

NOAA 衛星データ処理システムの開発

寄高三和子・道田 豊：海洋研究室

Developments of data processing system for NOAA/AVHRR

Miwako Yoritaka and Yutaka Michida : Ocean Research Laboratory

1. はじめに

衛星による観測は、収集できる情報が海洋表面に限定されるという制約があるが、短時間に、広範囲の海況情報を得る点では、他の観測と比較にならない程の情報量である。この情報を身近にすることで海況の把握・予測、海難救助・捜索時の漂流予測等に活用できると考えられる。

現在、リアルタイムで利用できる衛星データとして、アメリカ海洋大気庁（NOAA：National Oceanic and Atmospheric Administration）が管理運営している、NOAA 衛星のデータがある。これは、可視及び赤外の放射計データをチャンネルごとに収録し、それらのデータは、受信局さえあれば、無料で利用できる。

海洋研究室では、平成5年度から3年計画で、「地球海洋観測衛星データの伝送処理解析のための研究」を行い、平成6年度には、ワークステーション上で NOAA 衛星の AVHRR データを用いて、宇宙から眺めた海況を対話式に詳しく表示する、「地球・海洋観測衛星データ処理システム」を作成した。また平成7年度には、データを計算機の間で伝送することにより、このシステムを各管区においても活用できるようになった。

本報告においては、NOAA 衛星データ処理システム及び管区への配信システムについての紹介を行うと共に、NOAA 衛星そのものと、搭載されたセンサ、NOAA 衛星の高解像度画像装置（HRPT：High Resolution Picture Transmission）データと処理プログラムについてもふれる。また、平成8年1月から運用が開始された HRPT データ受信・処理装置

についてもその関連と概要を紹介をする。

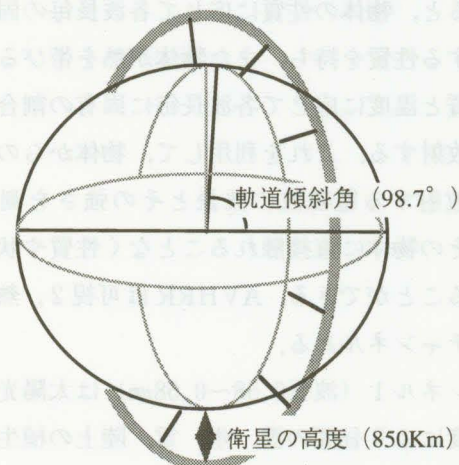
2. NOAA 衛星の概要

2.1 NOAA 衛星

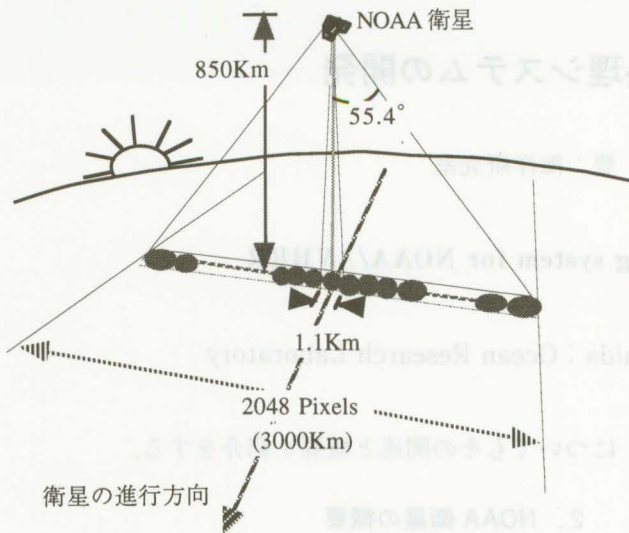
NOAA 衛星は、TIROS-N/NOAA シリーズと呼ばれる大型気象衛星で、1960年に最初に打ち上げられて以来、静止気象衛星と相補うように気象予報、海洋観測等のデータ収集を行っている。この衛星は、2個の衛星が1組となって、共に太陽同期で互いに逆方向に運行されている。

