

新型浅海用マルチビーム測深機（SEABAT 7101）導入について

森 弘和, 井上 渉, 本間章禎, 久間裕一：第七管区海上保安本部

Initial report on Seabat 7101, a new multi-beam echo sounder designed for shallow waters

Hirokazu MORI, Wataru INOUE, Fumiyoshi HONMA and Yuichi KYUMA : Hydro. Dept., 7th R. J. C. G. Hqs.

Abstract

In 2008, Seabat 7101, a new multi-beam echo sounder designed for shallow waters, has been installed on the S/V Hayashio of the 7th Regional Japan Coast Guard Headquarters for the first time among the eleven Japan Coast Guard's regional headquarters. In addition to "Equi-angular mode", the new system is equipped with "Equi-distant mode". With this new system, the operators can perform precise soundings by choosing an appropriate mode, depending on the bottom characteristics. In this article, we report our initial impression on this new system.

1 はじめに

平成20年度に老朽化したマルチビーム測深機 RESON社製SEABAT 8101を同社の最新機種であるSEABAT 7101（第1図）に換装した。

これは、海洋基本法の施行、海洋基本計画をふまえ、基盤的情報の不足している海域において、最新の技術を用いて海洋管理に必要な基礎情報の収集・整備を効率的及び高精度に海洋調査を実施するためである。

SEABAT 7101は、これまで主流であったEqui-angular（等角）モードに加えEqui-distant（等距離）モードが追加され、さらにサイドスキャンイメージが、詳細になるなど、海底の起伏や底質、異物などの分布状況により、モードを使い分けて使用することにより、これまで以上に適切な調査が実施できると期待される。

第七管区では、他の管区に先だちSEABAT 7101に換装し、調査を開始していることから、本稿において、これまで得た知見の共有を兼ね、SEABAT 7101



第1図 SEABAT 7101 (<http://www.reson.com/graphics/images/products/SeaBat/SeaBat-7101.jpg>)

Fig. 1 SEABAT 7101 (<http://www.reson.com/graphics/images/products/SeaBat/SeaBat-7101.jpg>)

