



IDEA Consultants, Inc.

海の次世代モビリティの利活用に関する実証事業 成果報告会
2022.3.9



代表者

いであ株式会社

共同実施者

福井県水産試験場

東京大学生産技術研究所

九州工業大学

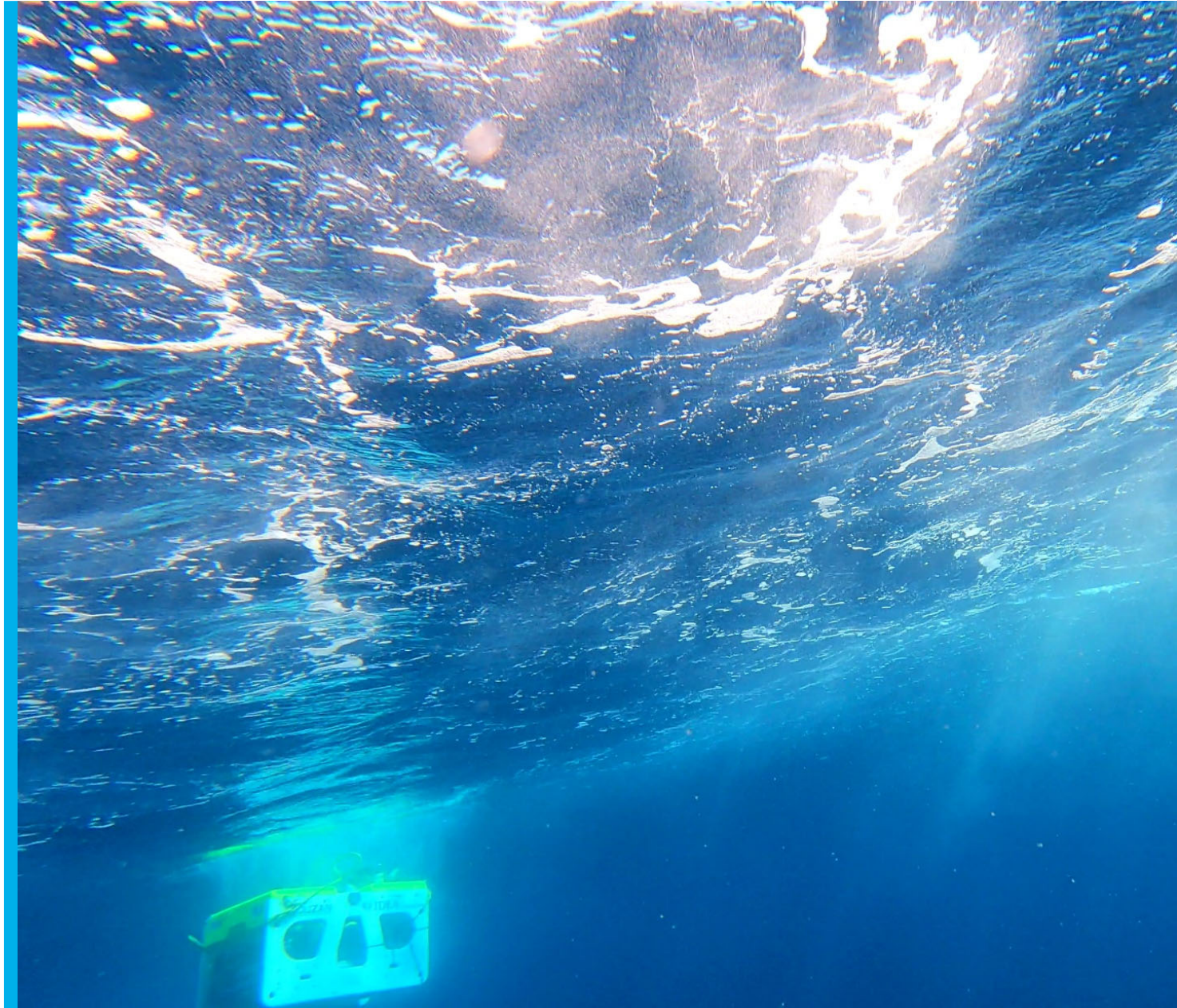
社会ロボット具現化センター

ズワイガニ資源量推定におけるAUV活用

いであ株式会社 環境調査事業本部
外洋調査部 部長 高島 創太郎

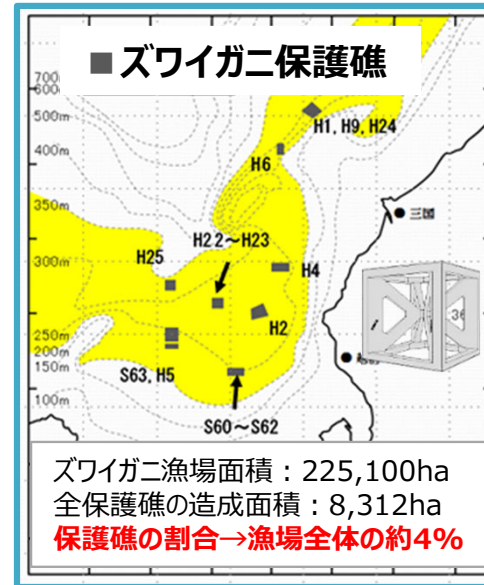
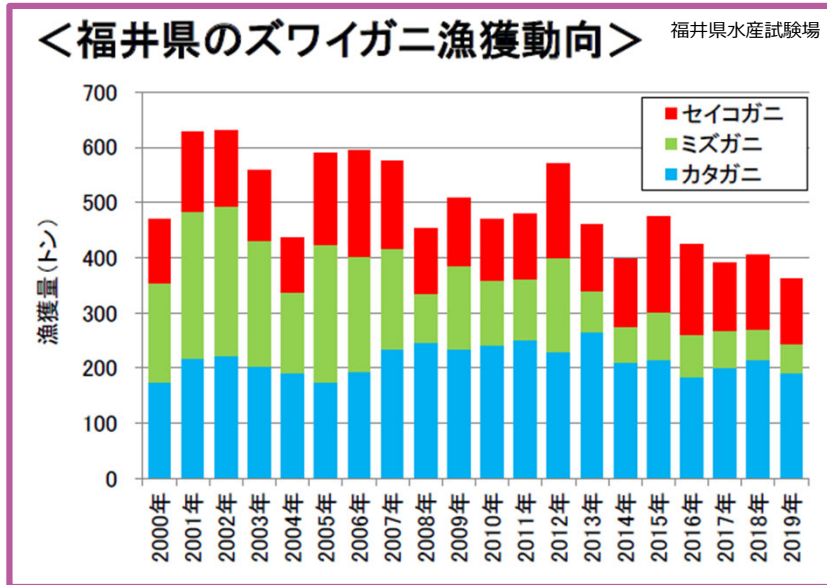
Contents

- 1.背景及び目的
- 2.「YOUZAN」の紹介
- 3.資源量調査方法
- 4.実証実験結果
- 5.資源量の推定
- 6.有用底生生物への適用
- 7.実証実験の検証



1. 背景及び目的

福井県では、ズワイガニ漁獲量の減少に伴い、水産業基本計画の重点戦略において、【ふくいが誇る「越前がに」の資源増大】を掲げ、保護礁の設置や、作漑等の対策に取り組んでおり、これらの効果確認と精度の高い資源量把握が求められている。



