

食料生産地域再生のための先端技術展開事業 研究成果発表会

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

(研究期間:平成30年度～令和2年度)

令和2年12月11日

ウニと藻場の豊かな漁場再生コンソーシアム

研究開発の内容（令和2年度に研究実施体制の強化）

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24H連続回収
- *ポンプユニットによる、ウニの生体採取
- *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

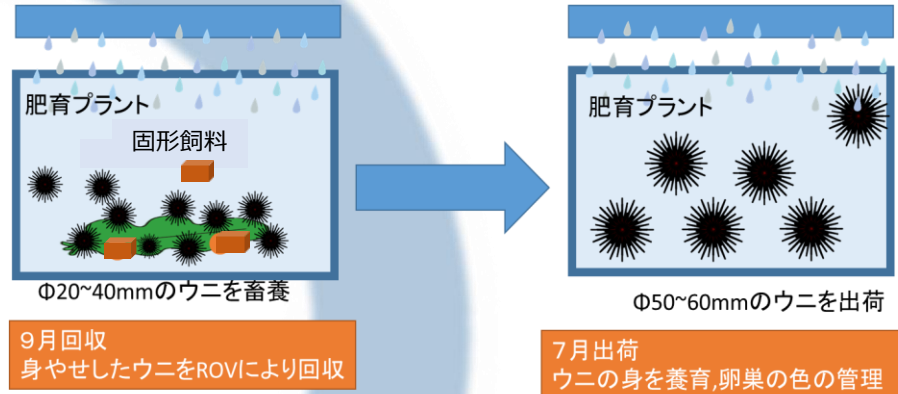


ウニ肥育(陸上)システム

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



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靱化と地産地消
- ・ 釣り餌等の新たな市場開拓へ

宮城県 南三陸町



宮城県漁業協同組合

- ・ 磯焼け防止
- ・ 藻場の復活
- ・ アワビ等の増収
- ・ 高収益化
- ・ **地元名産化**
- ・ 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



ROVによるウニ除去システム導入のメリット

□低価格で作業性の良いROVシステムの開発

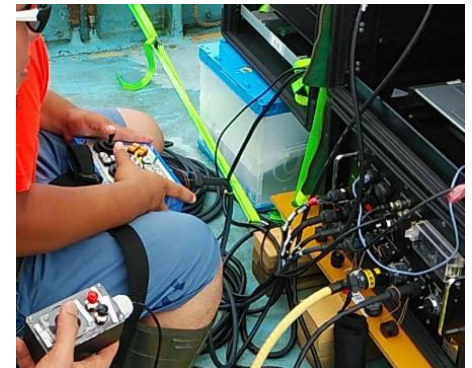
ウニ回収システムの導入初期コストが量産効果等により、例えば1,000万円になれば、現行の除去と比較しても約100日で機器代金を回収可能、出船準備15分、多様な水深に適用

