

表1 当センターが保有する主たる漁場調査技術等の一覧

監修；長崎支所（桑本・石丸）

区分	主たる調査対象	機器、解析技術、システム等の名称	個表No.	関 連 業 務（◎は主たる適用業務）						
				測量業務	出来形確認	構造物探査	海域環境調査	藻場分布調査	魚礁効果調査	データベース構築
調査測量機器	海底面	サイドスキャンソナー ★★★	1.1	○	◎	◎	○	◎	◎	◎
	"	インターフェロメトリー音響測深機 ★★★	1.2	◎	○		○	○		
	"	サブボトムプロファイラー地層探査機 ★★★	1.3	○		◎				
	"	その他の装置(シングルビーム音響測深器、GNSS装置、動揺センサー、ストラクチャースキャンソナー、採泥用ドレッジャー等) ★	-	◎	◎	○	○	○	○	
	水中部	ROV ★★	1.4			○	○		◎	○
	"	水中可視化装置(超分解能魚群探知機) ★★	1.5			○	○		◎	
	"	その他の装置(スキューバ潜水機材一式、水中カメラ、水中ビデオ、インターバルカメラ、多項目水質計、標識魚追跡用ピンガー等) ★	-				◎	○	○	
	沿岸～沖合漁場	リアルタイム転送型GPSデータロガー ★	2.3に併記						◎	○
	浅海～陸域	空撮用ドローン	-	○			○	◎		
解析技術	浅海～沿岸漁場	魚礁・増殖場設置後の出来形確認技術 ★★	2.1	○	◎				○	○
	沿岸漁場	GIS版漁場台帳作成技術 ★★	-		○	○	○	○	○	◎
	沿岸漁場	GIS版魚礁施設管理台帳作成技術 ★★★	2.2		○	○			○	◎
	"	関連ソフト(画像処理ソフト、動画編集ソフト、モザイク処理ソフト、CADソフト、GIS、BIツール等) ★	-	○	○	○	○	○	○	◎
システム	魚礁効果	魚礁効果診断システム(独自開発モデル) ★★★	2.3						◎	○
	"	その他のシステム(魚礁情報管理システム、人工魚礁の漁獲効果予測モデル等) ★★★	-						◎	○

備考 1. 機器等の希少性は次のとおり。★★★…希少性がある。★★★★…希少性が高い。★★★★★…現時点では国内唯一保有である等きわめて希少性が高い。
 2. 各調査機器、解析技術、システムの概要(型式・性能・特徴・用途・写真・成果図等)については個表をご覧ください。
 3. 個表には技術担当者(アンダーラインは執筆者)を付記していますので、詳細を知りたい場合は気軽にお問い合わせ下さい。

個表_1.1 サイドスキャンソナー (★★★)

技術担当者; 長崎支所 (橋本・峯・桑本)

【保有機の型式と概説】

System4000 (1台, 米国KLEIN社製): 浅場から深場利用までオールマイティーな最新鋭機種。
 System3000H (1台, “): 特に高解像度の成果が必要な際に利用する機種。
 HydroScan (1台, “): 可搬性に優れているため浅海域探査に最適な機種。
 (いずれの機種も国内では当センターのみ保有。※令和2年10月末時点)

【仕 様】

項 目		System4000	System3000H	HydroScan
発振パルス方式		FM Chirp 方式	Tone burst 方式	FM Chirp 方式
発振周波数	標準精度	100kHz	-	-
	高精度	400kHz	445kHz	455kHz
	超高精度	-	900kHz	900kHz
発振周波数選択方式		同時取得	単周波取得	同時取得
水深・傾きセンサー等		あり	あり	なし
最大探査レンジ (片舷幅)	120kHz	600m	-	-
	400kHz	200m	-	-
	445kHz	-	150m	150m
	900kHz	-	50m	75m
水平方向指向性	120kHz	1.0度	0.21度	-
	400kHz	0.3度	-	-
	445kHz	-	-	0.34度
	900kHz	-	-	0.34度
垂直方向指向性		50度	40度	45度
耐圧水深		2,000m	200m	100m
曳航体重量		27kg(空中)	29kg(空中)	18kg(空中)
沈降翼装着時の重量		43kg(空中)	-	-

【特徴・用途等】

サイドスキャンソナーは海底面の底質や構造物の分布を広域かつ面的に把握でき、調査業務全般において利用している当センターの主力調査機器である。特に、国内の関係機関に先駆け導入した初号機System3000、HydroScanは、位置不明の古い魚礁の特定、深場海底障害物や沈没船の発見など数多くの稼働実績がある。日頃は施設設置後の出来形確認に活用し高精度の成果を得ている。海底にある物体を超音波により効率的に探し出し、設置状況を詳細把握できる機能性は、ナロービーム音響測深機を凌ぐ。

