

深海探査AUVの研究開発

2025年1月21日（火）

国立研究開発法人海洋研究開発機構（JAMSTEC）

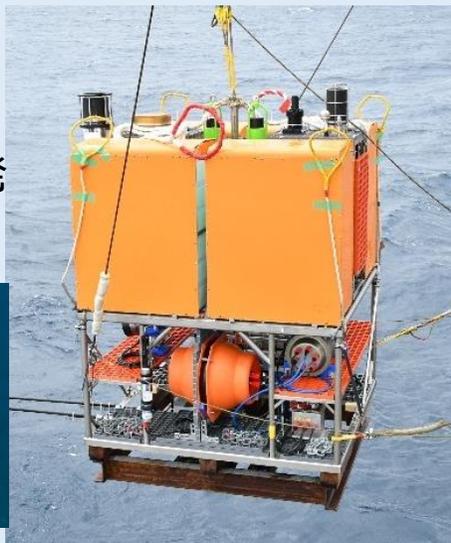
技術開発部長 志村 拓也

海洋ロボティクス開発実装Gr.

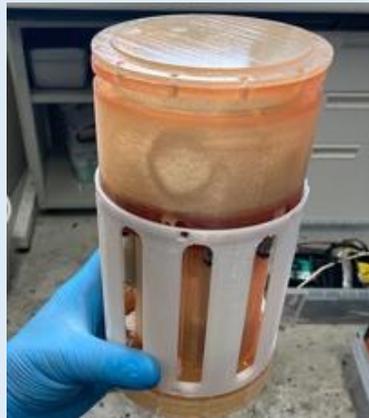


航行型AUVの開発

新コンセプト
無人探査
システムの開発



観測技術研究開発Gr.



eDNAサンプラー



小型CTD

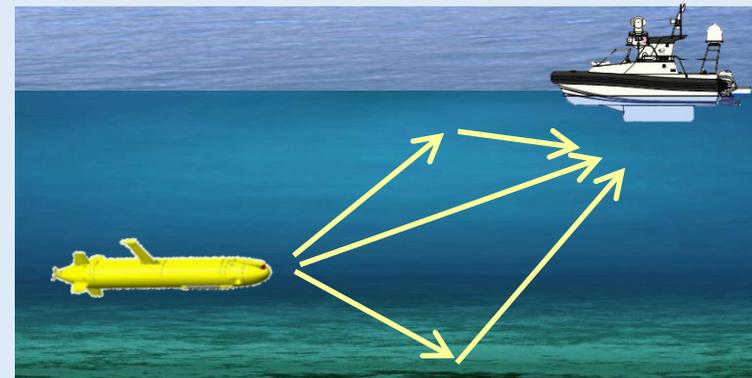


小型観測
フロート

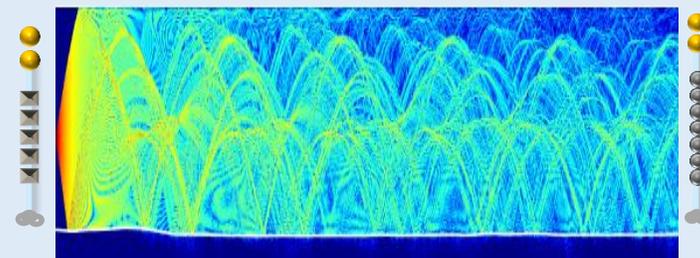


無人洋上航走体

基盤技術研究開発Gr.

