

ハイドロチャートのデータ処理 —相模湾におけるデータ処理を例にして—

楠 勝浩・穀田昇一・菊池真一 : 沿岸調査課

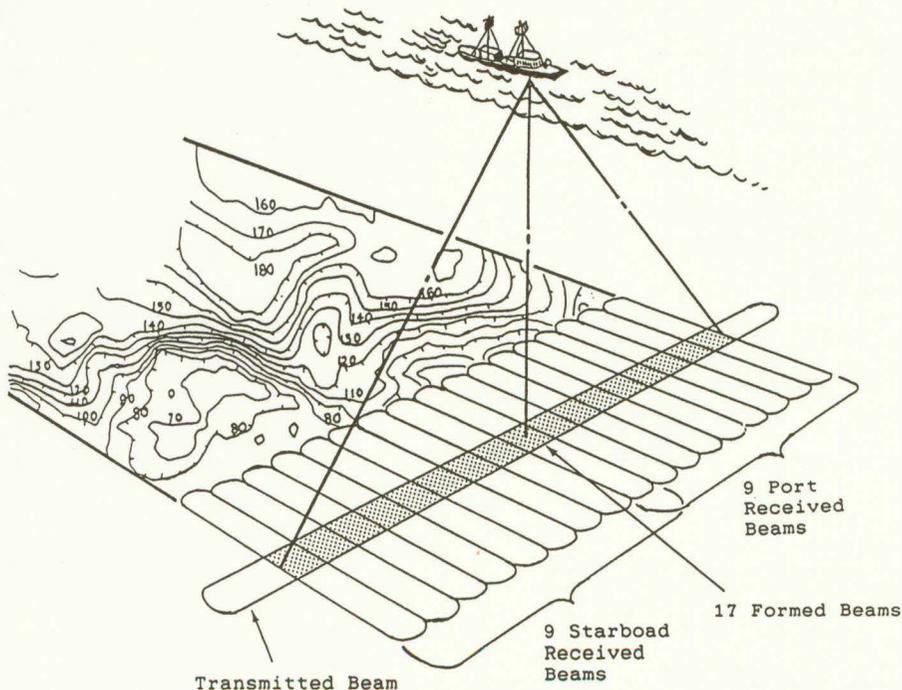
Data Processing of Hydrochart II

Katsuhiko Kusunoki, Shoichi Kokuta, and Shinichi Kikuchi

Coastal Survey and Cartography Division

1. はじめに

ハイドロチャートはシービームの浅海域用としてG. I.社により開発されたナローマルチビーム測深機である。その合成ビームの数は17本、測深カバー範囲は水深の2.5倍、最大水深は1,000mである。調査の様子を第1図に示す。海上保安庁水路部では1986年に測量船「天洋」にこの装置が装備された。現在「天洋」により様々な海域の測深データが収集されており、海底の精密な地形が次々と明らかになっている。それにもない、データを処理するプログラムにも色々な改良がなされ、より正確かつ効率的な処理ができるようになってきた。ハイドロチャートのデータ処理は、編集処理と作図処理からなっているが、作図処理についてはシービームのそれと全く同じなので説明は省き、主に編集処理について相模湾で得られたデータの処理を例にとり紹介する。



第1図 ハイドロチャートによる調査の模式図

2. ハイドロチャートIIによって得られるデータ

(1) データフォーマット

ハイドロチャートのデータMTに出力される内容には6種類、すなわち(a)年月日等の定数、(b)使用している音速度テーブル、(c)水深データ、(d)測位データ、(e)注釈、(f)エラーがあり、それぞれの頭には異なるインデックスバイトがついている。これら6種のデータのうち地形図を作成するに当たって必要なのは(c)の水深デ

第1表 (a) 水深データのフォーマット

Fixed length of 1994 bytes

Data	Digits	Coding	Units	Bytes
ID Byte ('H')		ASCII		1
Time/Date				
Second	3	ASCII	.1 Sec	3
Minute	2	ASCII		2
Hour	2	ASCII		2
Day	2	ASCII		2
Month	2	ASCII		2
Year	2	ASCII		2
Ping #1				
Mode (inc. Port & Stbd)	1	ASCII		1
Transmitter Attenuation	1	ASCII		1
HRP Count at Ping		Binary		2
HRP Count at Rec. Beam 5		Binary		2
Harmonic Sound Velocity		Binary	0.1 meter/sec	2 (LSByte First)
Average Sound Velocity		Binary	0.1 meter/sec	2 (LSByte First)
Surface Sound Velocity		Binary	0.1 meter/sec	2 (LSByte First)
Picth (+ = Bow Down)		2's comp.	0.1 degree	2 (LSByte First)
Heading	4	ASCII	0.1 degree	4
Heave (avg) (+ = Up)		2's comp.	0.1 meter	2 (LSByte First)
Beam 0 Y (+ = Stbd)		2's comp.		2 (LSByte First)
Beam 0 Z		Binary		2 (LSByte First)
Beam 1 Y (+ = Stbd)		2's comp.		2 (LSByte First)
Beam 1 Z		Binary		2 (LSByte First)
Beam 0 Amplitude		TBD		1
Beam 1 Amplitude		TBD		1
Beam 2 Y (+ = Stbd)		2's comp.		2 (LSByte First)
Beam 2 Z		Binary		2 (LSByte First)
Beam 3 Y (+ = Stbd)		2's comp.		2 (LSByte First)
Beam 3 Z		Binary		2 (LSByte First)
Beam 2 Amplitude		TBD		1
Beam 3 Amplitude		TBD		1
Beam 4 Y (+ = Stbd)		2's comp.		2 (LSByte First)
Beam 4 Z		Binary		2 (LSByte First)
Beam 5 Y (+ = Stbd)		2's comp.		2 (LSByte First)
Beam 5 Z		Binary		2 (LSByte First)
Beam 4 Amplitude		TBD		1
Beam 5 Amplitude		TBD		1
Beam 6 Y (+ = Stbd)		2's comp.		2 (LSByte First)
Beam 6 Z		Binary		2 (LSByte First)
Beam 7 Y (+ = Stbd)		2's comp.		2 (LSByte First)
Beam 7 Z		Binary		2 (LSByte First)
Beam 6 Amplitude		TBD		1
Beam 7 Amplitude		TBD		1
Beam 8 Y (+ = Stbd)		2's comp.		2 (LSByte First)
Beam 8 Z		Binary		2 (LSByte First)
Beam 8 Amplitude		TBD		1
Spare Byte				1