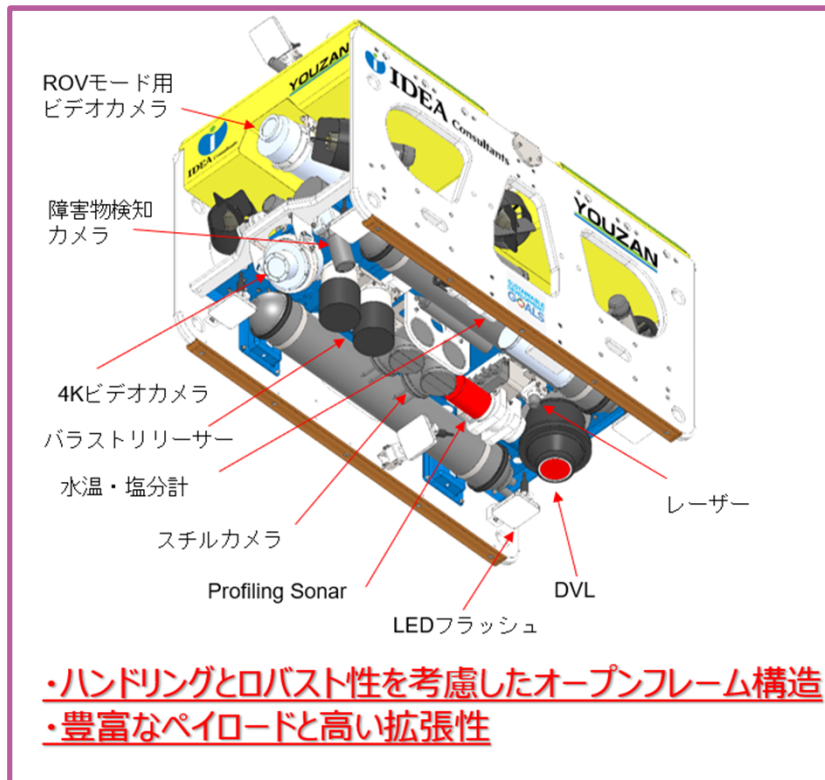
課題：正確な資源量を把握するためには、保護礁内の資源量や、作漑効果の検証が必要

ホバリング型AUVは、海底面に接近することができるため、
海底を面的に撮影でき、水産資源や海底環境の可視化が可能

**「海の次世代モビリティ実証実験事業」へ参加し、
ホバリング型AUVを用いて、ズワイガニ資源調査における課題解決を目指す。**

2.「YOUZAN」の紹介

TUNA-SAND級ホバリング型AUV「YOUZAN」

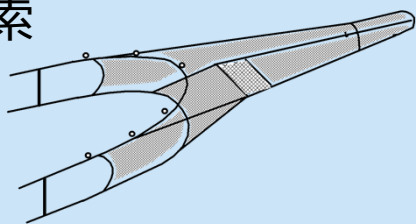
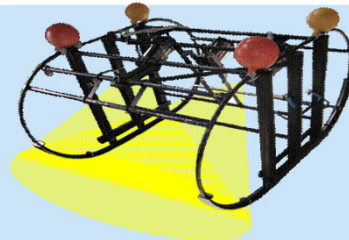
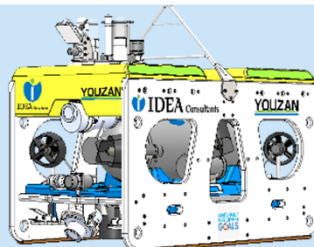


特徴としては、低速・低高度でのホバリング航行が可能で、海底面に接近して、詳細な調査を実施することが可能。

| 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 |

3. 資源量調査方法

調査方法の比較

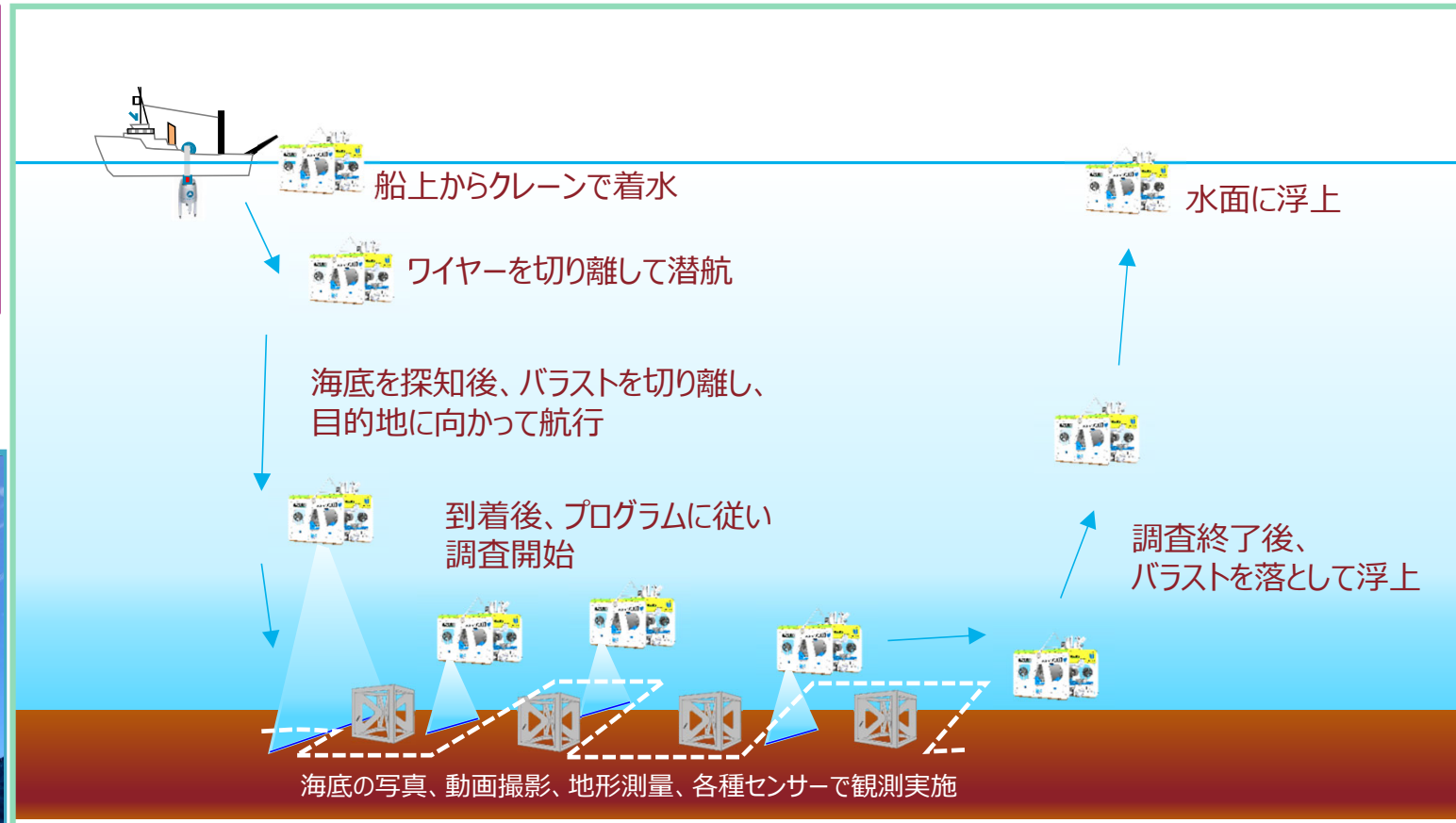
| 福井県水産試験場の資源量調査方法 | | | 新たな資源量調査方法 |
|---------------------------------|--|---|--|
| 資源量調査 | トロール | 曳航式カメラ | ホバリング型AUV |
| 調査道具 | 有索  | 有索  | 無索  |
| メリット | <ul style="list-style-type: none"> 生物試料を採取することで、詳細な生物情報が得られる 小型個体採集率が低い 底質により効率が左右される | <ul style="list-style-type: none"> 個体サイズ、底質に左右されず全て撮影可能 | <ul style="list-style-type: none"> 環境へのインパクトが少ない 位置精度、再現性が高い 海底環境の可視化が可能 障害物のある海域でも調査が可能 |
| デメリット | <ul style="list-style-type: none"> 生物を捕獲すること 環境へのインパクトが大きい 障害物がある海域では使用不可 | <ul style="list-style-type: none"> サイズ、雌雄判別は困難 障害物がある海域では使用不可 | <ul style="list-style-type: none"> 生物を採取することができない 移動速度が遅いため、広範囲の調査には時間を要す コストが高い |
| トロールの結果を基に、曳航式カメラでデータ補完して資源量を推定 | | | 直接観察により資源量を推定 |
| 保護礁内部の調査には適していない | | | 保護礁内部の調査が可能 |

