



二枚貝（ホタテガイ）の資源管理について ～北海道の事例を中心に～

2023年9月11日 江口漁業協同組合

北海道立総合研究機構
中央水産試験場 資源増殖部
三好 晃治

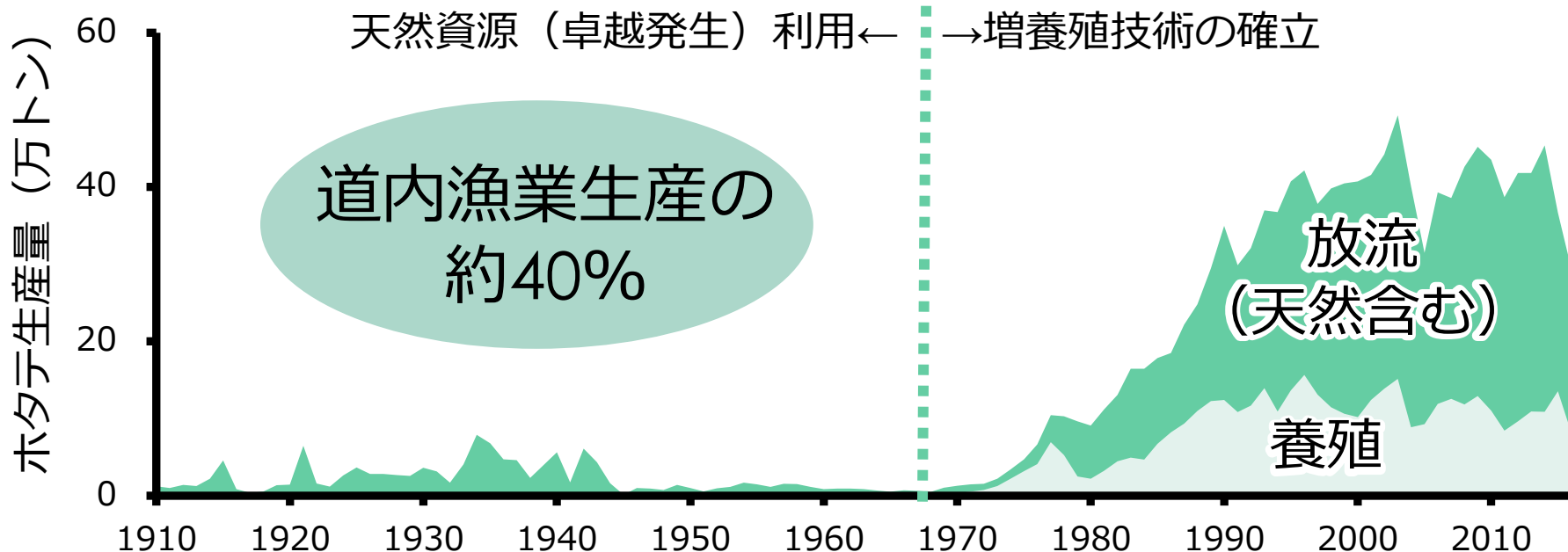
- ✓ 北海道のホタテ漁業の外観
- ✓ ホタテ漁業の成功要因
- ✓ 資源量推定（漁場可視化）における最新技術のご紹介