Ping #2 etc. for 30 pings

第1表(b) 測位データのフォーマット

Fixed length of 901 bytes

Data	Coding	Byte
ID Byte ('N')	ASCII	1
Data Set #1		1
Latitude in 10's of degrees	ASCII	1
Latitude in 1's of degrees	ASCII	1
Latitude in 10's of minutes	ASCII	1
Latitude in 1's of minutes	ASCII	1
Latitude in 1/10 of minutes	ASCII	1
Latitude in 1/100 of minutes	ASCII	1
Latitude in 1/1000 of minutes	ASCII	1
'N' or 'S' sign of Latitude	ASCII	1
Longitude in 100's of degrees	ASCII	1
Longitude in 10's of degrees	ASCII	1
Longitude in 1's of degrees	ASCII	1
Longitude in 10's of minutes	ASCII	1
Longitude in 1's of minutes	ASCII	1
Longitude in 1/10 of minutes	ASCII	1
Longitude in 1/100 of minutes	ASCII	1
Longitude in 1/1000 of minutes	ASCII	1
'W' or 'E' sign of Longitude	ASCII	1
Heading in 100's of degrees	ASCII	1
Heading in 10's of degrees	ASCII	1
Heading in 1's of degrees	ASCII	1
Heading in 1/10 of degrees	ASCII	1
Speed in 10's of Knots (or K/H)	ASCII	1
Speed in 1's of Knots (or K/H)	ASCII	1
'.' (ASCII Decimal Point)	ASCII	1
Speed in 1/10's of Knots (or K/H)	ASCII	1
Time Tag 10000's	ASCII	1
Time Tag 1000's	ASCII	1
Time Tag 100's	ASCII	1
Time Tag 10's	ASCII	1
Time Tag 1's	ASCII	1
Data Set #2 etc. for 30 sets		

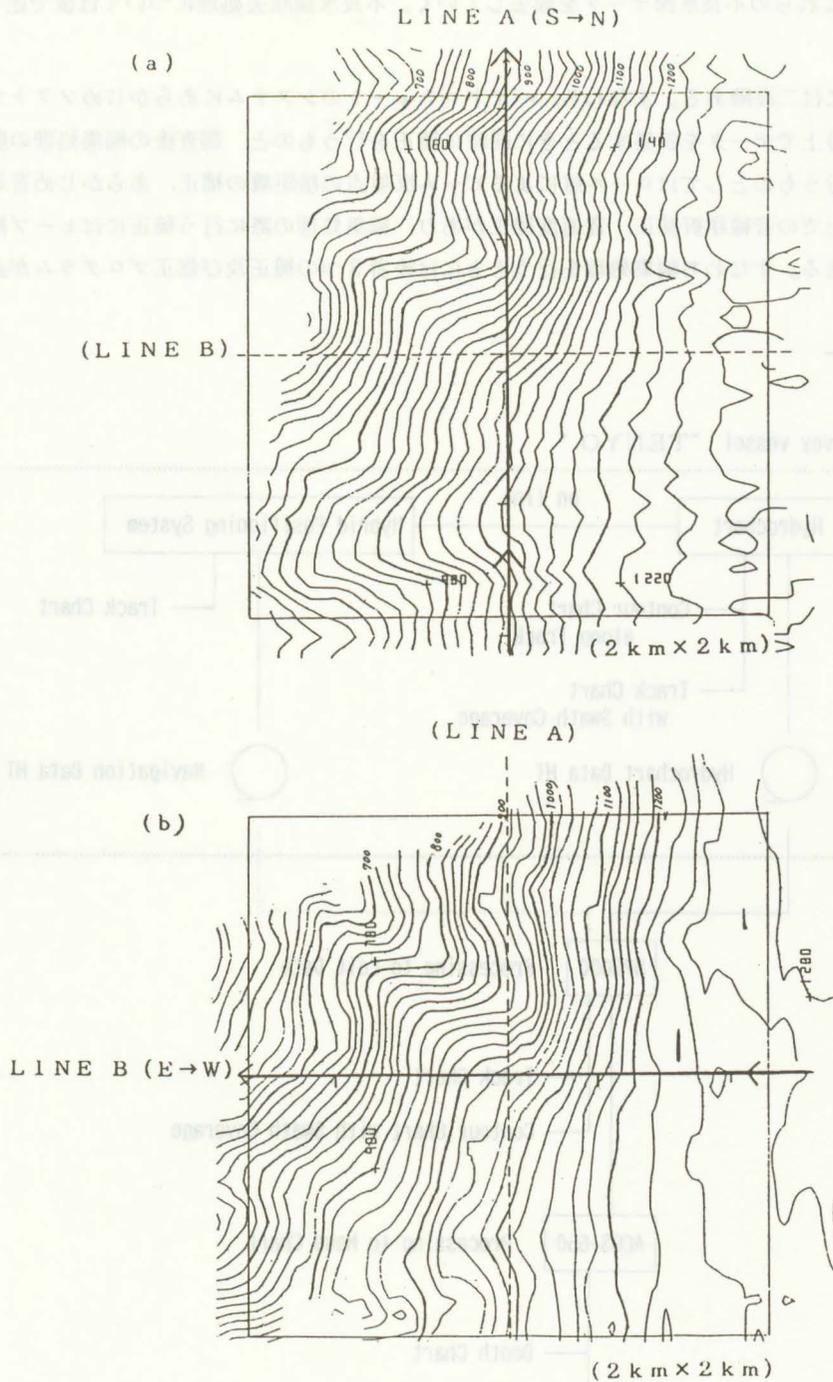
ータ, および(d)の測位データである。そこで第1表(a),(b)にそれぞれ水深, 位置のデータフォーマットを示す。

