

表層型メタンハイドレートの研究開発
2024年度 研究成果報告会

上越沖及び酒田沖MH胚胎域での掘削影響調査（2）

ホバリング型AUV「YOUZAN」を用いた
海底画像撮影と生物への影響

いであ株式会社

加藤 正悟、高島 創太郎、長野 和則、高月 直樹

国立研究開発法人産業技術総合研究所
地質調査総合センター 地質情報研究部門
喜瀬 浩輝、井口 亮、手良村 知功、鈴木 淳

環境創生研究部門

鈴木 昌弘、塚崎 あゆみ、太田 雄貴

地質調査総合センター 地圏資源環境研究部門
浅田 美穂、佐藤 幹夫

発表内容

1. 背景
2. AUV（YOUZAN）について
3. 上越沖調査結果について
4. 酒田沖調査結果について
5. まとめ

1. 背景

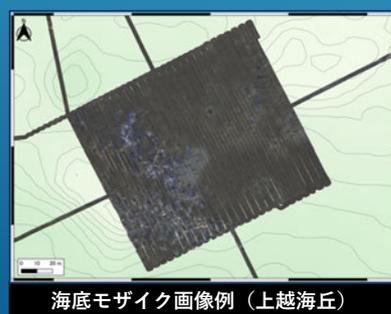
(1) 目的

表層型メタンハイドレート開発事業に起因する潜在的な海洋環境への影響を定量的に評価することを目指し、海底地盤強度調査で掘削した掘削孔近傍の海底環境の変化を自律型無人潜水機（AUV）を用いて把握する。

(2) 実施内容

ホバリング型AUV「YOUZAN」を用いて、海底地盤強度調査で掘削した掘削孔近傍の海底を調査する。

- 「YOUZAN」のビデオカメラ及びカメラを用いて海底面を撮影のうえ映像を取得し、フォトマッピングにより環境を面的に把握する。
- 得られた画像データについて画像アノテーションソフト（CVAT）やAI技術を活用して出現生物の解析を実施し、ハビタットマップの作成を行う。

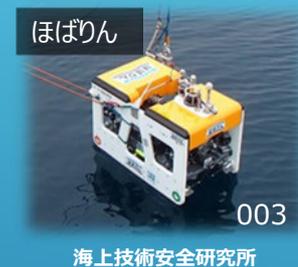


2. AUV (YOUZAN) について

(1) YOUZANのご紹介

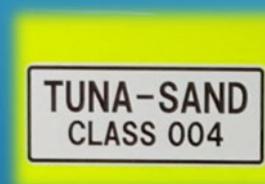
ホバリング型AUV「YOUZAN」の導入

東京大学生産技術研究所が開発した、ホバリング型AUV「TUNA-SAND」クラスの民間商用化第1号となるAUVである。東京大学生産技術研究所、九州工業大学社会ロボット具現化センター、海上技術安全研究所より、技術移転を受け、民間として初めて導入した。



民間へ技術移転

2019年6月
民間商用化第1号機
「YOUZAN」完成

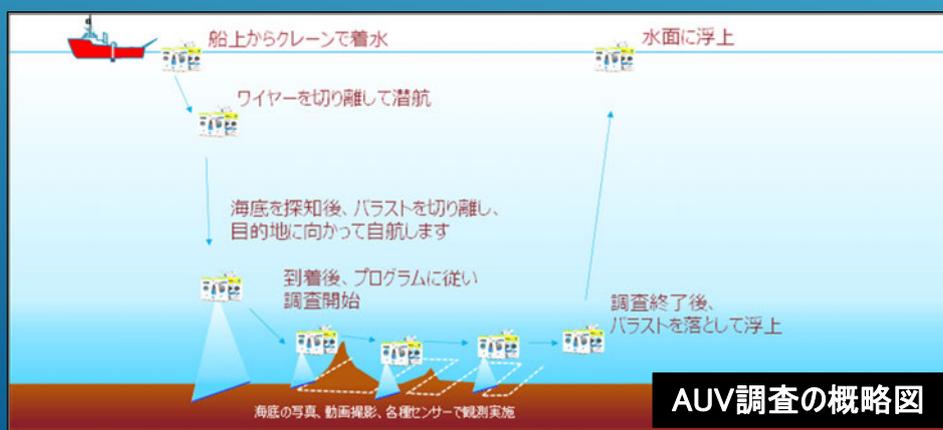


TUNA-SAND級ホバリング型AUV各機の良い部分を継承し、
AUVとROVのハイブリッド型として製作

2. AUV (YOUZAN) について

(2) YOUZANの諸元等

項目	仕様
寸法	長さ1.3m×高さ0.77m×幅0.7m
重量	275kg
最大潜航深度	2,000m
巡航速度	0.2~0.3m/s
最大航行速度	0.62m/s
最大潜航時間	8時間
スラスタ	水平4機、垂直2機
写真撮影	スチルカメラ2機、LEDフラッシュ4灯
動画撮影	4Kカメラ、常時点灯LED2灯 ROVモードカメラ
観測項目	プロファイリングソナー(海底地形) 濁度計 水温・塩分計 pHセンサー 障害物検知ソナー 地形観測用カメラ・レーザー



