

IV-5. 効率的なサンゴの観測・解析手法の開発

目 次

IV-5 効率的なサンゴの観測・解析手法の開発	
1. 目的	IV-5-1
2. 調査・解析結果	IV-5-2
2.1 観測手法の精度・効率性向上を図る手法	IV-5-2
2.2 解析手法の精度・効率性向上を図る手法	IV-5-4
2.3 教師データの提供方法の検討及び提供データの作成	IV-5-13

IV-5 効率的なサンゴの観測・解析手法の開発

1 目的

広範囲のサンゴの分布を把握する手法として、船上水中カメラやリモコンボートを活用した効率的観測手法と、人工知能 (AI) を活用した効率的な解析手法の技術の開発を行う。

(1) 観測手法の精度・効率性向上

これまで、沖縄海域、沖ノ鳥島海域を実証フィールドとして、撮影作業の効率化や撮影画像の高精度化の検討を行ってきた。その検討結果を整理し、観測手法の精度・効率性向上を図る手法についてとりまとめを行う。

(2) 解析手法の精度・効率性向上

観測と併せて、沖縄海域、沖ノ鳥島海域で撮影した画像を用いて、AI によるサンゴ分類の精度向上と分類作業の効率化の検討を行ってきた。その検討結果を整理し、AI による解析手法の精度・効率性向上を図る手法についてとりまとめを行う。

(3) 教師データの提供方法の検討及び提供データの作成

AI による解析手法の検討においては、沖縄海域、沖ノ鳥島海域のサンゴを対象とした教師データの作成を行ってきた。これまでに作成した教師データを活用する方法として、自治体等のユーザーに教師データを提供する方法について検討する。

また、沖縄海域のデータについて、提供するためのデータセットを作成する。

2. 調査・解析結果

2.1 観測手法の精度・効率性向上を図る手法

現地撮影において、短時間に広域を詳細に調査するために、リモコンボート（図-IV.5.1）に水中カメラを取り付け、海底を動画撮影する手法について技術開発を行った。

本技術は潜水士が撮影するよりも速いスピードで撮影が可能であり、0.04ha（幅 2m × 延長 100m × 2 測線）の撮影所要時間は約 0.1 時間、1 日（7.5h）あたり 3ha の撮影が可能となった。これにより、潜水士による水中ビデオ撮影の効率より約 80%の作業短縮が可能となる（表-IV.5.1）。

リモコンボートを使用することで、浅所の海底状況を安全に把握できるが、波があると左右に船体が揺れる中での撮影となる。そのため、船の航行条件として波浪静穏で干潮時を除く必要がある。またリモコンボートの制約として、計測可能箇所は操縦者から 800m 以内に設定する必要がある。



図-IV.5.1 リモコンボートと撮影状況

表-IV.5.1 撮影作業の効率化の検証結果（沖ノ鳥島海域での検証結果）

撮影手法	対象海域(手法)	作業日数
水中カメラによる撮影 ※船の航行条件（波浪静穏で干潮時を除く／計測可能箇所は操縦者から 800m 以内）の撮影制約条件あり。	沖ノ鳥島 (リモコンボート取付水中撮影)	撮影面積: 2m × 100m × 2 測線 = 0.04ha (ラップなし) 0.04ha 撮影の所要時間: 0.1 時間 1ha 撮影の所要時間: 2.5 時間 1 時間当たりの撮影可能面積: 0.4ha 1 日(7.5h)当たりの撮影可能面積: 3ha (3ha 撮影に係る測線数: 測線長 100m の場合、約 150 測線) 10ha 撮影に必要な日数: 約 3.3 日間※ (※ラップなし撮影による。実質の作業効率は R2 年度と同じ)
参考値 潜水士による水中ビデオ撮影		撮影面積: 100m × 100m = 1ha 1ha 撮影の所要時間: 13.8 時間 1 時間当たりの撮影可能面積: 0.07ha 1 日(7.5h)当たりの撮影可能面積: 0.53ha 10ha 撮影に必要な日数: 約 18 日間 ※有性生殖によるサンゴ増殖の手引き 技術ノート 3水中ビデオ画像によるサンゴ自動分類技術を参考に計算した。

出典：令和 4 年度厳しい環境条件下におけるサンゴ礁の面的保全・回復技術開発実証委託事業 報告書

水中カメラの取り付け状況を図-IV.5.2 に示し、撮影に使用したカメラ機材の性能を表-IV.5.2 に示す。ブレの少ないサンゴ画像を取得するため、手振れ補正機能のあるカメラにより撮影を行った。それにより動画（60 フレーム/秒）の切り出し画像でもブレの少ない画像を取得できた。

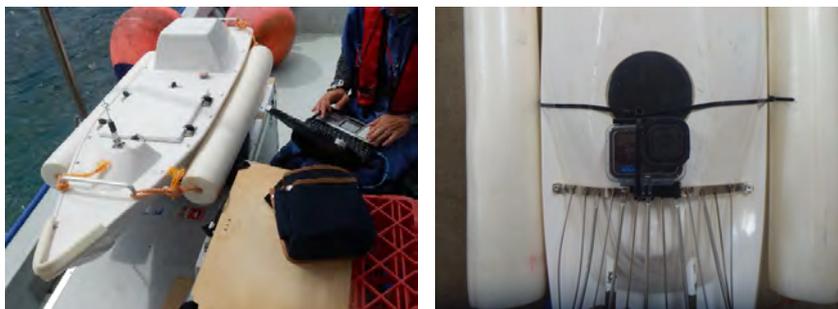


図-IV.5.2 水中カメラの取付状況

表-IV.5.2 使用したカメラ機材の性能

リモコンボート取付水中カメラ	
機種名	GoPro, Inc. 製 GoPro HERO8, 9, 10
撮影区分	動画撮影（60 枚/秒）
撮影画像	1920×1080

撮影時のカメラ設定について、自動露出補正無し、有りで比較した画像を図-IV.5.3 に示す。自動露出補正無しで撮影した画像は、全体的に暗い色調となるが、色飛びが少なく、サンゴの色情報を捉えられる画像を取得できた。



図-IV.5.3 露出補正無し、有りの画像比較

2.2 解析手法の精度・効率性向上を図る手法

水中カメラで動画撮影して取得した画像から、AI モデルでサンゴ種を計測・分類する手法について技術開発を行った。

解析の流れを図-IV.5.4 に示す。現地で撮影した後、解析は「①画像処理」、「②サンゴ分類解析」の工程に区分される。各工程について技術開発した結果を、次頁以降に示す。

