

## 資料 4

---

水中遺跡の調査に使用する機器類



## 水中遺跡の調査に使用する機器類

近年、海底資源の開発のための探査機器類が、水中遺跡の探査にも威力を発揮するように改良されてきた。そのため、遺跡の確認調査では人が直接水中に潜らなくても、海底の地形や遺物の散布状況を把握することができるようになってきた。

これら水中遺跡の調査に用いる機器は多岐にわたり、探査する内容に応じて、さまざまな機器が開発されている。探査海域や海底地質構造（砂地や岩地）、探査対象物（金属製品があるか主に有機物か）等の諸条件によって、使用する機器を複数組み合わせることで大きな成果が期待できる。さまざまな機器類について、その使用目的や成果等を下記一覧表に示している。

まだ体制が未整備な現段階では、機器を用いた探査業務については委託等で実施されることが想定されるため、調査担当者がそれぞれの機器に精通する必要はないものの、その特性を知ることが必要である。

文化庁では九州国立博物館に委託して平成26年度より3ヵ年をかけて、鹿児島県宇検村倉木崎海底遺跡・福岡県新宮町相島海底遺跡・鹿児島県多良間村ファン・ボッセ号沈没地点（高田海岸遺跡）で探査機器類の実証実験を行った。その成果に拠って主要な探査機器による調査方法を解説する。

### 主な探査機器の特徴

	探査目的	成果図面	運用上の留意点
1 サイドスキャン・ソナー	構造物の現況調査(2D) 海底の状況把握	海底面状況図	データ取得は容易だが判読は熟練を要する
2 マルチビーム測深機	構造物の現況調査(3D) 水深データおよび位置確認	デジタル海底地形図等 線図、鳥瞰図など	専門技術・装置が必要
3 磁気探査機	磁気を持つ遺物の探索	等磁線図・磁気データ表	磁気反応の確認に発掘が必要
4 サブボトム・プロファイラ	海底堆積層の確認 密度の異なる埋蔵物の探索	表層(断面)データ	専門家による解析が必要
5 無人探査機 (水中ロボット)	目視(映像)による状況確認	ビデオ映像など	海の状況により使用できない

### 実証実験に用いた主な機器類

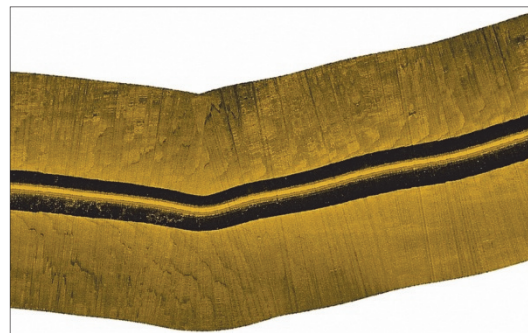
サイドスキャン・ソナー	Tritech 社	Starfish 450 kHz
マルチビーム測深機	R2Sonic 社	SONIC2024
磁気探査機	Geometrics 社	G822 海洋磁力計
サブボトム・プロファイラ	Innomar 社	パラメトリクス探査システム SES2000 Standard
無人探査機（水中ロボット）	Seabotix 社	LBV300-5

## 1 サイドスキャン・ソナー (音波探査機：音波を用いて海底面の状況を画像する機器)

ソナー装置から海底に音波（音響パルス）を発振し、海底地形の凹凸や立体物に反射する時の、反射強度の違いを色の濃淡で表現する方法。ソナー装置は船の舷側に固定するか、曳航体として使用する。近年では軽量化が進み、ノートパソコン等で使用できる機材もある。音波が立体物に反射すると、その後方には音波の影ができる。影の長さから、立体物の大きさを推測することも可能。ただし構造物と自然地形の判別も含めてその判断は難しい。探査幅が広域であることが特長だが、2次元探査であり水深値は取得できない。



サイドスキャン・ソナー



サイドスキャン・ソナー画像

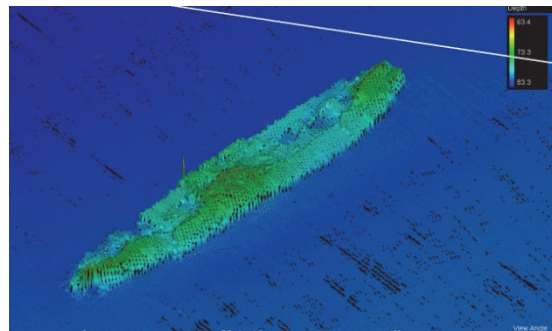
## 2 マルチビーム測深機 (音響測深機：複数の音波を使用し海底地形調査に用いる機器)

