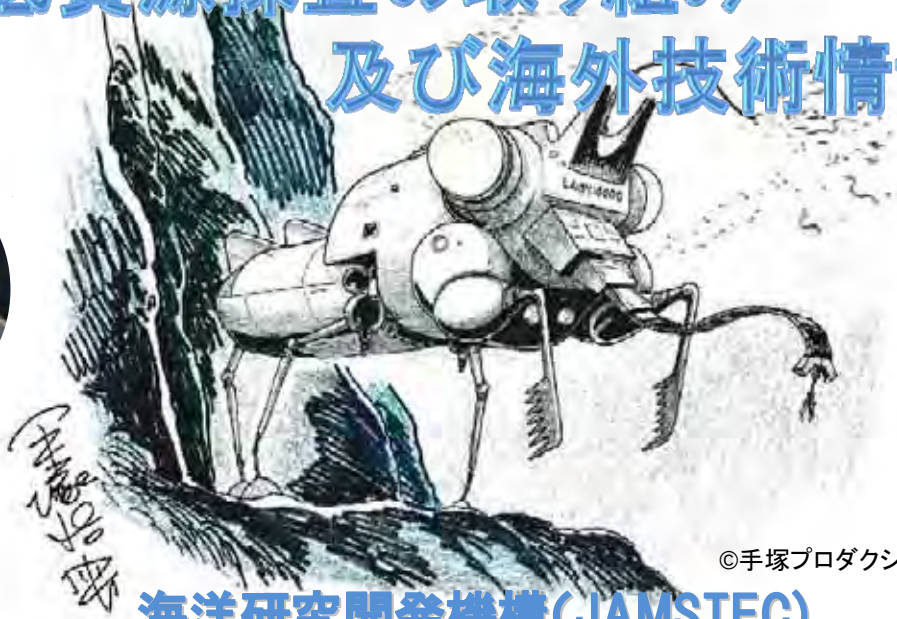
資料1－1

「海洋資源の有効活用に向けた検討委員会」

JAMSTEC

平成21年2月19日

海底資源探査の取り組み及び海外技術情報



©手塚プロダクション

海洋研究開発機構(JAMSTEC)
宮崎武晃

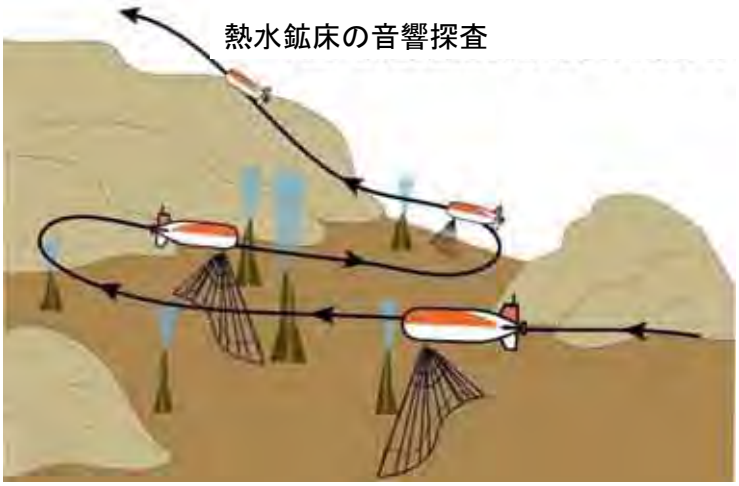
JAMSTEC

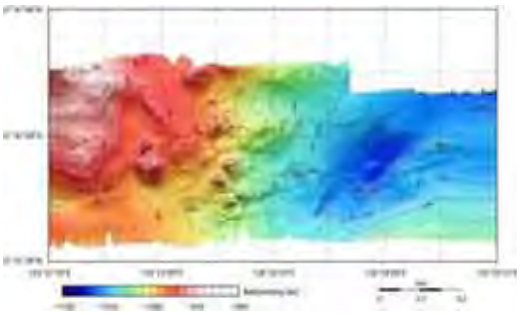
海洋熱水鉱床の探査法

自律型無人探査機(AUV)による探査(1)

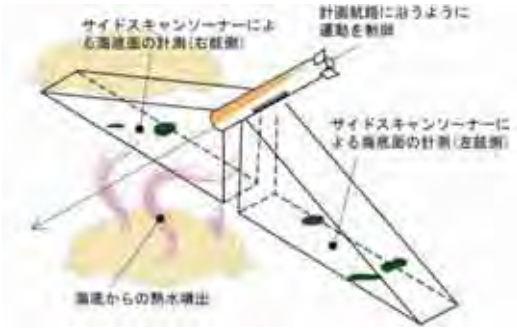
JAMSTEC

熱水鉱床の音響探査





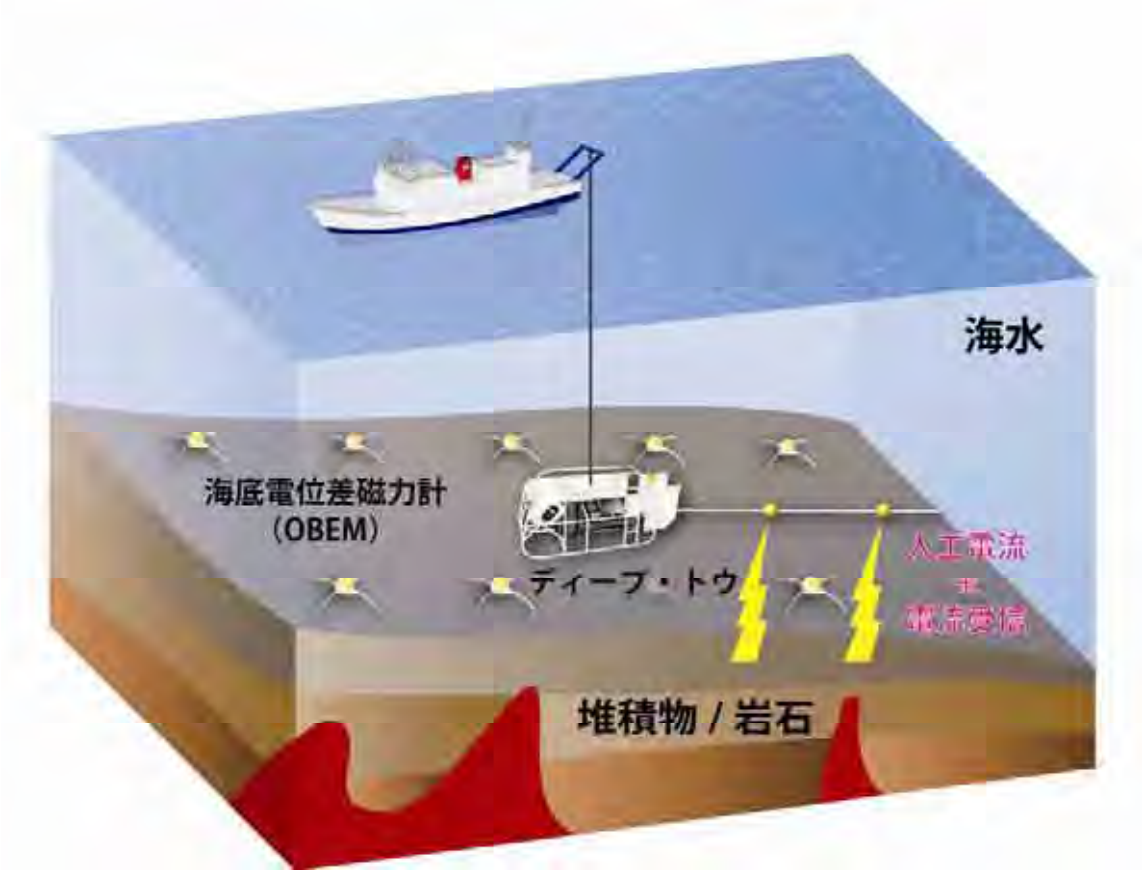
海底精密地形図(マルチビーム)



サイドスキャンソナーによる探査

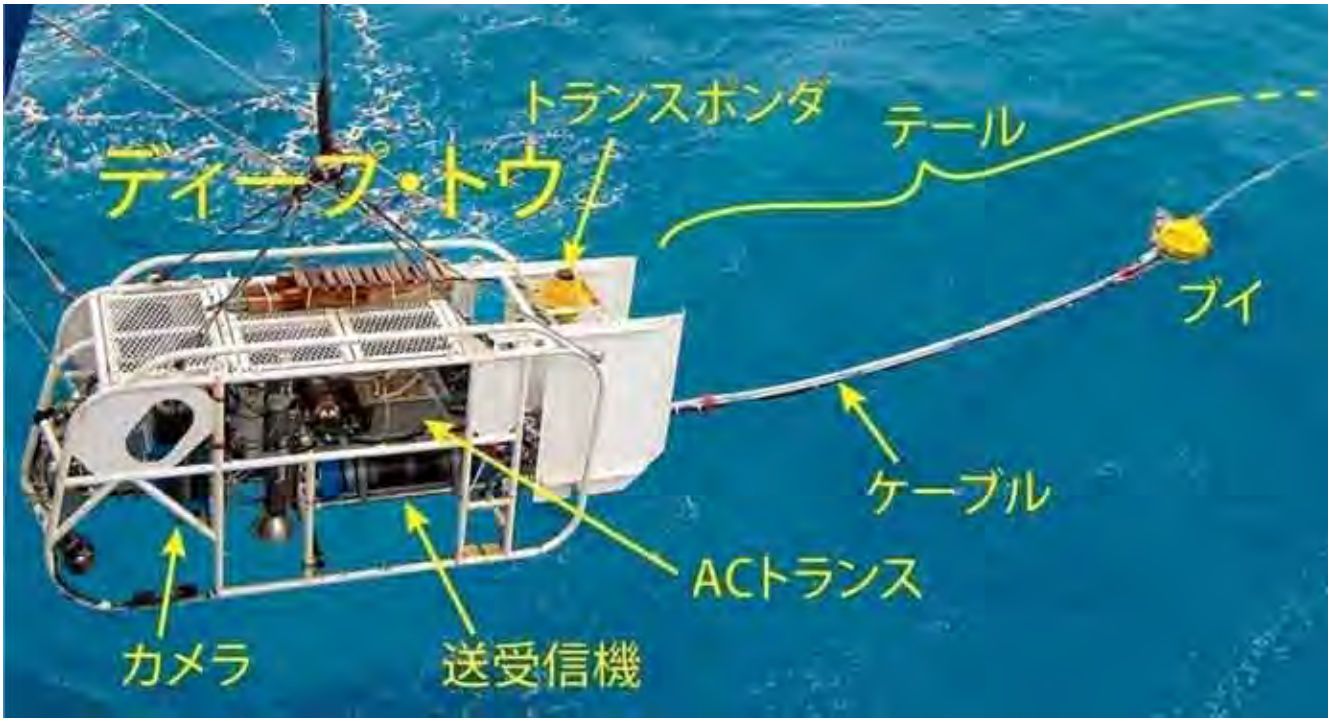
曳航体(ディープ・トウ)による電磁気探査(1)

JAMSTEC



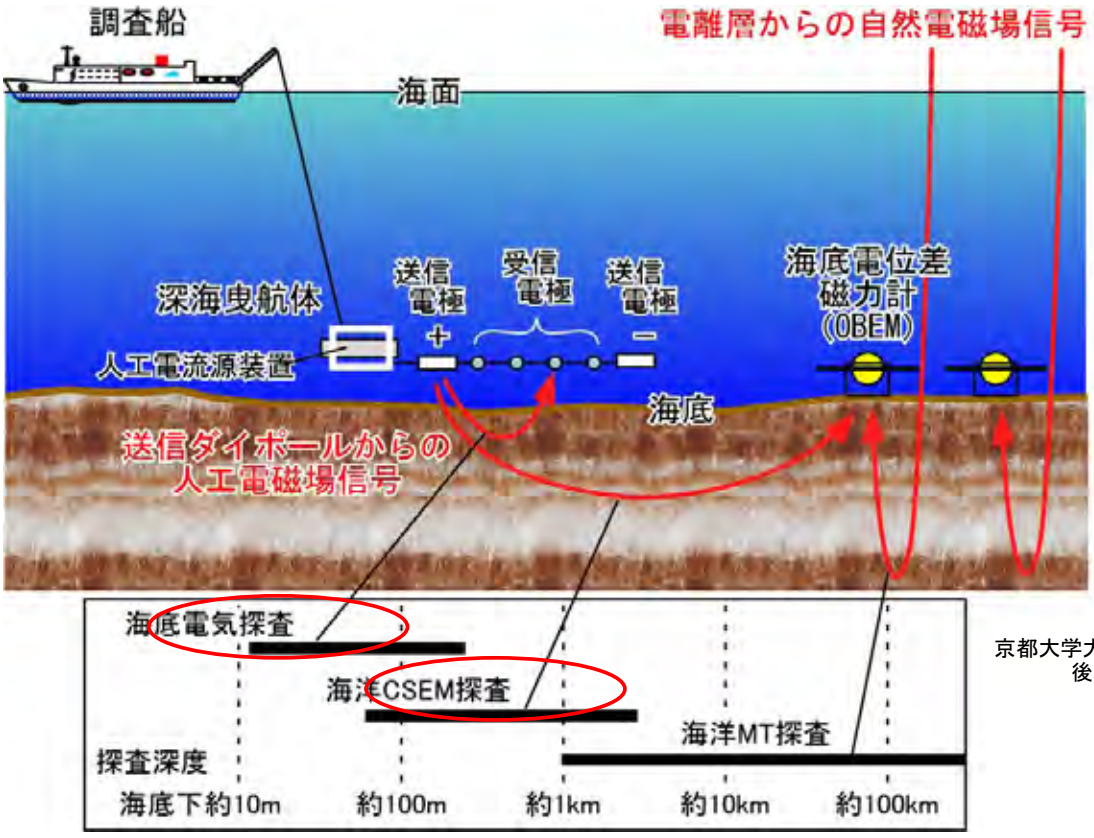
JAMSTEC

曳航体(ディープ・トウ)による電磁気探査(2)