【写 真】



写真1 System4000曳航体 (沈降翼装着時)

写真2 船上でのデータ取得状況

【成果図】

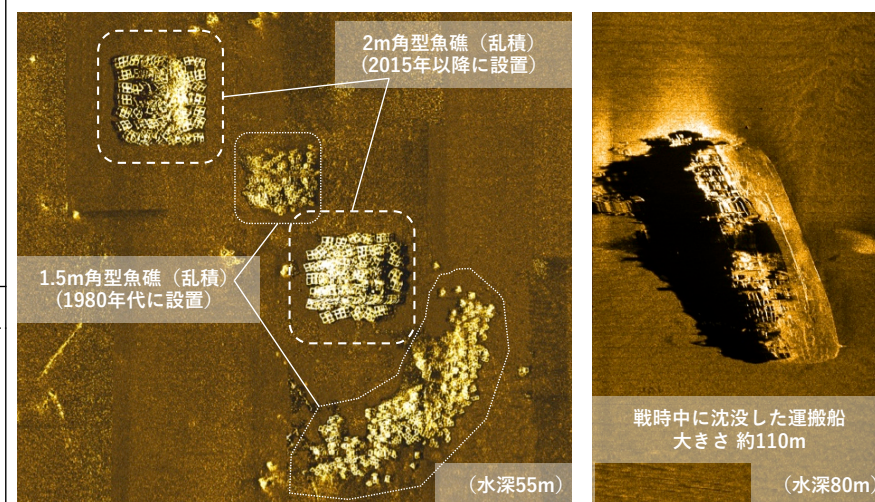


図1 サイドスキャンソナーにより取得した画像(左: 人工魚礁、右: 沈没船)

個表_1.2 インターフェロメトリ音響測深機 (★★★)

技術担当者: 長崎支所 (橋本・石丸・吉原)

【保有機の型式と概説】

EdgeTech6205 (1台, 米国EdgeTech社製): 浅場から深場までの面的測深とサイドスキャンが同時に取得可能な効率的な機種。
(国内では当センターのみ保有。※令和2年10月末時点)

【仕様】

項目		EdgeTech6205	
発振パルス方式		Chirp 方式	
発振周波数		230kHz	500kHz
ビーム数(片側)		1	1
測深	ビーム幅	1° × 0.7°	1° × 0.5°
	受信素子数(片側)	10	10
	スワス測深範囲	350m	150m
	測深可能な直下水深	215m	75m
	距離分解能	3cm	1cm
	垂直方向分解能	3cm	1cm
サイドスキャン	最大探査レンジ (片舷幅)	450m	250m
	距離分解能	3cm	3cm
	水平方向指向性	0.64度	0.50度
本体のサイズ		直径15cm × 幅21.1cm × 長さ76.2cm	
曳航体重量		19.9kg(空中)	

【特徴・用途等】

インターフェロメトリ音響測深機はサイドスキャンソナータイプのスワス測深機で、マルチビーム音響測深機と同等精度の面的測深とサイドスキャンソナーイメージが同時に取得可能な先進的な装置である。特徴としてスワス幅(測深可能な幅)が極めて広く(水深の12倍)浅海域の調査に有利なほか、測深とサイドスキャンが同時実施可能なため調査期間やコスト低減が可能である。当センターでは施設造成の際の事前調査、施設設置後の出来形確認、海砂採取域の掘削状況など数多くの稼働実績があり、いずれのケースにおいても高品質なデータが得られている。解析したデータからは成果品として、水深図、等深線図、断面図、深度分布図、サイドスキャン画像、後方散乱波画像、鯨瞰図(3D)等が作成できる。

【写真】



写真1 EdgeTech6205曳航体



写真2 曳航体の艀装状況(側舷に固定)

