

# マルチビームソナー搭載ASVによる広域藻場調査の実用化検証

代 表 者：地方独立行政法人山口県産業技術センター

共同提案者：株式会社宇部セントラルコンサルタント

独立行政法人国立高等専門学校機構 宇部工業高等専門学校

## 【内容】

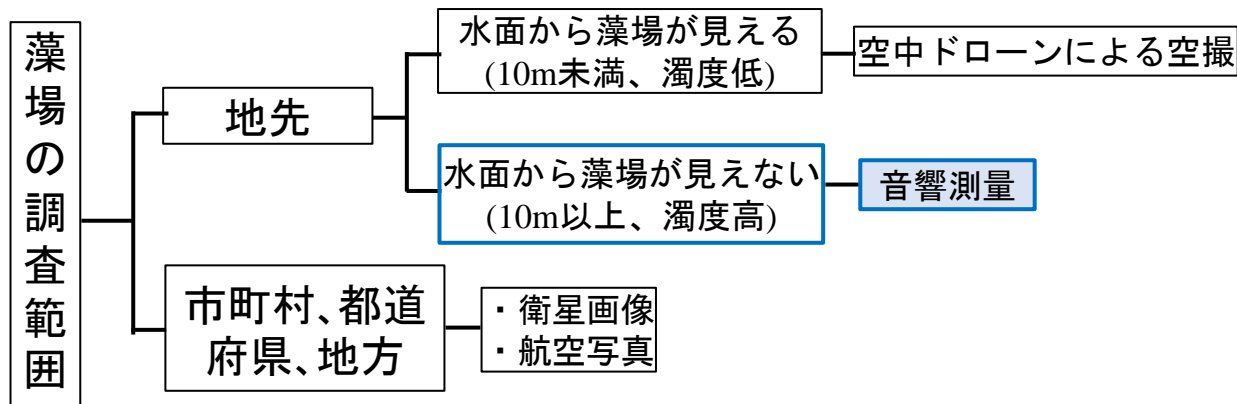
1. 背景及び目的
2. 実証実験の検証課題・検証方法
3. 実施体制
4. 実証実験内容・解析・結果のまとめ
5. 実験前後の技術成熟度(TRL)のまとめ

# 背景及び目的

## 背景

- 水産生物にとって重要な生息環境である藻場が、衰退・消失する「磯焼け」が全国各地で拡大
- 二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)の固定先としてブルーカーボン(海洋生物によって隔離・貯蔵される炭素)が注目を集め、藻場にもその役割が期待

## 広域藻場の定量的なモニタリングの必要性



## 目的

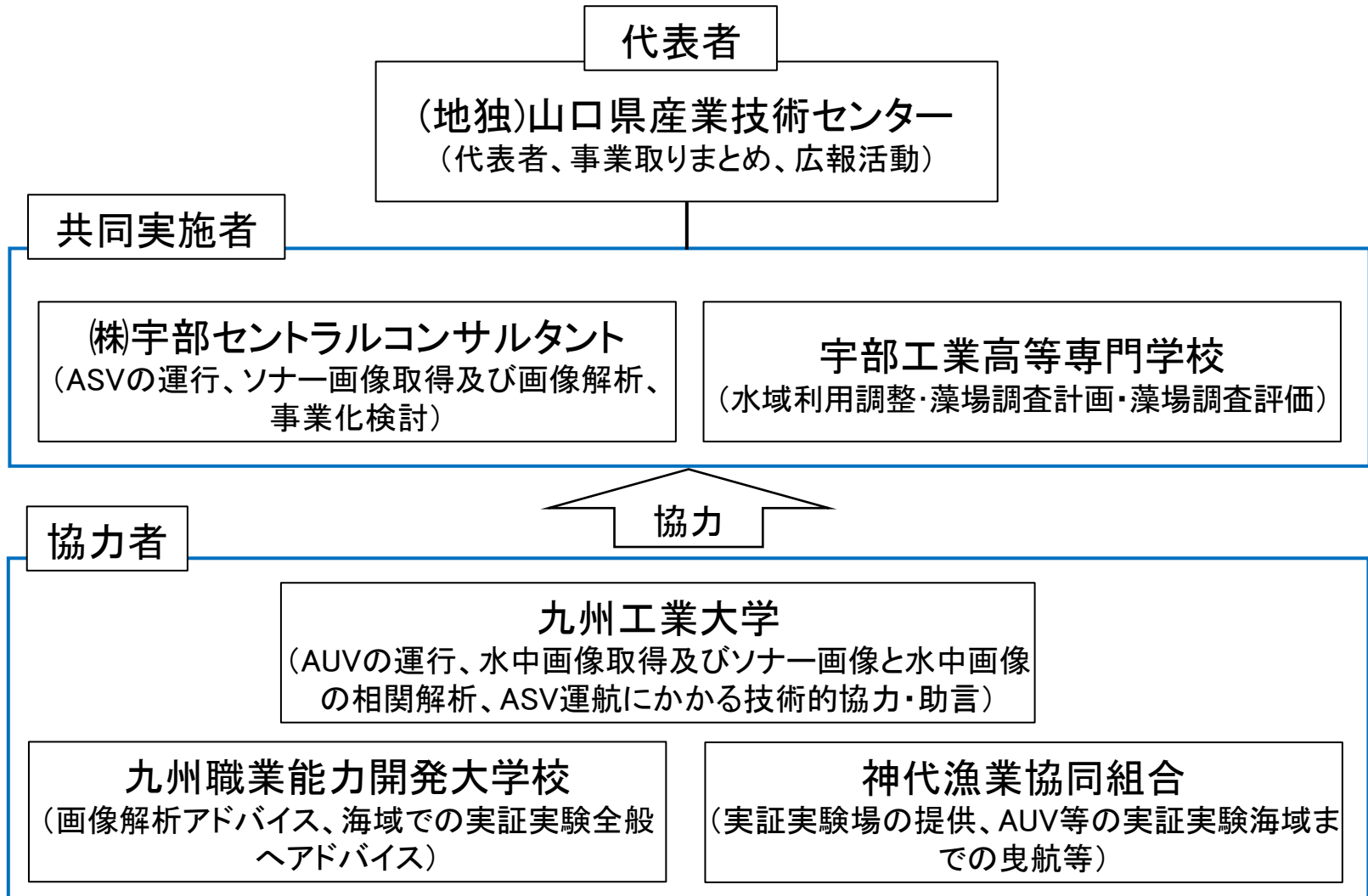
音響測量機器(ソナー)を搭載した自律型水上無人機(ASV)による広域藻場調査(モニタリング)を安全かつ効率的に行うことを目指した実用化検証を行うこと



