

## 航空放射温度計の自動化システム

上野義三 : 海洋調査課

菱田昌孝・佐久間 清 : 海洋研究室

### Development of Automatic ART System

Yoshizo Ueno : Ocean Surveys Division

Masataka Hishida and Kiyoshi Sakuma : Marine Research Laboratory

#### 1. はじめに

現行の航空放射温度計 (ART: Airborn Radiation Thermometer) は、ペンレコーダにアナログ記録された曲線を目視で読み取ることに始まり最終結果である水温値を決定するまでのデータ処理には、かなり複雑な補正計算等の行程を経るため、このデータ処理に長時間を費やしているのみならず、計測上の経験等高度の技術を必要とする場合もあることから、これを自動化により簡素化を図るべきであることの提案が何度かなされてきた。このことを踏まえ本研究では、最新技術による超小型化コンピュータを使用してこれらの自動化について研究し、モデルシステムを作成することを目的とした。

さらに、現行のARTに採用されている赤外線放射温度計の製造者がその製造を中止したことにより、次期更新すべき代替機器がない状態になったため新たにARTに適合する赤外線放射温度計の選定も併せて行うことも目的の中に加えた。第1図に自動化ARTシステムのブロックダイアグラムを示す。

#### 2. 実験の内容

##### (1) 赤外線放射温度計の機種選定および振動実験

現在市販されている赤外線温度計として十数種の機種が発表されているが、これが直ちに航空機用として使用可能であるかどうかについては問題がある。したがって航空放射温度計 (ART) のセンサとしての適性を調査し、試験を行うこととした。

赤外線放射温度計は、動作原理から分類すれば、冷却型と常温型との2つの型がある。冷却型はセンサを液体窒素で常に $-70^{\circ}\text{C}$ 程度の低温に冷却して使用するもので、人工衛星等に搭載している赤外センサは、この型である。この型は、温度分布を2次元で捕らえ、その測定結果を画像として表現できるので温度計測としては理想的な機器であるが装置の構造が複数なため、操作も複雑となり高度の技術が必要なこと、常に液体窒素を補充しながら使用しなければならないので、それ相当のメンテナサが必要であること、運用費もかかること、さらに大型で重量が重く価格も高価であることなど運用面でのマイナス点が多いので簡単に使用できない。常温型は、文字通り常温帯で使用可能なもので冷却等は不用であるため、構造が単純で小型軽量に製造されている。その上、廉価で非常に使いやすいタイプである。現行のARTとしての採用機器はこの型である。測定はポイント測定で、実際には1次元の直線連続測定になる。

赤外線放射温度計が航空機用として使用可能であるためには、その測定精度が航空機の振動に影響されない必要があるが、この常温タイプは、一般に振動に弱いものが多く、振動が測定結果に及ぼす影響を調査す

る必要がでてくるわけである。

本研究においては、候補機種として国産機種4種、外国機種1種を選出し、さらに技術調査により国産機種1種、外国機種1種の2機種にしぼって実際の振動試験を行うことにした。試験の方法としては、まず第一に、試験機種を測量船に搭載して船上から海上温度を測定し、船舶の振動下でどのような機能を示すかを調査し、第二として試験機種を加振装置の加振板に取り付け実際に振動を与えた試験を行った。加振器による振動実験調査では、次のメニューにより行った。

① 振動の方向は、放射温度計の光軸に対して平行な方向及び垂直な方向の2組について行う。

② 加振の振動数は、5 Hzから500 Hzまで、振幅の初期値は、0.254 mmとし、「JIS W-7002 振動試験」(航空機に装備する航空機用機器の振動環境試験に関する規定)の規定に準じて行う。

③ 加振の期間中(約2時間)及びその前後の静止期間中(それぞれ約30分)連続してペンレコーダにより記録をとる。

この振動実験調査は、船舶用機器の公式試験及び検査の機関として知られている船舶機装品研究所の設備で行った。

## (2) 海上実験

海上実験は実験期間中都合4回行った。最初の2回は、測量船に赤外線放射温度計およびデータ処理装置を搭載し、船体の振動環境のもとでデータ取りを行い、十分な測定精度を保持出来るか否かを調査した。さらに、自動化ソフトの設計に必要な資料を取得した。最後の2回で航空機により総合実験を行い、まとめとした。4回の観測日時等は次のとおりである。

