

食料生産地域再生のための先端技術展開事業のうち現地実証研究委託事業

宮城県・水産業分野

異常発生したウニの効率的駆除及び有効利用に関する実証研究

宮城県南三陸町の沿岸において、震災による環境の変化が一因と考えられるキタムラサキウニの異常発生が起きており、震災前の広大な藻場が著しく縮小し、その回復が被災地域の問題となっている。本事業では、ロボット技術によるウニの効率的な回収から、養殖、加工まで3つの課題を設定し、研究に取り組んでいる。

各課題の目標

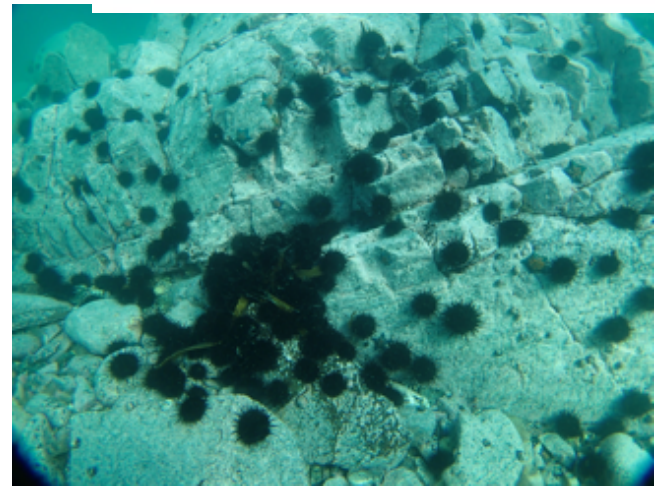
【実証地区】 宮城県本吉郡南三陸町 (志津川地区 宮城県漁業協同組合、南三陸町)	中課題1 ロボット技術を活用したウニの効率的な駆除方法の開発	中課題2 ウニの人為的肥育方法の開発	中課題3 効率的なウニの殻剥き加工方法の開発
	目標：1人当たりの作業時間が3割以上削減 ・駆除・採捕技術の実証と確立 ・ウニ識別・採捕制御技術の確立 ・水中機械システムの確立 ・技術導入前後の機調査モニタリング	目標：殻の成長を促進し、ウニの品質を改善 ・人為的肥育技術の確立 ・養殖用残渣固形化飼料の実証生産 ・殻の成長促進と品質・味覚改善実証 ・大規模実証試験	目標：機械化技術を導入、生産コストを2割以上削減 ・画像センシング技術の確立 ・殻剥きシステム技術体系の確立 ・生産ウニ剥き身の経済性評価 ・経営モデルの確立

達成目標：効率的駆除及び有効利用

【想定する経営体】 南三陸地域の中小規模共同経営体

生産者団体と連携し、流通・販売業者等へ情報発信

波及効果：ウニや産地の安定生産に寄与



南三陸町 野島付近 (南三陸町役場提供)



身入りの悪いウニ



南三陸町位置図

課題概要(全体)

ウニ駆除システム 中課題① 東京海洋大学

ダイバーでは実現不可能な24時間連続回収
ポンプユニットによる、ウニの主体採取
採取ウニの養育可能な回収

NECソリューションイノベータ株式会社

除去前後の環境改善
潜水モニタリング
水産研究・教育機構

ROVによるウニ吸引回収
高圧カッター
Umi-ROV
ウニ吸引
作業半径10m
吸引

ポンプユニットと羅によるウニ回収
水中ポンプステーション
EX-BOX

ウニの主体採取可能な回収

ウニ肥育(陸上)システム 中課題② 東北大学、宮城県 株式会社カネキ吉田商店

陸上飼育施設による大規模育成によりコストダウン
約10ヶ月で出荷可能な、高付加価値のウニを畜養
収穫サイズ、身の色と味の人為的な管理

肥育プラント
固形飼料
φ20~40mmのウニを畜養
9月回収
身やせしたウニをROVにより回収

肥育プラント
φ50~60mmのウニを出荷
7月出荷
ウニの身を養育 産地の色の管理

3つの先端技術の共創展開

ウニ駆除を行い豊かな藻場を再生

- ・駆除目標、長時間&大面積対応 30%UP
- ・ROVによる自動駆除手法の確立へ

肥育による高品質のウニの再生

- ・ノリ固形飼料による成長促進、コンブによる身の高品質化
- ・収穫サイズ、身の色と味の管理

水産加工ロボットによる水産業の再生

- ・高齢化対策、省力化、高知能化 20%up
- ・生鮮食品の生産基盤の強化と地産地消
- ・釣り餌等の新たな市場開拓へ

宮城県 南三陸町

- ・磯焼け防止
- ・藻場の復活
- ・アワビ等の増収
- ・高収益化
- ・地元産産化
- ・高価値の商品

ウニ水産加工システム 中課題③ 宮城大学

ウニの自動加工技術

- ・美しい加工
- ・手作業からの開放
- ・ロボットによる効率化
- ・省力化
- ・高精度化
- ・ゴミ・内蔵の除去
- ・殻の試料・餌化

中課題1 ロボット技術を活用したウニの効率的な駆除方法の開発

担当機関：東京海洋大学、水産研究・教育機構、NECソリューションイノベータ

水中ロボット (ROV) 技術を活用したウニの効率的な駆除技術の導入により、従来のスキューバ採取やウニ籠漁法と比べて、**大面積かつ長時間のウニの採取に要する1人当たりの作業時間が3割以上削減**されることを実証する。

