

## 気象衛星 NOAA データ処理装置

高部広昭<sup>1</sup>・山内 恭<sup>2</sup>

### NOAA Data Processing System

Hiroaki TAKABE<sup>1</sup> and Takashi YAMANOUCHI<sup>2</sup>

**Abstract:** The 28th Japanese Antarctic Research Expedition has installed a NOAA data processing system at Syowa Station (69°00'S, 39°35'E) and has started the operation. This system is used to obtain cloud and sea ice distribution in the broad area under the project of "Antarctic Climate Research (ACR)", which started in 1987. The main part of the system is composed of a FACOM S3300 mini computer, which is used to acquire the received data of satellite at a real time, to make the calibration to obtain the albedo and temperature, to make a map projection, to display the images and to store the data in computer compatible tapes. Moreover, images of brightness temperature difference and histogram are made to discuss the way to discriminate clouds over the snow and ice surfaces.

**要旨:** 第28次南極地域観測隊では、気象衛星 NOAA データ処理装置を昭和基地 (69°00'S, 39°35'E) に搬入、運用を始めた。これは、1987年から始まった「南極域における気候変動に関する総合研究 (Antarctic Climate Research: ACR)」の中で、衛星画像データの処理を通じて広域の雲や海氷分布を求めるためのものである。FACOM S3300 ミニコンピュータを中心としたシステムで、受信データをリアルタイムに取り込み、キャリブレーションを行うことでアルベドや温度に変換し、投影変換を行い、結果を画像表示し、また磁気テープに保存する。その他、雪氷面上の雲識別方法の検討を行うため、輝度温度差画像やヒストグラムを作成した。

### 1. はじめに

第28次南極地域観測隊は気象衛星 NOAA の主に画像データ (Advanced Very High Resolution Radiometer: AVHRR) の処理を行うために「NOAA データ処理装置」を昭和基地に持ち込んだ。これは、1987年から行われている「南極域における気候変動に関する総合研究計画 (Antarctic Climate Research: ACR)」(山内・高部, 1989) の中で、重点課題として行われる気象衛星 NOAA による雲および海氷観測のためのものであり、通年の衛星画像データの処理を通じて、広域の雲の分布特性、海氷の分布特性、それらの変動を明らかにしようというものである。

NOAA データの受信は従来から行われてきた (TANAKA *et al.*, 1982)。しかし受信後の処理については、現場では高密度磁気テープにデータを記録し、モニター画像としてレーザー

<sup>1</sup> ファコム・ハイタック (株). Facom Hitac Ltd., 6, Sanbancho 2-chome. Chiyoda-ku, Tokyo 106.

<sup>2</sup> 国立極地研究所. National Institute of Polar Research, 9-10, Kaga 1-chome, Itabashi-ku, Tokyo 173.

ファクスの出力画像(生データの出力)が得られただけであった。この出力画像だけでは雲や海氷の識別も難しいし、昭和基地周辺の詳細な様子も分からず、せっかくの高分解能データでありながら、現場では十分利用できないという弱点があった。今回、昭和基地に NOAA データ処理装置を導入することにより、NOAA 受信後直ちに画像処理を行い、雲の分布や海氷の分布を見ることができ、また、現場で放射観測等の他の観測結果と比較ができるようになった。高分解能の画像出力が得られることで、航空機観測などほかの観測計画を検討する上でも参考となり、さらに日々ルーチン的に処理を行うことにより多量のデータの一次処理を越冬中に完了することができ、南極の大気状態の年々の変動をつかむ上でも威力を発揮することになる。

本稿では以下に、データ処理装置の概要および第 28 次観測隊での昭和基地への設置、運用、さらに、結果の一例について報告する。

## 2. NOAA データ処理システム

### 2.1. システム概要

今回昭和基地に設置したデータ処理システムは、1980年に第21次観測隊によって設置された気象衛星 NOAA 受信システムのフォーマットシンクロナイザー (AYDIN M 442) からインターフェース装置 (明星電気製) を介してリアルタイムにミニコンピューター (富士通, FACOM S 3300) にデータを取り込み、画像処理を行うものである。処理した結果はグラフィックディスプレイに表示することができ、磁気テープ、ラインプリンター、ハードコピー装置、XYプロッターへ出力する。全体の概念図を図1に示す。

受信システム部の構成および今回の処理システムとの関係を図2に示す。NOAA の受信

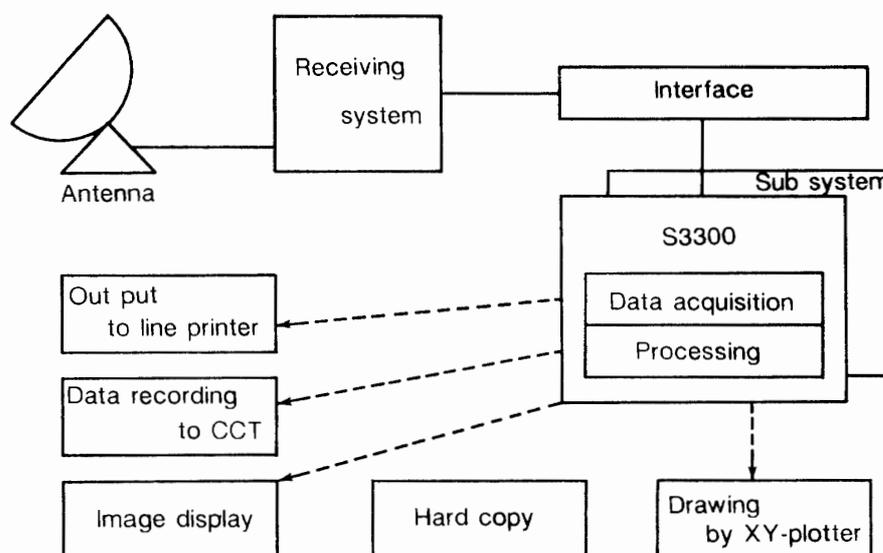


図1 NOAA 衛星データ処理システム概念図

Fig. 1. Schematic diagram of NOAA data processing system.