【成果図】

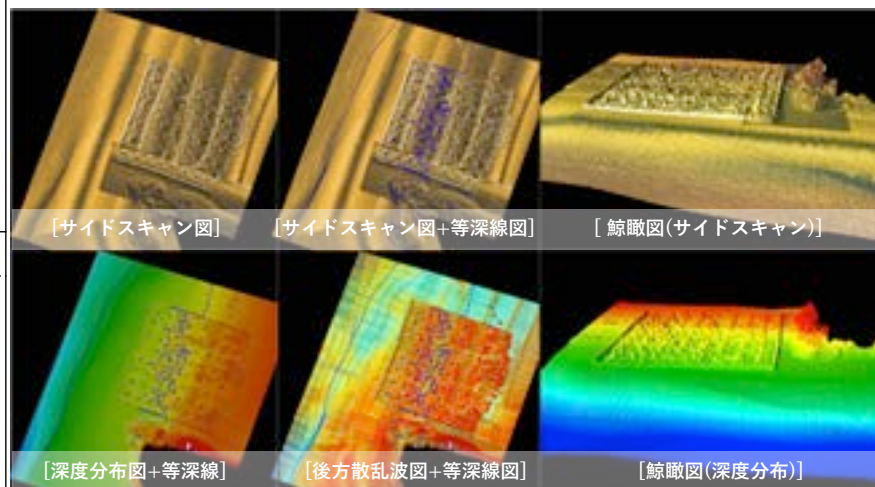


図1 増殖場での成果例(上: サイドスキャン、下: 面的測深・後方散乱波)

個表_1.3 サブボトムプロファイラー地層探査機 (★★★)

技術担当者; 長崎支所 (橋本・石丸・峯)

【保有機の型式と概説】

EdgeTech3400 (1台, 米国EdgeTech社製) : 浅場から深場までの海底下の地層を探索可能な小型の最新鋭機種。

(国内では当センターのみ保有。※令和2年10月末時点)

【仕様】

項目		EdgeTech3400 (SB-216S)
発振パルス方式		フルスペクトラム FM信号 (チャープ方式)
発振周波数帯域		2-16kHz
出力		4KW
ビーム幅		進行方向 : 10° 直交方向 : 15°
垂直解像度		6-10cm
ペネトレーション (一般的な海底下の貫通深度)	均一な砂	6m
	シルト	80m
発振周波数		2周波同時取得
曳航方式		曳航・固定
本体のサイズ		直径114cm×幅55cm×高さ30cm
重量		65kg(空中), 33kg(水中)

【特徴・用途等】

サブボトムプロファイラーは探査船から水中に潜航させた曳航体から直下に低周波の超音波を発振し、海底数十mまでの地層を精密に探査することを目的とする装置で、当センターが新しく導入した最新鋭機器である。従来、鉱物資源調査、海底土木基礎調査、海底ケーブル敷設ルート調査で使用されており、このほかにも施設の埋没状況調査、浚渫可能量の把握等で活用が期待される。また、本機は従来機に比べ小型軽量であるため、浅海域の探査においても使用できるメリットがある。取得したデータからは右の成果図に示すように、海底下の砂や岩礁等の層厚が得られ、これにより地質毎の詳細な断面積、ボリューム等の算出が可能である。これにインターフェロメトリ音響測深機やサイドスキャンソナーによる面的な底質性状・測深機器等と組み合わせ高精度な情報を提供することができる。

【写真】

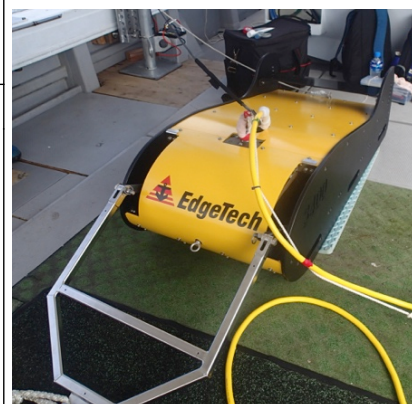


写真1 EdgeTech3400曳航体



写真2 曳航体の海中への潜航作業状況

【成果図】

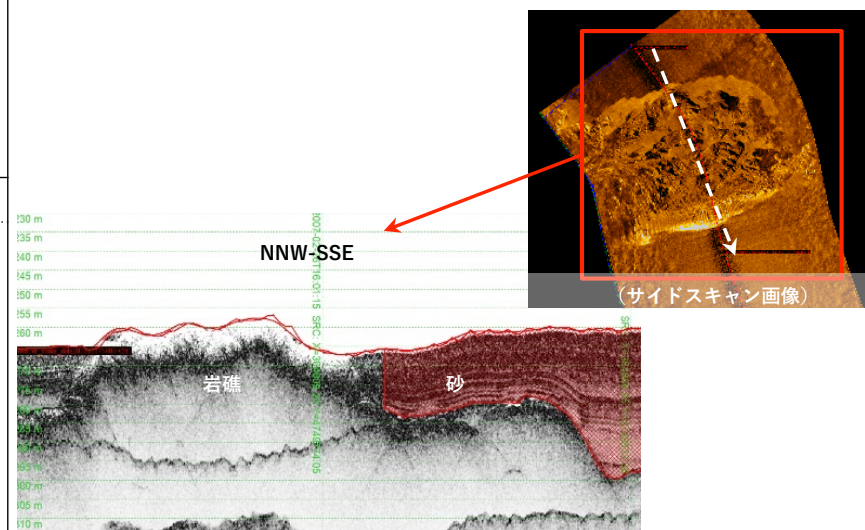


図1 天然礁での成果例 (右上: サイドスキャン、左下: サブボトム)