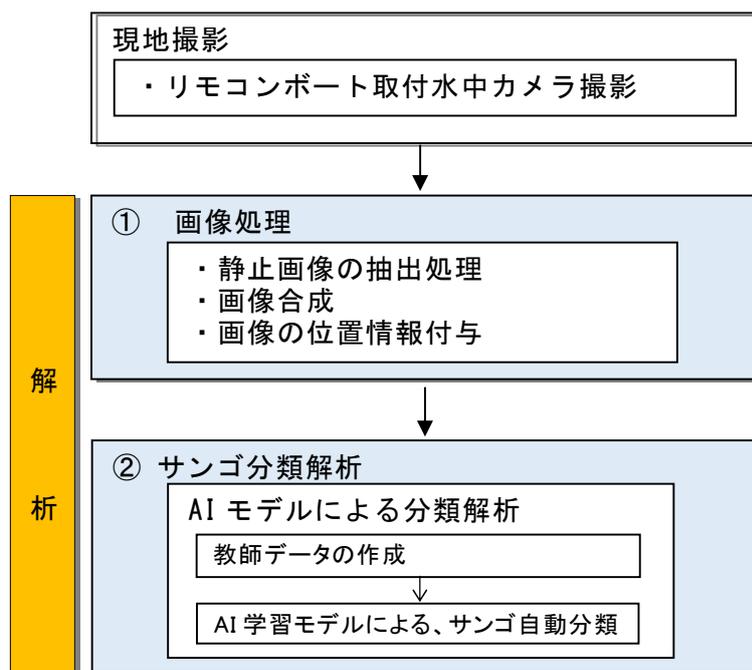


図-IV.5.4 調査・解析の流れ

(1) 画像処理

撮影した水中動画は、サンゴ分類ができるように画像処理を行った。まず、動画から静止画像を切り出し、リモコンボートの測線方向に画像合成を行い平面図を作成した。

一般的に画像合成する方法には「オルソ化」と「モザイク化」の2種類があり、SfMソフトウェア(Pix4Dmapper等)を用いて3次元データを作成する「オルソ化」は、正確な位置情報を持たせることができるが、リモコンボートの撮影動画を用いて3次元データを作成すると、画像表面を刷毛でなめたような状態となり、サンゴの詳細な枝形状が読めない問題が生じた。そこで本検討では隣り合う画像を合成してつなぐ方法である「モザイク化」を使用した。ソフトウェアは市販の画像解析に使用するソフト(PhotoDirector等)を使用し、位置情報はリモコンボートの測線位置にあわせて幾何補正した。モザイク化により、サンゴの局所の特徴も捉えることができ、図-IV.5.5にはスギノキミドリイシの抽出結果の例を示すが、オルソ化した画像では長い枝状のスギノキミドリイシはぼやけた状態となり、AI解析で抽出が困難であったが、モザイク化した画像はぼやけた状態にならずAI解析で抽出できている。

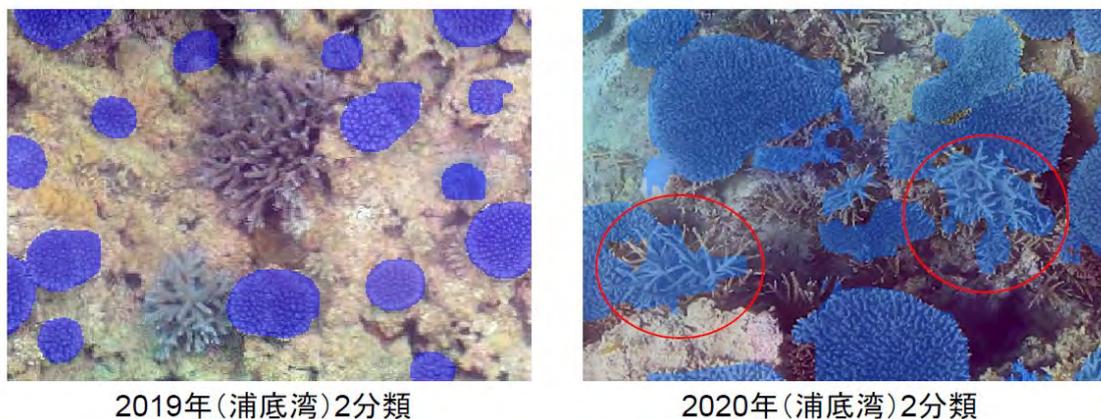


図-IV.5.5 スギノキミドリイシの抽出結果の例
(左：オルソ化を使用、右；モザイク化を使用)

その他、モザイク化した画像は撮影時の光条件や写り込んだ対象物によって色調の違いが生じるため、データの特徴をわかりやすくするために、画像の前処理として「標準化」（特徴量の分散を 1 に変換する）を行った（図-IV.5.6）。標準化を行うことで、画像間での極端な色の差を抑えることができ、AI モデルの全体精度は向上した。

なお、画像の前処理の方法には、標準化のほかに色調補正もあるが、色調補正を行った画像は、人の目で見てサンゴが判別しやすい画像にはなるが、サンゴと非サンゴの色調差が（画像の有する情報量）が減少し、AI 解析には不適であった（図-IV.5.7）。

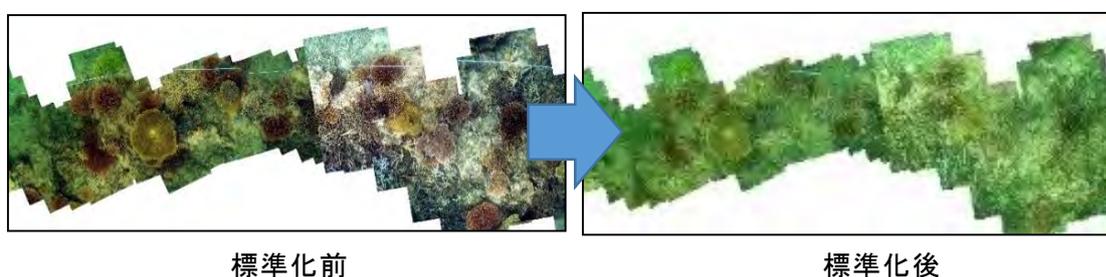


図-IV.5.6 画像の前処理の工夫（標準化）

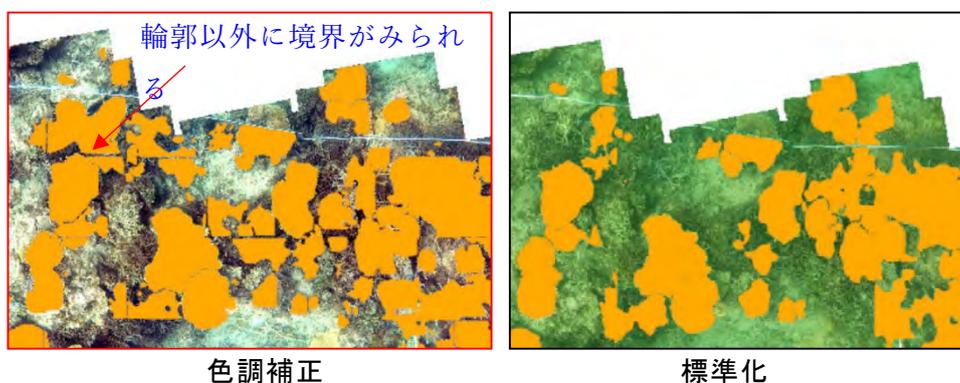


図-IV.5.7 サンゴ抽出結果の例
（左：色調補正、右：標準化）

(2) サング分類解析

本検討で使用した AI モデルは、物体領域を抽出するインスタンスセグメンテーション手法の一つ Mask R-CNN モデルにより行った。下図のように物体ごとの矩形(枠)・クラスに加えて、物体の領域も抽出する。