(2) データの再現性

データの信頼性を確認する一つの方法としては, データの再現性, すなわち同じ海域での別の測深結果を比較するのが良い方法であろう。第2図に相模湾西部における調査で, 測線の交叉した海域でのそれぞれの測線に沿った測深の結果を比較する。第2図は測量船内で得られる測線に沿ったコンター図である。(a)は南北測線, (b)は東西測線で得られた地形である。(a)(b)を比較すると水深が約1,000mと深いために船軸からはずれた端の水深が少々不安定になり地形が凸凹している。このように水深が深い場合, 端から何本かのビームは削除するが, それでも1%程度のばらつきは残る。

(3) 不良水深データ

不良水深データを分類すると6種類に分けられる。(a)受信不良, (b)測深不能, (c)のこぎり状データ, (d)多重反射, (e)ゲート不良, (f)発振不良 (Asada, 1987)である。編集処理の時は海底地形断面図をディスプレイ



第2図 船内で測線毎に得られる海底地形図

(a)南北測線（南→北）で得られた海底地形図。

(b)東西測線（東→西）で得られた海底地形図。

これらの地形図は相模湾西部の同じ場所で得られた地形図で等深線間隔は20 mである。

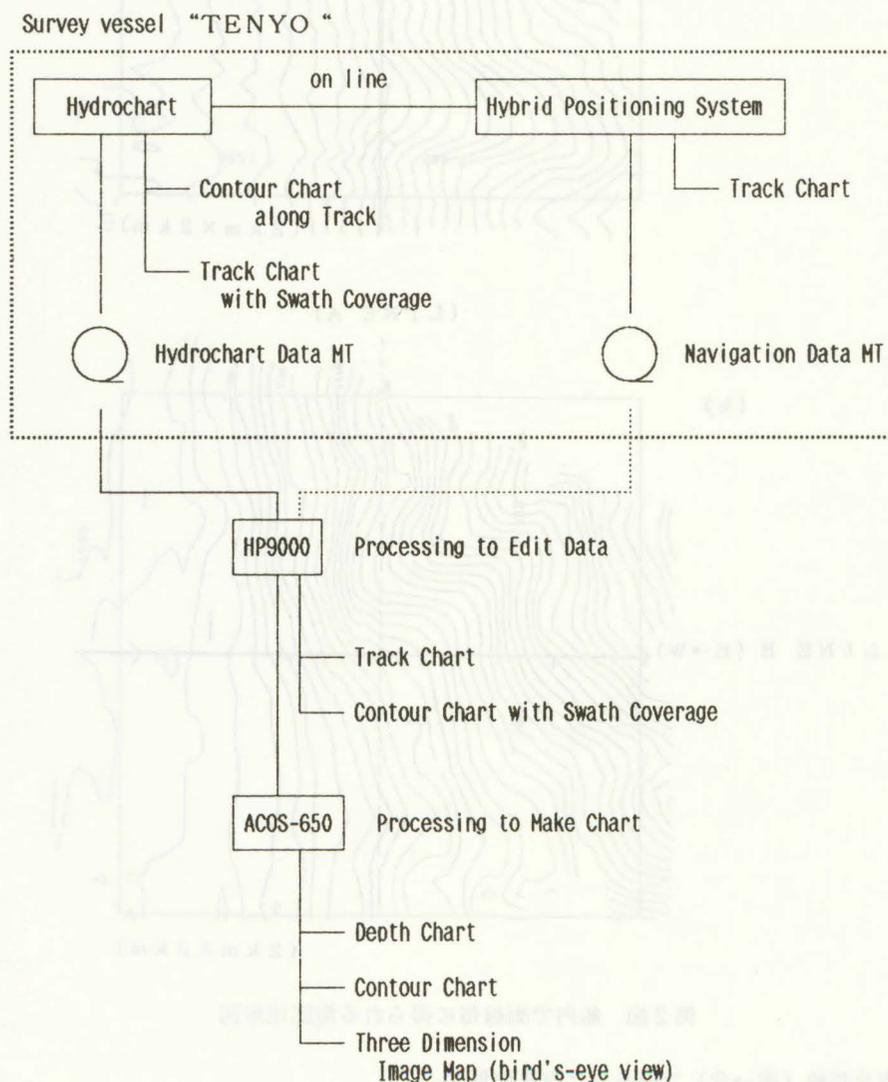
イに表示させてこれらの不良水深データを除去していく。不良水深除去処理については後で述べる。

(4) 補正

データの補正には二段階ある。すなわち、ハイドロチャートのシステムにあらかじめソフトウェアが組み込まれており、船上でデータを収集するときに同時に補正を行うものと、調査後の編集処理の際に行うものである。船上で行うものとしてはロール値によるビーム反射点の横距離の補正、あらかじめ音速度テーブルを与えておいた上での音線屈折補正、音速度補正があり、編集処理の際に行う補正にはヒープ補正、潮汐補正、航跡修正がある。すなわち編集処理を行うときには後者3つの補正及び修正プログラムが必要となる。