3. 資源量調査方法

「YOUZAN」による潜航調査イメージ



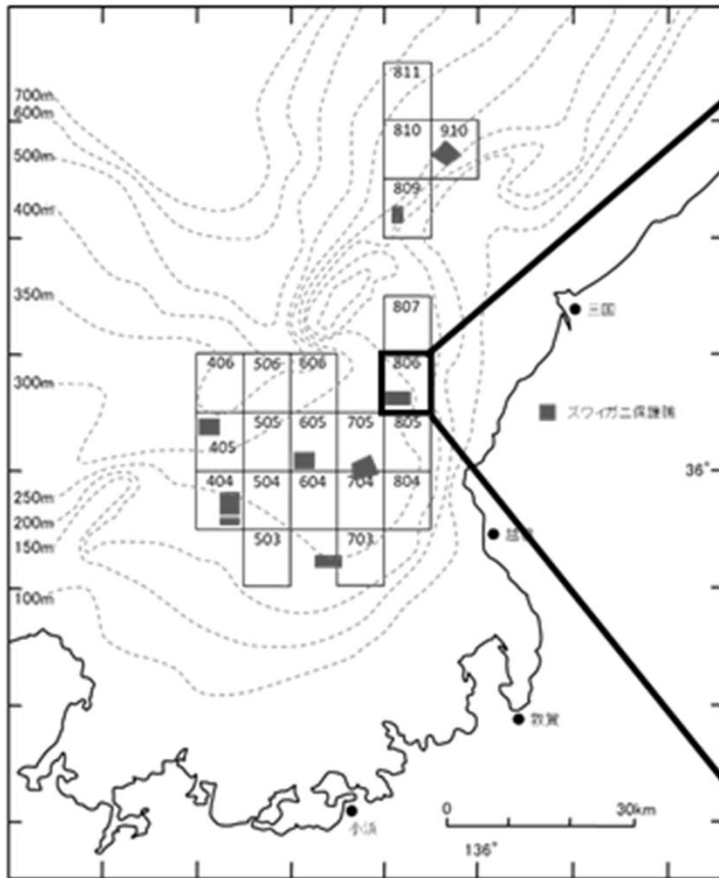
福井県水産試験場の
漁業資源調査船「福井丸」を使用



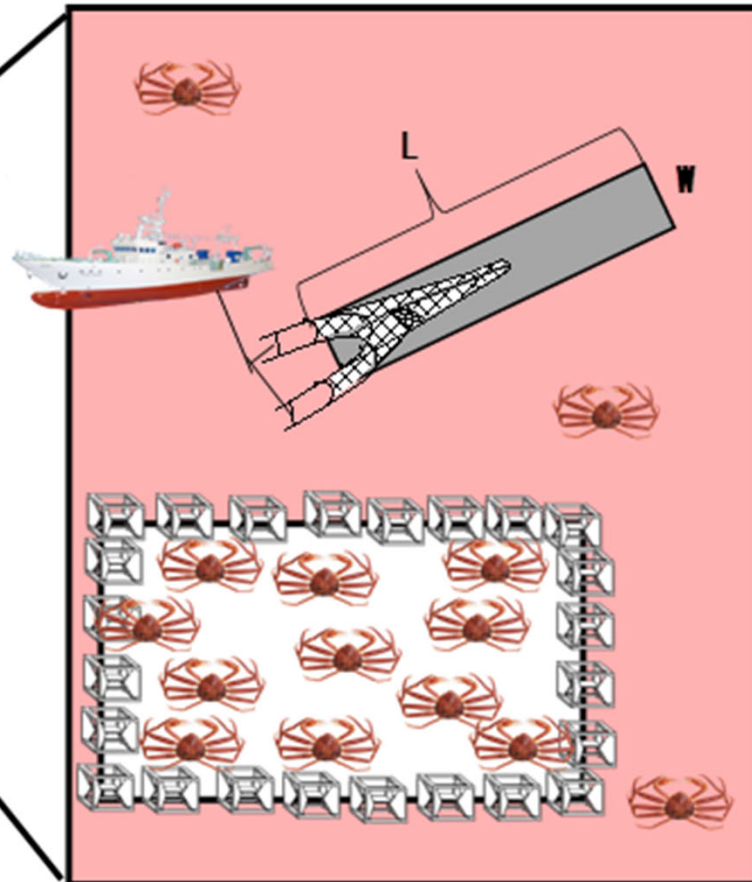
3.資源量調査方法

トロールによる資源量調査方法

福井県水産試験場



ズワイガニ保護礁位置



806でのトロール網による資源量調査

トロール試験範囲: WL
 曳網距離幅: L
 網口幅: W
 トロール試験範囲の個体数: n
 806の面積: A
 A に分布する個体数: N
 $N = A * n / WL$

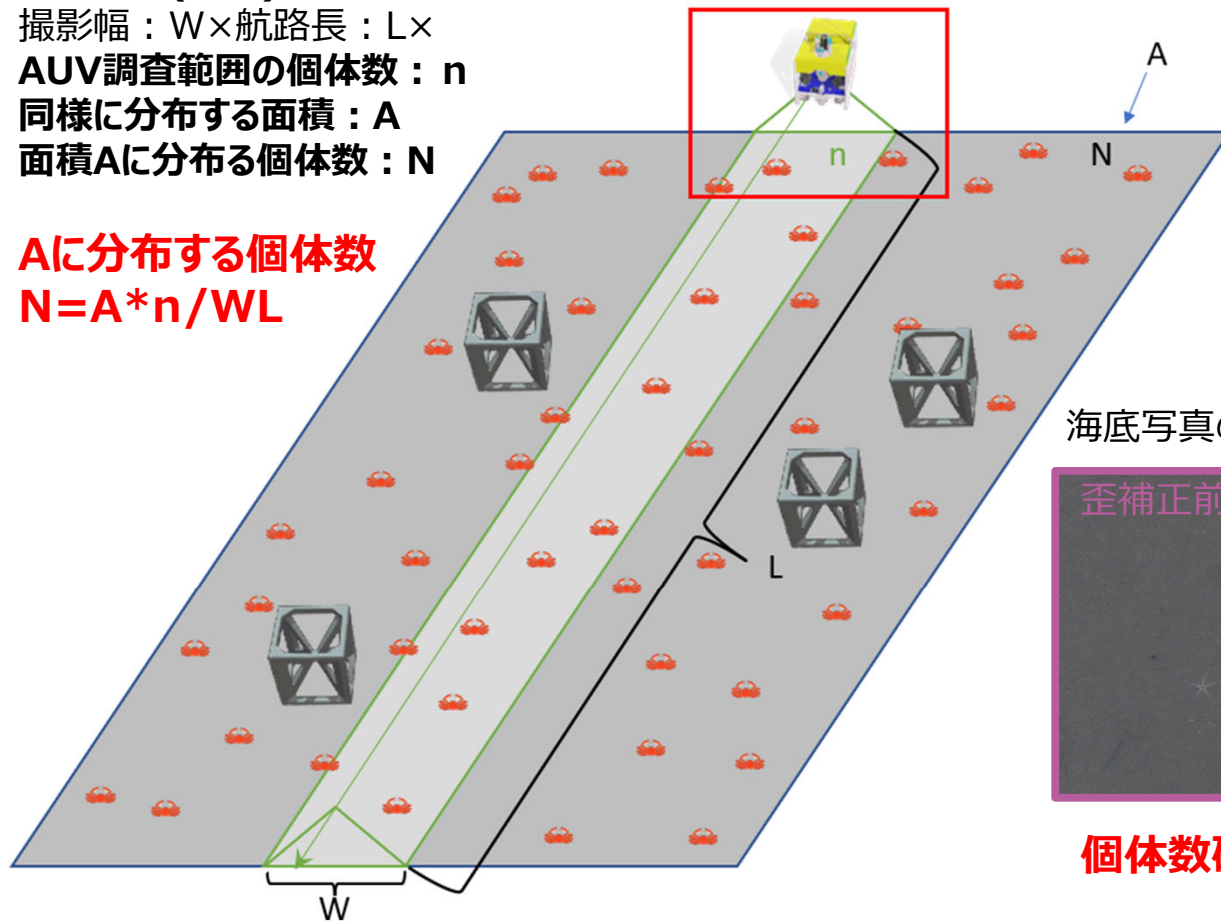
しかし・・・
 現状、保護礁内は試験出来ないため、保護礁内は個体数算出に含んでいない。
 =保護礁内の生息数（保護礁の効果）も不明。