□ウニにやさしいウニ籠とポンプシステムの開発

従来の手法に比較して棘や管足傷つけない低侵襲性蓄養における生残率や肥育に大きく影響すると考えている。
昨夏実績：採捕から蓄養開始前後まで94.5%の生残率

□ウニの画像認識と制御システムの統合

大面積かつ長時間のウニの採取の疲労度軽減に必須
船上の作業要員は船長含め2名で可能



2019年4月～
実証試験機

眼はカメラ
手はROV

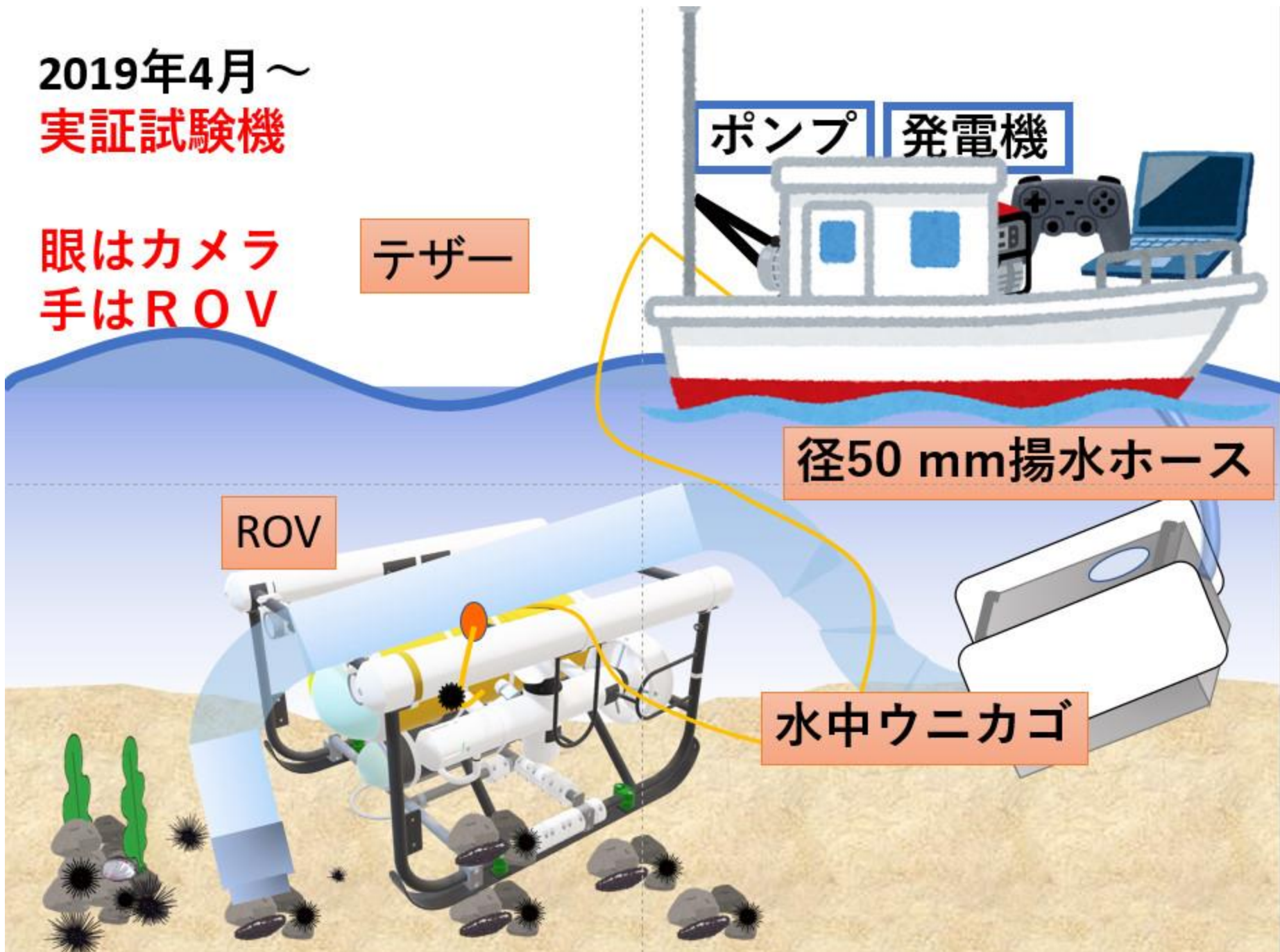
テザー

ポンプ 発電機

径50 mm揚水ホース

ROV

水中ウニカゴ



2020年10月～
実証試験機から
実用普及機へ

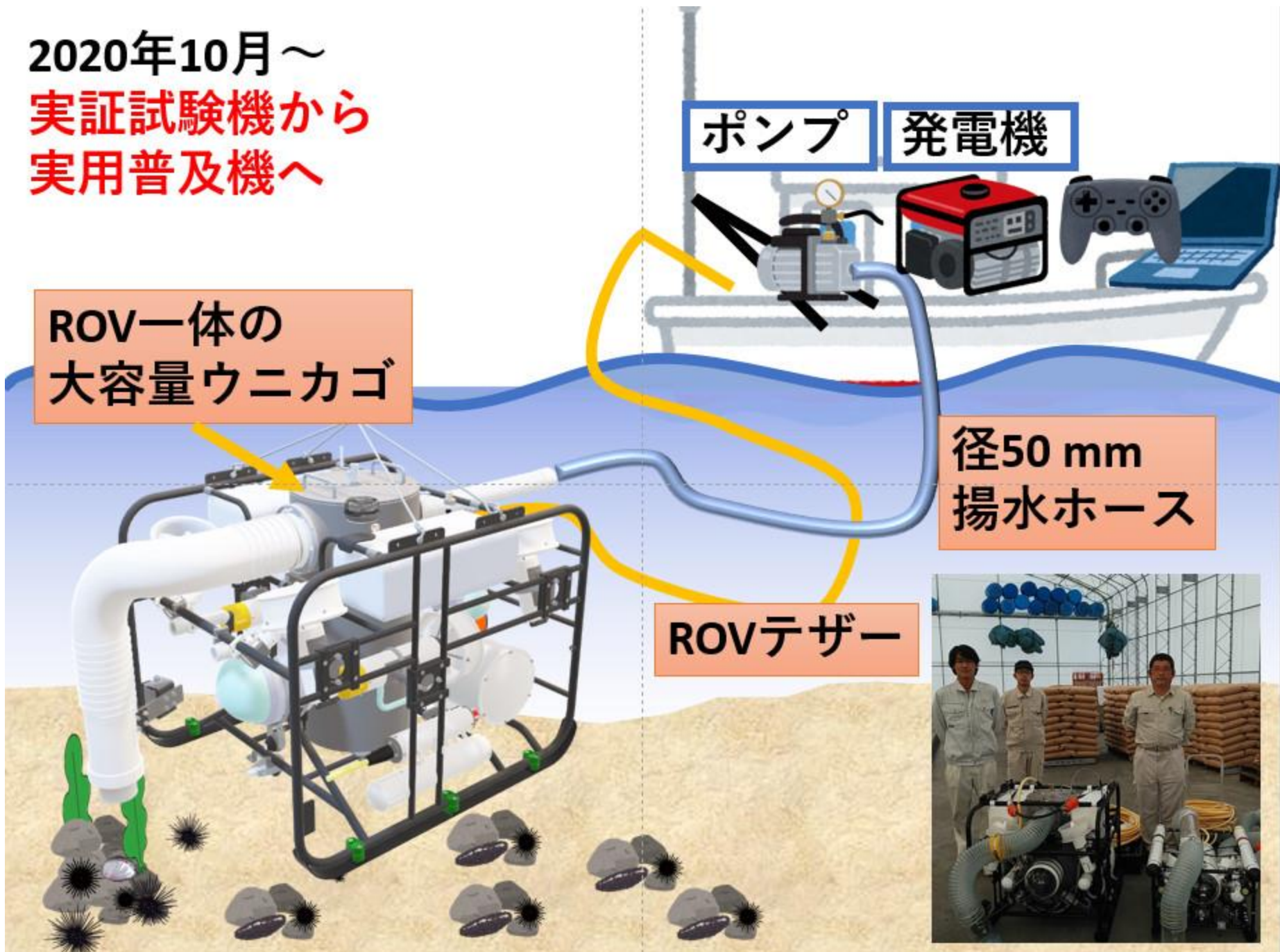
ROV一体の
大容量ウニカゴ