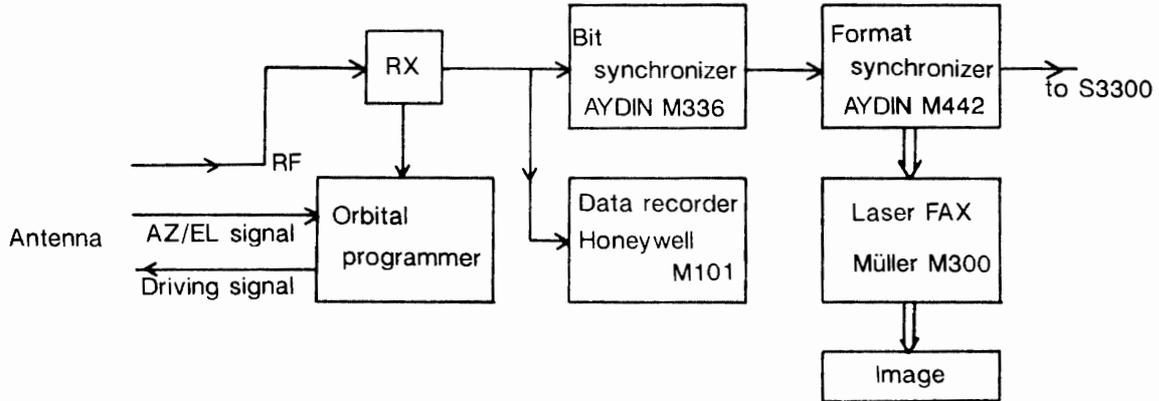


図 2 NOAA 衛星受信システムブロック図  
 Fig. 2. Block diagram of NOAA data receiving system.

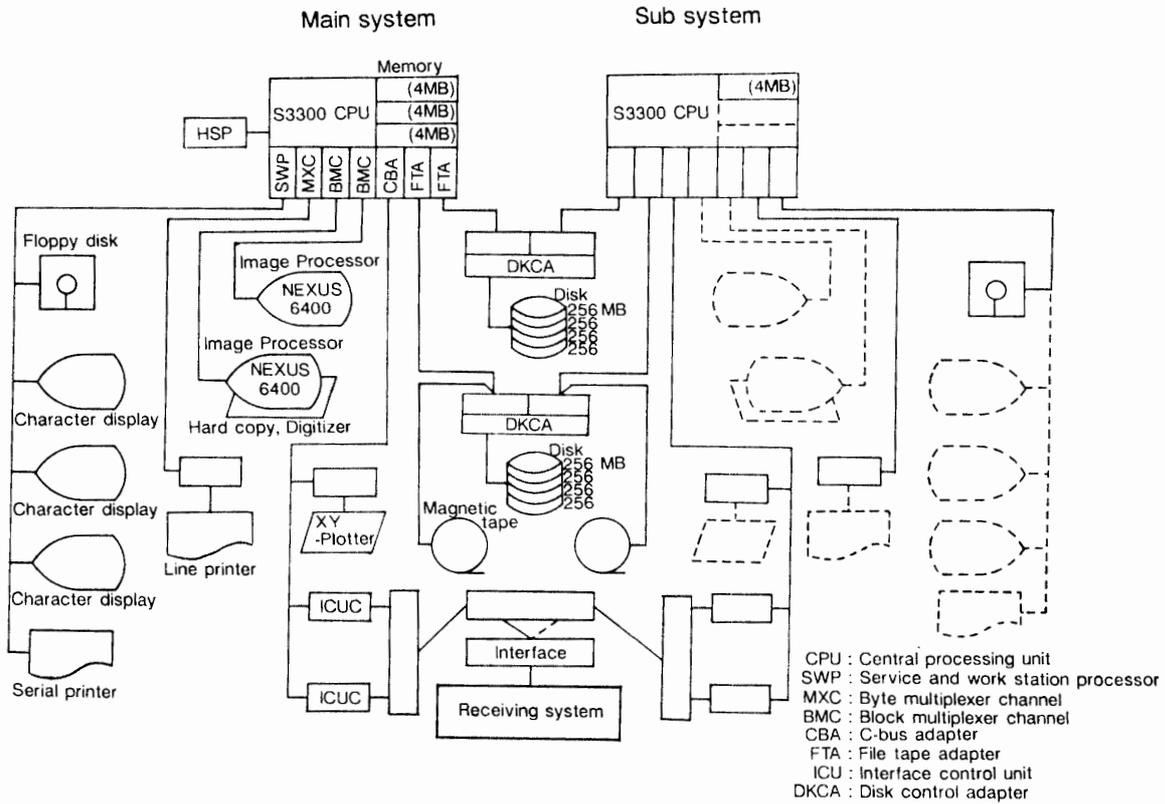


図 3 NOAA 衛星データ処理システム構成図  
 Fig. 3. Block diagram of NOAA data processing system.

は通常オービタルプログラマーのプログラム追尾で行い、HRPT データをアナログ磁気テープに約 15 分間記録 (記録スピードは 60 IPS) する。同時に、可視から赤外領域まで 5 チャンネルある AVHRR データのうち、夏季は CH. 1 (可視)、冬季は CH. 4 (赤外) をフォーマットシンクロナイザー (AYDIN M 442) により選択してレーザー FAX (ミュラー M 300) へ出力した。

データ処理部は、ミニコンピューター (FACOM S 3300) を中心に構成されている (図 3)。

S 3300 本体部には 12MB のメモリーと浮動小数点演算機構 (HSP) を実装し、256 MB の磁気ディスク装置 8 台 (システム用 2 台, データ処理用 4 台, 予備 2 台) を備えている。周辺機器としては、1600/6250 RPI の磁気テープ装置 2 台 (1 台は予備), キャラクターディスプレイ 3 台, 画像プロセッサ (Nexus 6400: 解像度  $480 \times 512$ ) 2 台の他, ラインプリンター, シリアルプリンター, XY プロッター, フロッピーディスク装置, ハードコピー装置がある。また, 計算機本体は予備としてもう 1 組設置されており, 障害発生時には周辺機器をつなぎ変え, 予備機運用で対処する。

## 2.2. 輸送・設置

国立極地研究所内での総合試験後に機器を湿気・ほこり対策のため真空パックし, 木箱梱包とした。輸送中の最大動揺はローリングで 30 数度を記録し (平常時 5-10 度), 梱包に取り付けた G メーターの計測では (加速度) 最大  $-10 \sim +5G$  (H 方向, ただし解梱時に約 1.7m 落下している),  $-4 \sim 4G$  (W, D 方向) となっている。昭和基地でヘリコプターから降ろす際に, 計算機本体がフォークリフトより約 1 m 落下する事故が発生したが, 幸い機器には異常がなかった。

観測棟入口の扉サイズの制約及び棟内レイアウトの都合により, 建屋西側の扉前に約  $3 \times 6$  m の踊り場を組み, 大型物品はクレーンを使用して踊り場に寄せ, 木箱を解梱してから棟内へ搬入した。搬入後 1 日半静置させてから開封し, 設置した。室内のスペースとの兼ね合いで, 操作性を優先させたため, 特に本体系ラック, ラインプリンターの背後に規定の保守エリアを確保することができなかった。また運用上はそれほど不満を感じることはないが, ケーブルが床にじか置きであることと周辺機器もかなり窮屈な配置となっているため, 保守

