

3-2) 海洋研究への利用例-1

海洋資料センターにおける電子計算機利用の現状

奥 本 潤 (水路部)

1. ま え が き

従来海洋観測点において得られた観測資料(各層観測)の処理(内挿値、力学的計算等)を手作業でやっていたのを海洋資料センターにおいてはCSK観測が始まった昭和40年4月より電子計算機を利用して海洋観測資料(各層観測)を処理する方式に移行した。それにより一貫した方式で客観的かつ能率的に大量の資料を処理出来る点で観測資料の処理の電子計算機利用は有益な効果をもたらした。しかしながら資料センターでは直接計算機の導入でなく、入力(パンチカード)から出力(パンチカード、報告形式での印字)まで外注形式で上述の一連の処理を行なっているため細部の技術的な面の説明は省略し、現在海洋資料センターで行なっている電子計算機を利用した業務の内容について述べる。

2. 海洋資料センターにおける電子計算機利用の具体例

- i 標準層における各要素(水温、塩分、溶在酸素)の内挿計算。
- ii (σ) , Thermosteric Anomaly (σ), Specific Volume Anomaly (δ), Dynamic Depth Anomaly (ΔD) の計算。
- iii 自動プロッターによるT、T-S、T-O₂ ダイアグラムの作図。

3. 計算処理に使用している海洋観測資料(各層観測)の計算プログラム

3.1 標準層における水温、塩分、溶在酸素の内挿計算式

次のラグランジュ3点内挿方程式を使つて標準層における各要素の内挿値を求める。

- a) 標準深度より浅い観測深度での観測値が2つ、標準深度より深い観測深度での観測値が2つある場合

$$X = (X_A + X_B) / 2$$

$$X_A = \frac{(d-d_2)(d-d_3)}{(d_1-d_2)(d_1-d_3)} X_1 + \frac{(d-d_1)(d-d_3)}{(d_2-d_1)(d_2-d_3)} X_2 + \frac{(d-d_1)(d-d_2)}{(d_3-d_1)(d_3-d_2)} X_3$$

$$X_B = \frac{(d-d_3)(d-d_4)}{(d_2-d_3)(d_2-d_4)} X_2 + \frac{(d-d_2)(d-d_4)}{(d_3-d_2)(d_3-d_4)} X_3 + \frac{(d-d_2)(d-d_3)}{(d_4-d_2)(d_4-d_3)} X_4$$

ここでX=標準値

$X_1 = d_1$ での観測値

$X_2 = d_2$ "

$X_3 = d_3$ "

$X_4 = d_4$ "

d = 標準深度

d₁ = d より浅く d₂ の次に d に一番近い観測深度

d₂ = d より浅く d に一番近い観測深度

d₃ = d より深く d に一番近い観測深度

d₄ = d より深く d₃ の次に d に一番近い観測深度

であり、図示すると次の様になる。

	深 度	観測値
浅	d ₁	X ₁
↑	d ₂	X ₂
	d (標準深度)	X
↓	d ₃	X ₃
深	d ₄	X ₄

b) 平均のとれない場合はどちらか一方の内挿値をとる $X = X_A$ or $X = X_B$

c) 外挿値は求めない。

3.2 Sigma T (σ_t) の計算式

$$\sigma_t = f_1(t) + (f(S) + C_1) [1 - f_2(t) + (f_3(t)(f(S) + C_2)]$$

$$f_1(t) = - (t - 3.98)^2 (t + 283) / (503.57)(t + 67.26)$$

$$f_2(t) = 1.0843 (10^{-6}) t^3 - 9.8185 (10^{-5}) t^2 + 4.7867 (10^{-3}) t$$

$$f_3(t) = 1.667 (10^{-8}) t^3 - 8.164 (10^{-7}) t^2 + 1.803 (10^{-5}) t$$

$$f(S) = 6.76786136 (10^{-6}) S^3 - 4.82496140 (10^{-4}) S^2 + 8.14876577 (10^{-1}) S$$

$$C_1 = 3.895414 (10^{-2})$$

$$C_2 = -0.22584586$$

t : 水温 (°C) S : 塩分 (‰)

