

## IV-2. ICT 技術等を活用したサンゴの 被度計測技術の開発



## 目 次

IV-2	ICT 技術等を活用したサンゴの被度計測技術の開発	
1.	目的	IV-2-1-1
2.	技術開発手法	IV-2-2-1
2.1	検証項目	IV-2-2-1
2.2	調査位置	IV-2-2-2
2.3	調査解析、検討の流れ	IV-2-2-3
3.	調査・解析結果	IV-2-3-1
3.1	現地計測結果	IV-2-3-1
3.2	撮影画像の高精度化の検証	IV-2-3-3
3.3	サンゴ被度分類のための学習データ蓄積	IV-2-3-4



## IV-2 ICT 技術等を活用したサンゴの被度計測技術の開発

### 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) サンゴ計測技術

令和 2 年度は実証海域（沖縄海域）において撮影画像の高精度化を試行し、画像のブレや白飛びを抑える技術について開発を行った。

沖ノ鳥島海域においても質の高い教師データを作成するため、同じ撮影方法により画像を取得し、また、計測方法を改善し（重複のない測線の画像取得）、正確な教師データ取得による AI 学習モデルのサンゴ分類の高精度化の検証を行う。



リモコンボート外観



水中カメラ取付状況（リモコンボート底面）

図-IV. 2. 1. 1 ICT 技術によるサンゴ被度計測イメージ

#### (2) サンゴ分類技術

(1) サンゴ計測技術において取得した高精度の撮影画像を用いて、令和 2 年度の検討において分類精度が低かったサンゴ種の教師データの蓄積を図る。

なお、取得した画像を用いた AI 学習モデルのサンゴ分類の高精度化の検証は、別業務（沖縄沿岸海域）で実施する。

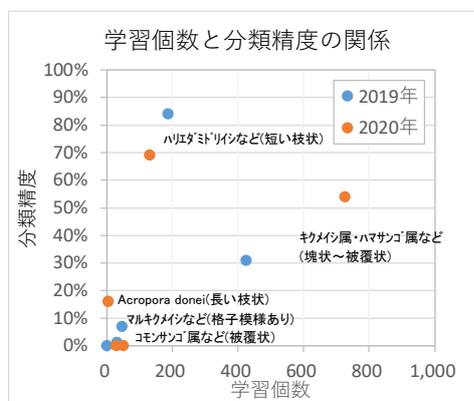


図-IV. 2. 1. 2 昨年度の AI（深層学習モデル）分類結果

## 2 技術開発手法

### 2.1 検証項目

検証項目と手法を表-IV.2.2.1に示す。

表-IV.2.2.1 検証項目と手法

項目	検証項目	分類、解析手法
サンゴ計測技術	① リモコンボート取付水中カメラ撮影によるサンゴ被度計測	<ul style="list-style-type: none"><li>・撮影画像の高精度化（ブレや白飛びを抑えた画像取得）の検証</li><li>・計測方法を改善（重複のない測線の画像取得）し、正確な教師データ取得による AI 学習モデルのサンゴ分類の高精度化の検証</li></ul>
サンゴ分類技術	① AI（深層学習）による分類	<ul style="list-style-type: none"><li>・ R2 年度の検討で分類精度が低かったサンゴ種の学習データの蓄積による、AI 学習モデルのサンゴ分類の高精度化の検証</li></ul>