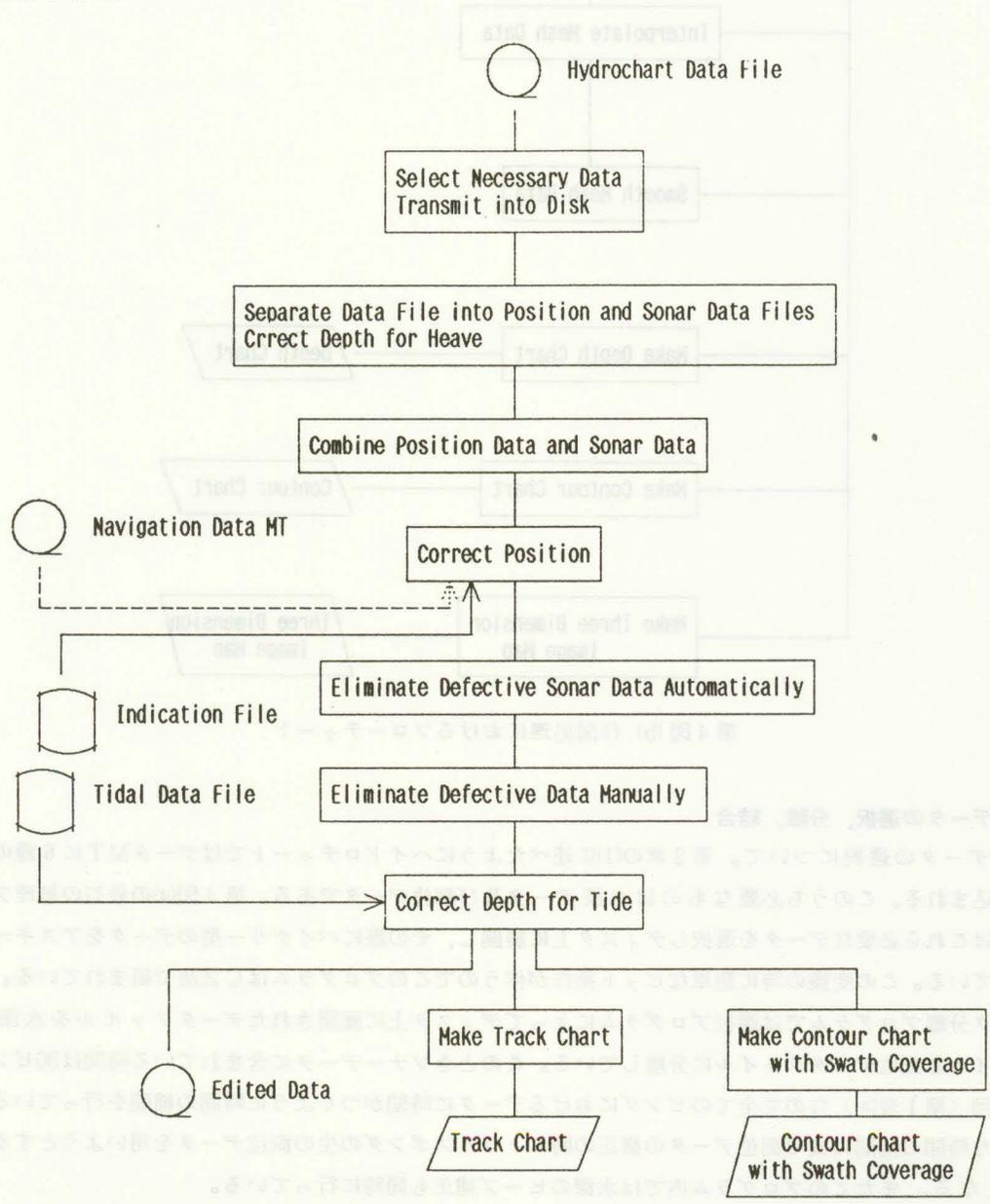
3. 処理フロー

(1) 概要

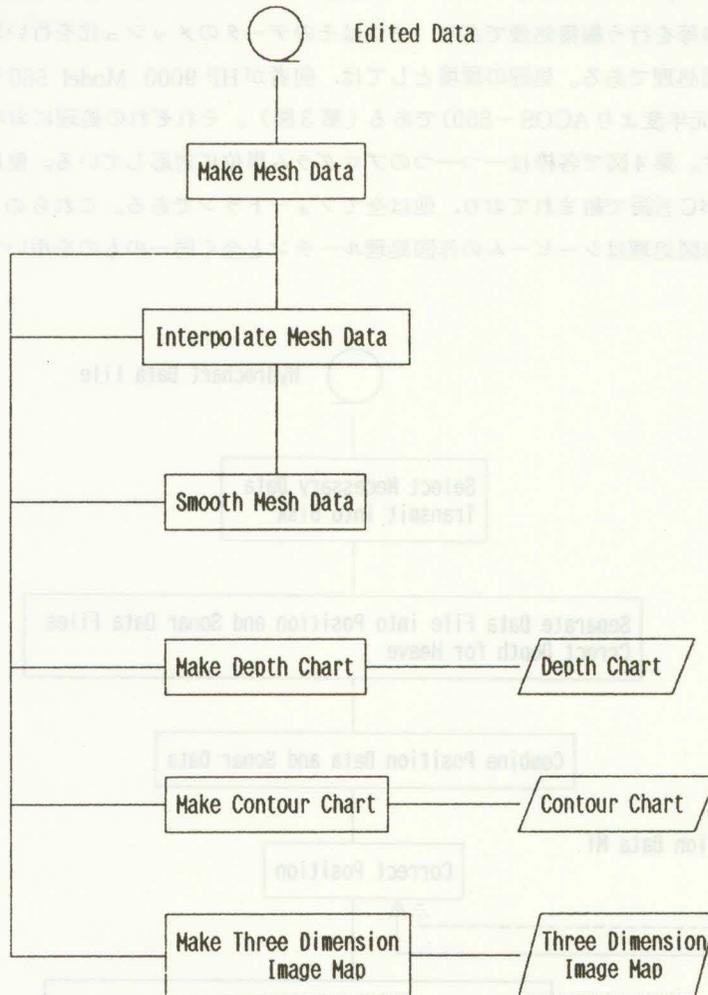


第3図 ハイドロチャートのデータ処理に関するシステム及び出力

第一章で述べたように、ハイドロチャートのデータ処理プログラムは大きく分けて二つある。一つは結合、不良水深データの削除等を行う編集処理であり、一つはそのデータのメッシュ化を行い地形図、水深図、鳥瞰図の作成を行う作図処理である。処理の環境としては、前者がHP 9000 Model 560を用いており、後者はACOS-650(平成元年度よりACOS-850)である(第3図)。それぞれの処理におけるフローチャートを第4図(a), (b)に示す。第4図で各枠は一つ一つのプログラム単位に対応している。使用言語は編集処理の中の見積プログラムがC言語で組まれており、他は全てフォートランである。これらのプログラムのうちACOS-650上での作図処理はシービームの作図処理ルーチンと全く同一のものをを用いているので本文では特に説明しない。