ポンプ

発電機

径50 mm
揚水ホース

ROVテザー



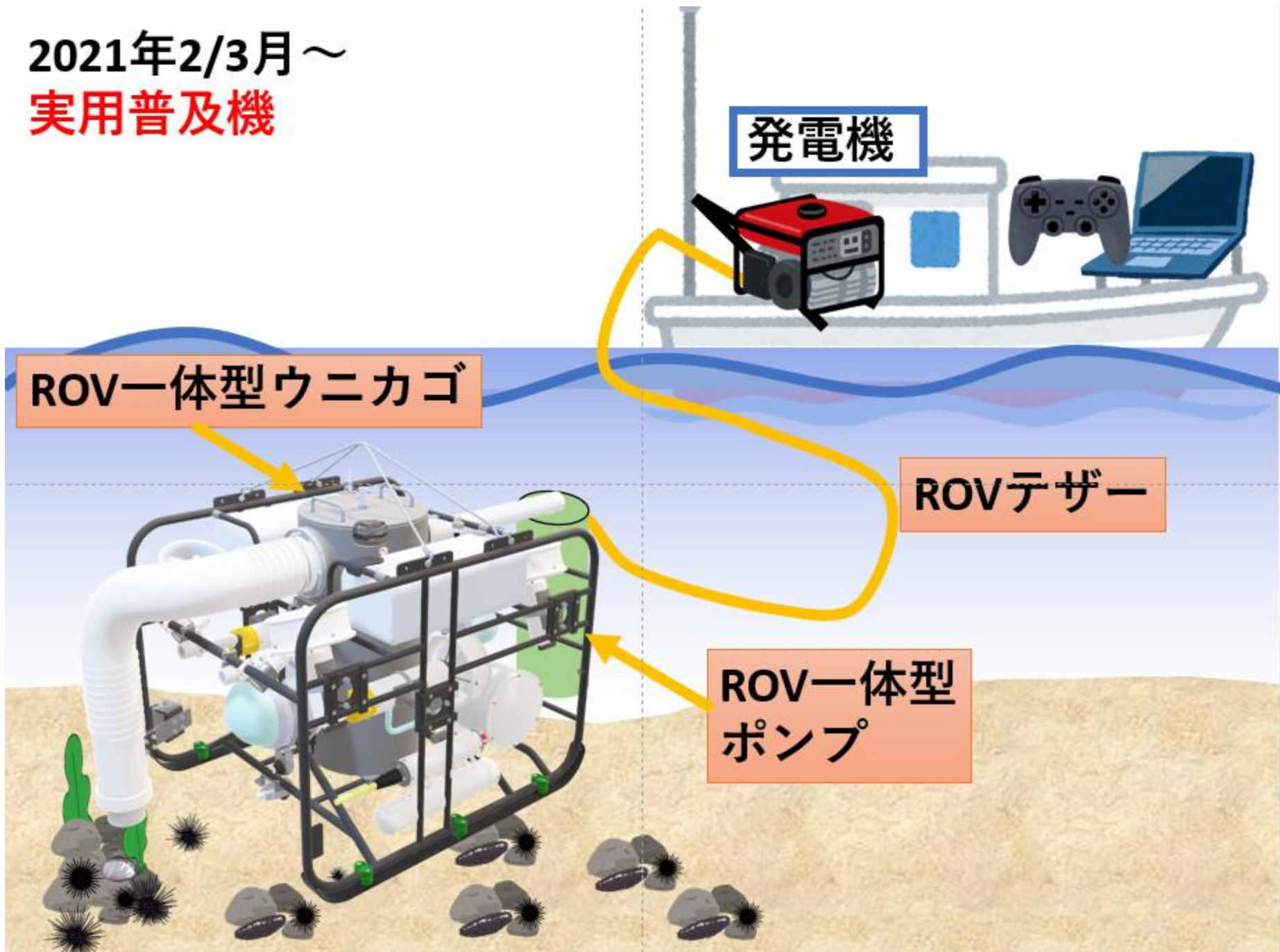
2021年2/3月～
実用普及機

発電機

ROV一体型ウニカゴ

ROVテザー

ROV一体型
ポンプ



ロボット技術を活用したウニの効率的な駆除技術の導入

画像認識技術による海底のウニの認識

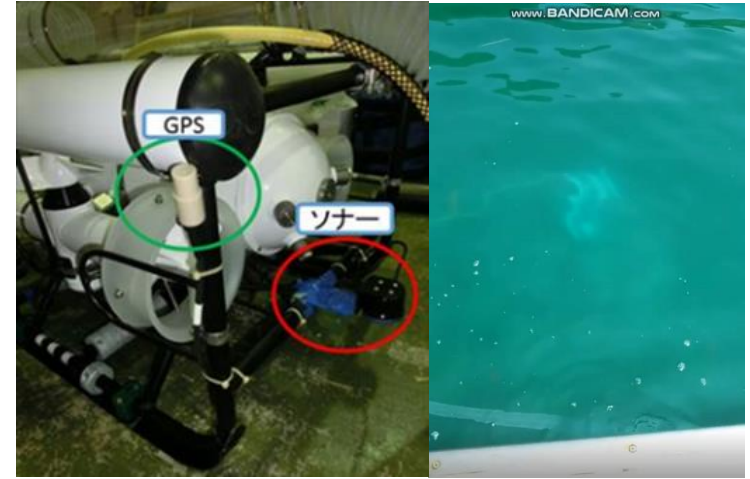
□実証海域の水中動画による機械学習から予想を上回るウニ認識率を実証、使いやすいソフトウェアを開発

□カメラによる
リアルタイム認識

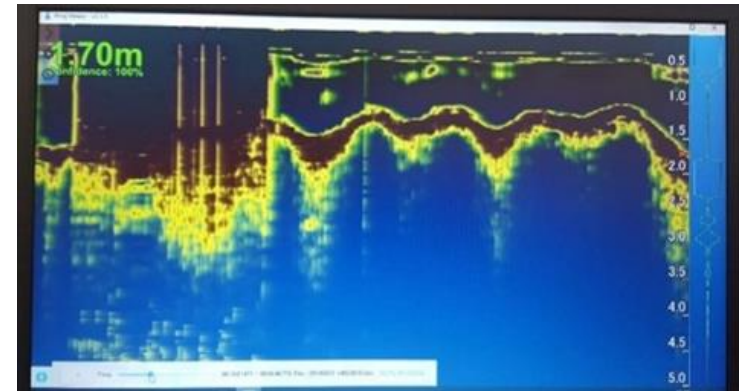
認識率が80%以上
(当初予想値)
現在は90%以上
(令和2年4月)