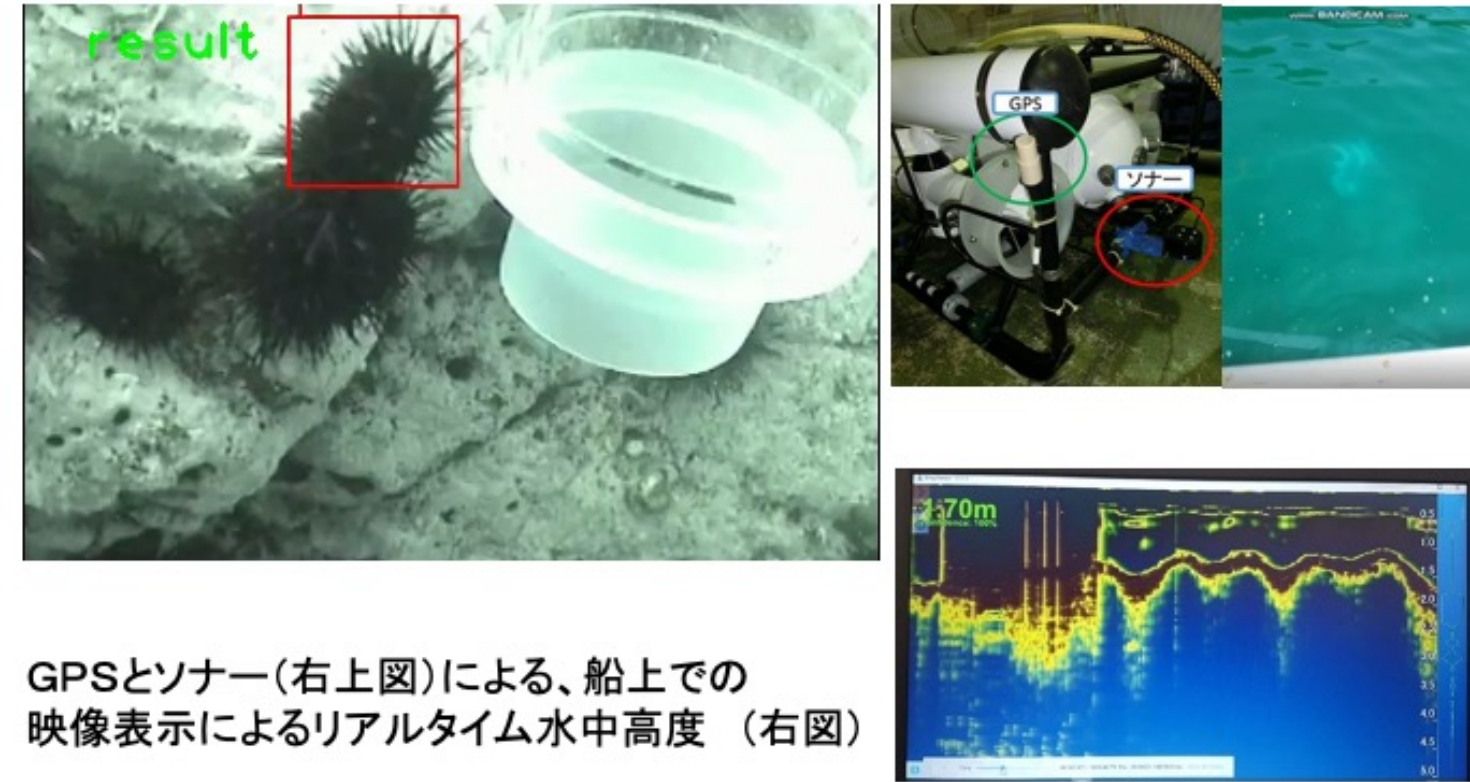
■水中ロボット (ROV) 技術の開発

・画像認識技術による海底のウニの認識

—実証海域の水中動画による機械学習から予想を上回るウニ認識率を実証、使いやすいソフトウェアを開発した。

—機械学習を使いやすく
—動画ファイルで抽出
—カメラでのリアルタイム認識
—認識率が80%以上(当初値)
現在は90%以上
(令和2年4月)

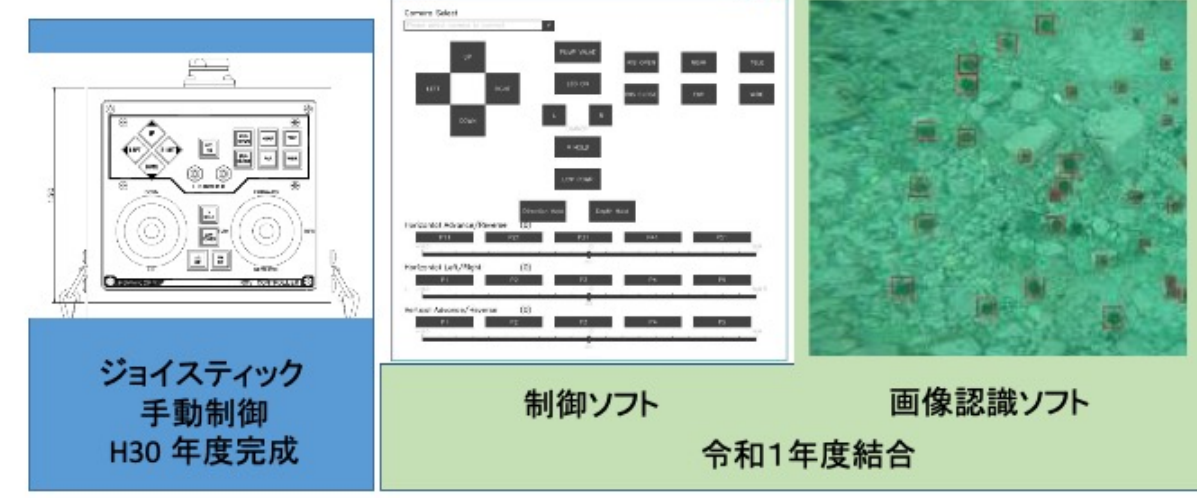
・画像認識による、ウニ採捕ROVオペレーションのサポート



GPSとソナー(右上図)による、船上での映像表示によるリアルタイム水中高度 (右図)