第4図(a) 編集処理におけるフローチャート



第4図(b) 作図処理におけるフローチャート

(2) データの選択、分離、結合

まずデータを選択について。第2章の(1)に述べたようにハイドロチャートではデータMTに6種の内容が書き込まれる。このうち必要なものは水深データ及び測位データである。第4図(a)の最初の処理プログラムではこれら必要なデータを選択しディスク上に展開し、その際にバイナリー型のデータをアスキー型に変換している。この変換の時に簡単なビット操作が伴うのでこのプログラムはC言語で組まれている。

データ分離プログラムでは選択プログラムによってディスク上に展開されたデータファイルを水深データファイルと測位データファイルに分離している。このときソナーデータに含まれている時間は30ピングごとと1回(第1表(a))なので全てのピングにおけるデータに時間がつくように時間の補間を行っている。このような時間の補間は後で測位データの修正の時にトライスポンドの生の測位データを用いようとする場合、必要となる。またこのプログラム内では水深のヒープ補正も同時に行っている。

次に結合プログラムについて。ソナーデータには“HRP Count at Ping”, 測位データには“Time Tag”

と呼ばれる値が書き込まれている(第1表(a), (b))。これらは名前は異なるが共に時間にリンクした同じことを意味するカウント値である。結合はこれらの数値を介して行う。この“HRP Count at Ping”及び“Time Tag”は最大値が65535(=2¹⁶-1)で、この値を越えると0に戻りまたそこから増加し、これを繰り返す。しかし、この繰り返しが希に狂うことがある。例えば、同じ水深データもしくは測位データが繰り返し入ってくることがあり、このとき見かけ上これらの値が一度減少する。あるいはデータの記録を一時的に止めることにより値が飛んだりする。これらの事が原因となり結合の対応を誤ることがあるので注意が必要である。

(3) 不良データの削除

不良データの削除は2段階で行うようになっている。第一段階では簡単に不良であると判る水深を自動的に削除する。現在、船の吃水を考慮して、得られるはずのない7m以浅の水深を自動的に削除するようになっている。これだけでもかなりの不良水深が削除できる。今後どこまで自動化できるかがより合理的な処理を行う上で問題となる。

第二段階では各ビームにより得られた海底地形断面図をCRT上に出力させ、人間が不良かどうかを判断した上で削除している。出力例を第5図に示す。水深は(a)が約120m, (b)が1, 120mの海域である。各ビームにより得られた水深プロファイルはそれぞれ水深40mに相当する分だけシフトしてある。この処理ではプログラムにあるしきい値を与えておき、前後の水深の差がこの値を越えたときにその部分が赤(第5図の波線部)で表示される。そこで処理者が削除するかどうか指示するようになっている。このしきい値は水深により変わり、現在

$$S = d \times 0.02 + 5$$

S : しきい値 (m)

d : 水深 (m)

という式により与えている。また第5図を見て判るように水深が深くなると両端のビームが不安定になってくる。このような場合はその画面に出力されているビームを不必要な分だけ削除するようにしている。