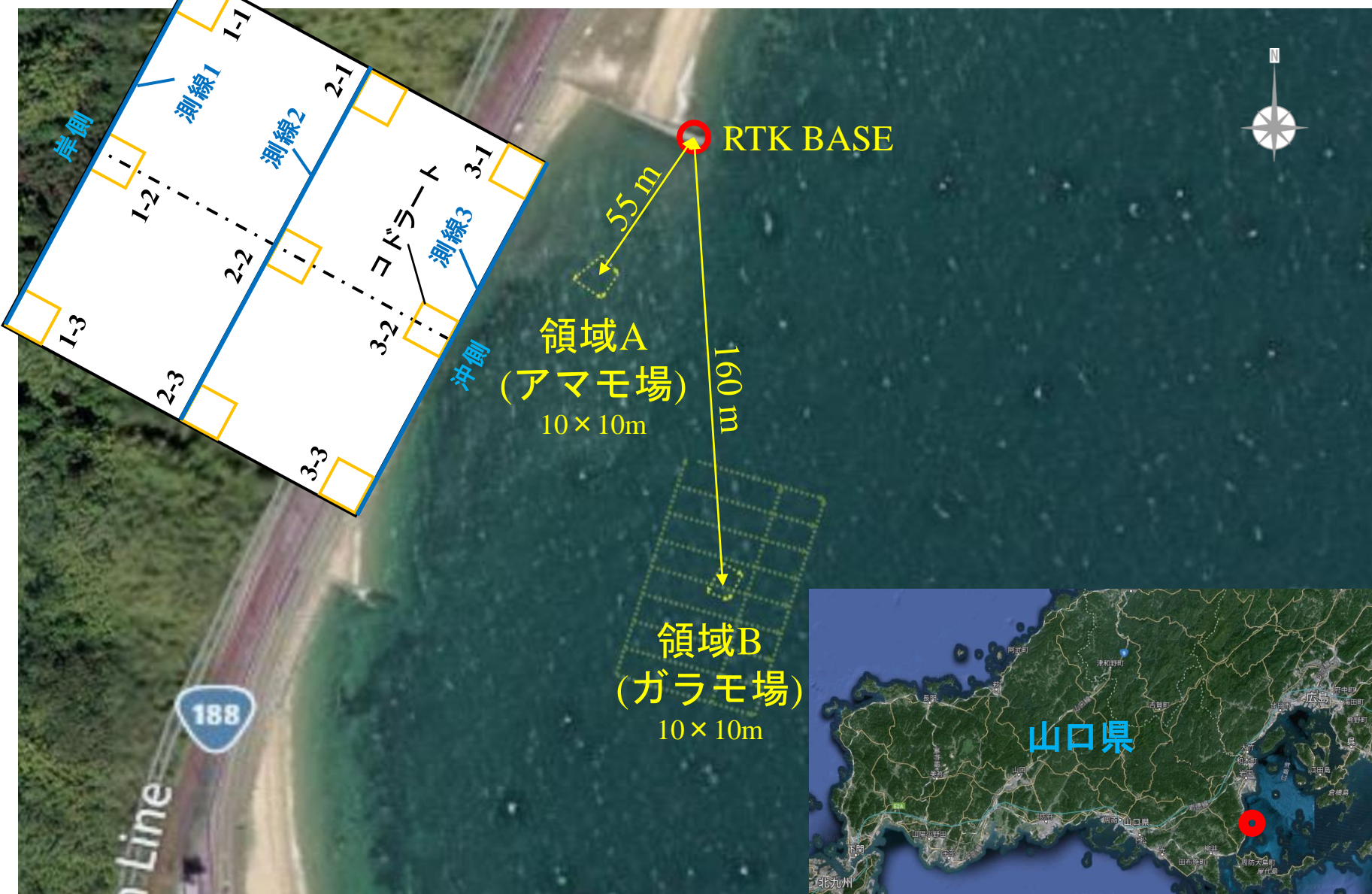
# 実証実験の検証課題・検証方法

検証課題	検証方法
<p>①マルチビームソナーを搭載したASVを所定の経路に沿って運航し、ソナー信号データを取得すること</p>	<p>○ASV運航の<u>設定経路と実際の経路の差異</u>を検証。また、調査対象領域のソナー信号データ取得時間を計測</p> <p>○対象領域に目印を設置し、その領域に対応する<u>ソナー信号データの取得状況</u>を確認</p>
<p>②ソナー信号データから</p> <ul style="list-style-type: none"><li>・海藻草類の有無を抽出し、被度と藻場面積を算出、</li><li>・海藻の藻類の草丈の推定、</li><li>・海藻草類の種類判別</li></ul> <p>によりブルーカーボン量を算定すること</p>	<p><u>ASVによるソナー信号データとAUVによる水中画像の相関</u>をとり、ソナー信号データによるブルーカーボン量算定の可能性を検証</p>

# 実施体制

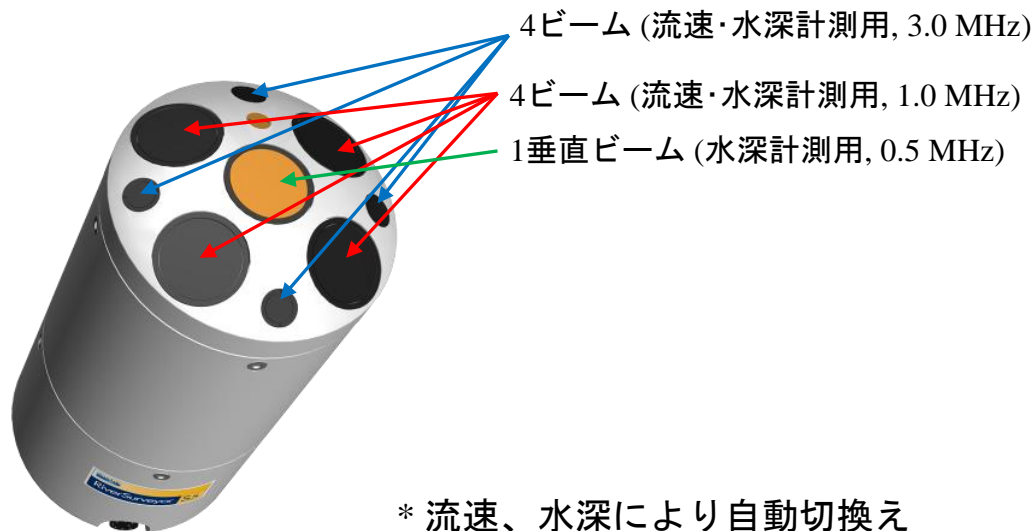


山口県岩国市神東地先 人工藻場



## 使用機器

### 9つのビーム



マルチビームソナー (Xylem(ザイレム)製  
M9 HydroSurveyor)

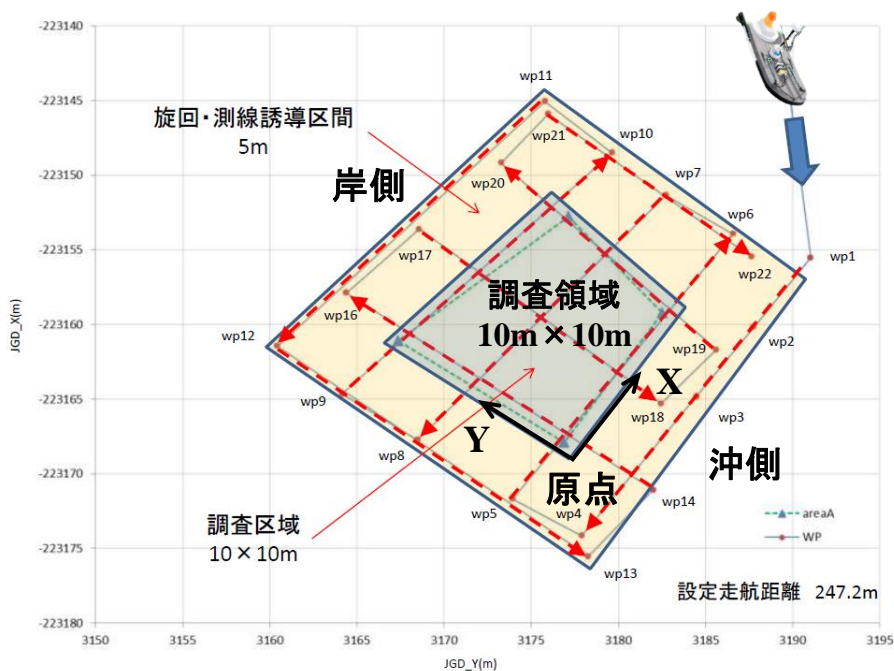


GNSS搭載のASV  
(M9ハイドロボートASV)