ロボット技術を活用したウニの効率的な駆除技術の導入



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) ROVからウニまでの距離と殻径を瞬時に操業者に表示



大面積，長時間運用の調査・ウニの採取に要する1人当たりの作業時間においてROVの操業者を疲れさせない。

ROV実証機システムによる採捕の実際

- 令和2年8月に実証拠点に配備
- 宮城県漁協志津川支所青年部、戸倉研究会と共同して蓄養向け採捕
- 操業者の演練と意見聴取



潜水ウニ漁師等にもヒアリング。潜水の作業時間管理、操業に適した地形、ウニ採捕に伴う低侵襲度への期待

ROV実証機、実用普及機による漁協青年部と共同の採捕試験（2020年8月、10月）

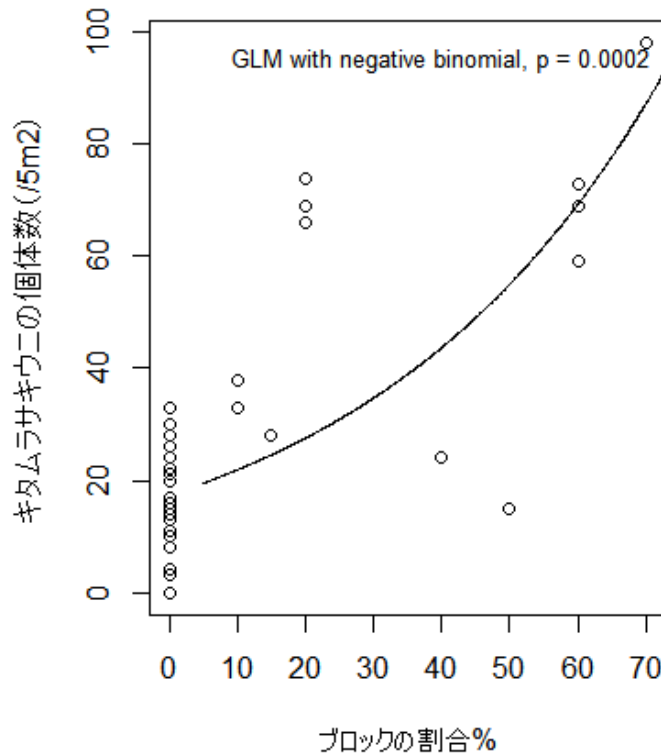
ウニ除去後のモニタリング

□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

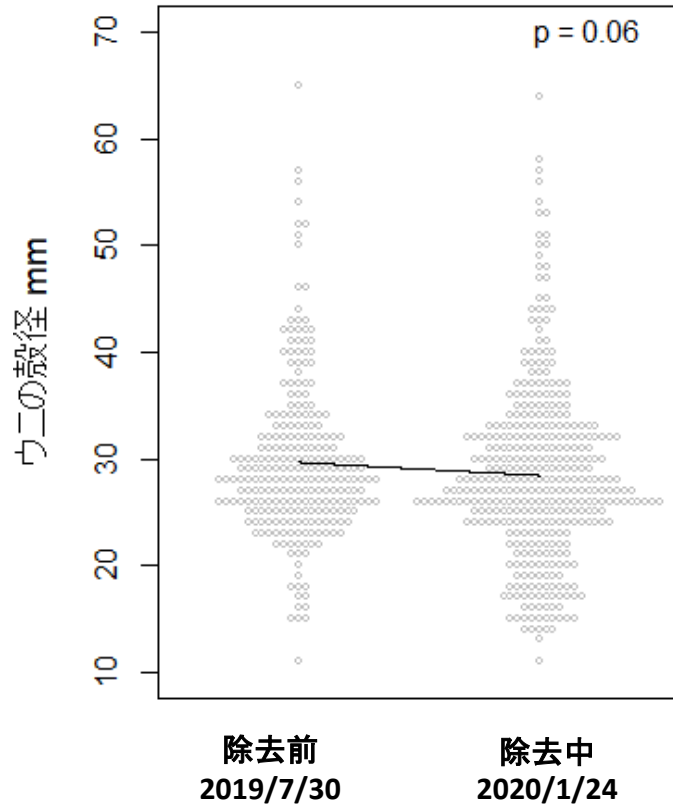
野島ウニ除去対象区およびその周辺でのウニの分布様式を解析した。

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。

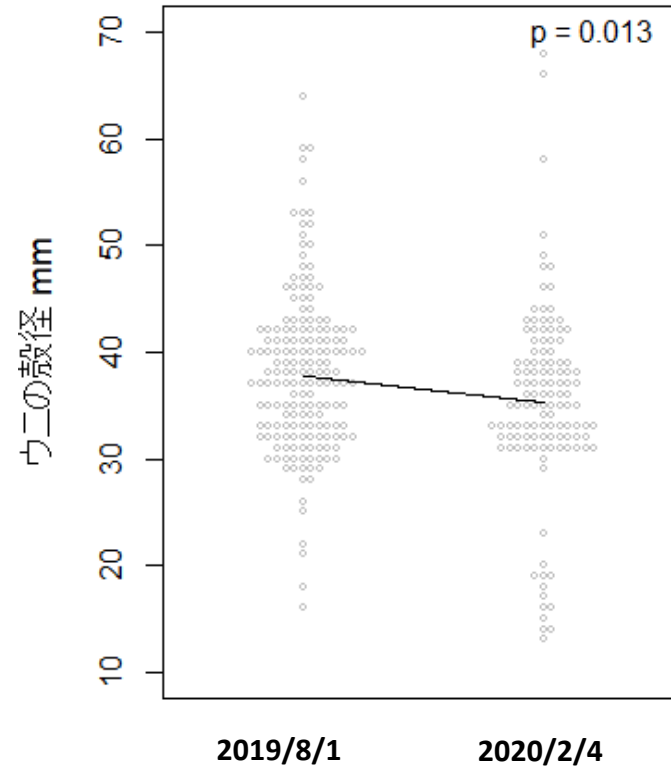
ブロックなど底質が安定した場所に高い密度で分布する傾向がある。



除去対象区



除去対象区外



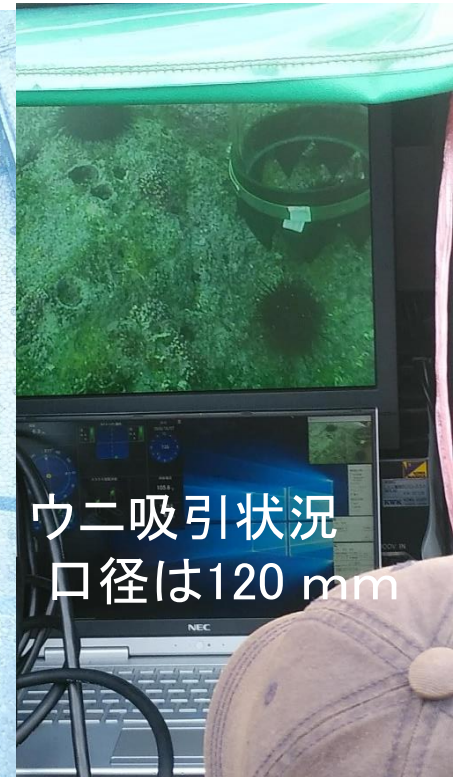
ウニが高い密度で分布する人口ブロックが投入されている海域を中心にウニ除去を開始した(2019年8月)。

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後と有意差無し。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)、除去対照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)。

ウニの動態把握が効率的採捕のポイント

□ウニのモビリティに対応

除去にはROVによる探査・
大面積長時間の作業が必須



ROV実証機による漁協青年部の協力、操業試行による採捕、カネキ吉田商店の蓄養槽に收容し、秋季の蓄養に供試(2020年8月および10月)

ウニの新たな人為的肥育技術の導入

養殖ノリ残渣より以下のノリ残渣固形飼料を開発した。



▶ ウニの体成長と生殖巣の増大をもたらすタンパク質含有率(既往値16~25%)

養殖ノリ残渣固形化飼料の製造体制整備

□荒浜ノリ合同会社(宮城県亘理町)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。



□コンブ餌料生産供給体制整備

宮城県漁協志津川支所と協力により、3月以降、ウニの身の品質を改善する生鮮の養殖ワカメのメカブおよび養殖コンブが確保できる体制が整備され、ノリ固形飼料で冬季に身入りさせたウニの味を改善させて5月の早期に出荷することが可能となった。

養殖コンブ



養殖ワカメのメカブ



ウニサイズ別成長速度試験

□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

□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

□2~3ヶ月の短期蓄養で漁獲制限殻径の50 mmに成長のためには殻径45 mm以上で蓄養開始

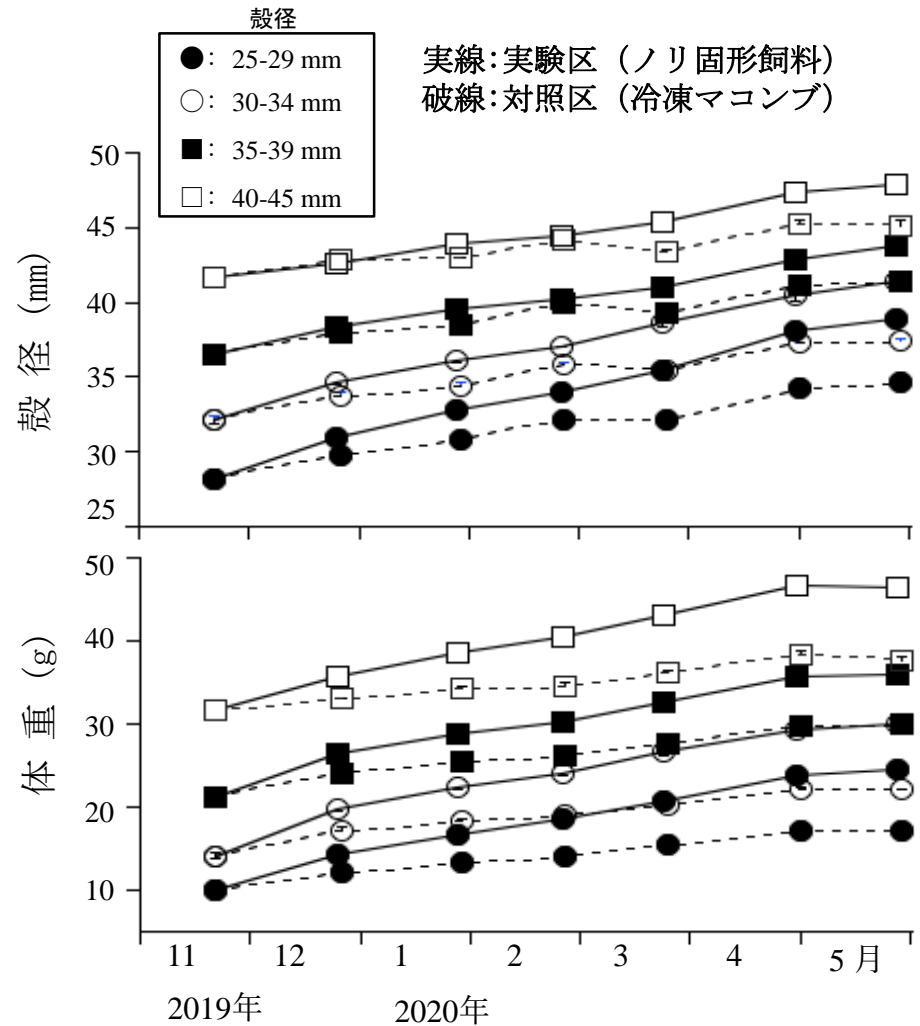
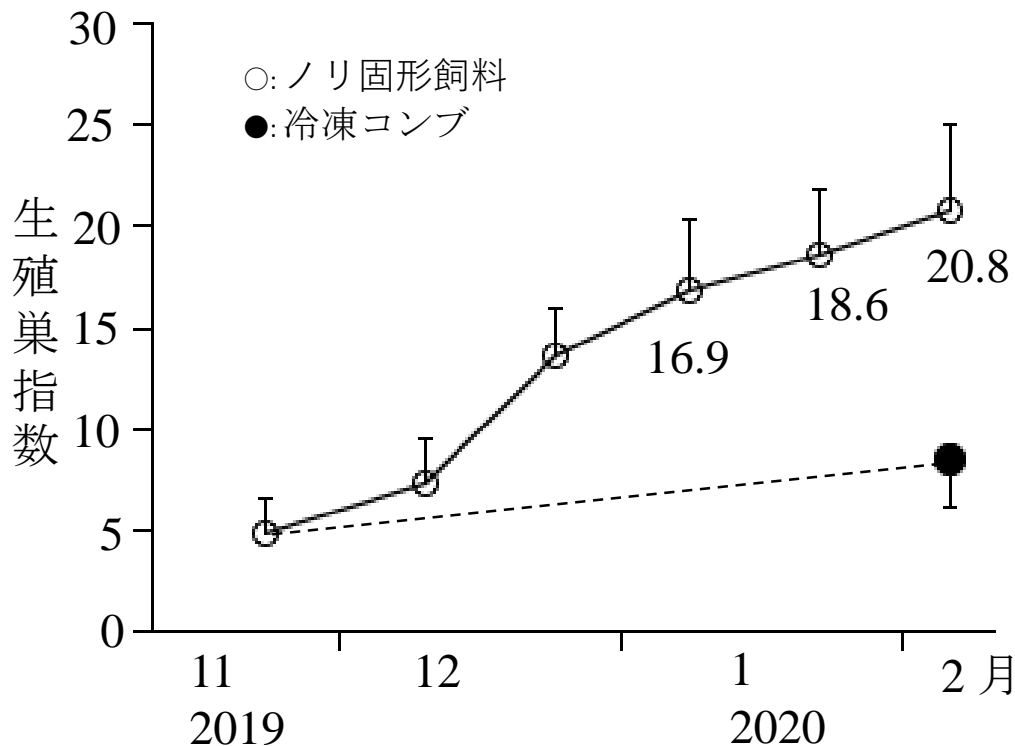