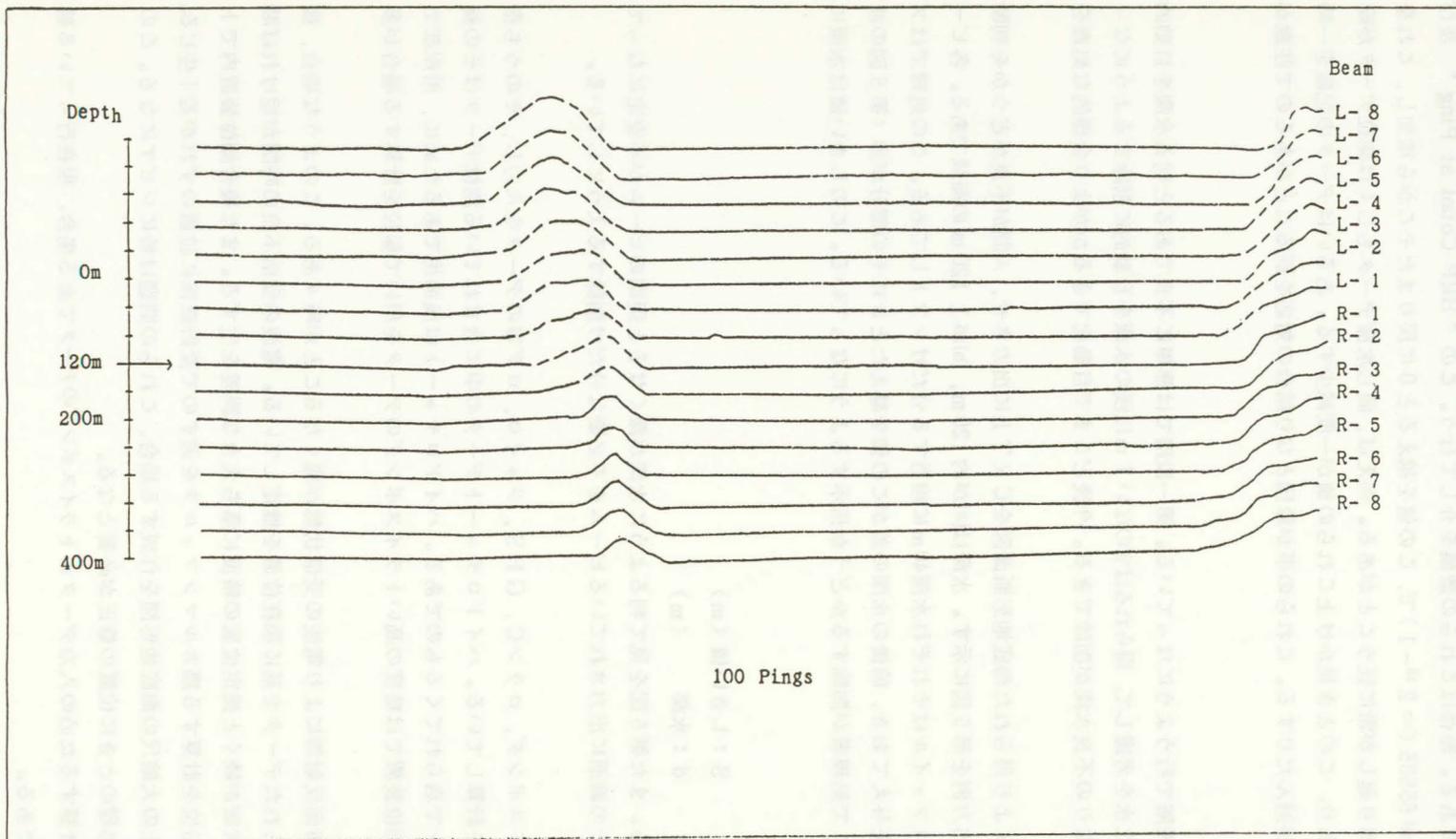
(4) 航跡修正

複合測位装置ではトリスポンダ、ロランC、GPS、ジャイロ、ログ等のデータを入力し、そのうち指示するものを用いて船位を計算している。ハイドロチャートデータの中に含まれている測位データはその複合測位装置よりオンラインで送られてくるものである。ハイドロチャートは浅海用であるために、沿岸部での測量が主であり、複合測位装置では精度の高いトリスポンダのデータを用いて船位を計算する機会が多い。

しかしトリスポンダは海面反射等により電波の受信状態が悪くなることが時々ある。このような場合、複合測位装置はこれまで得られたデータを基に現在位置を推定している。電波の受信不良の時間が短ければ問題は無いが、長時間この状態が続くと推定位置の精度に落ち大きな誤差を生ずる。また複合測位装置内でトリスポンダのデータから船位を計算する際カルマンフィルタを通すので変針直後に位置のずれが若干生じる。図尺が二万五千分の一以上の大縮尺の海底地形図を作成する場合、これらの問題は特にシビアになる。このようなときはデータ編集処理のときに位置の修正が必要となる。

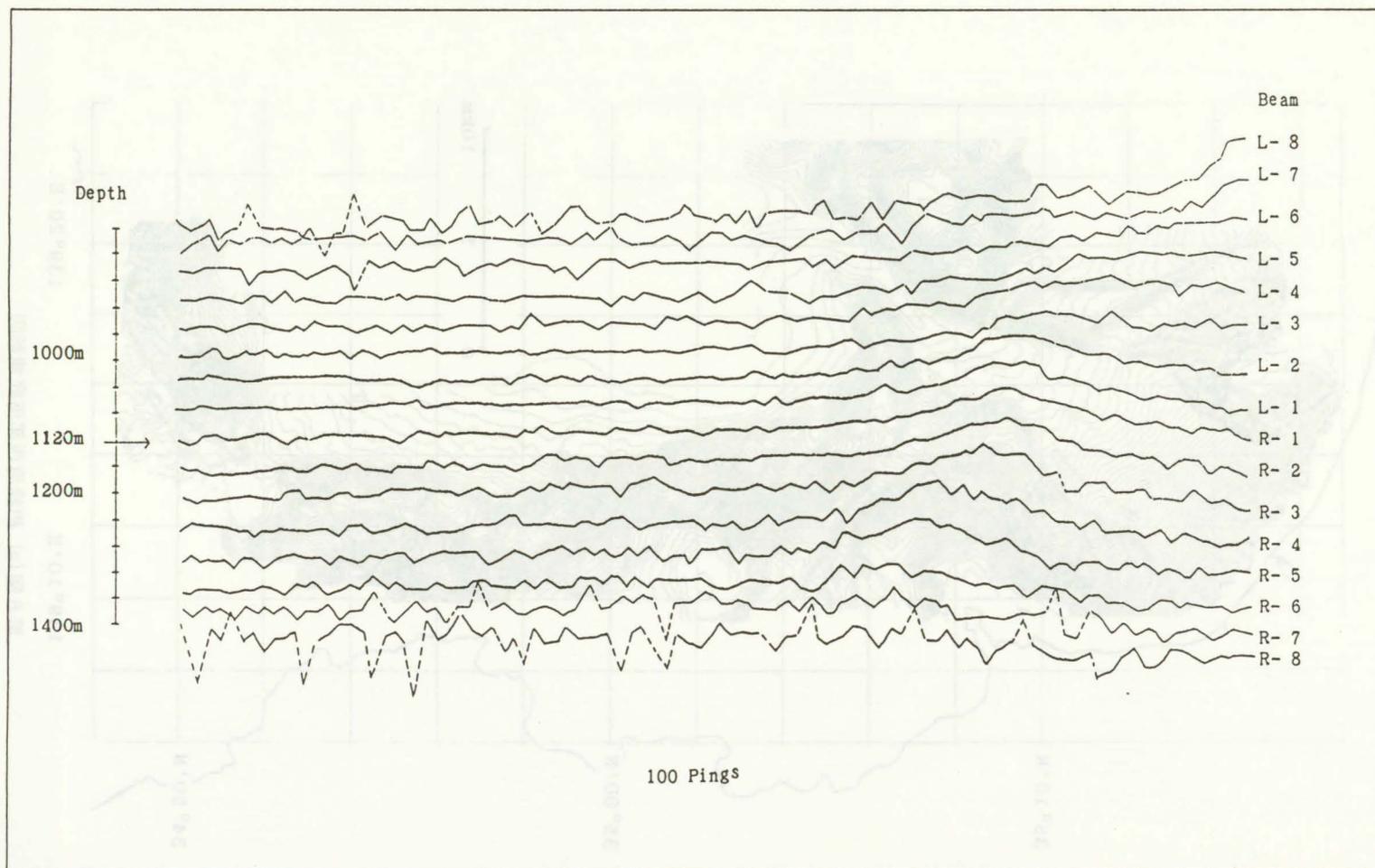
複合測位装置で船位を計算するための入力データがトリスポンダのデータである場合、現在行っている航跡修正の手順は次の通りである。