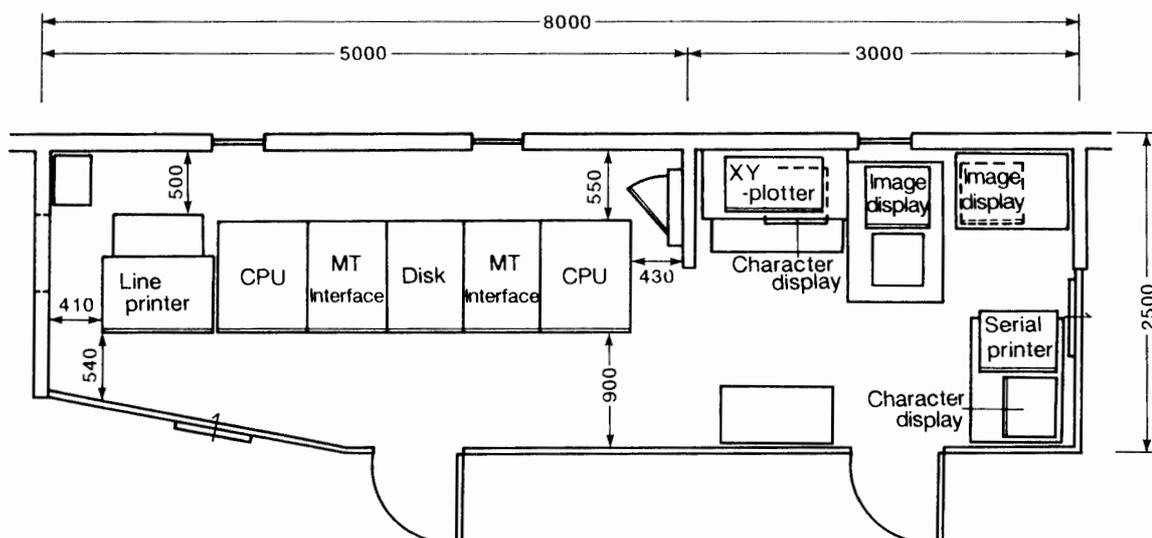


図 4 昭和基地観測棟内, NOAA データ処理システム配置平面図  
 Fig. 4. Plane figure of arrangement of NOAA data processing system in the observation hut, Syowa Station.

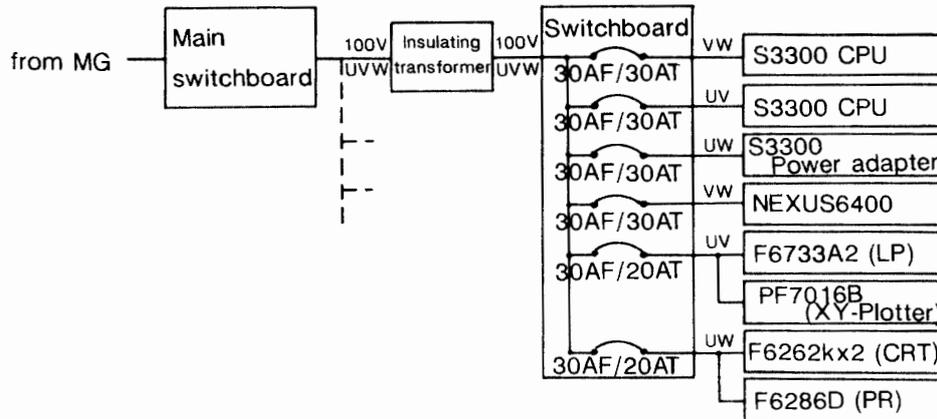


図 5 NOAA データ処理システム電源系統図  
Fig. 5. Configuration of power supply.

環境は必ずしも良好とはいえない。図 4 に室内配置を示した。

データ処理システムへの電源供給は、全体で 8.5 kVA という見積もりで、観測棟主分電盤から専用で一系統分配し、その先に絶縁トランスを介した後に各機器に分配している (図 5)。

### 3. システムの運用

昭和基地においては現在 NOAA 9, 10 号が受信可能であり、それぞれ 1 日に最大 7 軌道受信できる。しかし、NOAA 9 号の AVHRR は 5 チャンネルであるのに対し、NOAA 10 号は 4 チャンネルしかないため、NOAA 9 号の昼間の 13-15 時の軌道を 1987 年 2 月 3 日より通年に渡って受信することを観測の基本とした。なお、NOAA 9 号の高仰角の時間帯は、13-15 時と 22-23 時 (UT) である。NOAA 10 号については 9 号の補助という形で、太陽が昇らなくなる 6 月前半約 20 日間に、1 日 1 回受信を続けたほか、適時受信した。また、衛星観測の重点期間として真冬および春に、7 月 22-24 日には NOAA 9 号の連続 15 軌道を、9 月 7-9 日には同 9 号の連続 15 軌道に加え、同 10 号の 8 軌道を、9 月 10 日-10 月 6 日には同 9 号の 22-23 時帯 (UT) の受信を行った。衛星観測以外の目的としても、特に 10 月 22 日-11 月 6 日には航空オペレーション時の天候状況把握の補助資料のため、同 10 号の 7-8 時帯 (UT) の受信を行った。また、NOAA データ処理画像は野外活動や「しらせ」回航のための海氷状態把握の補助資料としても利用された。

### 4. データ処理・保存

HRPT データを受信あるいは M 101 データレコーダーからのデータ再生、と同時に S3300 へ取り込み、ヘッダ部と AVHRR データ部を別ファイルに分けて磁気ディスク上に格納する。ヘッダ部 (TOVS データ含む) は鉛直温度分布・水蒸気量鉛直分布・地表面温度・雲の

検出・オゾン量などの情報を含んでいるが、第 28 次観測隊では磁気テープへの保存までで、その解析は行っていない。AVHRR データ部は 1 マイナーフレーム 10240 ワードから成り、2048 画素 5 チャンネル (1 ライン) で構成されている。各チャンネルは CH. 1 が可視 0.58–0.68  $\mu\text{m}$ , CH. 2 が近赤外 0.73–1.1  $\mu\text{m}$ , CH. 3–5 が赤外チャンネル 3.55–3.93, 10.3–11.3, 11.5–12.5  $\mu\text{m}$  である。1 ワードは 10 bit から成り、S 3300 へのデータ取り込み時に上位 bit に 0 を詰めて 1 画素当たり 16 bit にしている。データ受信・処理のフローを図 6 に示す。

(1) 前処理 (キャリブレーション, 投影変換, 温度変換)