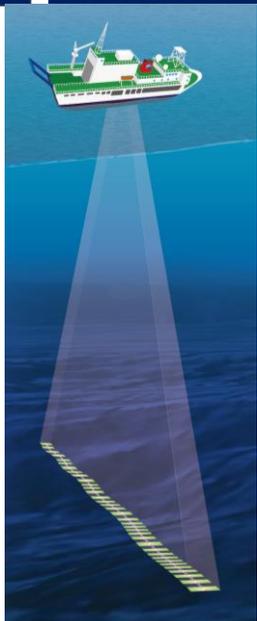


高速移動体とのマルチパス環境における音響通信

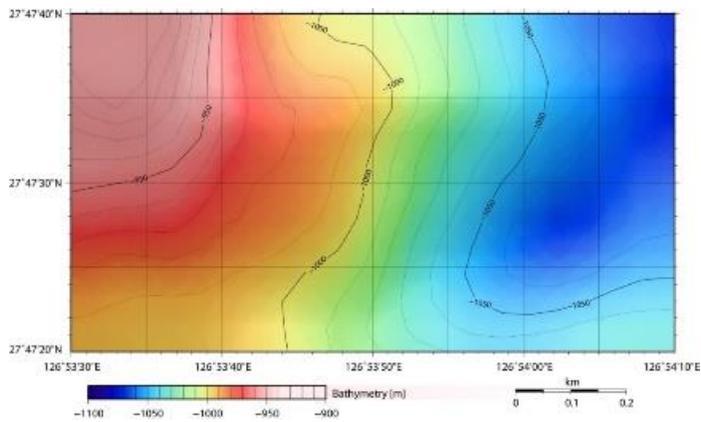


Time Reversalによる長距離高速MIMO音響通信の研究

大深度AUVの開発「うらしま8000」

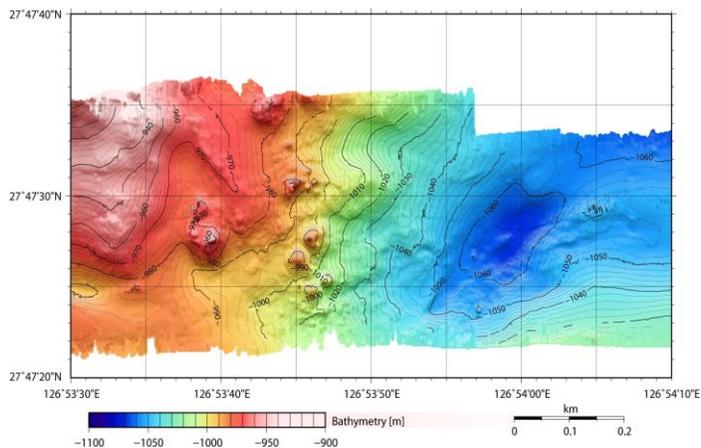


調査船から計測した海底地形

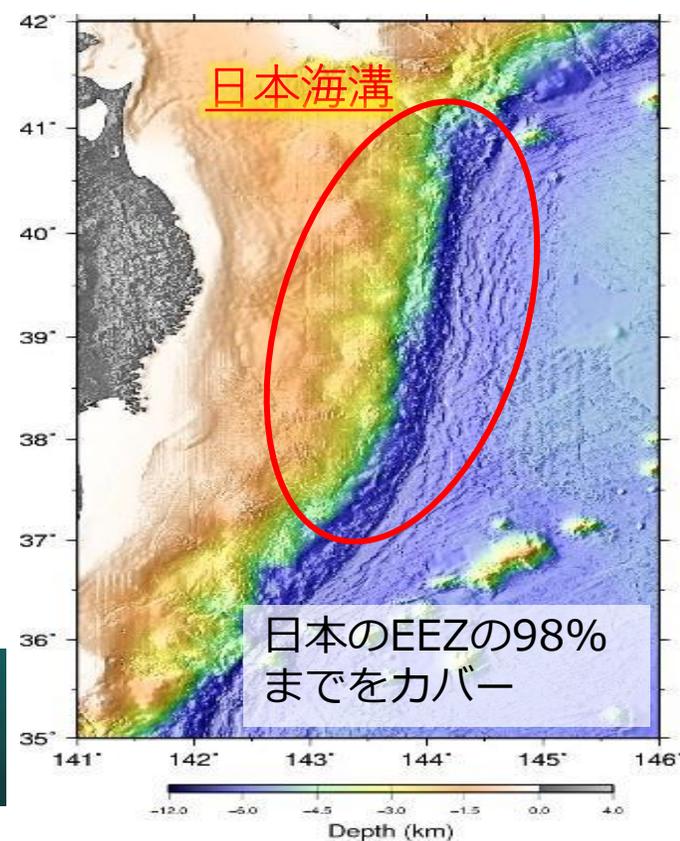
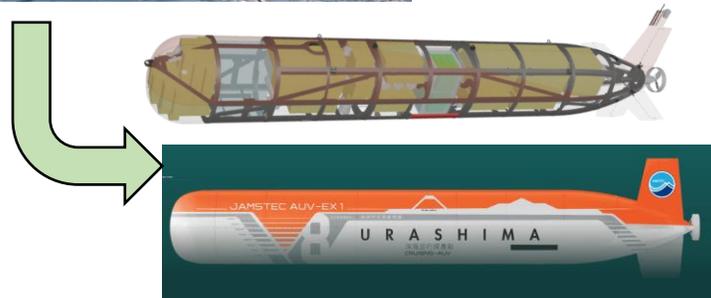