まず複合測位装置から得られる測位データMTよりトリスポンダの生の距離データと時間を読み取り、



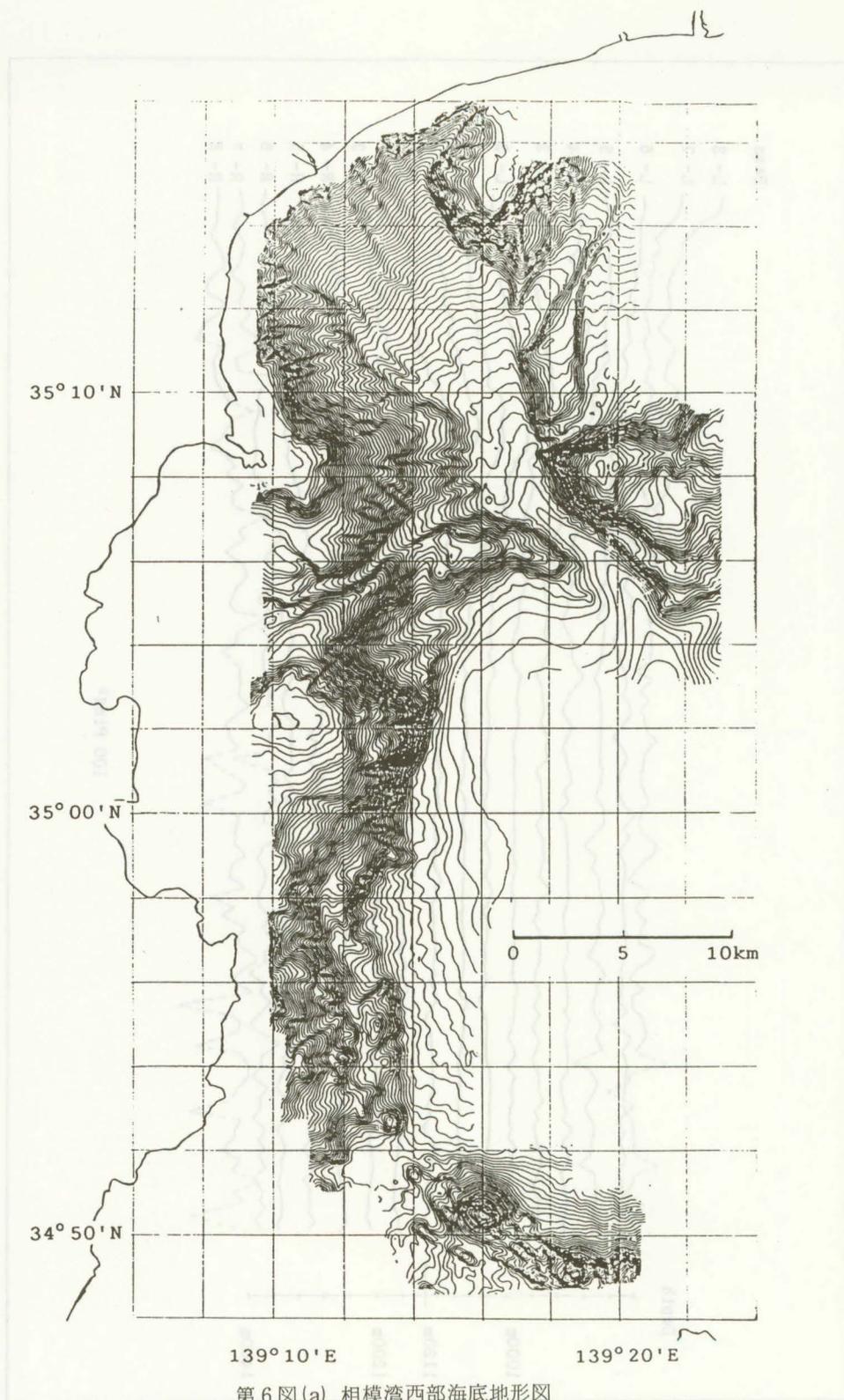
第5図(a) 15本のビームによって得られた海底地形断面図(水深約120m)

左舷側から順にL-8~R-8まで番号をつけてある。L-1とR-1は同一ビームの異なるピング(発振)により得られたものである。両端のビーム(L-9, R-9)は表示していない。また各ビームによる地形断面は水深40mに相当する分だけずらしてあり、水深スケールはR-1に合わせてある。波線の部分はプログラムにより不良水深データである可能性を示している。しかし、この場合は全ビームで同じパターンが見られるので実際の地形を反映しているものと考えられる。