HRPT データのヘッダー情報を使用して、センサーのレベル値 ( $X$ ) で格納されている AVHRR データをアルベドあるいは放射強度 ( $N$ ) に変換するキャリブレーションを以下のように行う。

$$N = GX + I, \quad (1)$$

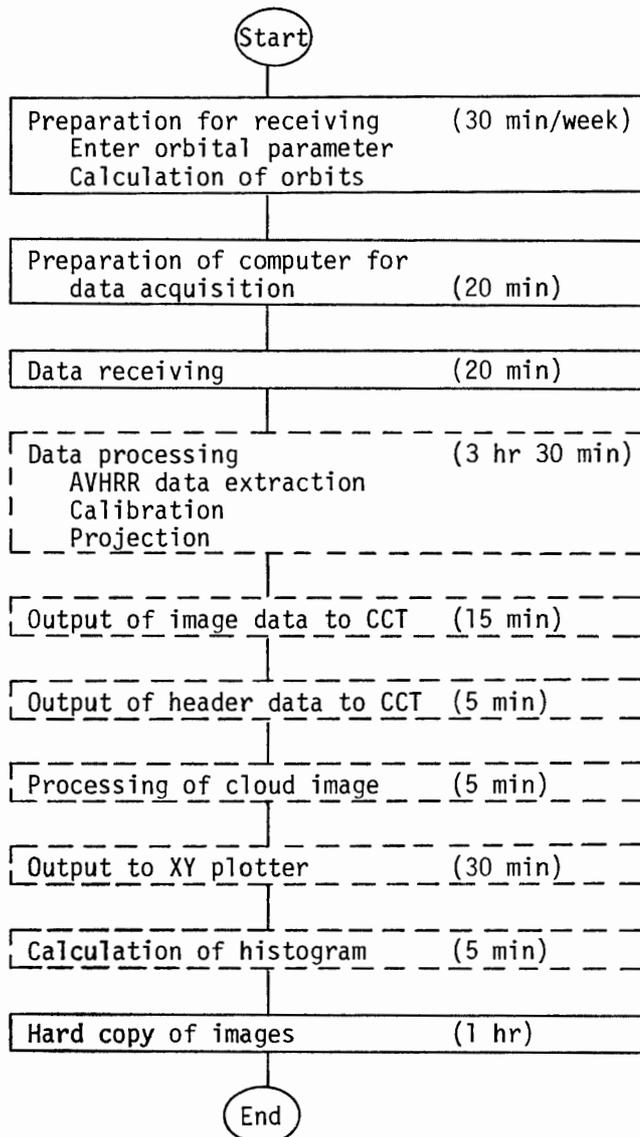


図 6 NOAA データ受信, 処理操作の流れ図。破線部分はオペレーターが常時介入する必要はない。

Fig. 6. Flow chart of NOAA data receiving and processing. No need of operator for tasks shown by the broken line.

CH. 1, 2 については  $G, I$  は与えられた定数, CH. 3 から 5 については内部黒体の温度  $T$  がヘッダー情報で与えられるので, その値から計算した黒体放射  $N_T$  と, それを見た時のカウント値  $X_T$ , 同じく宇宙空間を見た時の放射強度  $N_{SP}$ , その時のカウント  $X_{SP}$  により

$$G = \frac{N_{SP} - N_T}{X_{SP} - X_T}, \quad (2)$$

$$I = N_{SP} - GX_{SP}, \quad (3)$$

によって計算される. このような線型のキャリブレーションでは測器の感度の非線型性による若干の誤差が出得るが,  $N_{SP}$  を修正した値を入れることで対応することが多い. 実際には, さらに誤差が  $1-2^\circ\text{C}$  出る可能性が報告されており, 詳細な結果を得るには, その項を評価する必要がある (LAURITSON *et al.*, 1979). この非線型性は本処理では考慮していない.

キャリブレーション終了後, ポーラステレオ図法により投影変換を行う. 投影変換は ACR 計画期間中の標準処理としては, 解像度が 4400 m のもの 2 領域 (昭和基地より海側及び大陸側), 2200 m のもの 1 領域 (昭和基地周辺), 1100 m のもの 1 領域 (昭和基地周辺) の 4 領域について  $512 \times 512$  画素の画像データを切り出す. 各領域の投影変換パラメーターを表 1 に, また, 表示領域を図 7 に示す. 投影変換後, CH. 3-5 の放射エネルギー量については, キャリブレーション係数から算出した変換テーブルを用いて輝度温度値に変換する.

なお, データ取り込みから前処理終了までは人手を省くため, アプリケーションソフトウェア本来の使用法ではなく, 処理の流れに従って自動的にアプリケーションソフトを起動する昭和基地独自の運用形態としている.

## (2) 画像の保存

投影・温度変換後の 4 領域の画像データを磁気テープに記録 (6250 RPI) し, 保存する. 2400 ft の磁気テープ 1 巻当たり 84 チャンネル分の投影 (温度) 変換済データファイルを吸い上げることができる. 実行上は, 5 チャンネル  $\times$  4 領域  $\times$  4 軌道分 80 ファイルでテープ 1 巻とした.

## (3) 雲画像の作成

CH. 3 と CH. 4 の輝度温度差を利用して雲画像を作成する. 1987 年 4 月より運用開始. CH. 3 と CH. 4 の輝度温度データファイルを入力として画素ごとに CH. 3 の輝度温度値から CH. 4 の輝度温度値を引いた値を求める. 結果はグラフィックディスプレイに表示できる.

## (4) 画像の表示とハードコピー

RGB それぞれに対して CH. 1 から CH. 5 の任意のチャンネルを割り当て, オリジナル画像, キャリブレーション済画像, 投影 (温度) 変換済画像 (雲画像含め) をグラフィックディスプレイに表示することができる. 表示用のルックアップテーブルは, ポジティブとネガティブの 2 種類を標準で用意している.

表 1 投影変換（ポーラステレオ図法）パラメーター  
 Table 1. Projection parameters (polar stereo).