## 2.2 調査位置

平成 31 年度にドローン撮影を行い画像解析を行った L-5 測線周辺に測線を設定し、撮影を実施した。調査対象位置図を図-IV. 2. 2. 1 に示す。

検証データを取得するため、専門家によるサンゴ被度の潜水観察をあわせて実施した。

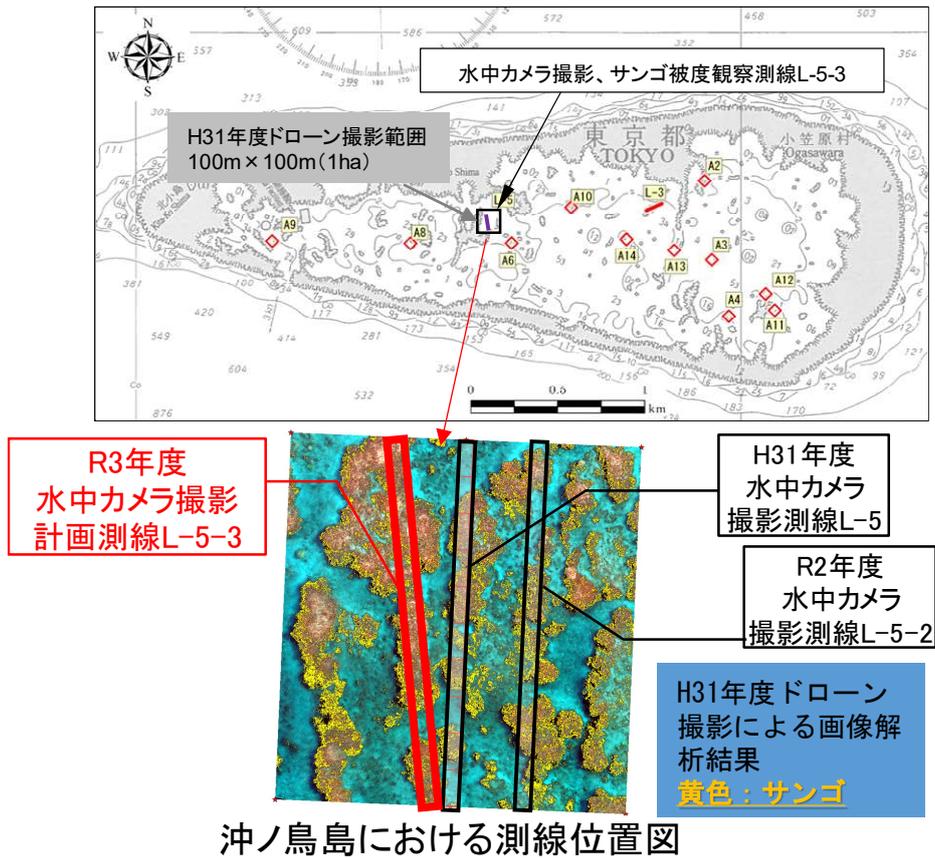


図-IV. 2. 2. 1 R3年度調査対象位置図  
(沖ノ鳥島海域)

### 2.3 調査解析、検討の流れ

令和3年度の調査解析、検討のフローを図-IV.2.2.2に示す。

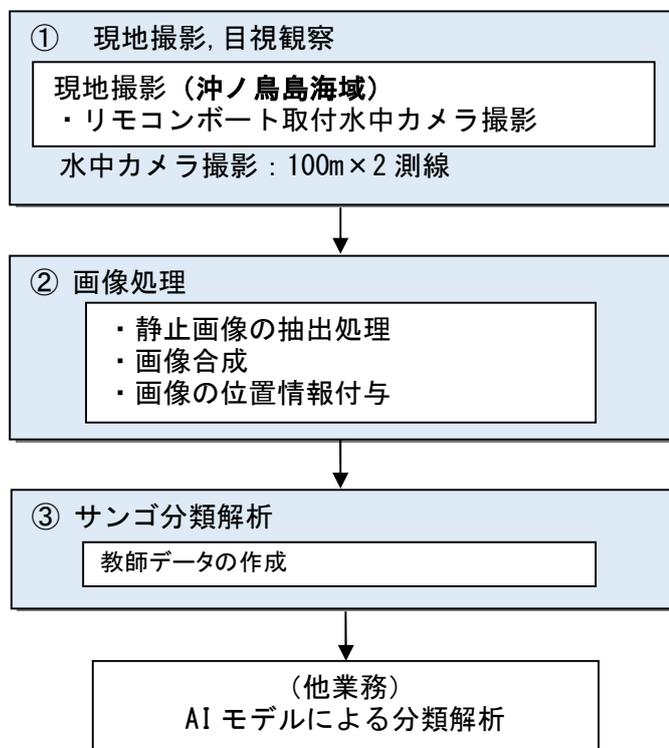


図-IV.2.2.2 サング被度分類作業フロー (令和3年度)

### 3. 調査・解析結果

#### 3.1 現地計測結果

沖ノ鳥島におけるリモコンボート取付水中カメラによる撮影は5月19～23日に実施した。

調査で使ったボート、カメラ及び取得画像を図-IV.2.3.1に示す。

令和2年度からの撮影手法の改善として、ブレの少ないサンゴ画像を取得するため、高性能の撮影カメラによる撮影を行った。また、重複のない測線の画像を取得するため、100m区間を2測線で撮影した。