2. AUV (YOUZAN) について

(3) 調査状況および取得した映像等のご紹介



**表層型メタンハイドレート研究開発
海洋環境調査航海動画 (R5、R6年度)**

3. 上越沖調査について

(1) AUV潜航記録一覧

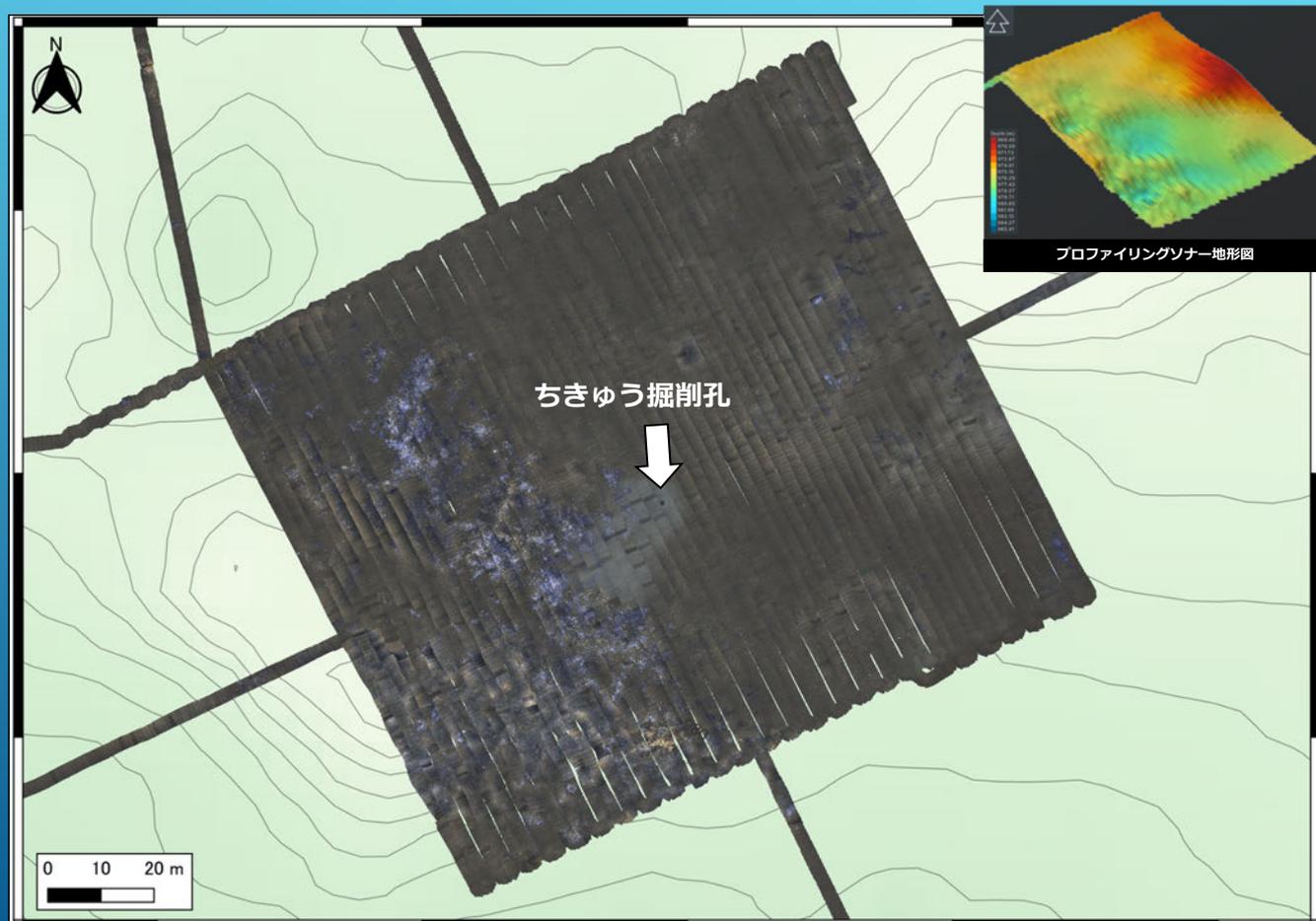


調査年	調査日	調査海域	航走時間※	航走距離※ (m)	写真撮影 枚数	備考
2023年	4月27日	上越海丘	6時間46分	4,908	6,102	掘削約7ヶ月後
	4月28日	上越海丘	6時間45分	4,856	6,031	
	4月29日	海鷹海脚	6時間36分	5,010	5,814	
2024年	7月31日	上越海丘	5時間38分	3,984	5,058	掘削約2年後
	8月2日	上越海丘	6時間18分	4,496	5,300	
	8月4日	上越海丘	3時間55分	2,809	3,527	
合計			35時間58分	26,063	31,832	

※航走時間および航走距離は、海底着底～離底までにおける値を示す。

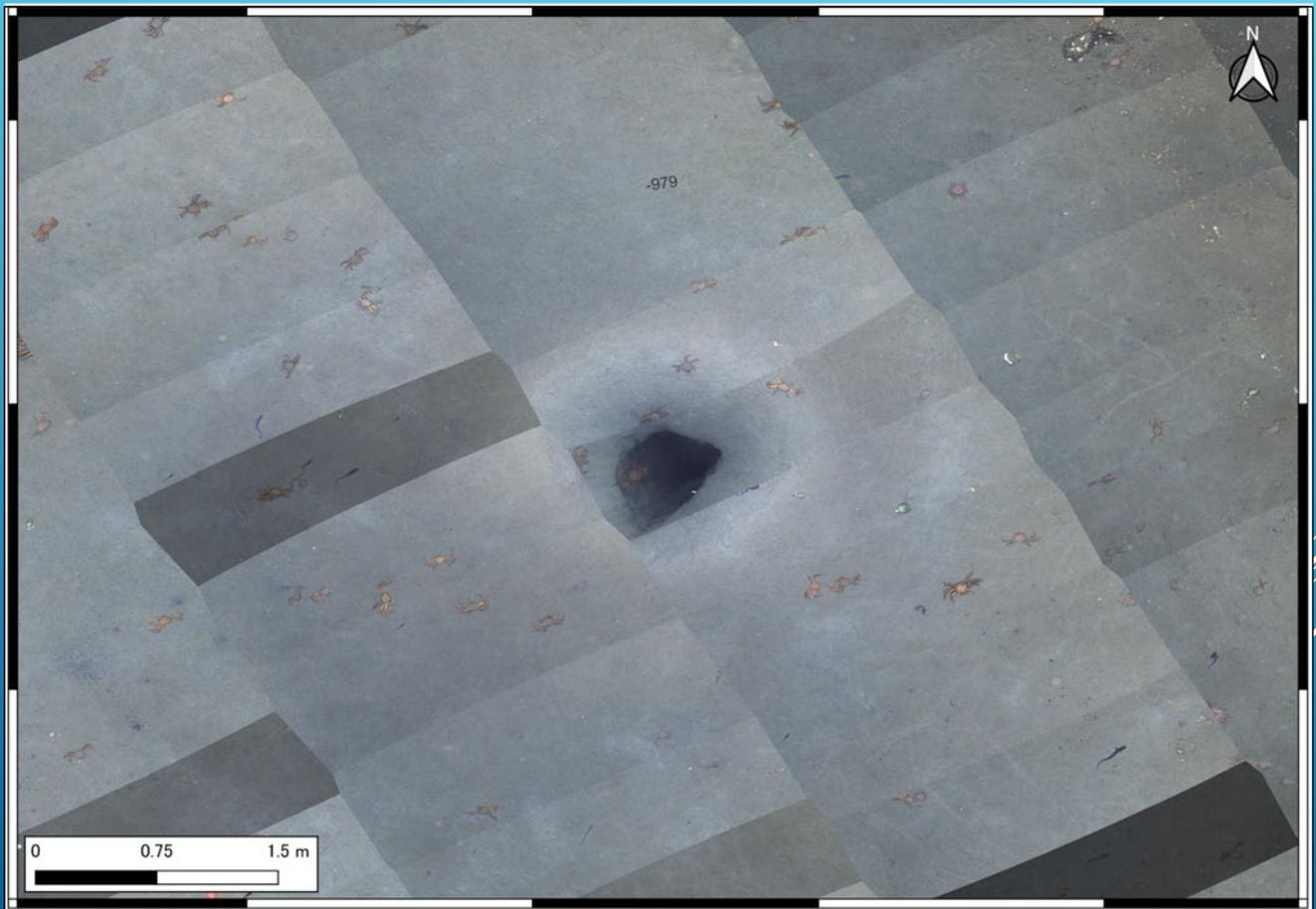
3. 上越沖調査について

(2) -1. 上越海丘 海底モザイク画像 (R5調査時)