領域名	解像度 (m)	中心点緯度	中心点経度	投影基準経度
A	4400	78° S	45° E	0° E
B	4400	63° S	25° E	0° E
C	1100	69° S	40° E	40° E
D	2200	69° S	35° E	35° E

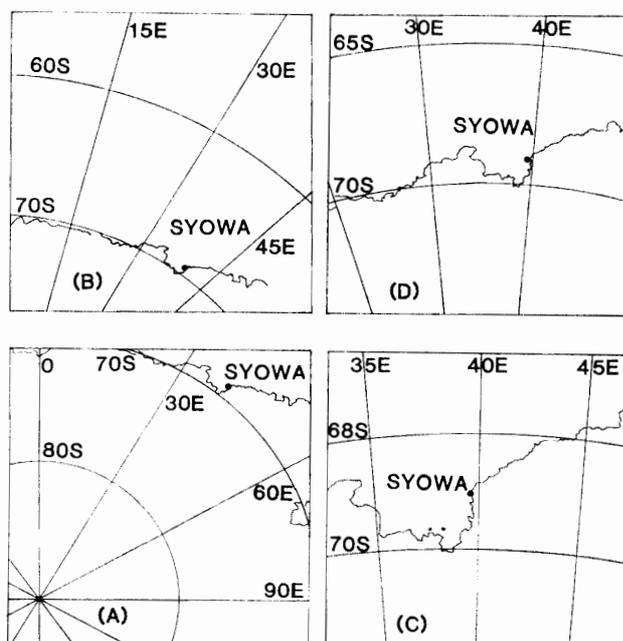


図 7 AVHRR 画像データ標準処理領域図。A, B は解像度 4.4 km, C は 1.1 km, D は 2.2 km.

Fig. 7. Areas of standard processing of AVHRR images. Field of view is 4.4 km for A and B, 1.1 km for C and 2.2 km for D.

表示した画像について、4×5 inch のカラーと 15×17 cm のモノクロのハードコピーが取れる。ただしモノクロについては、RGB のうち1チャンネルを 256 階調から 16 階調に落とした画像となる。

第 28 次観測隊では、キャリブレーションの後、投影（温度）変換して切り出した 4 領域について適時ハードコピーを取得した。RGB に対して、冬季は CH. 5, 4, 3 を、夏季は CH. 1, 2, 4 あるいは雲画像, CH. 2, 1 を割り当てている。

ハードコピー以外では、グラフィックディスプレイの画面を 35 mm カメラで直接撮影することも行った。

#### (5) 雲量、雲の種類分布図の作成

投影、温度変換後の C 領域（解像度 1100 mm の昭和基地周辺）のデータを元に 2 枚の雲量、雲の種類分布図の作成を行う。CH. 4 の輝度温度値 ( $T_4$ ) に対する輝度温度差 ( $T_3 - T_4$ )

および  $(T_4 - T_5)$  がどのように分布しているかをグラフ化し、XY プロッターに出力する。4月よりテスト運用を続け、11月より本運用に入った。

1例を図8に示す。

(a) 昭和基地を中心とする  $128 \times 128$  画素

温度変換後の C 領域の CH. 3-5 のデータファイルを入力とし、それぞれ昭和基地を中心とする  $128 \times 128$  画素を対象領域とする。対象領域を、 $8 \times 8$  画素を1小領域とする  $16 \times 16$  個の小領域に分割し、CH. 3-5 それぞれの小領域ごとの平均輝度温度値を求める。さらに小領域ごとに CH. 3 と CH. 4, CH. 4 と CH. 5 の平均輝度温度の差を求め、横軸に CH. 4 の平均輝度温度値を、縦軸に温度差を取ったグラフにプロットする。

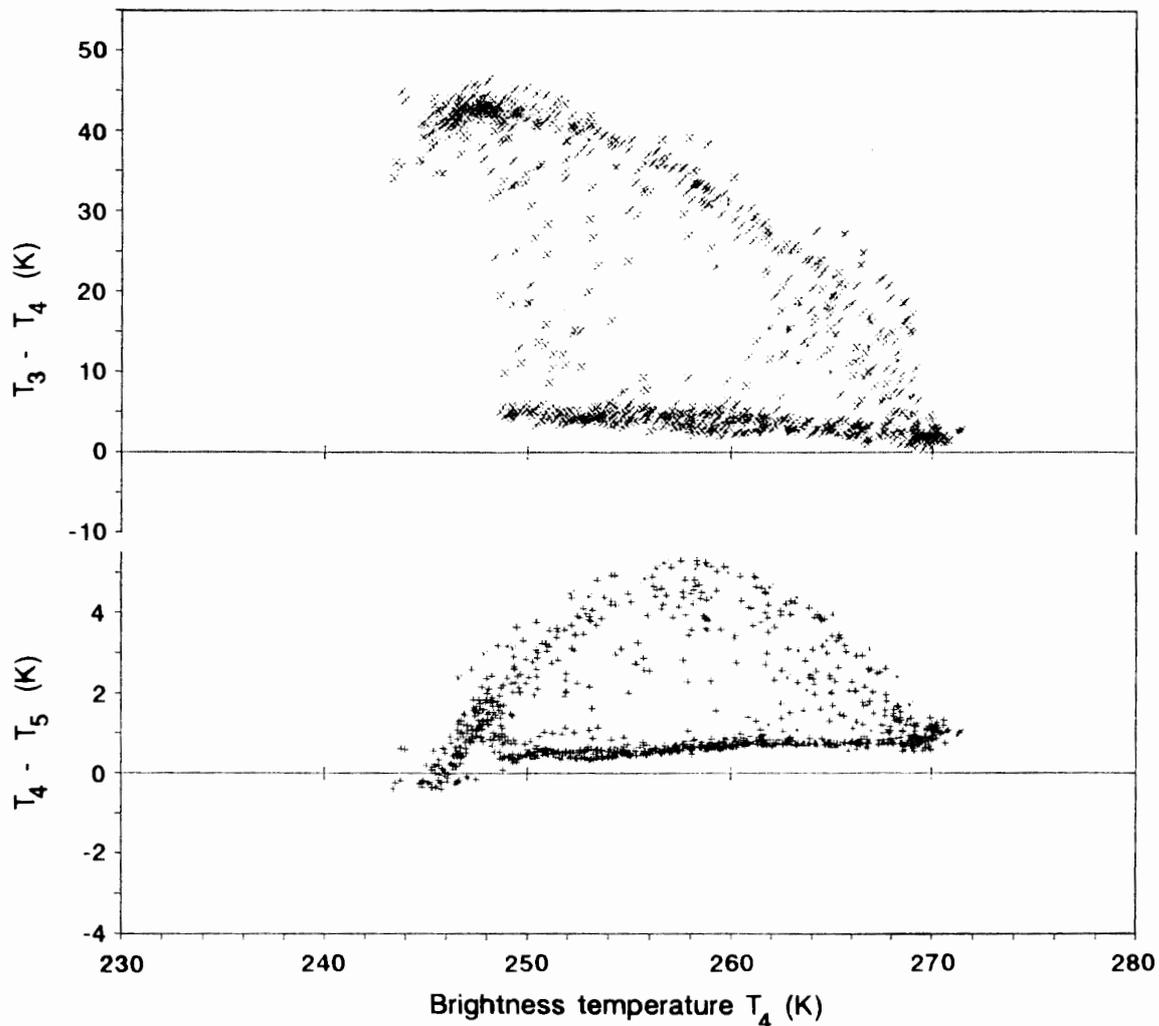


図8 輝度温度差 (CH. 3-CH. 4 および CH. 4-CH. 5) の CH. 4 輝度温度に対する分布図。領域C内の  $512 \times 512$  のピクセルを  $16 \times 16$  個について平均したものについて示した。

Fig. 8. Brightness temperature difference (CH. 3-CH. 4 or CH. 4-CH. 5) against CH. 4 brightness temperature. Points show the means of  $16 \times 16$  pixels in  $512 \times 512$  of area C.