3.3 Thermosteric Anomaly (σ) の計算式

$$\sigma_T = 1 / (1 + \sigma_t (10^{-3})) - 0.97264298$$

3.4 Specific Volume Anomaly (δ) の計算式

$$\delta = \alpha_{s,t,p} - \alpha_{35,0,p}$$

$$\alpha_{s,t,p} = [1 - d(10^{-9})(4886 / (1 + 1.83 (10^{-5}) d) + (A+B))] / (1 + \sigma_t (10^{-3}))$$

$$\alpha_{35,0,p} = 0.97264298 [1 - d (10^{-9})(4886 / (1 + 1.83(10^{-5}) d) + 0.01059094d - 228.86167)]$$

$$A = d(10^{-4})(1055 + 950t - 0.158t^2 - 1.5d \cdot t (10^{-4})) - (227 + 2833t - 0.551t^2 + 0.004t^3)$$

$$B = - \frac{f(S) + K}{10} [1473 - 2.72t + 0.04t^2 - (d(10^{-4})(3.24 - 0.87t + 0.02t^2))] +$$

$$\left(\frac{f(S)+K}{10}\right)^2 [4.5-0.1t - (d(10^{-4})(1.8-0.06t))]]$$

$$K = -28.1324$$

$$f(S) = 6.76786136(10^{-6})S^3 - 4.82496140(10^{-4})S^2 + 8.14876577(10^{-1})S$$

d: 深度 (m), t: 水温 (°C), S: 塩分 (‰)

3.5 Dynamic Depth Anomaly (DD) の計算式

$$\Delta D = \int_0^P \delta dp$$

$$\Delta D = \sum_{i=0}^n \Delta D_i \quad i=0, 1, 2, \dots, n$$

$$\Delta D = \frac{1}{2} (\sigma_i + \sigma_{i-1}) dp_i$$

$$dp_i = d_i - d_{i-1}$$

3.6 Sound Velocity (Vf) 省略

以上が資料センターにおいて海洋観測資料の計算処理に使用している計算プログラムであり、この計算プログラムは処理の電子計算機利用に先だつてアメリカNODCより入手したもので、これに基づきIBMに外注し、現在IBM System 360 モデル40 を使用して計算処理を行なっている。

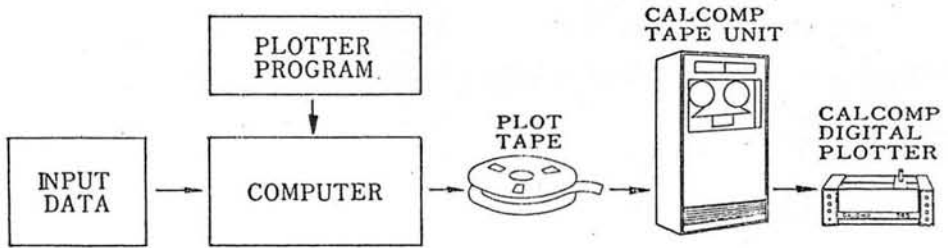
現在までセンターで処理した測点数はCSK、一般を含め約7,500点、その他アメリカNODCとの資料交換によりNODCで処理しパンチカード資料として入手したものは国内各機関を含め約9万点、合せて約10万点弱が現在まで海洋資料センターに保管されている。なおセンターでは電子計算機とは別にパンチカード資料の処理方法としてパンチカード資料処理(PCDP)機一式を導入してパンチカード資料の分類、照合、複写、製表等を行なっており、可能な範囲で利用者の要求に応じる様努力している。

3.7 自動プロッターによるT、T-S、T-O₂ 曲線の作図

海洋資料センターにおいては上述の資料処理の他に各層観測資料の評価調整のためのダイアグラム(T, T-S, T-O₂)をOFF-Line System (Fig.1 参照)により作図の自動化を試みており、漸次この方式をルーチン化することにより業務の能率をあげて行くつもりである。