個表_1.4 R O V (小型有索式水中ロボット) (★★)

技術担当者: 長崎支所 (井上・橋本・煙草谷)

【保有機の型式、仕様】

① 三井 E & S 造船製 RTV.N-Hyper200EXY

- 最大使用水深 200m
- ビークル寸法 120×60×61cm
- ビークル質量 55kg
- 水中ケーブル 200m
- 最大速度 約4knot
- その他特徴 上下トリム運動可
ソナー搭載 (最大100m)



ビークル (RTV.N-Hyper200EXY)

② 三井 E & S 造船製 RTVD-100MK II EX

- 最大使用水深 150m
- ビークル寸法 105×54×54cm
- ビークル質量 42kg
- 水中ケーブル 200m
- 最大速度 約3knot
- その他特徴 上下トリム運動可
ソナー搭載 (最大100m)



操作画面、制御装置等

【特徴・用途等】

ROVは海中を自由に動き、海中の生物や構造物を探索・視認することができる機器である。当センターが保有する2機種は、共に高出力で速度が速く、潮流等の厳しい環境条件下でも使用することができる特徴を有し、発電機による電力供給方式のため使用時間に制限なく、長時間稼働することができる。また、上下トリム運動により高速で潜航・浮上ができ、全方位確認可能なソナーを搭載し、ビークルから対象物への方向と距離を把握できる。オプション装置として水温計を装着し、その他にも各種小型観測機器の装着が可能である。活用事例として、人工魚礁・中層型浮魚礁・増殖礁等の効果確認調査(主に生物調査)、人工構造物の機能劣化状況調査、漁場の網がかり状況調査、海底に設置された観測機器の回収作業(超音波(受信機等)、洋上風力発電施設(浮体)の生物調査等、数多くの実績がある。

【成果映像】

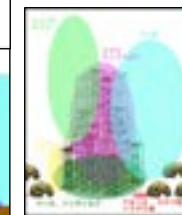
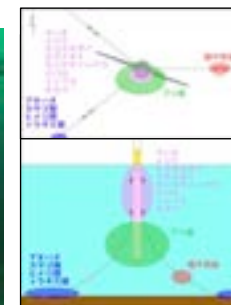


写真1 生物生息状況調査 (魚類、底生動物、付着動物など)

※蛸集量の計数及び算定、分布図の作成などを行う。



写真2 漁場や構造物の現況調査 (破損状況、埋没状況、網がかり状況など)

※状態の確認、度合いの算定、範囲の特定などを行う。



写真3 海底に設置した超音波受信機 (重量約10kgまで引揚可能)

※ビークルの先端を輪っかに掛けて、機器を回収する。

個表_1.5 水中可視化装置(超分解能魚群探知機) (★★)

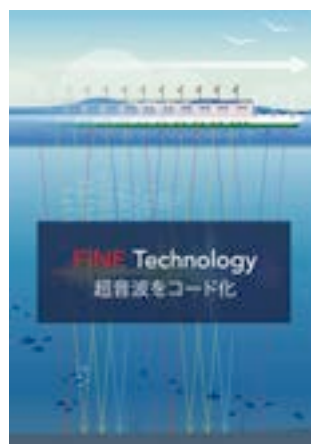
技術担当者: 長崎支所 (桑本・石丸・煙草谷)

【保有機の型式と概説】

AquaMagic QM240 (1台, 株式会社AquaFusion) ; 従来の魚群探知機の100倍の分解能を有する水中可視化装置。最大の特徴は、従来の魚群探知機の常識を70年振りに刷新した点にある。送信する超音波をコード化し、一つ一つ識別することで、反射が帰ってくる前でも超音波を連続して送信することを可能にしている。音速の壁を超えた世界初の技術と言われる。