の概要を紹介する。

2 装置の概要及び新機能について

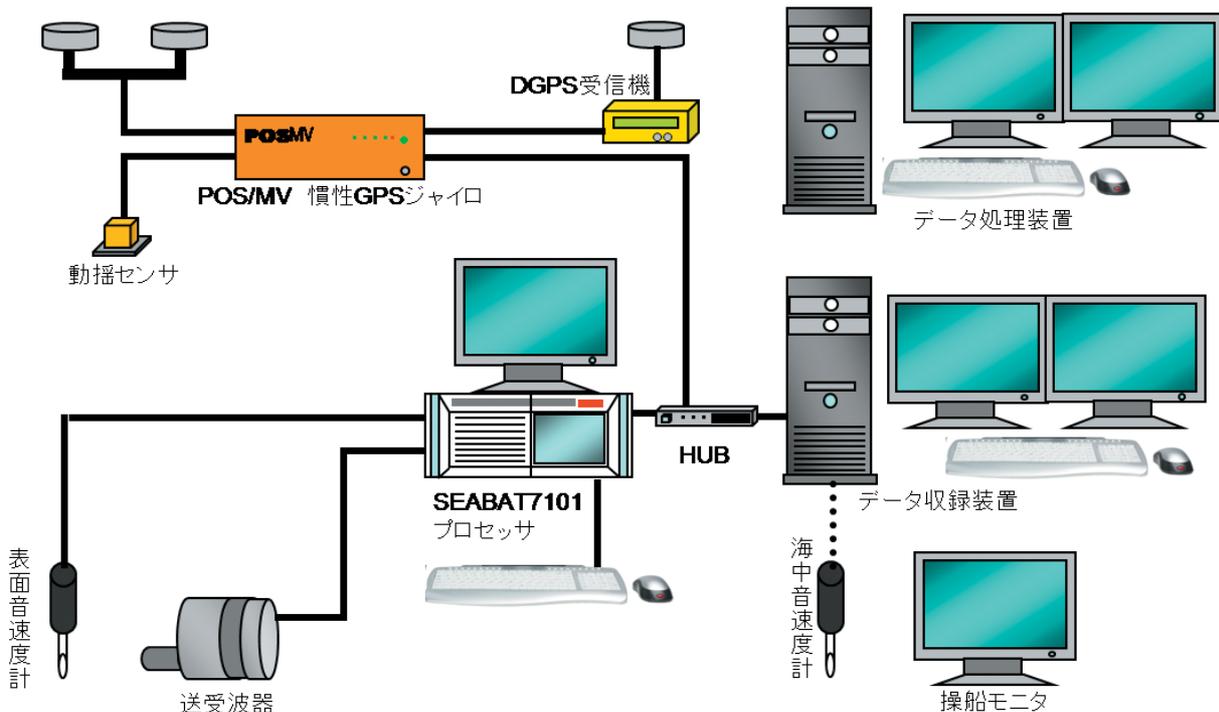
(1) SEABAT 7101の要目

SEABAT 7101は、20 m型測量船に搭載されたSEABAT 8101の後継機種であり、第1表及び第2図に示すとおり、SEABAT 8101の基本性能そのままに

第1表 主要諸元 (SEABAT 8101 OPERATOR'S MANUAL VER 3.01及びSEABAT 7101 OPERATOR'S MANUAL VER 1 G から抜粋)

Table 1 Technical Specifications (From SEABAT 8101 OPERATOR'S MANUAL VER 3.01 and SEABAT 7101 OPERATOR'S MANUAL VER 1 G)

	SEABAT8101	SEABAT7101
Sonar Operating Frequency	240KHz	240KHz
Across-track(Horizontal) Beam Width	Transmit 170° Receive 1.5°	Transmit 170° Receive 1.5°
Along-track(Vertical) Beam Width	Transmit 1.5° Receive 15°	Transmit 1.5° Receive 15°
Swath Coverage	150°	150°
Across-track Beams	101 equiangular	101 equiangular, or 239 or 511 equidistant
Ping Rates(Max)	40 pings/s	40 pings/s
Depth(typical)	1-300m	1-300m
Power requirements	90-260VAC, 50/60Hz , 350W maximum	115-230VAC, 50/60Hz , 500W maximum
Video Output	SVGA, 800 × 600 , @72Hz Refresh Rate	SVGA, DVI, 1024 × 768 , @72Hz Refresh Rate
Graphics Colors	256(8bit)	True color(32bit)
Sonar Head Weight(air)	40.0Kg	40.0Kg



第2図 SEABAT 7101接続状況図
Fig. 2 SEABAT 7101 SYSTEM

機能を向上させたものとなっている。

そのため、測深作業はこれまでの運用を踏まえて行えば良く、また、水中部にある送受波器の形状は全く同じで、測量船への取付けに伴う改造も必要なかったことから、機種変更による運用上の混乱はほとんど無く、移行することができた。

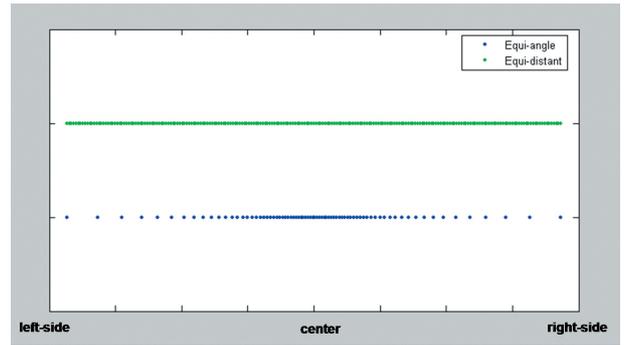
また、プロセッサは、Microsoft WindowsをOSとして動作し、汎用性が高くなっており、今後プログラムの拡張等が期待できるところである。

しかし、3種類の測深モードの切替え毎にプログラムを起動し直さなければならず、各種設定値の変更についても、操作画面からメニューをタブで選択し操作しなければならないので、揺れた船上では、使い勝手が悪いところである。

