

# リアルタイム海底状況把握システムの実現に向けた、AI 深海カメラの開発

芦田 将成  
東京大学大気海洋研究所

## 1. 背景

岩石や堆積物といった海底試料を採取するサンプリング機器は未だに古典的な機器が主流であり、海底状況が不明なまま採取を行っている。そのため海底が試料採取に適さない状況であった場合は、サンプリング失敗や海底拘束による機器亡失等のトラブルが起きてしまう。リアルタイムに海底状況を把握できれば、このようなトラブルを回避できる。

無人探査機を用いればリアルタイムに海底を確認しながらサンプリングが可能であるが、大規模な観測になる、多大な予算・人員が必要となる、といった理由から非常にハードルが高い。

## 2. 目的

上記の背景を踏まえ、本研究ではリアルタイム海底状況把握システム実現に向けた、AI 深海カメラの開発を行った。具体的には、本研究で「海底がどのような状況か?」を現場でリアルタイム検出できる深海カメラを開発し、将来的に音響通信技術と組み合わせることで、リアルタイムに海底状況を把握するシステムの構築を目指す (図 1)。



図 1 リアルタイム海底状況把握システム

## 3. 開発

本研究では、物体検出 AI の構築をした後、それをカメラシステムに組み合わせ、AI 深海カメラの開発を行った

### 3. 1 物体検出 AI

海底の映像に特化した物体検出 AI モデルを構築した。本研究ではフリーの物体検出 AI モデル YOLO を用いた。YOLO は人や乗り物など日常的な物体は検出できるが、海底の岩石の様な特殊な物体は検出できない。そのため転移学習 (学習済みモデルを別領域に応用するための再学習) を行い、海底での物体検出を可能にする必要がある。学習には膨大な量の教師データ (画像) が必要であり、本研究では過去に得た深海映像から大量のスクリーンショットを取り、それらをデータ拡張 (ノイズ付与、回転など) によって水増しし、教師データとして利用した。

### 3. 2 カメラシステム

Raspberry Pi とカメラモジュール、モバイルバッテリーを組み合わせ、耐圧容器の内寸 (φ 75x95mm) に収まる小型カメラシステムを構築した。Raspberry Pi には 2.1 で構築した物体検出 AI を組み込み、カメラモジュールによる動画撮影と同時に物体検出を行うようにプログラミングした。また、検出結果は txt ファイルで同時に保存される仕様にした (図 2)。



図 2 開発したカメラシステム

## 4. 試験

### 4.1 洋上試験

2024年7月2日~7日にかけて学術研究船「白鳳丸」に乗船し、開発した AI 深海カメラの洋上試験を

行った。カメラをマルチプルコアラー(採泥機器)に取付け、計2回の試験を行ったが、トラブルにより2回とも失敗に終わった。

#### 4.2 疑似試験

過去に取得した深海映像(マルチプルコアラーの着底映像)を用いて、AI 深海カメラの疑似試験を行った。モニターに深海映像を映し、それをAI 深海カメラで検出させた。その結果、着底前のマルチプルコアラーの採泥管、海底の岩やヒトデ等の検出に成功した。なお検出間隔は約0.6秒毎であった(図3)。

また、深海における低温環境での使用を想定した、低温耐久試験を行った。家庭用冷蔵庫内でAI 深海カメラを作動させ、連続作動時間を調べたところ、約2.5時間の作動が可能であることが分かった。



図3 AI 深海カメラによる検出

#### 5. 課題・今後の展望

今回の試験では、検出の見落としがいくつか見受けられたため、検出精度の改善が必要である。今後は音響通信技術と組み合わせ、リアルタイムでの海底状況把握の実現を目指す。

本研究はJSPS 科研費 JP24H02537 (奨励研究) の助成を受けたものです。