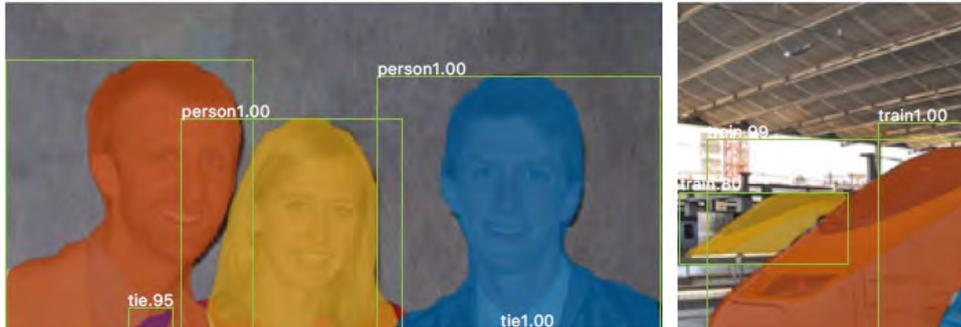


図-IV. 5.8 インスタンスセグメンテーションの概要¹

- [1] Kaiming He, Georgia Gkioxari, Piotr Dollár, Ross Girshick. Mask R-CNN. <https://arxiv.org/abs/1703.06870>
- [2] Zhaojin Huang et, al. Mask Scoring R-CNN

AI 解析で労力がかかり重要なものが教師データの作成であるが、どのような教師をつくり学習させるかによって解析精度がかわってくる。必要な教師数は対象とするもの、使用する画像の精度によっても異なり、どれだけの数が必要といった決まりはないが、参考までに、本検討で作成した教師データ数と分類精度の関係を図-IV. 5.9 に示す。コリンボース状に比べて、塊状は大きさや形状が多様であることから学習が難しいと考えられる。

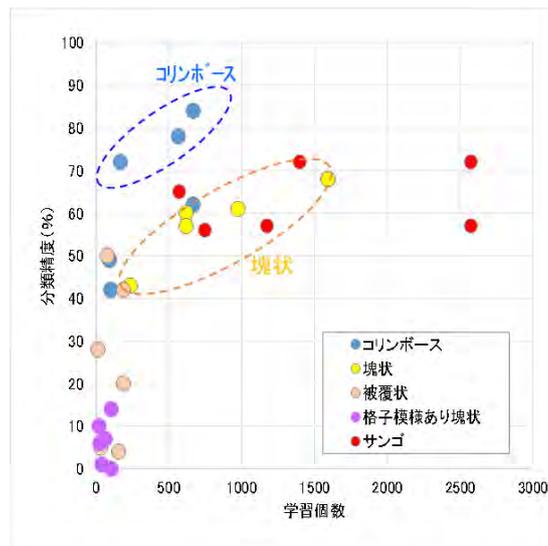


図-IV. 5.9 教師データ数と分類精度の関係

教師データの作成イメージを図-IV.5.10 に示す。本検討ではシルエットからもサンゴの種が概ね判読できるよう、サンゴの輪郭の特徴を捉えた学習データを作成した。

教師・検証データの作成 モザイク画像



サンゴの輪郭の特徴を捉えた学習データの作成が重要
(シルエットからも判別できる)

教師データ作成状況 (着色部)

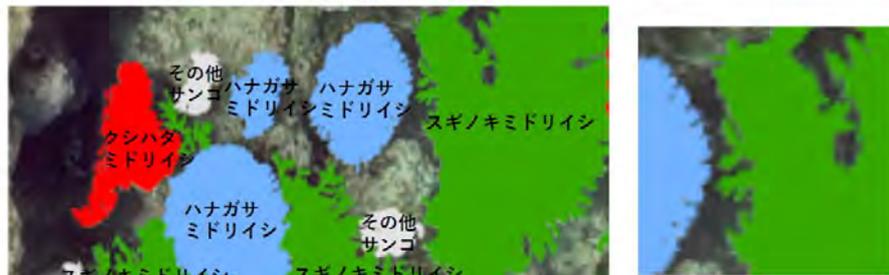


図-IV.5.10 教師データの作成イメージ

色味によって生死が違うサンゴは、AI では誤分類が生じる可能性が高い。本検討では死サンゴを教師データとしてモデルに追加し、精度向上が図られた (図-IV.5.11)。



図-IV.5.11 死サンゴの教師作成イメージ

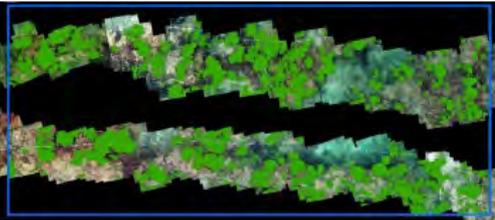
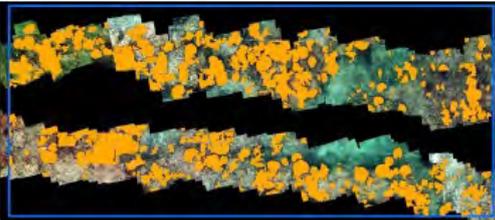
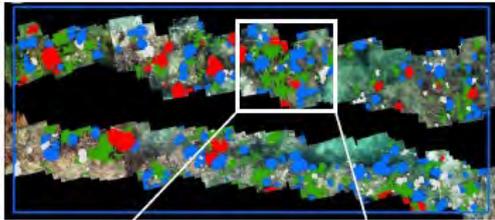
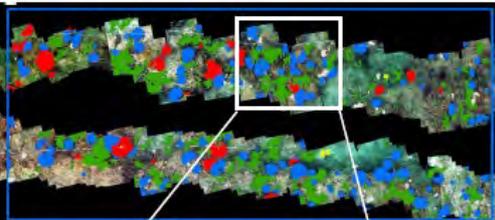
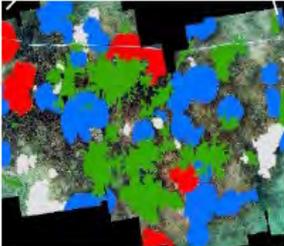
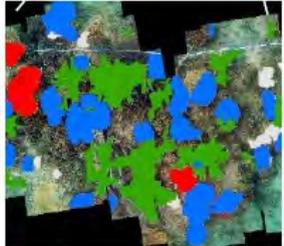
	正解データ	AI分類結果
2分類		
	■ サング (検証)	■ サング (AI分類)
形状別分類		
拡大図		
	■ 樹枝状 ■ コリンボース状 ■ テーブル状 ■ 塊状 ■ その他サング	