図1. キタムラサキウニの4サイズ群の殻径と体重の成長

ウニサイズ別成長速度試験

□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▶ 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



2020年1月6日

口ノリ固形飼料から生鮮のコンブあるいはメカブへの切替えによって身の味が改善、1月から5月初旬の地元ウニの入荷の無い、少ない時期に出荷可能

味(官能評価)は7点満点 1点:弱い、4点:普通、7点:強い

	H30~R1 ノリ飼料 生鮮コンブ 10/10~12/26 ~ 4/21 ~ 7/11		R1~2 ノリ飼料 11/22 ~ 2/3 -- 2/18~ 3/12		メカブ
生殖巣指数	3.7	《 28.4 > 26.2	4.8	《 20.8	
明度	48.6	《 56.5 << 62.5	48.5	《 55.8	
味 (7点満点)					
甘味		5.1	3.8		3.9
うま味		5.6	4.2		4.0
苦味		4.4	4.2	→	3.3
濃厚感		5.0	3.6	→	4.0
味全体評価		5.5	3.6	→	4.4

▶ 地元キラキラウニ丼を提供する関係者からの高い評価、仙台水産(株)社員の
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

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 ROV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

キラキラウニ丼としての
評価 2020年4月23日



身がもっとも濃厚な7月
のウニ丼との比較

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)

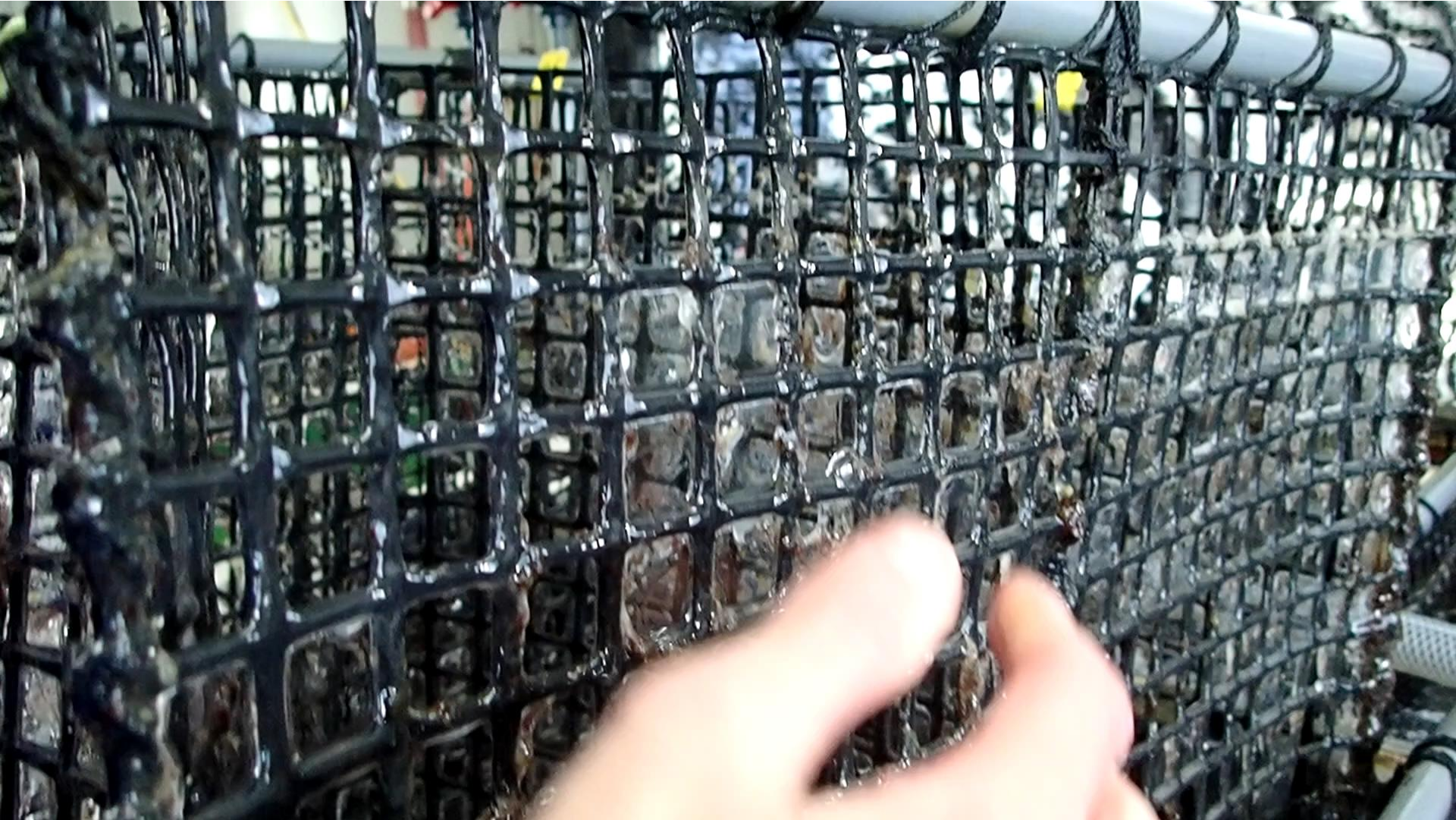
総合得点(1位 C:19点、2位 **A:18点**、3位: B:17点)

- ▶ 身の品質の個体間のばらつきが低下する(品質の均一化)。
ノリ固形飼料の給餌時期と給餌期間に関わらず、磯焼け域の個体よりも顕著に変動係数は小さく、個体間のばらつきは小さくなる。

キタムラサキウニ蓄養と天然個体の生殖巣指数と生殖巣の明度(L*値)の変動係数

磯焼け域とアラメ群落の値はTakagi et al. 2017, 2019を参照

		n	生殖巣指数	明度 (L*値)
ノリ固形飼料	11~2月	45	20.5	8.4
磯焼け域	2月	30	46.5	17.2
アラメ群落	2月	30	11.2	4.9
ノリ固形飼料	1~4月	20	11.1	6.2
磯焼け域	5月	30	44.6	15.5
磯焼け域	6月	30	18.7	12
アラメ群落	6月	30	11.45	5.1
ノリ固形飼料+生鮮マコンブ	1~4~7月	20	7.6	3.7
磯焼け域	7月	30	40.2	11.6
アラメ群落	7月	30	16.5	7.0
変動係数 = 標準偏差/平均値 × 100				