3. 資源量調査方法

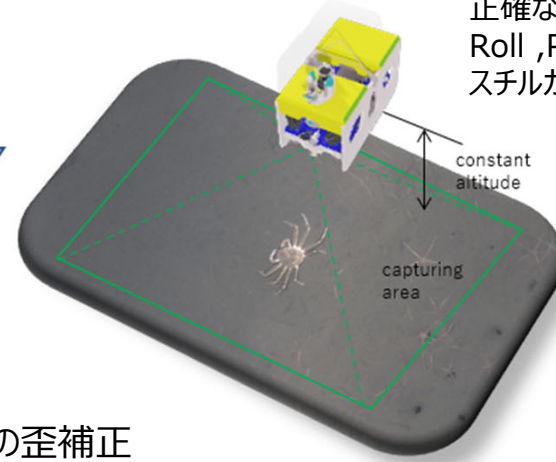
「YOUZAN」による資源量調査イメージ

調査範囲(面積): WL
 撮影幅: $W \times$ 航路長: $L \times$
 AUV調査範囲の個体数: n
 同様に分布する面積: A
 面積 A に分布する個体数: N

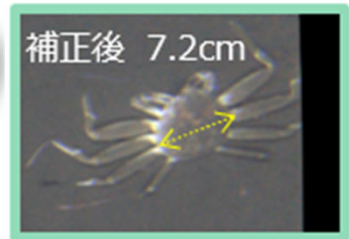
Aに分布する個体数
 $N = A * n / WL$



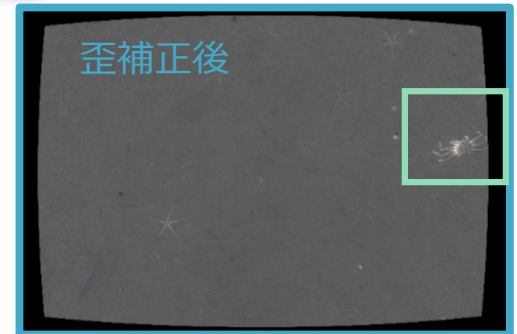
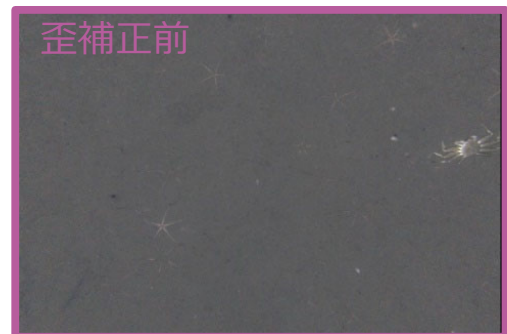
AUV 「YOUZAN」