図-IV.5.12 AIモデルによるサング解析結果（沖縄海域：2分類、形状別分類）

本検討の AI 解析において使用した AI モデル、ハードウェアの性能情報を参考までに以下に示す。

■ AI モデル

モデル	特徴
Mask Scoring RCNN (2019)	<p>本モデルは、対象物体の検出と領域推定を行うインスタンスセグメンテーション手法です。物体を検出してからその領域を推定するため、背景における誤検出が少ないことや、物体単位の領域推定精度が高いことが特徴になります。</p> <p>同様のインスタンスセグメンテーションモデルはいくつかあり、代表的なのは Mask RCNN です。</p>

■ ハードウェアの性能情報

項目	性能情報
OS	Ubuntu 20.04.3
CPU	AMD EPYC 7302P 16-Core
GPU	NVIDIA RTX A5000 (×2 枚)
メモリ	64GB

(3) 分類作業の効率化の検証

分類作業に係る作業日数について、事業計画目標の 15 日/10ha を達成できるか、沖縄海域での分類作業の実績から検討した。

分類作業では、「モザイク画像作成」、「画像の前処理」「AI モデル構築」、「AI 解析」の手順を踏む。各工程に係る作業日数について、沖縄海域の作業実績より算出した結果を表-IV. 5. 3 に示す。

- ・モザイク画像作成は、測線長 200m あたり 9.33 時間
- ・画像の前処理は、測線長 200m あたり 1 時間
- ・AI モデル構築は、72m² の教師データ作成には約 11 日間
- ・作成した教師よりモデル構築にかかる日数は、約 7.5 日間
- ・AI 解析は 120m² あたり 0.02 時間

なお、AI モデル構築は、教師データが蓄積されモデルを構築できると、将来的には不要となる。

モザイク画像作成は、撮影毎に作業が発生する。事業目標 15 日/10ha を達成するためには、対象範囲を面的にカバーするような測線間隔を設定し、効率的に計測することが求められる。

10ha の現地計測を図-IV. 5. 13 に示すような 50m 間隔の測線を配置し計測、AI 解析することをイメージして分類作業の日数を試算した（下式を参照）。50m 間隔の測線配置を想定した場合、作業日数は 14.6 日となり事業計画目標の 15 日/10ha は達成できる。

対象範囲 10ha の分類に係る日数の試算（50m 間隔の測線配置を想定）

< 既存の AI モデルを使用する場合（モデル構築含まず） >

- ・モザイク画像作成の所要時間

解析測線長 2100m 当たり： 約 14.5 日間・・・①

- ・AI 解析の所要時間

解析面積 4200 m² 当たり： 約 0.1 日間・・・②

① + ② = 約 15 日間

表-IV. 5. 3 分類作業に係る作業日数（実証海域の実績）

手法	対象海域	作業日数
モザイク画像の作成	沖縄海域・浦底湾	解析測線長：100m×2測線＝200m 測線長200m分のモザイク画像作成の所要時間：9.33時間 1時間当たりの解析測線長：21.4m、1日（7.5h）当たりの解析測線長：160.5m
画像の前処理	沖縄海域・浦底湾	解析測線長：100m×2測線＝200m 測線長200m分の画像の前処理の所要時間：1時間 1日（7.5h）当たりの解析測線長：1,500m
AIモデル構築 （教師データ作成含む）	沖縄海域・浦底湾	解析面積：（学習エリア12m×3m）×2領域＝72m ² 面積72m ² 分の教師データ作成の所要日数：約11日間 AIモデル構築の所要日数：約7.5日間
AI解析	沖縄海域・浦底湾	解析面積：（検証エリア20m×3m）×2領域＝120m ² 面積120m ² 分のAI解析の所要時間：0.024時間 1時間当たりの解析面積：5,000m ² 、1日（7.5h）当たりの解析面積：37,500m ²

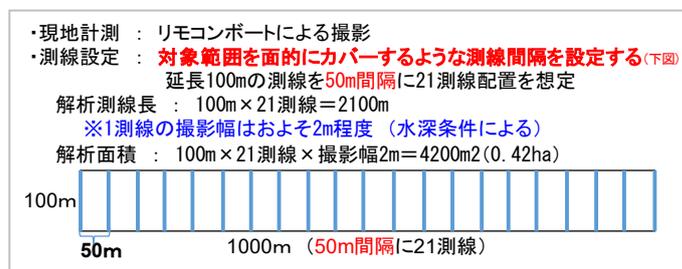


図-IV. 5. 13 対象範囲 10ha の現地計測イメージ

2.3 教師データの提供方法の検討及び提供データの作成

これまで広範囲のサンゴの分布を把握する手法として、リモコンボートを活用した効率的な観測手法と、AI を活用した効率的な解析手法の技術開発を実施してきた。

沖縄海域、沖ノ鳥島海域において撮影した画像を用いて、AI 教師データの追加や画像の標準化等により分類精度を検証した結果、沖縄海域ではサンゴ・非サンゴの2分類では事業計画目標とする分類精度 80%を達成し、形状別の分類でもコリンボース状では 80%を達成、沖ノ鳥島海域においても、形状別の分類でコリンボース状では 80%を達成した。

そこで、開発した技術の汎用化を目的として、手引きの改訂と併せて、これまでの技術開発で作成した教師データを活用する方法として、自治体等のユーザーに教師データを提供する方法について検討した。