3. 上越沖調査について

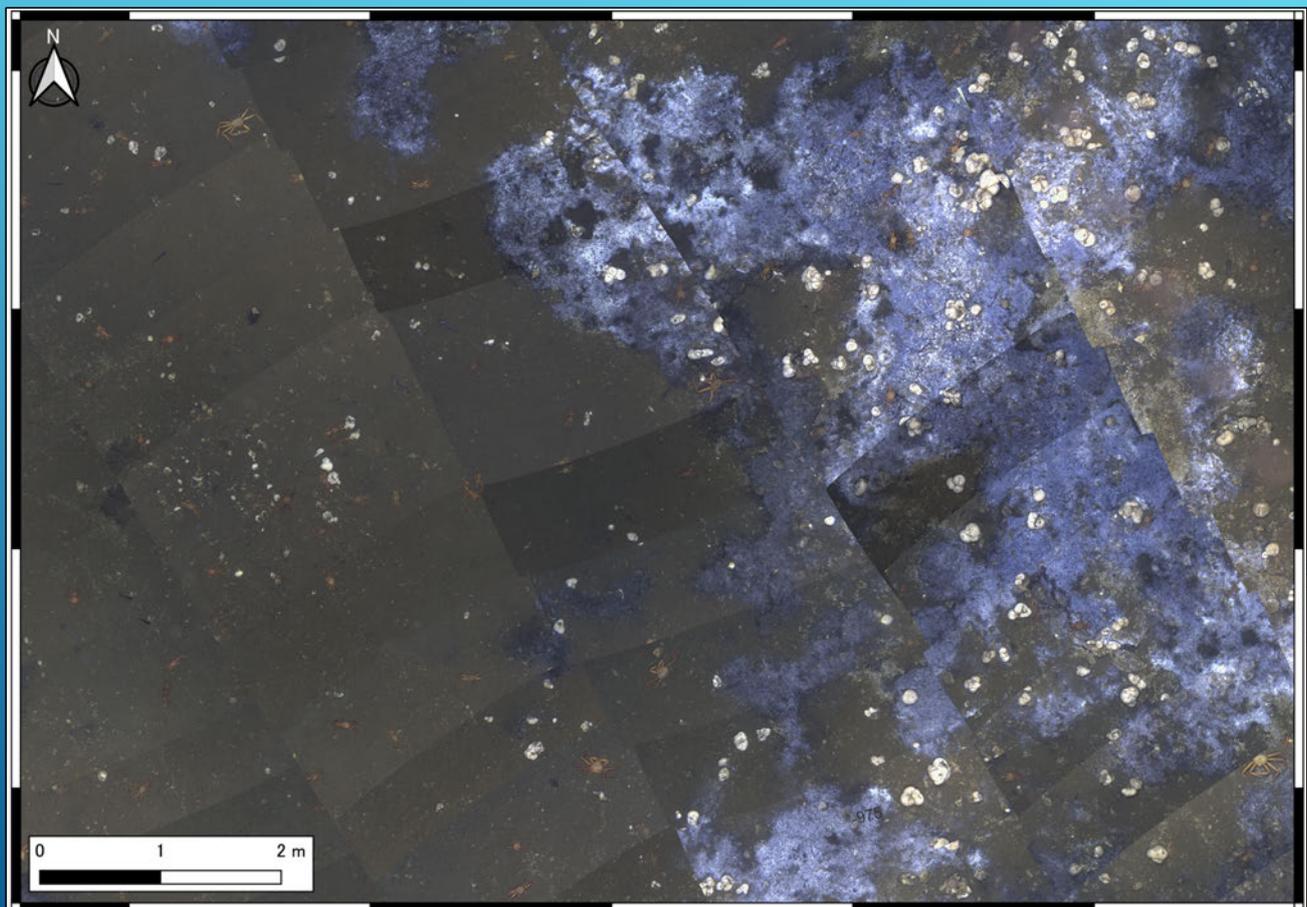
(2) -2. 上越海丘 海底モザイク画像 (R5調査時：掘削孔周辺)



9

3. 上越沖調査について

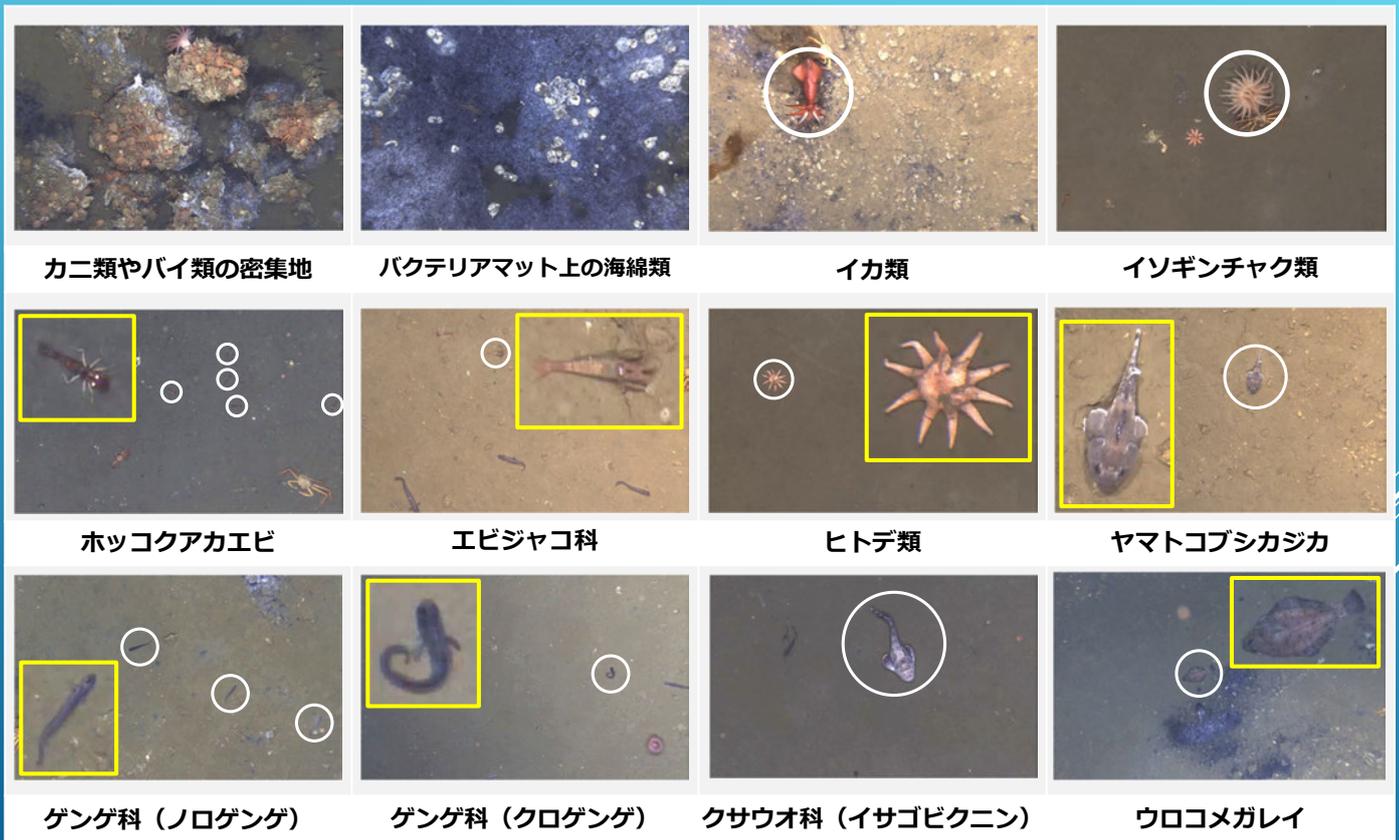
(2) -3. 上越海丘 海底モザイク画像 (R5調査時：バクテリアマット)