軌道平均高度約850km、赤道面と衛星軌道面のなす角すなわち軌道傾斜角 98.7° の極軌道衛星である。また、ある地点の上空をほぼ同じ時刻に一日に2回通過している太陽同期衛星であり、衛星が赤道面を横切ってから次に同一方向に横切るまでの周期は102分、衛星がある地点の上空を通過後再びその地点の上空を同一方向に通過するまでの回帰周期は9日の準回帰軌道である。（第1図参照）

衛星の軌道（102分で1周）



第1図 NOAA 衛星の軌道



第2図 AVHRR 地表走査の模式図

2.2 センサ

NOAA 衛星では、AVHRR (Advanced Very High Resolution Radiometer), TOVS (Tiros Operational Vertical Sounder) をはじめとする多くのセンサを搭載している。「地球・海洋観測衛星データ処理システム」で利用するデータは、AVHRR センサによるものである。このセンサは、衛星直下から±55.4度を、走査鏡が衛星の進行方向を軸として、1分間に360回転しながら走査する間に2048のデータを得る。このときの衛星直下の1データ (Pixel) の幅は1.1kmで、地上の走査幅は東西約3000kmとなる。(第2図参照)

2.3 AVHRR センサのチャンネル

地球上のあらゆる物体は、太陽光などの電磁波を受けると、物体の性質に応じて各波長毎の固有の反射をする性質を持ち、また物体が熱を帯びると、その性質と温度に応じて各波長毎に固有の割合で電磁波を放射する。これを利用して、物体からの反射ないし放射する電磁波の波長とその強さを測定すると、その物体に直接接触することなく性質や状態を推定することができる。AVHRRは可視2、熱赤外3の5チャンネルある。

チャンネル1 (波長0.58~0.68 μm) は太陽光の反射強度により昼間の雲、氷、雪、陸上の植生等について見ることができる。

チャンネル2 (0.725~1.10 μm) は可視光帯のうち長

波長側に感度を持つようにしたもので昼間の雲と氷と雪の識別、陸域と水域、海岸線、植生等の識別に有効である。

チャンネル3 (3.55~3.93 μm) は陸域・海域・雲の温度分布を観測しているが近赤外に近い領域にあるので日中のデータはハレーションの影響を受け使えない。しかし、水蒸気による吸収の影響が少ない波長帯である。

チャンネル4 (10.3~11.3 μm) は、いわゆる大気窓と呼ばれる比較的水蒸気による吸収の影響が少ない波長帯で、昼夜にかかわらず雲分布及び陸域・海域・雲の温度分布を観測している。チャンネル3と4は同時使用をすることにより雲による表面温度分布への影響を除くことができる。

チャンネル5 (11.5~12.5 μm) は、地表の絶対温度を算出するために水蒸気による吸収の影響を補正するために設けられたチャンネルで、熱帯地方の海面温度の精度向上に役立っている。

2.4 データ伝送

各センサで得られたデータ出力は、衛星上で10ビットのデジタル信号に変換され、リアルタイムに地上に送信されるものと、いったんレコーダーに記録したあとに再生して伝送するものがある。

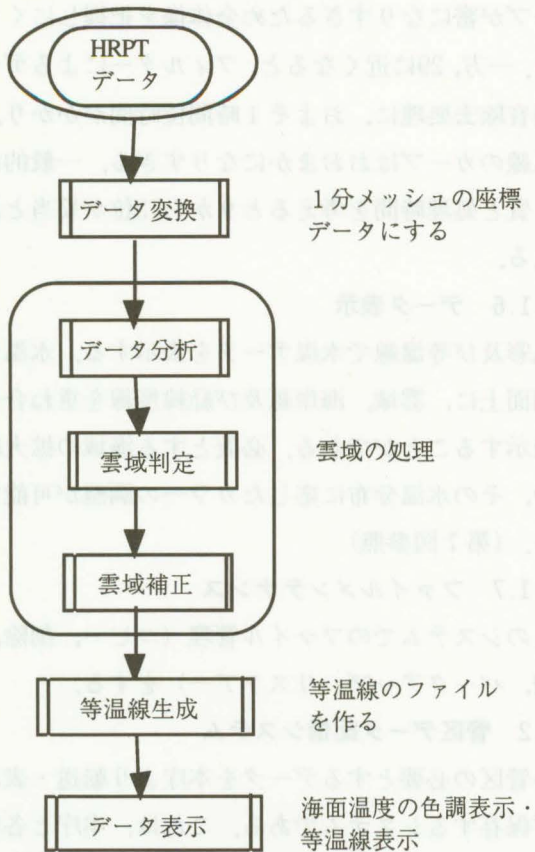
リアルタイム・データは、HRPT (High Resolution Picture Transmission=高分解能送画装置) とAPT (Automatic Picture Transmission=自動送画装置) による2タイプある。HRPTは、NOAA衛星に搭載された数々のセンサで得られたデータを高密度モードで送信しており、APTは、AVHRRから得られたデータの5チャンネルのうち2チャンネルについて簡単な幾何学補正をしてデータ量を減らして送信している。