✓北海道のホタテ漁業の外観

✓ホタテ漁業の成功要因

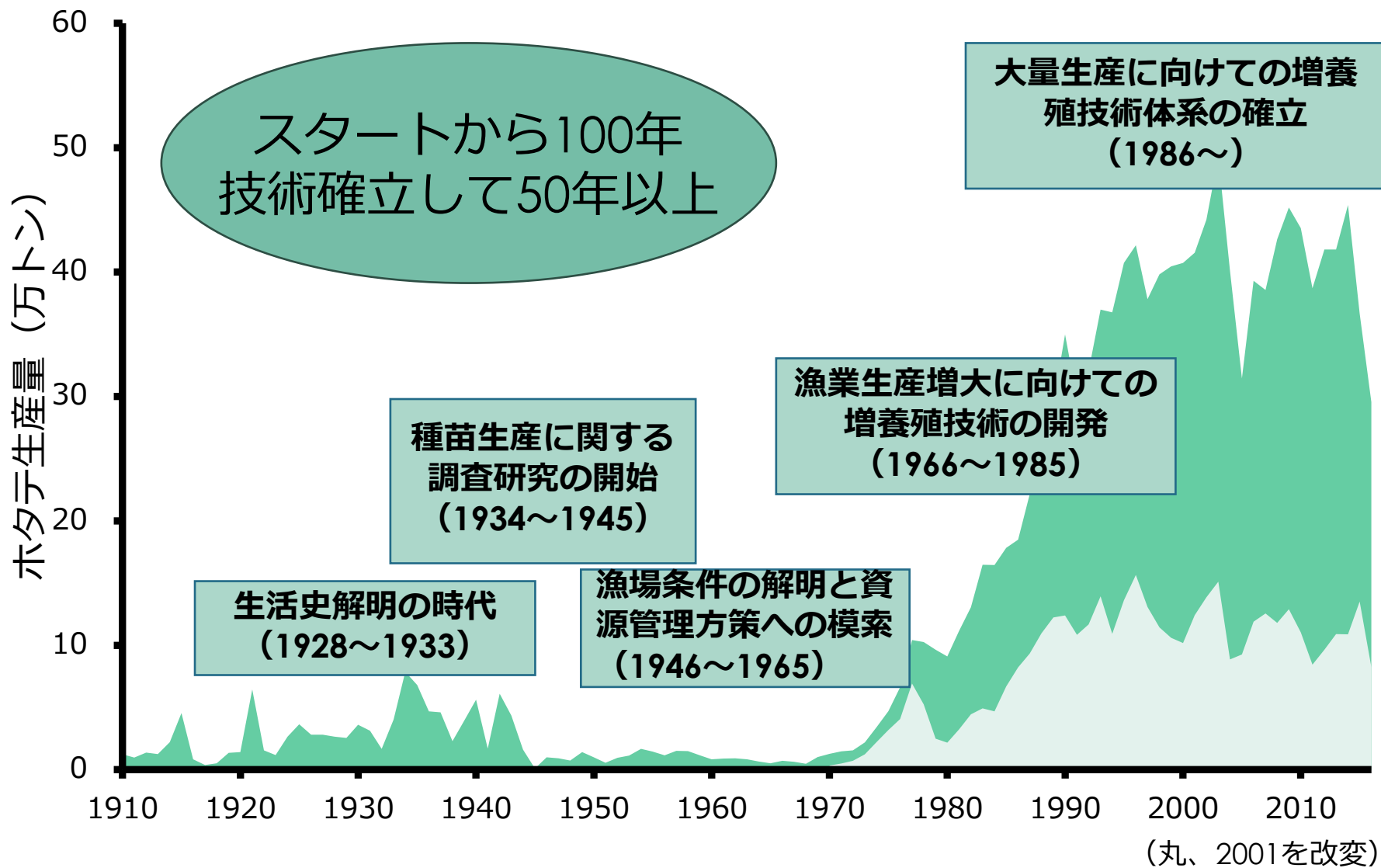
✓資源量推定（漁場可視化）に
おける最新技術のご紹介

北海道のホタテガイ漁業の概要



- 1960年代後半、増養殖技術の確立
- 2000年代～漁場拡大の終焉と生産が安定化（放流漁業30万トン、養殖10万トン）

北海道のホタテガイ漁業の技術史



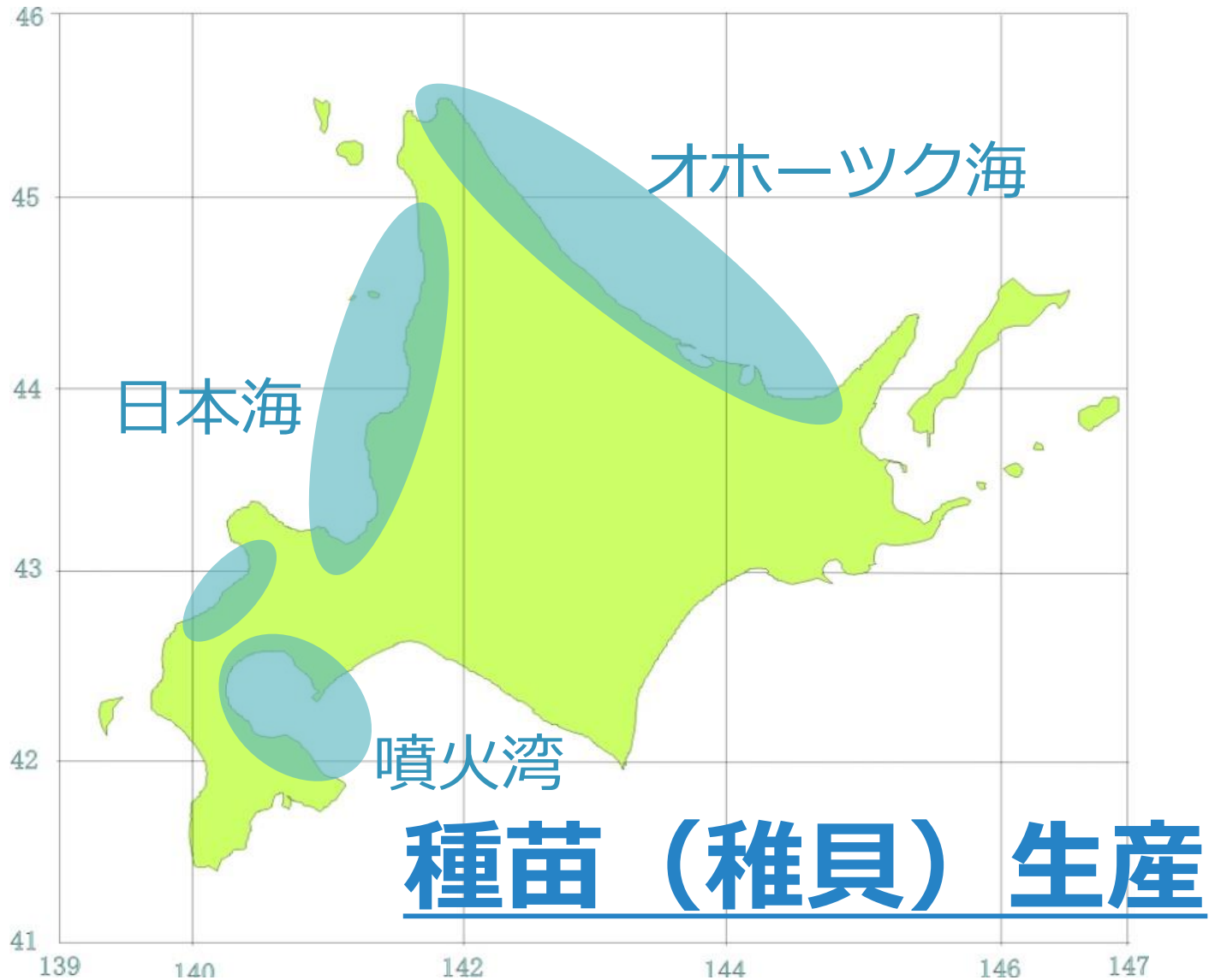
ホタテガイ漁業の逸話（猿払村）

猿払村・枝幸町観光協会HPより



- ホタテ漁が盛んだったが、1954年頃から激減
- 1970年から4年間の禁漁と稚貝放流（約2億粒）を継続（村予算の約半分を4年間投資）
- 2016年以降
生産量最低4万トン以上、生産金額100億円以上に

北海道のホタテガイ漁業の概要

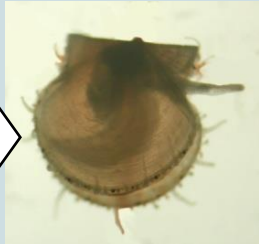


漁業のサイクル（種苗生産）

採苗



浮遊幼生
(130-300 μm)



付着稚貝
(260 μm <)



採苗器

(投入前→投入後)



分散・中間育成



選別作業



中間育成籠



育成稚貝の回収



中間育成後の
稚貝(種苗)
(35mm <)

春に採苗し、中間育成で越冬させ
約1年の種苗（稚貝）生産

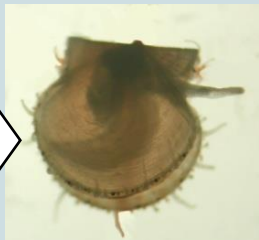
画像は網走市HP・青森県HPより

漁業のサイクル

採苗



浮遊幼生
(130-300 μm)



付着稚貝
(260 μm <)



採苗器

(投入前→投入後)



分散・中間育成



選別作業



中間育成籠



育成稚貝の回収



中間育成後の
稚貝(種苗)
(35mm <)

約1年後に...

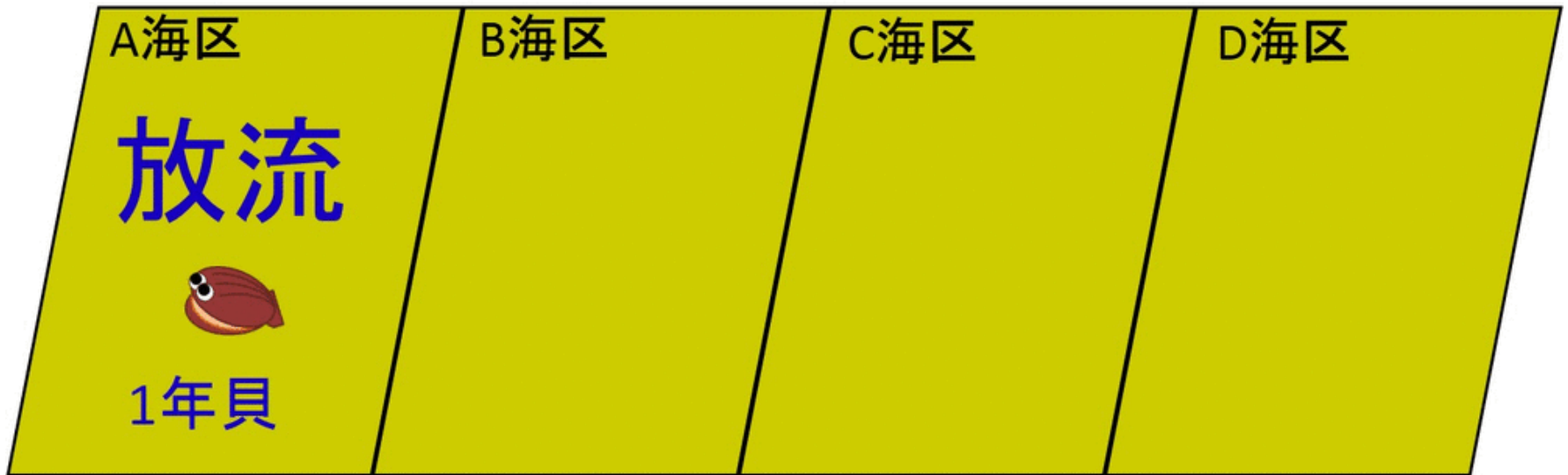
放流漁業

養殖業

画像は網走市HP・青森県HPより

放流（地まき）漁業

“一世代全回収型輪採制”



- 1 漁場（海区）当たり数億個体を管理
- 放流してから2～5年後に漁獲
- 成長・生残は漁場環境の状態に依存

養殖業

NPO法人やくも元気村HPより



1年目（種苗生産）				2年目（耳吊り）			
春	夏	秋	冬	春	夏	秋	冬
採苗	中間育成			本養成			
	仮分散	本分散		選別	ロープに垂下	出荷→	

□稚貝を耳吊り後、約1年で出荷
(そのほか、カゴ養殖による半年出荷の「半生貝」も)