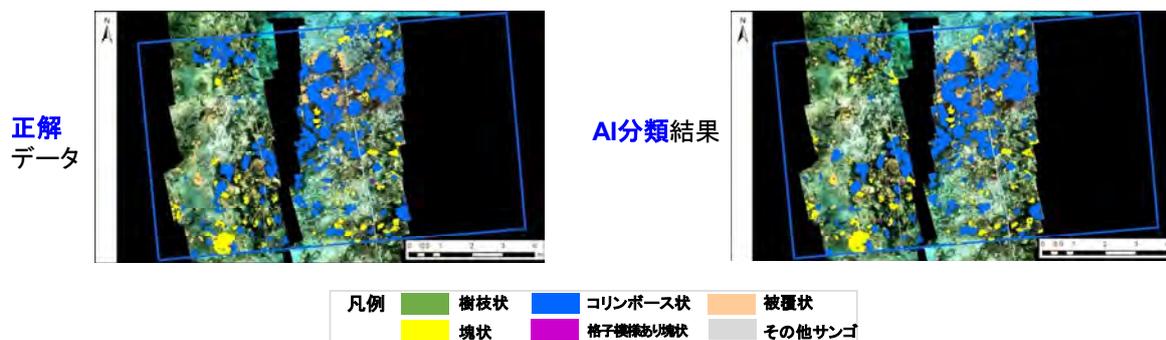


図-IV.5.14 AIモデルによるサンゴ解析結果（沖ノ鳥島海域：形状別分類）

(1) 「サンゴの AI 教師データの提供」に関するヒアリングの実施

教師データの提供方法を検討するにあたり、日頃からサンゴのモニタリングを行う研究者・団体に対して、ニーズや提供方法の要望について伺うヒアリングを実施した。

ヒアリング先、質問事項を表-IV.5.4、表-IV.5.5 に示す。質問事項を事前送付し、Web 会議にてヒアリングを行った。

表-IV.5.4 ヒアリング先

ヒアリング先
国立環境研究所 山野 博哉氏
(一財) 沖縄県環境科学センター

表-IV.5.5 質問事項

	分類	主な質問事項
1	AI 教師データの提供に関するニーズ	「AI を活用したサンゴ計測」について、どのように思うか、関心はあるか。
2		今後、「AI を活用したサンゴ計測」を、導入したいと思うか。
3		「AI を活用したサンゴ計測」の導入に向けて、これまでに実施していること、もしくは検討中のことはあるか。
4		自ら AI モデルを構築してサンゴ計測を行うにあたっての条件や要望等。
5	教師データの提供方法の要望について	AI モデル構築の参考として、データ提供を受けるにあたっての、要望や条件。 <ul style="list-style-type: none">・データの内容・データセットの構成・データの提供方法
6	その他	データ活用の方法に関して、ご意見など。

ヒアリング結果を表-IV.5.6 (1) ～ (3) に示す。

AI モデルを自ら構築する上での条件、要望などは、R7 年度改訂の手引きの作成の際に反映することが求められる。

表-IV.5.6 (1) ヒアリング結果のまとめ

	質問内容		ヒアリング結果
1	AI 教師データの提供に関するニーズ	AI への関心	<ul style="list-style-type: none"> AI を活用したサンゴ計測に関心がある。今後、導入したいと思う。(国立環境研究所 山野博哉氏) AI を活用したサンゴ計測に、どちらかといえば関心がある。今後、どちらかといえば導入したいと思う。(一財) 沖縄県環境科学センター)
2		AI 導入に向けて、これまで実施していること 検討中のこと	<ul style="list-style-type: none"> 7～8 年前から海外の画像分析オープンソース Coral net (https://coralnet.ucsd.edu/) をサンゴのモニタリングに利用している。(一財) 沖縄県環境科学センター) 研究では、衛星画像等の画像を用いたサンゴ礁の観測、画像を用いたサンゴの 3 次元計測を実施している。例えば、サンゴの 3 次元計測情報を AI による分類に活用するなどが考えられる。(国立環境研究所 山野博哉氏)
3		自ら AI モデルを構築するにあたっての条件や要望等	<ul style="list-style-type: none"> <u>AI 解析の試行に使用可能なデータセットや手順書</u> (教師データの作成方法やノウハウ、AI モデル構築のノウハウなど) <u>の提供があると参考になる。</u> (国立環境研究所 山野博哉氏) <u>AI モデルの構築に求められるハードウェアの性能情報、AI モデルの特徴について他のモデルと比較した整理があると参考になる。</u> (一財) 沖縄県環境科学センター)
4	教師データの提供方法の要望について	データの内容	<ul style="list-style-type: none"> <u>教師データ作成に使用した水中画像の計測条件</u> (使用したカメラ、解像度、水深、天候、波条件等) <u>も併せて提供することで、データ利用者がどんなカメラでどのぐらいの解像度で撮影するとよいかなどの判断材料になる。</u> (国立環境研究所 山野博哉氏)

表-IV. 5. 6 (2) ヒアリング結果のまとめ

	質問内容		ヒアリング結果
4	教師データの提供方法の要望について	データの内容	<ul style="list-style-type: none"> • <u>提供する AI 教師データは、主要なサンゴ形状を網羅していると考えられるので、データの一般性についての記載があるとよい。</u>なお、計測を行った浦底湾は地理的に外洋に比べると波当たりが穏やかな場所である。波当たりの強い場所に生育するサンゴ（枝の太いサンゴ）は含まないなど、<u>撮影場所の地理条件を踏まえた情報も付与して提供することが望ましい。</u>（国立環境研究所 山野 博哉氏） • サンゴ種の分類は、形状だけでは判別できない。DNA 鑑定による判別が必要なものもある。<u>教師データに関する説明の前提条件として、教師データは作成者によってサンゴ種の分類に差異が生じる可能性があることは示す必要があるだろう。</u>（（一財）沖縄県環境科学センター） • 分類精度の検証結果を示す際は、<u>精度評価の指標値の解釈</u>（例えば、サンゴ被度を4段階に分類できるなど）<u>の説明があると望ましい。</u>（（一財）沖縄県環境科学センター） • <u>解像度を落として撮影した水中画像による精度検証結果も提供できると参考になる</u>だろう。画像データと教師データのデータセットを提供することで、データ利用者が自ら解像度を落とした場合の検証も可能となる。（国立環境研究所 山野 博哉氏） • 提供する教師データは一定以上の抽出性能（精度）をもつものを提供することを基本とすることでよいが、データ利用者が自ら教師データを追加することで精度向上を図ることもできる。オプションとして<u>抽出性能に満たない教師データも提供するなどの選択がある</u>とよい。（国立環境研究所 山野 博哉氏）

表-IV.5.6 (3) ヒアリング結果のまとめ

	質問内容		ヒアリング結果
5	教師データの提供方法の要望について	データセットの構成	<ul style="list-style-type: none"> データセットのファイル形式は、<u>非可逆の圧縮がかかっていなければ</u>、特に指定する形式の希望はない。（国立環境研究所 山野 博哉氏） <u>一般的なデータ形式で、変換・加工できるものであれば問題ない</u>。（（一財）沖縄県環境科学センター）
6		データの提供方法	<ul style="list-style-type: none"> データの提供方法としては、<u>ハードディスクなどで一括データ取得ができることが望ましいが、ユーザーの意図に応じて、分類別でデータを取得可能にできるとよい</u>。（国立環境研究所 山野 博哉氏） <u>海外の方の利用を考えると、ホームページでダウンロードできることが望ましい</u>。（（一財）沖縄県環境科学センター） <u>データ提供を受ける際、申請者の本人が特定されない仕組みがあると、ハードルが下がり、利用の幅は広がるだろう</u>。（（一財）沖縄県環境科学センター）
7	その他 （データ活用の方法に関する意見等）		<ul style="list-style-type: none"> 新たに AI モデルを構築するには、大量のデータが必要となる。利用者が一からデータを全てそろえることは簡単ではない。オープンソースの AI システムとして提供を受けられることを希望する。（（一財）沖縄県環境科学センター） 手引きの作成と併せて、自治体向けの勉強会があるとよい。（（一財）沖縄県環境科学センター）

(2) 教師データの提供方法、データセットの内容の検討

前述のヒアリング結果を踏まえて、教師データの提供方法の方向性を整理すると以下のようになる。これを念頭に、データ提供の目的、教師データの提供方法、データセットの内容について方針を整理した。

