめ設定するコマンド。海洋調査課では、35°N、139°Eを中心とする3000×3000画素の画像を作成するように設定している。

hrptin：生のHRPTデータからのAVHRRデータの切り出し及び欠落データを補完によって埋めるためのフィルタ処理を行う。

navboxes : 自動 navigation 処理 (位置合わせ) のための海岸線データによる位置設定処理を行う。処理対象のイメージデータから海岸線を含む画素を抽出し、各画素について海岸線の形を解析し、海岸線データに整合させるための計算に必要なパラメータを保存する。

navigate : navboxes で作成されたデータセットを用いて自動 navigation 処理を行う。軌道のずれ、ライン抜け、衛星の姿勢の傾き等による位置ずれがここで補正される。海岸線が雲で覆われてしまうとこの処理はできない。navigation 処理の位置補正精度は、約 3 km 以内である。

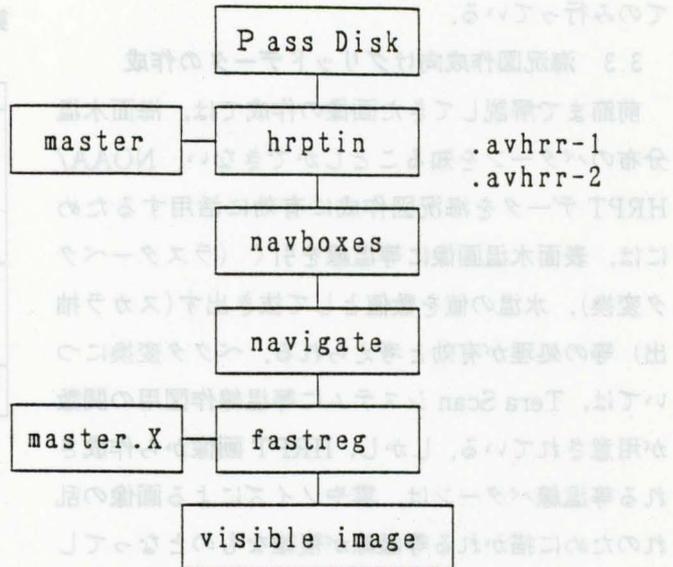
nitpix : AVHRR の各チャンネルに対し大気補正を施し、MCSST 法 (Mclain et al., 1985, Bernstein, 1982) によって 3 つのチャンネルから海面水温を計算している。日中の受信データは 2, 4, 5ch を使い、夜間の受信データは 3, 4, 5ch を使って計算を行う。同時に、1 画素当たりのビット数を計算前の 10Bit から 8Bit に変換する。これにより、1 画素当たりの温度階調は 256 と制約される。海洋調査課では、以下の 2 つの理由から計算する海面水温を  $-10^{\circ}\text{C} \sim 41^{\circ}\text{C}$ 、 $0.2^{\circ}\text{C}$  刻みとしている。

- ・ 1 年を通じて均質なデータセットを作るため。
- ・ 管区配信表示システムで表示できる温度レンジが  $-10^{\circ}\text{C} \sim 41^{\circ}\text{C}$ 、 $0.2^{\circ}\text{C}$  刻みである。

fastreg : master の設定情報に合わせて幾何変換を行う。この処理以降、管区配信向けの画像処理は別フローで行っている。海洋調査課で作成している画像はメルカトル図法とし、管区配信向けの画像は、表示システムの制約により緯度・経度両方向とも 1 分間隔の長方形画像としている。

emath : 陸をマスクするために使用。

composite : 指定されたアルゴリズムにより、画像の重ね合わせを行う。海洋調査課では、同日に受信された画像の重ね合わせを最大値法によって行っている。最大値法は効率的に雲を取