漁業を支える体制

収益は
プール制

種苗生産部会



成長・生残
環境調査等

【漁業現場(漁協)】

漁業者は別

漁協指導部

放流部会



※養殖の場合、種苗生産と同業者となる

基本的には現場の皆様でほぼ全て管理

【業界】

- 北海道ほたて漁業振興協会
(北海道漁連)
- 稚貝などの値決め
 - 海外向けの商流の管理

【公的支援】

- 水産技術普及指導所
- 浮遊幼生判別のプロ集団
 - 水産試験場
 - ホタテ専門のスタッフを配置

✓北海道のホタテ漁業の外観

✓ホタテ漁業の成功要因

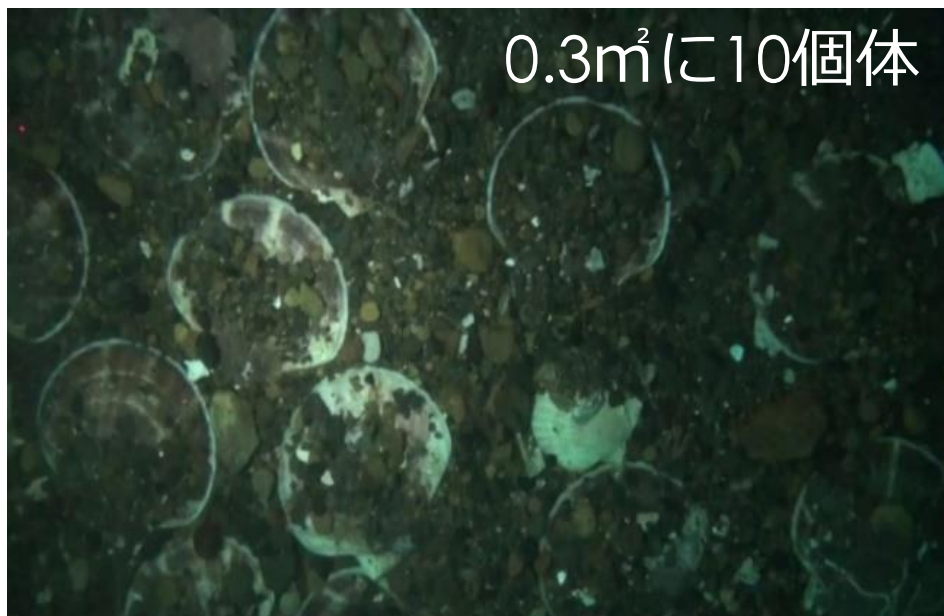
✓資源量推定（漁場可視化）に
おける最新技術のご紹介

ホタテガイ漁業の成功要因

【ホタテガイという生き物の特性】

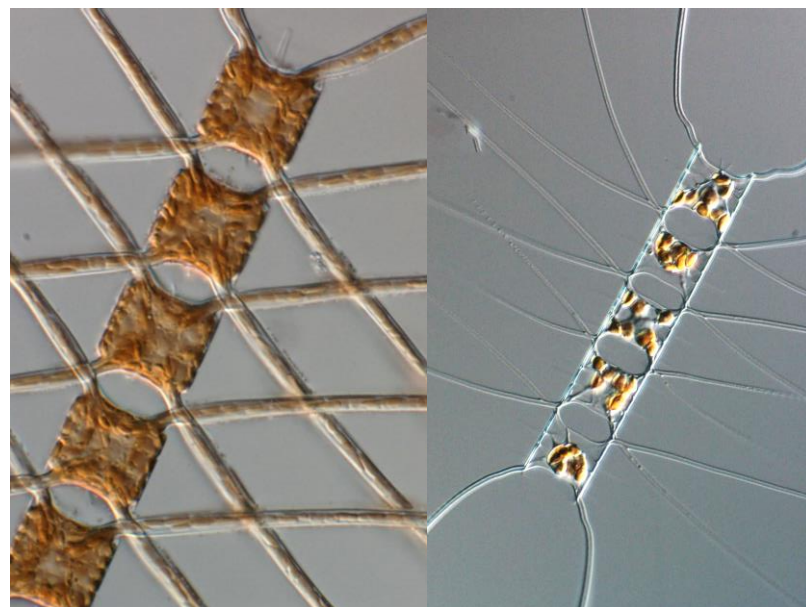
高密度で生息・養殖可能

0.3m²に10個体



生産効率が高く、移動性が低い！
(1m²あたり5枚以上放流)

プランクトンを食べる



給餌しなくて良い！

ホタテガイ漁業の成功要因

※青森県HPより

【ホタテガイという生き物の特性】

たくさん産む！



4歳で1枚当たり約1億の卵！
(人口孵化は不要)

成長が早い！

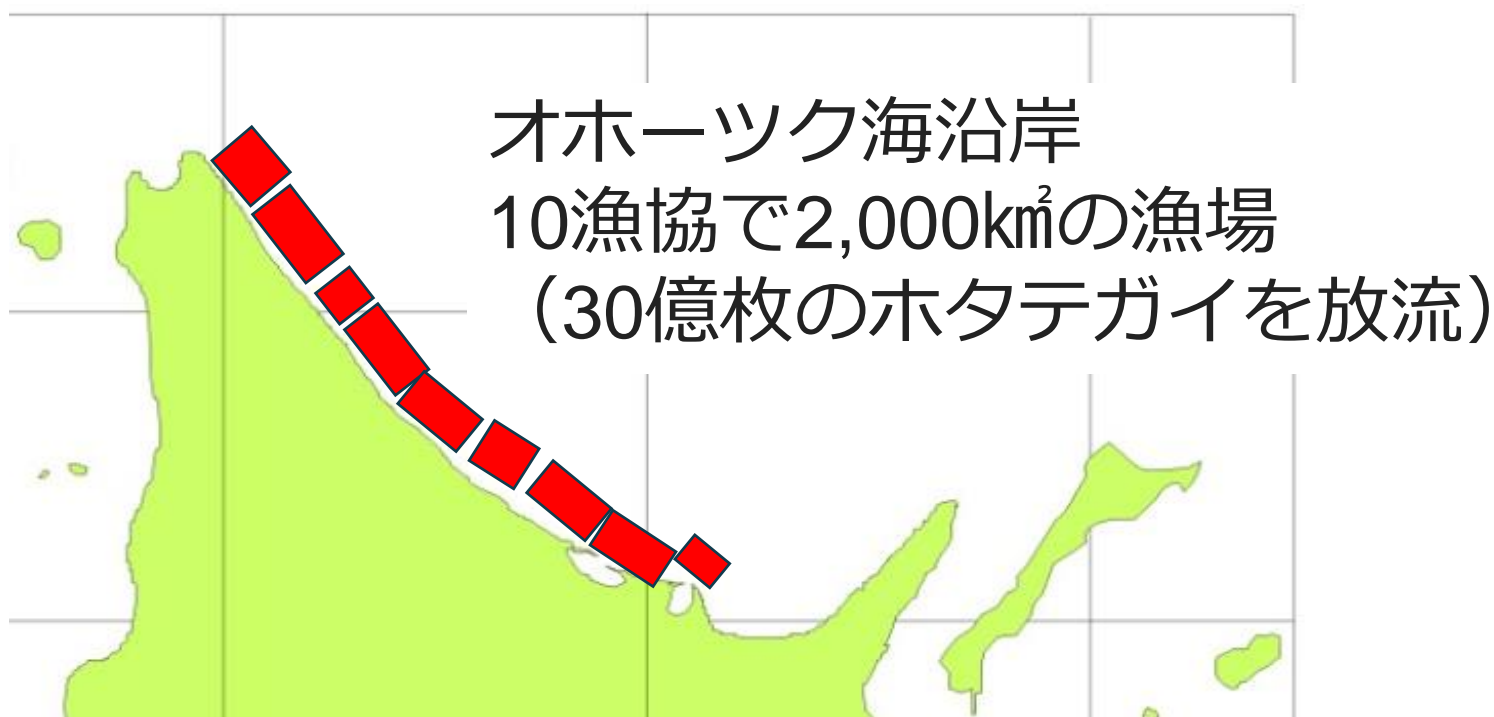


放流後3年で40倍の重さ！
15倍の金額へ！

ホタテガイ漁業の成功要因

【ホタテガイ漁場の性質】

広い範囲で似たような漁場



オホーツク～根室海峡は栄養も豊富
(養殖：潮回りは良いが静穏な湾)

ホタテガイ漁業の成功要因

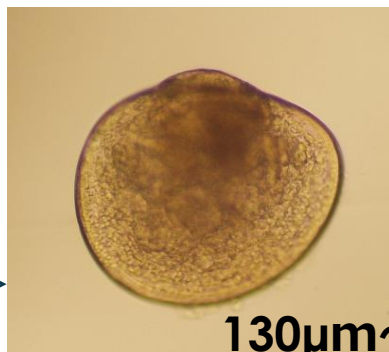
【漁業技術の進歩】 天然採苗技術

※画像は網走市・
青森水試HPより



**母貝の成熟
(成熟度の判断)**

水温約8℃で産卵



130μm~

浮遊幼生

採苗器 (多種多様)