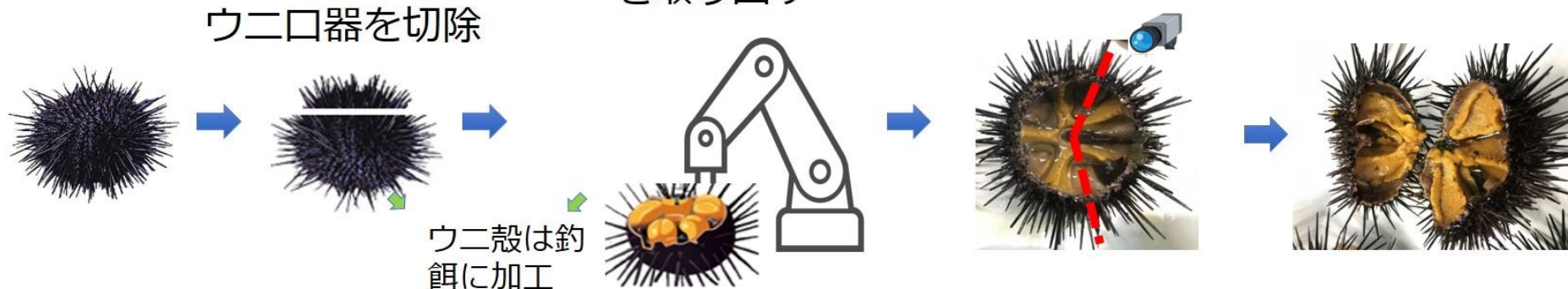


ウニ殻剥き機システム技術の開発

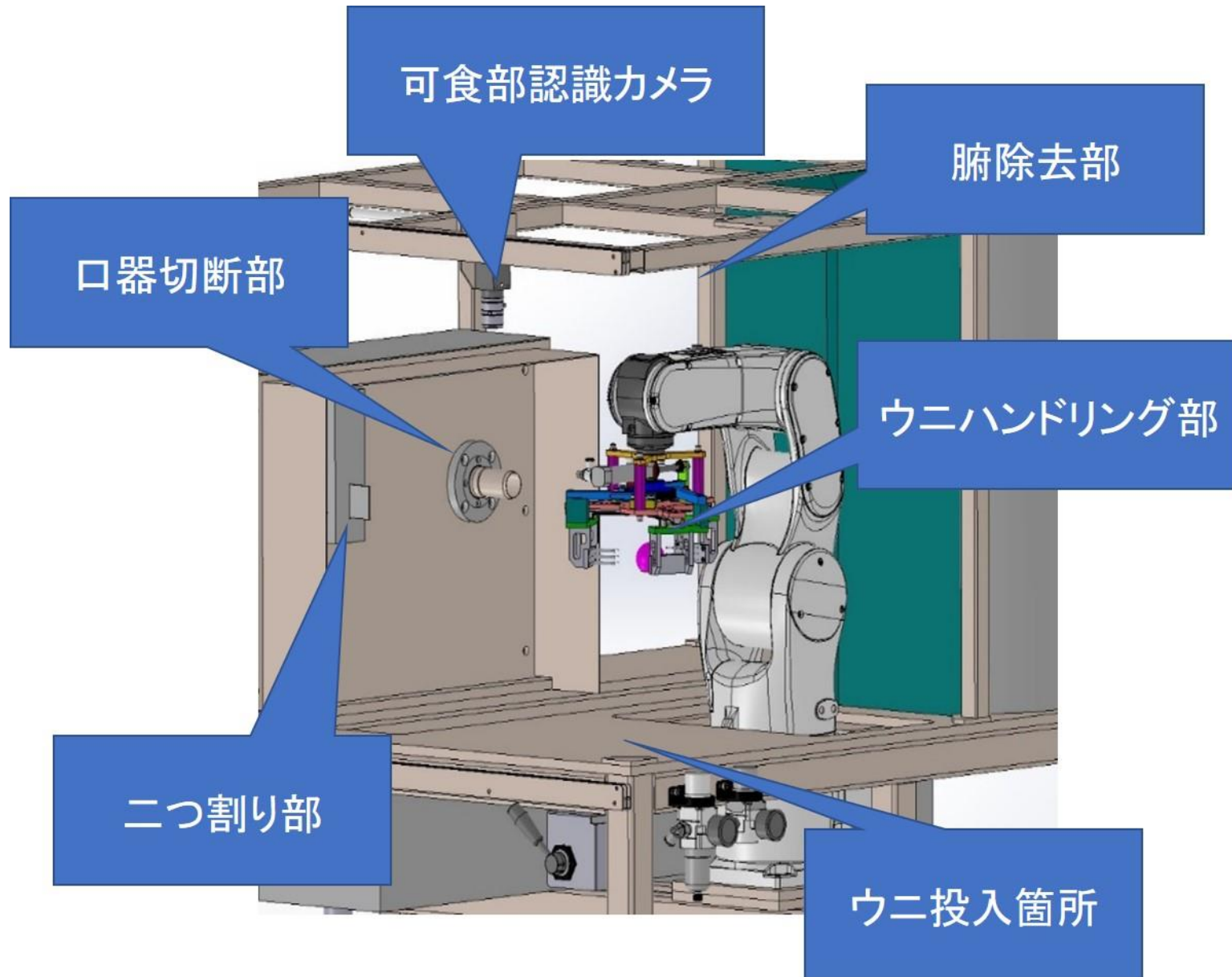


殻剥きから剥き身選別までの行程について、
機械化技術を開発することにより、人力に比
べて、従来の行程の生産コストが**2割以上低
減**されることを実証する

<課題解決の具体>



ウニ殻剥き機システム技術の開発



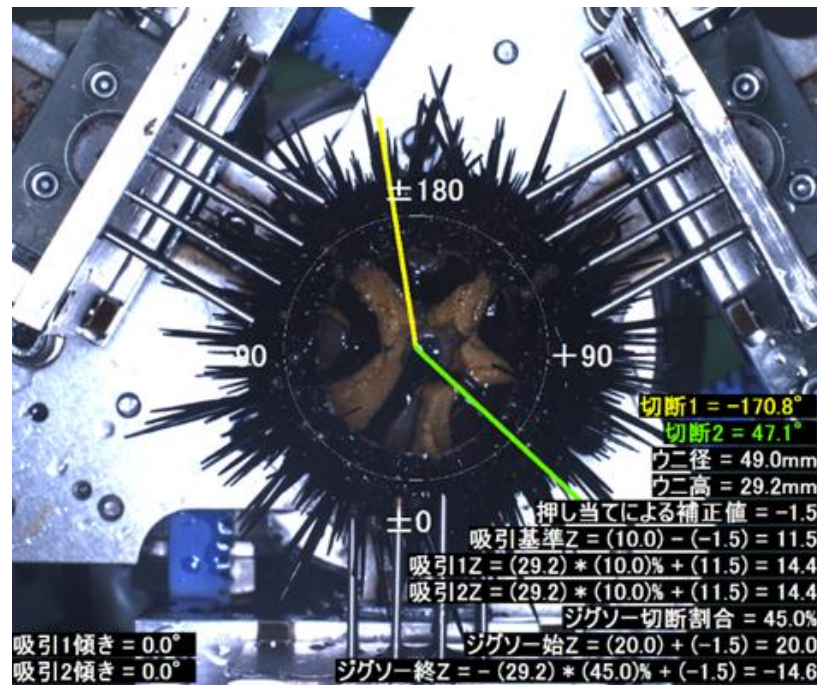
ウニ殻剥き機システム技術の開発

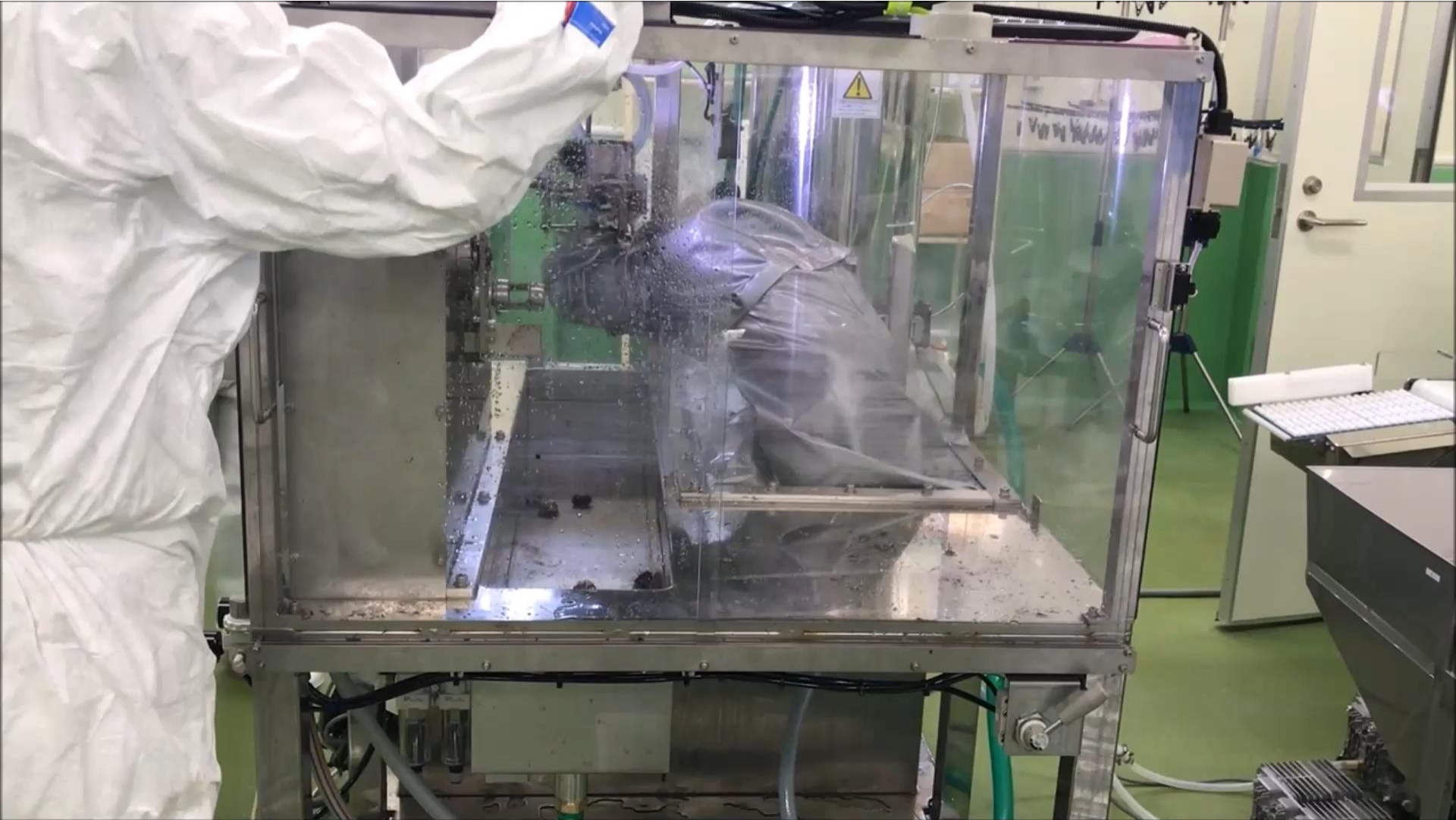


ウニ殻剥き機システム技術の開発