【仕 様】

■送信周波数	240KHz
■送信回数	1~40回/秒
■送信方式	CDMA方式 ※1)
■送信パルス幅	1msec / 2msec
■最小検知開始水深	75cm / 200cm
■最大検知水深	100m / 170m
■対象魚サイズ	5~100cm
■信号処理ユニット重量	2.0kg
■信号処理ユニット入力電圧	12V
■信号処理ユニット消費電力	平均10W
■信号処理ユニット作動温度	0~50℃
■画面表示用タブレット	14インチ
■振動子寸法・重量	直径100mm×長さ50mm、2.5kg (専用振動子)



※1) CDMA方式を水中超音波で実現。FINE(First Interval Echosounding) Technologyにより、1秒間に40回以上の超音波を送信し、従来の100倍の分解能を実現している。また船速20ノット以上での高速な探査可能。通常深度では、体長5cmの魚(図1)や魚礁部材、直径5mmの小物体まで鮮明な可視化が可能である。

【特徴・用途等】

圧倒的な分解能の高さにより、海中のみならず海底面の状況も詳細に把握できる。魚礁漁場や沿岸域藻場等において、大小魚類、動物プランクトン、海藻、魚礁、天然礁等の状況を効率的に確認できる。その他に海中に漂う瓦礫、漁具の確認に最適である。データはタブレット端末に保存できるため、後日解析することにより、サイズ、数量を算出でき、様々な視点からの定量化や効果検証が可能である。水産業のみならず、海洋レジャー、海洋開発、観光、環境産業等、多方面からの要請に対しても素早い情報提供が可能であり、用途の幅は広い。

【写 真】



写真1 信号処理ユニット(下)と表示タブレット(上)

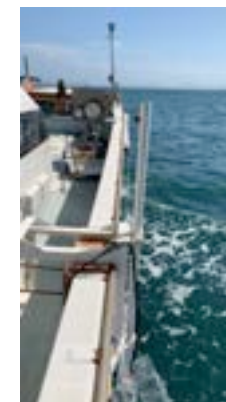


写真2 振動子取付け金具

(出典: <https://aquafusion.jp/product/aquamagic> より引用)

【成果図】

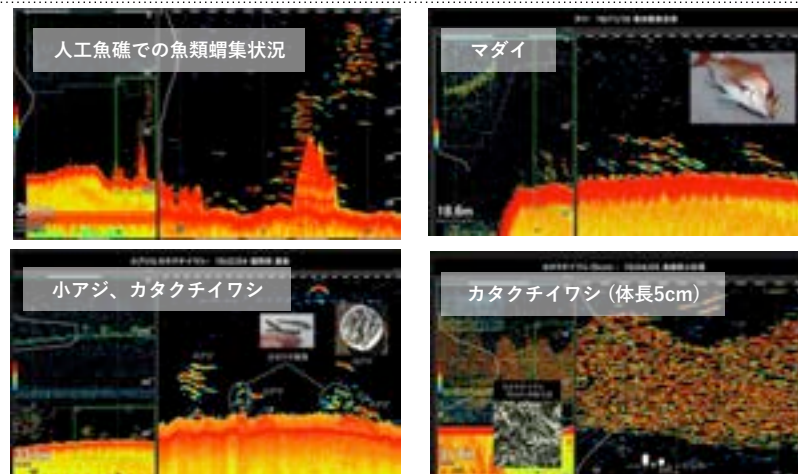


図1 鮮明に映し出された魚群(体長と尾数が確認できる)

(出典: 左上の画像は株式会社ブルーオーシャン研究所提供。他は同前)

個表_2.1 魚礁・増殖場設置後の出来形確認技術 (★★)

技術担当者; 長崎支所 (峯・橋本・井上)

【出来形確認の概要】

魚礁・増殖場等の施設設置後の出来形を詳細に確認する技術。魚礁は主に精密音響測深機を用いて設置位置、範囲、設置水深、魚礁の高さ、転倒の有無などを把握でき、増殖場はサイドスキャンソナー、精密音響測深機を用いて造成範囲、礁体個数、積み重なりなどを正確に把握できる。

【仕 様】

【精密音響測深機(PDR-1200型)】



型式	PDR-1200型(日本電機株式会社)
使用電圧	内蔵ニッケル水素電池又は外部12Vバッテリー
使用周波数	700kHz ± 5kHz
測深範囲	(浅) 1. 0~25m 2. 15~35m 3. 30~50m 4. 45~65m (深) 1. 0~40m 2. 30~70m 3. 60~100m 4. 90~130m
可測深度	水深は水深センサーで0~130m ボトム水深センサーで0~130m
測深精度	±0.03m水深 ± 1/1000m
発射回数	160/秒
感度調整	自動又は手動
吃水調整	0.0m~8.99mまで1cm単位で調整
航速り速度	400m/min (40, 60, 80, 120m/min)
記録方式	サーマルヘッドによる感熱記録方式
有効記録	200m
使用記録紙	210mm幅 × 25m巻 感熱性記録紙