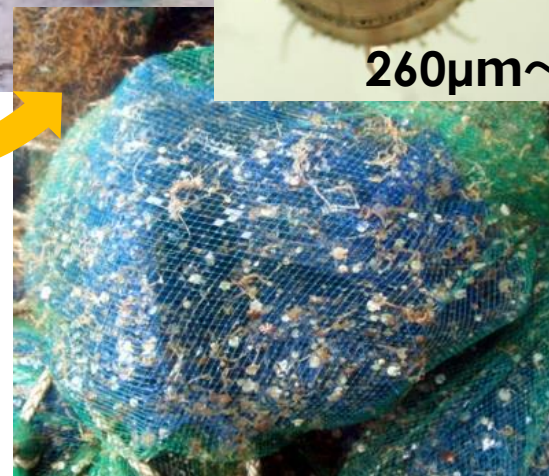


付着稚貝



260μm~

付着後



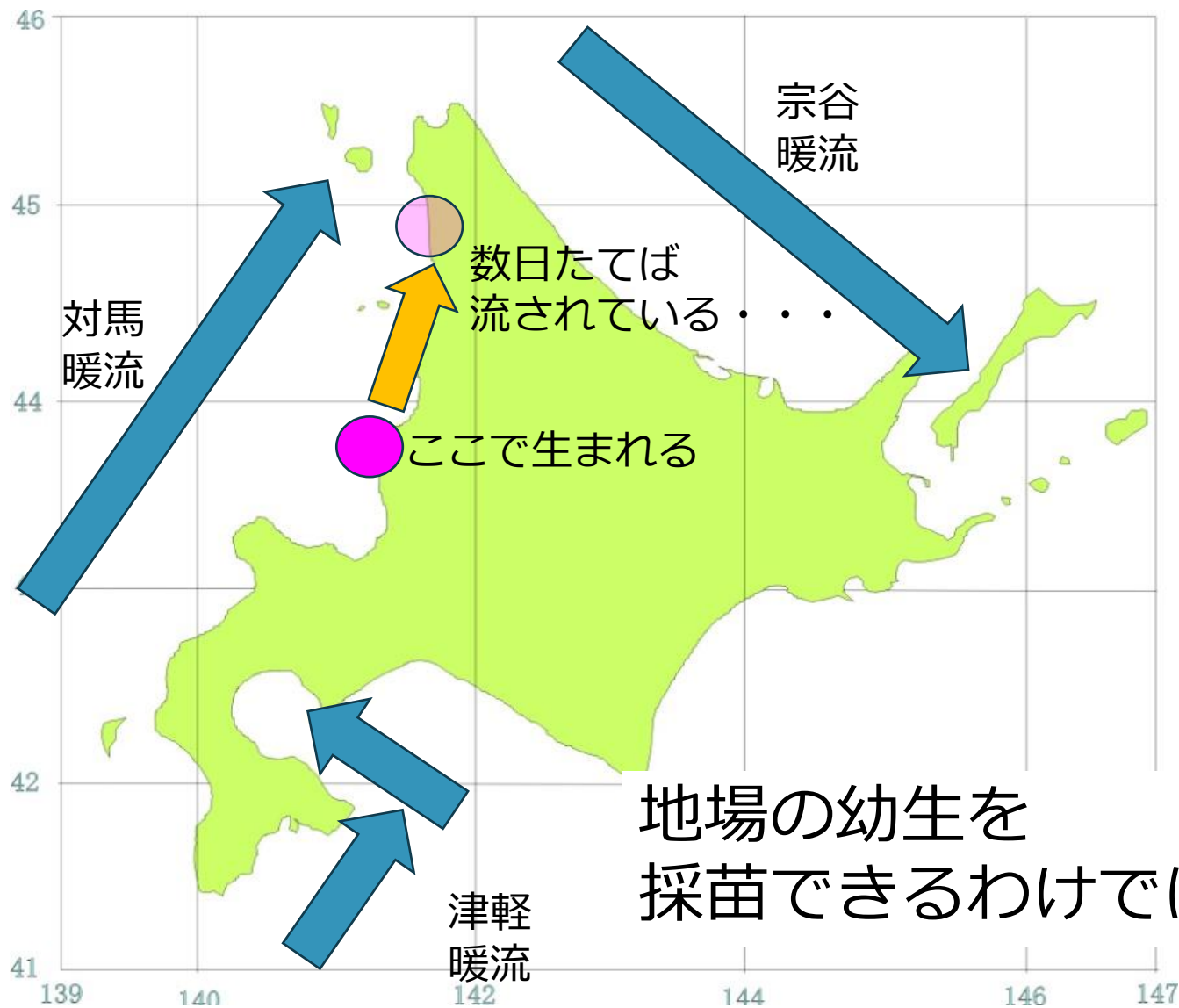
母貝の成熟・産卵

→試験採苗時の組成や組成

→本格的な採苗

緻密なモニタリングと経験を組み合わせ
各海域でそれぞれ進化しながらも広域連携

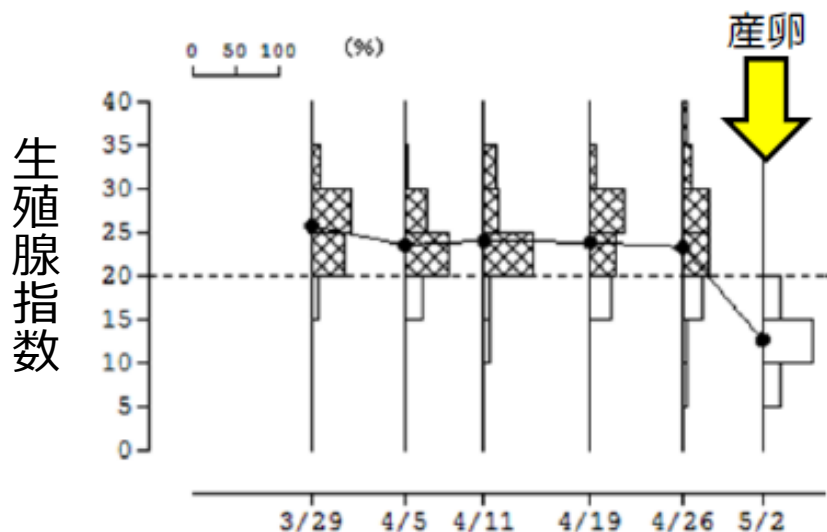
採苗の広域連携



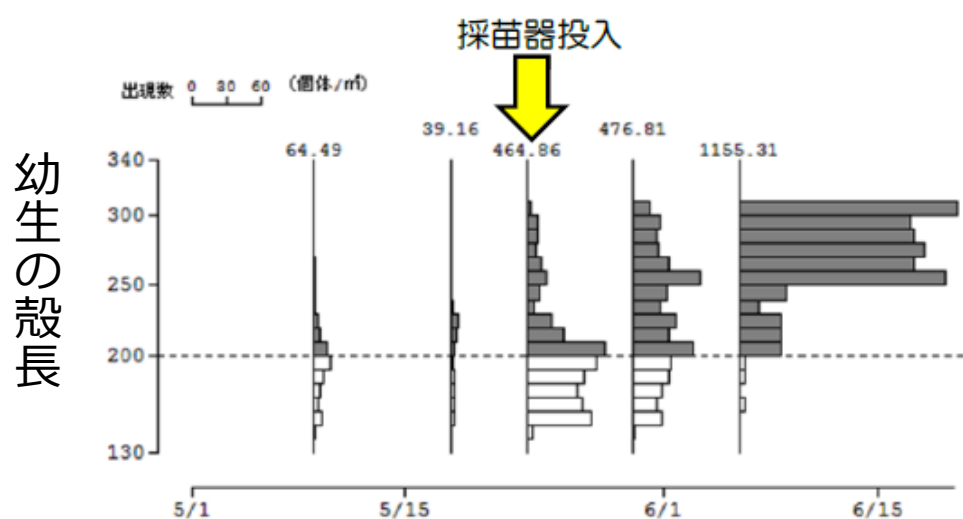
採苗の広域連携

成熟～採苗時期は定期的に状況調査し、
各地で情報を共有

母貝の成熟確認

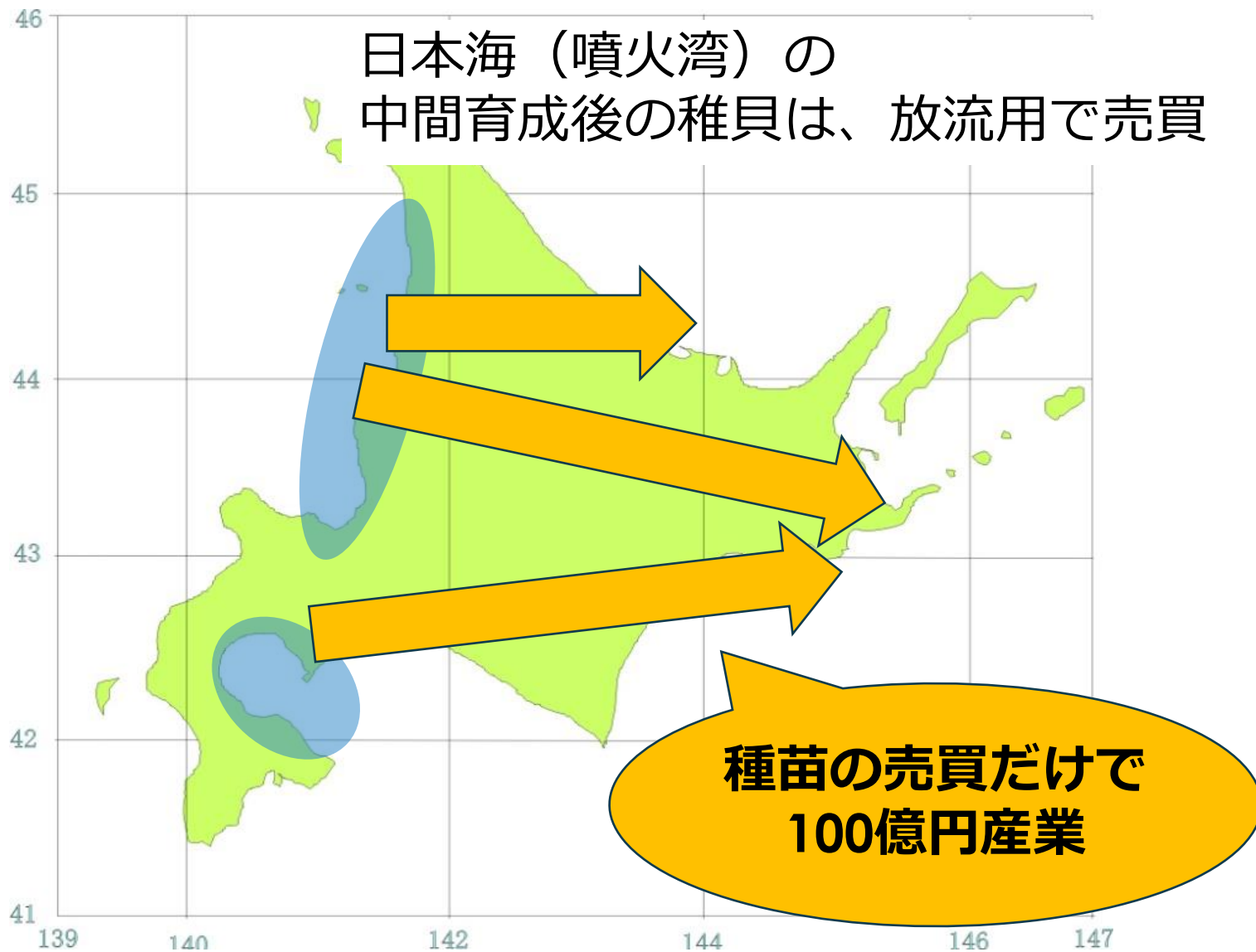


幼生付着数の確認



浮遊幼生を逃さない努力

採苗後も、広域連携



ホタテガイ漁業の成功要因

【漁業技術の進歩】 中間育成技術

※画像は網走市・青森水試HPより



分散作業

- 密度管理
- サイズ選別
- 外敵除去

1回目：4mm～
2回目：10mm～



分散稚貝

中間育成 (座布団・丸カゴ)

出荷前の糸抜き、
出荷後の口縫い
作業がいません!!