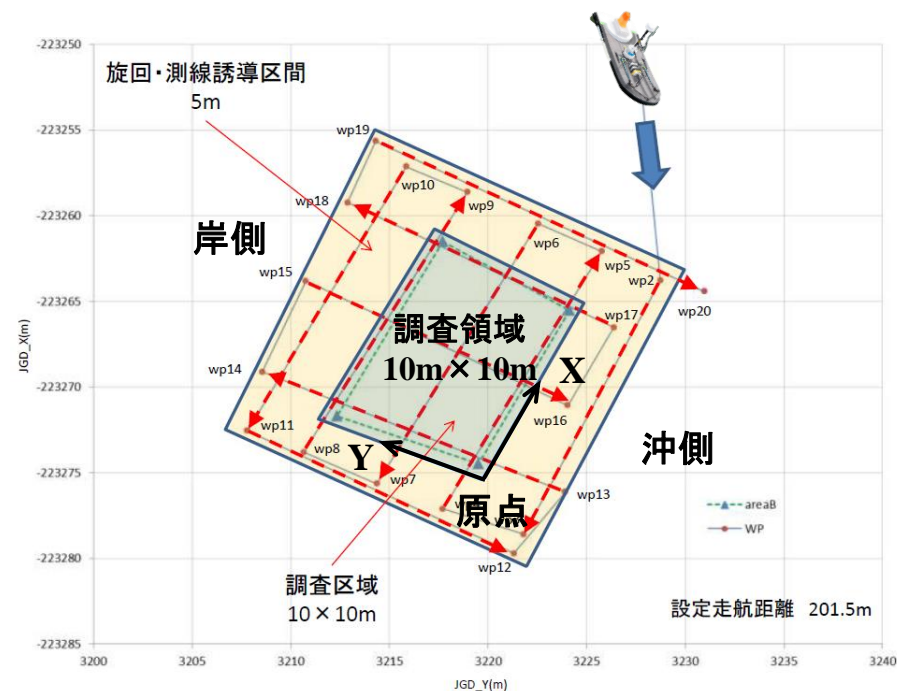
寸法: W600 × L425 × H110 mm  
重量: 6.6 Kg (バッテリー含む)

# 実証実験内容 ASVによるソナー信号データ取得

## 領域A (アマモ場)



## 領域B (ガラモ場)



## 調査対象領域のASV自動運航経路の設定状況

- 対象領域を含む広範囲のデータが取得できるように運航ルートを設定し、広範囲のソナー信号データを取得
- 船位測定は、GPS Quality RTK-FIXを使用した衛星航法で行い、船速約3~4ノットで航行

領域A(アマモ場)



領域B(ガラモ場)



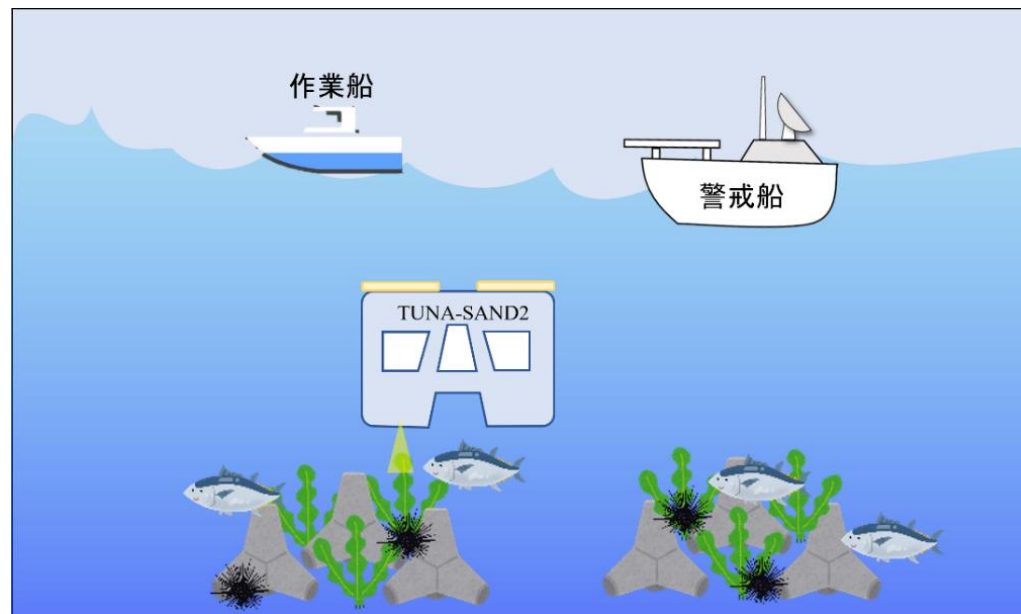


## 使用機器



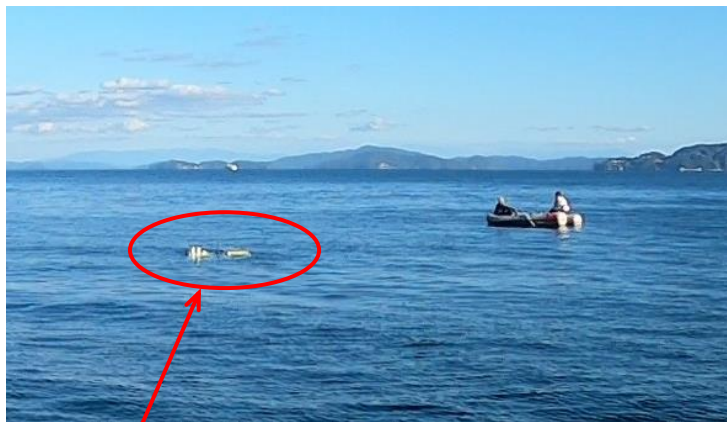
AUV (TUNA-SAND2\*)

\* JST CRESTの研究で開発



AUVによる水中画像の取得イメージ

- 巡航高度1~2m、船速0.2~0.4ノットで航行し、搭載したカメラで海底を定期的に撮影
- 船位測定は、水面にあるときはGPS、水中にあるときは慣性航法装置とドップラー式対地速度計を組み合わせで行う