・画像認識技術とROV制御技術を併用した作業効率の向上

制御用コマンドの決定
—ジョイスティックと同様な作業をPCで可能
—画像処理とリンク



ウニ認識を使ったROV制御によるウニ回収の基礎システム 令和1年度完了

実証機の考え方 令和元年度完成のROV

—船上ポンプ吸引方式
—ウニ籠分離、水中、スラストは6基
ウニ採捕用チルトシステムは特許出願済
—画像認識 ウニの発見のみ

—令和2年8月に実証拠点に設備配置
宮城県漁協志津川支所青年部、戸倉研究会と共同
11月期蓄養試験向けのウニのROV採捕を実施
実装に向けた操業者の演練、改良へ意見聴取
実施運用マニュアルを作成し容易にオペレーション

—水中ポンプとこれに付属したウニ籠は、オプションとして換装ができる(右上)。
—実証機により、DLシステムとROV・水中ポンプステーションの結合を行って、最終目標であるウニ除去の半自動化システムの実証を実施予定



実用・普及機 令和2年度完成のROVの考え方

—2020年度に完成のROV(10月に本体検収右図)
—船上ポンプ吸引方式
—ROVと大容量のウニ籠を一体で水中で運用
—画像認識によるウニ発見と瞬時のウニまでの距離と殻径の計測表示



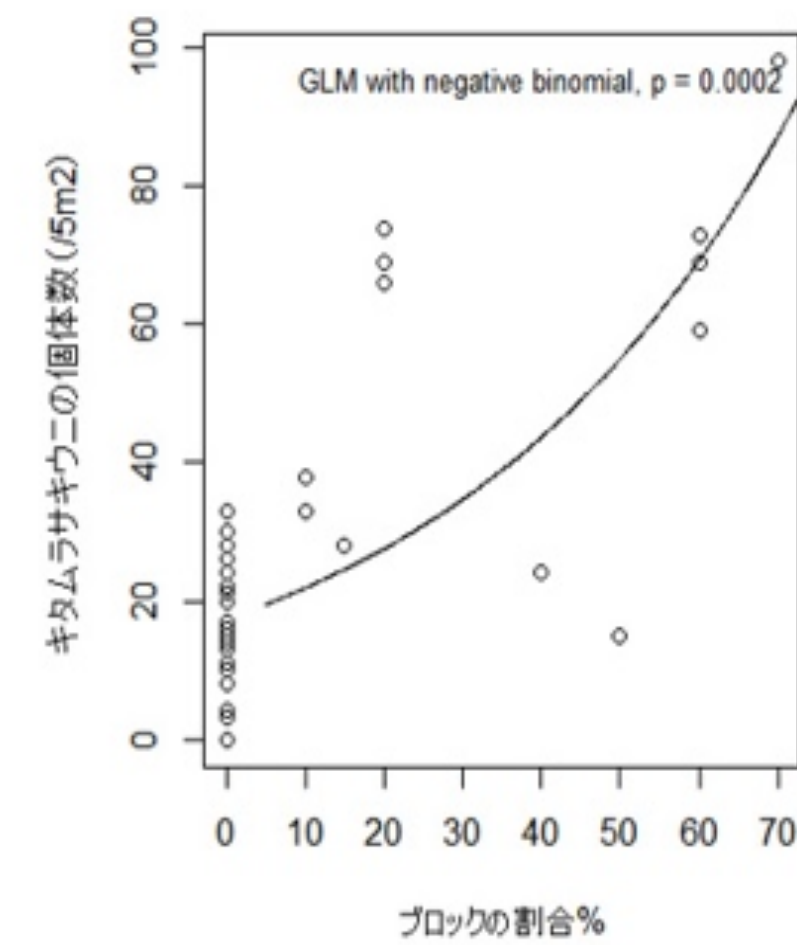
—システムの半自動化により以下の手順となる。

手順1: 海面にてROVが海底のウニを自動で発見
手順2: 採捕標的のウニを船上の操作者が指示
手順3: 画像認識で標的のウニまでの距離・位置が測定され、ROVへ指示を与えて自動でウニの近傍へ移動
手順4: ウニの近傍に来たらROVを操作者が手で吸引