ソナーによる
海底マッピング

AUVから計測した海底地形



うらしまを
8000m級
AUVに改造



アクチュエータ類の
水深8,000m圧力下
での動作確認試験



陸上での作動確認試験



新コンセプト無人探査システム

超深海でのサンプリングを目指した ケーブルレスの新コンセプト無人探査システム

特長

- ・ 高速音響通信による遠隔制御 ※但し伝搬遅れあり
- ・ 小型ビークルによる調査範囲の拡大
- ・ 軽量の試料採取機能
- ・ AIによる自律機能の強化

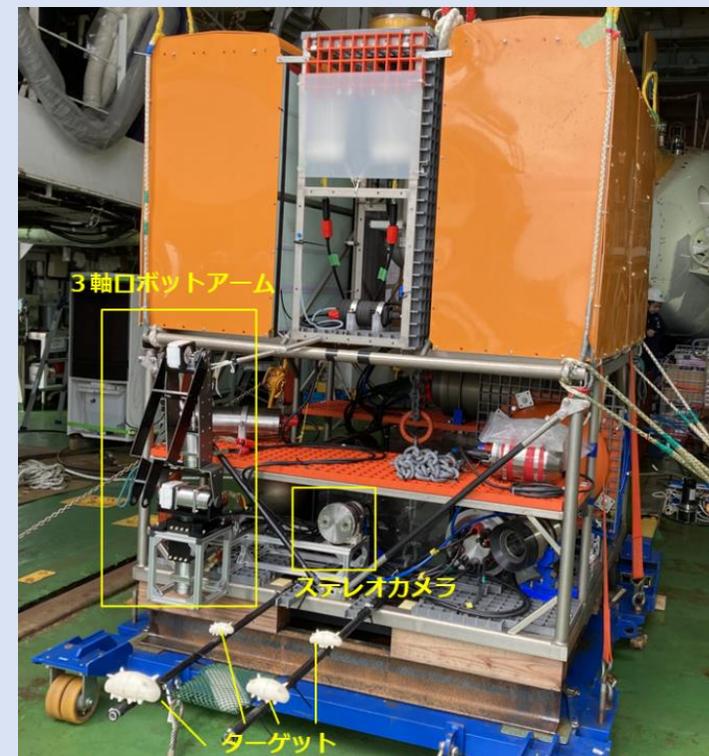
小型AUV群

FF11K
(ランダーシステム)

深海（9,200m）における実証試験 対象の自動識別とマニピュレータの位置制御



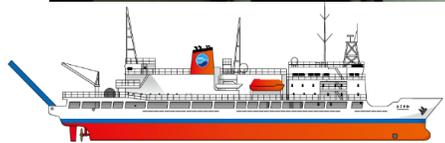
2023/7/4
12:08:28 (深度9211m)
画像処理結果画像
(1) カメラ映像
(2) ステレオ映像から
計算した視差の
カラーマップ
(3) 検出・追跡中の物体
の検出枠・名称・
個別番号