OFF-LINE SYSTEM

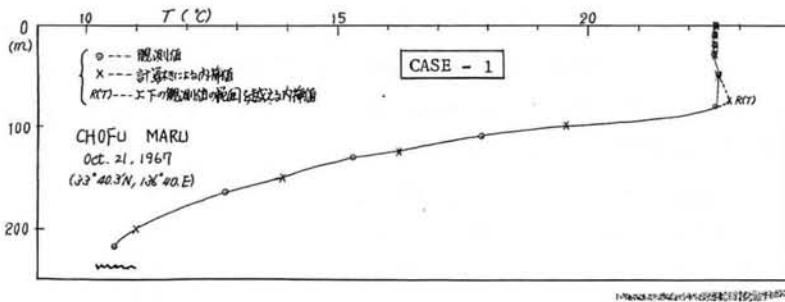
電子計算機で処理されたデータを磁気テープ上に記録しておき、OFF-LINEでプロットを行います。

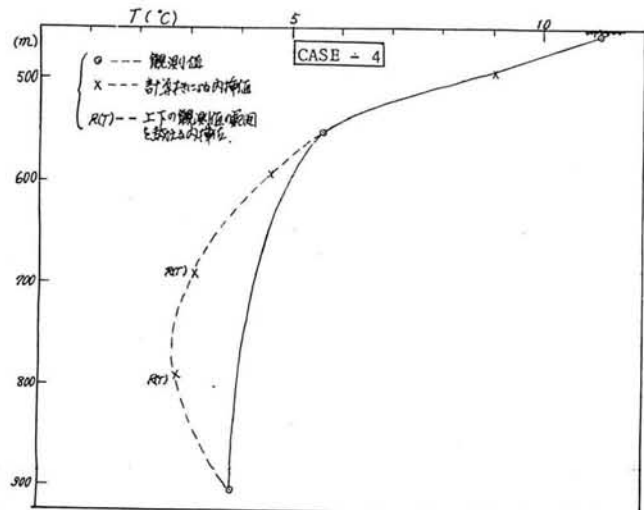
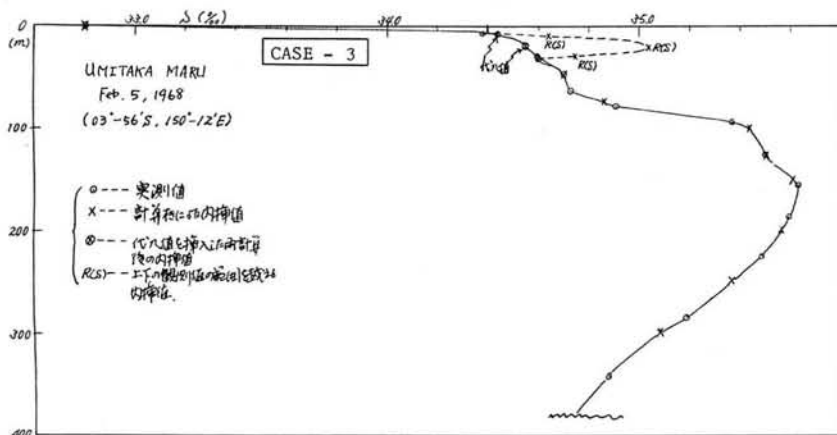
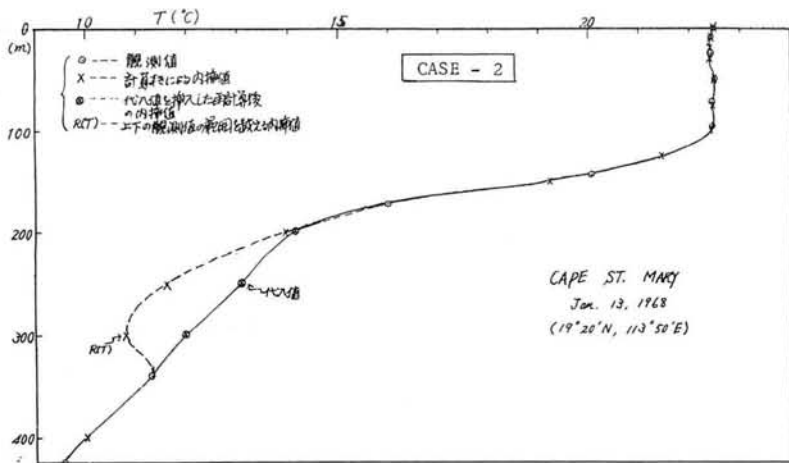