JAMSTEC

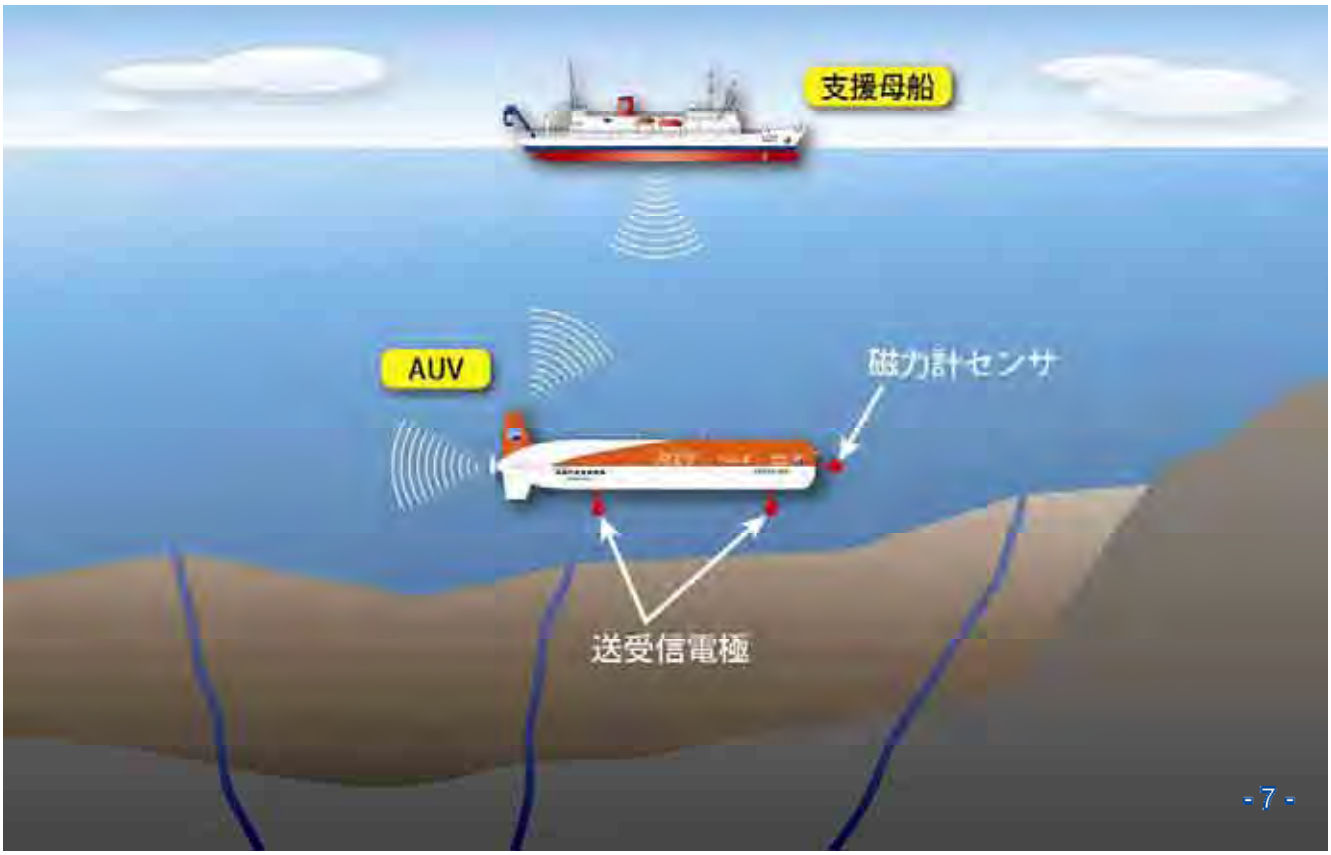
電磁気探査の概要



京都大学大学院工学研究科
後 藤 忠 徳 准教授

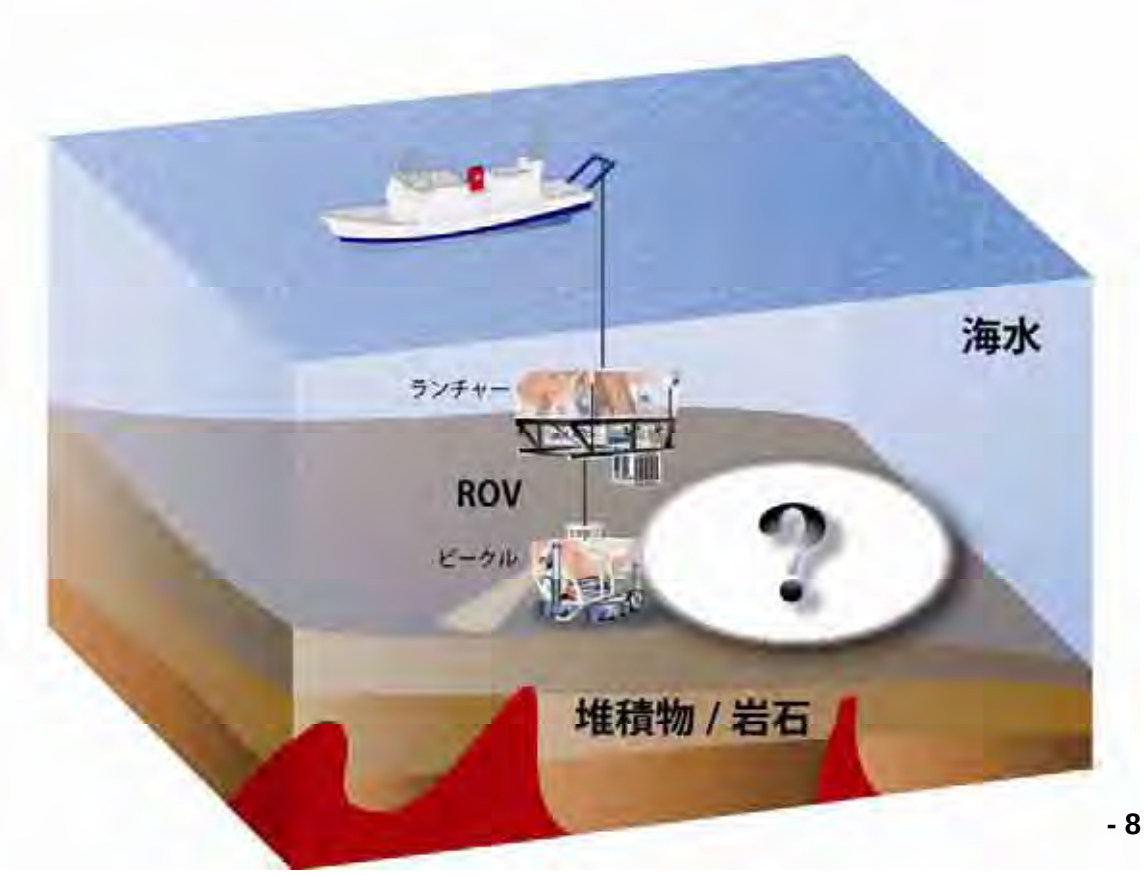
自律型無人探査機(AUV)による探査

JAMSTEC



無人機(ROV)を用いた海底探査

JAMSTEC



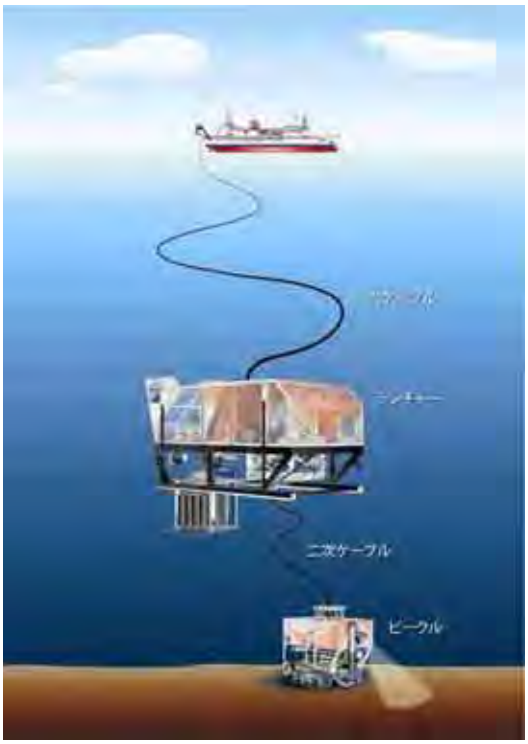
無人機(ROV)によるボーリング

JAMSTEC

世界最深部まで潜航可能な 無人探査機「ABISMO」 水深10,250m達成

JAMSTEC

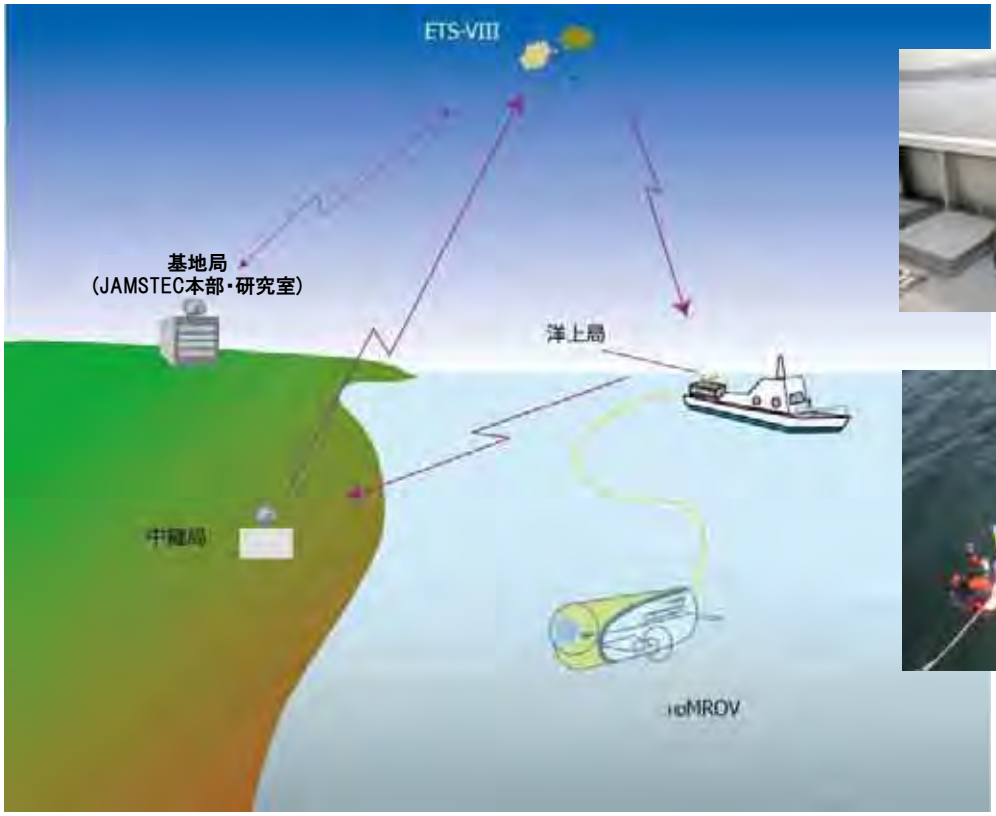
大深度小型無人機
「ABISMO」
(Automatic Bottom Inspection and Sampling Mobile)



システム全体図

JAMSTEC

人工衛星を利用した
深海探査機の遠隔制御試験に成功



2008年12月10日プレスリリース

JAMSTEC

委託調査概要

委託先 ： 社)海洋産業研究会

「海底資源探査に有効なシステム等に関する基礎調査」

〔委員長〕
徳 山 英 一　　東京大学海洋研究所教授

〔委 員〕
後 藤 忠 徳　　京都大学准教授
大 岡 隆　　(独)石油天然ガス・鉱物資源開発機構(JOGMEC)
西 村 昭　　(独)産業技術総合研究所
高 川 真 一　　(社)日本深海技術協会
石 原 康 隆　　日本海洋事業(株)
小 田 秀 夫　　日本海洋(株)
小 梨 昭一郎　　JFEアレック(株)
浜 芳 典　　日本電気(株)

〔事務局〕
中 原 裕 幸　　(社)海洋産業研究会常務理事
塩 原 泰　　〃　　主任研究員

MTS日本支部設立20周年記念講演会
2008年11月28日　於;白鳳丸

海洋調査観測の現状と未来

東京大学海洋研究所
徳山英一

東京大学海洋研究所
徳山教授

海洋観測技術・手法
-新しい観測技術・手法の開発-

キーワード

・2次元から3次元/4次元

・深海域における高分解能計測

　新リモートセンシング法の開発

　各種センサーの開発

　（化学センサー、物理量センサー）

・大型プラットフォーム

・各種サンプラーの開発

　（掘削システム、生物採取システム他）

熱水鉱床賦存量の把握

東京大学海洋研究所
徳山教授

OBCと深海音源(磁歪式？100-1000Hz)の開発

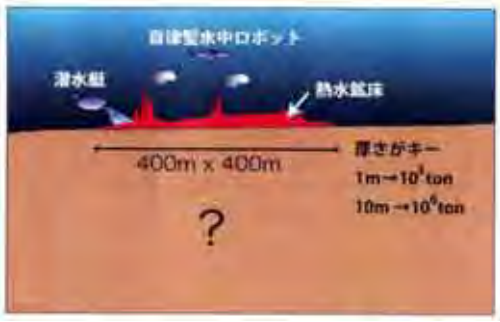
◎資源量
（鉱体の広がりx厚さ）

◎現状
表面的な広がりは確認できたが、厚さの情報が欠如

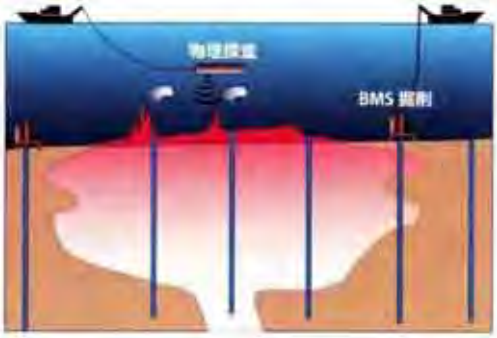
＜事例1＞
水曙火山では、浦辺教授によるBMS調査の成果、マウンドの下部は基盤岩