正確な水中位置
 Roll, Pitch, Yaw, 深度, 高度計測
 スチルカメラによる撮影



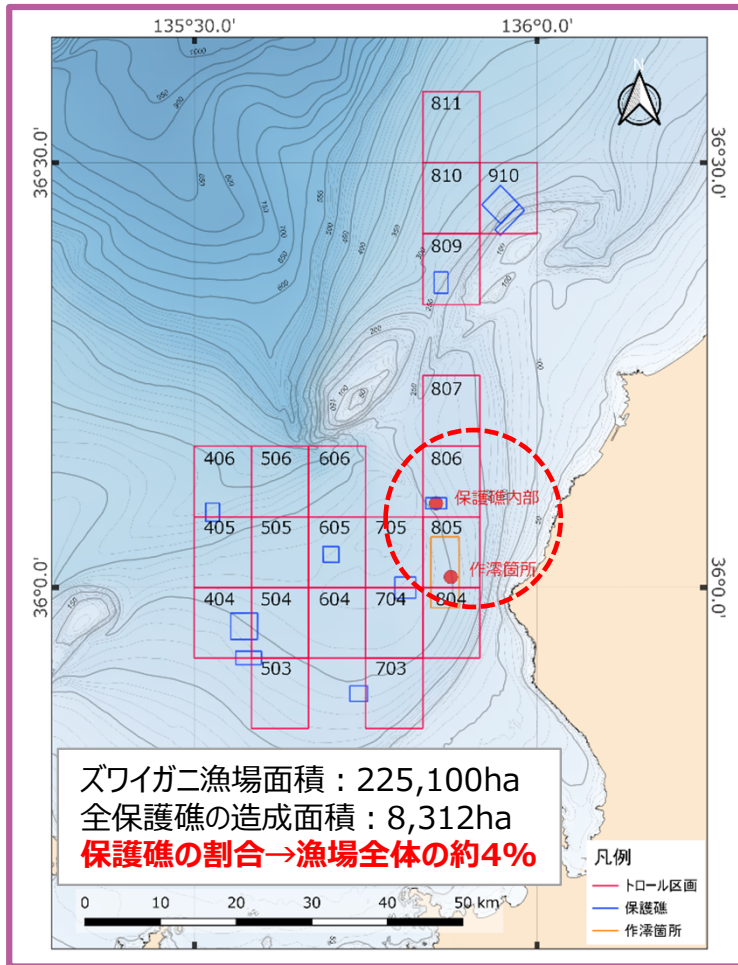
海底写真の歪補正



個体数確認・甲幅測定・生息密度計算・モザイク図作成

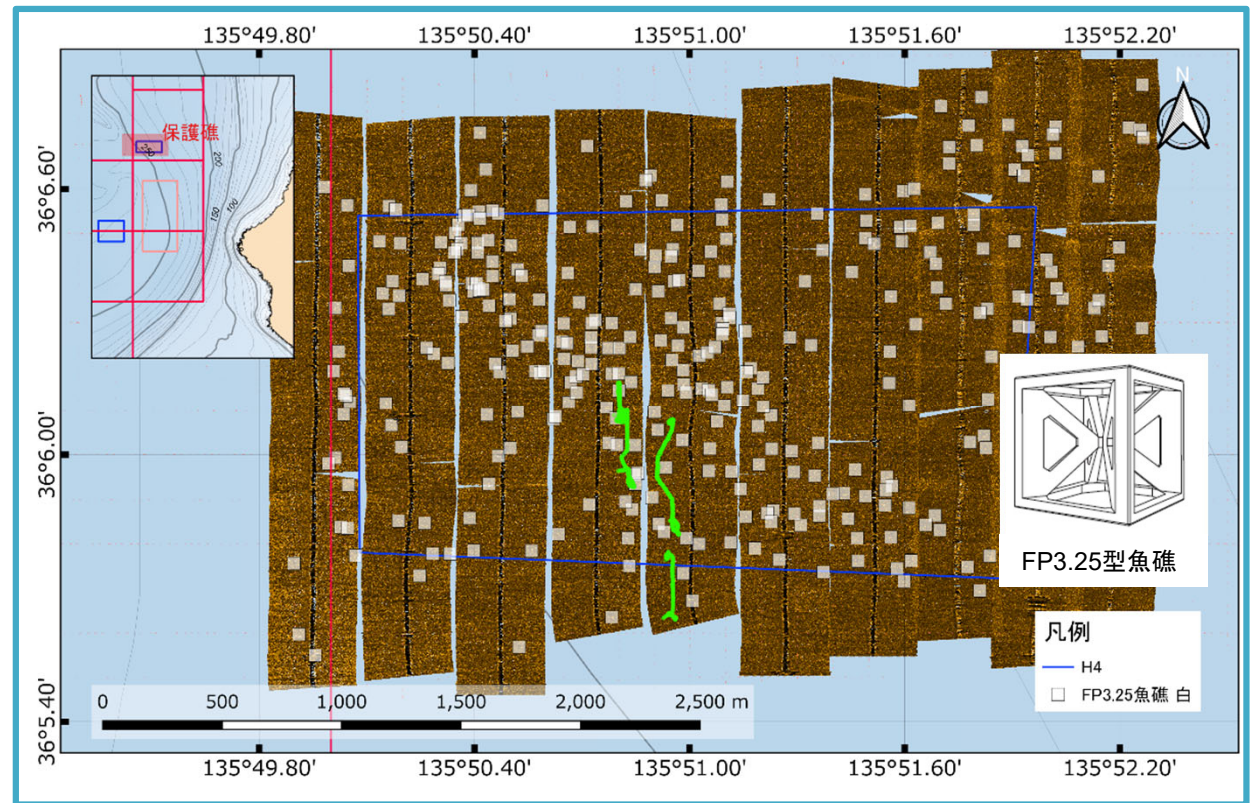
4.実証実験結果

保護礁内部調査



保護礁の選定理由

- 水深250m付近にあり、雌ガニ・稚ガニの保護を目的とした保護礁
- 保護礁のあるトロール区画(806)は、漁業者から漁獲量が少ないとの情報有
- 保護礁内部の生息密度の確認が非常に重要**



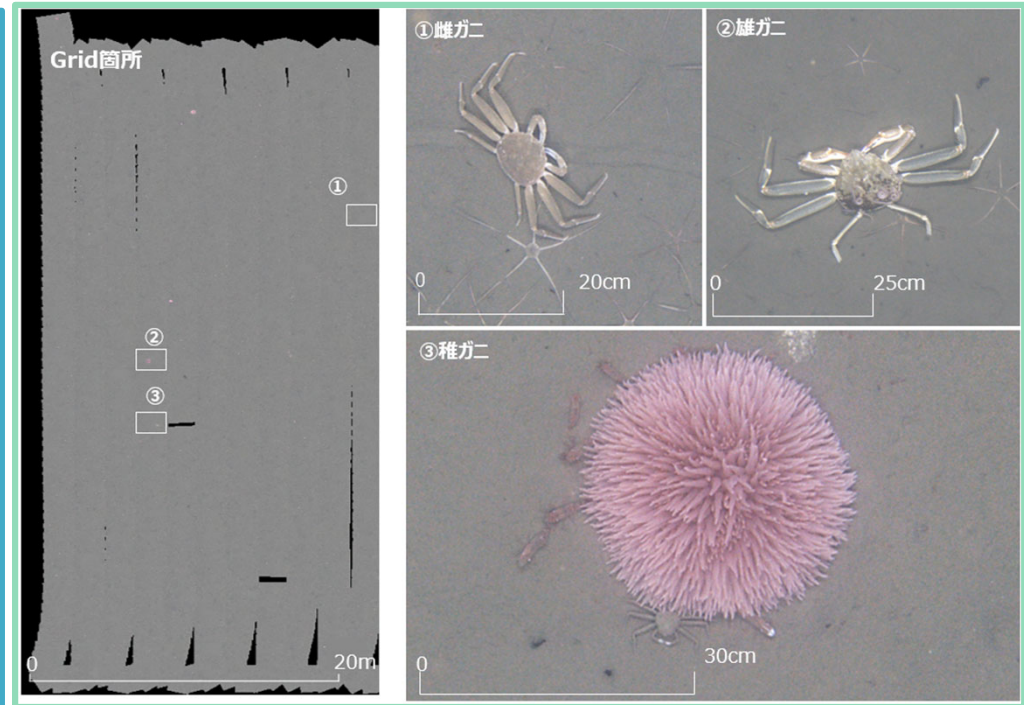
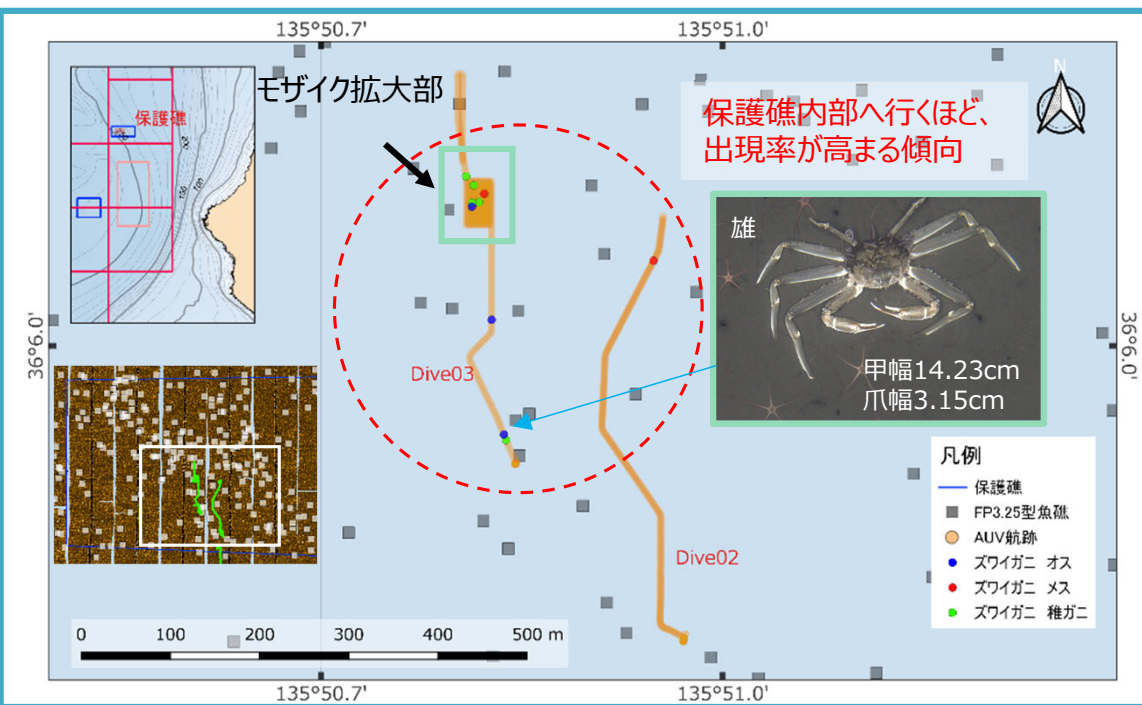
4.実証実験結果