(2) 新機能について

SEABAT 8101からの追加機能として、1 sweepあたり101点取得できるEqui-angularモードに加え、SEABAT 7101には1 sweepあたり239点と511点の2種類のEqui-distantモードが追加された。

Equi-distantのモードの特徴として、第3図のように1 sweep内に得られる測深点の位置が外側に向かうに従い粗となっていたものが均等になったことで、沈船や魚礁等の形状が明確に判別できるよう



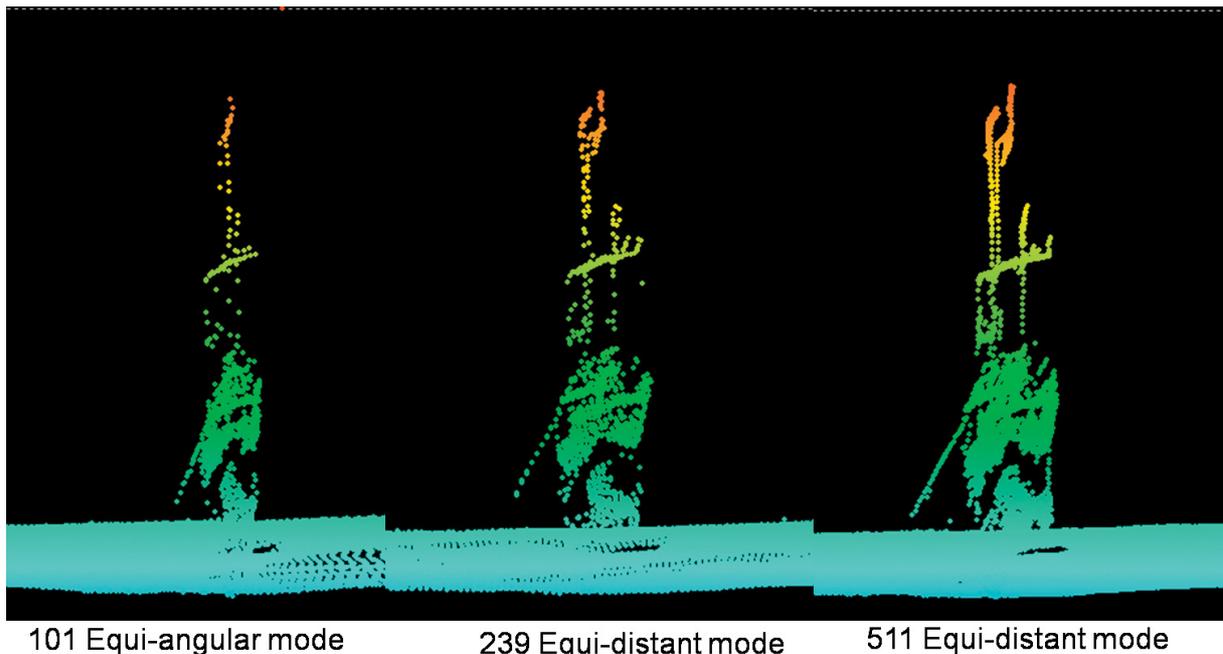
第3図 平坦な海底での測深位置の比較 (SEABAT 7101 OPERATOR'S MANUAL VER 1から抜粋)

Fig. 3 The comparison of the sounding position in each mode on a flat seabottom (From SEABAT 7101 OPERATOR'S MANUAL VER 1)

になったことがあげられる。

調査では、最浅部を確実に測得するために、測深時のスピードや可能な限り直下付近で測得するよう気を使う必要があるが、沈船や魚礁等の形状が明確になったことで、補・再測の検討が容易となり、作業が効率化できることが期待できる (第4図)。

また、サイドスキャンイメージのドットが測深レンジの切替えと連動して変化し、水深が深くなるとドットが細くなり、ある程度深い水深でも測深中



第4図 各モードの比較 (沈船の記録)

Fig. 4 The comparison of each mode (A record of the Wreck)