＜事例2＞
ネプチューン社が行った探査でも同様の結果

熱水鉱床はその一部を海底面上に見ることができる



まず、地下の情報を得ることが先決

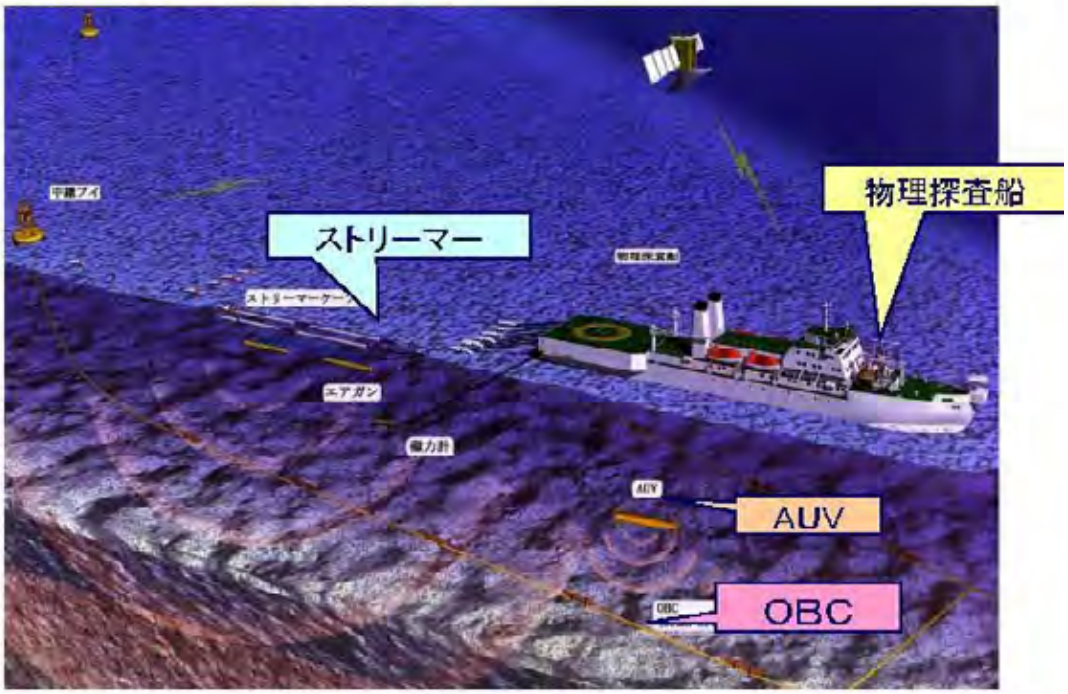


東京大学浦辺教授より

試料採取船のイメージ

東京大学海洋研究所
徳山教授

物理探査船の全体イメージ



三井造船㈱ 19

海底電磁気探査による海底資源調査

後藤忠徳

京都大学大学院工学研究科社会基盤工学専攻
地殻工学講座ジオフィジクス分野

Tada-nori Goto
Kyoto Univ.

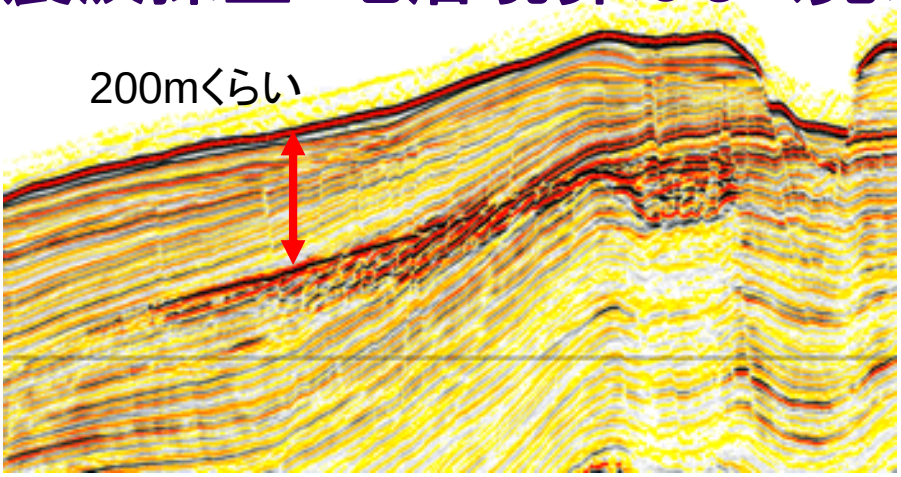
要旨

- なぜ電磁気探査か？
- 電磁気探査の概要
- 石油調査における電磁気探査の興隆
- メタンハイドレート調査
- 金属資源調査
- 将来像

事例多い

少ない

なぜ電磁気探査か？
地震波探査：地層境界はよく見える



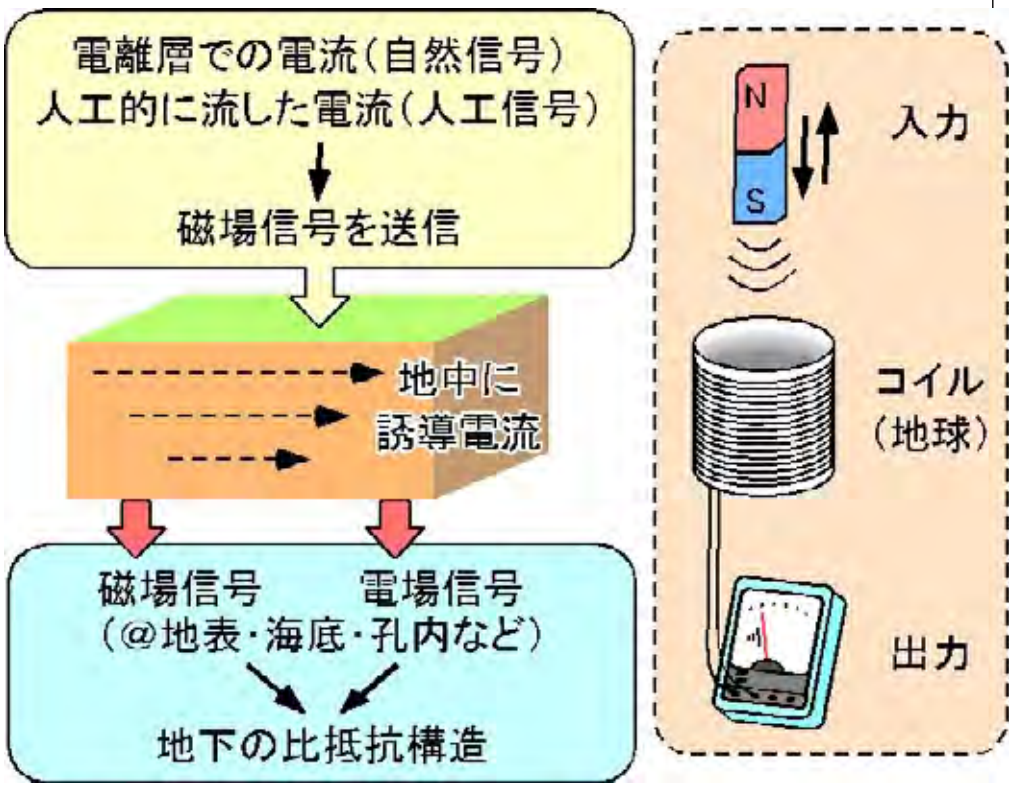
http://www.mh21japan.gr.jp/2005/index4.htm

- 例：BSR＝メタンハイドレート層の最下部
- メタンハイドレート層そのものはどこにある？

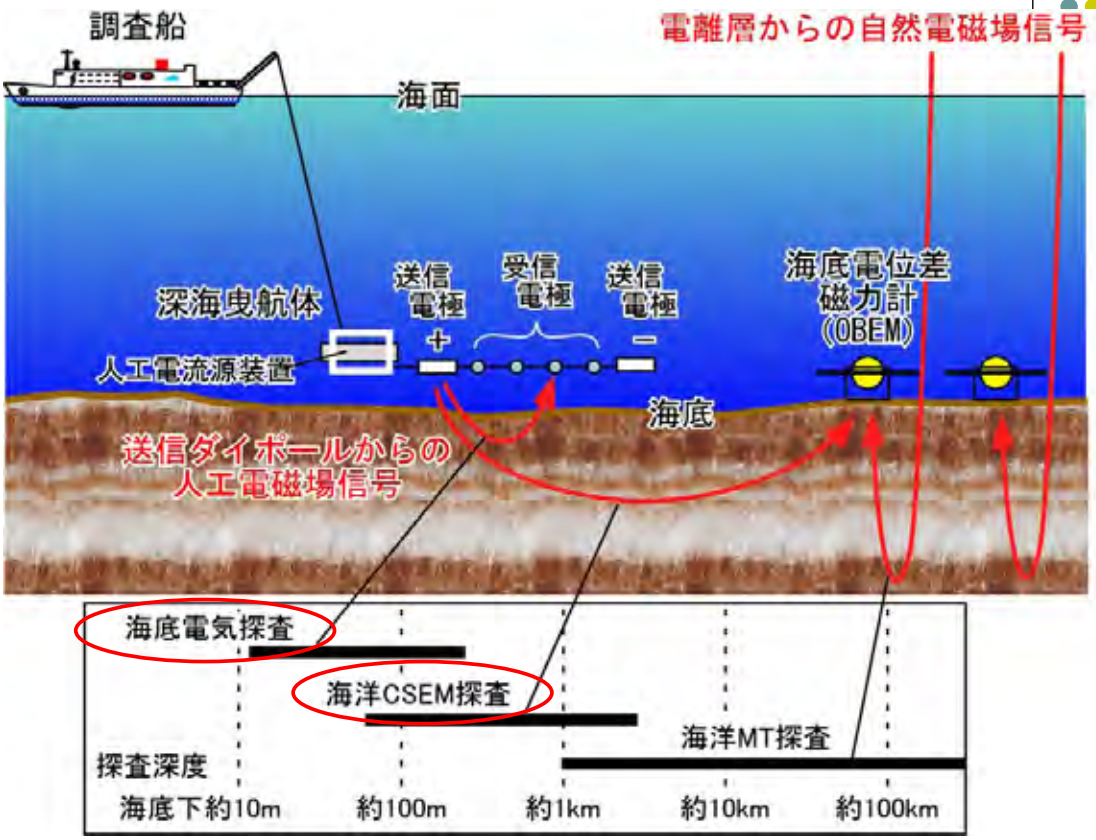
なぜ電磁気探査か？
電磁気探査：地層そのものの情報

- 電磁気探査では地下の堆積物や岩石の比抵抗値（1m^{3}大での電気抵抗）に関する情報が得られる
- 海水＝0.3Ωm
- 海底堆積物＝1Ωm
- 海底玄武岩＝2Ωm
- メタンハイドレート＝数10Ωm（Goldberg et al.2000）
- 石油・ガス層＝30Ωm程度（e.g., 山根, 2008）
- 硫化物（熱水鉱床）=0.2Ωm程度（Von Herzen et al., 1996）

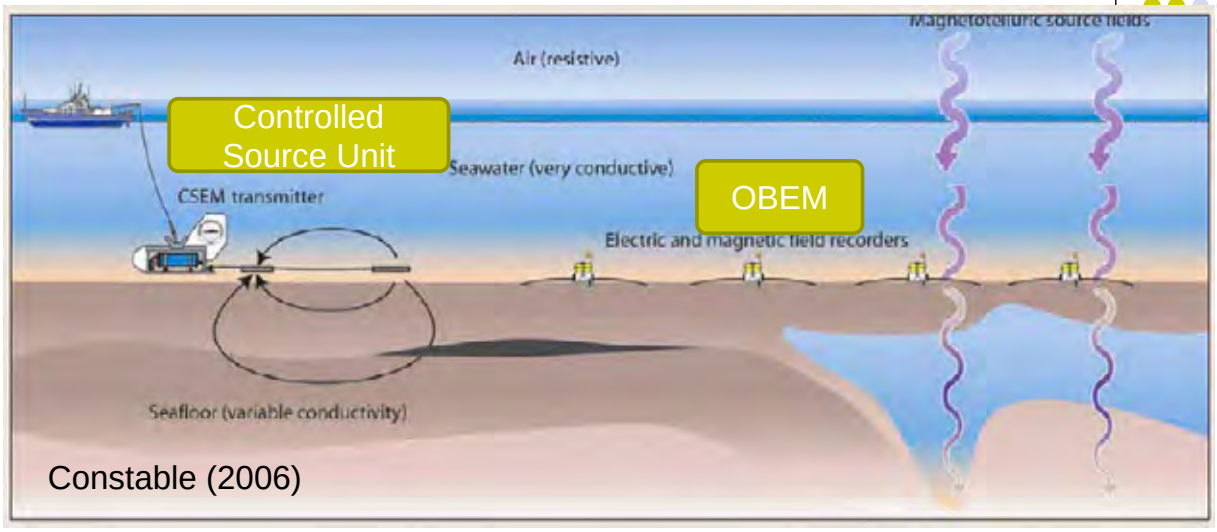
電磁気探査の概要



電磁気探査の概要(3種類)



石油業界での電磁気探査の興隆



Constable (2006)

- 人工信号源(Controlled Source)を用いた電磁気探査＝海洋CSEM探査が主流
- 自然信号を用いた海洋MT探査も行われる

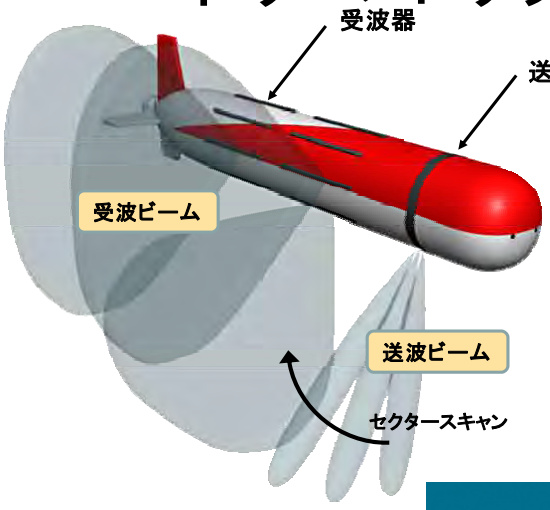
メタンハイドレートをターゲットとした海底電磁気探査

- 海洋CSEM探査＝1例
  Weitemeyer et al. (2006)
  ※海底下浅部を精密に決めるには、
  送受信機の相対位置を精度よく決める必要あり
- 曳航式海底電磁気探査＝複数例
  Schwalenberg et al. (2008)
  Goto et al. (2008)
  ※送信機と受信機を共に曳航しているため、
  送受信機の相対位置は精度よく決まる

熱水金属鉱床をターゲットとした海底電磁気探査

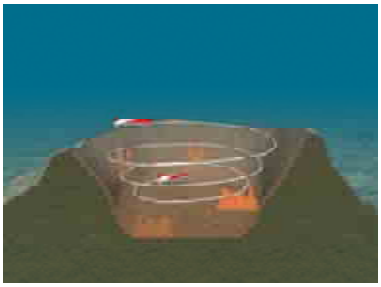
- 学術的な報告1例あり
- Nautilus Minerals社が実施
- パプアニューギニア沖：ROVに搭載した海底電磁気探査装置で海底面の比抵抗値を測定したらしい。
  （Kowalczyk et al, 2008）
- 探査深度は不明。ただし原理から考えるとかなり浅いだろう（数mか？）
- ROVによる海底面比抵抗値のMapping