保護礁内部の生息密度

保護礁内
全10個体

- 雄3個体
- 雌2個体
- 稚ガニ5個体

| 調査内容 | 実施日 | 水深 (m) | 水温 (°C) | 撮影面積 (㎡) | 全個体数 | 雄ガニ 個体数 | 雌ガニ 個体数 | 稚ガニ 個体数 | 全個体 生息密度 (匹/ha) | 雄ガニ 生息密度 (匹/ha) | 雌ガニ 生息密度 (匹/ha) | 稚ガニ 生息密度 (匹/ha) |
|---------|---------|--------|---------|----------|------|---------|---------|---------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 保護礁内部合計 | 2021年9月 | 250 | 1 | 3,188 | 10 | 3 | 2 | 5 | 31 | 9 | 6 | 16 |



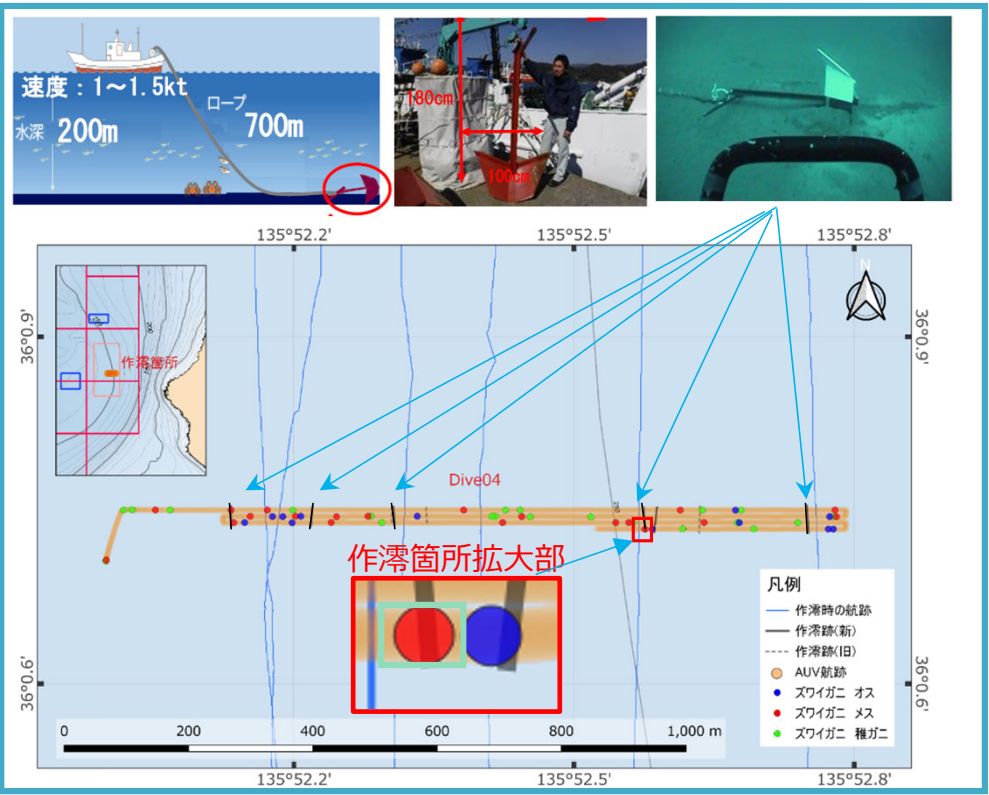
4.実証実験結果

作漑箇所での生息密度

作漑箇所
全53個体

- 雄8個体
- 雌20個体
- 稚ガニ25個体

| 調査内容 | 実施日 | 水深 (m) | 水温 (°C) | 撮影面積 (㎡) | 全個体数 | 雄ガニ 個体数 | 雌ガニ 個体数 | 稚ガニ 個体数 | 全個体 生息密度 (匹/ha) | 雄ガニ 生息密度 (匹/ha) | 雌ガニ 生息密度 (匹/ha) | 稚ガニ 生息密度 (匹/ha) |
|--------|-----------|---------|---------|----------|------|------------|------------|------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Dive04 | 2021/9/30 | 240-250 | 1 | 8,171 | 53 | 8 | 20 | 25 | 65 | 10 | 24 | 31 |

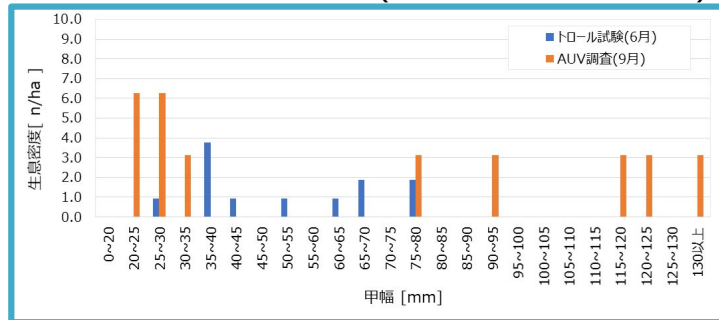


5.資源量の推定

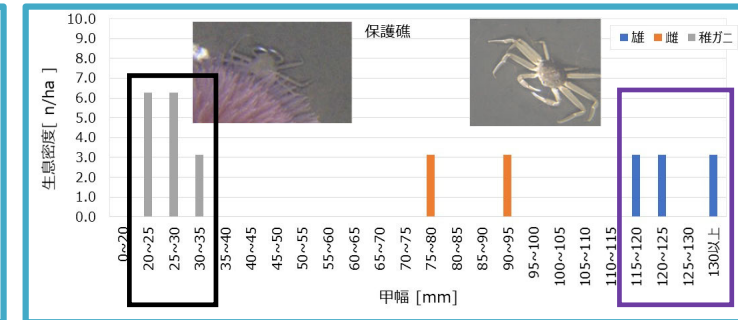
ズワイガニ生息密度の比較

| 調査内容 | 実施日 | 海域 | 水深 (m) | 水温 (°C) | 撮影面積 (㎡) | 全個体数 | 雄ガニ 個体数 | 雌ガニ 個体数 | 稚ガニ 個体数 | 全個体 生息密度 (匹/ha) | 雄ガニ 生息密度 (匹/ha) | 雌ガニ 生息密度 (匹/ha) | 稚ガニ 生息密度 (匹/ha) |
|------------------|---------|-------------|---------|---------|----------|------|------------|------------|------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| AUV調査 | 2021年9月 | 保護礁内 | 250 | 1 | 3,188 | 10 | 3 | 2 | 5 | 31 | 9 | 6 | 16 |
| トロール調査 曳航式カメラ | 2021年6月 | 保護礁外 806 | 214~221 | 1 | 22,930 | 26 | 0 | 0 | 26 | 11 | 0 | 0 | 11 |

甲幅別生息密度の比較(トロール試験とAUV調査)



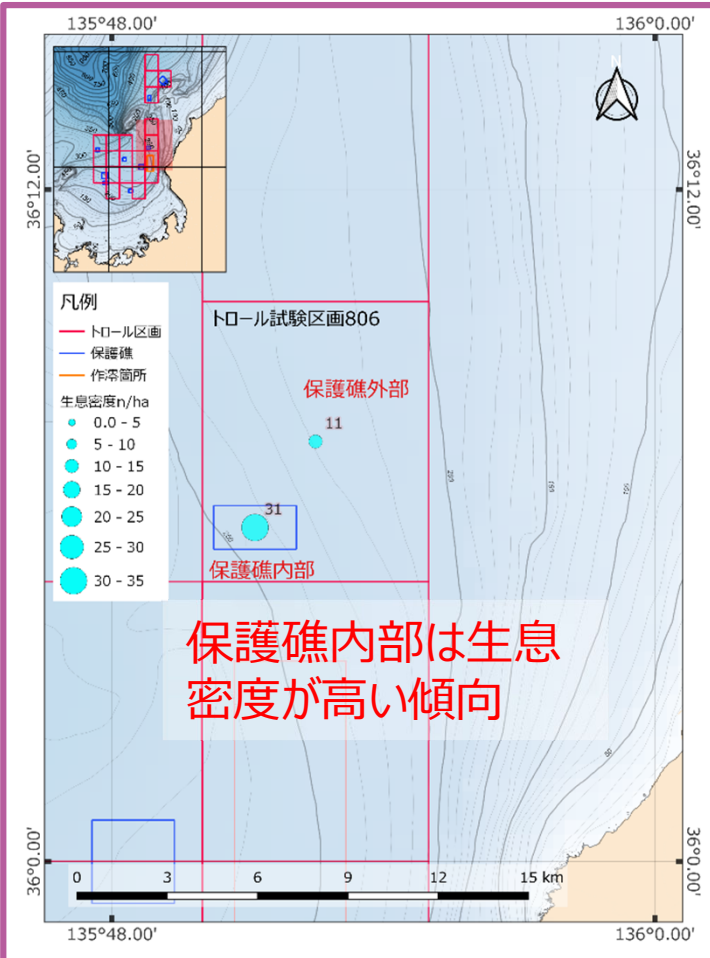
甲幅別生息密度の分類(AUV調査)