に物体の判別が容易になったことについても、作業効率の向上に寄与している。

この他、フィルター機能やシステム状況のモニター機能等が強化されているが、ここでは省略する。

(3) 周辺機器

周辺機器で大きな変更は、動揺センサーとして、Applanix社製慣性GPSジャイロPOS/MVが組み合わされたことであろう。これにより、補正の精度が格段に向上し、多少の波浪であっても送受波器が泡をかまなければ、測深データの補正が行えるようになった。

3 データの取得

(1) 収録プログラム

データの収録は、SEABAT本体にも収録機能が搭載されているが、全管区共通のデータ処理環境を維持するため、HYPACK社のHYPACK 2008を使用している。

収録器は本体とは別のコンピュータ (OS: WINDOWS VISTA) で、LAN回線を介してSEABATデータの他、測位、方位、動揺 (Heave, Pitch, Roll) のデータを収録している。

(2) 収録データのフォーマット

HYPACKに収録されるデータファイルは、位置、GPSステータス、シングルビームデータを主体としたRAWファイル及び位置、動揺等データ、マルチビームデータ、サイドスキャンイメージデータを主体としたHSXファイルの2種類のファイルに格納される。

このうちHSXファイルのマルチビームデータに関するフォーマットは第2表のとおりで、RMBから始まる。1行目の各カラムは設定値を表しており、以下、各ビーム斜距離 (Slant Range)、各ビーム角、各ビーム角のPitch Stabilization、各ビームデータの強度値、各測得水深値の質の5項目のデータセットからなる。このうち各ビーム角、ビームの座標を表す角、各ビームデータの強度値については、今回のデバイスから新たに収録されているもので、HYPACK社によると、Equi-distantモードで取得し

た測深データの編集において、水深値にあわせた高度な編集を行うために必要となったとのことである。水深が深くなった場合に直下と外側のビームの往復時間差の補正にも多少良好な影響が見られるようである。

このほかサイドスキャンイメージデータはRSSではじまるが、深いレンジにしていくに従い、データ数が増え、莫大なデータ量となるため、収録ドライブのディスク容量に注意を払う必要がある。

4 システムの操作及び注意事項

(1) SEABAT 7101本体

現時点で、業務の支障となる大きな問題は、SEABAT本体では発生していない。しかし、各測深レンジ毎のPing-Rateの最大値が、マニュアルには掲載されておらず、同じ周波数とスワ幅のSEABAT 8101を参考とすると第3表となる。しかし、これらの値は、あくまでも最大値であり、実際の作業でモニターしている限りではこの第3表の値の1割から2割減となっている。そのため、浅所や異物が存在する海域では、進行方向に未測が生じないよう船速に注意したり、Ping-rateを増すためにわざと両端を取得しないような浅いレンジを選んだりする必要がある。

また、Equi-distantモードでは、第5図のように端のデータが反射強度の強いノイズに引きずられるように浅くなることがあるので、注意が必要である。

(2) 収録装置

現時点で作業中に発生するエラーは、大半がHYPACKによるもので、データが急に増加する浅所などで、ハングアップが多発することがある。大きく分けて3種類のエラーがあるので、以下報告する。

イ 浅所などでレンジを切替え、データ量が急に増加するようになるときに発生する。

浅所では、浅所からの離脱が最優先となり、状況の把握、再現が難しいが、データ量が多くなる浅所で多く発生することから、現時点では、SEABAT本体のMAX-RATEをデフォルトの40 Ping/sから20 Ping/sに下げて対処している。

第3表 測深レンジ毎の最大Ping数 (SEABAT 8101 OPERATOR'S MANUAL VER 3.01から抜粋)
RangeScaleは、水深の3倍程度の値を選択する

Table 3 System Ping rate Values (From SEABAT 8101 OPERATOR'S MANUAL VER 3.01)
RangeScale chooses a value of around 3 times of the depth