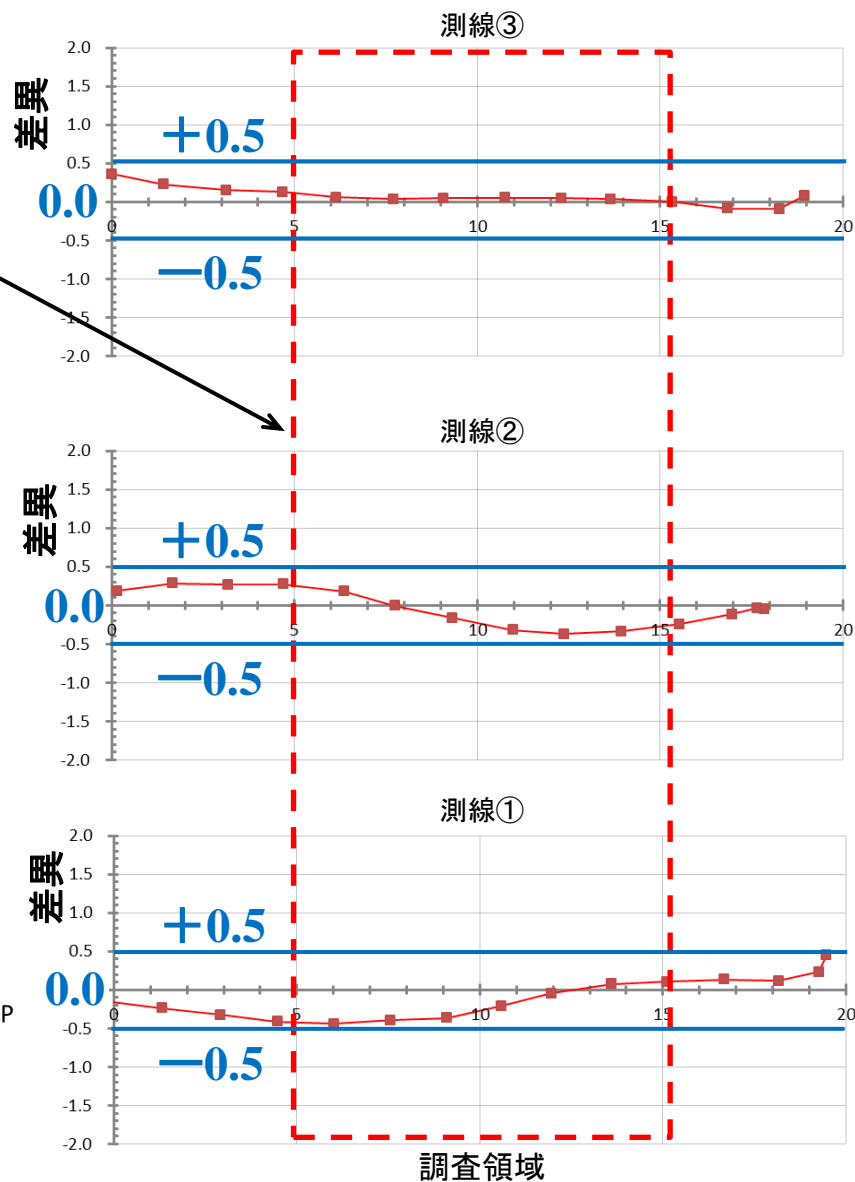
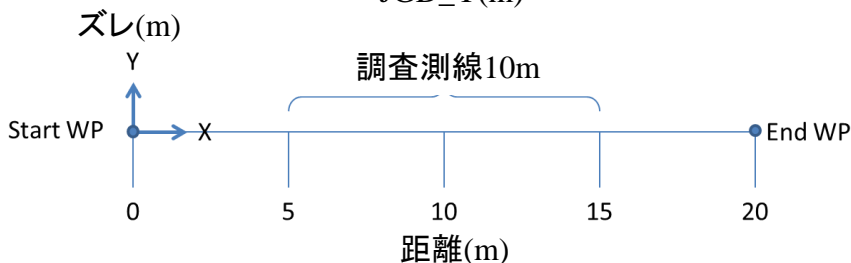
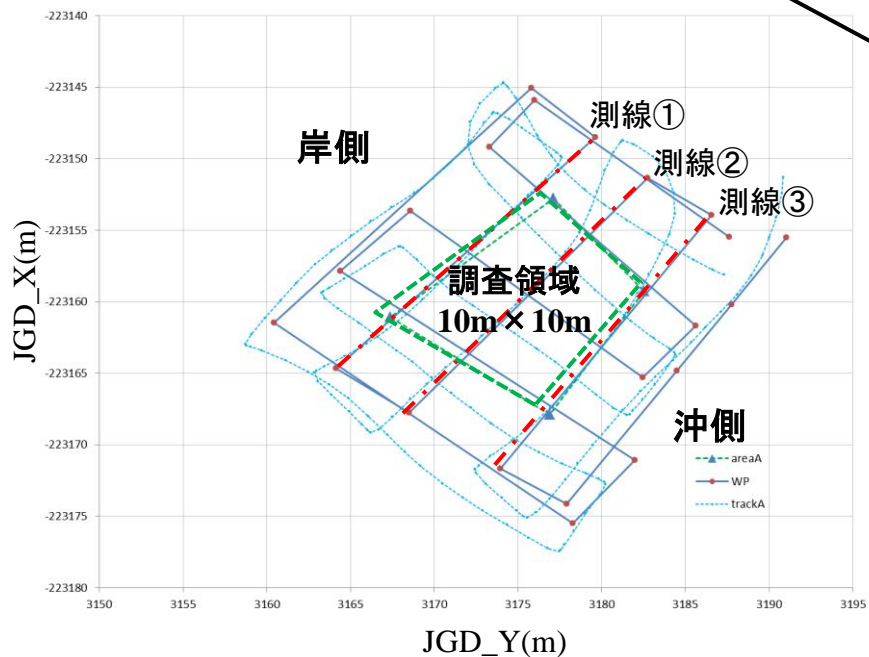
AUV (TUNA-SAND2)