高速音響通信装置の開発

深海探査機との音響通信

しんかい6500などに搭載する高速音響通信装置をインハウスで開発
従来の既製品に対して、距離×速度の指標で10倍以上の性能を実現



静止画を
音響通信で
母船に転送

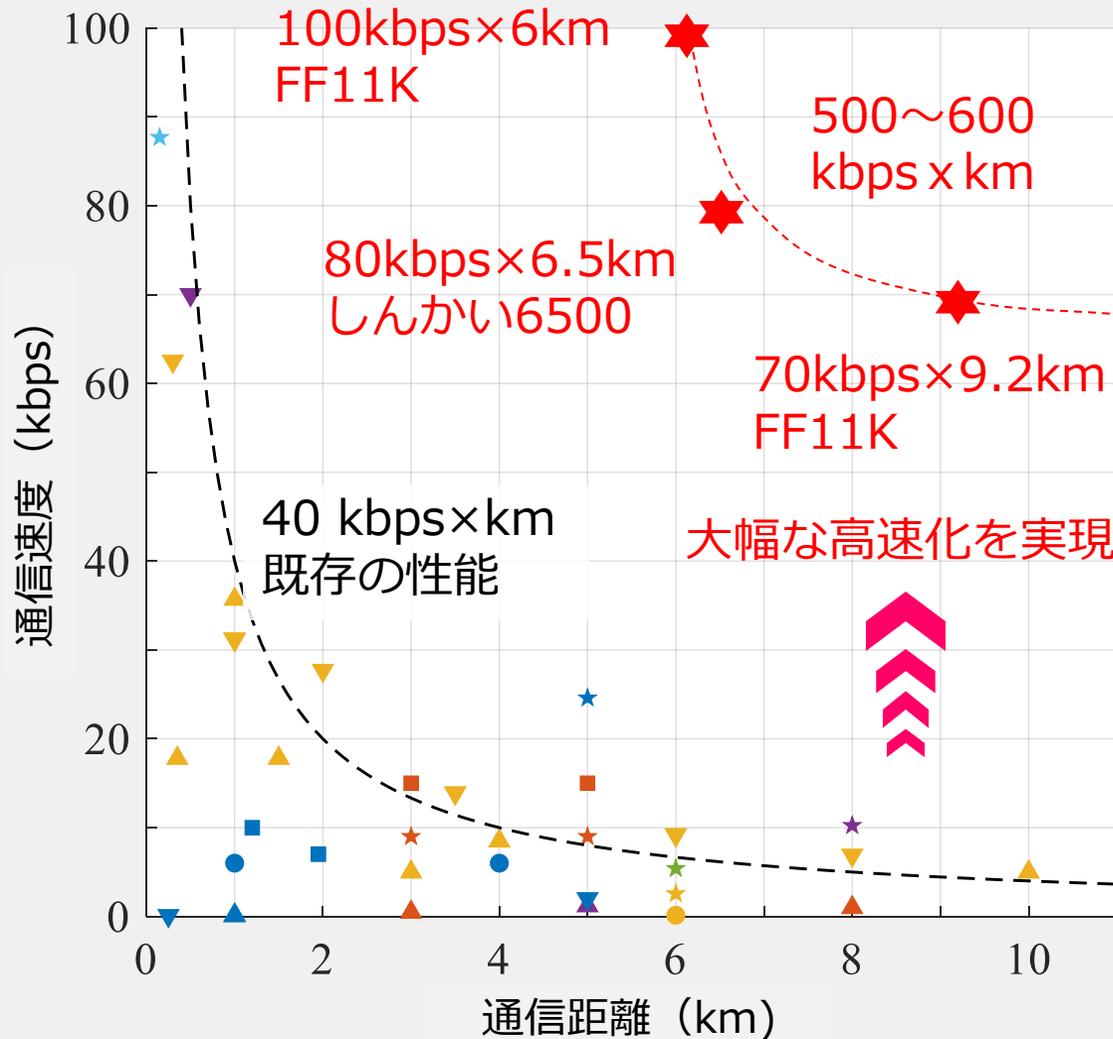
しんかい
6500



フルデプス
ランダー
(FF11K)