Range Scale(m)	Ping Rate/sec
3.5	40
5	40
7	40
10	40
15	40
20	35.63
25	28.63
30	23.92
35	20.55
40	18.01
50	14.44
75	9.65
100	7.24
125	5.8
150	4.84
175	4.16
200	3.63
250	2.9
300	2.42
350	2.08
400	1.82

この方法で確実にエラーがなくなるわけではないが、第3表を参考に設定することを推奨する。

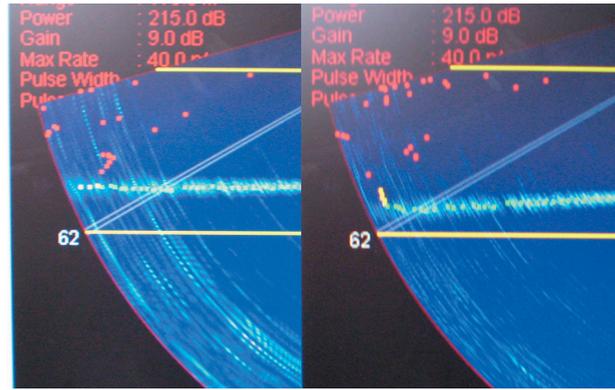
ロ データ収録時 (Survey起動中) に動作が終了する前に次の操作 (スクロール等) を行う時に発生する。

このエラーについては、電子海図を読み込めるようになったバージョンから慢性的に続いているエラーである。ソフトウェアの状況を見てゆっくりと操作すれば大半は防止できる。

ハ 画面に霧がかかったようにホワイトアウトする。

この場合、WINDOWSのエラーメッセージが表示され、たいていの場合、PCを再起動しなければならない。

このほか導入当初は1 PPSのSync Err (msec) がプログラムを起動してから時間とともに大きくな



第5図 独特のエラーデータ
Fig. 5 Specific Error data

り、データ処理時に適切な補正ができなくなることがあったが、現時点ではPatchにより修正され、解決している。

(3) その他

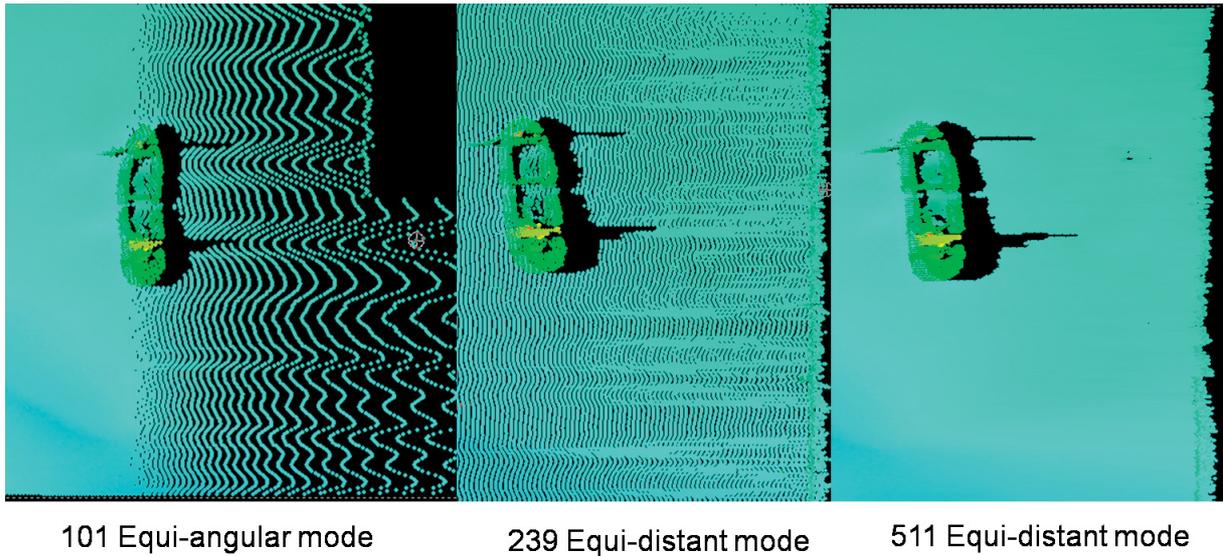
Equi-angularモード及び2種類のEqui-distantモードで収録したデータをHYPACKで処理する場合には、最初に読み込んだファイルの設定が、ログファイル記録された全てのファイルに適用されるので、複数のモードで収録したデータが混在すると適切な処理ができなくなる。そのため、モード毎に分けて処理する必要がある。