【サイドスキャンソナー(例: System3000H)】



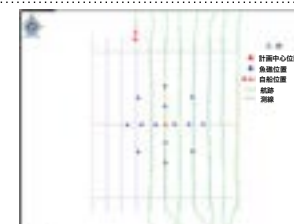
項目	System3000H	備 考
発射周波数	443kHz (900kHz)	シングルビーム
ビーム数(片側)	5	レンジ幅は狭いほど詳細
最大調査レンジ(片側幅)	150m 50m	なデータが得られる。
水平方向指向性	0.21度 0.21度	Tone burst 方式
垂直方向指向性	40度 40度	
サンプリングレート	24kHz	
パルス幅	25~400μsec	
測定水深	200m	
調査航速	2~5ノット	
機体重量	29kg(空)	

【特徴・用途等】

出来形確認の際は、魚礁・増殖場計画位置の緯度経度を海洋版GISに入力後、調査測線を設定し、精密音響測深機、サイドスキャンソナーを機装した調査船により測線上を航行させ、データを取得する。成果については、魚礁は設置位置の模式図、増殖場は位置情報を包含した画像を作成し、設置範囲、魚礁の高さなど各項目が許容範囲を満たしているかどうか確認する。こうした出来形確認の実施により、設置直後の正確な状況が記録されるため、その後の施設の維持管理や事業計画策定に役立つと共に、施工結果が分かり易く可視化されることから施工技術の向上につながり、丁寧な施工が期待される。

【調査イメージ】

※操船が取得データに大きな影響を与えるため操船者の操船技術が重要となる。



調査測線及び航跡

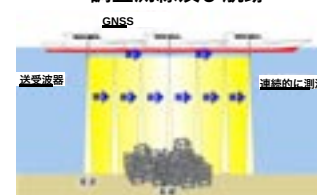


図1 魚礁調査イメージ図

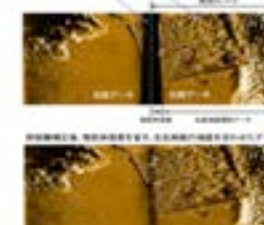
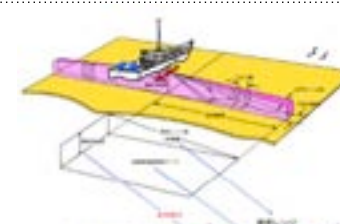
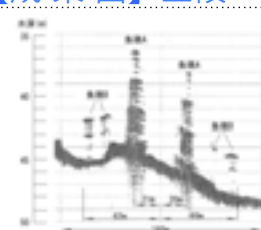
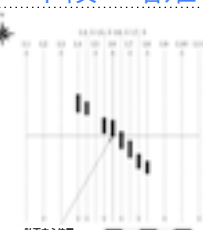


図2 増殖場調査イメージ図

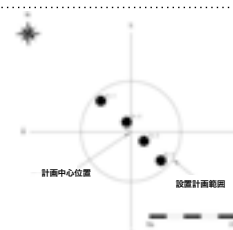
【成果図】上段：魚礁 下段：増殖場



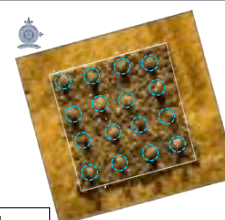
測深記録



調査航跡及び魚礁記録

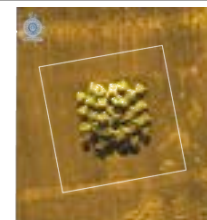


魚礁分布模式

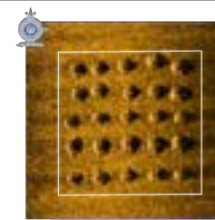


凡例
白枠線：設置計画範囲
●：藻場礁位置

石材+藻場礁



ブロック乱積み



ブロック平積み

個表_2.2 GIS版魚礁施設管理台帳作成技術 (★★★)

技術担当者; 長崎支所 (橋本・桑本・井上)