「地球・海洋観測衛星データ処理システム」では、HRPTデータに対応しており、後に述べる受信装置についてもHRPTデータの受信が可能なものとなっている。

3. 衛星データ表示システム

3.1 地球・海洋観測衛星データ処理システム

このシステムでは、気象衛星NOAAのHRPT



第3図 データ解析処理フロー

データをワークステーション上に表示し、基本的な解析処理が対話型で行える。処理フローは第3図のとおりである。

3.1.1 データ変換

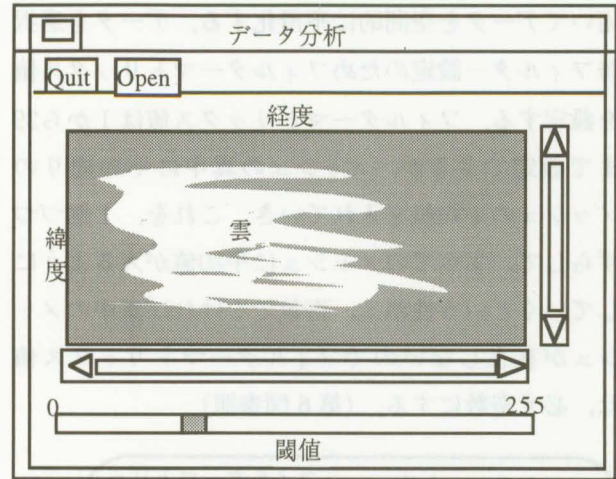
海況監視衛星受信・解析装置によって受信され、メルカトル座標データに変換されたデータを、1分単位の座標データへ変換する。

3.1.2 データ分析

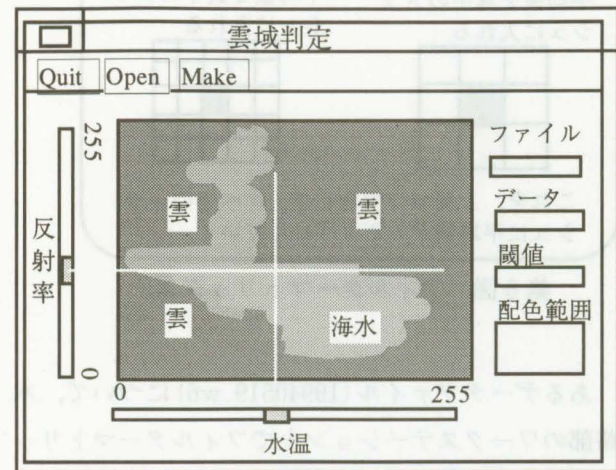
可視及び赤外データファイルのそれぞれについて、座標データの数値を、白と黒に二値化をして表示する。このとき、画面上で閾値バーをスライドさせ、雲域だけが白くなるように調整する。この閾値は、雲域判定で用いる。(第4図参照)

3.1.3 雲域判定

雲域判定で表示されるグラフは、水温と反射率の相対関係の3次元ヒストグラムである。表示データ個数の最大と最小を配色範囲欄の最大値・最小値にそれぞれのファイルに応じて見やすい表示になるよう適宜入力する。このとき最小値以下は黒、最大値以上は白に表示される。次にデータ分析で求めた閾



第4図 データ分析画面



第5図 雲域判定画面

値へ反射率と水温のバーをスライドさせ、データの分布状況と対応するように閾値を微調整し、雲域フラグファイルを生成する。反射率の高すぎる部分や水温の低すぎる部分は雲であることが多い。(第5図参照)