10

3. 上越沖調査について

(3) 直下視スチルカメラ映像より確認された主な生物（上越沖）



※黄色枠内は拡大写真

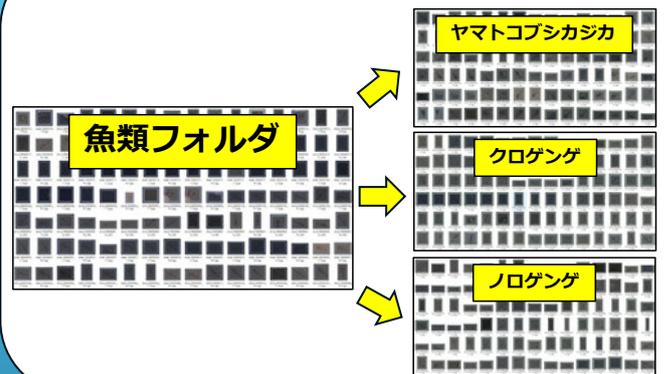
3. 上越沖調査について

(4) アノテーションソフトComputer Vision Annotation Tool (CVAT) やAI技術を活用した映像解析作業

1. CVATを活用した生物抽出作業（人間+AI技術）



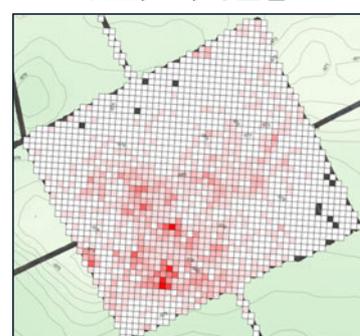
2. 抽出された生物画像の仕分け作業（上位→下位分類）



3. 抽出画像より位置情報や個体数データの吸い出し

日時	緯度	経度	写真No.	動物種別	カニ類	イソギンチャク	エビ類	ホッコクアカエビ	エビジャコ科	ヒトデ類	クサウオ科	イサゴビクニン	ノログンゲ	クロゲンゲ	ヤマトコブシカジカ
2023-04-27T08:46:50	37.5	137.9	4576	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2023-04-27T08:45:10	37.5	137.9	4576	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2023-04-27T08:45:14	37.5	137.9	4577	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2023-04-27T08:45:18	37.5	137.9	4578	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2023-04-27T08:45:22	37.5	137.9	4579	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2023-04-27T08:45:26	37.5	137.9	4580	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2023-04-27T08:45:30	37.5	137.9	4581	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2023-04-27T08:45:34	37.5	137.9	4582	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2023-04-27T08:45:38	37.5	137.9	4583	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2023-04-27T08:45:42	37.5	137.9	4584	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2023-04-27T08:45:46	37.5	137.9	4585	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2023-04-27T08:45:50	37.5	137.9	4586	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2023-04-27T08:45:54	37.5	137.9	4587	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2023-04-27T08:45:58	37.5	137.9	4588	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2023-04-27T08:46:02	37.5	137.9	4589	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

4. 座標系への投影（ハビタットマップ作成）、定量データの整理

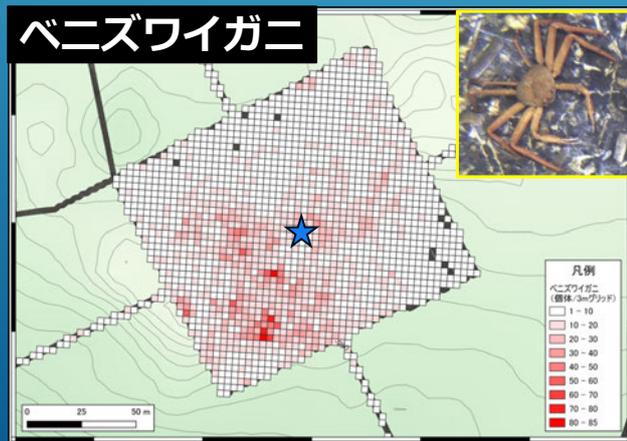
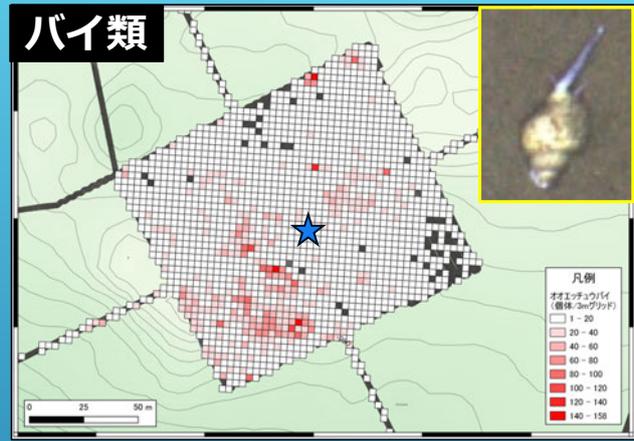


No.	種名	上越沖		合計	出現回数
		Dive3	Dive4		
1	ホッコクアカエビ	8,115	3,437	43	11,644
2	ヤマトコブシカジカ	243	34	27	304
3	クロゲンゲ	15	4	4	19
4	ノログンゲ	2,415	107	250	2,812
5	ヒトデ類	4	3	7	7
6	エビジャコ科	16,226	5,278	2,578	24,482
7	イサゴビクニン	19	8	18	46
8	クサウオ科	1	1	1	2
9	ホッコクアカエビ	2,784	324	1,541	4,659
10	イサゴビクニン	1	0	2	3
11	ホッコクアカエビ	14,516	5,840	2,728	23,084
12	クサウオ科	81	20	51	152
13	イサゴビクニン	394	30	358	782
14	クサウオ科	1	1	1	2
15	イサゴビクニン	2,097	293	1,033	3,423
16	クサウオ科	58	20	24	92
17	イサゴビクニン	23	7	4	34
18	クサウオ科	19	2	21	3
19	イサゴビクニン	137	30	39	206
20	クサウオ科	19	11	13	21
出現種数		47,281	13,500	9,336	69,918
個体数		13,294	2,850	3,174	19,318
個体数密度 (個体/m ²)		4.2	4.3	2.4	3.9

3. 上越沖調査について

(5) 上越海丘 ハビタットマップ (R5調査時)