「教師データの提供方法の方向性」

- ・提供データには、データ作成方法（計測条件）のほか、対象とするサンゴ、分類区分、精度などの前提条件の説明を付与する。
- ・精度検証結果に関係なくデータを提供する。
- ・データのファイル形式は一般的な形式とする。
- ・データ提供方法は、ハードディスクやクラウドストレージなどで一括データ取得する仕組みとする。
- ・ホームページ等から直接ダウンロードでき、申請者本人が特定されない仕組みの導入については、今後、調査、検討する。
- ・オープンソースの AI システムの提供については、長期的な展望としての今後の課題とする。まずは自ら AI モデルを構築・活用することを目指す。

1) データ提供の目的・目指す姿

- ・ AI モデルを構築するためには、学習させる教師データが必要になる。
- ・ 水産庁の技術開発で作成した、「画像内のサンゴの範囲を認識してインスタンス・セグメンテーションによりサンゴを抽出する際に用いるデータセット」を、自治体や研究者等に提供することで、一からデータセットを作らなくても、AI モデル構築をトレーニングできるようにする。
- ・ そして、各自治体や研究機関で AI モデルを構築・活用し、モニタリングの効率化、高度化がなされることを目指す。

2) 提供するデータ（精度条件等）

これまで沖縄海域、沖ノ鳥島海域のサンゴを対象とした AI 解析、教師データの作成を行ってきた。各海域においてサンゴ種や形状が異なるため、データセットは海域別に分けて作成する。

提供するデータは、これまでに作成した 2 分類用のサンゴ、形状別分類用（樹枝状、コリンボース状、塊状など）とし、利用者が自ら教師データを追加することも考慮し、分類精度が低いものも含めて提供する。

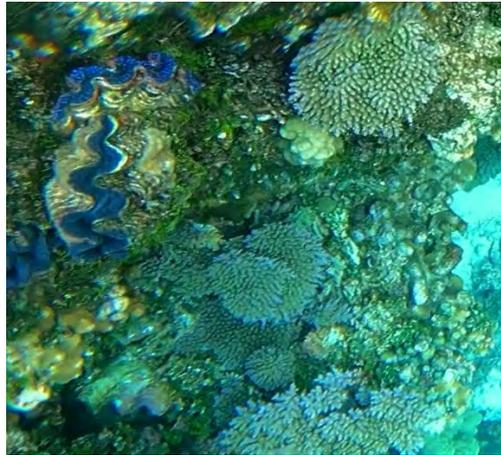
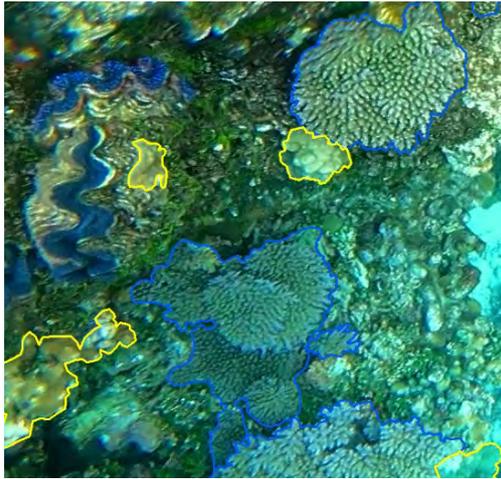
表-IV.5.7 サンゴの分類区分別の精度

海域区分	分類区分		プロデューサー精度	F 値
沖縄海域 (石垣島 浦底湾)	2 分類	サンゴ	82%	0.82
	形状別 分類	樹枝状	79%	0.66
		コリンボース状	85%	0.85
		テーブル状	66%	0.76
		塊状	個別の精度は未検証	
		その他サンゴ	個別の精度は未検証	
沖ノ鳥島海 域	2 分類	サンゴ	72%	0.76
	形状別 分類	コリンボース状	84%	0.85
		塊状	68%	0.68
		被覆状	42%	0.56
		格子模様あり塊状	0%	0
		その他サンゴ	十分な検証データは存在しないため 未検証	

3) データセットの構成

提供するデータの構成は、オリジナル画像、ラベリングデータ、属性情報等を記載したテキストデータとし、データ形式は以下のとおりとする。

表-IV.5.8 データセットの構成、データ形式

<p>オリジナル 画像</p>		<p>ファイル形式：tiff、tfw</p>																																																																								
<p>ラベリング データ</p>		<p>ファイル形式：shp、dbf、shx、prj</p>																																																																								
<p>テキスト データ</p>	<p>ラベリングデータの情報の定義</p> <table border="1" data-bbox="427 1509 1098 1581"> <tr> <td>レイヤ名称</td> <td colspan="3">2020ラベリングデータ 沖縄</td> </tr> <tr> <td>図形タイプ</td> <td>ポリゴン</td> <td>図形ファイル名</td> <td>2020ラベリングデータ 沖縄.shp</td> </tr> <tr> <td>データ作成年</td> <td>令和6年度</td> <td>データ形式</td> <td>シェープ</td> </tr> </table> <table border="1" data-bbox="427 1592 1098 1626"> <tr> <td>ファイル区分</td> <td>属性情報</td> </tr> <tr> <td>ファイル名</td> <td>2020ラベリングデータ 沖縄.dbf</td> </tr> </table> <table border="1" data-bbox="427 1637 1098 1832"> <thead> <tr> <th>アイテム名</th> <th>アイテム内数(項目名)</th> <th>長さ</th> <th>データ型</th> <th>小数</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>FID</td> <td>-</td> <td>8</td> <td>数値型</td> <td>-</td> <td>shape形式必須項目</td> </tr> <tr> <td>Shape</td> <td>-</td> <td>8</td> <td>数値型</td> <td>-</td> <td>shape形式必須項目</td> </tr> <tr> <td>UID</td> <td>ユニーク番号</td> <td>8</td> <td>数値型</td> <td>-</td> <td></td> </tr> <tr> <td>AREA</td> <td>図形面積</td> <td>20</td> <td>数値型</td> <td>5</td> <td>単位は㎡</td> </tr> <tr> <td>CODE</td> <td>形状分類識別番号</td> <td>8</td> <td>数値型</td> <td>-</td> <td>形状分類コード表参照</td> </tr> <tr> <td>NAME</td> <td>形状分類名</td> <td>50</td> <td>テキスト型</td> <td>-</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" data-bbox="427 1861 906 1982"> <thead> <tr> <th colspan="2">形状分類コード表</th> </tr> <tr> <th>コード</th> <th>形状</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>樹枝状</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>コリンボース状</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>テーブル状</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>塊状</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>その他サンゴ</td> </tr> </tbody> </table>	レイヤ名称	2020ラベリングデータ 沖縄			図形タイプ	ポリゴン	図形ファイル名	2020ラベリングデータ 沖縄.shp	データ作成年	令和6年度	データ形式	シェープ	ファイル区分	属性情報	ファイル名	2020ラベリングデータ 沖縄.dbf	アイテム名	アイテム内数(項目名)	長さ	データ型	小数	備考	FID	-	8	数値型	-	shape形式必須項目	Shape	-	8	数値型	-	shape形式必須項目	UID	ユニーク番号	8	数値型	-		AREA	図形面積	20	数値型	5	単位は㎡	CODE	形状分類識別番号	8	数値型	-	形状分類コード表参照	NAME	形状分類名	50	テキスト型	-		形状分類コード表		コード	形状	1	樹枝状	2	コリンボース状	3	テーブル状	4	塊状	5	その他サンゴ	<p>ファイル形式：xls</p>
レイヤ名称	2020ラベリングデータ 沖縄																																																																									
図形タイプ	ポリゴン	図形ファイル名	2020ラベリングデータ 沖縄.shp																																																																							
データ作成年	令和6年度	データ形式	シェープ																																																																							
ファイル区分	属性情報																																																																									
ファイル名	2020ラベリングデータ 沖縄.dbf																																																																									
アイテム名	アイテム内数(項目名)	長さ	データ型	小数	備考																																																																					
FID	-	8	数値型	-	shape形式必須項目																																																																					
Shape	-	8	数値型	-	shape形式必須項目																																																																					
UID	ユニーク番号	8	数値型	-																																																																						
AREA	図形面積	20	数値型	5	単位は㎡																																																																					
CODE	形状分類識別番号	8	数値型	-	形状分類コード表参照																																																																					
NAME	形状分類名	50	テキスト型	-																																																																						
形状分類コード表																																																																										
コード	形状																																																																									
1	樹枝状																																																																									
2	コリンボース状																																																																									
3	テーブル状																																																																									
4	塊状																																																																									
5	その他サンゴ																																																																									