5 取得データの事例

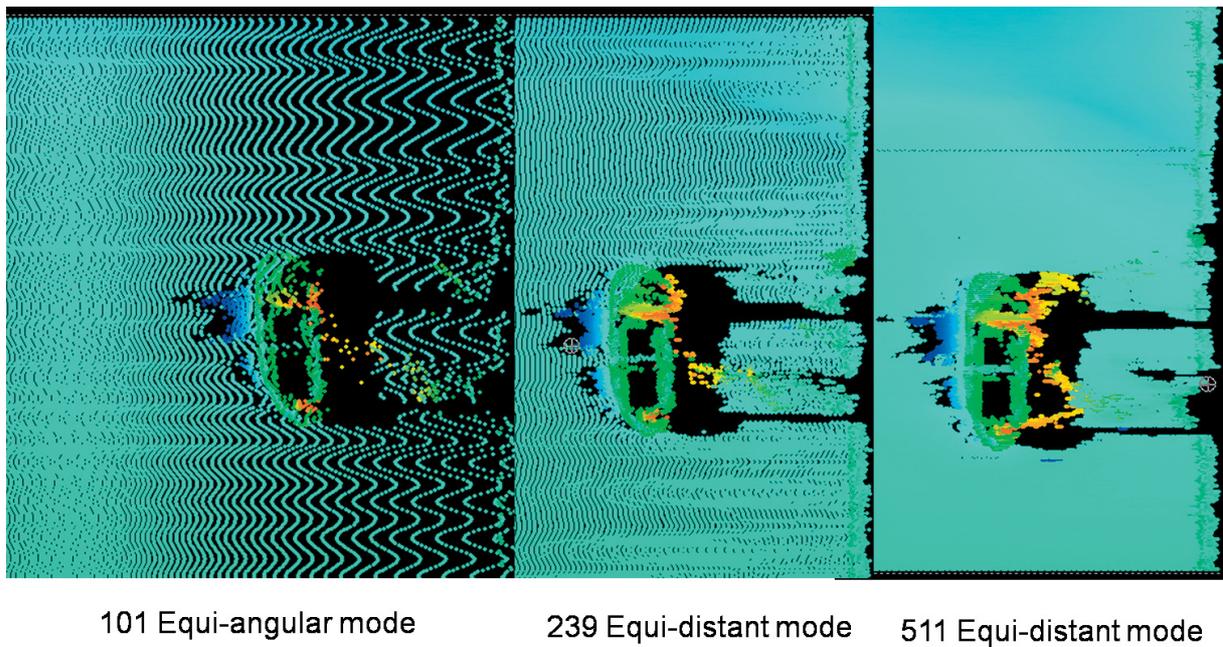
SEABAT 7101の101本のEqui-angularモード239本と511本の2種類のEqui-distantモードそれぞれの比較事例として、水深約30 mに存在する全長約60 mの沈船をあげる。直下付近と直下から45°付近で捉えたデータで比較すると直下付近ではあまり大きな差は無いものの、外側にゆくに従って、データの間隔が粗くなり形状が不明瞭となっていることが判る。これよりも外側になると、さらに判別が難しくなることが予想される。(第6図、第7図)

しかし、判別が容易だからといって全て511本モードで測深するとデータ容量が甚大となり、処理ではPCに負荷がかかるなど必ずしも効率的といえない部分もある。

第七管区では、511本モードについては、測量区域が比較的小さい補正測量や探礁で使用しているが、機会ある毎にこのような比較データを取得し、適切な



第6図 各モードの比較 (直下の記録)
 Fig. 6 The comparison of each mode (A record of Right under)