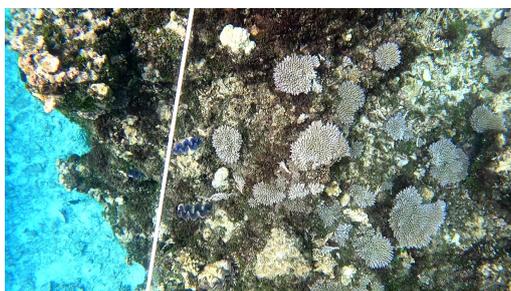
撮影に使ったカメラ機材の性能は表-IV.2.3.1に示すとおりである。



リモコンボート及びカメラ取付状況



リモコンボート撮影状況



リモコンボート撮影水中画像（沖ノ鳥島，5月23日）

図-IV.2.3.1 リモコンボート調査で使ったボート、カメラ、撮影状況及び取得画像  
(令和3年度)

表-IV.2.3.1 使用したカメラ機材の性能

	リモコンポート取付水中カメラ
機種名	Woodman Labs 製 GoPro HERO9
撮影区分	動画撮影 (60 枚/秒)
撮影画像	1920×1080

### 3.2 撮影画像の高精度化の検証

今年度のリモコンボート撮影では、手振れ補正効果が向上したカメラ（Woodman Labs 製 GoPro HERO9）を使用した。手振れ補正効果が向上したカメラを使用することで、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ことから、動画からの画像合成を行った。

画像合成の方法は、過年度実施したオルソ化処理では処理過程で画像がぼやけた状態となったため、昨年同様オルソ化は行わず、リモコンボートの測線方向に隣り合う画像同士をパノラマ写真のようにつなぎ合わせるモザイク処理による合成を行った。モザイク処理には市販の画像処理ソフト PhotoDirector（サイバーリンク社製）を使用した。

図-IV.2.3.2 にモザイク処理後の合成画像を示す。モザイク処理後も元の画像の視認性を維持した状態で合成ができた。

今年度は測線間 3m 程度の間隔をあけて撮影を行ったが、水深が深い箇所は画角が変化し画像が一部重複した。AI 解析では 2 測線分の画像に分けて、教師・検証データを作成するものとした。

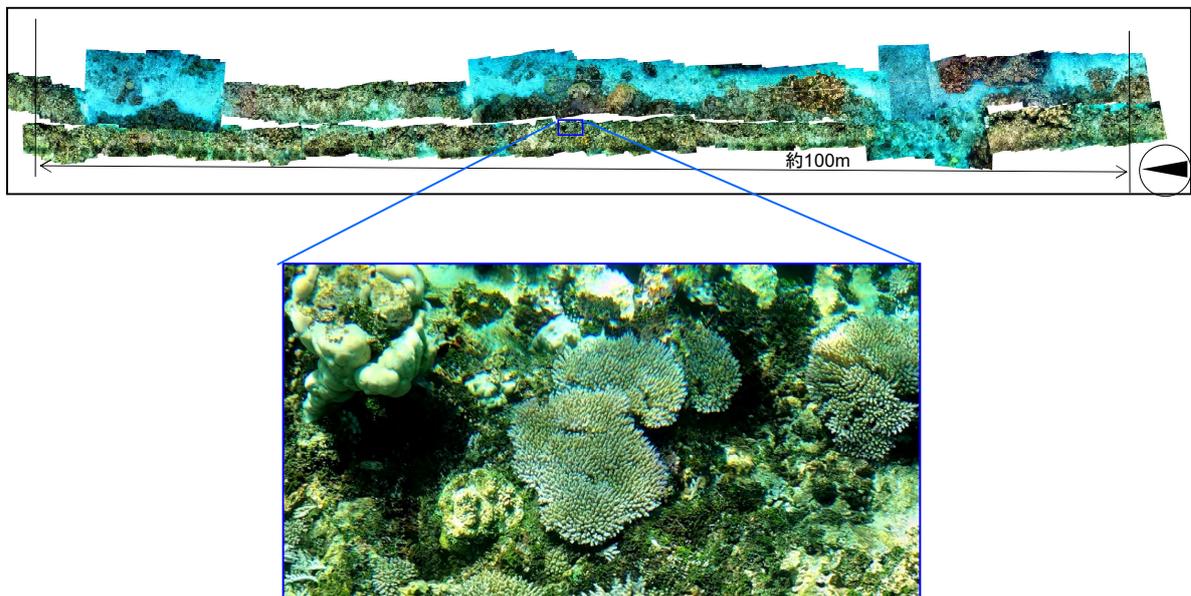


図-IV.2.3.2 リモコンボート撮影結果のモザイク画像  
(沖ノ鳥島海域)