重ね口



放流・養殖用種苗

35mm～

稚貝だけを集約し、サイズを厳選

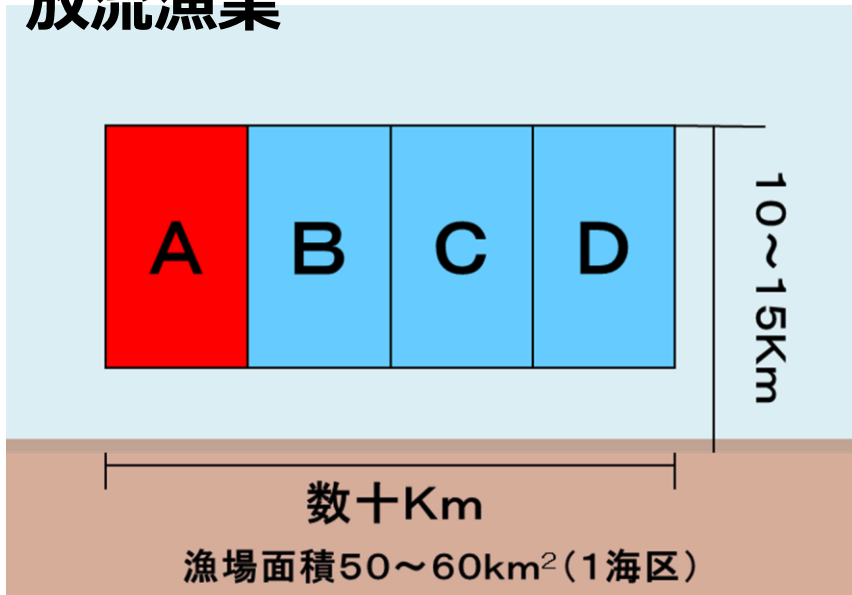
→大規模集約し、半年ほど人為的に育成

高密度に集約し効率的な稚貝生産へ進化

ホタテガイ漁業の成功要因

【漁業技術の進歩】 地域に合う漁業スタイル

放流漁業



輪採性による
農業的管理

養殖業



垂下（耳吊りorカゴ）による
高密度&高成長な養殖

ホタテガイ漁業の成功要因

【漁業技術の進歩】 害敵の駆除

捕食生物



ヒトデや大型底生生物

成長阻害生物

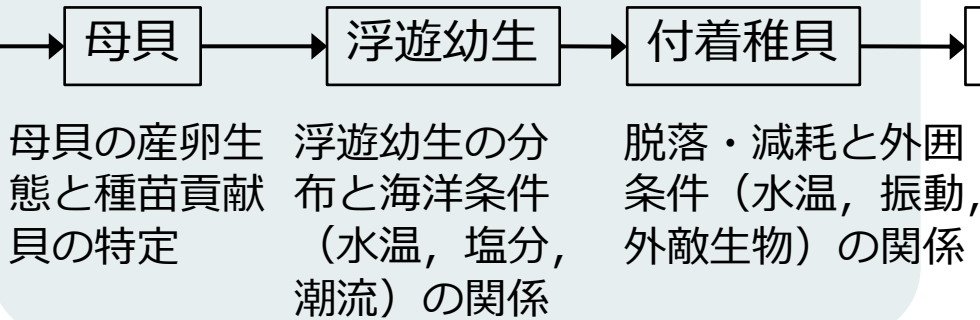


ホヤ類やコケムシなど

放流前の段階で可能な限り捕食生物を駆除する
養殖業では主に成長阻害生物の定期的な除去作業

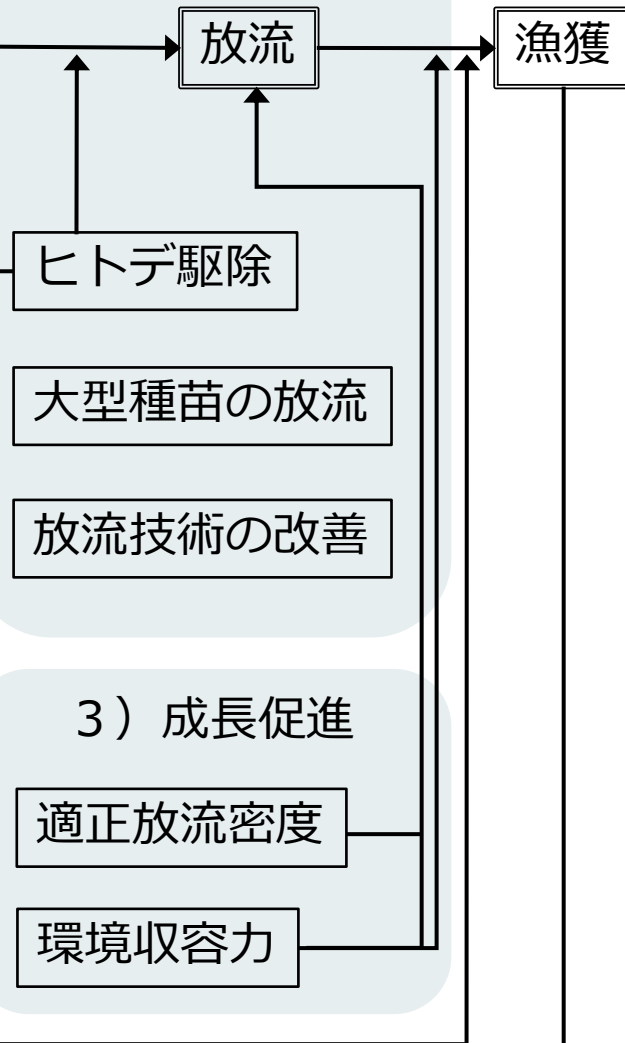
漁業の課題と現状

1) 天然採苗の安定化

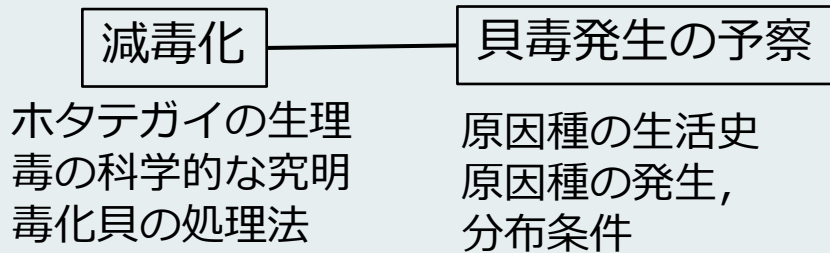


中間育成

2) 放流効果の向上



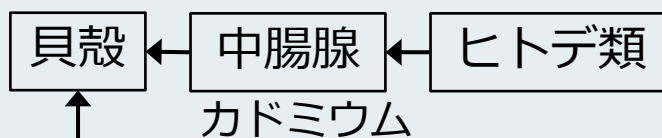
4) 貝毒対策



6) 遺伝資源の保存

生物多様性の維持

5) 廃棄物処理



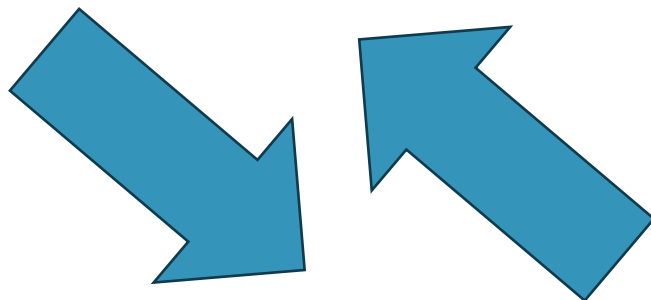
ホタテガイ漁業における資源管理とは

計画生産を前提としているので...