■除去前後の環境改善潜水モニタリング

・ROVによるウニ駆除の後の生物相の変化に関する調査・評価

野島ウニ除去対象区およびその周辺でのウニの分布様式を解析した。

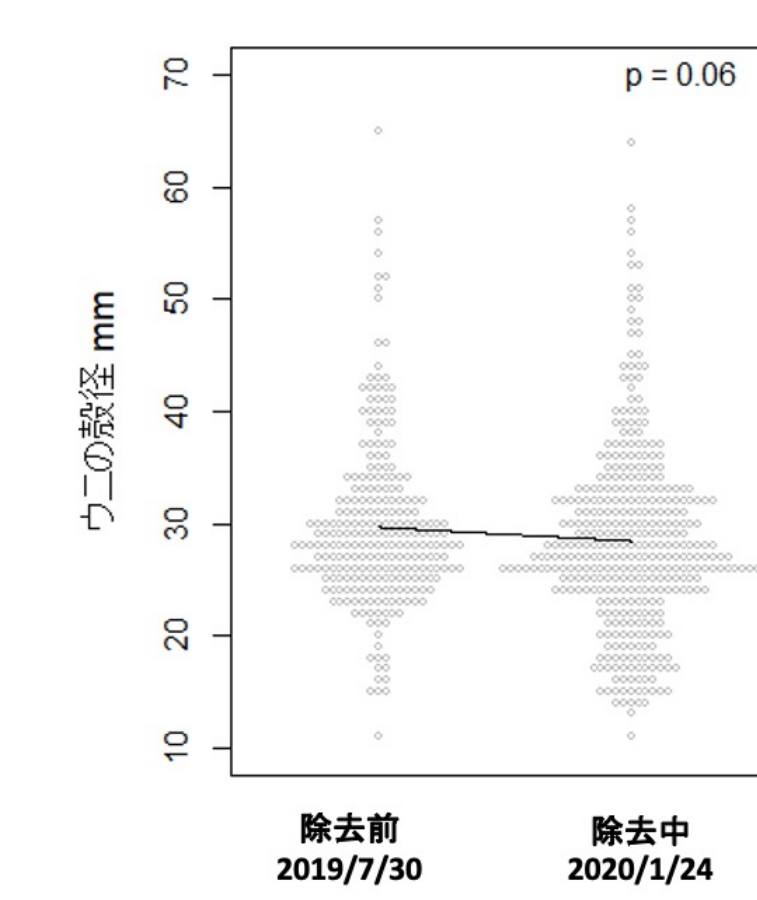


植相、水深、底質とウニ分布密度の関係を解析した結果、底質の効果が大きいことが判明した。

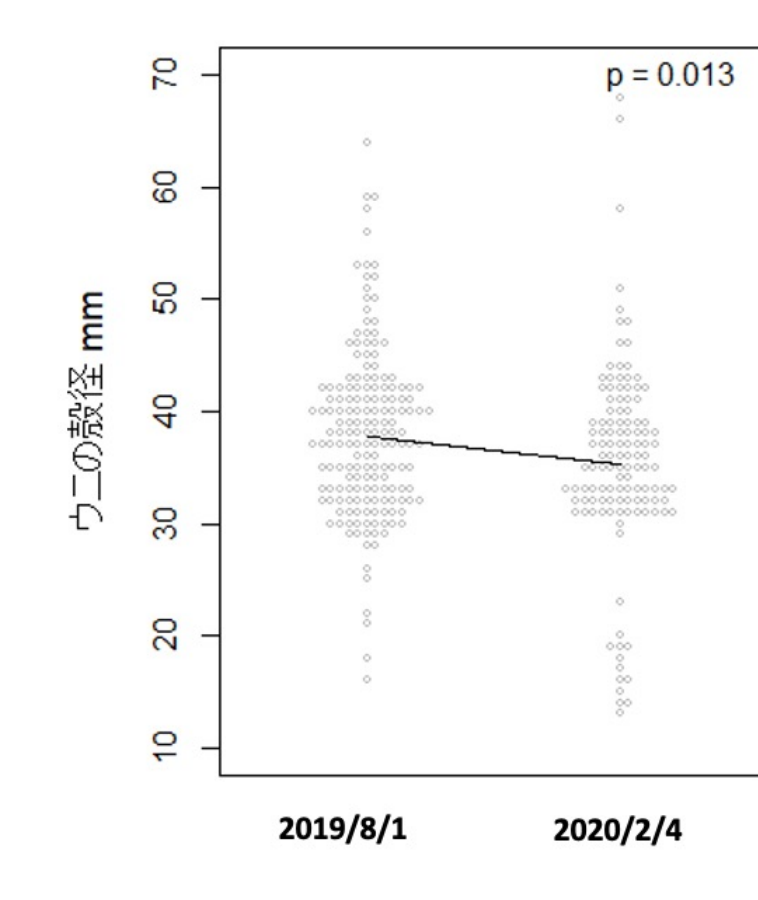
人口ブロックなど底質が安定した場所に高い密度で分布する傾向がある。



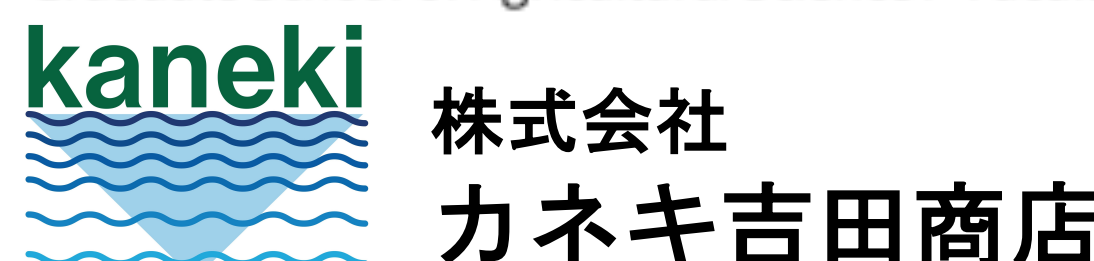
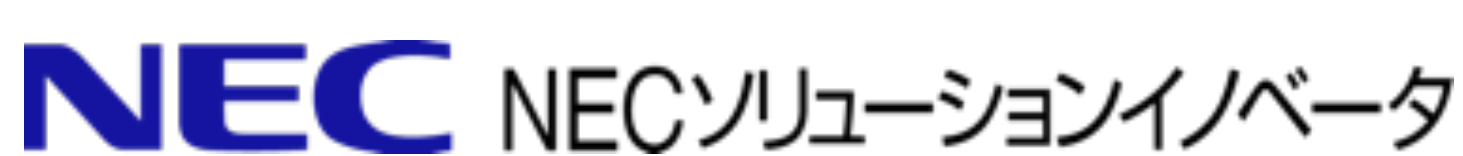
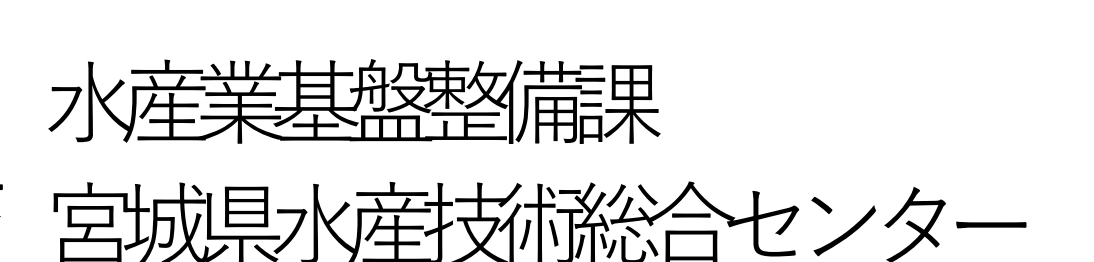
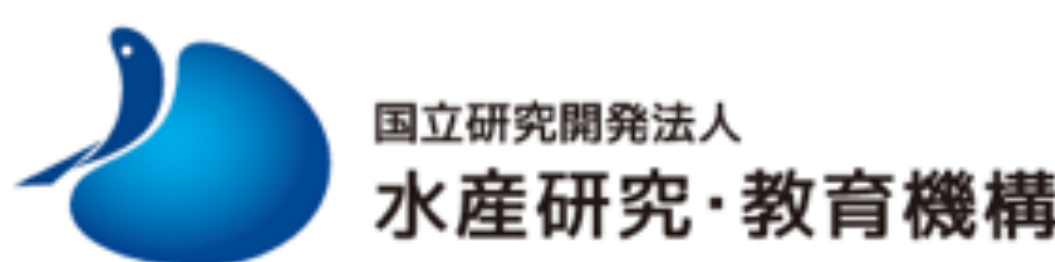
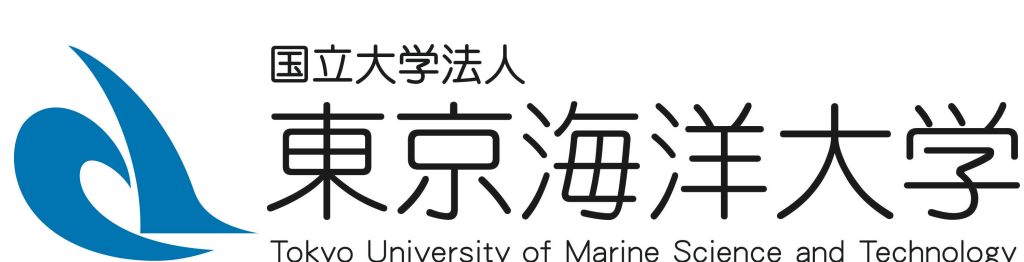
除去対象区



除去対象区外



ウニが高い密度で分布する人口ブロックが投入されている海域を中心にウニ除去を開始した(2019年8月)。除去開始後、2020年1月におけるウニの分布密度は除去開始前と比較して有意差無し。除去開始後、平均殻径が小型化する傾向が見られるが(左図)、除去対象区域外での同時期における状況も小型化する傾向がある(右図)。ROVにより除去を継続して実施、引き続きウニ分布様式等の変化を調査中である。



食料生産地域再生のための先端技術展開事業のうち現地実証研究委託事業

宮城県・水産業分野

異常発生したウニの効率的駆除及び有効利用に関する実証研究

中課題2 ウニの人為的肥育方法の開発

担当機関：東北大学・宮城県・カネキ吉田商店

除去したウニの新たな人為的肥育技術の導入により、磯焼け場所にいるウニの殻成長を促進し身入り等を磯焼けのない漁場のウニの品質まで改善できることを実証する。

養殖ノリ残渣固形化飼料の製造体制整備(宮城県)

研究目標に対する現在の進捗状況

荒浜ノリ合同会社(宮城県亶理町)が製造したノリ残渣乾燥粉末400 kgがノリ固形飼料を製造するカネキ吉田商店に搬入された。



ウニサイズ別成長速度試験(東北大学)