AUVによる水中画像

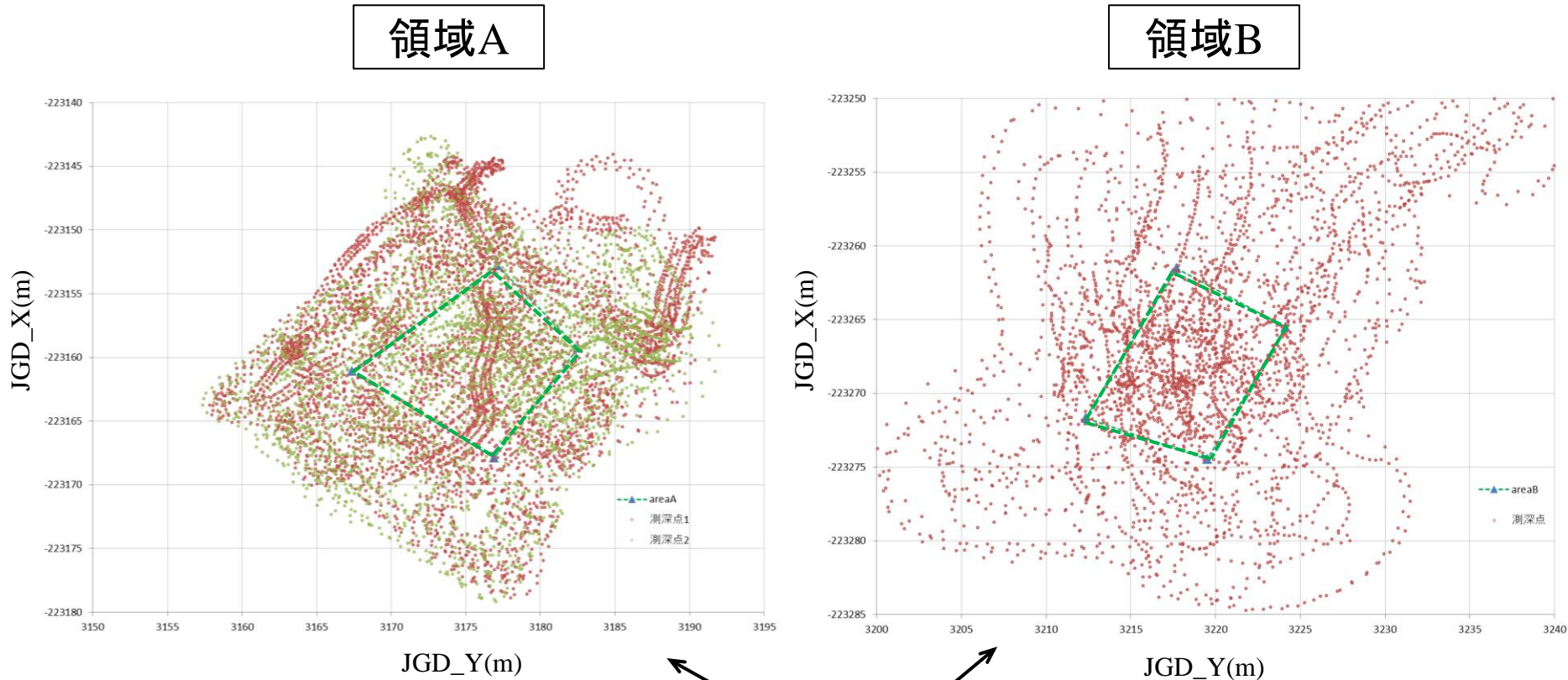
## ASV設定経路に対する追従性

±0.5mの範囲内で運航



設定航路と実際経路の差異

## ASVにより取得されたソナー信号による測深点分布

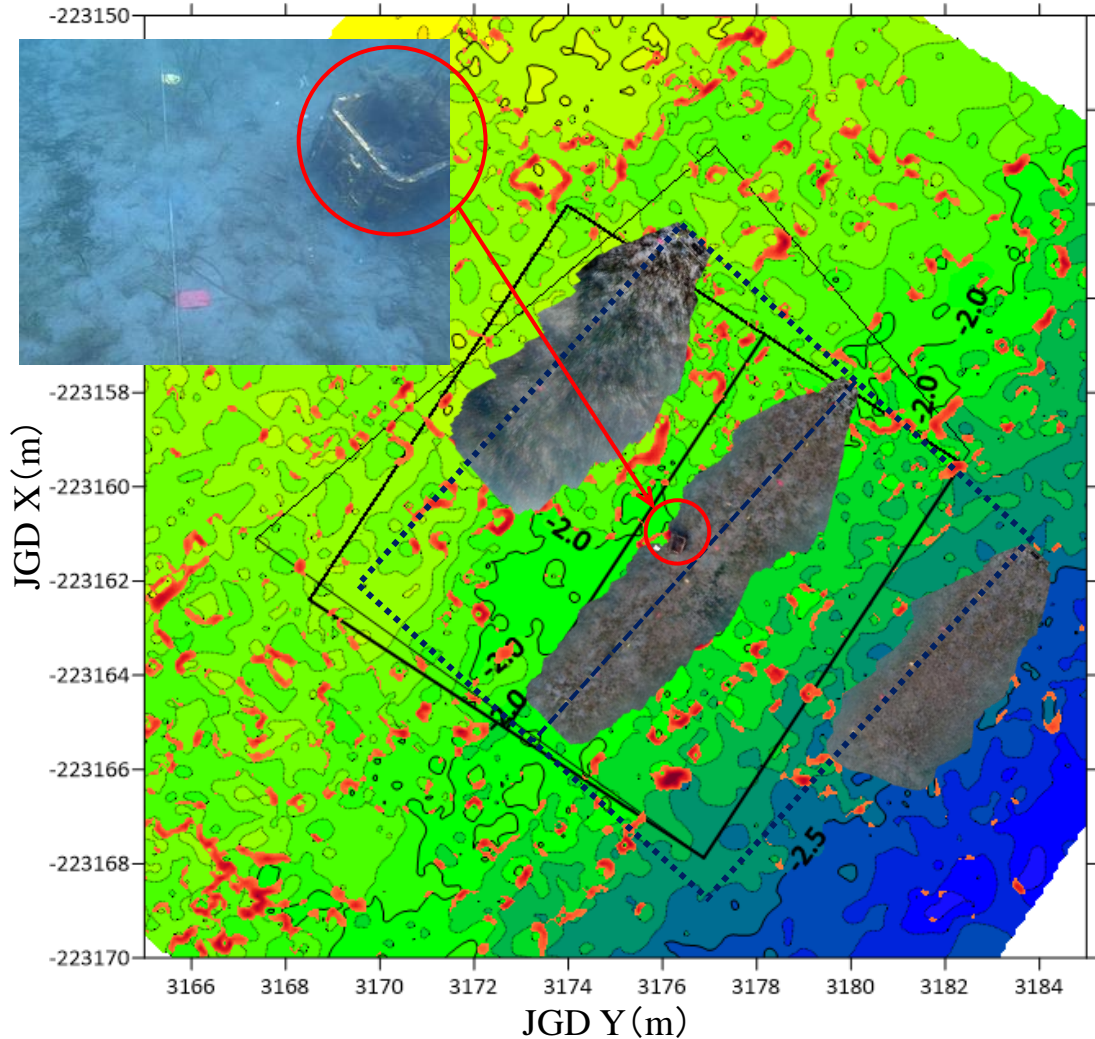


調査対象領域にわたり高密度で測深データを取得

領域A

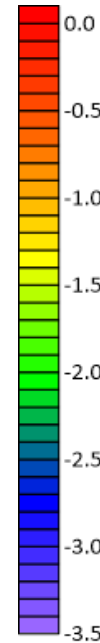
## ソナー測深データによる解析

海底コンター上への水中画像（モザイク画）のオーバーレイ

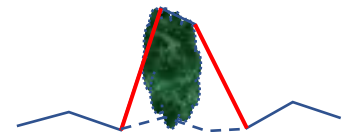


グリッド測深データの隣接間勾配  $\geq 30^\circ$  を海藻草類と仮説

T.P.(m)



$$\text{勾配 } S = \sqrt{\left(\frac{\partial z}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial z}{\partial y}\right)^2}$$