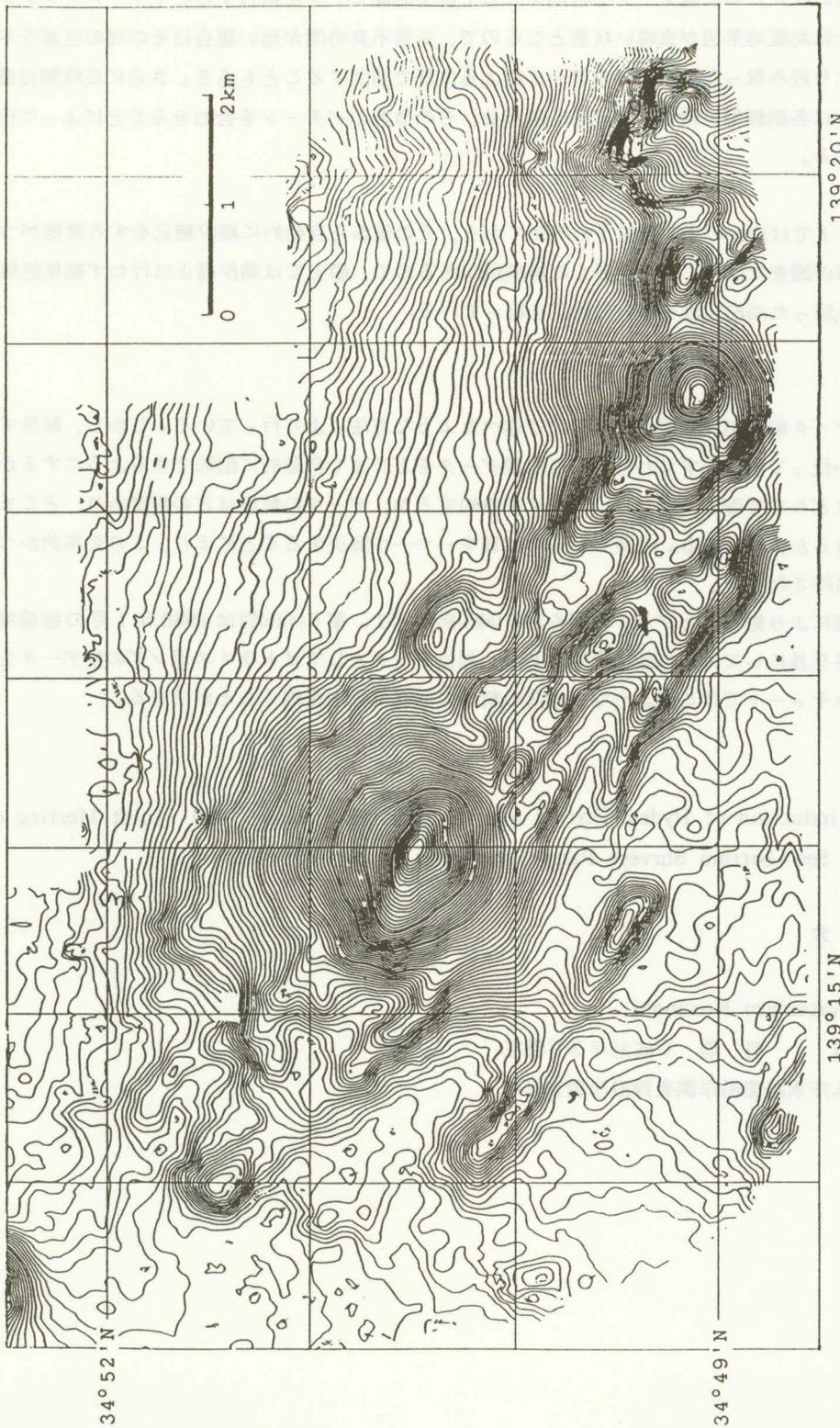


第5図(b) 15本のビームによって得られた海底地形断面図(水深1,120m)

波線の部分は不良水深データである可能性を示している。



第6図(a) 相模湾西部海底地形図
メッシュ間隔 250 m。等深線間隔 20 m。



第6図(b) 相模湾南西部海底地形図
メッシュ間隔125 m。等深線間隔5 m。

経緯度計算を行う。次にこの位置データを時間を介して直接測深データと結合する。トリスポンダが受信不良であった場所は海底地形図が虫喰い状態となるので、受信不良時間が短い場合はその間の位置をやはり測位データMTより読み取ったロランCのデータによる位置で補間することもある。さらに長時間位置データが欠測したときは各測線毎に得られた地形を描かせ、その他形のパターンを合わせることによって位置を修正する方法もある。

(5) 潮汐補正

ハイドロチャートでは潮汐の予測値を予め与えておき、その値から自動的に潮汐補正をする機能がついている。しかし実際の調査では多くの場合近くに験潮所があるので、船上では潮汐補正は行わず編集処理の時に験潮所より持ち帰った潮汐記録を用いて補正を行っている。

4. まとめ

現在のところデータ編集処理に関しては上記で述べたような方法により行っている。しかし、解決すべき問題がまだ幾つか残っている。すなわち、不良水深データをどこまで自動的に削除できるようにするか、手動削除においてはどこまで確実に疑わしいデータを検知するか、データの精度はどの程度あり、どこまでのデータが採用できるか、等である。今後これらの問題を一つ一つ解決することにより、より効率的かつ確実なデータ処理が期待される。

最後に上記手順により処理したデータの例を第6(a)(b)図に示す。第6(a)(b)図は1988年1月の相模湾西部における調査資料を基にして得た海底地形図である。測位データとしてはトリスポンダの生データを用いている。ハイドロチャートではこのような大縮尺の精密な海底地形図を描くことができる。

参 考 文 献

Asada, A.: Introduction of Hydro Chart II and Its Data Processing, 16th Joint Meeting of UJNR Sea-bottom Surveys Panel Proceeding, p.151-171 (1987)

報 告 者 紹 介



Katsuhiko Kusunoki

楠 勝 浩 平成元年3月現在、
本庁水路部沿岸調査課沿岸調査官付