【概 説】

GIS (地理情報システム) を利用したデータベース形式の魚礁施設管理台帳を整備し、漁業者の魚礁利用促進及び魚礁事業の効率的な展開を図る技術。当技術は既存資料を基に魚礁の位置、種類、分布及び海底地形等の情報をサイドスキャンソナー等を用いて把握し、解析画像等をGISに取り込み、魚礁情報を容易に閲覧可能なデータベースとして構築する。情報基盤整備が最も重要な課題であるとの観点から、今後の効果的展開には不可欠の技術である。

【仕 様】

サイドスキャンソナーによる捜礁



サイドスキャンソナー



人工魚礁の取得画像

GISにデータベース化した魚礁台帳

- ・多彩な魚礁情報
- ・正確な魚礁位置
- ・魚礁分布範囲
- ・魚礁間の相対位置
- ・海底探査画像
- ・底質分布
- ・魚礁効果
- ・その他...

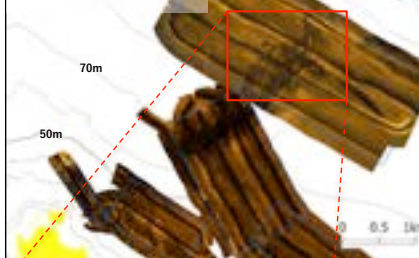
※背景：漁業者は正しい位置が判らなければ、魚礁を利用できない。しかしながら、過去に設置された魚礁情報を事業主体が正しく整理・保管されていないケースが多い。今日ではGNSS(全球測位衛星システム)による測位技術の発達により、数mの精度で設置位置が確認できるが、GNSSが普及し始めたのは1990年代後半になってからであり、それ以前に設置された魚礁の位置については、緯度経度が記録されておらず、記録があったとしても大きなズレがあるため、位置が不明なものが多い。

【特徴・用途等】

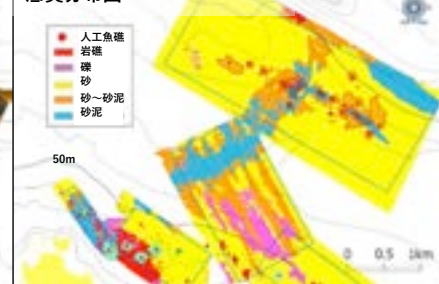
GIS版魚礁施設管理台帳を作成することで、魚礁の緯度経度をはじめ分布形態、海底地形、施設管理情報(設置年月日、設置数量、魚礁姿図等)等が一目で判るほか、魚礁効果調査報告書や水中写真・ビデオ映像などをリンク化することで様々な魚礁情報の管理が可能になる。また、GIS上では方位・距離・面積計算、描画なども可能であることから、事業計画・構想策定等の際に大いに役立つ。さらに標本船に搭載したGPSデータロガーのデータを加えることで、魚礁の経済効果把握の手段(個表_2.3参照)としても有効活用できる。

【GIS表示画面】

サイドスキャン解析画像



底質分布図



拡大図



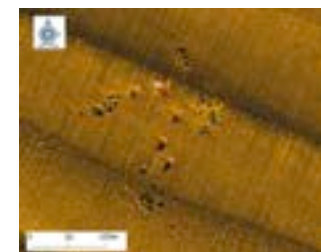
水中映像



GIS上で魚礁位置
を選択すると表示

管理番号	495
事業名	〇〇大型魚礁
事業主体	〇〇県
魚礁規模	ドラゴンリーフDR5000U 5個(622個m3) ターゲット魚礁B型 70個(1,911個m3)
設置年度	平成6年度
中心位置	(世界測地系) (日本測地系) 495 緯度 緯度 N 緯度 E 495 ア 緯度 緯度 N 緯度 E DR5000U 緯度 緯度 E 緯度 E 495 イ 緯度 緯度 N 緯度 E DR5000U 緯度 緯度 E 緯度 E 495 ウ 緯度 緯度 N 緯度 E DR5000U 緯度 緯度 E 緯度 E 495 エ 緯度 緯度 N 緯度 E DR5000U 緯度 緯度 E 緯度 E 495 オ 緯度 緯度 N 緯度 E DR5000U 緯度 緯度 E 緯度 E
設置状況	○設置水深 : 80-85m ○底質 : 砂質 ○深度勾配 : 1/270

*** サイドスキャンソナー探査画像 ***



*** 魚礁姿図 ***



*** 魚礁分布範囲 ***



魚礁群毎に個表
として整理

図1 GIS上での表示画面の一例

個表_2.3 魚礁効果診断システム (独自開発モデル) (★★★★)

技術担当者: 長崎支所 (桑本・石丸・吉原)