マルチビーム測深機は、海底地形測量に最も利用される機器である。サイドスキャン・ソナーが2次元画像の取得となるのに対して、マルチビーム測深機は3次元の画像を得ることができる。海底面の鳥瞰図や、地形をモデル化することも可能である。複数（マルチ）の音響ビームを用いて、多点の測深を行うことができる機器である。

船の舷側に設置して使用するが、高度なGPS、モーションセンサーなどを使用し、船の位置と傾きなどを正確に把握する必要があるため、機器の使用に際しては専門家の協力を要する。そのため、運用費は他の水中探査機器に比べて高くなる。なお、サイドスキャン・ソナーと同じく、海底面の下に埋もれた構造物は音波が貫通しないために見ることはできない。



マルチビーム測深機



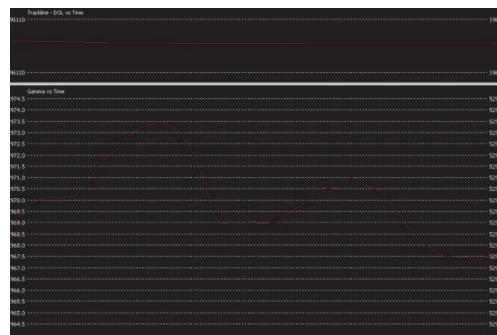
マルチビーム測深機画像  
(沈没船と思われる海底画像)

### 3 磁気探査機（鉄製品等の磁力線を探知する機器）

磁力線の方向や強さを検出する機器で、船体の電気システムによる磁力妨害を避けるため船尾から曳航して使用する。音波探査機等と併用して使用することが多い。主に鉄製品を積んだ船（大砲や錨など）、船の鉄釘だけでなく、多量の陶磁器の堆積等にも反応する。地中に埋蔵された遺物でも検出は可能。磁気反応の違いにより、等磁（力）線図を作成し、遺物（遺跡）の可能性のある場所を特定する。鉄を用いた近・現代の沈没船の探査には最も効果的であるが、磁力反応が何であるかを特定するには、別の探査機器で確認するか、発掘調査する必要がある。



磁気探査機



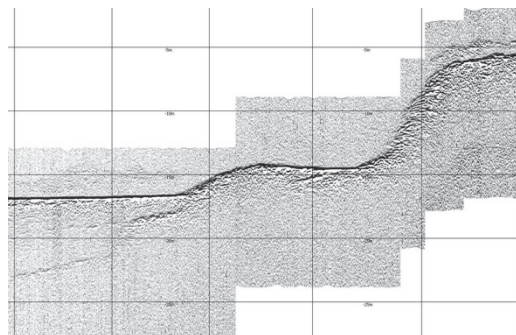
磁気探査画像  
（磁力線の強弱がグラフに示されている）

### 4 サブボトム・プロファイラ（表層調査機：海底面下からの反射信号を利用し堆積構造を画像化する機器）

海底下部の断面図を画像化できる。低周波の音波を海底に向けて照射し、堆積層や埋蔵物の密度の違いによる反射強度を計測するもので、陸上の調査で使用される地中レーダーとほぼ同様の原理である。船の舷側に設置して使用する。線（断面）で計測するため、沈没船を直接発見するよりは、調査エリアの海底面下の状況を知るために使用されることが多い。堆積層の特性によっては使用できない場合もあり、また、複雑な地形の探査には不向きである。鉄器が埋蔵されていない水中遺跡を探ることができるのは現在のところ表層調査機のみである。埋蔵物の確認には発掘調査が必要となり、また、データの解析には専門家による協力を必要とする場合が多い。



サブボトム・プロファイラ



相島海底遺跡のデータ

## 5 無人探査機（水中ロボット）（ROV：カメラなどを取り付けた無人探査機）

一般的には、船上からケーブルで繋がれており、モニターを見ながら遠隔操作を行う。ケーブルによる高速通信を介して、リアルタイムで水中の様子を撮影する。先述した4種の探査機器によって水底面に何らかの反応があった場合の次に行う探査として使用すると効果的である。潜水せずに船上での作業が可能であり、ダイバーによる潜水調査が困難な環境での利用も想定される。アームを装備しマニピレータ作業が可能な探査機もあり、調査のほか、遺物の引揚げなど目的により様々な用途に使用できる。

水中無人探査機としては、この他に船舶と結ぶケーブルを必要とせずコンピューター制御で作業する自律型無人探査機があげられる。近年では音響測深機等を設置し探査を行うこともあるが、費用も高くまだ一般的ではない。カメラの使用は透明度の比較的良好な海域に限られ、また、流れが強い場合は探査機がコントロールできない場合もある。



水中ロボットの投入状況



水中ロボット搭載カメラの画像  
(相島海底遺跡で捉えた平瓦)