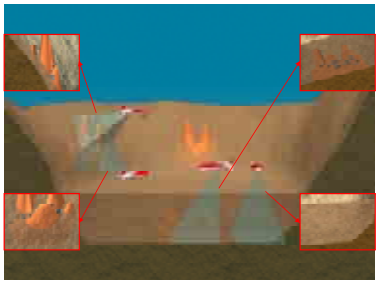
三次元探査技術
ボリュメトリックソーナーの考案



従来のサブボトムプロファイラは、
直下のみに音響ビームを形成するため、
航走により一つの断面しか観測できない。

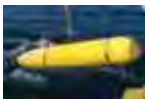
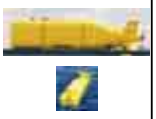
ボリュメトリックソーナーは、
進行方向に対して直角の送波ビームを
スキャンすることにより全周をカバーし、
航走により立体的な観測を可能とする。





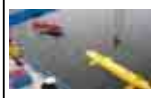
国外のAUV一覧

日本海洋㈱ 小田委員作成

	1	2	3	4	5	6	7
							
製造元	Atlas Maridan Aps(USA)	Atlas Maridan Aps(USA)	Atlas Maridan Aps(USA)	Bluefin Robotics Corporation(USA)	Boeing Integrated Defence Systems(USA)	Boeing Integrated Defence Systems(USA)	ECA SA(Fr)
名称	Maridan 600(Standard cofigu.)	SeaOtter MkI(standard confiju)	SeaOtter MkII(standard confiju)	Bluefing-21(BPAUV confitgu.)	Echo Ranger(OSIRIS cofigu.)	LMRS*(LMRS configu.)	ALISTAR(3000m configu.)
体型	長方形(Rectangular)	長方形(Rectangular)	扁形(oblate)	魚雷型(Torpedo)	長方形(Rectangular)	魚雷型(Torpedo)	魚雷型(Torpedo)
サイズ(L×W×H)	4.5m×2m×0.6m	4.5m×1.2m×0.6m	3.45m×0.98m×0.48m	1.8m×0.53m×0.53m	5.5m×1.27m×1.27m	6m×0.53m×0.53m	5m×1.68m×1.45m
船体材質	?	HDPE(高密度ポリエチレン)	?	?	?	アルミニウム	?
空中重量	1500kg	1500kg	1100kg	362.87kg	5308kg	1244kg	2300kg
最大深度	600m	600m	600m	6000m	3050m	1000m	3000m
動的浮力	—	—	—	—	—	—	—
自動復元力	—	—	—	—	可	可	可
障害物回避	—	—	有り	—	—	有り	—
航続時間	?	7時間(通常負荷)	24時間(通常負荷)	?	28時間(通常負荷)		24時間(通常負荷)
主要任務	ケーブルルート調査 海底鉱物資源調査 海洋調査 オイル&ガス調査 探査・回収調査	諜報、調査、偵察 機雷探査・掃海 クイックアセスメント(海洋環境)	指定なし	指定なし	ケーブルルート調査 オイルガス調査 パイプラインルート調査 海底地形	物理探査 水路測量 機雷探査掃海 海底地形	ケーブルルート調査
推進システム	スラスター:(2) *DOF: 1 ホバリング:不可 通常速度:1.54m/s 最大前進速度:2.06m/s	スラスター:(2) DOF: 1 ホバリング:不可 通常速度:1.54m/s 最大前進速度:2.57m/s ヨー半径:最小10m	スラスター:(5) DOF: 1 ホバリング:可 通常速度:2.06m/s 最大前進速度:4.12m/s ヨー半径:最小10m	スラスター:(1) DOF: 1 ホバリング:不可 公称速度:2.06m/s	スラスター:(1) DOF: 1 ホバリング:不可 通常速度:2.0m/s 最大前進速度:4.0m/s	スラスター:(1) DOF: 1 ホバリング:不可 最大前進速度:3.6m/s	スラスター:(8) DOF: 6 ホバリング:可 通常速度:1.03m/s 最大前進速度:2.06m/s

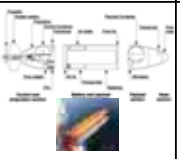
国外のAUV一覧

日本海洋㈱ 小田委員作成

	8	9	10	11	12	13	14
							
製造元	Hydroid(USA)	Hydroid(USA)	ISE(International Submarine Engineering)(CA)	ISE(International Submarine Engineering)(CA)	ISE(International Submarine Engineering)(CA)	Marine Systems Engineering Laboratory(USA)	MIT AUV Laboratory(USA)
名称	REMUS 6000(Standard)	REMUS 6000(SAMS*)	Explorer(3000config.)	Explorer(5000config.)	Explorer(Eagle Ray configu.)	EAVA I(original configu)	Odyssey I (original configu.1992.1)
体型	魚雷型(Torpedo)	魚雷型(Torpedo)	魚雷型(Torpedo)	魚雷型(Torpedo)+翼(wing)	魚雷型(Torpedo)	フレーム型(Open space frame)	涙滴型(teadrop)
サイズ(L×W×H)	3.84m×0.71m×0.71m	3.84m×0.71m×0.71m	4.5m×0.69m×0.69m	5.5m×0.74m×0.74m	4.5m×0.69m×0.69m	1.22m×1.22m×1.22m	2.15m×0.59m×0.59m
船体材質	Titanium	Titanium	GRP(ガラス繊維強化プラスチック)	GRP(ガラス繊維強化プラスチック)	GRP(ガラス繊維強化プラスチック)	?	?
空中重量	862kg	884.5kg	630kg	1250kg	920kg	700kg	195kg
最大深度	6000m	6000m	3000m	5000m	2200m	3000m	6000m
動的浮力	—	—	—	—	—	—	—
自動復元力	—	—	可	可	可	不可	不可
障害物回避	—	—	—	有り	有り	—	—
航続時間	22時間(通常負荷)	16時間(通常負荷)	?	22時間(通常負荷)	通常負荷:36時間、最高負荷:24時間	6時間(通常負荷)	
主要任務	環境モニタリング 水路測量 海洋観測 海底地形 探査及び回収	海洋観測 海底地形	指定なし	海底地形	海底地形	パイプラインルートサーベイ	海洋調査
推進システム	スラスター:(—) DOF: 1 ホバリング:不可 通常速度:2.6m/s	スラスター:(1) DOF: 1 ホバリング:不可 通常速度:2.6m/s	スラスター:(1) DOF: 6 ホバリング:不可 通常速度:1.5m/s 最大前進速度:2.5m/s	スラスター:(1) DOF: 1 ホバリング:不可 通常速度:1.5m/s 最大前進速度:2.5m/s	スラスター:(1) DOF: 1 ホバリング:不可 通常速度:1.5m/s 最大前進速度:2.5m/s	スラスター:(6) DOF: 5 ホバリング:可 通常速度:1.03m/s	スラスター:(1) DOF: 1 ホバリング:不可

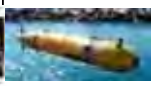
国外のAUV一覧

日本海洋㈱ 小田委員作成

	15	16	17	18	19	20
						
製造元	ISE(International Submarine Engineering)(CA)	ISE(International Submarine Engineering)(CA)	Kongsberg Maritime(NOR)	Kongsberg Maritime	Kongsberg Maritime	Kongsberg Maritime
名称	Explorer(IFREMER config.)	Theseus(Cable-laying config.)	HUGIN1000(HUS configu.)	HUGIN1000(MR configu.)	HUGIN1000(MRS configu.)	HUGIN3000(C-Surveyor-I configu.)
体型	魚雷型(Torpedo)	魚雷型(Torpedo)	魚雷型(Torpedo)	魚雷型(Torpedo)	魚雷型(Torpedo)	魚雷型(Torpedo)
サイズ(L×W×H)	4.5m×0.69m×0.69m	10.7m×1.27m×1.27m	3.85m×0.75m×0.75m	3.85m×0.75m×0.75m	3.85m×0.75m×0.75m	5.35m×1m×1m
船体材質	GRP(ガラス繊維強化プラスチック)	A;iminum	?	?	?	?
空中重量	750kg	8600kg	775kg	800kg	650kg	1400kg
最大深度	3000m	2000m	3000m	1000m	1000m	3000m
動的浮力	—	有り	—	—	—	—
自動復元力	可	不可	—	不可	不可	不可
障害物回避	—	有り	有り	—	—	—
航続時間	通常負荷：18.5時間	100時間（通常負荷）	25時間（通常負荷）,20時間(最大負荷)	24時間（通常負荷）,18時間(最大負荷）	24時間（通常負荷）,18時間(最大負荷）	通常負荷：50時間
主要任務	指定なし	ケーブル敷設	指定なし	諜報 探査・調査 偵察	対潜ミッション 機雷掃海ミッション クイックアセスメント	ケーブルルートサーベイ 物理探査 パイプルートサーベイ
推進システム	スラスター:(1) DOF: 1 ホバリング:不可 通常速度:1.5m/s 最大前進速度:2.5m/s	スラスター:(1) DOF: 1 ホバリング:不可 公称速度:2.06m/s	スラスター:(1) DOF: 1 ホバリング:不可 通常速度:2.06m/s 最大前進速度:3.09m/s 最小ヨー半径:10m	スラスター:(1) DOF: 1 ホバリング:不可 通常速度:2.06m/s 最大前進速度:3.09m/s 最小ヨー半径:10m	スラスター:(1) DOF: 1 ホバリング:不可 通常速度:2.06m/s 最大前進速度:3.09m/s 最小ヨー半径:10m	スラスター:(1) DOF: 1 ホバリング:不可 通常速度:2.06m/s 最大前進速度:2.06m/s 最小ヨー半径:10m

国外のAUV一覧

日本海洋㈱ 小田委員作成

	21	22	23	24	25	26	27
							
製造元	Monterey Bay Aquarium Research Institute(MBARI)(USA)	Monterey Bay Aquarium Research Institute(MBARI)(USA)	Subsea 7(UK)	National Oceanography Centre,Southampton (UK)	National Oceanography Centre,Southampton (UK)	Bluefin Robotics Corporation(USA)	MIT AUV Laboratory (USA)
名称	Dorado(CTD configu.)	Dorado(Mapping AUV configu.)	Autosub 6000(Geosub Configu.)	Autosub 6000(Standard Configu.、2007.1)	Autosub-2(Original Configu.)	OdysseyIII(Caribou Configu.)	Odyssey IV Standard configu.
体型	魚雷型(Torpedo)	魚雷型(Torpedo)	魚雷型(Torpedo)	魚雷型(Torpedo)	魚雷型(Torpedo)	涙滴型(teadrop)	フレーム型(Open space frame)
サイズ(L×W×H)	2.44m×0.54m×0.54m	5.24m×0.54m×0.54m	6.82m×0.9m×0.9m	5.5m×0.9m×0.9m	6.8m×0.9m×0.9m	3.4m×0.58m×0.58m	2.2m×1.3m×1.3m
船体材質	ABS(Acrylonitrile Butadiene Styrene)	ABS	?	?	Carbon Fiber	HDPE	?
空中重量	600kg	636kg	2400kg	2000kg	2400kg	400kg	350kg
最大深度	6000m	1500m	3000m	6000m	1600m	3000m(max 4500m)	6000m
動的浮力	—	—	—	—	—	—	可
自動復元力	可	可	可	可	不可	不可	可
障害物回避	—	—	有り	—	—	有り	有り
航続時間	22時間（通常負荷）	8.5時間（通常負荷）	60時間（通常負荷）,30時間(最大負荷)	206.4時間（通常負荷）	166時間（通常負荷）	20時間（通常負荷）	
主要任務	水路測量	地物探査 海洋科学調査 海洋調査	ケーブルルート調査 地物探査 石油ガス調査 パイプライン調査	指定なし	指定なし	指定なし	指定なし
推進システム	スラスター:(1) DOF: 1 ホバリング:不可 通常速度:1.54m/s 最大前進速度:2.06m/s 最小ヨー半径:10m	スラスター:(1) DOF: 1 ホバリング:不可 通常速度:1.54m/s 最大前進速度:2.06m/s 最小ヨー半径:10m	スラスター:(1) DOF: 2 ホバリング:不可 通常速度:1m/s 最大前進速度:2m/s 最大ヨー速度:6.5°/s 最小ヨー半径: 32m	スラスター:(1) DOF: 2 ホバリング:不可 通常速度:1m/s 最大前進速度:2m/s 最大ヨー角度:6.5°/s,最小ヨー半径: 32m	スラスター:(1) DOF: 1 ホバリング:可 通常速度:1.2m/s 最大前進速度:1.8m/s	スラスター:(1) DOF: 1 ホバリング:可 通常速度:1.54m/s 最大前進速度:2.06m/s 最小ヨー半径:10m	スラスター:(4) DOF: 1 ホバリング:可 最大前進速度:2.5m/s

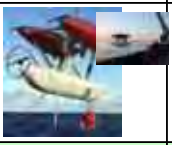
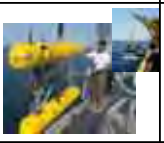
国外のAUV一覧