第 4 図 可視画像処理のフローチャート。



第 5 図 作成された可視画像の例。平成 8 年 3 月 13 日午後 1 時 7 分、NOAA-14 号による。

り除けるという特徴がある。

### 3.2 可視画像の作成

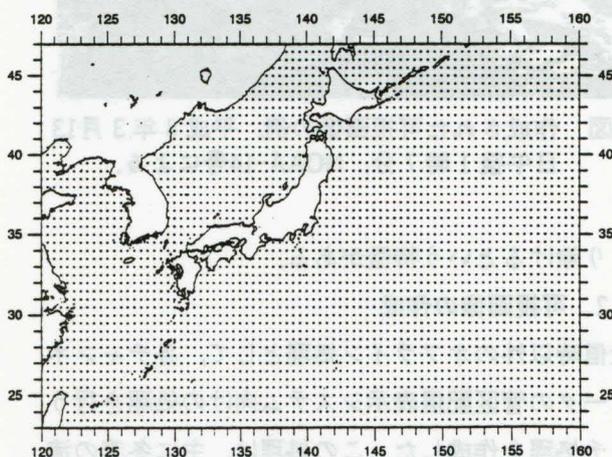
受信時以外のオフライン処理として、各チャンネルデータの管区配信表示システム向けの処理を行うバッチ処理を作成した。この処理は、主に冬季の流水域の把握を目的としたものであるため、管区配信表示システムの X 領域のみ作成している。第 4 図に可視画像を作成するフローチャートを、第 5 図に作成された可視画像の例を示す。この処理は、日中 (正午～午後 2 時) に受信された HRPT データに対し

てのみ行っている。

### 3.3 海況図作成向けグリッドデータの作成

前節まで解説してきた画像の作成では、海面水温分布のパターンを知ることしかできない。NOAA/HRPT データを海況図作成に有効に活用するためには、表面水温画像に等温線を引く（ラスタベクタ変換）、水温の値を数値として抜き出す（スカラ抽出）等の処理が有効と考えられる。ベクタ変換については、Tera Scan システムに等温線作図用の関数が用意されている。しかし、HRPT 画像から作成される等温線パターンは、雲やノイズによる画像の乱れのために描かれる等温線が複雑なものとなってしまうため、現在海洋調査課で船舶からの通報をもとに作成している海況図に同化するには向いていない。

そこで、3.1で作成した画像データから各画素の水温値を抽出し、e-falling scale が30マイルのガウシアンフィルターをかけ、0.5°C×0.5°Cのグリッドデータを作成するプログラムを作成した。第6図に水温値を抜き出すグリッドの配置を示す。このグリッドデータセットは、プロッタによって基図上に出力して海洋速報などの表面水温図作成に利用されている。また、このグリッドデータは海況図作成システムによって品質管理したデータセットとして、管区においても利用可能である。



第6図 画像データから水温値を抜き出す格子点の配置。

第1表 海洋調査課で作成し、各管区から参照が可能な画像の領域、分解能及び精度。

|                 | 標準画像                              | 管区向け画像   | 可視画像                               |
|-----------------|-----------------------------------|--|------------------------------------|
| 領域              | 35°N, 139°E を中心とした約 3000km×3000km | X : 31°03'N~47°N<br>136°E~149°47'E<br>Y : 25°23'N~39°N<br>125°E~142°14'E<br>W : 23°23'N~49°N<br>120°E~154°28'E | X : 31°03'N~47°N<br>136°N~149°47'N |
| 分解能             | 中心で 1.1km×1.1km                   | X : 1.22km×1.22km<br>Y : 1.22km×1.22km<br>Z : 2.44km×2.44km<br>(35°N 付近)                                       | X : 1.22km×1.22km                  |
| 精度 (位置)<br>(水温) | ≦3.0km<br>≦0.5°C                  | ≦3.0km<br>≦0.5°C   |                                    |

### 4. まとめ

本報告では、平成8年1月に海洋調査課に導入された Tera Scan システムについて、そのハードウェア構成及びデータ処理について解説した。また、現在海洋調査課において作成し、管区への配信を行っている画像データ、水温データについても解説した。第1表にこれらの画像の領域、分解能及び精度についてまとめる。管区においてもこれら HRPT データの処理手順、品質などを十分理解した上で有効に活用されることを期待している。

### 参考文献

Bernstein, R. L. (1982), Sea surface temperature estimation using the NOAA 6 satellite advanced very high resolution radiometer, J. Geophys. Res., 87, p.9455-9465.

MaClain, E. P., W. G. Pichel and C. C. Walton (1985), Comparative performance of AVHRR-based multichannel sea surface temperatures, J. Geophys. Res., 90, p. 11587-11601.

寄高三和子・道田豊：NOAA 衛星データ処理システムの開発, 水路部技報, 14, p15~20, (1996)