★は掘削孔の位置を示す

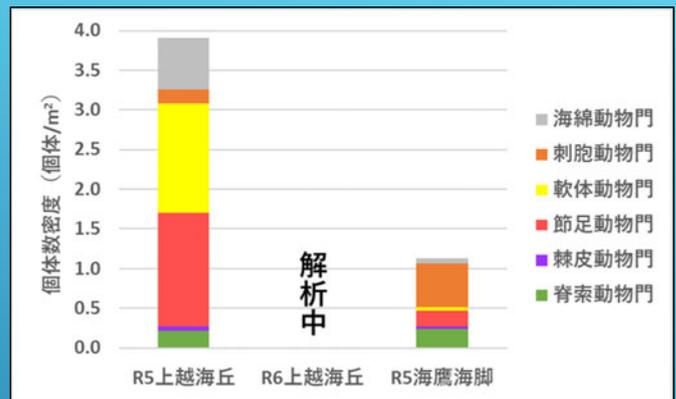


3. 上越沖調査について

(6) 上越海丘及び海鷹海脚における出現種と出現個体数密度 (R5調査時)

No.	門名	種名	単位：個体数				
			上越海丘			海鷹海脚	
			Dive3	Dive4			合計
			西側	東側		Dive5	
1	海綿動物	尋常海綿綱	8,115	3,487	42	11,644	574
2	刺胞動物	ウメボシイソギンチャク科	243	34	27	304	2
3		セトモノイソギンチャク科	15		4	19	
4		イソギンチャク目	2,475	107	288	2,870	4,765
5		軟体動物	タコ目				2
6	節足動物	十腕形上目 (イカ類)	4	3		7	2
7		ホクヨウウミウシ					3
8		オオエッチュウバイ	16,226	5,278	2,978	24,482	303
9		エビジャコ科	19	8	19	46	1
10	棘皮動物	モエビ科	1			1	4
11		ホッコクアカエビ	2,794	324	1,541	4,659	1,567
12		十脚目 (エビ類)	1	5	2	8	
13		ベニズワイガニ	14,516	3,844	2,728	21,088	164
14		ウミシタ目					3
15	脊索動物	ニチリンヒトデ科	81	20	51	152	174
16		ヒトデ綱	394	30	358	782	125
17	脊索動物	ホヤ綱					1,190
18		ノロゲンゲ	2,097	293	1,035	3,425	753
19		クロゲンゲ	48	20	24	92	13
20		アゴゲンゲ	23	7	4	34	2
21		イサゴビクニン	19	2		21	5
22		ザラビクニン	75	2		77	5
23		ヤマトコブシカジカ	137	36	35	208	52
出現種数			19	17	15	19	21
合計個体数			47,283	13,500	9,136	69,919	9,709
観察面積 (m ²)			11,286	2,850	3,776	17,912	8,579
個体数密度 (個体/m ²)			4.2	4.7	2.4	3.9	1.1

注) 種名は暫定であり、今後の精査で変更となる可能性がある。



4. 酒田沖調査について

(1) AUV潜航記録一覧



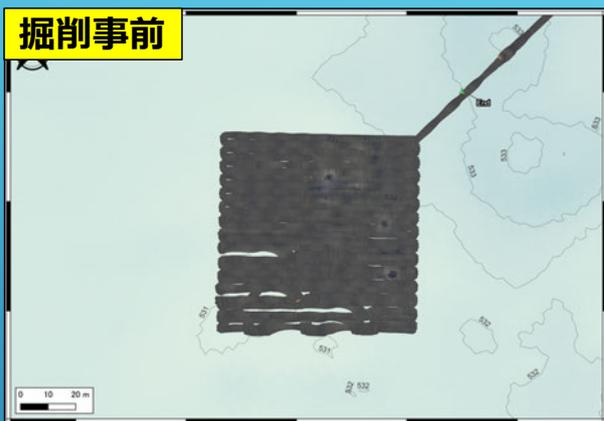
調査年	調査日	調査海域	航走時間※	航走距離※ (m)	写真撮影 枚数	備考
2023年	8月18日	酒田海丘	3時間43分	2,399	3,409	掘削事前
	-					「ちきゅう」による掘削
	8月26日	酒田海丘	6時間56分	4,962	6,343	掘削事後
8月29日	酒田海丘	6時間44分	4,917	6,173		
2024年	8月7日	酒田海丘	7時間31分	5,385	6,765	掘削 約1年後
	8月9日	酒田海丘	7時間31分	5,547	6,757	
合計			32時間25分	23,210	29,447	