日本海洋㈱ 小田委員作成

	28	29	30	31	32	33	34
							
製造元	Pennsylvania State University Applied Research(USA)	Scripps Institutetion of Oceanography(USA)	Space and Naval Warfare Systems Command(USA)	MIT AUV Laboratory (USA)	Naval Undersea Warfare Center Division Newport(USA)	Pennsylvania State University Applied Research(USA)	Webb Research Corporation(USA)
名称	Seahorse(Seahorse II cofigu.)	Spray(Standard configu.)	Advanced Unmanned Search System(original configu.)	OdysseyIId Configu.	MANTA Test Vehicle(prototype configu.)	Seahorse(Seahorse I configu.)	Slowcum Electric Glider(1km configu.)
体型	魚雷型(Torpedo)	魚雷型+翼(Torpedo+wing)	魚雷型(Torpedo)	涙滴型(teadrop)	偏球型(Oblate)	魚雷型(Torpedo)	魚雷型+翼(Torpedo+wing)
サイズ(L×W×H)	8.66m×0.97m×0.97m	1.8m×1.01m×0.3m (body size :1.8m×0.3m×0.3m)	5.18m×079m×0.79m	2.2m×0.58m×0.58m	10.44m×4.72m×1.8m (body size :10.44m×2.44m×0.9m)	8.66m×0.97m×0.97m	1.79m×1.01m×0.49m (body size :1.5m×0.21m×0.21m)
船体材質	?	アルミニウム	グラファイトーエポキシ	HDPE	?	?	アルミニューム
空中重量	4762kg	51.8kg	1270kg	200kg	14060kg	4490kg	52kg
最大深度	1000m	1500m	6096m	3000m	800m	1000m	1000m
動的浮力	可	可	可	—	—	可	可
自動復元力	可	可	可	不可	可	可	可
障害物回避	—	—	—	有り	可	—	—
航続時間	125時間（通常負荷）,72時間(微負荷)	6666.7時間（通常負荷）	15時間（通常負荷）	8時間（通常負荷）	6時間（通常負荷）	125時間（通常負荷）,72時間(微負荷)	720時間（通常負荷）
主要任務	海底地形	指定なし	調査及び回収	指定なし	指定なし	海底地形調査	指定なし
推進システム	スラスター:(1) DOF: 1 ホバリング:不可 通常速度:2.06m/s 最大前進速度:4.12m/s	推進方法:浮力推進(グライダー) DOF: 1 ホバリング:不可 通常速度:0.25m/s 最大前進速度:0.3m/s	スラスター:(1) DOF: 1 ホバリング:不可 最大前進速度:2.57m/s	スラスター:(1) DOF: 1 ホバリング:不可 通常速度:1.54m/s	スラスター:(1) DOF: 1 ホバリング:不可 通常速度:2.32m/s 最大前進速度:5.14m/s	スラスター:(1) DOF: 1 ホバリング:不可 通常速度:2.06m/s 最大前進速度:4.12m/s	推進方法:浮力推進(グライダー) DOF: 1 ホバリング:不可 通常速度:0.4m/s

国外のAUV一覧

日本海洋㈱　小田委員作成

	35	36	37	38	39	40
						
製造元	Webb Research Corporation(USA)	Woods Hole Oceanographic Institute(USA)	Woods Hole Oceanographic Institute(USA)	Woods Hole Oceanographic Institute(USA)	iRobot(USA)	University of Washington Applied Physical Laboratory(USA)
名称	Slowcum Thermal Glider(standard configu..)	Autonomous Benthic Explorer(original configu.)	SeaBED(original configu.)	SeaBED(sirius configu.)	Seaglider(iRobot Seaglider cofigu.)	Seaglider(original cofigu.)
体型	魚雷型+翼(Torpedo＋wing)	Open space frame	Open space frame	Open space frame	涙型(teardrop)	涙型(teardrop)
サイズ(L×W×H)	1.79m×1.01m×0.49m (body size :1.5m×0.21m×0.22m)	3.2m×1.68m×1.5m	2.0m×1.5m×1.5m (body size :1.9m×0.34m×0.34m)	2.0m×1.5m×1.5m (body size :1.9m×0.34m×0.34m)	3.3m×1m×0.4m (body size :1.8m×0.3m×0.3m)	2.16m×1.19m×0.4m (body size :2.16m×0.2m×0.2m)
船体材質	?	?	?	?	fiverglass	fiverglass
空中重量	60kg	680kg	200kg	200kg	52kg	52kg
最大深度	2000m	6000m	700m	700m	1000m	1000m
動的浮力	可	可	不可	不可	可	可
自動復元力	可	可	可	可	可	可
障害物回避	—	可	—	可	—	—
航続時間	43800時間（通常負荷）	20時間（通常負荷）,14時間(最大負荷)	8時間（通常負荷）	?	5113時間（通常負荷）	5333.3時間（通常負荷）
主要任務	指定なし	地質調査 水路調査 海洋科学調査 鉱物資源調査 海洋調査 海底地形調査	海底地形	指定なし	港湾セキュリティ 諜報、調査、偵察 海洋調査	指定なし
推進システム	推進方法:浮力推進(グライダー) DOF: 1 ホバリング:不可 通常速度:0.4m/s	スラスター:(7) DOF: 6 ホバリング:可 通常速度:0.17m/s 最大前進速度:0.34m/s	スラスター:(3) DOF: 1 ホバリング:可 通常速度:1.0m/s 最大前進速度:1.5m/s	スラスター:(3) DOF: 1 ホバリング:可 通常速度:1.0m/s 最大前進速度:1.5m/s	推進方法:浮力推進(グライダー) DOF: 1 ホバリング:不可 通常速度:0.25m/s	推進方法:浮力推進(グライダー) DOF: 1 ホバリング:不可 通常速度:0.25m/s

KONGSBERG　日本海洋株式会社

KONGSBERG機器の紹介

- HUGIN1000　自律型海中ロボット(AUV)
- HiSAS1030　干渉型合成開口ソナー
- EM3002　高周波マルチビーム音響測深装置
- TOPAS　PS120　パラメトリック　サブボトム・プロファイラー
- HiPAP500　音響測位装置

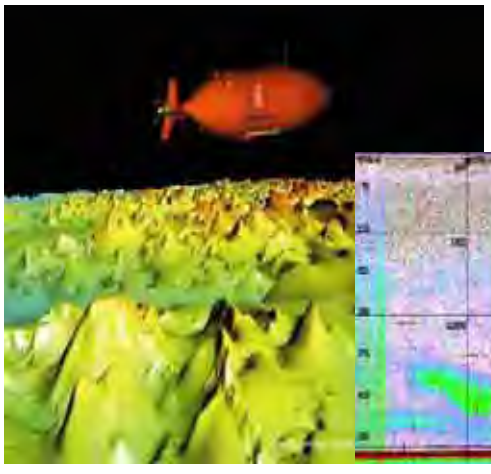
HUGIN 1000 主仕様

- 空中重量: 550 + kg
- 全長: 4.5 meters
- 直径: 0.75 meters
- 速度: 2-6 knots
- 耐圧深度: 1000 meters
- 電池: 15 kWh 充電式
  加圧リチューム重合体
- 航続時間: 16-24時間,
  速度と荷重に依存

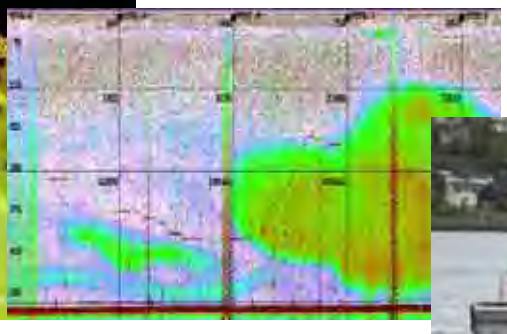
HUGIN

アプリケーションとフィールド結果

沖合いの油田とガス田



海洋研究



海上防衛

HiSAS 1030
高分解能　干渉型SAS

KONGSBERG 日本海洋株式会社

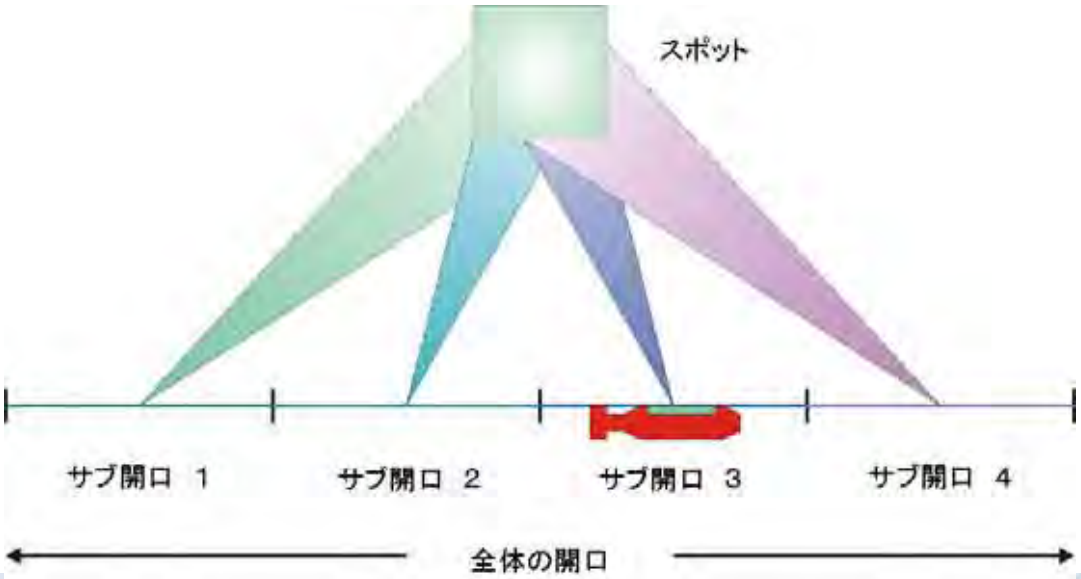
- HUGIN 1000 AUVの各舷に固定

HISAS (両舷)
32 x 4 = 128 RX-チャンネル
16 x 2 = 32 TRx-チャンネル
= 160 チャンネル

マルチ-アスペクトSAS

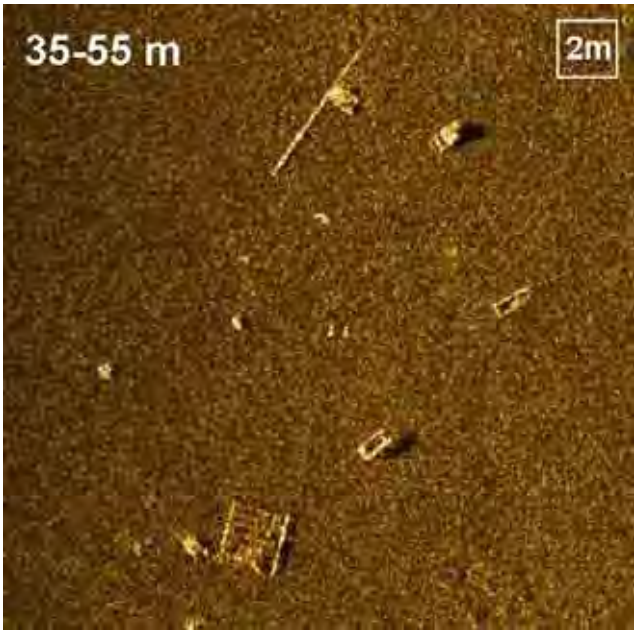
KONGSBERG 日本海洋株式会社

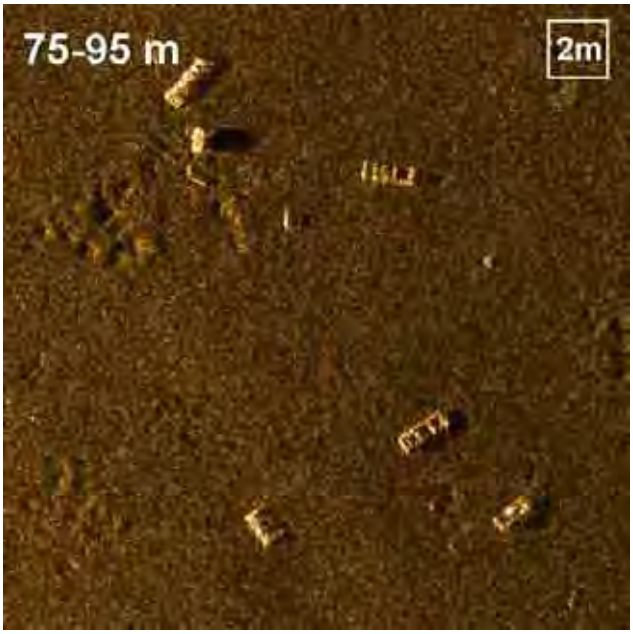
- より短いサブ開口の中に合成開口が分割されています。
- サブ開口毎に一つのイメージが生成されます。
- 完全な分解能での画像化(低い計算コスト)の後、後処理段階で実施されます。



HUGIN1000MRに搭載したHiSAS1030 – 小さな物標

KONGSBERG 日本海洋株式会社





資料－2

主な音響観測機器と主要性能

2/12版（更新予定）

目次（Ⅰ）

i

目次（Ⅱ）

ii

目次（Ⅲ）

iii

目次（Ⅳ）

iv

SSS Side Scan Sonar

Benthos

C3D 3-dimension side scan sonar

SIS 1500 chirp side scan sonar

Sonar Frequency	200kHz
Transmit Signal	Chirp (FM pulse)
DSP	real time matched-filter Correlation
Resolution	comperable to 800kHz Sonar
Beam Width	0.5 degree (horizontal)

Flexible system design allows for towed or AUV/ROV configuration

01

SSS-1/12

SSS Side Scan Sonar

L3 Comm. Klein

Series 3000 Dual Frequency Digital Side Scan Sonar

Sonar Frequency	100 kHz , 500 kHz
Transmit Signal	25 – 400μ s (CW pulse)
Beam Width	H : 0.7 deg. @100kHz, 0.21 deg @500 kHz V : 40 deg
Maximum Range	600 m @100 kHz, 150 m @500kHz
Depth Rating	1500 m
Array Length	122 cm long, 8.9 cm diameter
Weight	29 kg

Series 5000 Multi-Beam Side Scan Sonar

Sonar Frequency	455 kHz
Transmit Signal	50 – 200μ s (CW pulse)
Number of Beams	Port 5 / Starboard 5
Resolution	along track 50 – 75 cm across track (determined by pulse length)
Operating Speed	2 – 10 kts
Maximum Range	150 m (300 m Swath)
Depth Rating	200 m
Array Length	120 cm
Weight	70 kg

SSS Side Scan Sonar

EdgeTech

4100 Side Scan Sonar System

SPECIFICATIONS		
Towfish Model	272-T	272-TD
Frequency	100 kHz -105 ± 10 kHz	100 kHz - 105 ± 10 kHz 500 kHz* - 390 ± 20 kHz
Horizontal Beam Width	100 kHz - 1.2° (3dB points)	100 kHz - 1.2° (3dB points) 500 kHz* - 0.5° (3dB points)
Operation Depth (Maximum)	1000 meters	
Operating Range (Maximum)	100 kHz - 500 meter swath	100 kHz - 500 meter swath 500 kHz* - 200 meter swath
Tow Cable Length (Maximum)	600 meters	
Tow Cable Type	7 conductor	
Towfish Diameter	11.4 cm. (4.5")	
Towfish Length	140 cm. (55")	
Towing Speed (Operational)	3 - 5 knots	
Weight (in air)	25 kg (55 lbs.)	
Weight (in sea water)	12 kg (26 lbs.)	
Options	USBL Acoustic Tracking System	
*Note: Actual Operating Frequency is 390 kHz. +/- 20 kHz		

SSS Side Scan Sonar

EdgeTech

4200-FS Side Scan Sonar System

SSS Side Scan Sonar

EdgeTech

4300-MPX Side Scan Sonar System

- High speed high-resolution side scan sonar (up to 16 knots)
- 300 meter swath (410 kHz) or 500 meter swath (270 kHz)

2200-M Modular Side Scan Sonar System

- AUV, ROV
- Up to 6000 meter water depth
- Any two side scan sonar frequencies: 75, 120, 410 kHz

SSS Side Scan Sonar

C-Max (Odom Hydrographic Systems)

CM2 Side Scan Sonar System

SSS Side Scan Sonar

Sonatech

Side Looking Sonar System

A. Transducers

The hydrophone is a 12-element, uniformly spaced linear array approximately 2 meters long. Wiring for each element passes through individual feed-throughs to preamplifiers located in the electronics cavity. Limitations in the available packaging volume required the hydrophone array to be positioned such that the faces of the ceramic elements were non-normal to the outside curvature envelope. The sonar's relatively high operating frequency required thorough testing and several design iterations to ensure that the asymmetrical physical boundaries didn't adversely affect the vertical beam pattern. The normal operating frequency of the array is 640 kHz. Each hydrophone element has a vertical beam width (−3 dB point to −3 dB point) of about 50 degrees (see Fig. 2 for a representative beam pattern).