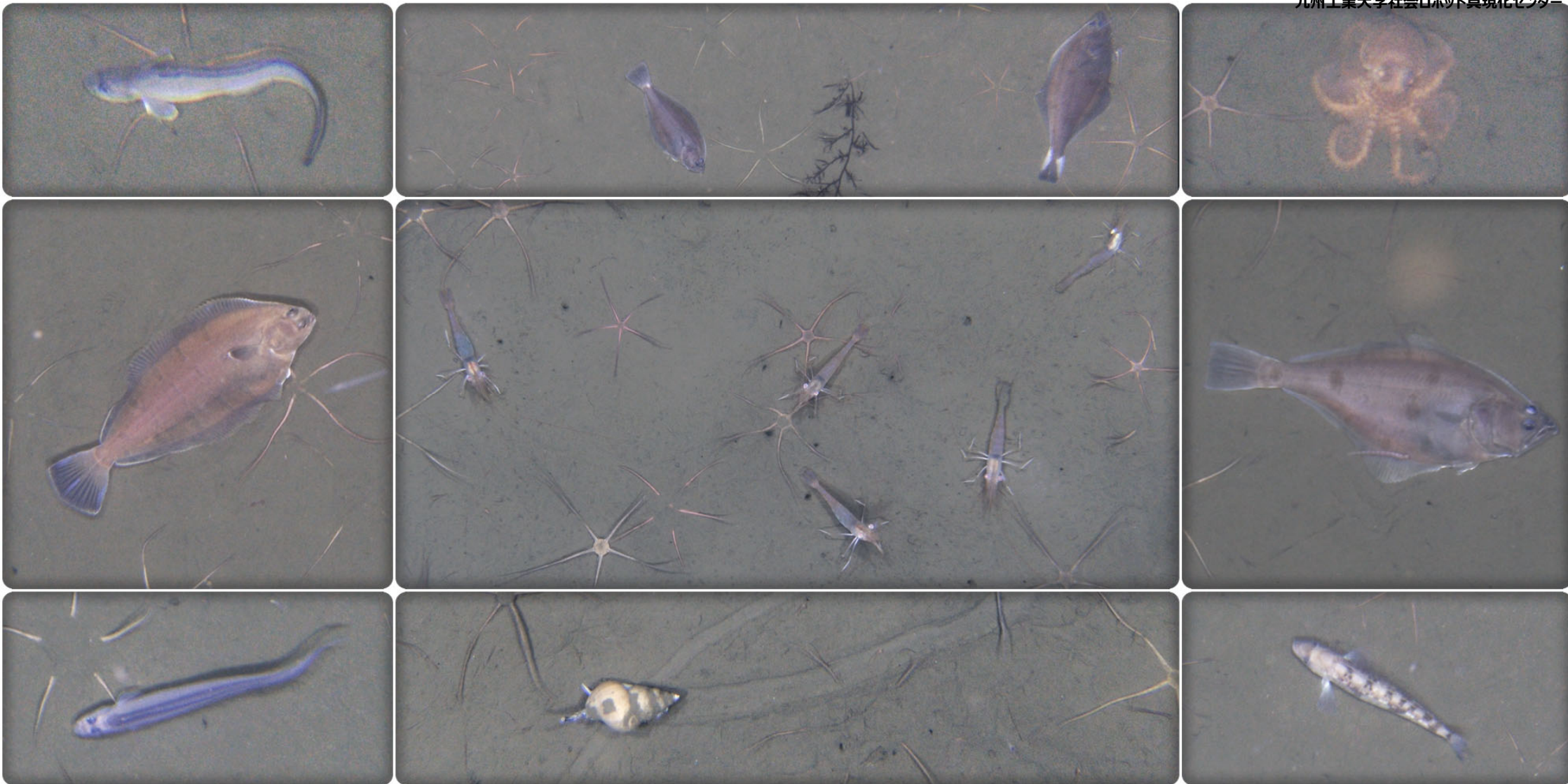
ズワイガニ雄の捕獲規制サイズ

| 分類 | 漁業の許可及び取締等に関する省令(第101条) 公的措置 | 福井県自主管理措置 |
|----|------------------------------|-------------------|
| 雄 | カタガニ 甲幅90mm未満の個体は採捕禁止 | 甲幅90mm未満の個体は採捕禁止 |
| 雄 | ミズガニ 甲幅90mm未満の個体は採捕禁止 | 甲幅100mm未満の個体は採捕禁止 |

- 調査時期は、違うが**保護礁内部は、生息密度が高い傾向**が確認された。
- 保護礁内は、**小さな稚ガニも多く、漁獲対象の雄ガニも生息!**



6.有用底生生物の生息密度

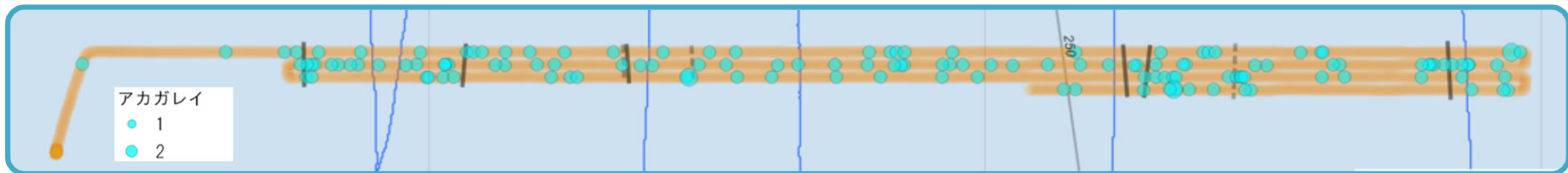


6.有用底生生物の生息密度

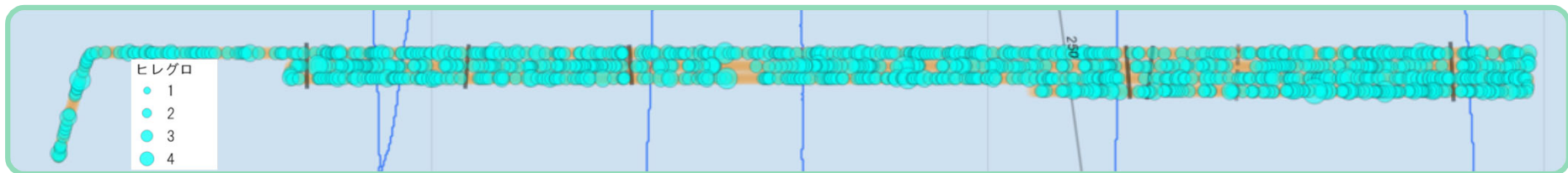
有用底生生物に関してハビタットマップを作成

有用底生生物の生息密度(n/ha)

| 潜航No | 調査箇所 | 調査面積 (m ²) | 十脚目 | 魚類 | | | | 十脚目(エビ類) | | | 腹足綱 | | 頭足綱 | |
|--------|------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------------|--------------|--------------|------------|-----|-----------|-----|----|
| | | | ズワイガニ | アカガレイ | ヒレグロ | ノロゲンゲ | その他 ゲンゲ科 | ホッコク アカエビ | モロトゲ アカエビ | クロ ザコエビ | バイ貝 | その他 貝類 | イカ | タコ |
| Dive04 | 作漑箇所 | 8,171 | 65 | 168 | 1,537 | 78 | 614 | 12 | 29 | 64 | 11 | 2 | 45 | 39 |