第7図 各モードの比較 (45度付近の記録)
 Fig. 7 The comparison of each mode (A record of direction near 45 degrees)

モード選択が選択できるようノウハウの蓄積に努めていく。

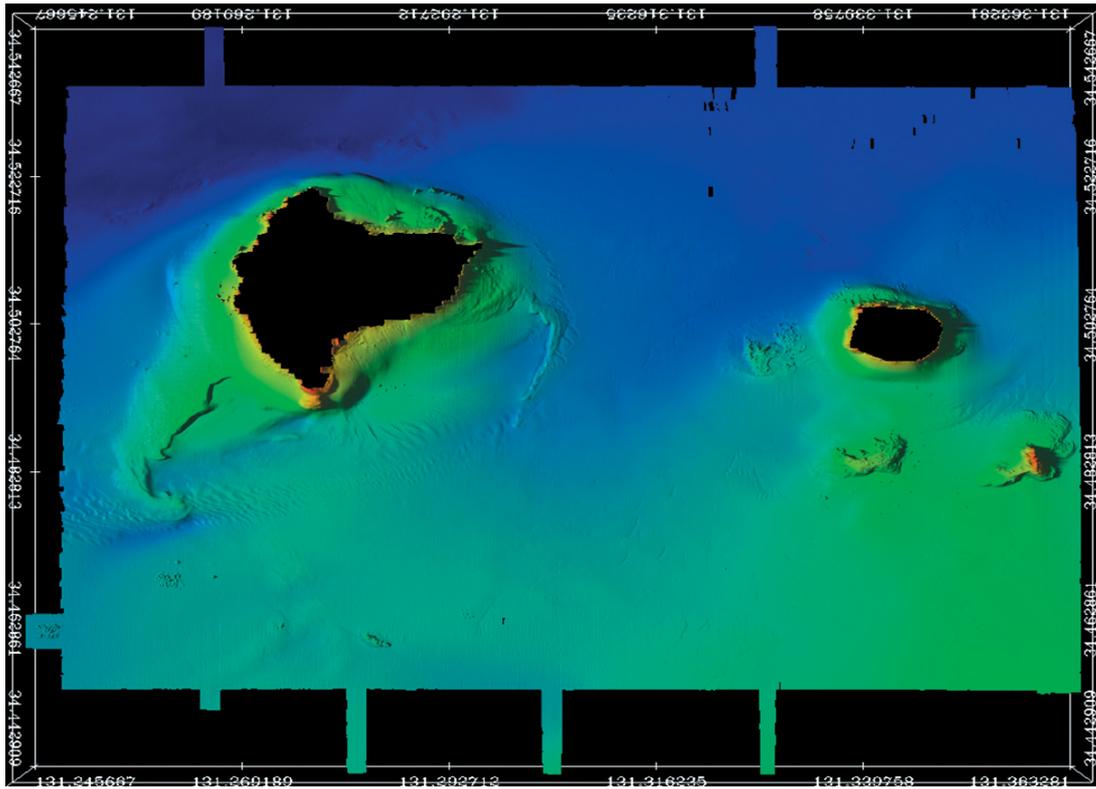
6 あとがき

管区にマルチビーム測深機が導入されて、十数年がたち、未測の無い面的なデータも蓄積されつつあり、これまで、判らなかった詳細な海底地形が見えるようになってきている。第8図は、平成21年度に