4. 内挿計算における問題点

現在、内挿計算に使用しているラグランジ3点内挿式を各要素の分布状況を考慮なく一方的に実行した場合、次のCASE1~4に示す様な不都合な内挿値を算出する結果となる。

CASE-1では、表層混合層(Mixed Layer Depth)の最下部の標準層における内挿値、CASE-2では第2番目のサーモクラインにおける観測値の欠測又は疑問値なる場合、結果として点線で示す曲線上の内挿値を算出する。CASE-3では表層の塩分傾度が極端に大きい場合で点線で示すように極端な値を算出するし、CASE-4では一方のみの内挿値(即ち上2つ、下1つ)からしか求められない場合で、表層の場合と同様しばしば起りうるCASEである。





4.1 問題の解決方法

海洋資料センターでは内挿計算の実行にあたり計算機に種々な海況に応じた判断基準を与えていない。と云うのは現在私どもでは一航海(クルーズ)ごとに一つの参照番号をあたえており、その番号ごとに区分して処理しているので系統的に判断が出来るし、また現在までに処理した約7,500点の中で4.に述べたような極端な値を算出する例は比較的少なく精々1~2%にすぎない。以上の理由により現状では直接プログラム修正は保留し、資料の評価調整の段階であらかじめ結果を推定し、事前に代入値の挿入 或は観測層の間隔が非常に接近している場合はどちらか一方の層を計算に使用しない等の処置を実行している。事後処置としては出力資料(報告形式の印字)で求められた各要素(T, S, O₂)の内挿値について標準層の値が上下の観測層の値の範囲に入るかどうかチェックし、もし範囲を越えるものについては調整後再計算を実行している。

しかしCASE-4 については今後早急にLinear Interpolation を実行するようプログラムの修正を計りたいと考えている。

以上が海洋資料センターにおける電子計算機利用の現状で、客観的かつ能率的な解析を行なうため今後資料センターの種々な解析業務(例えば 1°方形の水温、塩分等の統計解析、その他種々な図表の自動化等)への積極的な利用を将来計画している。

3-3) 海洋研究への利用例-2

海況の解析(Synoptic Analysis)と電子計算機

須藤英雄(東京大学理学部地球物理学教室)

1. 電子計算機利用の意義

海洋大循環の理論的研究や波浪関係の観測資料の周期分析等を除けば、海洋学における電子計算機の利用はまだ非常に限られている。ここでは総観解析(Synoptic Analysis)という面から、計算機利用の意義・可能性・問題点などを考えてみたい。

一度各層観測を行なうと、船上での転倒温度計の更正や温度測深からはじまつて、一通りの報告書を作成するまでの作業、更にこのデータを用いて行なう研究など、データ処理には実にいろいろの段階がある。そのなかには、数字の転写のように労力は要するがまったく頭脳を必要としないもの、不適当な値の除去や分布図の作成など解析者の豊富な経験や高度の判断力を要するもの、あるいは力学計算のように方法は単純であるが誤りをなくするにはかなりの注意力を要するものなど、その性格も種々雑多である。ただ共通していることは、客観的にしかもできるだけ速く処理することが望ましいということである。客観的という意味もいろいろあるだろうが、「だれがいつどこで行なつても同一の結果が得られること」そして「そのために一定