The projector is a separate multi-element array, roughly 22 cm long. It uses a vertically curved ceramic face to increase its power handling capacity while preserving a broad vertical beam width. The projector produces a source level of 204 dB re 1 μPa at 1 m and has a vertical beam width (−3 dB point to −3 dB point) of about 50 degrees—the same as the hydrophone. Sidelobes for both the projector and hydrophone beam patterns are well controlled.

SSS Side Scan Sonar

GeoAcoustics

Dual Frequency Side Scan Sonar System

Features

- [illegible]

Transmitter Section	
Frequency	[illegible]
Power output	[illegible]
Pulse Length	[illegible]
Pulse repetition rate	[illegible]
Protection	[illegible]
Efficiency	[illegible]
Receiver Section	
Port Channel	[illegible]
Starboard channel	[illegible]
Bandwidth	[illegible]
TVG	[illegible]
Keyboard	
Frequency	[illegible]
Pulse length	[illegible]
General	
Power requirements	[illegible]
Size	[illegible]
Weight	[illegible]
Transducers Model 196D	
Source level	[illegible]
Beamwidth	[illegible]
Sensitivity	[illegible]
Depression angle	[illegible]

08

SSS Side Scan Sonar

IMAGENEX

SportScan Side Scan Sonar System

FEATURES

- [illegible]

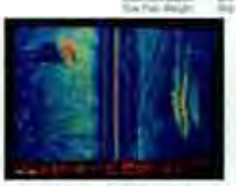
HARDWARE SPECIFICATIONS:	
FREQUENCY	[illegible]
TRANSDUCER	[illegible]
TRANSDUCER BEAM WIDTH	[illegible]
RANGE RESOLUTION	[illegible]
MAX. OPERATING DEPTH	[illegible]
MAX. CABLE LENGTH	[illegible]
INTERFACE	[illegible]
CONNECTOR	[illegible]
POWER SUPPLY	[illegible]
DIMENSIONS	[illegible]
WEIGHT: In Air / In Water	[illegible]
BALLAST	[illegible]
MATERIALS	[illegible]
FINISH	[illegible]

09

SSS Side Scan Sonar

WESMAR

Super High Definition Side Scan Sonar

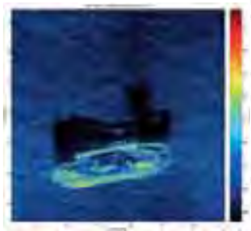


10

SAS Synthetic Aperture Sonar

Kongsberg Simrad

HISAS



First field results for the new Kongsberg HISAS Synthetic Aperture Sonar

11

SAS Synthetic Aperture Sonar

Dynamics Technology / EdgeTech

PROSAS (4400-SAS)

Sonar Specifications

System Output

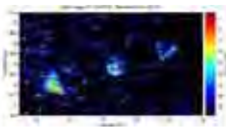
12

SAS Synthetic Aperture Sonar

FFI (Sweden)

HUGIN搭載用のInSAS-2000

Possible layout of interferometric SAS on HUGIN MRS



SAS image with theoretical resolution of 1.5 x 1.2 cm at 50 m range. Three objects are placed on the seafloor: A rock (left), a truncated cone (center) and a triangular geometric shape (right). This image is based on a synthetic aperture of 18 m. This image has 135 times higher along-track resolution than the corresponding sidescan image for this particular sonar.

The Synthetic Aperture Sonar Programme

The SENSOTEK project "Sensor Technology for AUV based mine hunting" (FFI project 808, 2000-04) is a joint collaboration between FFI and Kongsberg Maritime AS to develop an interferometric Synthetic Aperture Sonar (SAS) for the HUGIN AUV.

The SENSOTEK SAS is designed to be a full capability one sided technology demonstrator with

- 2 x 1 cm theoretical resolution
- Full resolution interferometry capability
- 60 degrees multi-aspect capability

The primary goal of the SENSOTEK project is to test and evaluate SAS technology and redesign a two-sided SAS system for the HUGIN MRS.

Bathymetric image from InSAS-2000. The three objects are outlined.

13

MBE Multi-Beam Echosounder

RESON

SeaBat

SeaBat Model	Frequency	Depth Range (below transducer)	Transducer Depth (pressurized)	Swath Coverage
7125 new!	200 kHz and/or 400 kHz	200 to 600m	400m(standard) to 6000m(option)	130°
7150 new!	12 or 24 kHz (nominal w/ dual freq. option)	200 to 15000m	Surface RM.	150°
8101	240 kHz	300 meters	120, 1,500 and 3,000 meters	7.4x water depth
8111	100 kHz	600 meters	100 meters	7.4x water depth
8124	200 kHz	400 meters	100 meters	3.5x water depth
8125	455 kHz	120 meters	600 and 1,500 meters	3.5x water depth
8150	12 and/or 24 kHz	12,000 meters	100 meters	5x water depth
8160	50 kHz	3000 meters	100 meters	Greater than 4x water depth
9001	455 kHz	140 meters	350 & 500 meters	2x to 4x water depth
9003	455 kHz	140 meters	350 & 500 meters	3.5x water depth

SeaBat 8160

SeaBat 9003

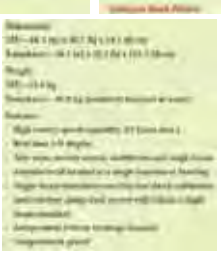
15

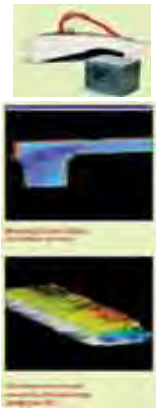
MBE-1/7

MBE Multi-Beam Echosounder

ODOM

EchoScan





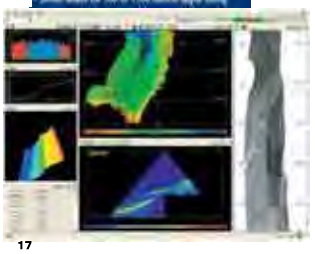
16

MBE-2/7

MBE Multi-Beam Echosounder

Kongsberg Maritime

EM 3200



EM Series

Single frequency models

Model	Frequency	Min/max depths*)	Max swath width	Number of beams
EM 3002D	300 kHz	0.5/150 m	10xD/250 m	508
EM 3002	300 kHz	0.5/150 m	4xD/200 m	254
EM 3000S	300 kHz	0.5/150 m	4xD/200 m	127
EM 3000D	300 kHz	0.5/150 m	10xD/250 m	254
EM 2000-120	200 kHz	1/250 m	3.6xD/300 m	111
EM 2000-150	200 kHz	1/250 m	7.5xD/300 m	111
EM 1002S	95 kHz	2/600 m	7.5xD/1000 m	111
EM 1002	95 kHz	2/1000 m	7.5xD/1250 m	111
EM 710RD	70-100 kHz	3/600 m	5.5xD/1000 m	200
EM 710S	70-100 kHz	3/1000 m	5.5xD/1200 m	200-800
EM 710	70-100 kHz	3/2000 m	5.5xD/1200 m	200-800
EM 300	30 kHz	5/5000 m	5.5xD/5000 m	135
EM 120	12 kHz	50/11000 m	6xD/25 km	191
EM 121	12 kHz	10/11000 m	10xD/250 m	121

Note: EM 3002 is new from 2004, EM 710 is a new system in 2005.

Dual frequency models

Model	Frequency	Min/max depths*)	Max swath width	Number of beams
EM 1295	12 & 95 kHz	2 - 12000 m	7.5xD/20000 m	191 & 111
EM 3300	30 & 300 kHz	0.5 - 5000 m	5.5xD/5000 m	127 & 135
EM 3095	30 & 95 kHz	2 - 5000 m	7.5xD/5000 m	135 & 111
EM 1230	12 & 30 kHz	5 - 11000 m	6xD/25km	135 & 191

Triple frequency models

Model	Frequency	Min/max depths*)	Max swath width	Number of beams
EM 1239	12, 30 & 95 kHz	2 - 12000 m	7.5xD/ 20000 m	191, 111 & 111

17

MBE-3/7

MBE Multi-Beam Echosounder

Kongsberg Mesotech

SM 2000

Model SM 2000, MS 2000

周波数： 90kHz（遠距離）
120kHz（近距離）
ビーム幅 ： 1.5度×1.5度
Swath Width
90kHz：120° or 150°
120kHz：90° or 180°

MS 2000 Imaging Sonar

18

MBE-4/7

MBE Multi-Beam Echosounder

L3 Comm Elac Nautic

SeaBeam Series

System	Frequency	Beams	Fanwidth	Max. Depth
1185	180 kHz	126	153°	300 m
1180	180 kHz	126	153°	600 m
1055	50 kHz	126	153°	1.500 m
1050	50 kHz	126	153°	3.000 m
1055D	180/50 kHz	126	153°	1.500 m
1050D	180/50 kHz	126	153°	3.000 m
2120	20 kHz	151	150°	8.000 m
3012	12 kHz	205	150°	11.000 m

SeaBeam

SeaBeam 1185

SeaBeam 3012

19

MBE-5/7

MBE Multi-Beam Echosounder

Imagenex

Model 837

"Delta T"
Multibeam Imaging Sonar

Model 837 6000m

21

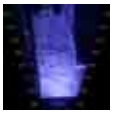
MBE-6/7

MBE Multi-Beam Echosounder

Applied Physics Laboratory
University of Washington

DIDSON
Dual Frequency
Identification Sonar


Sunken fishing vessel

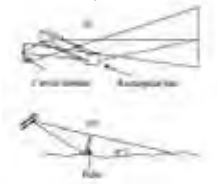

Foot of bridge abutment


150 m (500 ft)
Depth rating

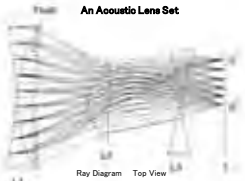

2400 m (8000 ft)
Depth rating

- Detects objects with 48 beams spaced 0.6° apart at ranges up to 40 m. (1-MHz operation)
- Identifies objects with 96 beams spaced 0.3° apart at ranges up to 12 m. (1.8-MHz operation)
- Field of view: 29°
- Frame rate: 5–20 frames/s
- Remote Focus: 1–m to 40–m range

Beams are Formed by Lens and Curved Element


DIDSON transmits and receives 96 lines of sound 0.3° H by 14° V

An Acoustic Lens Set


Ray Diagram Top View

22

MBE-7/7

SBP Sub-Bottom Profiler

EdgeTech

Side Scan Sonar + SBP (2200-M)


AUV/UUV Sonar Payload

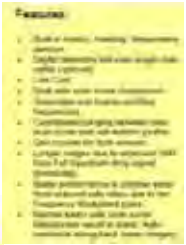
23

SBP-1/12

SBP Sub-Bottom Profiler

EdgeTech

2000-C Integrated Coastal System



24

SBP-2/12

SBP Sub-Bottom Profiler

Imagenex

DF-1030

FEATURES:

- Low cost
- Low power consumption
- Lightweight and very portable
- Resolutions to 10 mm
- Noise immune
- Standard RS-485 Serial Interface
- Imagenex ΔF Technology
- Works in parallel with 881 Echo Sounder

HARDWARE SPECIFICATIONS:

FREQUENCY	
TRANSDUCER	
TRANSDUCER BEAM WIDTH	
DISPLAY RESOLUTION	
MIN. DETECTABLE RANGE	
MAX. OPERATING DEPTH	
MAX. CABLE LENGTH	
INTERFACE	
CONNECTOR	
POWER SUPPLY	
DIMENSIONS	
WEIGHT - In Air	
- In Water	
MATERIALS	
FINISH	

25

SBP-4/12

SBP Sub-Bottom Profiler

Innomar Technologie GmbH

Parametric SBP SES-96


Parametric transducer in a streamlined hull ready to mount over the side of the vessel

1次周波数 ： 100kHz
2次周波数 ： 4 – 12kHz
Transducer Size ： 20 cm × 20 cm
Beam Width ： +/-1.8度


左画像 ： 高周波、 右画像 ： 低周波

26

SBP-5/12

SBP Sub-Bottom Profiler

IXSEA

ECHOES

27

SBP-6/12

SBP Sub-Bottom Profiler

Kongsberg

SBP 120

Operational specifications

28

SBP-7/12

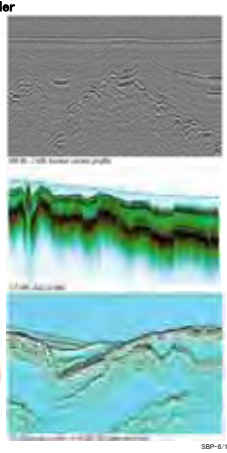
SBP Sub-Bottom Profiler

Meridata

MD SS

- High penetration **seismics** with Air gun Sparker/ Boomer operation from 10 Hz upwards
- **Chirp** with software selectable frequency, bandwidth and pulse windowing
- High resolution **pinger** operation with software selectable frequency up to 40 kHz
- **Side scan** data acquisition from a digital or analog side-scan sonar

周波数 ： 10Hz – 40kHz



29

SBP-8/12

SBP Sub-Bottom Profiler

MIT

HF Narrow Beam SBP

Abstract- Shipwrecks in deep water are often found by their surface expressions, such as exposed ceramic containers. Fully investigating or excavating these sites, however, requires understanding what is buried beneath, including organic materials and the remains of ship structure. This paper lays out the archaeological and technical justification for a high-frequency, narrow-beam sub-bottom profiler. It describes an ultrasonic (150 kHz) device built to image buried areas of the seafloor beneath the mud. The final section presents a data set collected with the instrument operating on the ROV JASON over an 8th-century B.C. shipwreck found off the coast of Israel. Precise sub-bottom imagery can aid in characterizing a site before excavation, and enables a three-dimensional computer model of a buried structure to be built with acoustic techniques, without ever disturbing a wreck.