※航走時間および航走距離は、海底着底～離底までにおける値を示す。

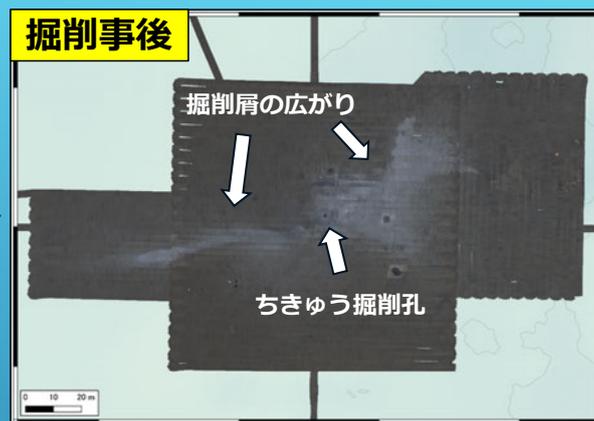
4. 酒田沖調査について

(2) 海底モザイク画像 経年比較

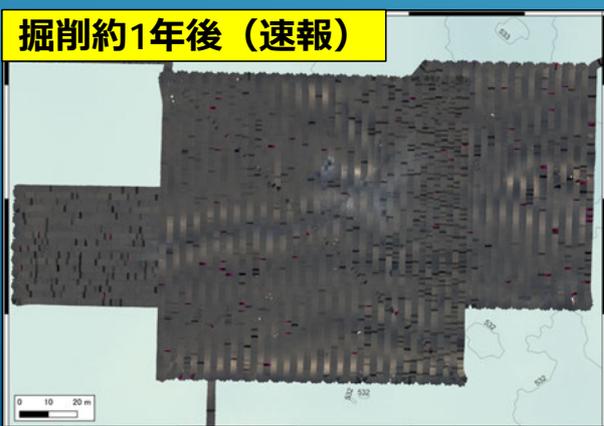
R 5 掘削事前



掘削事後

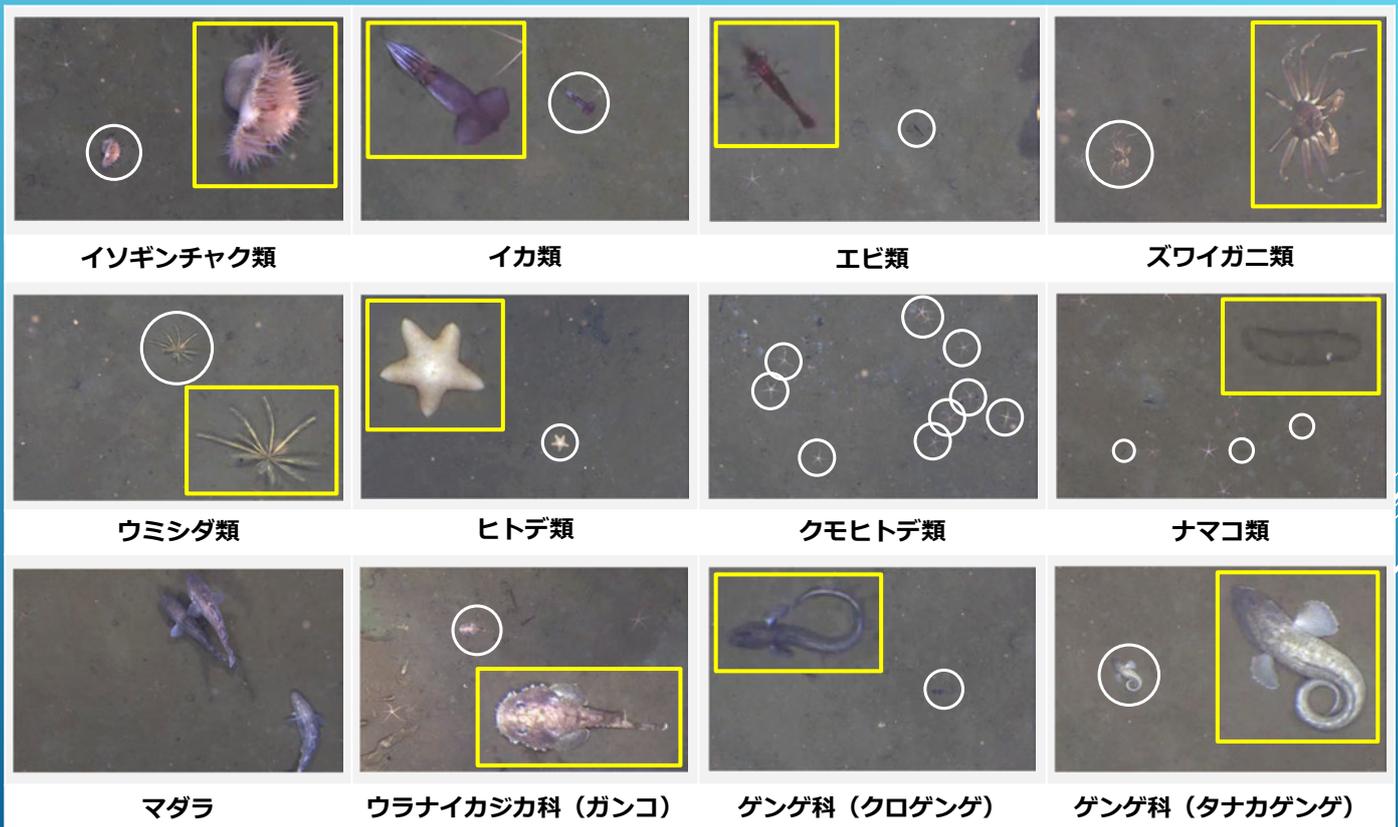


R 6 掘削約1年後 (速報)



4. 酒田沖調査について

(3) 直下視スチルカメラ映像より確認された主な生物 (酒田沖)

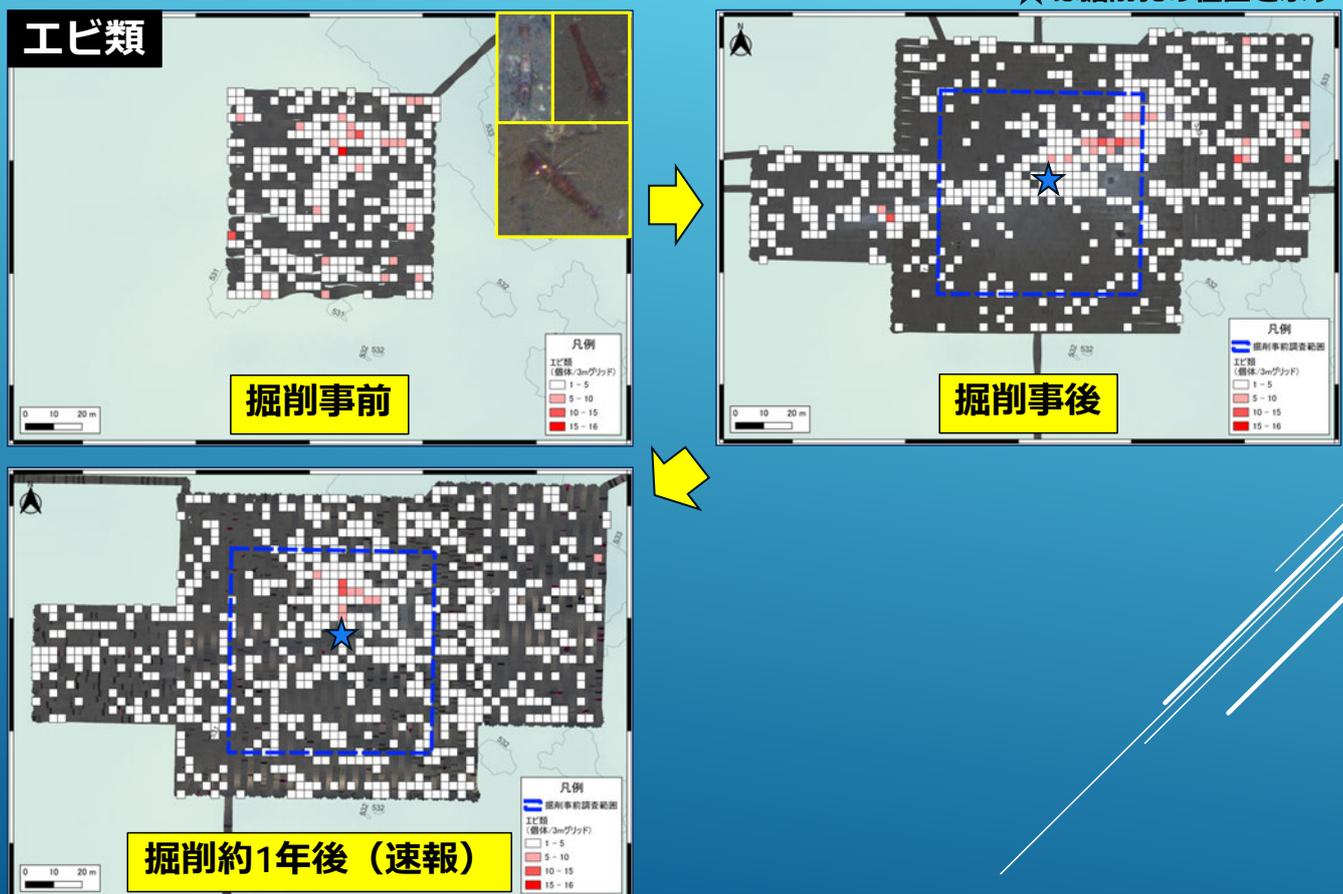


※黄色枠内は拡大写真

4. 酒田沖調査について

(4) -1. 酒田海丘 エビ類のハビタットマップ (経年比較)