ウニ口器切除後の身入り等を判断する写真データと数値データを液晶パネルで表記した。

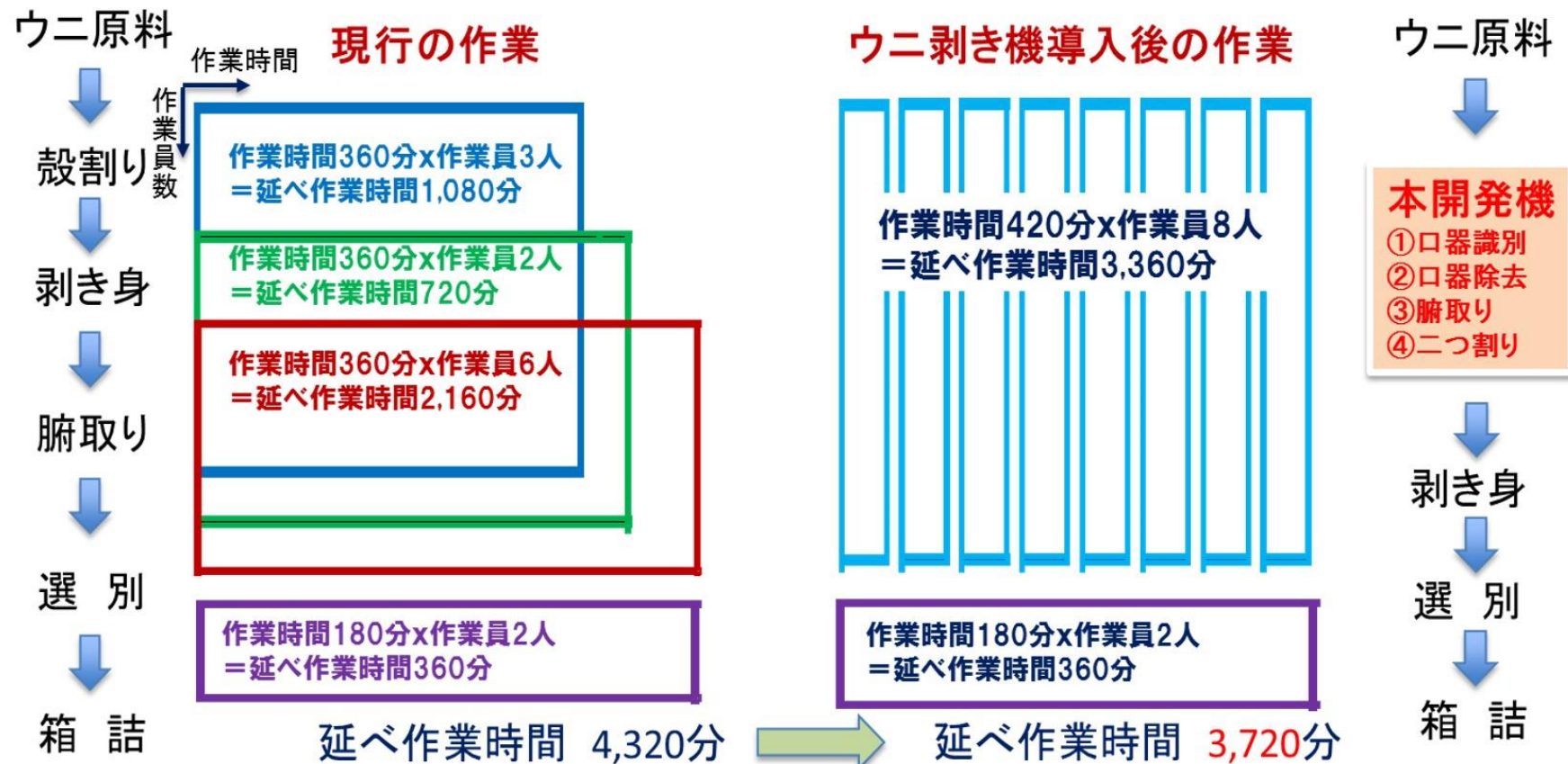
殻剥き加工システム実証機の操作マニュアルを作成





<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 $400,000g \div 110g = 3,636$ 個/日
 420分で3,636個処理するには、 $3,636 \text{個} \div 420 \text{分} = 8.66$ 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。