必要数の種苗を
確保できるか？



採苗



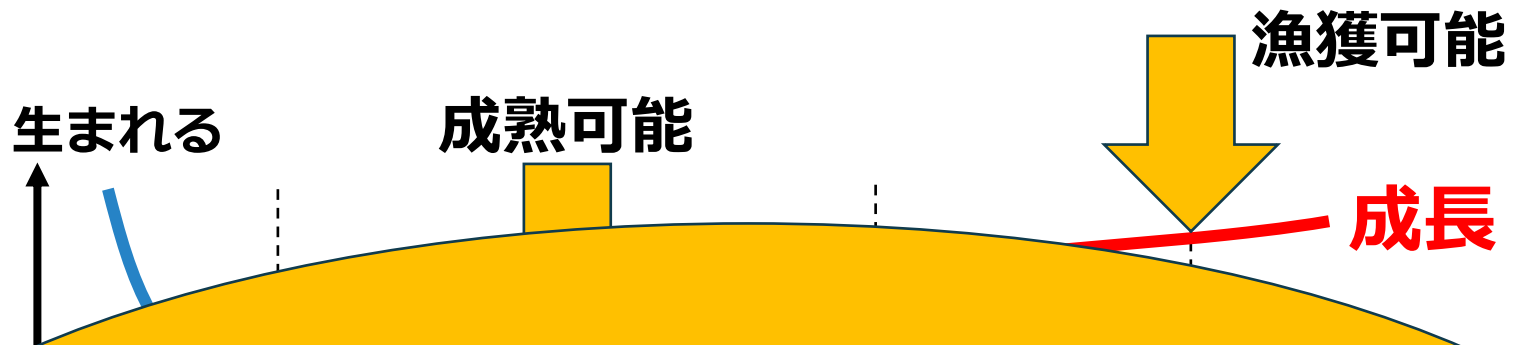
放流・養殖
後のケア

どれだけ大きく、
生残させられるか？

本講演の内容

- ✓ 北海道のホタテ漁業の外観
- ✓ ホタテ漁業の成功要因
- ✓ **資源量推定（漁場可視化）における最新技術のご紹介**

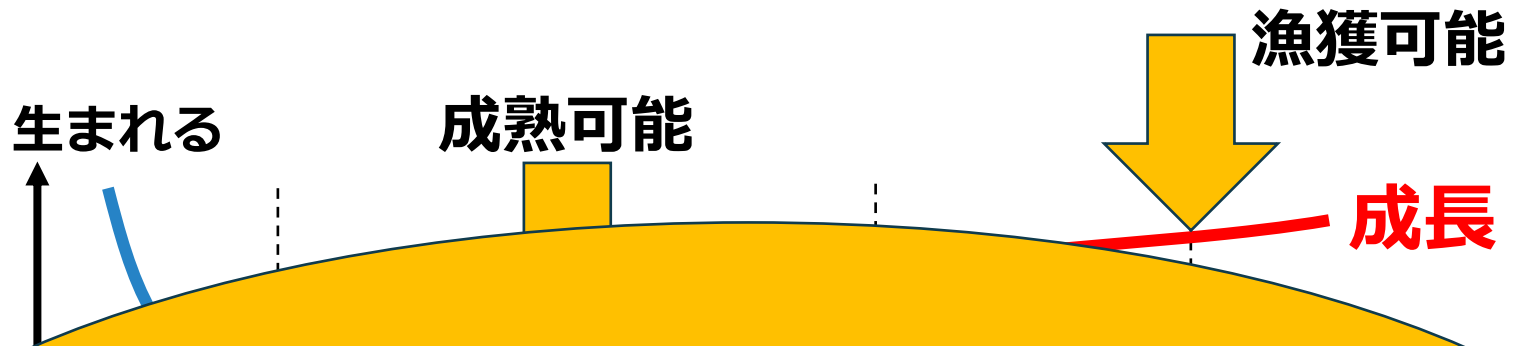
漁獲サイズ（母貝）はどれくらいいる？



**漁獲可能な資源量は？
次世代を残す母貝は
どのくらいいるか？**

**放流貝でも天然産品と見られているのかが鍵
つまり、資源量を推定する作業が超重要**

漁獲サイズ（母貝）はどれくらいいる？



**漁獲可能な資源量は？
次世代を残す母貝は
どのくらいいるか？**

**放流貝でも天然産品と見られているのかが鍵
つまり、資源量を推定する作業が超重要**

従来の資源量調査方法

けた網調査

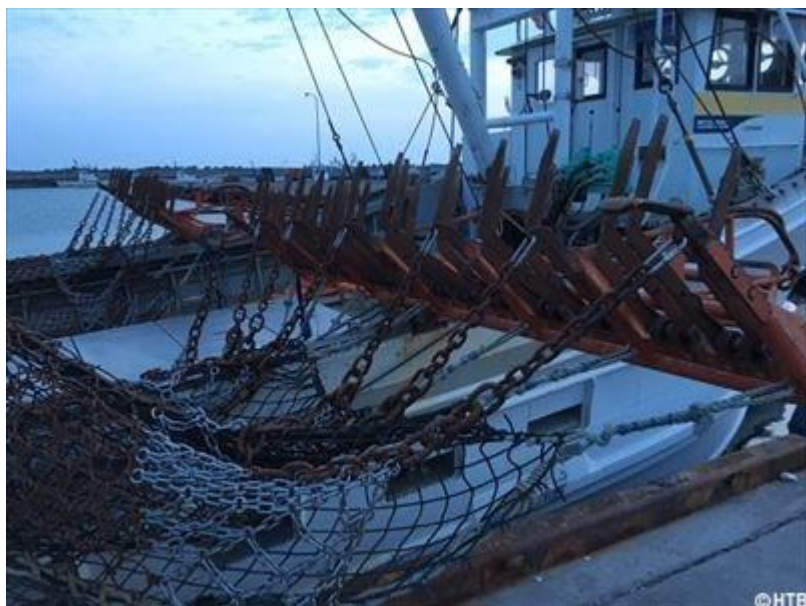
- 一部を漁獲
- 入網数による資源量推定

写真調査

- デジカメによるスポット撮影

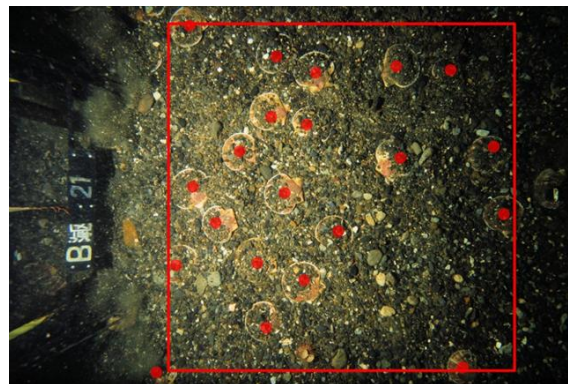
従来法の問題点

けた網調査の場合...



- 入網率が不確か
- 破壊的な調査

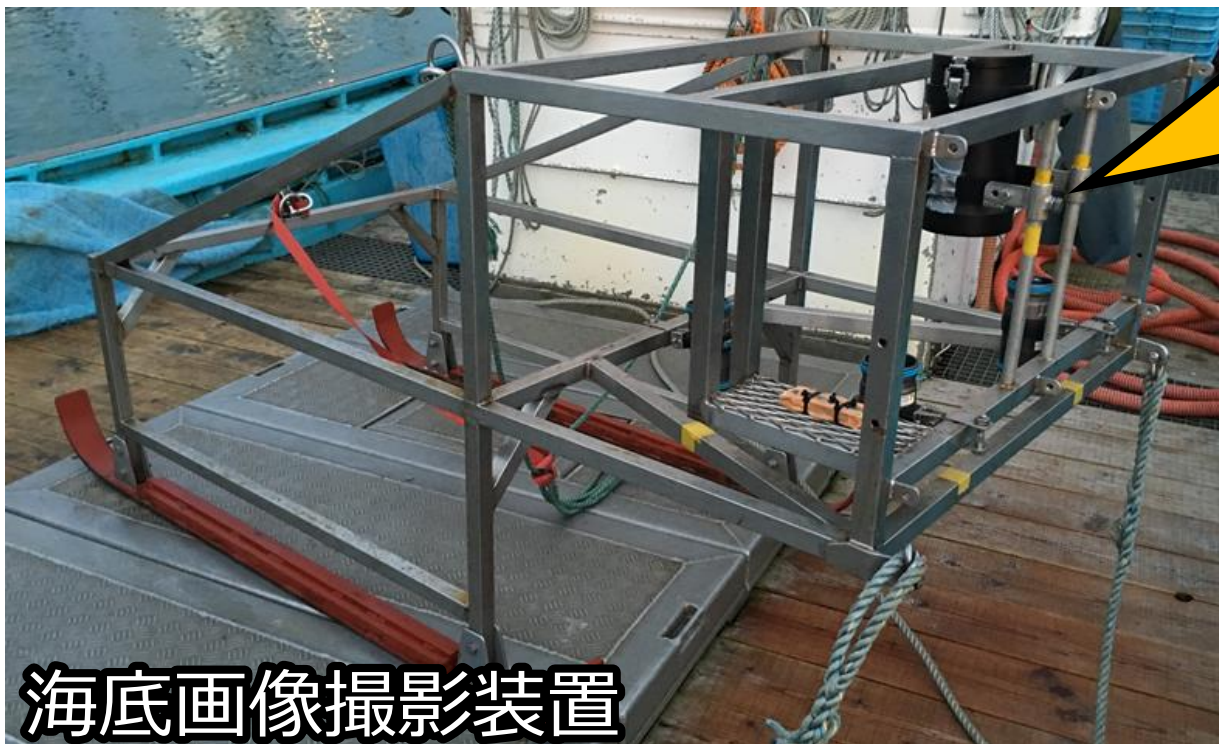
写真法の場合...