### (b) C領域の 512×512 画素全域

温度変換後のC領域のCH. 3-5のデータファイルを入力とし、それぞれ512×512画素全域を対象領域とする。対象領域を、16×16画素を1小領域とする32×32個の小領域に分割し、CH. 3-5それぞれの小領域ごとの平均輝度温度値を求める。さらに小領域ごとにCH. 3とCH. 4、CH. 4とCH. 5の平均輝度温度の差を求め、(a)項と同様のグラフにプロットする。その際、昭和基地を中心とする128×128画素(8×8個)の小領域についてはプロットの色を変え、識別できるようにしている。

### (6) 輝度温度ヒストグラムの作成

温度変換後のCH. 4の輝度温度データを元に輝度温度ヒストグラムを作成する。A, B, C, D領域について任意にヒストグラムを作成できるが、第28次観測隊ではA及びB領域を対象とした。対象領域512×512画素全域を、64×64画素を1小領域とする8×8個の小領域に分割する。そして小領域ごとに180-280Kまで5K単位でヒストグラムを求め、結果を全体の合計とともにラインプリンターに出力する。8月より運用を開始した。

### (7) ヘッダー部データの保存

S 3300に取り込んだHRPTデータ全体の保存は、テープ量の制約(1軌道1巻必要)から行えなかった。ヘッダー部(TOVSデータ含む)のみのデータファイルを磁気テープに6250RPIで記録、保存した。これは、鉛直温度分布や水蒸気分布、オゾン量等を求めるための赤外放射計HIRS/2、マイクロ波MSUおよび成層圏用SSUのデータを含むものである。なお、当面昭和基地では解析を行っていないが、データ持ち帰り後国内での解析にそなえている(TANAKA *et al.*, 1982)。

### (8) 全天写真撮影

衛星通過時に、観測棟屋上から35mmカメラに8mm(視野180°)の魚眼レンズを装着して全天写真を撮影した。衛星から見ている雲が地上からどのように見えるかの参考データとするものである。撮影は、雲の識別できる夏季のみ行った。

## 5. システム稼働状況、問題点

第28次観測隊での計算機稼働時間は月平均で約250時間となっている。1988年1月は、次の隊への引き継ぎのためのハードウェアチェック時間も含んで330時間となった。

観測棟は冷房設備がなく、建屋内の換気のみであるために機器からの発熱で温度がかなり上昇してしまふ問題があった。計算機室内に家庭用の加湿器を1台用意したが、計算機室内ではだいたい温度-5~+35°C、湿度10-30%となっていた。計算機本体ラック内の温度、湿度も通年計測したが、温度+5~40°C、湿度20%前後であった。

一年間の運用で発生した障害は、ハードウェア関連15件、ソフトウェア関連5件である(表2, 3)。ハードウェア関連では、受信システム(第21次観測隊設置)の老朽化による障害

が多かった。

処理後画像データにも問題がないわけではない。投影変換における画像と地図との重ね合わせに難点がある。基準となる軌道から受信する軌道を計算によって予測していること、常に固定の係数値でアフィン変換を行っていることなどから、正確な位置合わせは難しい。アフィン変換係数の問題は改善可能であるが、受信後少なくとも1時間は人手を介しての操作が必要になること、ポイントとなる地表が見える天候であること、ポイントを三角形にとらねばいけないこと等から、現状の処理運用にとどまった。

表 2 ハードウェア障害履歴  
Table 2. Records of hardware trouble.

発 生 日 対 処 日	内 容
1987. 2. 14 2. 14	現象：データバックアップ時に MT装置で EQC 発生 原因/対処：その後再現せず，詳細原因不明 (63. 2. 1 打ち切り)
2. 20 2. 20	現象：リアルタイム受信後処理 RSCLNM で受信データのリードエラー発生。Flame SYNC Format の特定 BIT 落ち ('1'→'0') している。 原因：M442 から ICU 間のコネクタ接触不良 対処：コネクタ接点をレキサイトで洗浄
2. 21 2. 21	現象/原因：CPU ラック頭上に漏水。浸水は上部ファンまで 対処：約 30 時間運用休止して乾燥させた。後日天井内側をコーキング
3. 28 3. 28	現象：データ処理中にアプリケーションソフトが異常な時間を処理しようとし，異常終了 原因：この時発電機の電源切り換えがあり，そのためと思われるが詳細不明 対処：再度 M101 よりデータを再生して処理
3. 18 3. 18	現象/原因：レーザ FAX (ミューラー) のヒューズコネクタ破損 対処：予備品なく，同規格の代用品に交換
3. 中 3. 中	現象/原因：レーザ FAX (ミューラー) のモータ軸が摩耗し，紙送りしない。 対処：モータ軸補修 (ただし約 1 カ月しかもたず，その後は人手で紙送り)
4. 5 4. 6	現象：受信システムの電源ダウン 原因：NOAA 系と EXOS-ISIS 系の受信システムを同時に立ち上げたため，主ブレーカの 3 kW の電源容量を超えた。 対処：両系のブレーカを分離
4. 6 4. 6	現象：データ取り込み中に ICC エラー (22) 発生 原因/対処：データ取り込み中にレーザ FAX のスイッチを ON-OFF したため，外部ノイズがのった。(国内テスト時に確認済)
4. 7 4. 7	現象：データ取り込み中に ICC エラー (22) 発生 原因/対処：データ取り込み中に M442 の STATUS LOCK OFF の状態が続いたため
4. 29 5. 7	現象：アンテナの Azimuth 駆動系が動作しない。 原因：Azimuth 駆動系のロックピンが浮いていて，リミットマイクロスイッチが掛かりっぱなしの状態だった。 対処：接点不良のマイクロスイッチを回路上で短絡

表 2 つづき  
Table 2. (Continued)

発 生 日 対 処 日	内 容
1987. 6. 8 6. 8	現象：LP が動かない。 原因/対処：LP タイプベルトにゴミが付着していたので洗浄
8. 5 8. 5	現象：POWER ON 時、PROGRAM LOAD 画面でストップ (FLAG-CODE E1714000 01401915) 原因/対処：POWER OFF 後再立ち上げ。DISK に異常なし。その後再現せず。(63. 2. 1 打ち切り)
10. 9 10. 24	現象：アンテナ Azimuth CW 260° でリミットが掛かりそれ以降受信できず。 原因：AZ リミットスイッチアッシー内ウォームギアの不調 対処：ウォームギアを正規の位置に調整
1987. 12. 18 1988. 1. 初	現象：アンテナが駆動できない。 原因：AZ リミットスイッチアッシー内ウォームギアの不調によりドラムスイッチがまったく動かなくなった。そのため毎日の NOAA 受信後のストー時に AZ 方向で同方向に回り続け、アンテナ内部のケーブル断線に到った。 対処：運用時に注意することで仮対処、後日 AZ リミットスイッチアッシーを交換
1. 24 1. 24	現象/原因：昭和基地全停電 対処：電源復旧後に GFPC, OLTE にて本体系及びディスクのハードチェックを実施し異常がないことを確認

表 3 ソフトウェア障害履歴  
Table 3. Records of software trouble.