4) データの提供方法

2020～2021 年に沖縄海域で撮影した画像を用いて作成したデータセットの容量は、約 1.3GB であった。

通常のメールでは送付できない容量ではあるが、大容量クラウドストレージにより一括送付できる容量のため、記録媒体の発送が不要で簡単にデータ送付できるクラウドストレージによる提供方法を考える。

5) クラウドストレージによるデータ提供の流れ

データ提供は、水産庁の HP に手引きの改訂と併せて、データセットの概要（データ作成方法・前提条件など）や申請用の書類、データ利用に関する規約を掲載し、データ提供する流れとする。

クラウドストレージでデータ提供する流れを以下に示す（図-IV.5.15）。

ユーザーはメールでデータ提供を依頼し、水産庁はデータファイルをクラウドに格納、ファイルへアクセスするためのリンク URL を作成しメール送付することで、利用者がダウンロードする方法をとる。

水産庁は、データ保管にあたってウイルス対策ソフトを使用し、保管しているシステムに異常がないか定期的に確認することでセキュリティ対策をとる。利用規定には免責事項として、データ利用に伴う損害（例えばウイルス感染等）の責任は負わないことを記載する。

水産庁の HP 掲載する、データセットの概要、申請用の書類、データ利用に関する規約の案を次頁以降に示す。

なお、データ受領後の問い合わせは、水産庁の指示のもと、令和 6 年度業務の受託者（国際航業株式会社）が対応する。

データの利用申請及びデータ受領後の問い合わせは、令和 11 年 3 月までを期限とする。

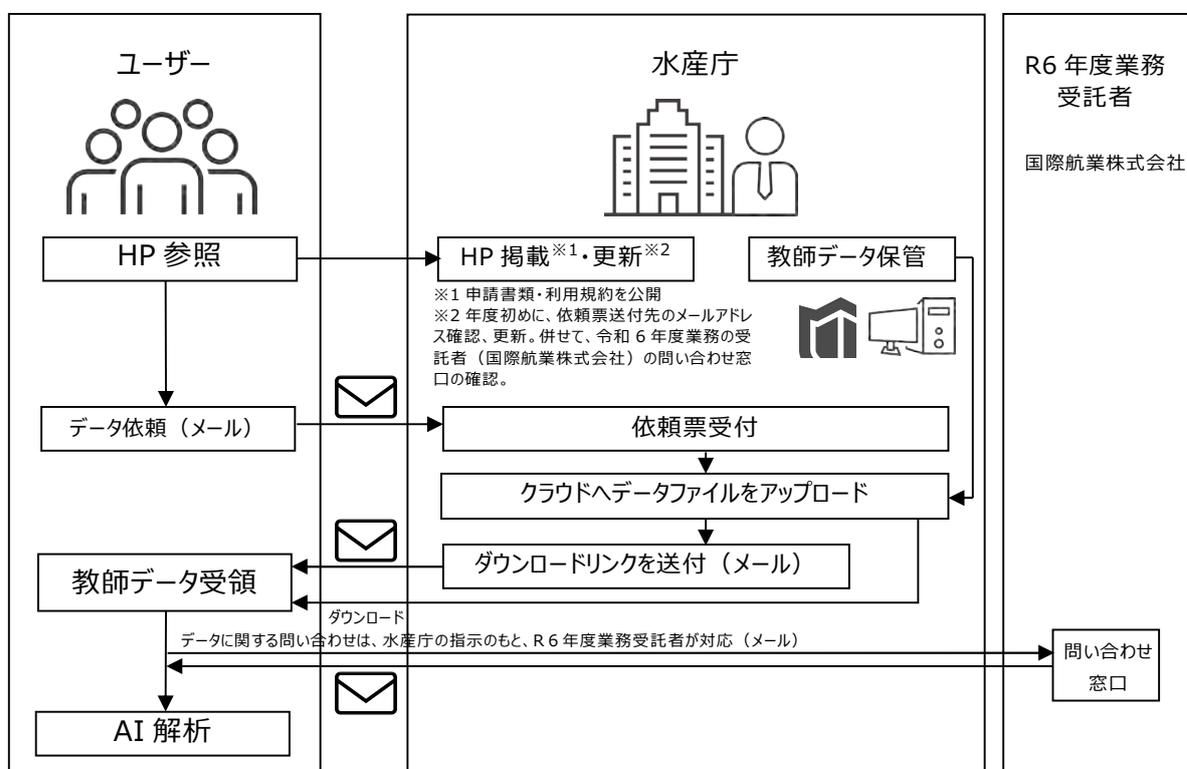


図-IV.5.15 データ提供フロー

6) 水産庁 HP 掲載（案）

サンゴ分布を把握するAIモデル構築のためのデータセット

データセットの概要

本データセットは水産庁の技術開発で作成した、画像内のサンゴの範囲を認識してインスタンス・セグメンテーションによりサンゴを抽出する際に用いるデータセットです。一からデータセットを作らなくても、AIモデル構築をトレーニングできます。

画像の作成方法

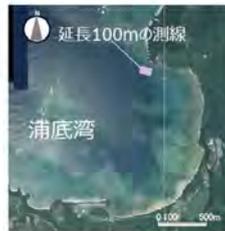
・オリジナル画像

使用した画像は2020～2021年に沖縄海域（石垣島の浦底湾）で撮影したものです。リモコンボートに取り付けた水中カメラ（GoPro, Inc.製 GoPro HERO8,9）により、延長100mの測線で動画撮影を行っています。撮影時の解像度はフルHD（1920×1080ピクセル）です。撮影した動画から画像を切り出し、測線方向に隣り合う画像同士をつなぎ合わせるモザイク処理により合成を行っています。そのモザイク画像を切り出して、オリジナル画像としています。