プロジェクト全体の経済評価

採捕： 中課題1

従来：4000個/1日
人件費 10万円
生残率 50%
採捕原価 1個50円

ROV：1000個/1日
人件費 4万円
生残率 100%
採捕原価 1個40円

実績・成果
生残率の向上
採捕原価の縮減

課題
低侵襲採捕の向上
生残率の確認

1kgあたり400円以下
採捕→畜養

蓄養： 中課題2

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

畜養収入(10,000個)
殻付1個 150円
収入小計 150万円

実績・成果
官能検査の評価は高い
歩留まりは良い

課題
ノリ餌飼料代の縮減
生産工程の見直し

1kgあたり1500円以上
畜養→加工

加工： 中課題3

従来
400kg=4000個/1日
従業員 13名
5月～9月 月23日

殻剥機：1個=1分
1日7時間 420個
1000万円
廉価版

実績・成果
ウニの歩留まり向上
約1.25倍

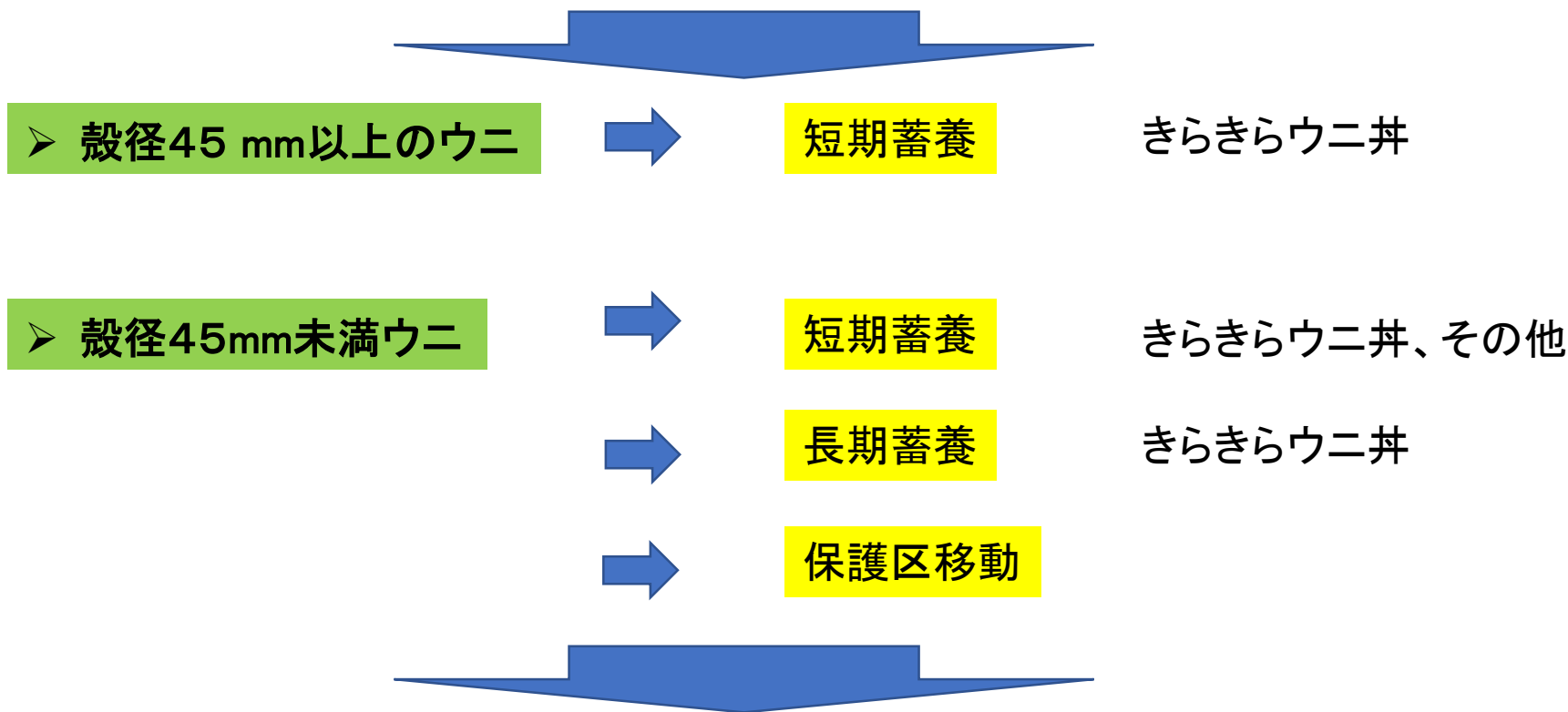
課題
処理スピードの向上
作業工程の検討

磯焼け域からのウニの除去と利用の考え方 = すべてのウニを種苗として有効利用 =

前提1 実証拠点の稼働海域における45 mm以上の殻径のウニの動態に注目

前提2 殻径の小さな短期蓄養に向かないウニも除去が必要！

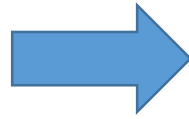
藻場再生への中長期的視野、将来的には周年蓄養も視野



磯やけ域の縮小と藻場の再生に長期的視点で貢献
と同時に地域産業にも資源の有効利用によって貢献

令和3年以降の普及の考え方 新たな機器と処方の導入

地域の漁業関連産業の協力
鉄工所, 造船所, 漁網販売,
ダイビング会社



保守, 改造, メンテナンス,
運用を**地域で行う**

カスタマイズとさらなるスマート化
による効率向上

宮城県漁協



支所または事業体

支所

支所

支所

支所

県内 事業



事業者

その他

現地実証拠点型の達成目標

中課題① **ロボット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。

中課題② **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。

中課題③ **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。

今後 ウニの効率的な除去

□ **生残率高く、高く売れる種苗をそろえる**ことが可能なら獲る時間はおのずと減る、資源管理も回るようになる。採捕から蓄養まで丁寧に扱って個体ごとに記録し、適切なBCPの構築

□ **駆除のための従来の100分から、資源の有効利用、蓄養・出荷もめざした新たな70分への転換**、操縦者の練度によらない採捕を実現する方策も検討

□ ROVの運用による磯焼け海域のウニの動態把握、環境変化・植生変化の継続的調査

今後 ウニの新たな人為的肥育技術の導入

- 社会実装に向けてノリ残渣の乾燥粉末は亘理ノリ合同会社が拠点製造
- カネキ吉田商店はノリ固形飼料の製造拠点となり、ノリ残渣の乾燥粉末を用いて飼料を製造
- 1ノリ残渣回収から固形飼料の製造に至る全工程に要する時間とコストを計算し、効率的な製造工程を検討してコストの低減を図り、年末出荷の売り方を調整
- ノリ固形飼料を用いたウニ短期蓄養の成果を公表して次年度からの普及へ

今後 ウニ殻剥き機システム技術の開発

□12月に畜養ウニを用いての実用化試験を実施して、ウニ殻剥き装置の完成と社会実装

□殻剥き工程後のウニ殻の有効利用

□小規模施設で省力化利用が利点であることから、各種展示会等での普及活動に務めると共に、宮城県、岩手県などの漁業協同組合の各支所やウニ生産者を回り社会実装を見通す。

ご清聴ありがとうございました

研究課題名：「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・水産業分野)」

NEC NECソリューションイノベータ

kaneki 株式会社
カネキ吉田商店

国立大学法人
東京海洋大学
Tokyo University of Marine Science and Technology

国立研究開発法人
水産研究・教育機構

TOHOKU UNIVERSITY
東北大学 大学院農学研究科・農学部
Tohoku University
Graduate School of Agricultural Science / Faculty of Agriculture

公立大学法人
宮城大学
MIYAGI UNIVERSITY



宮城県水産技術総合センター
Miyagi Prefecture Fisheries Technology Institute