発 生 日 対 処 日	内 容
1987. 9. 28 1988. 1. 11	現象：24 時をまたがるデータを取り込むと、24 時以降の日付が前日のまま替わらず、アペンドする。 原因：NDAPP のバグ 対処：正式バージョンソフトと入れ換え
1987. 11. 8 11. 8	現象：受信途中で LOCK OFF 状態が長いデータをキャリブレーションしようとする と JZL242 が発生し、異常終了する。 原因/対処：アプリケーションソフトでは気象協会のデータ (データ抜けがない) を入力 の前提としているため、LOCK OFF 状態が長いと処理できない。
12. 8 12. 8	現象：リアルタイム受信起動時、RTS スタート後 KEY IN した時刻がセットされず に END 状態となった。 原因/対処：受信まで時間なく、再起動したため詳細不明。環境異常あるいは使用ミ スと考えられる。その後再現せず。(63. 2. 1 打ち切り)
1988. 1. 12 1. 26	現象：任意の開始/終了ラインを指定してキャリブレーションを行った後に投影変換 を行うと JZL217 となり異常終了する。 原因：NDAPP のルーチンの実行順序に誤りがあった。 対処：NDAPP の起動プロシジャを修正
1. 12 1. 12	現象/対処：NDAPP バッチ処理起動時に異常終了。再起動して再現せず 原因：前項の投影変換時のエラー発生により、ファイルのクローズ処理がなされてい なかつたものと考えられる。

## 6. 観測経過

NOAA の月別受信軌道数とデータ処理軌道数を表 4 に示す。処理軌道数は年間合計 400 軌道とそう多くはないが、第 28 次観測隊では ACR 初年度ということで、処理・運用方法および雲解析手法についていくつかの試行を行った。

AVHRR データによる雲の解析については、昭和基地付近のデータについての輝度温度差図(輝度温度差を輝度温度に対してプロット)を、実際の雲と比較して検討した。これは波長による放射特性の差が雲と雪や氷面とで異なることを利用したもので、CH. 3 と 4 の輝度温度差 ( $T_3 - T_4$ ) 図では、雲の場合かなり大きい温度差が生じ、海水や大陸との識別、雲の種類の大まかな分類が可能であった (YAMANOUCHI *et al.*, 1987)。4 領域について、夏の 1 例を図 9a に示す。青色は大陸と海氷を、赤味がかかったところは雲を示す。沿岸には定着氷があり沖合はパックアイスと開水面が、まだらになっている。リュツォ・ホルム湾さらに沿岸には低い層状の雲が 2 層になっており、パックアイス域および開水面上に拡がっている。冬季、CH. 3 に日射の反射が入らない時期は CH. 3 データのノイズが効き、また、CH. 3 の温度分解能が下がることから、低温域で雲識別が難しくなる。また画像を作った場合も縞模様が顕著になった。これは新しい NOAA-10 に比べ、古い NOAA-9 でより著しかった。図 9b に冬の例を示す。雲は左端に黄色っぽく見える。ほとんどは晴天域で、沖合に流氷が拡がっている。

表 4 月別 NOAA 受信・処理軌道数  
Table 4. Monthly amount of NOAA data receiving and processing.

月	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	合計	
NOAA-9 受信軌道数	28	25	29	23	28	44	31	62	36	30	29	31	396	
NOAA-9 処理軌道数	26	25	29	23	28	32	31	51	36	30	29	31	371	
NOAA-10 受信軌道数	0	8	0	4	17	0	0	8	5	6	0	0	48	
NOAA-10 処理軌道数	0	8	0	4	17	0	0	0	0	0	0	0	29	
合計	受信軌道数	28	33	29	27	45	44	31	70	41	36	29	31	444
	処理軌道数	26	33	29	27	45	32	31	51	36	30	29	31	400

CH. 4-CH. 5 の輝度温度差 ( $T_4 - T_5$ ) の場合は雲と海氷や大陸雪面の違いは小さく、雲域を過少評価する傾向がある。しかし海氷・大陸(晴天域)を表わすプロットからはずれるものは必ず雲と考えられるようで、輝度温度差図を見れば晴天域と雲域の識別は可能である。 $T_4 - T_5$  には放射計の見込み角依存性や温度依存性(放射計出力の非線型性(前出)による誤差や雪面射出率の温度依存性の違い等による)があり、現場ではその補正までは行わなかった。そのため、 $T_4 - T_5$  による雲画像は作らなかった。 $T_3 - T_4$  を使った雲画像から、低気圧じょう乱の動きや大陸内への雲の侵入の様子が明瞭にとらえられた。開水面の上に薄い雲が発生するとか、流氷域は低気圧の雲とは異なる低い層状の雲にほとんどいつも覆われているといった