Array size	50 cm, circular
Beam width	2-3°
Centre frequency	150 kHz
Pulse length	40 μsec (~ 6 cycles)
Bandwidth	54 kHz
Output power	~220 dB (re 1 μPa @ 1 m)
Receiver pre-amp noise	~ 1 μV
Amplifier gain	12-108 dB
Time varying gain	12 bits @400 μsec/step
A/D converter resolution	12 bits

30

SBP-9/12

SBP Sub-Bottom Profiler

Sonar Equipment Services LTD

GEOACOUSTICS GEOCHIRP PROFILER

2 – 7 kHz Chirp

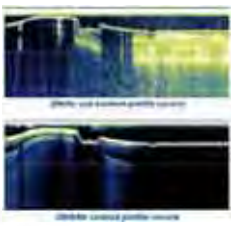
31

SBP-10/12

SBP Sub-Bottom Profiler

Tritech

Parametric SBP



Primary frequency	200 kHz
Primary beamwidth	4 degrees
Low frequency	20kHz
Low frequency beamwidth	4.5 degrees
Pulse length	100 μseconds
Range resolution of HF	Dependent upon rangescale (10-100mm)
Range resolution of LF	Dependent upon rangescale (60 μseconds@30m)
Communication protocol	ArcNet, RS232
Power requirements	24VDC@300mA (Nominal)
Materials	Aluminium alloy-HE30, RPU
Weight in air	6.3kg
Weight in water	2.7kg
Maximum operational depth	700m (4000m optional)

32

SBP-11/12

SBP Sub-Bottom Profiler

Netherlands Institute of Geoscience TNO

X-STAR

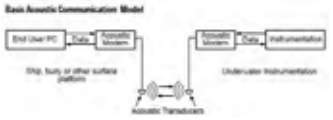
33

SBP-12/12

ACOMM Acoustic Communication

Benthos

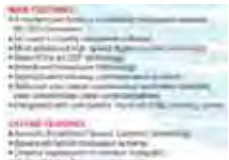
Acoustic Modem, TELESONAR



ACOMM Acoustic Communication

LinkQuest

Acoustic Modem



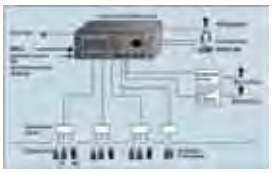
- RS-232 data rate: 2500 bits/second
- Payload data rate: 2000 bits/second
- Acoustic link: 5000 bits/second
- Bit error rate: less than 10^{-9}
- Working range: 3000 meters or 5000 meters (high power option)
- Maximum depth: 2000 or 6000 meters
- Environments: Near-vertical or horizontal
- Transmit mode power consumption: 3 to 12 Watts
- Receive mode power consumption: 1 Watt
- Sleep mode power consumption: 10 mW

- Beamwidth of transducer: 210 degrees (omni-directional)
- Operating Frequency: 7.5 to 12.5 kHz
- Voltage: 18 to 28 volts
- Overall length: 236 mm
- Housing diameter: 126 mm
- Weight out of water: 4.1 kg
- Weight in water: 1.9 kg
- RS-232 input data buffer: 900 Kbytes
- Optional Higher Data Rate: 5,000 baud
- Options: Data Fusion, USBL, LBL Higher Transmit Power

ACOMM Acoustic Communication

L3 Comm ELAC Nautik

Underwater Communication System UT2000

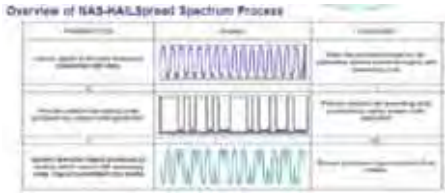


Frequency range:	1 kHz to 40 kHz, tunable in steps of 50 Hz
Power output:	NATO standard carrier frequency (separate quartz-oscillator). LF operation: 300 W (3 transducer groups with 2 x 150 Ω each 100 W) resp. 100 W (single transducer 150 Ω), reducible in four 10 dB steps HF operation: 40 W (3 x LSE 238 each 13 W), reducible in four 10 dB steps
Telephony signal:	300 Hz to 3 kHz (audio band)
Telegraphy signal:	712 Hz (reduced bandwidth of 150 Hz)
Radio output:	1 W, 4 Ohm
Optional:	NATO emergency channel
Power supply:	115 V AC or 230 V AC 24 V DC (with reduced transmit power only)
Power consumption:	max. 1060 V A (at 300 W continuous transmitting signal) 100 VA (receiving mode) 180 VA (emergency mode)
Anti-condensation heating:	115 V AC or 230 V AC or 160 to 300 V DC to be specified; approx. 13 W

ACOMM Acoustic Communication

Nautronix

HAIL Hydro Acoustic Information Link



NASNET Nautronix Acoustic Subsea Network

ADS²: Acoustic Digital Spread Spectrum

ACOMM Acoustic Communication

Hydroid

Acoustic Telemetry Modem

REMUS-100

Micro-Modem performance specifications on REMUS-100:

Modem frequency range	24-30 kHz
Modem messaging range	Typically up to 2000 meters, link dependent
Modem beam pattern	Omni-directional in the horizontal plane
Modem transmit power	10 Watts
Modem transmit packet duration	Approximately 3 seconds

ACOMM Acoustic Communication

Evologics GmbH

S2C Sweep-Spread Carrier Communication

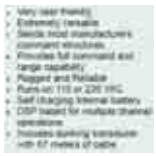
S2C-80 : 20kbps, Range 2000m, Depth 100m
S2C-180 : 33kbps, Range 2000m, Depth 100m
S2C-280 : 20kbps, Range 4000m, Depth 6000m

Since introduction, all the models were exploited in various applications for data telemetry between a ship and autonomous underwater vehicles (these are later referred to as AUVs) such as HUGIN1000, AUV2000 or RJF and in various areas such as the Atlantic Ocean, Baltic Sea and Black Sea.

ACOMM Acoustic Communication

ORE Offshore

Acoustic Transceiver Deck Unit 8011M



GENERAL

Frequency (ex)	Interrogate and Reply frequencies spaced 7.5 to 15 kHz
Transmit	7.5 to 15.0 kHz - Operator adjustable
Transmit source level	190 dB re 1 micro Pascal at 1 meter - Controllable by operator
Receive sensitivity	-90 dB re 1 micro Pascal at 1 meter
Transmit pulse width	5 to 20 milliseconds - Operator selectable
Timing accuracy	±1 millisecond
Range units	Meters and Seconds
Command classes	CW0 (Ranging, Ship/Pass, RS&S, Summon, Classic, and MORS
Multiple transmit	Automatic time-line deploy of acoustic beacon replies
Beacon	Audio confirmation of received signals
Case	Sealed, portable, fiberglass
Size	45.5 cm x 32 cm x 17.5 cm (18 in. x 12 in. x 6.8 in.)
Weight	7.3 kg (16.1 lbs)

8012A Transducer

Acoustic frequency	7.5 to 15 kHz
Beam pattern	Omni directional in the lower hemisphere
Cable length	61 meters (225 feet)
Weight in air	15 kg (33 lbs) including cable
Size	Diameter 11.4 cm (4.5 in), height 15 cm (6.0 in)

ACOMM Acoustic Communication

Sensor Technology Ltd.

Deployable Acoustic Source

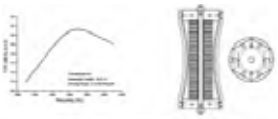


Fig. 2. Cutaway view of SX100-1 transducer and its TVR curve

Application

1.Broardband Acoustic Transmission System **BATS**
for marine mammal research
2.Acoustic communication System ACOMS-D/P
for long range communications pager
3.Deployable Sonar System **DSS**
for portable sonar system like sonobuoy

Transducer

Dual Shell Barrel-stave flextentional Type
- Broadband by multimode coupling

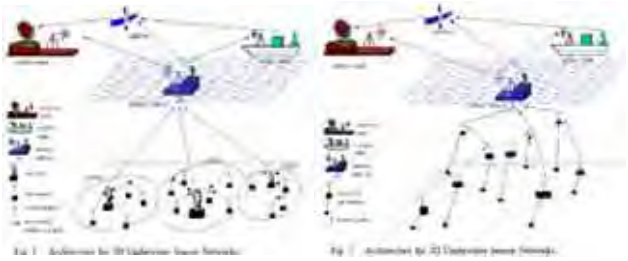
SX100-1
- Resonant Frequency 1.5kHz
- Bandwidth 500Hz
- Source Level 200dB re 1μ p
- diameter 5.9cm, length 12.7cm, weight 1.1kg
- Operating Depth 75m

Fig. 3. SS04 ACOMS-D/P deployable communication

ACOMM Acoustic Communication

ONR BWN Broardband Wireless Network

UW-ASN Under Water Acoustic sensor Network

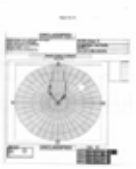


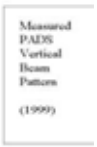
PS Parametric Sonar

Sonetech Corp.

PADS (Parametric Array Dipping Sonar)

System Capabilities
- ASW---deep water & littoral at maximum ranges/maximum search rate
- Mine detection & location/classification
- Secure underwater communications, LPI communication
- Cooperative multistatic OPS with HELO/surface/submarine team units



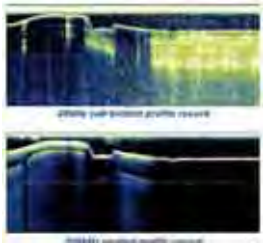


PS Parametric Sonar

Tritech

SeaKing Parametric SBP

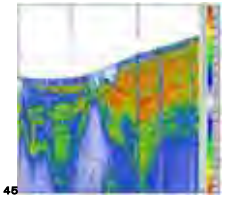
Primary frequency	200 kHz
Primary beamwidth	4 degrees
Low frequency	20kHz
Low frequency beamwidth	4.5 degrees
Pulse length	100 μ seconds



PS Parametric Sonar

Kongsberg Defence & Aerospace AS

TOPAS Parametric SBP

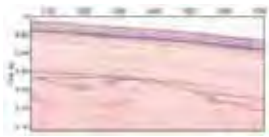


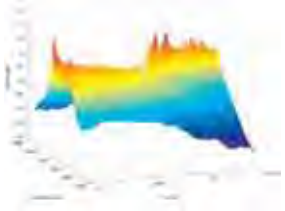
SEA FLOOR IMAGING (水底Imaging.pdf)
N. Jacobsen, I. Karasalo, P. Morén, P. Skogqvist*, Ö. Staaf and P. Söderberg
Swedish Defence Research Agency, FOI SE-172 90 Stockholm, Sweden

PS **Parametric Sonar**

ARESCON

ATLAS Parasound Sub-Bottom SONAR





46

PS-6/6

資料－3

海底音響画像例(UDT 2006～2008)

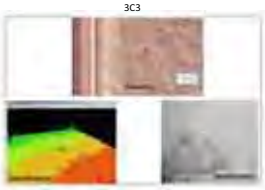
番号	場所・時期	論文題名	Page	分類	備考
1	UDT Europe 2006	Sea Trials with the Autonomous Underwater Vehicle SeaOtter	3C3	AUV	SeaOtter
2		Delivering future unmanned vehicle payload capability	4C2	AUV	QinetiQ, SAS Marlin 21, Gambit
3		Modular Autonomous Underwater Vehicles: The Bluefin-12 AUV	4C3	AUV	Bluefin-12, SAS
4		Alternative MCM CONEMP in a UUV-rich Navy	11C1	AUV MCM	QinetiQ, SAS
5		Synthetic Aperture Sonar for the HUGIN 1000-MR AUV	11C3	AUV MCM	HUGIN 1000MR, SAS, SENSOTEK SAS(HISAS)
6		Detection of objects buried in the seafloor	12A1	Sediment	Experimental Sediment Sonar system (EXSESO)
7		The Autonomous Redundant Navigation System of an AUV for Mine Counter Mea sures	12D2	AUV MCM	SeaOtter、Maridan
8	UDT Pacific 2006	Bluefin UUVs: Vehicle Architecture and Cross-Platform Features	3B2	AUV MCM	Bluefin
9		Interferometric Synthetic Aperture Sonar for the HUGIN 1000-MR AUV	9C1	AUV SAS	HUGIN 1000MR, SAS, SENSOTEK SAS(HISAS)
10		Mine Detection Using Swath Bathymetric Sonars: Tools and Techniques	10C3	SSS	L3 Klein SSS MBE
11	UDT Europe 2007	AUV Technology for shallow water MCM reconnaissance	6A1	AUV SAS	Shallow Water MCM REMUS, HUGIN
12		SYNTHETIC APERTURE SONAR ON A 21" AUV -EXPERIENCES FROM OPERATIONS	6A2	AUV SAS	21"AUV
13		Transitioning the HUGIN 1000-MR AUV into service in the Royal Norwegian Navy	7C2	AUV	HUGIN 1000/3000/4500 HISAS 1030
14		Shallow water synthetic aperture sonar: an enabling technology for NATO MCM forces	7C3	AUV SAS	Shallow Wate MCM SAS Image
15		A Bluefin-21 Based System Solution for the US Navy's Littoral Combat Ship Program	9A2	AUV	LCS搭載AUV Bluefin-21
16		IVER2, Man-Portable Autonomous Underwater Vehicle with Multi-mission Flexibility	9D2	AUV	Portable IVER2
17		Underwater Positioning System Using Terrain Matching	11A3	Positioning	Seafloor Mapping, MBE
18		Alister Underwater Warfare AUV	12D3	AUV	Alister SBP, MBE, SSS
19		ENVIRONMENTAL IMPACT AND ASSESSMENT: In Ocean Evaluation of Sonar System Performance, Expectations and Experience	PⅢ3	Sea floor topography	Sonar System Performance
20		Buried Object Detection Method of Synthetic Aperture Sonar and Sea-trial Results	PⅢ11	SAS	Buried Object Interferometric SAS
21	UDT Europe 2008	HISAS 1030: The next generation mine hunting sonar for AUVs	8B1	SAS	HISAS 1030 HUGIN
22		Computer Aided Detection of MLOs in Side Scan Sonar Images	8B3	SSS	画像処理
23		THE MCM UUV: CAPABILITY AND PERFORMANCE	11B1	AUV MCM	Bluefin SSS, Seiror SCAN, SAS
24		Extended Navigation and Detection Sonar with Bottom Mapping Functionality	P I 8	Mapping	Bottom Mapping Bottom Profiling