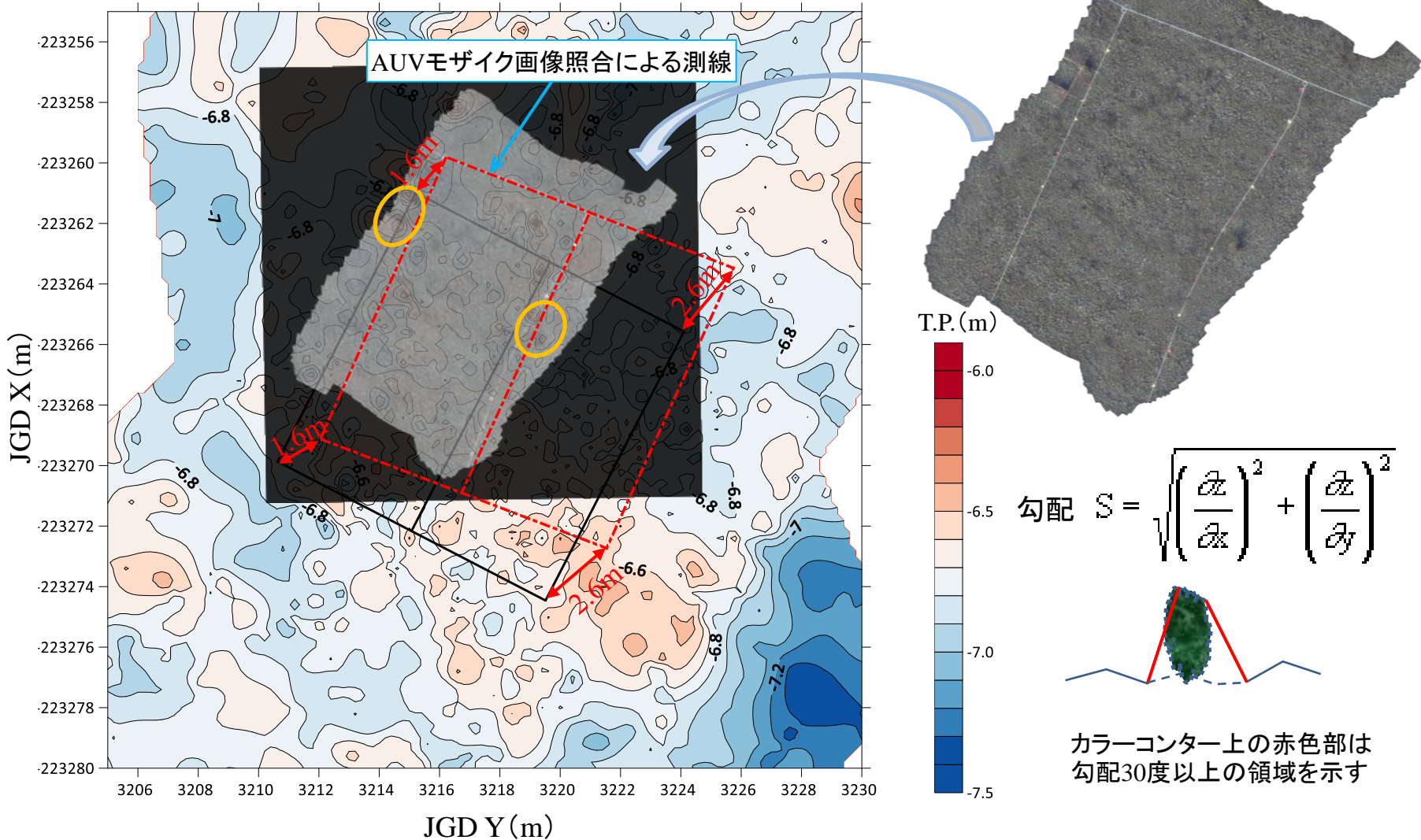
カラーコンター上の赤色部は勾配30度以上の領域を示す

測深データから仮定した海藻草類と水中画像の明確な相関は見られない

## 領域B

## ソナー測深データによる解析

海底コンター上への水中画像（モザイク画）のオーバーレイ



測深データから仮定した海藻藻類と水中画像の明確な相関は見られない

# 実験データ解析 ソナー信号データと水中画像の相関解析

## 測深データによる解析

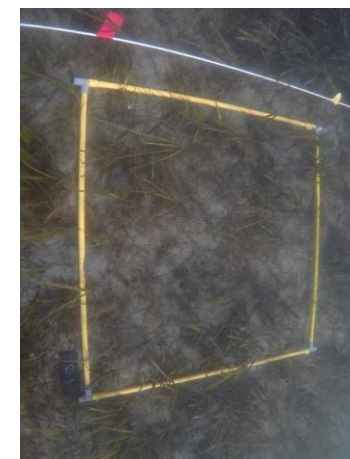
領域A(アマモ場)

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10	14	9	11	11	12	10	8	7	11	9
9	4	4	13	14	10	5	8	7	7	12
8	12	9	14	21	27	17	17	20	12	26
7	13	10	12	14	19	20	20	20	39	36
6	5	6	4	13	9	16	26	32	36	28
5	10	9	16	20	22	22	26	24	31	30
4	9	11	16	23	33	17	15	20	19	18
3	17	25	26	26	11	12	21	23	22	18
2	10	11	23	20	16	13	16	17	21	14
1	6	4	14	11	12	15	17	19	12	18

X(m)

最大水深差(m)