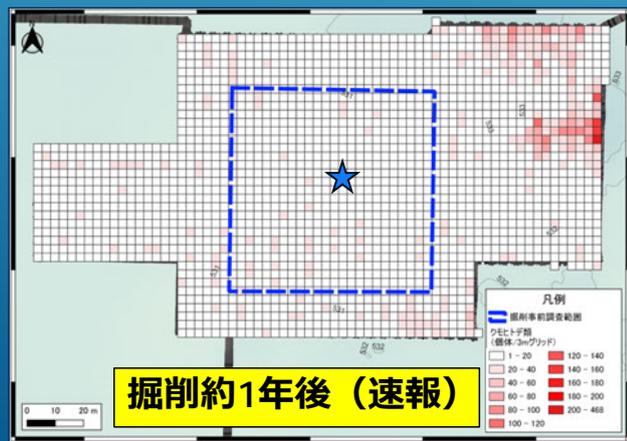
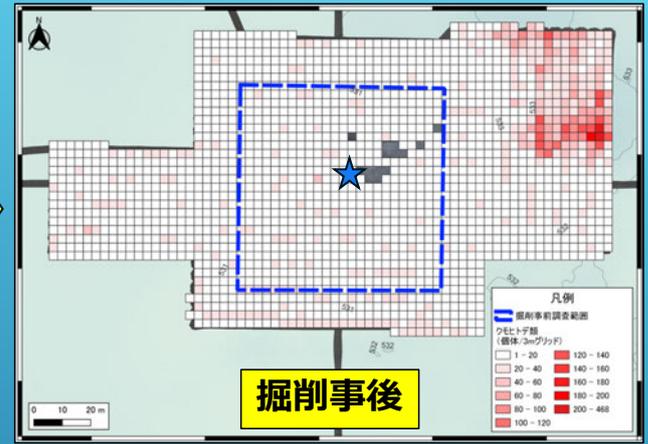
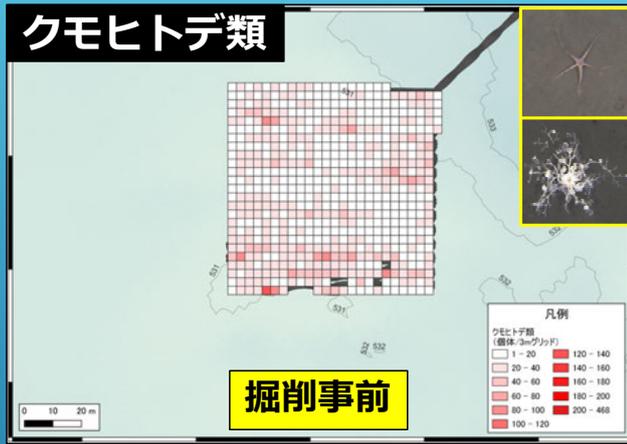
★は掘削孔の位置を示す



4. 酒田沖調査について

(4) -2. 酒田海丘 クモヒトデ類のハビタットマップ（経年比較）

★は掘削孔の位置を示す

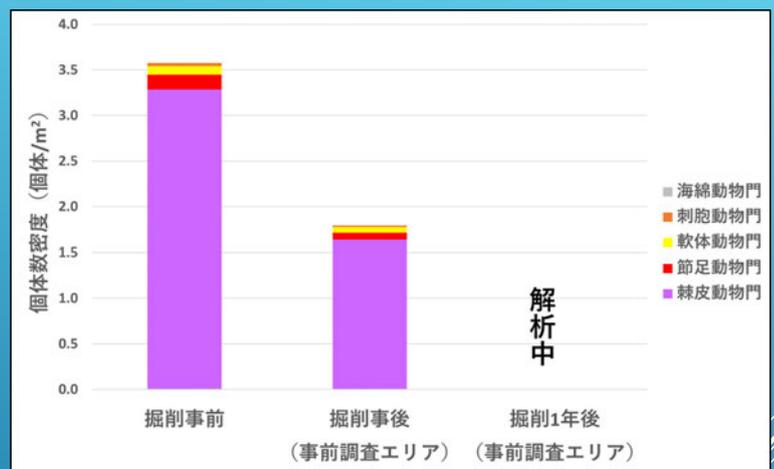


4. 酒田沖調査について

(4) -3. 酒田海丘における出現種と出現個体数密度（R5調査時：掘削事前および掘削事後）

単位：個体数

No.	門名	種名	掘削事前	掘削事後
			Dive2	Dive3 事前調査 エリア
1	刺胞動物	イソギンチャク目	190	104
2		オオヤナギウミエラ科	2	3
3	軟体動物	タコ目	36	12
4		十腕形上目（イカ類）	59	9
5		オオエッチュウバイ	394	288
6	節足動物	エビジャコ科	4	1
7		ホッコクアカエビ	39	
8		異尾下目（ヤドカリ類）		1
9		十脚目（エビ類）	800	389
10		ベニズワイガニ	5	2
11	棘皮動物	ウミシダ目	53	18
12		ニチリンヒトデ科	153	101
13		ヒトデ綱	366	210
14		ツルクモヒトデ目	31	17
15		クモヒトデ綱	13,382	6,308
16		ノザワミツマタナマコ	24	9
17		ナマコ綱	3,003	1,822
出現種数			16	16
合計個体数			18,541	9,294
観察面積 (m ²)			5,184	
個体数密度 (個体/m ²)			3.6	1.8



注1) 種名は暫定であり、今後の精査で変更となる可能性がある。
 2) 魚類については同定精査中のため、除外している。

5. まとめ

- 「YOUZAN」のカメラで撮影した映像を用いたフォトマッピングにより、掘削孔近傍における海底面のモザイク画像を取得することが出来た。
- 得られた画像データより画像アノテーションソフト（CVAT）やAI技術を活用して生物の同定、計数作業等を実施し、出現生物のハビタットマップの作成や定量データの整理を進めることが出来た。