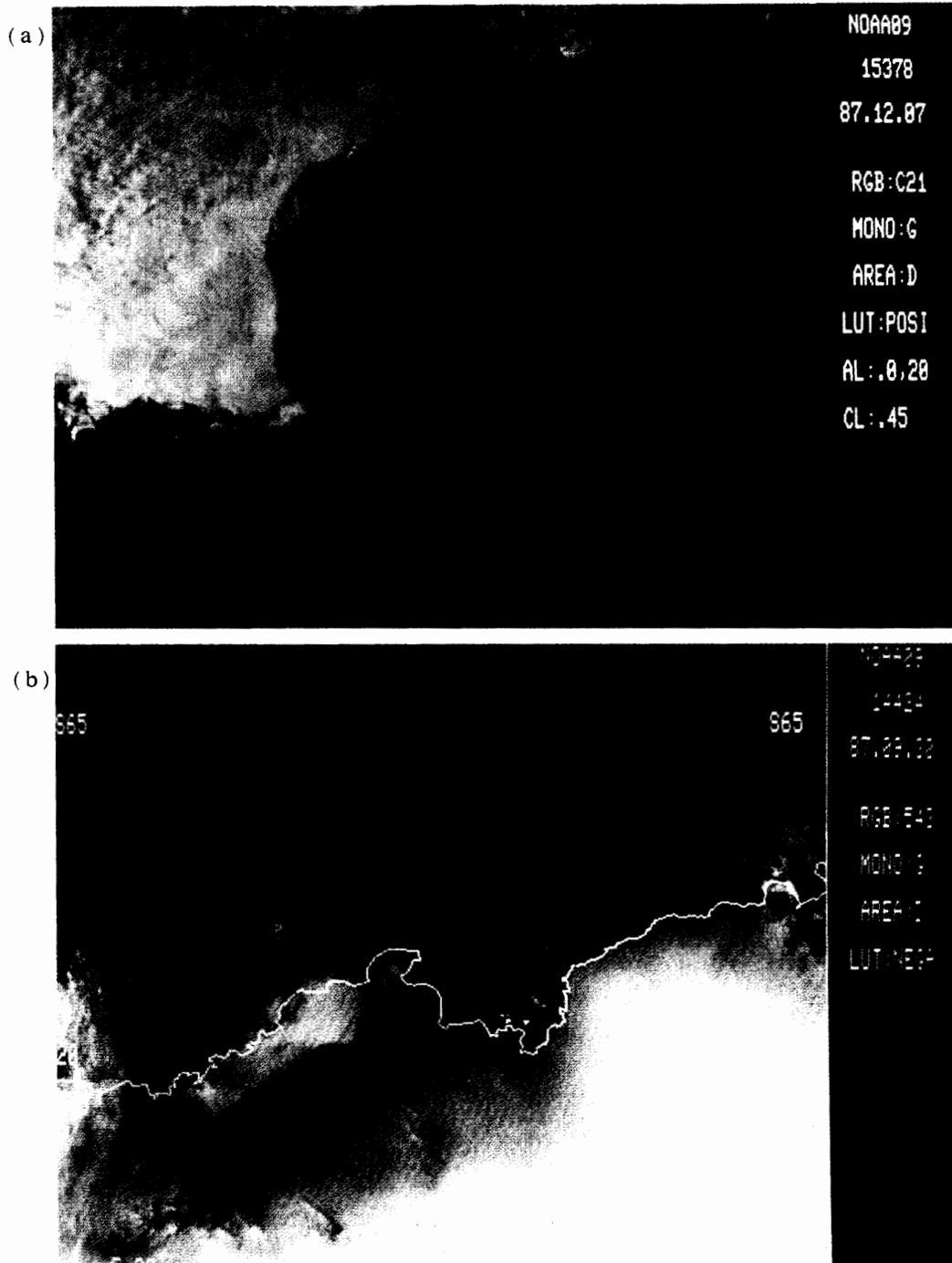


図 9 AVHRR 画像の例. 昭和基地を中心とした 1130 km 幅の D 領域. (a) 夏の例. 1987 年 12 月 7 日. CH. 1 を青に CH. 2 を緑に, (CH. 3-CH. 4) を赤に対応させ重ね合わせた図. 青い所が大陸と海氷で, 赤味がかった所が雲を表す. (b) 冬の例. 1987 年 9 月 30 日. CH. 3 を青, CH. 4 を緑, CH. 5 を赤に色づけ (ネガ) 重ね合わせた. 白い方が低温域に対応する

Fig. 9. Examples of AVHRR image for area D of 1130 km width around Syowa Station. (a) Summer, December 7, 1987. Assignments of RGB are as follows: CH. 1 blue, CH. 2 green and (CH. 3-CH. 4) red. Continental snow field and sea ice are bluish and clouds are red. (b) Winter, September 30, 1987. Assignments of RGB are as follows: CH. 3 blue, CH. 4 green and CH. 5 red (negative). Bright color corresponds to the cold region.

興味ある現象が見られた。

海氷に関しても各種の興味ある画像が得られた。海氷の発生期，定着氷縁と流氷域の間に大小の流氷の渦が見られた。特に沖合の流氷側に大きな渦があり，風下側に吹き寄せられた流氷の挙動として貴重なデータと思われる。また，昭和基地付近の高分解能画像から，リュツォ・ホルム湾の海氷の消長がよく分かった。沖合流氷帯が無くなり定着氷にひびが入る。何らかの力で定着氷が流出。開水面が次第に凍結し安定化。そこへブリザード等が，到来して再び海氷流出。という一連の動きが分かり，航空機観測のルート検討や，野外観測行動の可否を検討するのに役立った。ただし沖合の流氷の端，すなわち氷縁は雲に覆われていることが多く，AVHRR の可視や赤外画像では判別しがたかった。TOVS の中のマイクロ波データ等の解析に待たねばならない。

結果の詳しい解析は今後行うことになるし，気候変動の本格的研究はさらに何年ものデータの蓄積が必要である。しかし，現地で直ちに(受信数時間後ではあるが)処理結果を見ることができるようになったのは大変な進歩であり，また海氷や雲の分布の解析にとって大変貴重なデータが得られたものと思われる。

#### 謝 辞

本装置導入にご尽力いただいた国立極地研究所川口貞男教授，システム設計にご協力いただいた富士通(株)の田中信也氏に謝意を表します。また，昭和基地での装置の設置，運用に際しての，第 28 次南極地域観測隊の皆様のご協力，また，特に受信システムのメンテナンスを担当して下さった斉藤浩昭氏(電気通信大学)に感謝致します。

#### 文 献

- LAURITSON, L., NELSON, G. J. and PORTO, F. W. (1979): Data extraction and calibration of TIROS-N/NOAA radiometers. NOAA Tech. Memo. NESS, 107, 58 p.
- 田中信也・芳野起夫(1980): 昭和基地における気象衛星データの受信方法. 南極資料, 69, 195-199.
- TANAKA, S., YOSHINO, T., YAMANOUCI, T. and KAWAGUCHI, S. (1982): On the satellite remote measurements of vertical temperature profile of the Antarctic atmosphere. Mem. Natl Inst. Polar Res., Spec. Issue, 24, 94-100.
- 山内 恭・高部広昭(1989): 第 28 次南極地域観測隊による南極気候変動研究(ACR) 観測報告. 南極資料, 33, 53-72.
- YAMANOUCI, T., SUZUKI, K. and KAWAGUCHI, S. (1987): Detection of clouds in Antarctica from infrared multispectral data of AVHRR. J. Meteorol. Soc. Jpn., 65, 949-962.

(1988 年 12 月 16 日受付; 1988 年 12 月 28 日改訂稿受理)