0.33 | 0.32

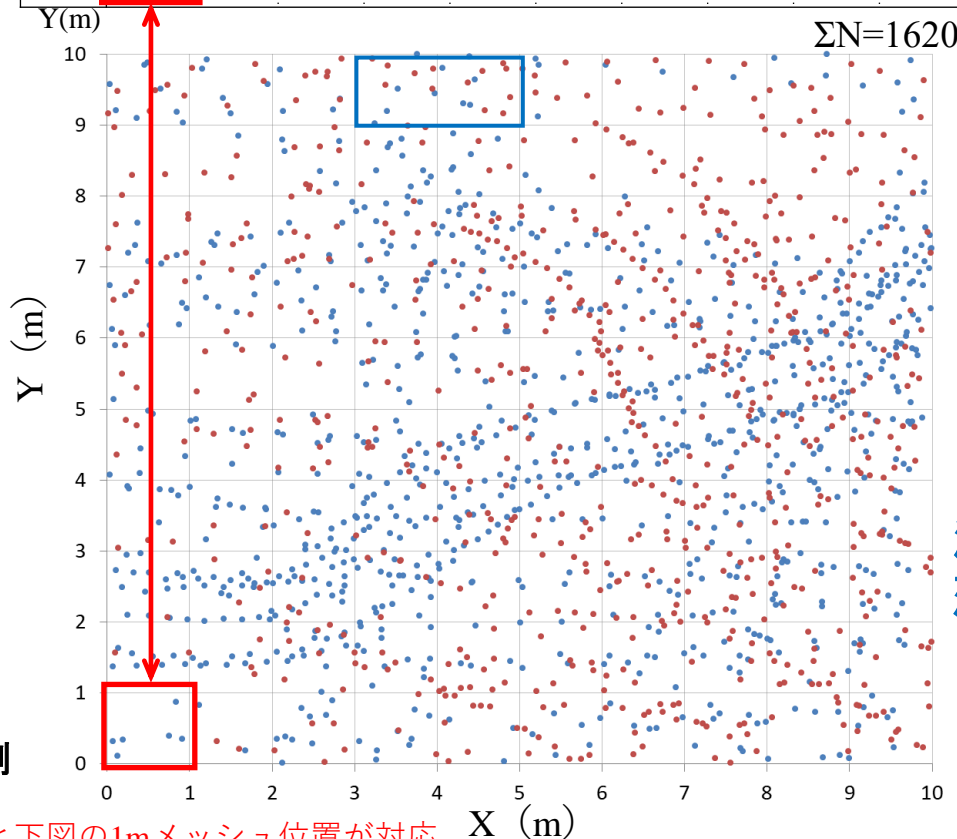


藻長0.5m



測深データによる藻長の検出可能性を示唆

岸側



沖側

\*上表のセルと下図の1mメッシュ位置が対応

# 実験データ解析 ソナー信号データと水中画像の相関解析

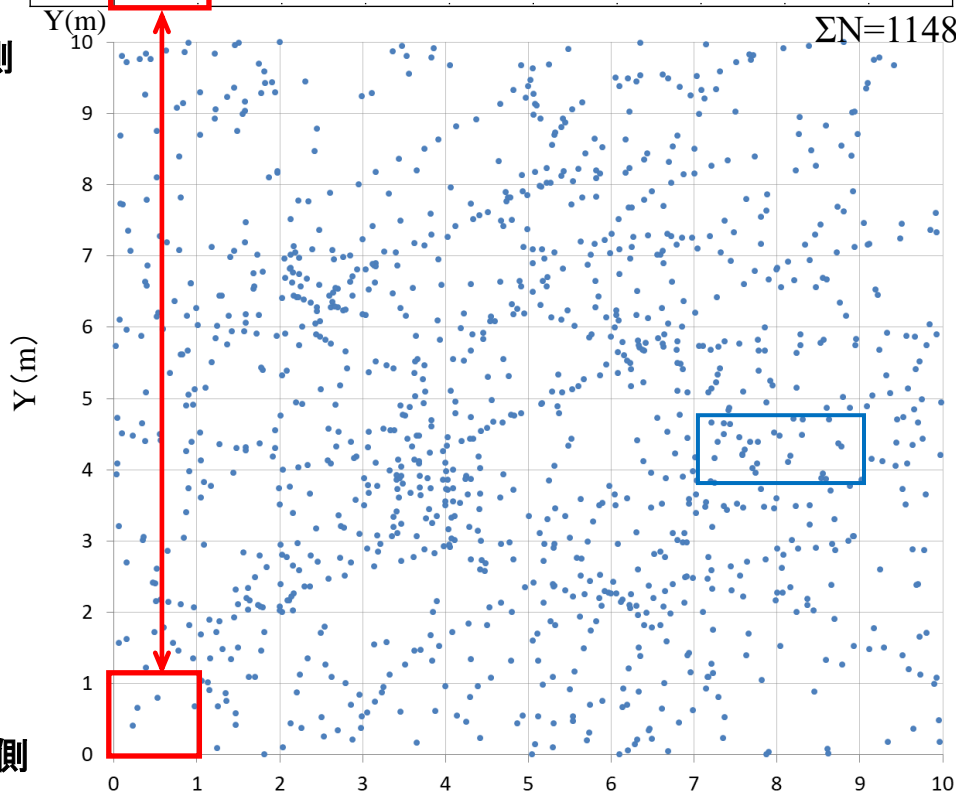
## 測深データによる解析

領域B(ガラモ場)

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10	11	15	3	7	6	9	11	11	5	5
9	4	7	3	5	4	22	10	6	9	0
8	9	5	11	10	18	13	19	10	8	8
7	11	13	38	17	12	17	14	7	10	3
6	11	10	12	13	11	11	27	19	9	12
5	12	10	15	24	19	7	7	19	11	15
4	8	5	10	33	25	12	15	17	12	4
3	10	14	22	11	15	22	25	12	15	5
2	9	15	8	9	6	11	14	8	6	9
1	4	8	12	7	8	13	15	6	3	5

X(m)

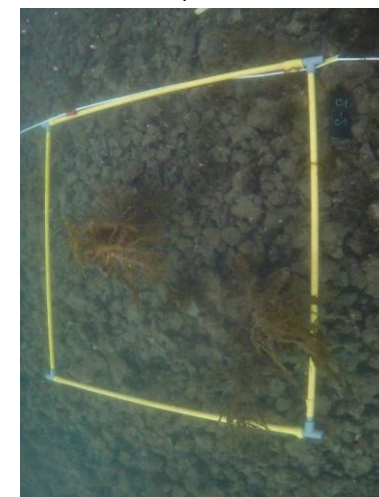
岸側



沖側

最大水深差(m)

0.60 0.79



藻長0.7m



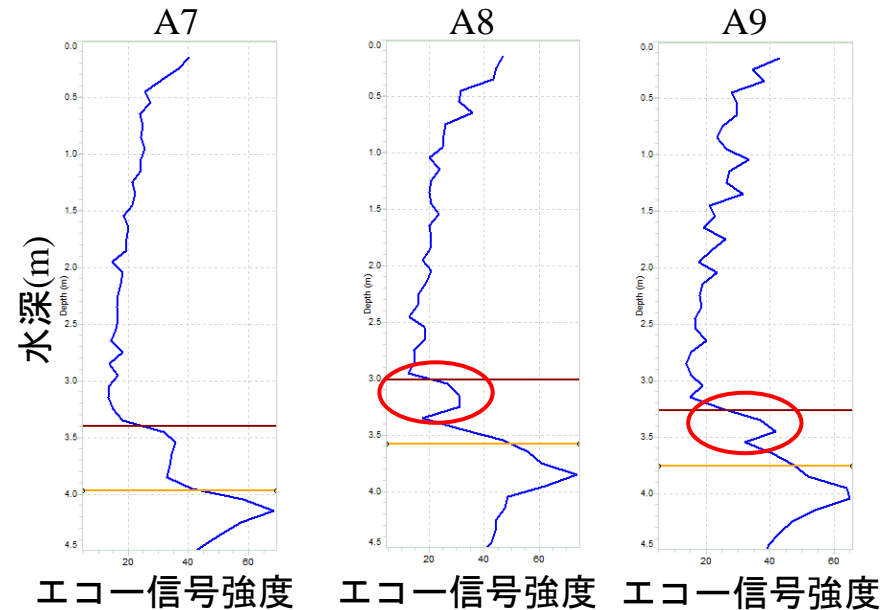
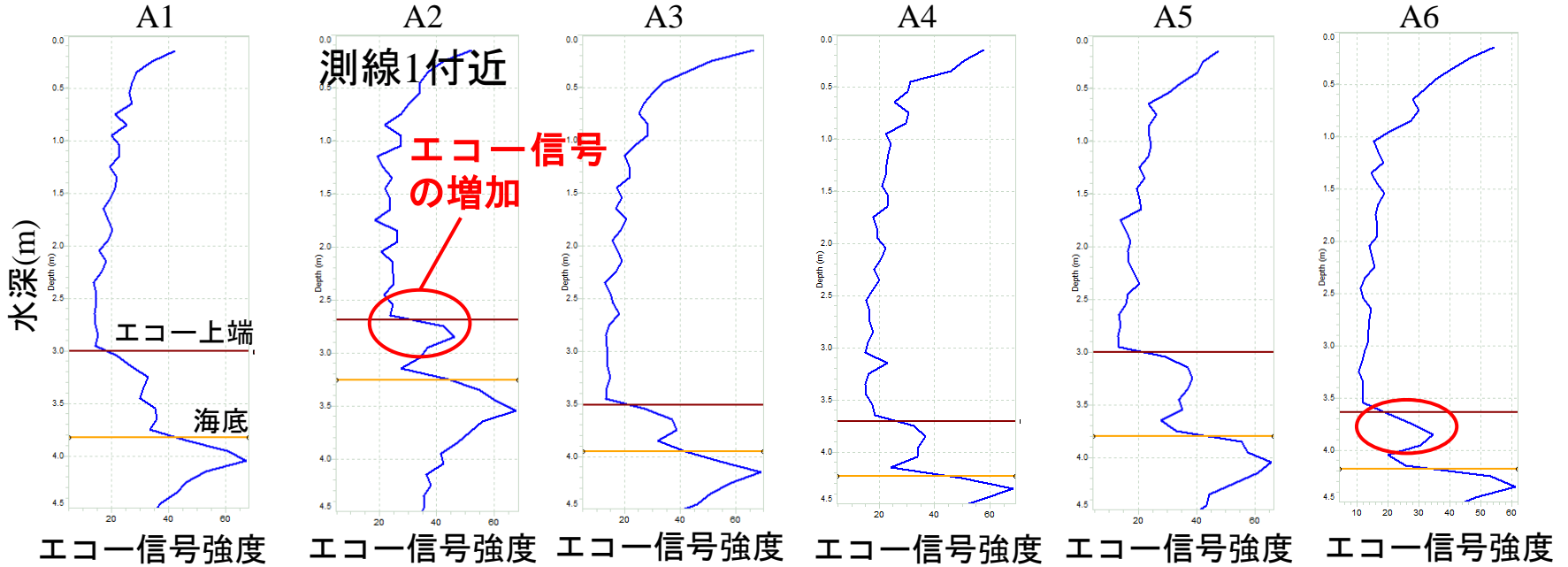
測深データによる藻長の検出可能性を示唆

\* 上表のセルと下図の1mメッシュ位置が対応

X (m)