作漑箇所におけるアカガレイの生息密度

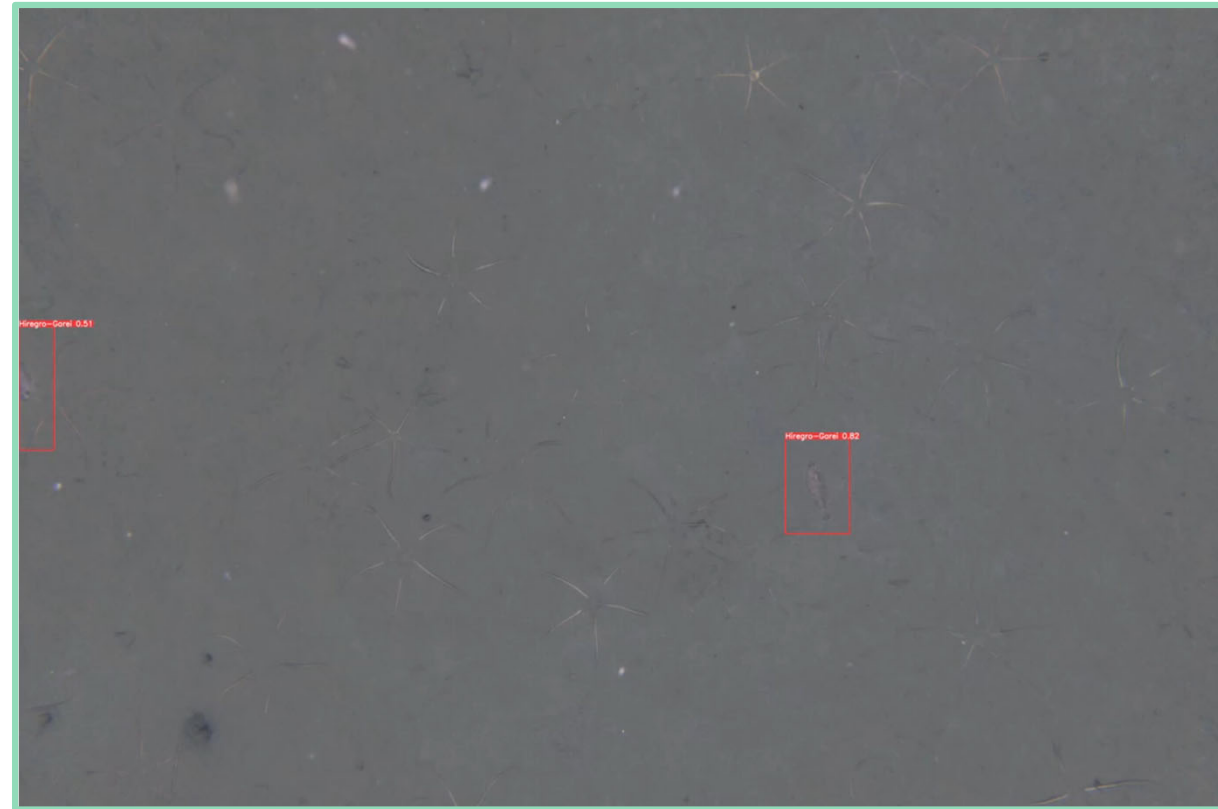
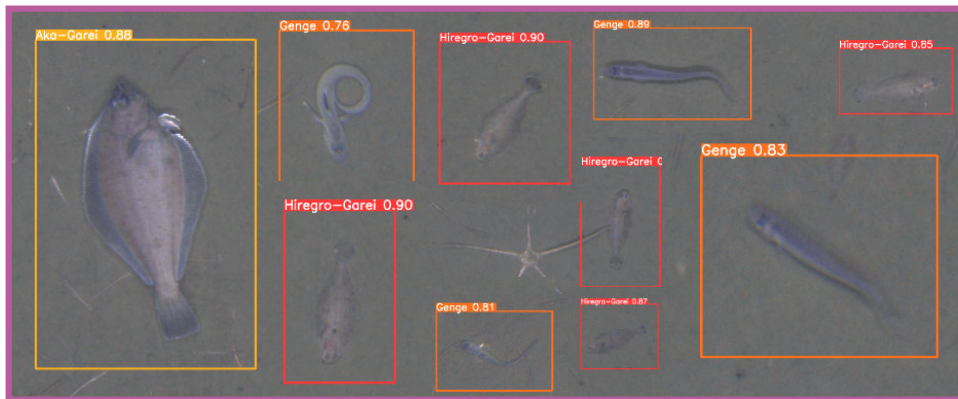


作漑箇所におけるヒレグロの生息密度

6.有用底生生物の生息密度

有用底生生物に関して機械学習を実施

- ・有用底生生物(7種)に関しての教師データを作成し、機械学習モデルを作成
- ・良好な成果が得られており、AIによる自動認識で学習できた生物の検出が可能と考えられる。



機械学習の課題

潜航回数が少ないため、**出現数が少ない個体に対応できていない。**

社会実装に向け、より多くのデータ取得を行い、本モデルを**運用しながら成長させる必要**がある。

7.実証実験の検証

実証実験で得られた成果

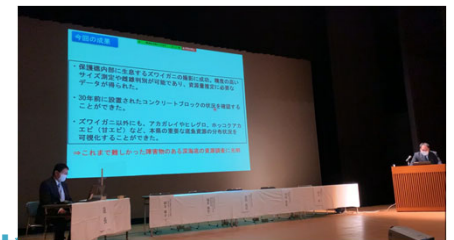
- ・保護礁内部に生息するズワイガニの撮影に成功し、生息密度の調査を実施することができた。
- ・撮影した画像から、精度の高いサイズ測定や雌雄判別が可能であり、資源量推定に必要なデータが得られた。
- ・3cm以下の稚ガニも判別でき、稚ガニの生息状況が確認できた。
- ・ズワイガニ以外にも、有用な底生生物資源の分布状況や生息密度を可視化することができた。

新たな課題

- ・トロール調査と時期を合わせて実施し、採捕率を確認することで、既存データとの比較検証を行う。
- ・ズワイガニは季節移動することから、四季を通じてモニタリングを行い、データを蓄積し、保護礁や作濫効果を検証する。

漁業者や近隣自治体の声

- ・AUVによる本実証実験の結果に、非常に興味を持っている。
- ・稚ガニ、雌ガニの保護は最重要課題。
- ・保護礁内部の生息密度が確認できたことは重要。
- ・保護礁内部と外部の生息密度をAUVで調査して頂きたい。
- ・最新の技術と既存の技術により、精度の高い資源量推定を望む。



ズワイガニの資源量推定において、ホバリング型AUVは有用であることが確認された！

ご清聴、有難う御座いました。

最高級ブランド “越前がに”極
甲幅14.5cm以上、爪幅3cm以上、重さ1.3kg以上



ほぼ極に近い個体
甲幅14.23cm
爪幅3.15cm

実証実験参加者
「福井丸」船長・乗組員の皆様
福井県水産試験場
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
(株) ディープ・リッジ・テク
いであ (株)