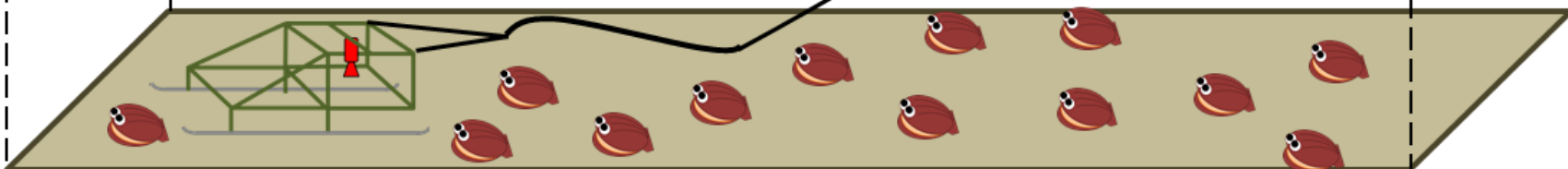
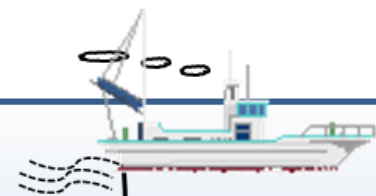
- 単位当たりデータ数が少数
- 連続的なホタテ分布が不明

ビデオ（動画）による新調査法

- 〈搭載機材〉
- ビデオカメラ
 - 水中ライト



海底画像撮影装置

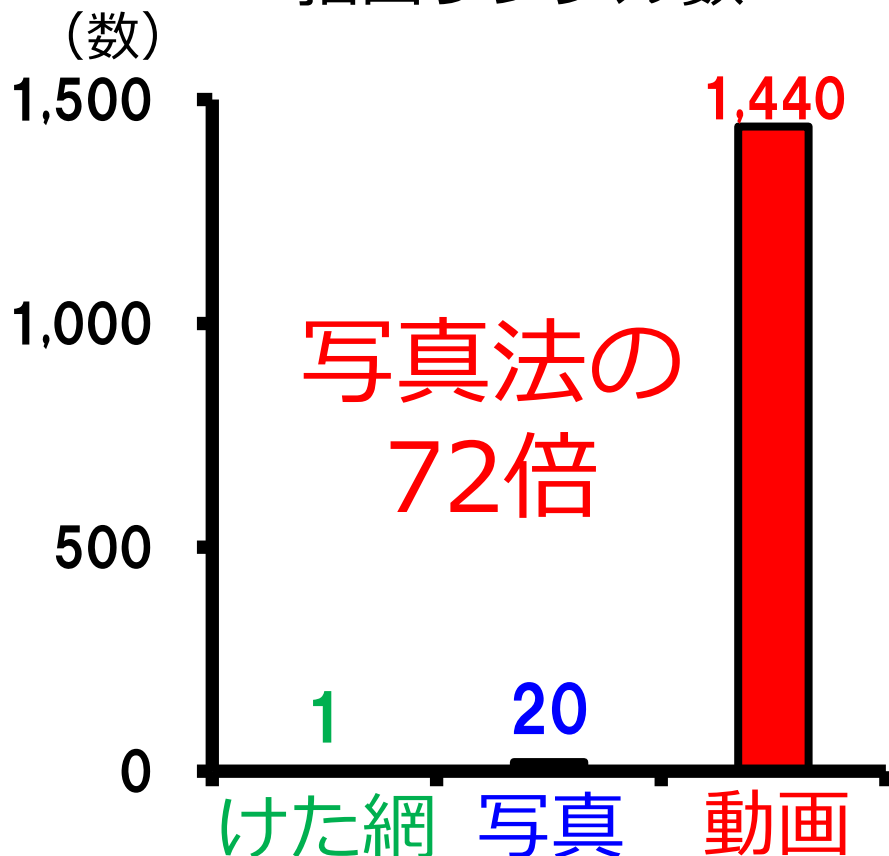


こんな映像が取得される...

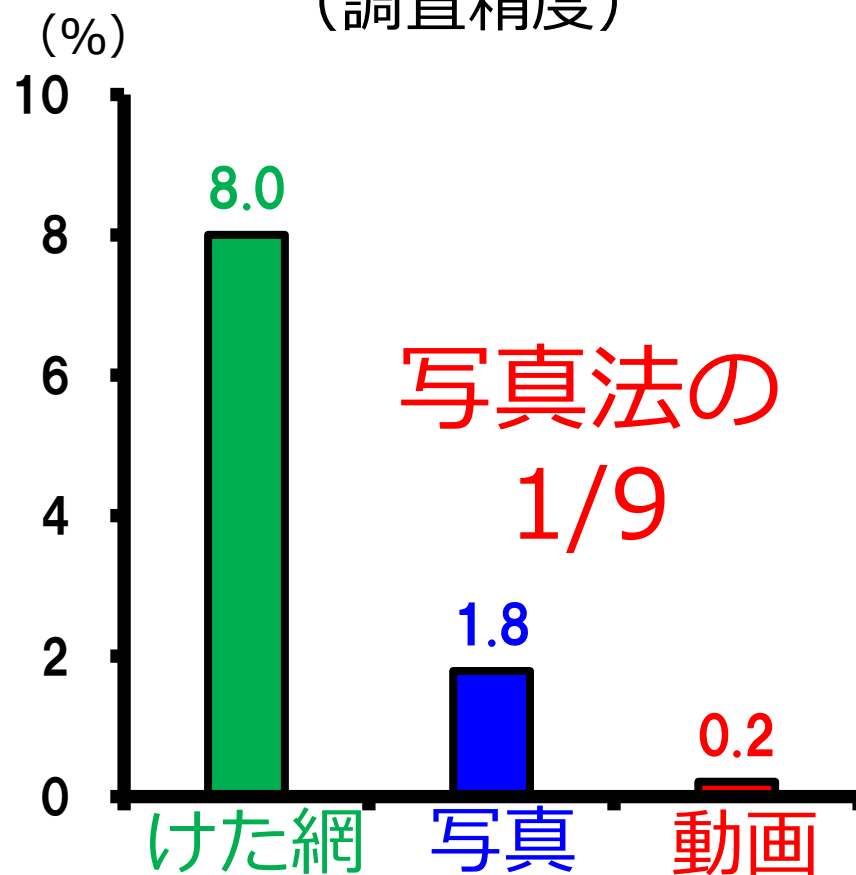


動画撮影の有用性

単位区画当たり
抽出サンプル数



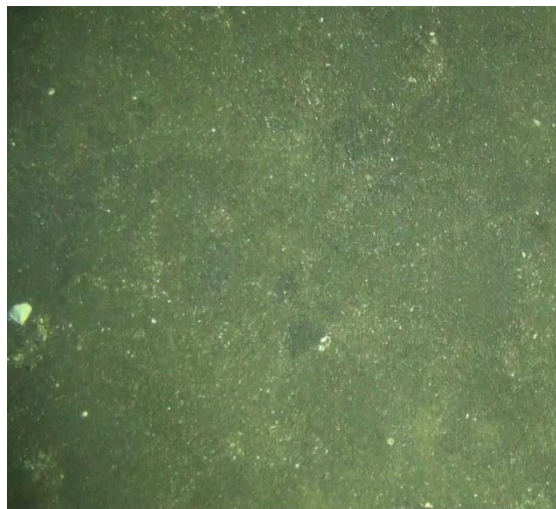
相対誤差
(調査精度)