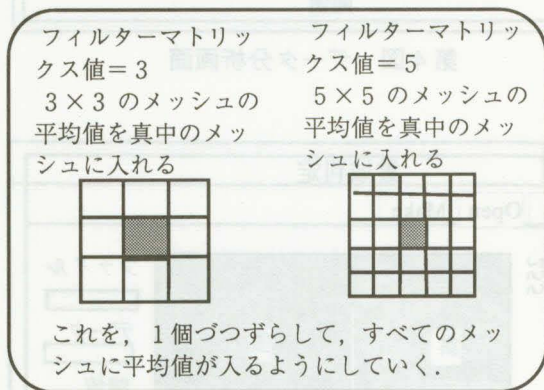
3.1.4 雲域補正

雲による海面水温データの空白域を少なくするため、時間的に近接した複数のデータファイルを重ね合わせる処理を行う。これは、複数のファイルの同一座標データについて平均、標準偏差を計算し、観測データの無い座標データについて推定値を作成する。

3.1.5 等温線生成

等温線生成のためには、1分毎の座標データでは細かい構造が出すぎるため、正方形のフィルターを

用いてデータを空間的に平滑化する。データを選択後フィルター設定のためフィルターマトリックス値を設定する。フィルターマトリックス値は1から29まで設定できるが、メッシュの真中にその周りのメッシュの平均値を入れていき、これを、1個づつずらして、すべてのメッシュに平均値が入るようにしていくという性格上、奇数でなければ真中のメッシュが存在しないのでフィルターマトリックス値は、必ず奇数にする。(第6図参照)



第6図 フィルターマトリックス

あるデータファイル(19940519.w6)について、水路部のワークステーション上でフィルターマトリックス値を変化させて、処理時間と作成される等温線データの量を調べた。その結果、等温線データの容量は、表1のとおりである。

フィルターサイズが1に近くなると、等温線を描画する処理に、約1時間位時間がかかり、等温線の

表1 フィルターマトリックス値と等温線データの容量

フィルターマトリックス値	データ容量 (単位：バイト)
1	12,154,620
5	5,622,740
7	4,618,964
9	3,968,988
11	3,510,144
13	3,164,008
15	2,896,772
19	2,507,124
23	2,229,496
29	1,928,732

カーブが密になりすぎるため全体像を把握しにくくなる。一方、29に近くなると、フィルターによるデータ雑音除去処理に、およそ1時間位時間がかかり、等温線のカーブはおおまかになりすぎる。一般的には、質と処理時間を考えると9から13位が妥当と思われる。

3.1.6 データ表示

色彩及び等温線で水温データを表示する。水温表示画面上に、雲域、海岸線及び経緯度線を重ね合せて表示することができる。必要とする海域の拡大縮小や、その水温分布に応じたカラーの調整が可能である。(第7図参照)