信号処理部を
インハウスで製作



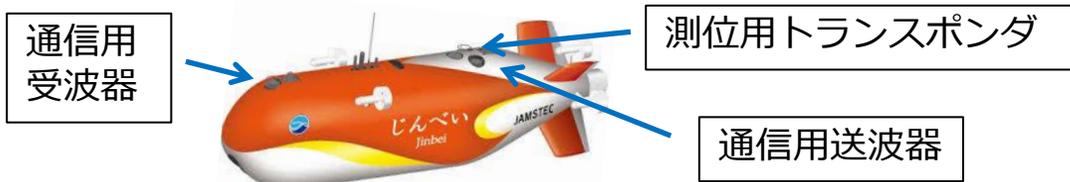
- KongsBerg
- Sercel
- Teledyne benthos
- ▲ Blueprint Subsea
- ▲ DSPComm
- ▲ LinkQuest
- ▲ L3Harris
- Develogics
- Subnero
- ★ Sercel
- ★ Sonardyne
- ★ Teledyne benthos
- ★ Popoto Modem
- ★ WHOI
- ★ FAU
- ▼ Aquatec
- ▼ Develogics
- ▼ Evologics
- ▼ KongsBerg
- 40kbps·km limit

海外メーカー
の製品

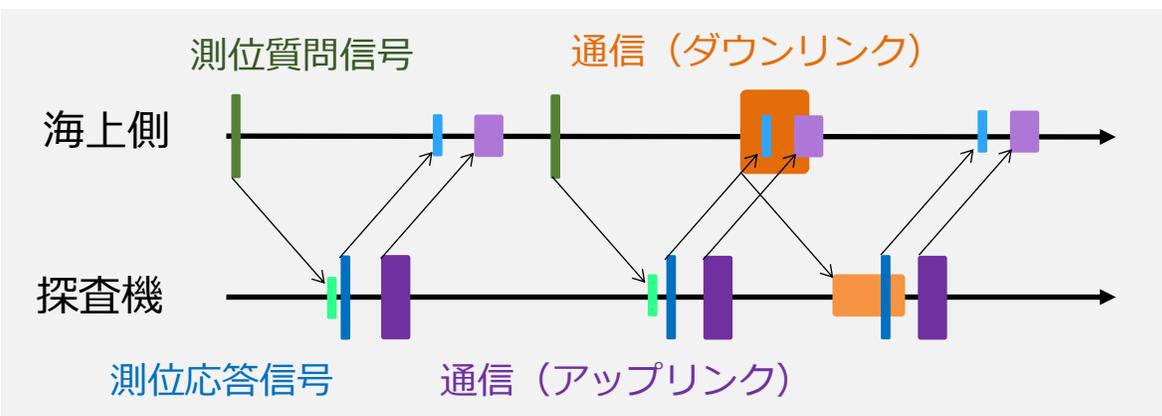
マルチユーザ通信測位統合装置の開発

高速音響通信装置に、測位機能を統合化し、より高機能な装置を開発

従来



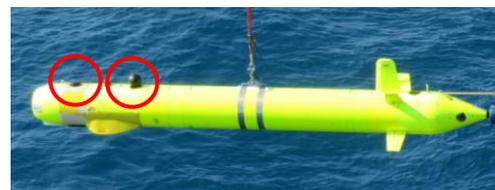
通信装置と測位装置は個別に装備され、連動していない



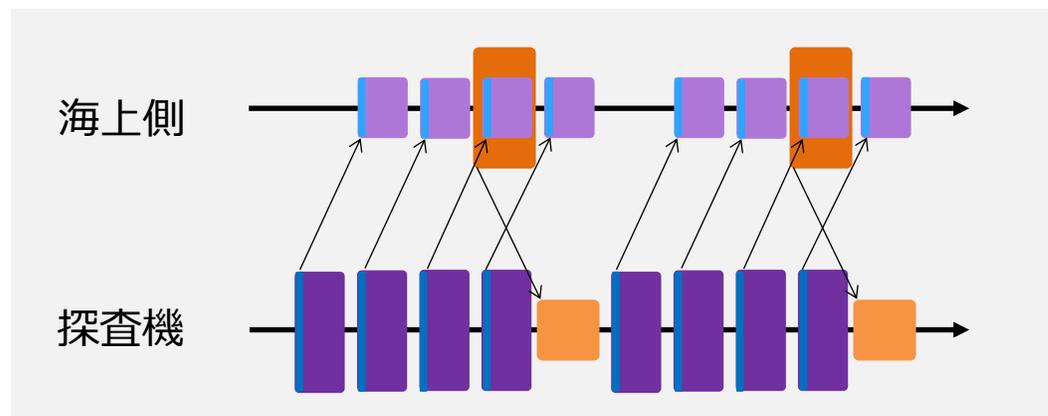
- 通信と測位が重ならないようにするため頻度が低い。
- インターバルを狙って発信しても位置関係が変わると重なってしまう。
- AUVの複数機運用（マルチユーザ）の場合、さらに頻度が低下し、複雑になる。