第1回：H 1. 1.7～1.11 測量船「昭洋」 赤外放射温度計および気圧高度計の船上実験

第2回：H 1. 9.28～9.29 測量船「昭洋」 赤外放射温度計、気圧高度計および気温センサーの船上実験  
データ平滑化処理の実験

第3回：H 1. 12.19 (1日) 航空機Y S11A 総合実験

第4回：H 2. 2.6 (1日) 航空機Y S11A 総合実験

## (3) 自動化ソフトの設計および作成

ART観測の自動化およびデータ処理の合理化に関する基本設計方針をまとめるもので、次の基準により行った。

① 観測準備に関する設計及び作成

② 航空機上の観測に関する設計および作成

③ データ処理に関する設計および作成

## 2. 成果

### (1) 振動実験および海上実験

赤外線放射温度計はオプテックスLS-0220およびバーンズPRT-5を選定し、実験を行った。両者とも振動の影響に関しては使用できる限度ぎりぎりの範囲で合格であったが、オプテックスLS-0220については、環境温度の影響が測定値に出現する傾向が認められたので、なお詳しい追跡調査を行った結果外気の空気の流れに非常に敏感で野外で使用するためには外気と遮断する必要があることが分かった。外気と

遮断するためには放射温度計を保護箱の中に収容する必要があるがこの場合、赤外線に対して透明なフィルター材が必要である。フィルター材としては、フッ化バリウム、臭沃化タリウムがあるが、フッ化バリウムは強度の点で難点があり、臭沃化タリウムは透過率の点で難点があったのでさらに検討を加える必要がある。

## (2) 自動化ソフトの設計および作成

自動化ソフト設計の内容については、①観測準備に関する設計、②航空機上の観測に関する設計、③データ処理に関する設計の3項目に分けて調査・設計を行った。

観測準備に関する設計では、放射温度計および気温計のキャリブレーションの方法および自動補正の方法についてである。キャリブレーションは、赤外線放射温度計の計測精度を保持するために必要な作業である。この作業のキャリブレーションのデータ取りに約半日、データ処理に約半日必要であるが、データ処理の方はコンピュータ処理により短時間で済ますことができる。

航空機上の観測に関する設計では、測定値のレスポンス、測定間隔、最適平均化の方法、データの良否の判別法等について調査した。最適平均化の方法では、5種の方法について調査したがその中で単純移動平均による方法と微小定数積算追尾方式（微小定数積算追尾方式による海潮流の測定-小野房吉1989.9）の2つを組み込んで選択利用できるようにした。そのほか、航空機用測位装置（オメガ受信機）のデータの取り込み方法、高度補正の方法、表皮水温補正の方法についても調査した。第2図にその流れ図を示す。

観測実施の機上作業では、各種の手作業が多く存在するが、その大部分をコンピュータ処理に置き換えて能率化すると共にリアルタイムに決定水温を算出し、観測終了と同時に結果の概要が発表できるようにする。ただし、最終決定の水温算出には、高度補正観測を実施した結果が必要であるため機上での即時処理は難しいが、処理の一法として近似値を使用することにした。近似値は、観測時期観測海域毎に決定した値を使用して算出し、電報報告等に使用する。これを1次処理と呼ぶことにし、最終決定は2次処理として陸上の事務所で再計算を行うことにする。1次処理と2次処理のデータ数値の差は、0.2℃以内を目標としている。

データ処理に関する設計では、測定成果に関し、編集、修正の最適技法および図化の方法について調査した。ART自動化設計に関する現行・開発後の状態比較を第1表に示す。この表で「ソフトにより処理」とあるのは、大部分をコンピュータ処理するが一部手作業が含まれるもの、「自動計算」とあるのは、手作業は指示作業のみであとはコンピュータ処理可能のものである。