### 3.3 サンゴ被度分類のための学習データ蓄積

水中カメラ撮影画像に対して、「AI モデルによる分類手法」によりサンゴ分類を実施するための学習データの蓄積を行った。

#### (1) AI モデル（深層学習）による分類手法

インスタンスセグメンテーション手法の一つ Mask R-CNN（物体検出と分類の一手法）によるものとした。下図のように物体ごとに領域を抽出する。物体検出のアルゴリズムが基本になっているが、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。

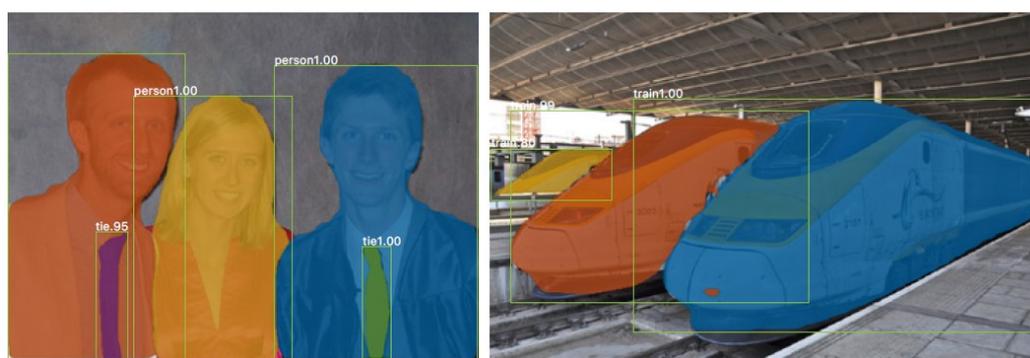


図-IV.2.3.3 インスタンスセグメンテーションの概要<sup>1</sup>

[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

(2) 教師・検証データの作成

別業務において沖ノ鳥島海域の水中画像について AI 教師データを作成した。沖ノ鳥島のサンゴの教師データは、昨年度と同様、サンゴの形状の違いから以下の 6 分類とした。表-IV. 2. 3. 2 には教師データを作成したサンゴのイメージ写真を示す。

表-IV. 2. 3. 2 (1) 沖ノ鳥島におけるサンゴ分類

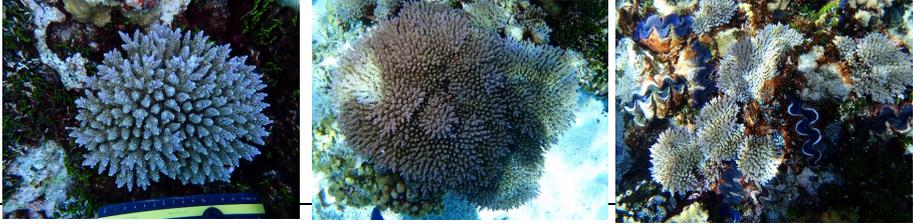
サンゴ分類	イメージ写真 (2019・2020 年観察調査写真より)
樹枝状 (Acropora donei など)	Acropora donei 
コリンボース状 (ハリエダミドリイシ、 Acropora globiceps など)	ハリエダミドリイシ  Acropora globiceps 

表-IV.2.3.2 (2) 沖ノ鳥島におけるサンゴ分類

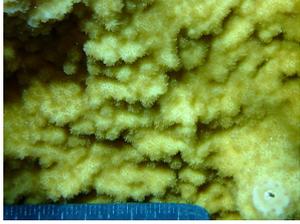
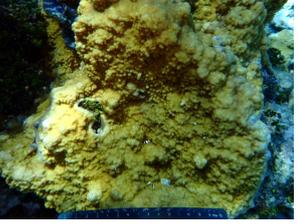
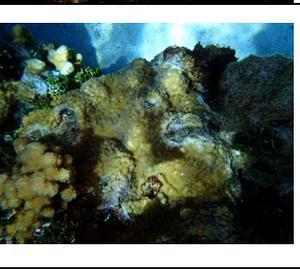
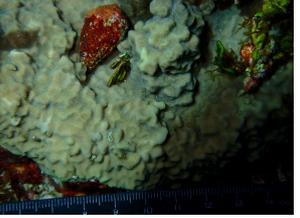
サンゴ分類	イメージ写真 (2019・2020年観察調査写真より)		
被覆状 (コモンサンゴ属、リュウキュウキツカサンゴ、アミメサンゴ属など)	シモコモンサンゴ		
			