今後の予定

- ベースラインデータの取得を進めるとともに、掘削による海底環境への影響を検討
- 海底面の底質と生物分布の相関について定量的に評価する手法の検討

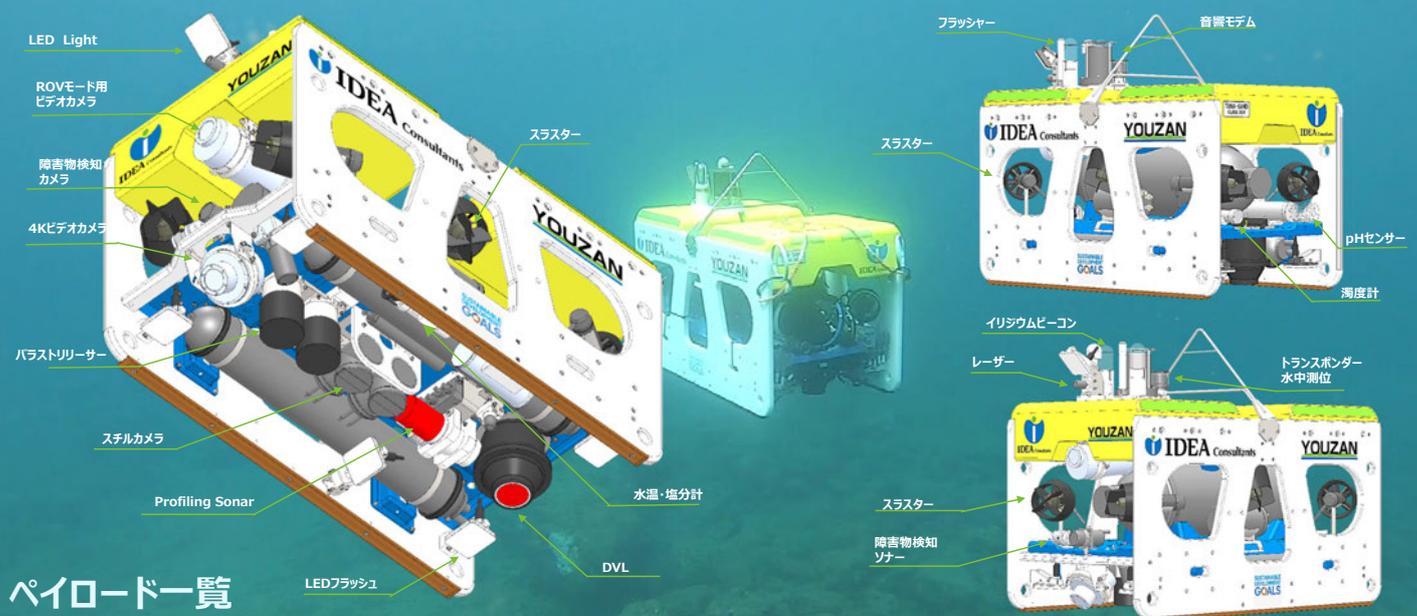
謝辞

本研究は、経済産業省のメタンハイドレート研究開発事業の一部として実施しました。

関係者の皆様に心より感謝申し上げます。

参考資料

2. AUV (YOUZAN) について YOUZANの装備品及びセンサー等の搭載状況

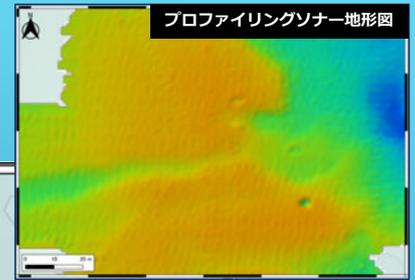


ペイロード一覧

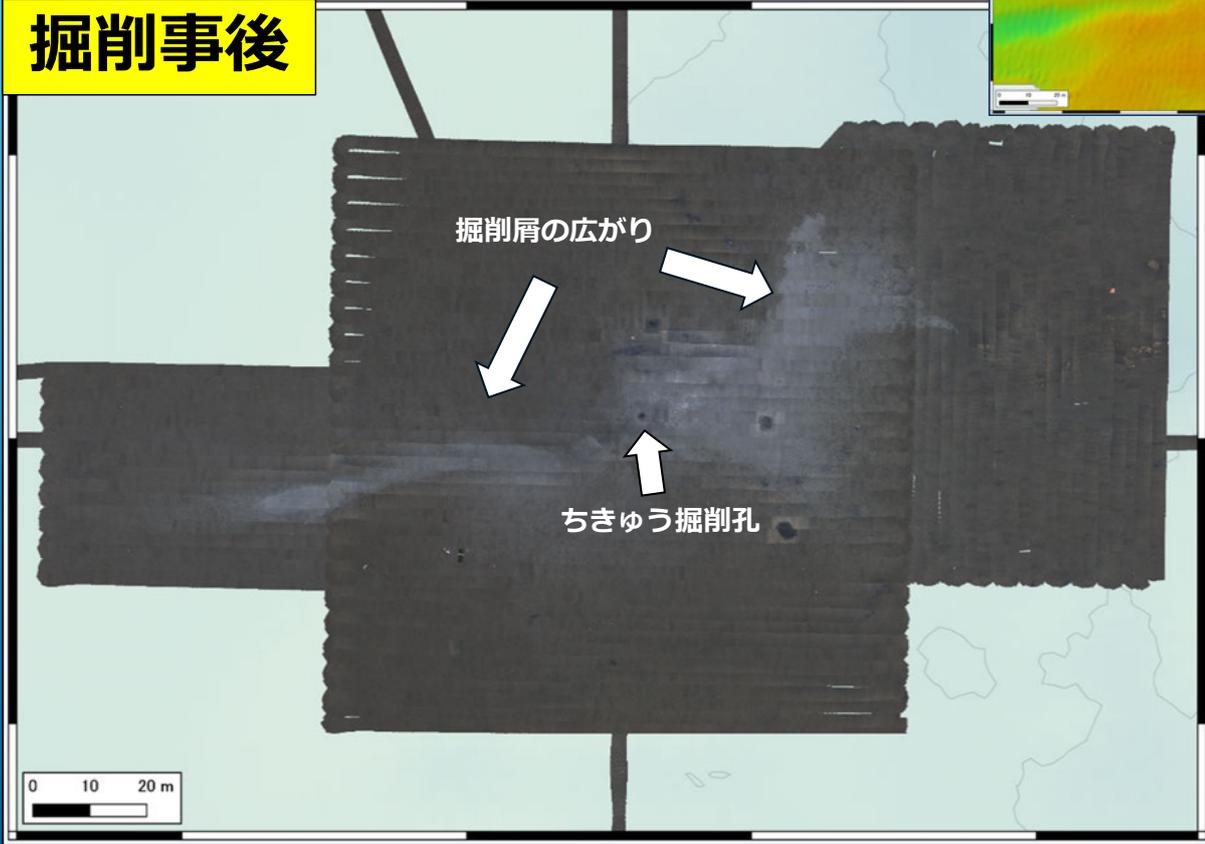
項目	型式	メーカー名	その他
スチルカメラ	GR2	RICHO社	静止画 約1,620万画素
4Kカメラ	UMC-S3CA	SONY社	動画 約1,220万画素
DVL	PioneerDVL600kHz	Teledyne RDI社	高度、対地速度
深度計	8B2000-I	Paroscientific社	水深
前方探査ソナー	Micron Sonar	Tritech社	全周ソナー
プロファイリングソナー	881A	imagenex社	シングルファンビーム
濁度計	INFINITY ATUD-USB	JFEアドバンテック社	0~1,000 FTU
水温塩分計	INFINITY CT A7CT-USB	JFEアドバンテック社	-5~45℃
pH計	SPS-14	紀本電子工業社	pH3.5-9.0

4. 酒田沖調査について

海底モザイク画像（R5調査時：掘削事後）



掘削事後



4. 酒田沖調査について

酒田海丘 ヒトデ類のハビタットマップ（経年比較）

★は掘削孔の位置を示す



4. 酒田沖調査について

酒田海丘 ナマコ類のハビタットマップ（経年比較）

★は掘削孔の位置を示す