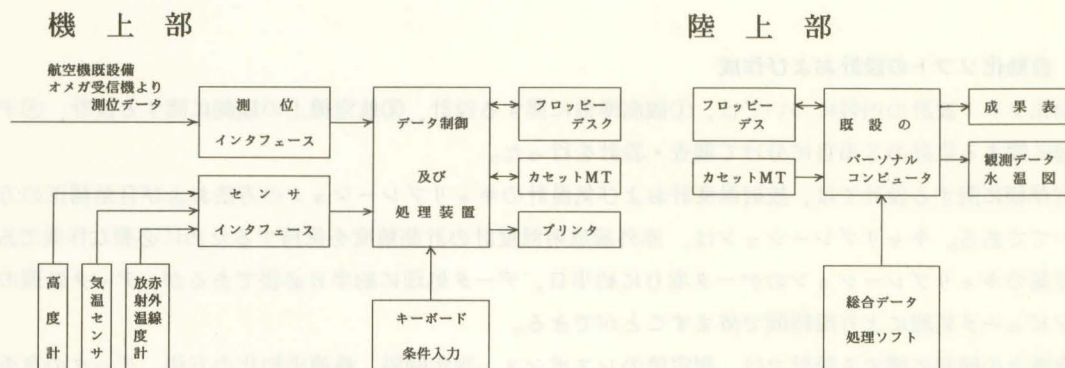
## 3. まとめ

本研究で自動処理を行うため付加した機能は、つぎのとおりである。

- ① 測定データをデジタル化し、適正化平均を施す。
- ② 測定データは、デジタルカセットテープ及びフロッピーデスクに記録する。
- ③ 測定データは、必要に応じてディスプレイ又はプリンターに出力する。
- ④ 航空機内の測位装置（オメガ測位装置）と接続し、位置のデータを取り込む。
- ⑤ 高度計を設備し、飛行高度のデータを取り込む。
- ⑥ 各種補正計算を行って最終水温値を決定する。

観測終了後は、資料処理にかかるが、現行では、この処理に約1日を要しているところを、改良開発後は、その大部分をコンピュータ処理に委ねることができるので短時間で処理が可能となる。