撮影海域の水深は3m程度です。深いところでは5～6mの場所もあります。

撮影は、リモコンボートの揺れを抑えるため、できる限り静穏時に行っています。

AI学習させる画像の解像度は統一されている必要があるため、オリジナル画像の解像度は、1ピクセル2mm程度に統一しています。



沖縄海域（石垣島の浦底湾）

・ラベリングデータ

オリジナル画像内のサンゴの輪郭を作成し、ラベリングデータとしています。現地の潜水調査もっており、潜水調査で撮影したサンゴの写真を見ながらラベリングをしています。

提供するデータは、形状の違いから分類する形状別分類用（樹枝状、コリンボース状、テーブル状、塊状など）のデータとなっています。形状別分類のデータを分類せずに全て読み込むことで、サンゴ・非サンゴの2分類用のデータとして利用できます。

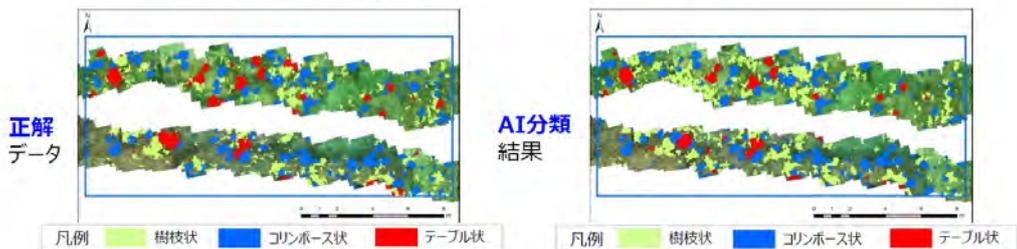
インスタンス・セグメンテーションのAIモデルでは、画像内にサンゴがどの程度覆っているか（占めるのか）だけではなく、サンゴの位置も把握します。従来の目視観察とは調査方法は異なりますが、F値0.8の場合、80%程度の分類精度であることから、AI分類結果より被度区分0～5%、5～10%、10～25%、25～50%、50～75%、75～100%の分類に使用することもできます。

なお、ラベリングデータは、オリジナル画像の一部エリアを指定して作成しています。

提供するサンゴの分類区分

海域区分	分類区分		F値	提供データ
沖縄海域 (石垣島の浦底湾)	2分類	サンゴ	0.82	○
		非サンゴ	-	○
	形状別分類	樹枝状	0.66	○
		コリンボース状	0.85	○
		テーブル状	0.76	○
		塊状	-	○
その他サンゴ	-	○		

“-”は教師データが少ないため、精度検証は実施していません。



形状別分類のAI解析結果（沖縄海域）

別紙様式

サンゴ分布を把握する AI モデル構築のためのデータセット 送付依頼票

年 月 日

水産庁漁港漁場整備部事業課長 様

メールアドレス

氏 名

所属機関

住 所

電話番号

サンゴ分布を把握する AI モデル構築のためのデータセットの利用規約に同意しましたので、下記のとおりデータ送付を願います。

記

利用目的	
------	--

サンゴ分布を把握する AI モデル構築のためのデータセットの利用規約

総則

本規約は、水産庁が提供する「サンゴ分布を把握する AI モデル構築のためのデータセット」(以下、本データセット)の利用に必要な事項を定めるものである。

目的

サンゴ分布を把握する AI モデルを構築する事業者、自治体又は研究者等が、本データセットの活用により、少ない労力で AI モデルを構築できること。

用途

本データセットは、水産庁の技術開発で作成したものであり、画像内のサンゴの範囲を認識してインスタンス・セグメンテーションによりサンゴを抽出する AI モデルの学習に用いるものである。

著作権

本データセットに関する著作権は、水産庁に帰属するものとする。

本規約の同意

利用者が、本規約に同意した場合、本データセットを利用できるものとする。商用利用も可能とする。

利用申請

本データセットを利用する際は「サンゴ分布を把握する AI モデル構築のためのデータセット 送付依頼票」(word ファイル)に記入し、メールに添付して「データセット送付依頼票の送付先」のメールアドレスに送付すること。

利用者の責務

利用者が、利用するにあたっての責務は次のとおりとする。

利用者は、本規約を遵守し、本データセットを利用して次の行為をしてはならないものとする。

- (1) 本データセットのデータをそのまま、又は複製し第三者に提供する行為
- (2) 法律、政令、省令その他すべての法令及び条例等の法規に違反する目的・手段・方法で本データセットのデータを利用する行為
- (3) 他人の権利を侵害する目的・手段・方法で本データセットのデータを利用する行為
- (4) 公序良俗に反する目的・手段・方法で本データセットのデータを利用する行為

サンゴ分布を把握する AI モデル構築のためのデータセットを利用した論文等
成果品には、水産庁サンゴ分布を把握する AI モデル構築のためのデータセット
のデータを使用した旨を明示すること。

免責事項

本データセットの利用により利用者に生じた一切の損害について水産庁はいか
なる責任も負わないものとする。

規約の改定

水産庁は、必要に応じて利用者に予告なく本規約を改定する。改定された規約は
水産庁ホームページの該当ページに掲載する。その後、利用者が、改定された本
規約に同意した場合、本データセットを利用できるものとする。

(3) 提供データの作成

2020～2021年に沖縄海域（石垣島の浦底湾）で撮影した画像を用いて作成したデータについて、提供データとして整備した。

投影座標系は主に日本国内での活用を想定し、平面直角座標系に統一した。また、オリジナル画像のデータ型は一般的な地理情報システム（GIS）で表示可能な符号なし8Bit整数型とした。

・ファイル構成

ファイル名	形式
ラベリングデータ	
2020 ラベリングデータ_沖縄	.shp、.dbf、.prj、.shx
2021 ラベリングデータ_沖縄	.shp、.dbf、.prj、.shx
オリジナル画像	
2020_沖縄_オリジナル画像	.tif、.tiff など
2021_沖縄_オリジナル画像	.tif、.tiff など
データベース定義書	.xls

・データの仕様

項目	内容
ラベリングデータ	
投影座標系	平面直角座標系 第 16 系 (JGD 2011)
オリジナル画像	
投影座標系	平面直角座標系 第 16 系 (JGD 2011)
解像度	約 2mm
データ型	符号なし 8Bit 整数型
バンド情報	3 バンド (Red、Green、Blue)

・ファイル形式の解説

Shape ファイル：データを展開するには以下 4 つのファイルが必要となる。

- 1) .shp：サンゴの形状などの図形情報を格納したファイル
- 2) .dbf：サンゴの分類名などの属性情報が格納されたファイル
- 3) .prj：投影法などの空間参照情報が格納されたファイル
- 4) .shx：.shp、.dbf の関連付けを行うのに必要なファイル