	トゲコモンサンゴ		
			
	モリスコモンサンゴ		
			
			
	アミメサンゴ		
			
	アミメサンゴ属		
			

表-IV.2.3.2 (3) 沖ノ鳥島におけるサンゴ分類

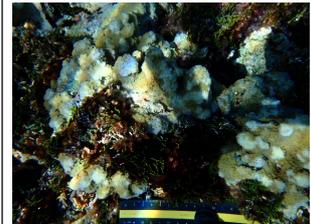
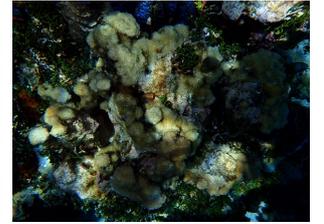
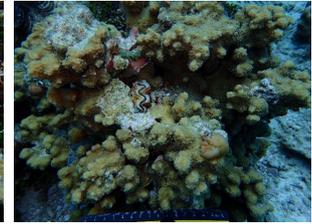
サンゴ分類	イメージ写真 (2019・2020年観察調査写真より)		
<p>塊状 (キクメイシ属、ハマサンゴ属、ナガレサンゴ、オオサザナミサンゴ、ミダレノウサンゴ)</p>	ホシキクメイシ		
			
	コトゲキクメイシ		
			
	トゲキクメイシ属		
			
	トゲキクメイシ		
			
	ベニハマサンゴ		
			
	オオハマサンゴ		
			

表-IV.2.3.2 (4) 沖ノ鳥島におけるサンゴ分類

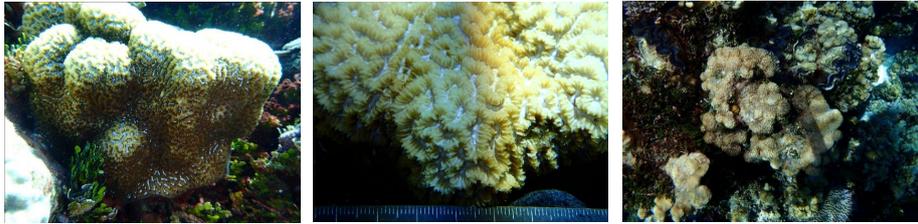
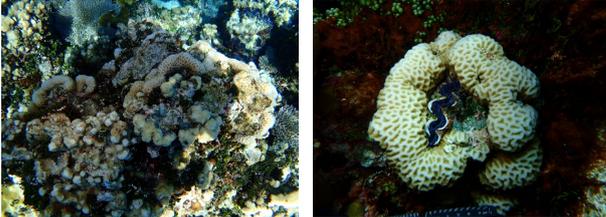
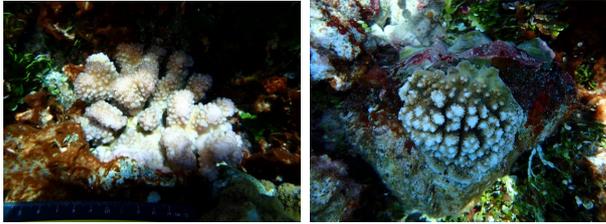
サンゴ分類	イメージ写真 (2019・2020年観察調査写真より)
塊状 (続き)	<p data-bbox="448 365 627 394">ハマサンゴ属</p> 
	<p data-bbox="448 651 627 680">ナガレサンゴ</p> 
	<p data-bbox="448 931 715 960">オオサザナミサンゴ</p> 
	<p data-bbox="448 1211 687 1240">ミダレノウサンゴ</p> 

表-IV.2.3.2 (5) 沖ノ鳥島におけるサンゴ分類

サンゴ分類	イメージ写真 (2019・2020年観察調査写真より)
格子模様あり塊状 (コカメノコキクメイシ、マルキクメイシ、ウスチャキクメイシ)	コカメノコキクメイシ 
	マルキクメイシ 
	ウスチャキクメイシ 
その他サンゴ	主なその他サンゴの一部 オオカメノコキクメイシ   シワシコロサンゴ   ハマシコロサンゴ  ハナヤサイサンゴ属   クシハダミドリイシ 