研究目標に対する現在の進捗状況

磯焼け域の4つのサイズ群にノリ固形飼料(実験区)と冷凍コンブ(対照区)を与えて約半年間成長を調べた。

各サイズ群で実験区が対照区よりも成長が速くノリ固形飼料の成長への有効性を確認した。実験区の殻径は小型群ほど成長が速く、対照区と大きな差が生じた。

2~3ヶ月の短期蓄養で漁獲制限殻径の50 mmに成長させるには、用いるウニは殻径45 mm以上に制限される。

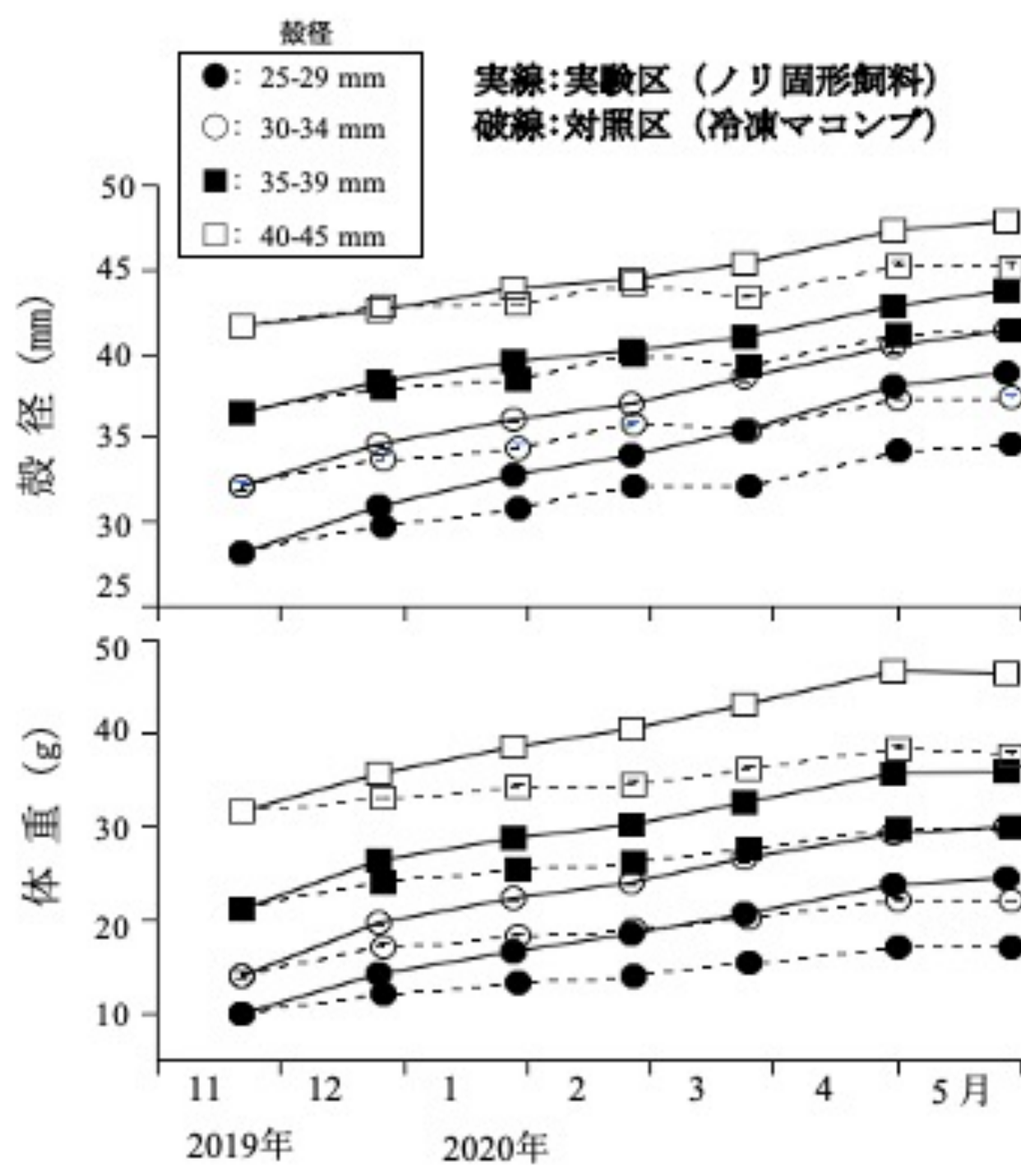
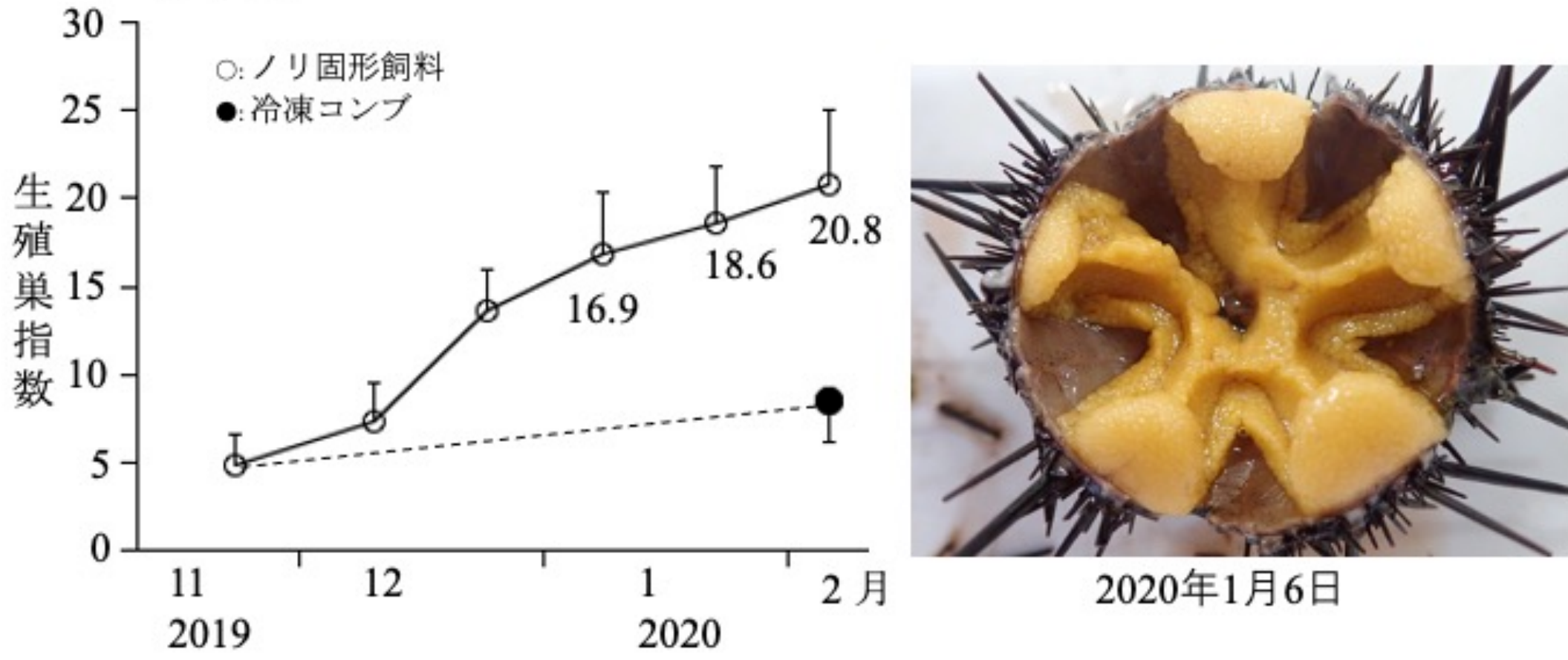