3.1.7 ファイルメンテナンス

このシステムでのファイル管理(コピー、削除、復帰、バックアップ、リストア)をする。

3.2 管区データ配信システム

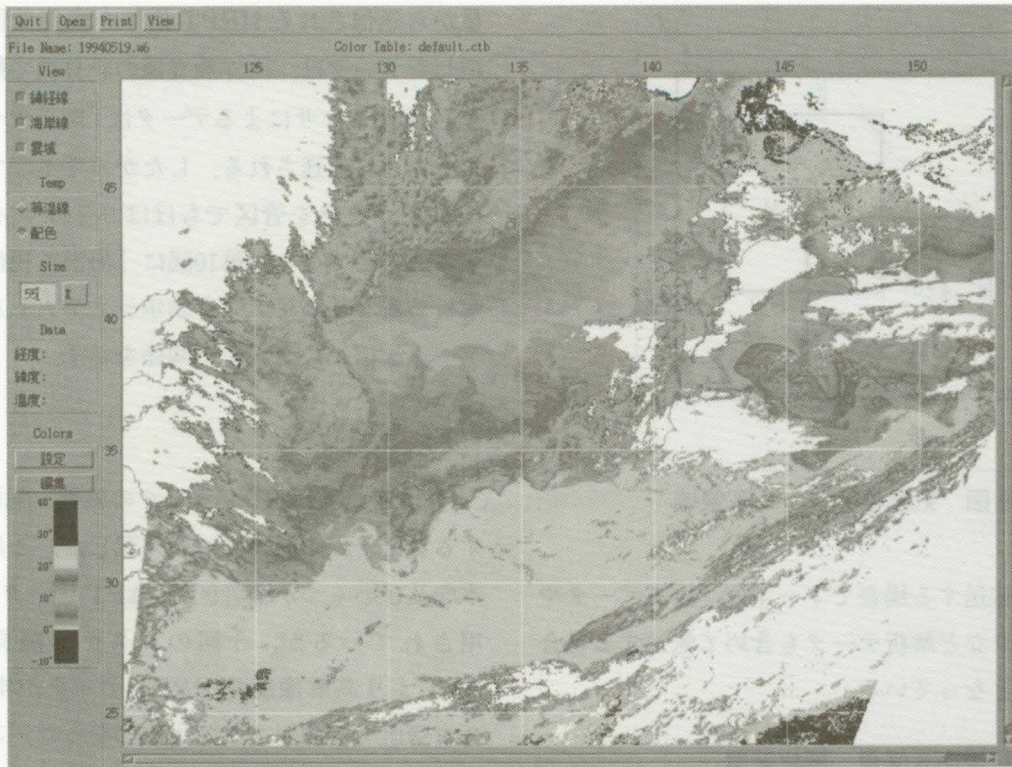
各管区の必要とするデータを本庁より転送・表示及び保存するシステムである。これは、本庁と各管区が「INS64」で結ばれ、「TCP/IP」接続されていることから、本庁をデータサーバー、各管区をデータ表示クライアントとしたクライアント・サーバーシステムとして動作するものである。これを用いて、本庁と管区では、ほぼ同じデータ表示画面を見ることが出来る。(第8図参照)

このシステムを管区において定常的に利用することを想定すると、その頻度によっては、ネットワークに対する負荷が問題となる可能性があるため、データ転送にどの程度の時間を要するか試験を行った。その結果を表2に示す。各領域は気象協会で販売されている衛星データの海域を示し、第9図に示すように、W領域は日本列島全部を含む広い範囲で他の二つの領域よりもデータ量が多い。転送時間はデータ量に依存しているが、座標メッシュの水温

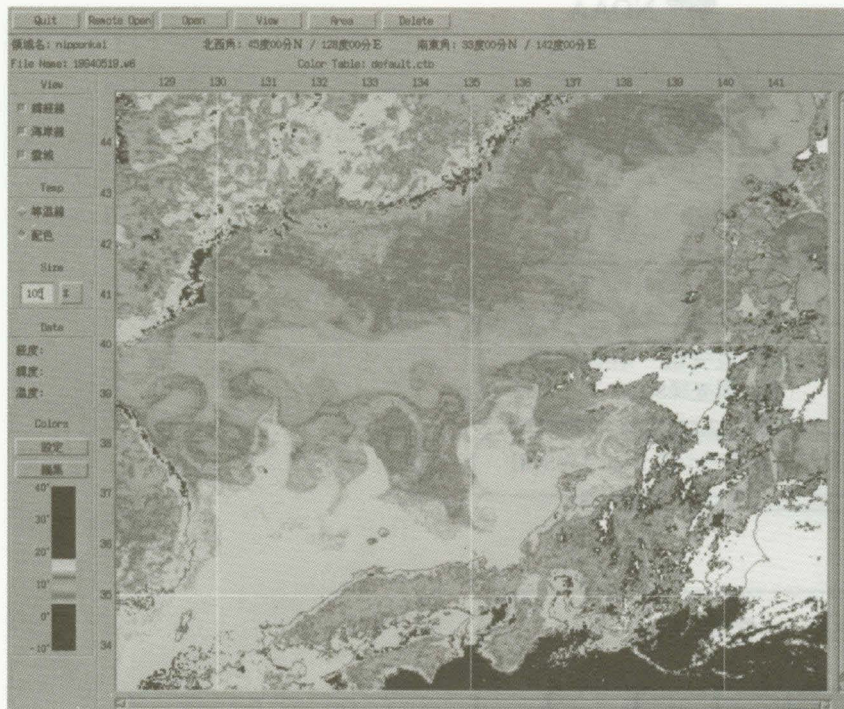
表2 管区へのデータ転送結果

	最短(分)	最長(分)	圧縮率	転送speed(Kbyte/s)
w領域	4	15	50%	7.4
X領域	1	6	65%	7.4
Y領域	1.5	7	65%	7.4