実施した測深結果の例である。

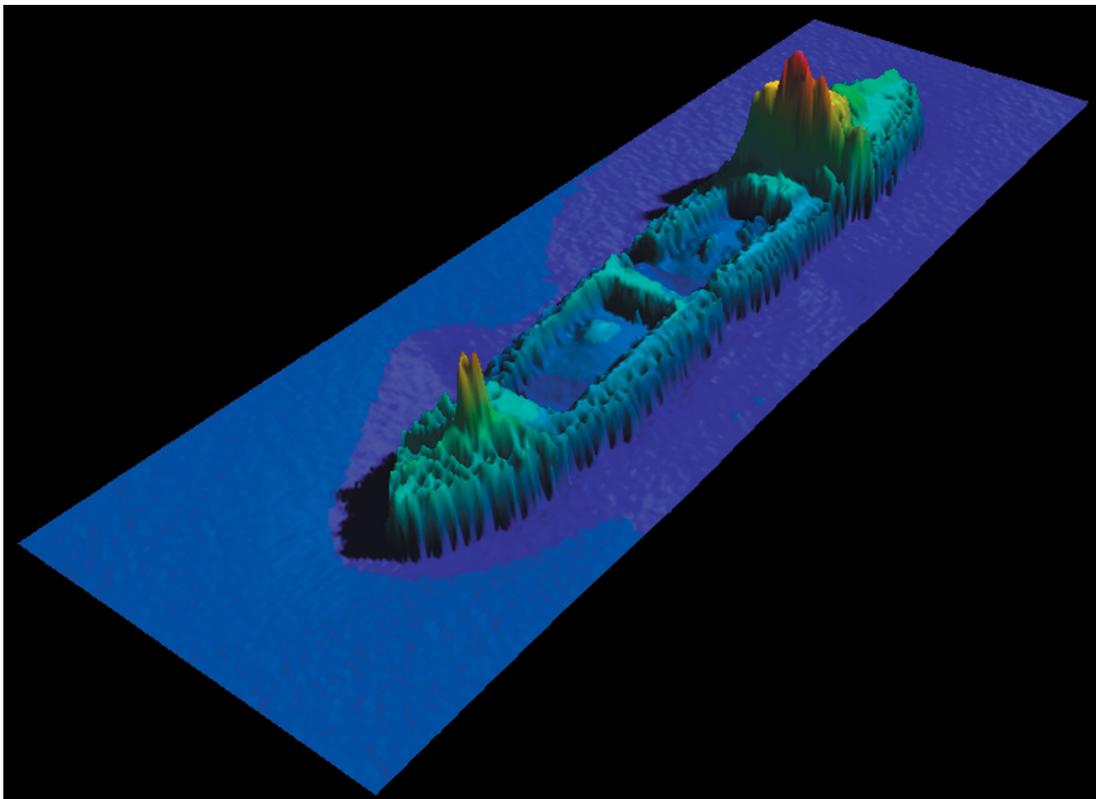
しかしながら、管区水路業務は、岩盤域の最浅部、航路障害物など船舶の航行に支障がある浅い箇所を確実に捉える探礁を実施する必要がある。

マルチビーム測深機は第9図のように障害物の形状を明確にすることができ、今回導入したSEABAT 7101は、SEABAT 8101と同様、広範囲を捉えることができるため効率的な作業を実施できるが、探礁を



第 8 図 マルチビーム測深器による測量結果（調査区域：山口県北岸相島）

Fig. 8 The surveying result With the multi-beam Echosounder (Surveying area : Yamaguchi-North Coast Ai Shima)



第 9 図 マルチビーム測深器による測量結果（沈船）

Fig. 9 The surveying result With the multi-beam Echosounder (Wreck)

行う場合は、sweep幅が狭くてもよいからPing-rateがさらに速いものが必要となる場面が多々ある。

現在は、満潮時に可能な限り低速で同じ測線を複数回測深しているが、低速で航行すると舵の効が悪くなり、操船が難しくなるだけでなく、何度も浅いところに突入することはあまり気持ちの良いものではない。

幸いSEABAT 7101は、Windowsベースのプログラムであるので、探礁モードのような機能が追加されれば、これまで以上に作業全体の効率化もできることから、今後のバージョンアップに期待したい。

最後に第七管区での事例を基にSEABAT 7101を紹介したが、各管区同じような機器であっても導入時期により機器構成にわずかながら差があり、また、海底や海象の状況によって、統一的な基準を作成することは難しいかもしれないが、常時応用が利くよう現場での経験について可能な限り共有を計っていきたいと考えている。

参 考 文 献

SEABAT 8101 OPERATOR'S MANUAL VER 3.01

SEABAT 7101 OPERATOR'S MANUAL VER 1