図1. キタムラサキウニの4サイズ群の殻径と体重の成長

育成ウニの品質(生殖巣の大きさ、色彩、遊離アミノ酸含有量等)、官能評価(東北大学・宮城県)

研究目標に対する現在の進捗状況

ノリ固形飼料により、11月下旬から2ヶ月未満(58日間)で身入り(生殖巣指数)は18を上回り、身の好ましい色彩を反映する明度が著しく上昇する。



地元キラキラウニ井を提供する関係者からの高い評価、ブラインドテストにより県外産ブランドウニと同等の評価

キラキラウニ井としての評価 2020年4月23日

2020年6月18日

A: 蓄養1 磯焼け域から3/17採取 4/2からノリ固形飼料、5/8から生鮮養殖コンブ、B: 蓄養2 12/23 ROVIにより野島沿岸で採取 2/3までノリ固形飼料、2/18からメカブ、5/8から生鮮養殖コンブ蓄養、C: 県外産ブランドウニ



蓄養したウニを用いたキラキラウニ井

身がもつとも濃厚な7月のウニ井との比較 5名のパネラーによる5段階評価(適、やや適、普通、やや不適、不適) 適1名、やや適4名

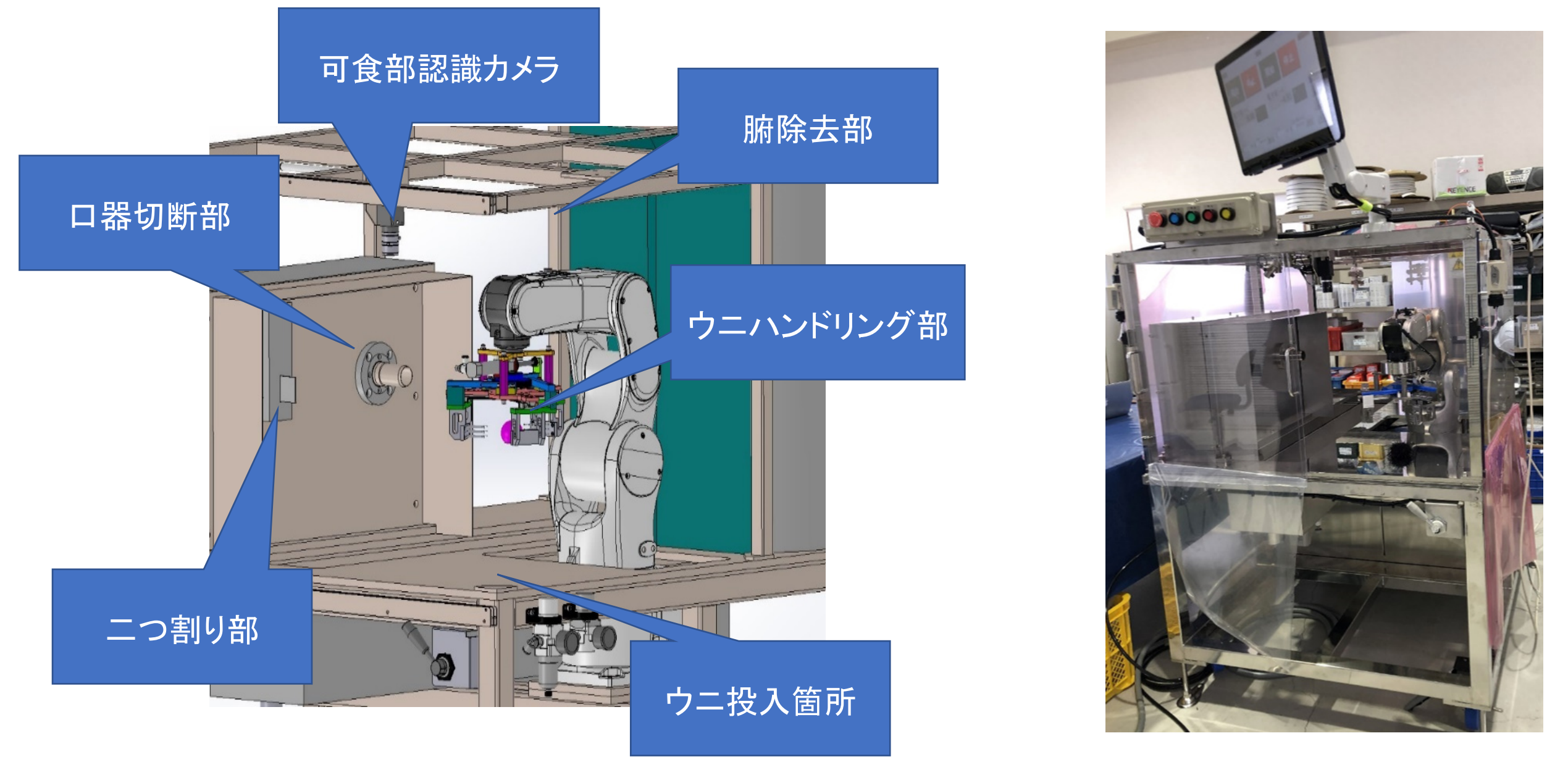
ウニ生殖巣のブラインドテスト A: 蓄養1, B: 蓄養2, C: 県外産
官能評価後のパネラー10名のブラインドテストによる順位付け(1位:3点, 2位:2点, 3位:1点) 総合得点(1位 C:19点, 2位 A:18点, 3位 B:17点)