開発

時間・周波数帯域の効率的な利用



送受波器の共通化と
信号処理の統合



- 通信の信号を使って測位も行うため通信と測位の頻度が上がる。
- 測位によって通信のタイミングが制御されているため、重ならない。
- CSAC（チップスケール原子時計）により時刻が制御されており、測位の質問信号も不要。
- 周波数分割（アップリンク）と時分割（ダウンリンク）によるマルチユーザ通信。

航行機能の向上（AUVの知能向上）： AIによる障害物検知・識別・回避

現状の実運用AUVの知能： 事象(条件)と行動を事前に定義する**事前定義型**の知能

- 検知：レーザまたはソナーにより、範囲内に物体があること検知（**識別はしていない**）
- 指示：障害物があれば何でも避ける（**事前に定義**）

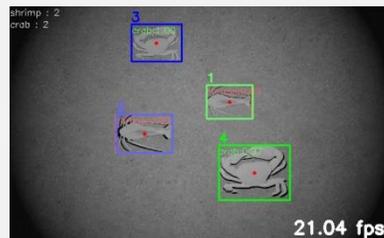
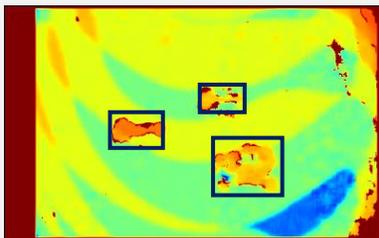


AIを用いた知能の試み： 事象をAUVが識別し、判断して行動する**自己判断型**の知能

- 検知→**識別**：前方にあるものが障害物か？生物か？（**識別**）
- **判断**→指示：障害物があれば避ける、魚なら航行継続（または追尾、撮影、など）（**判断**）