【システムの概説】

魚礁効果診断システム; 本システムは魚礁効果の定量的な把握を目的に当センターが平成21年度に開発した独自システム。一般漁船にGPSデータローガーを設置し、水揚精算仕切書を提供していただければ、漁業者に一切の手間をお掛けすることなく、魚礁利用及び魚礁効果の定量的把握が可能である。漁場調査分野でのICT・IoT活用の先駆けとなったシステムである。

【仕様】

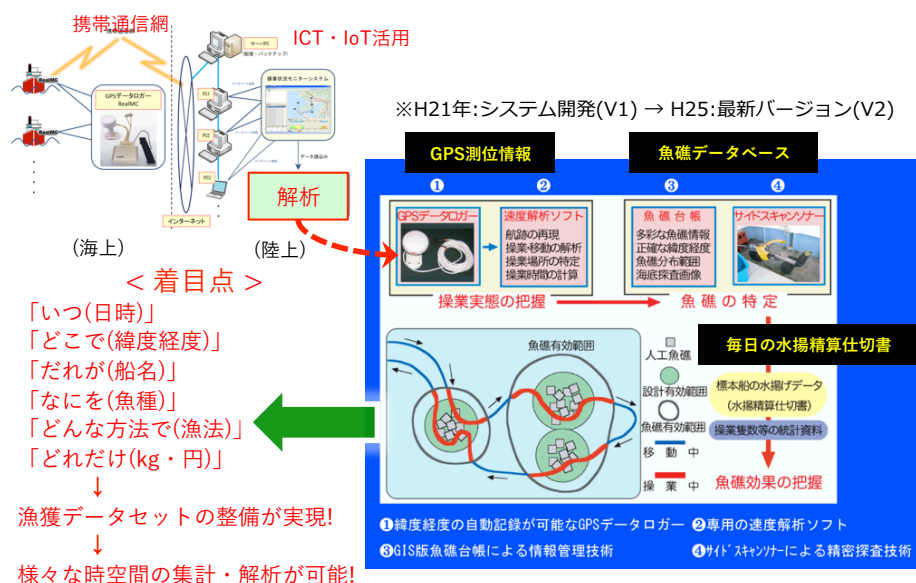


図1 魚礁効果診断システムの概念図

【特徴・用途等】

本システムの開発により、これまで紙ベースの作業日誌に依存していた魚礁利用実態調査の効率性と客観性が飛躍的に向上した。特定海域、魚礁、沈船、その他構造物がどの様に利用されているかを知りたい場合、本システムの活用により多くの有益な情報を得ることができる。魚種別・漁法別水揚量、水揚額、作業時間、CPUE、魚礁利用率、漁場形成、魚礁原単位、B/C等はいもとり、最適な魚礁設置条件値の算出(要因分析)が可能である。現在は長年の蓄積データから「漁獲効果予測モデル」をプログラム化し、将来予測が可能になっている。

【写真】



写真1 漁船キャビン内のGPSデータローガー

(GPS受信ビーコン、信号処理装置、携帯通信アンテナ)



写真2 DC電源にプラグ接続状況

(主電源のON/OFFと自動的に連動)

【PC解析画面】

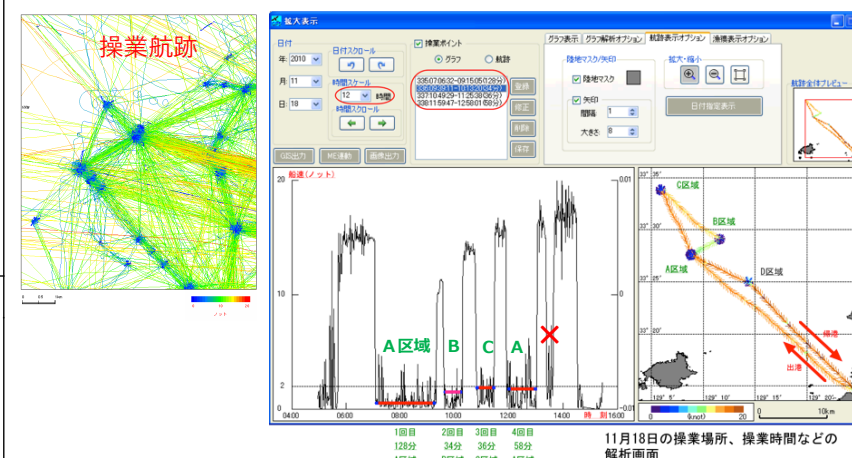


図2 作業モニタリングデータの速度解析画面

(任意期間の作業状況を確認し、漁法別の作業場所や作業時間等を解析)