教師データの作成状況を図-IV.2.3.4 に示す。教師データは、図-IV.2.3.4 の赤  
枠領域内で作成するとともに、R2 年度に分類精度が低かったサンゴ種はモザイク画  
像の全域で教師データを作成した。また、教師データ数を増やすため、領域の外側  
でも追加して被覆状のサンゴについて教師を作成した。

作成したサンゴの教師データ数は、以下のとおりである。

- 樹枝状 (Acropora donei など) : 0 個
- コリンボース状 (ハリエダミドリイシなど) : 168 個
- 被覆状 (コモンサンゴ属など) : 77 個
- 塊状 (キクメイシ属・ハマサンゴ属など) : 236 個
- 格子模様あり塊状 (マルキクメイシなど) : 27 個
- その他サンゴ : 64 個

AI 解析は下記の区分で解析を行った。

7 区分 : (サンゴ 6 区分+非サンゴ) :

- 樹枝状 (Acropora donei など)
- コリンボース状 (ハリエダミドリイシなど)
- 被覆状 (コモンサンゴ属など)
- 塊状 (キクメイシ属・ハマサンゴ属など)
- 格子模様あり塊状 (マルキクメイシなど)
- その他サンゴ
- 非サンゴ

2 区分 : サンゴ、非サンゴ

また、モデルの精度検証のため、同じ測線の異なる 2 領域で検証用データを作成  
した。

### 教師データ作成状況(着色部)

教師データ数 樹枝状(Acropora doneiなど): 0個  
 コリンボース状(ハリエダミドリイシなど): 168個  
 被覆状(コモンサンゴ属など): 77個※  
 塊状(キクメイシ属・ハマサンゴ属など): 236個  
 格子模様あり塊状(マルキクメイシなど): 27個  
 その他サンゴ: 64個

※被覆状のサンゴは、領域の外側でも教師データを作成

教師データ作成範囲

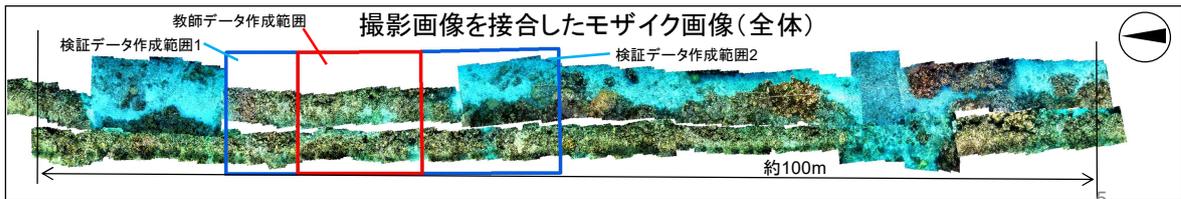
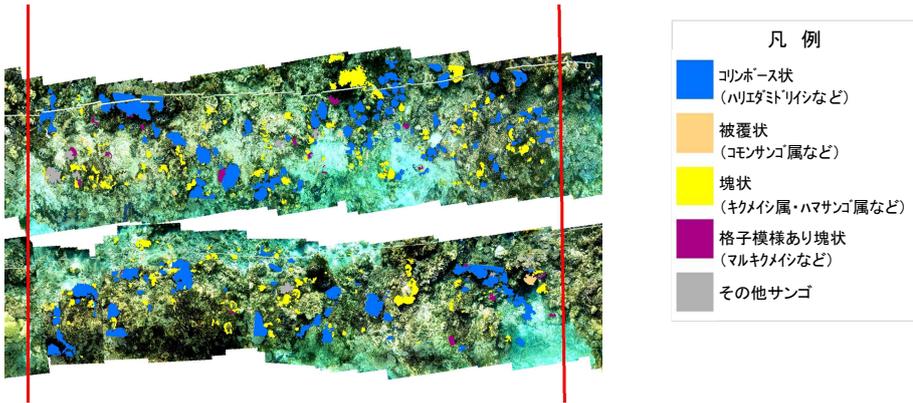


図-IV.2.3.4 教師データ作成状況と検証データ作成エリア(沖ノ鳥島海域)