1

UDT Europe 2006

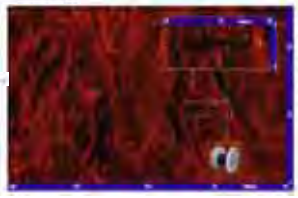
3C3

3C3



4C2

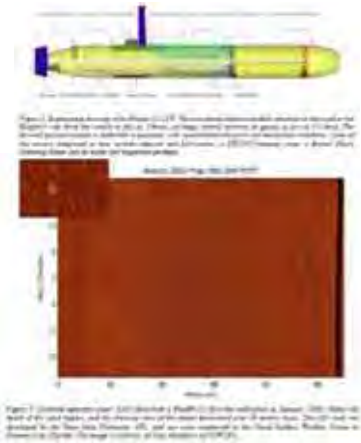
4C2



3

UDT Europe 2006

4C3



4

UDT Europe 2006

11C1

5

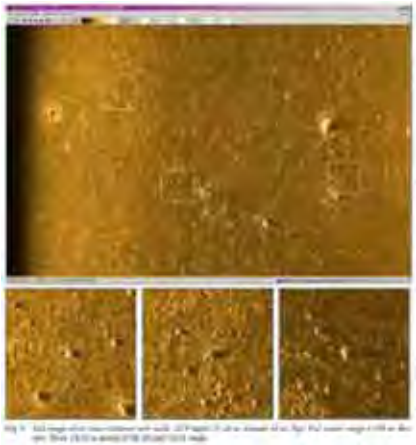
UDT Europe 2006

11C3

6

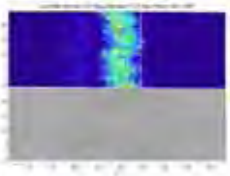
UDT Europe 2006

11C3



7

UDT Europe 2006

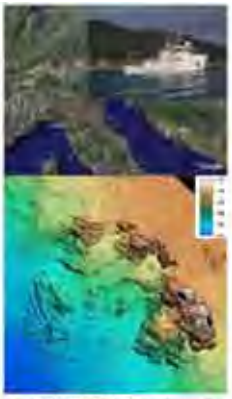


12A1

8

UDT Europe 2006

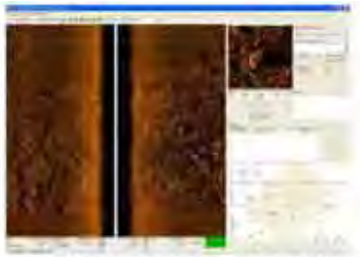
12D2



9

UDT Pacific 2006

3B2



GUI : Graphic User Interface ??

10

UDT Pacific 2006

3B2

Feature	Bluefin-21	Bluefin-12	Bluefin-9
Length	10.15 ft	96"	85"
Diameter	21"	12.75"	9.375"
Weight in air	750 to 1500 lbs	300lb	190lb
Fresh water Buoyancy	Up to 50lbs	15lb	5lb
Speed	0.5-3.5kts	0.5-5kts	0.5-5kts
Endurance	20 hours with 200 W payload	10-23 hours (speed dependent)	9-12 hours (speed dependent)
Energy	2 x 3.5 kWh removable batteries	3 x 1.5 kWh removable batteries	1.5 kWh removable battery
Operating Depth	2000m	200m: core systems, 100m: Sonar transducers	200m: core systems, 100m: Sonar transducers
Navigation	Compass, IMU, DVL, GPS; INS option	Compass, IMU, DVL, GPS	Compass, IMU, DVL, GPS
Payload	More than 12 payloads and counting	7 modular payloads and counting	Marine Sonic 900/1600 kHz SideScan Sonar

11

UDT Pacific 2006

9C1

12

UDT Pacific 2006

9C1

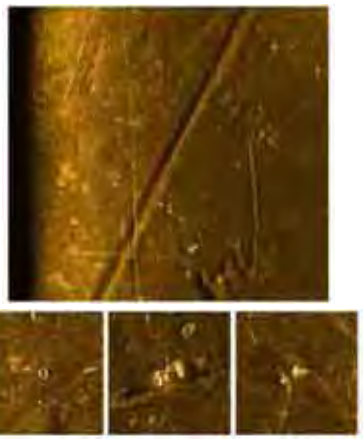
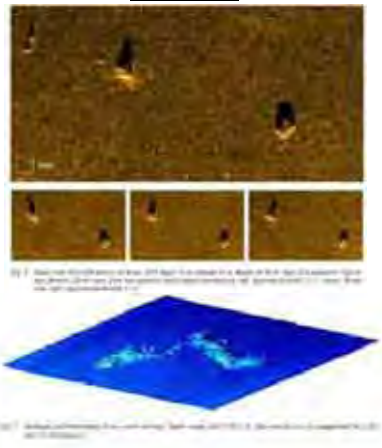


Fig. 5. SAS image of a scene from Horten harbour, Norway. AUV depth 2 m, altitude 10 m. Top: Full scene, range 5-100 m. Bottom: Three 10x10-m contact images; left: A tyre (diameter 65 cm) at 45 m range, centre: Debris at 60 m range, right: A Manta-shaped exercise mine at 85 m range.

13

UDT Pacific 2006

9C1



14

UDT Pacific 2006

10C3

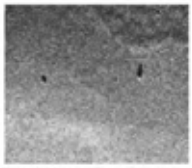
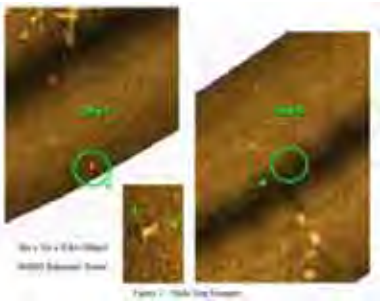


Figure 1b Manta and RockAn Mine Shapes Illuminated by an L-3 Klein 5500



15

6A1 **UDT Europe 2007**

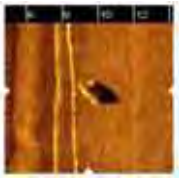


Figure 4; REMUS image of a cylindrical target at a range of 10m

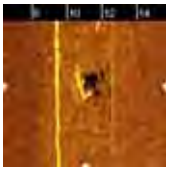


Figure 5; REMUS image of a half buried Cylindrical target at a range of 11m

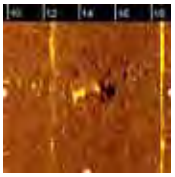
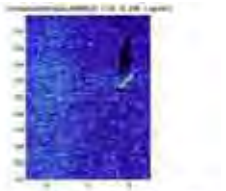
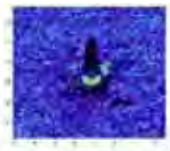


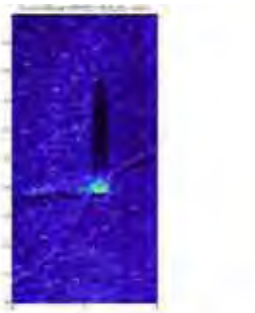
Figure 6; REMUS image of a half buried Cylindrical (endfire) target at a range of 14m

Figure 7; REMUS image of a cylindrical target at a range of 20m (with zoomed inset)

6A1 **UDT Europe 2007**







17

6A2 **UDT Europe 2007**

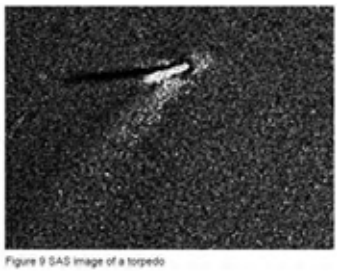


Figure 9 SAS image of a torpedo

18

6A2

UDT Europe 2007

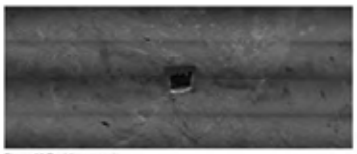


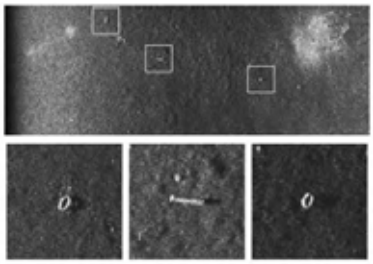
Figure 11 Real-time mosaic

Figure 13 Close-up on paddle steamer

Figure 12 Paddle-steamer in Lake Vättern

UDT Europe 2007

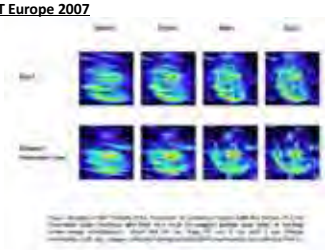
7C2

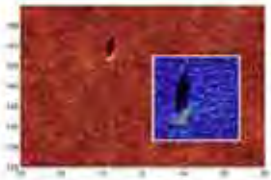


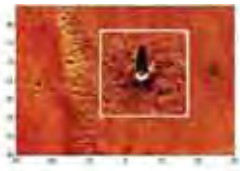
UDT Europe 2007

7C3

Fig. 1 AUV-based SAS system developed by Thales Underwater Systems according to a high level SAS design provided by NURC. The SAS is the central mid-section with black acoustically transparent windows. The vehicle is a Bluefin 21 of length 3.5 m which is shown deployed from the NURC coastal research vessel Leonardo in Marina di Carrara area, June 2006.

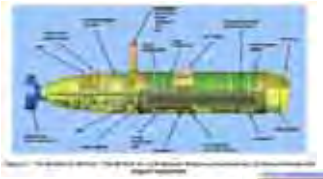






UDT Europe 2007

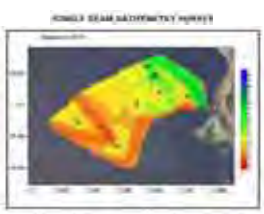
9A2

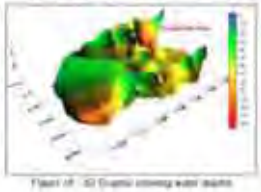


LCS : Littoral Combat Ship

UDT Europe 2007

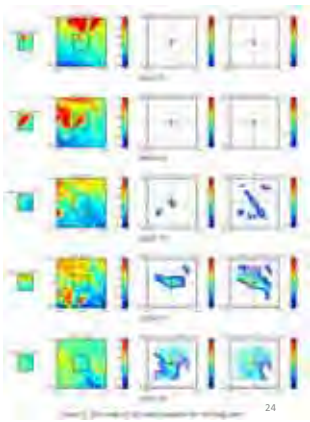
9D2





UDT Europe 2007

11A3



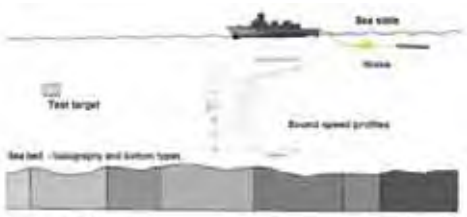
UDT Europe 2007

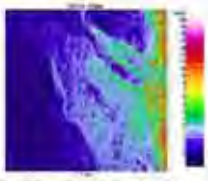
12D3

- KLEIN Side Scan Sonar
- RESON Multibeam Echo Sounder
- EDGETECH Sub Bottom Profiler
- DIDSON sonar
- 4x1es Sounder
- Video Camera and associated lights

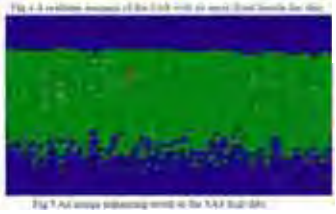
UDT Europe 2007

PⅢ3



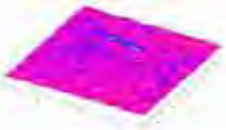


UDT Europe 2007



PⅢ11

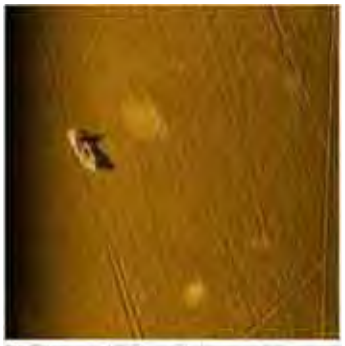
Buried Object Detection Method of Synthetic Aperture Sonar and Sea trial Results



UDT Europe 2008

8B1

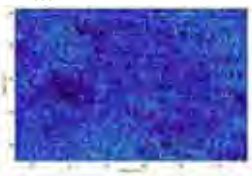
HISAS 1030 : Kongsberg



SSS

8B3

UDT Europe 2008



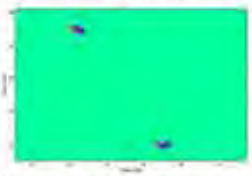


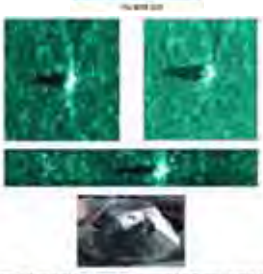
Figure 1: Example of a sea floor mapping with many false targets and real MLOs (top). Applying an object-shadow detector and a classifier results in a clear detection of the two MLOs (bottom) [2].

Figure 2: Region of about 40m×40m with a coastline, a ditch in the middle and a MLO at the right image border before (top) and after (bottom) side scan processing and geo-referencing.

MLO : mine like object

11B1

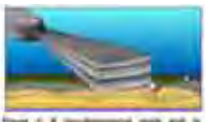
UDT Europe 2008



UDT Europe 2008

Bottom Mapping

P I 8



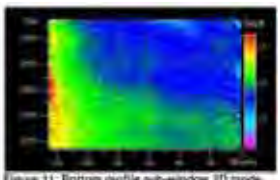


Figure 11: Bottom profile sub-window 3D mode with distance as y-axis and bearing as x-axis and the depth as colour index showing the bottom in front of the submarine (for Bottom Mapping Mode)

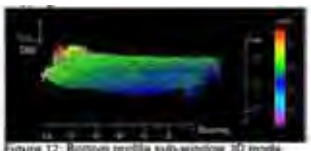


Figure 12: Bottom profile sub-window 3D mode with distance as y-axis, bearing as x-axis, and the depth as z-axis and as colour index showing the bottom in front of the submarine (for Bottom Mapping Mode)

31