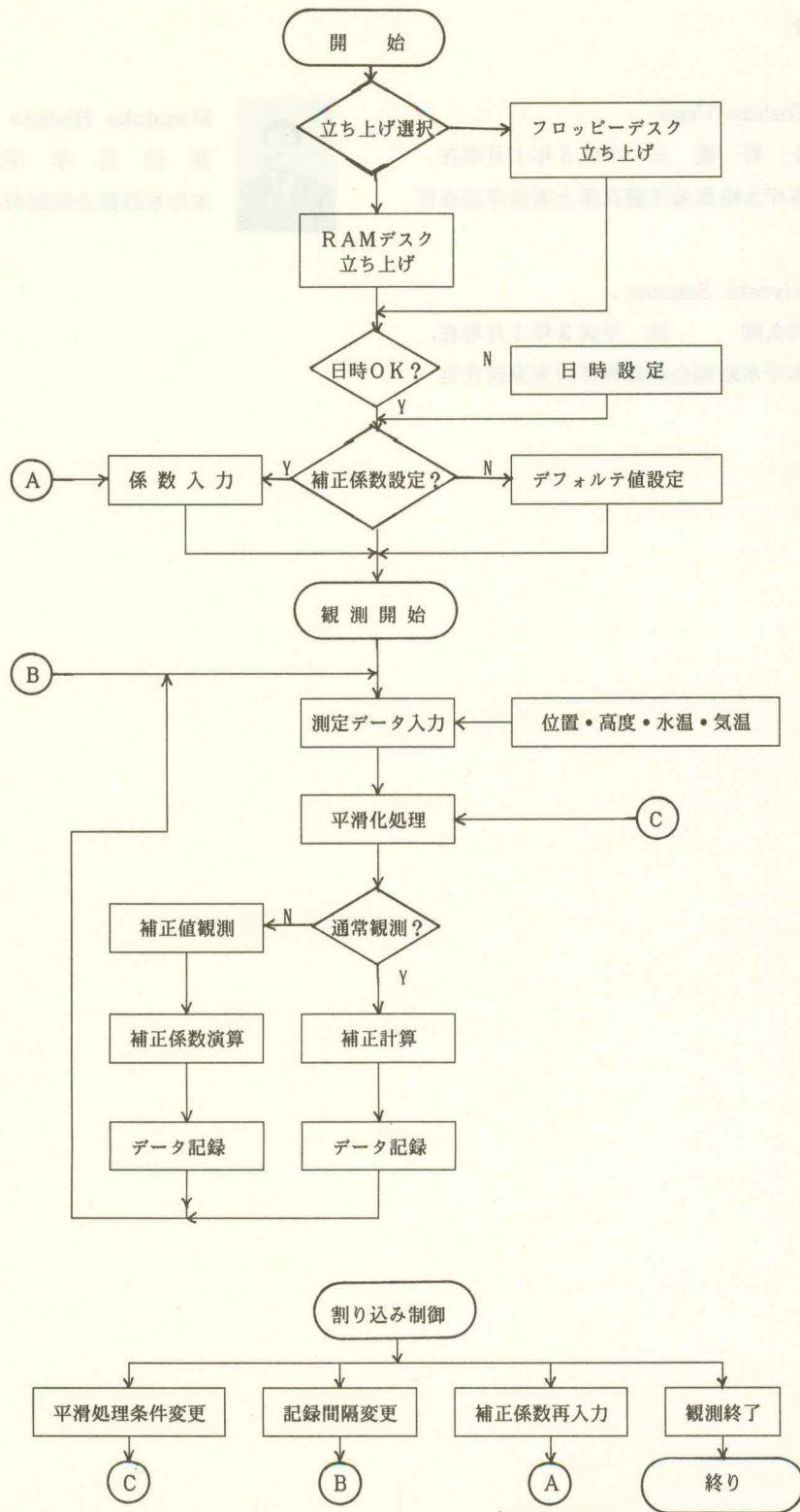
しかしながら、ソフトの設計如何によっては、計画した能率が発揮できない場合も有り得るので、現場での作業の流れをよく理解して設計することは勿論であるが、実際に使用にあたった現場での意見をも反映し修正することも重要であるので、実用化のあとも当分の間は技術的にフォローすることが必要である。



第1図 自動化ARTブロックダイアグラム

第1表 ART自動化の現行・開発後の状態比較表

作業項目	現 行	開 発 後
観測準備 (キャリブレーション)	①水温・気温のキャリブレーション作業 ②器差更正図及び器差更正表を作成	①同左 ②ソフトにより処理
観測実施 (機上作業)	①水温・気温の読取・記録(3~5分毎に目視) ②位置の測定 (10~20分毎に測定した値をコピーし、 観測時の位置に編集、記録) ③飛行高度の測定(目視読み取り、記録) ④高度補正観測 ⑤海面現象の目視観測(潮目・波浪・水色等)	①自動読み取り・記録 ②自動読み取り・記録 ③自動読み取り・記録 ④同左 ⑤同左
データ資料整理 (陸上作業)	①高度補正更正表作成 ②気温器差更正計算 ③水温器差更正計算 ④高度補正計算 ⑤表皮水温補正計算 ⑥決定水温算出 ⑦水温観測測点図作成 ⑧水温分布図作成(水温値記入まで) ⑨成果表作成	①ソフトにより処理 ②自動計算 ③自動計算 ④自動計算 ⑤自動計算 ⑥自動計算 ⑦自動計算 ⑧ソフトにより処理 ⑨自動計算



第2図 自動化ソフト処理の流れ図

報告者紹介



Yoshizo Ueno  
上野 義三 平成3年1月現在,  
本庁水路部海洋調査課上席海洋調査官



Masataka Hishida  
菱田 昌孝 平成3年1月現在,  
本庁水路部企画課海洋研究室長



Kiyoshi Sakuma  
佐久間 清 平成3年1月現在,  
本庁水路部企画課海洋研究室研究官