# 実験データ解析 ソナー信号データと水中画像の相関解析

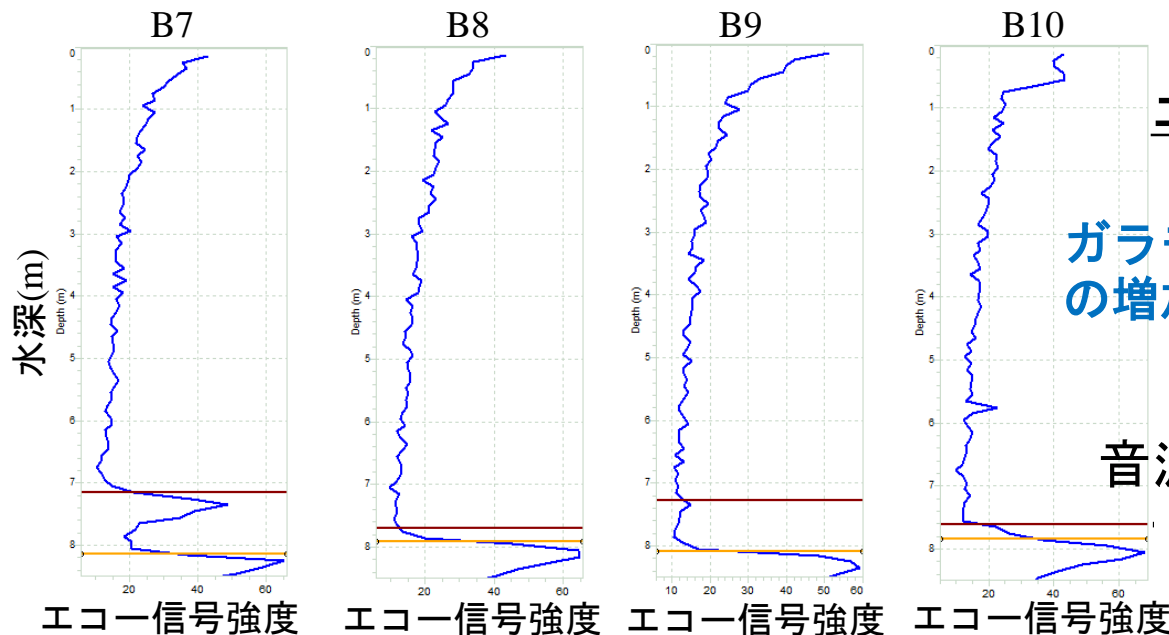
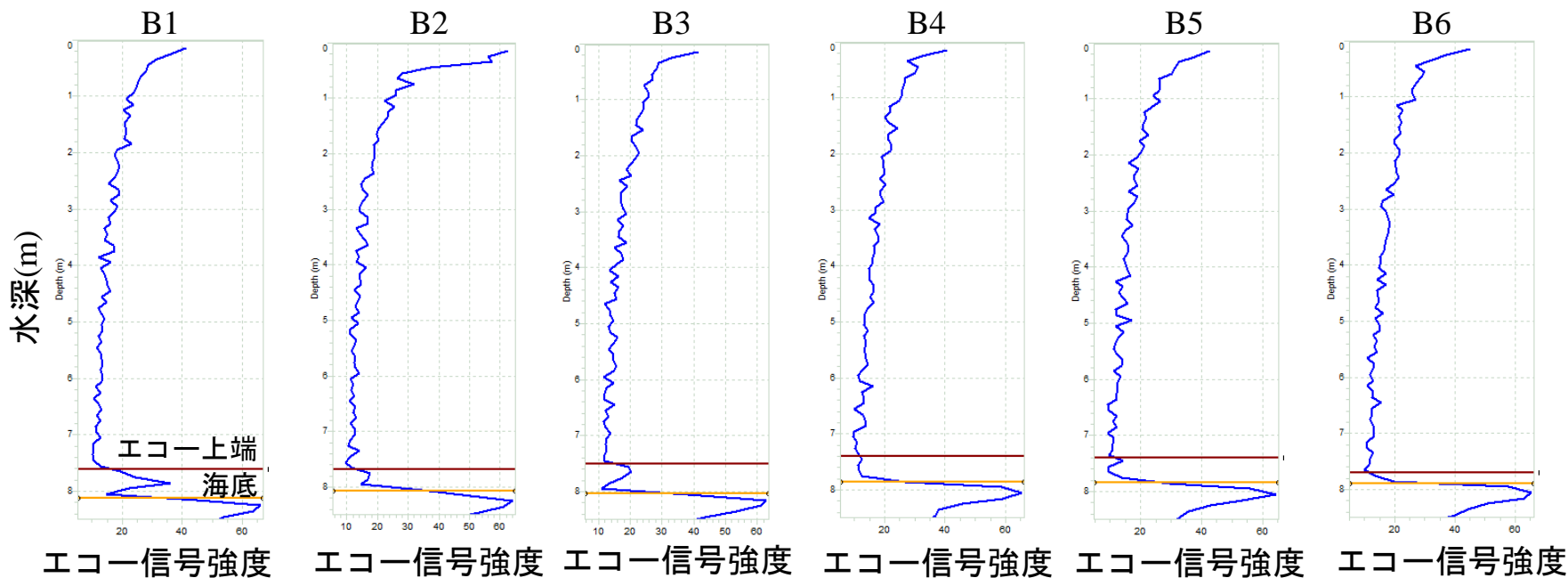


## エコー信号による解析

アマモ場の被度が比較的高い測線1付近(A2)においてエコー信号の増加と対応がとれた

音波反射強度プロファイル  
(領域A)

# 実験データ解析 ソナー信号データと水中画像の相関解析



## エコー信号による解析

ガラモ場は被度が低くエコー信号の増加との対応がとれなかった

音波反射強度プロファイル  
(領域B)

# 実験結果のまとめ

## (1) 調査対象領域のASVの運航及びソナー信号データの取得状況

- ASVは設定経路に対して±0.5m以内で運航でき、調査対象領域（10m×10m）のソナー信号データを取得できた。
- ASVによるソナー信号データ取得の所要時間は、3.5分/100m<sup>2</sup>であった。

## (2) ソナー信号データから海藻草類の有無の抽出、被度と藻場面積の算出、草丈の推定及び海藻草類の判別からブルーカーボン量の算定

- ガラモ場、アマモ場のマルチビームソナー信号から海藻草類の草丈の推定可能性が確認できた。
- 一方、海藻草類の有無の抽出とその精度の検証には至っていない。

### **【当該地域でのJブルークレジット認証申請者による総評】**

今回の調査において、海藻草類の草丈や被度が低かったにも関わらず、一部の箇所では海藻草類の草丈の測長ができていた。そのため、海藻草類の草丈や被度が高いならば、海藻草類の分布範囲（着生の有無）、草丈及び着生被度についてソナーで把握することができる。

これらから、藻場分布面積及び海藻草類の重量について推定でき、藻場による二酸化炭素吸収量の推定が期待できる。

## (TRLの自己評価) 企画時点：TRL6 → 到達目標：TRL7

- 広域藻場の海底地形データの取得、比較的大型の海藻草類の抽出の可能性が確認できたことから、本システムが調査内容によっては十分に貢献できる。
  - ✓藻場造成を行うに際し、ベースラインとなる海底地形データの取得、海域の流速データの取得。
  - ✓広域藻場の範囲に対してASVによる位置情報取得精度及び再現性が高いことから、その後の経時変化を概略的な調査に利用。

ご清聴ありがとうございました