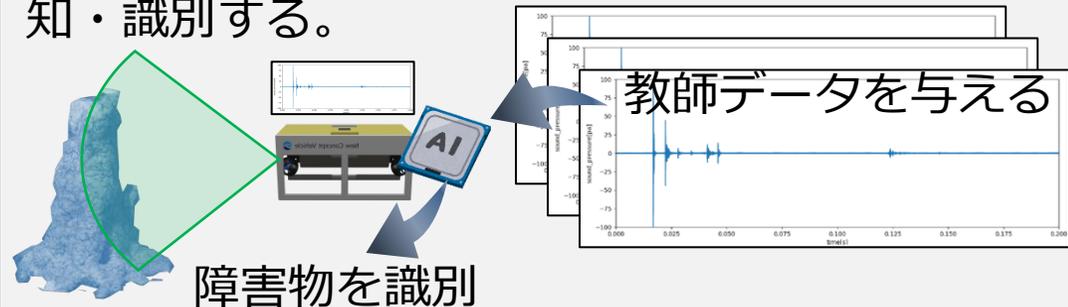
方法① 光学カメラを用いた識別：

- カメラ画像から生物や障害物を検知・識別する。
- 濁度や光減衰による不明瞭な画像から検知・識別する。



方法② 音響信号を用いた識別：

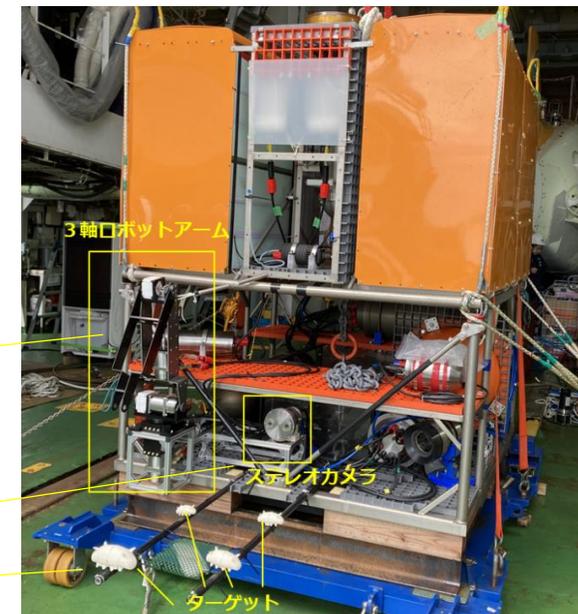
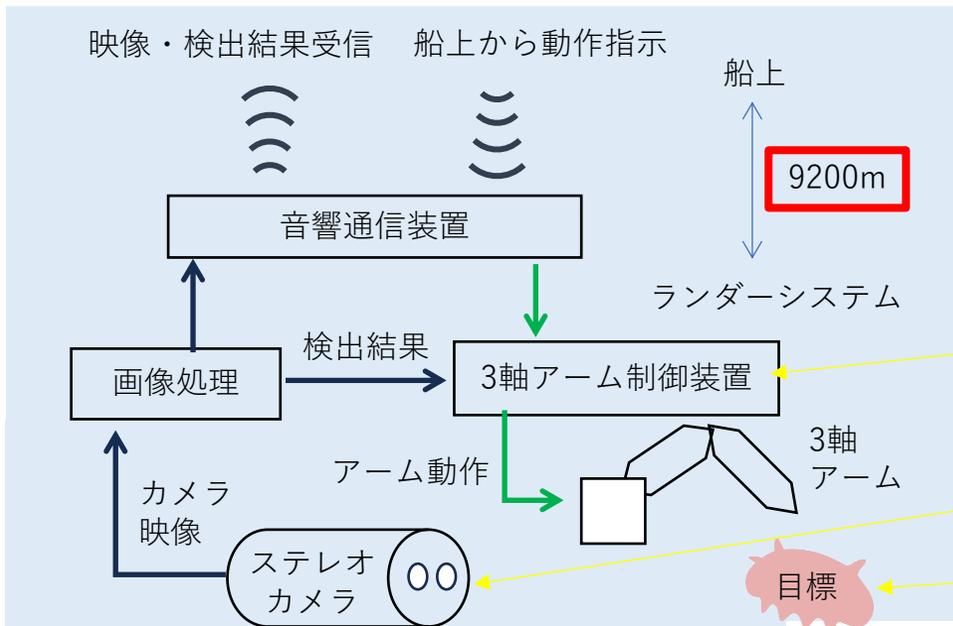
音響（ソナー）信号を機械学習させて障害物を検知・識別する。



新コンセプト無人探査システム

深海（9,200m）における実証試験 対象の自動識別とステレオ視によるマニピュレータの位置制御

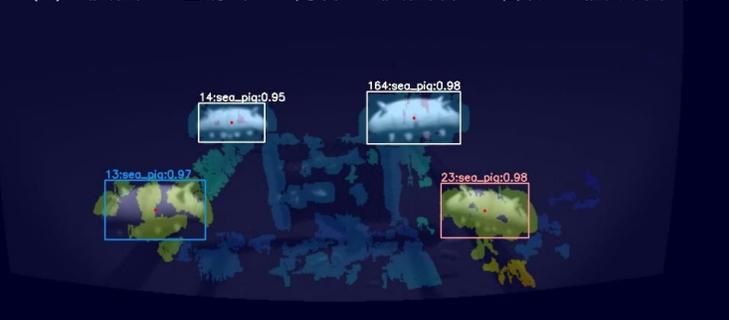
- ・ 高速音響通信による遠隔制御
(ただし、伝搬遅れは大きい)
- ・ AIによる自律機能の強化
(対象の自動識別等)
- ・ 小型ビークルによる
調査範囲の拡大
- ・ 少量の試料採取機能



2023/7/4 12:08:28 (深度9211m)

画像処理結果画像

- (1) カメラ映像
- (2) ステレオ映像から計算した視差のカラーマップ
- (3) 検出・追跡中の物体の検出枠・名称・個別番号



小型ビークルの浅海域における試験