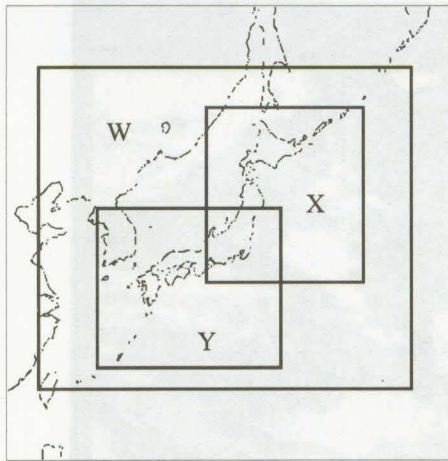
最短 データのみの時
最長 データ、雲域データ、等温線データ



第7図 本庁でのデータ表示



第8図 管区でのデータ表示



第9図 気象協会による各領域

データだけ転送する場合で1～4分，雲域データや等温線データなど解析データも含めて転送する場合は6～15分となっている。

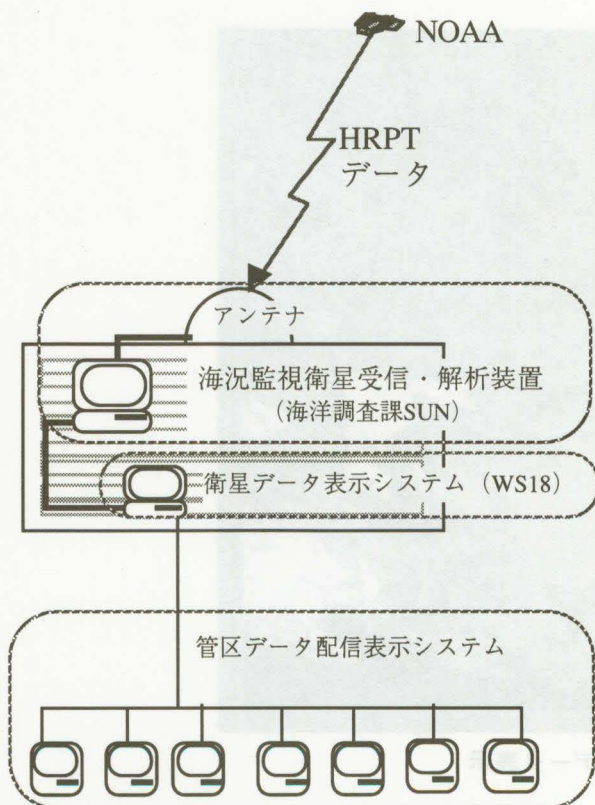
4. 海況監視衛星受信・解析装置

平成8年1月，本庁水路部に導入された「海況監視衛星受信・解析装置」は，日本周辺海域（北緯15度～北緯55度，東経120度～東経160度）の受信が可能となる角度で水路部屋上にアンテナを設置し，衛

星から送信される HRPT 信号を直接受信する。受信したデータは，海洋調査課の計算機で解析され，AVHRR センサによるデータは「衛星データ表示システム」に転送される。したがって本庁で受信した HRPT データを管区でもほぼリアルタイムに利用することができる。第10図に「海況監視衛星受信・解析装置」・「衛星データ表示システム」及び「管区データ配信システム」の関係を示す。

5. おわりに

NOAA 衛星 HRPT データの処理・配信・表示をするシステムの開発について記した。これまでも本庁及びいくつかの管区で，APT データは，受信利用されているが，今回のシステム開発によって APT より高解像度の HRPT データが本庁のみならず管区でも利用できるようになった。これは，今年度海況監視衛星受信・解析装置の設置が実現したこと及び計算機のネットワークが整備されたことによるものである。管区での有効利用が期待される。



第10図 システムの関係図