中課題3 効率的なウニの殻剥き加工方法の開発

担当機関：宮城大学

殻剥きから剥き身選別までの行程について、機械化技術を開発することにより、人力に比べて、上記行程の生産コストが2割以上低減されることを実証する。

<課題解決の具体>

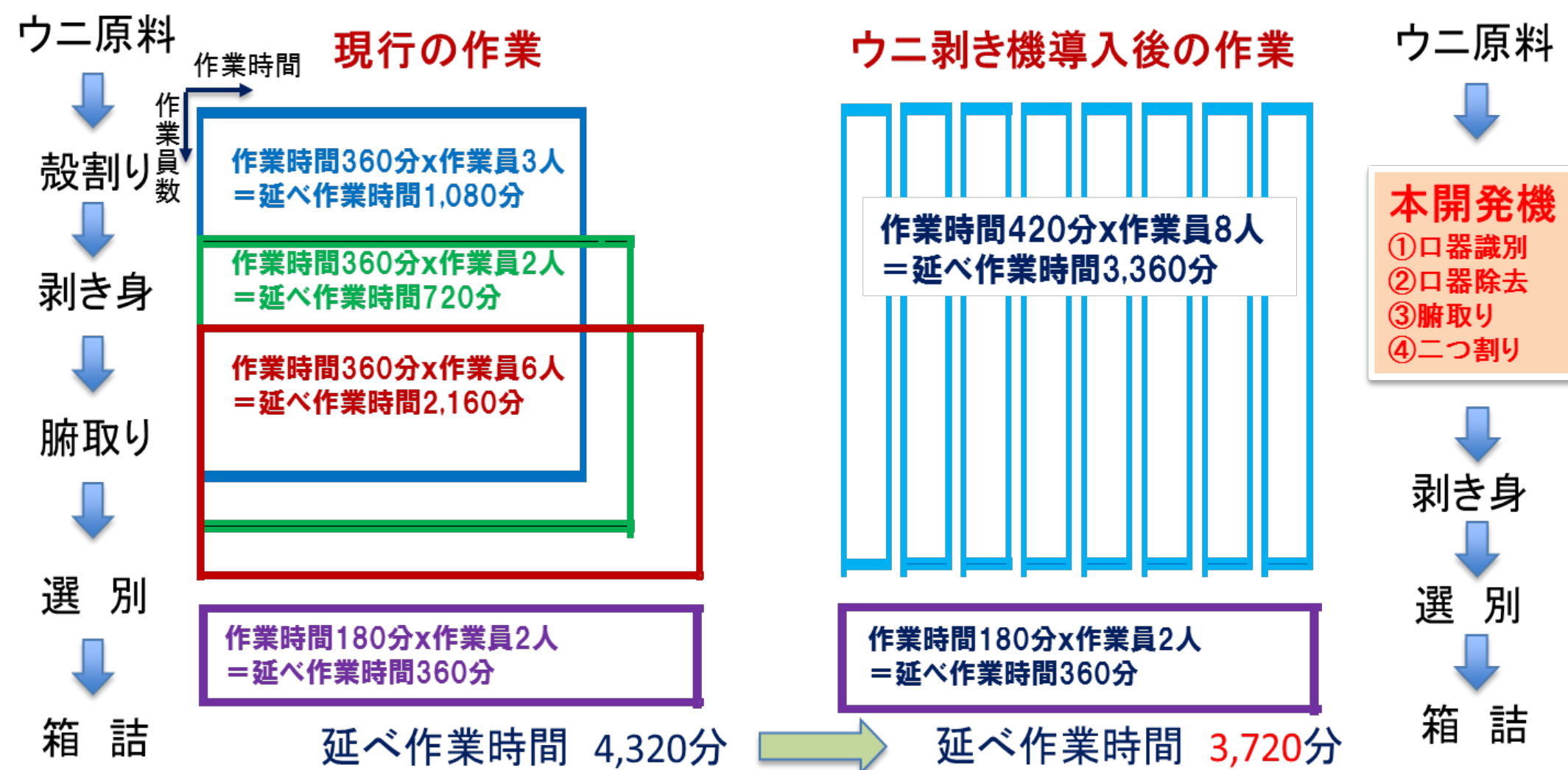


3:2二つ割りカット 可食部識別情報を基に3葉:2葉となるように、ウニを二分割する。



<達成目標の試算>

現行:1日400kgを13人で8時間処理⇒剥き身48kg(歩留り12%)



<処理量試算>
1日400kg、ウニ110g/個とすると、一日当たりの生産個数は 400,000g÷110g=3,636個/日 420分で3,636個処理するには、3,636個÷420分=8.66個/分 現段階でウニ一個当たりの処理時間が55秒なので、装置8台、作業員8名で同等の処理時間となる。
小規模なウニ加工場であれば、装置1台で1人1日40kg(約400個)の処理が可能となるので、汎用性は高いと考えられる。また、ウニ剥き身の形状は現行に比べて、良型の割合が飛躍的に向上する。

中課題3 プロジェクト全体の経済評価

採捕: 中課題1	蓄養: 中課題2	加工: 中課題3
従来: 4000個/1日 人件費 10万円 生残率 50% 採捕原価 1個50円	畜養コスト(10,000個) ウニ原価 40万円 ノリ餌 37万円 電気等 36万円 費用小計 113万円	従来 400kg=4000個/1日 従業員 13名 5月~9月 月23日
ROV: 1000個/1日 人件費 4万円 生残率 100% 採捕原価 1個40円	畜養収入(10,000個) 殻付1個 150円 収入小計 150万円	殻剥機: 1個=1分 1日7時間 420個 1000万円 廉価版
実績・成果 低侵襲の採捕による高い生残率(R1実績) 採捕原価縮減見通し	実績・成果 官能検査の評価は高い 歩留まりは良い	実績・成果 ウニの歩留まり向上 約1.25倍
課題 ROVの特徴を活かした低侵襲採捕効率向上	課題 ノリ餌飼料代の削減 生産工程の見直し	課題 処理スピードの向上 作業工程の検討
1kgあたり400円以下 採捕→畜養		1kgあたり1500円以上 畜養→加工



南三陸町観光協会HPより引用
https://www.m-sagami.jp/outline_top/200460.html