膨大なサンプル数で高精度な調査が可能

さらに・・・

ホタテ漁場における代表的底質



砂場



バラス場

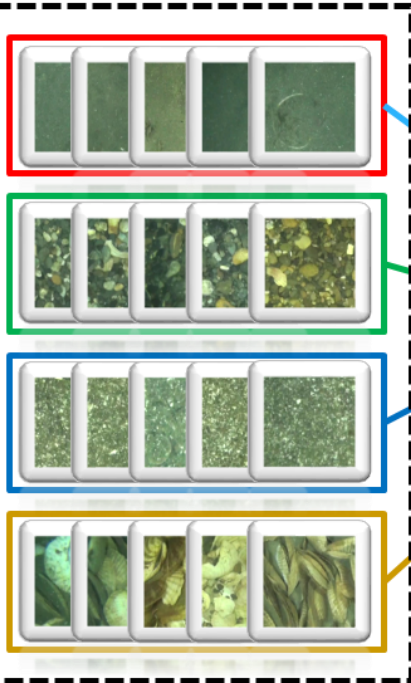


礫場

底質の状態が常に変化
底質ごとにホタテの分布も違う

AI的手法によって漁場の底質を判別

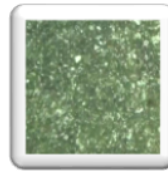
学習用



機械に学習させる

テスト用

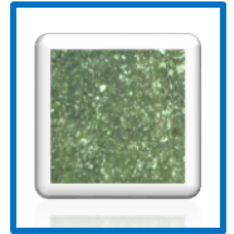
これは？



学習させた
機械を通すと



バラス場！



これは？



学習させた
機械を通すと

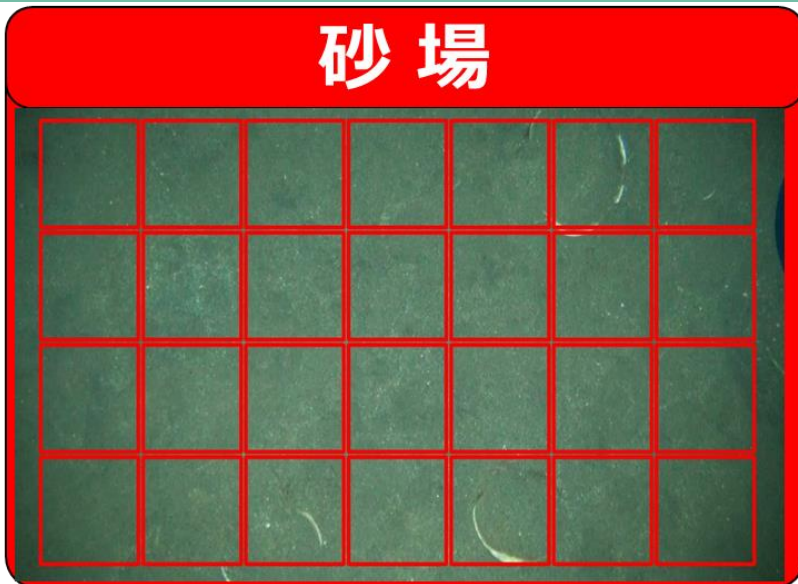


貝殻堆！

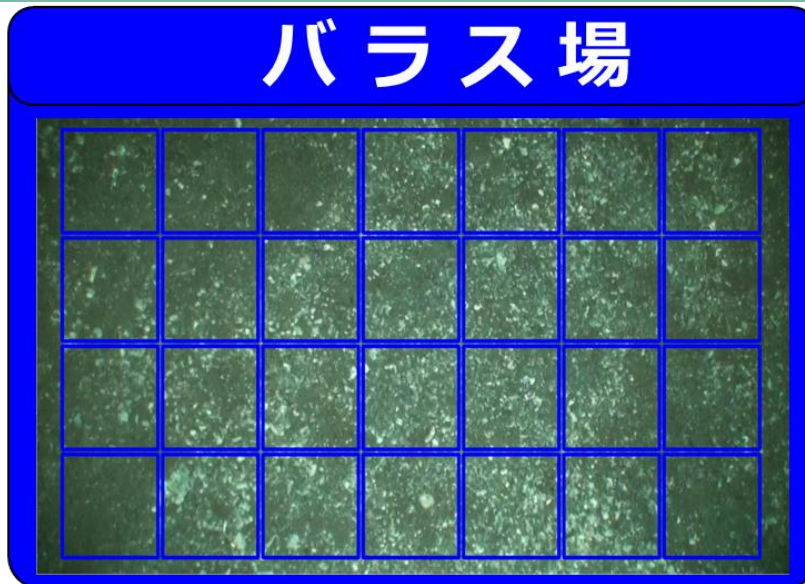


簡易な底質判別が可能に！

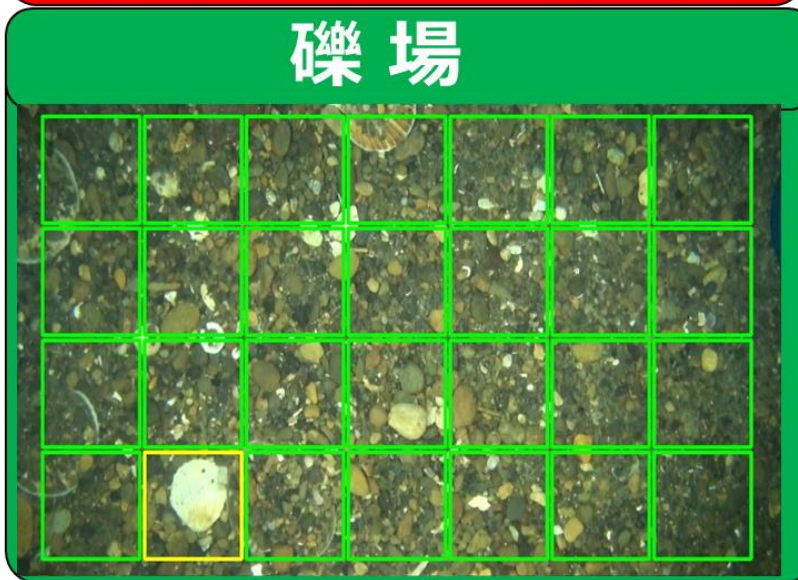
砂場



バラス場



礫場

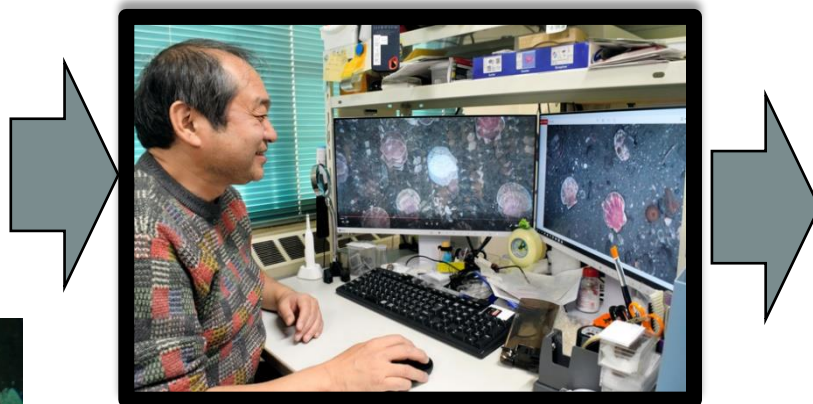


貝殻堆



撮影した後はどうするか？

従来

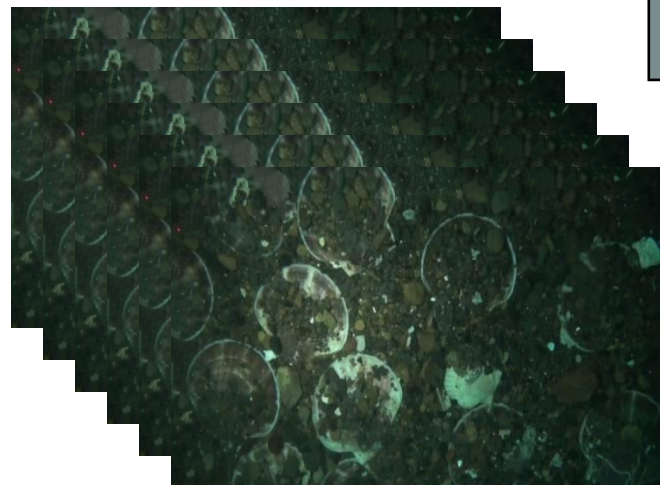


目視でチェック

資源量推定

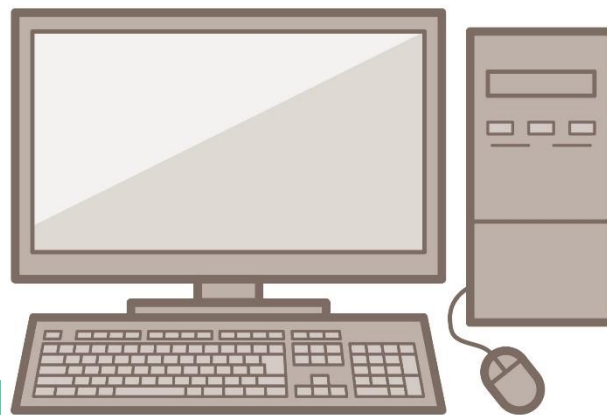


結果報告



撮影した動画

新技術



すべて自動化
できないか？

底質に合わせてホタテを自動検出！

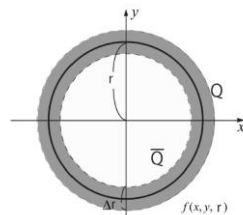
砂場アルゴリズム



元画像



殻縁候補



殻縁・殻特徴

殻縁特徴・殻特徴による検出

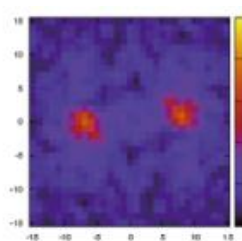
礫場アルゴリズム



元画像



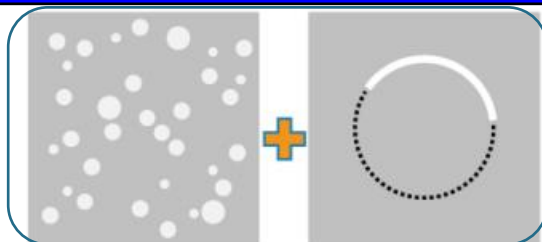
形状特徴



肋模様特徴

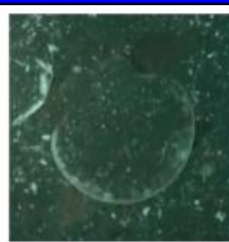
形状特徴・色彩特徴・肋模様による検出

バラス場アルゴリズム



基質

ホタテガイ殻縁



元画像



線状成分抽出

MFBによる線状成分を利用した検出

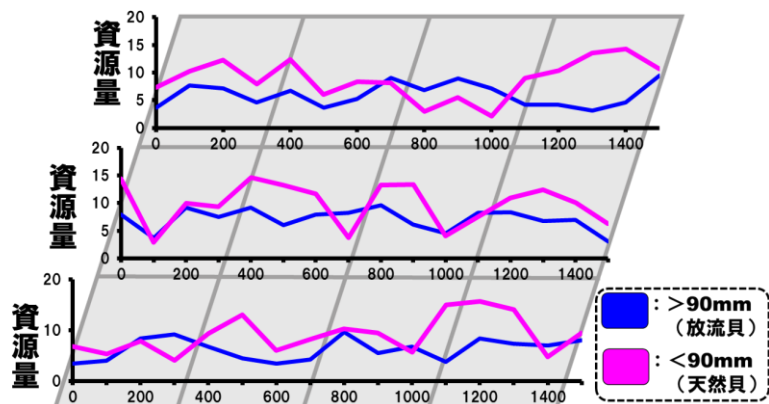
動画（画像）の自動化で何が変わる？



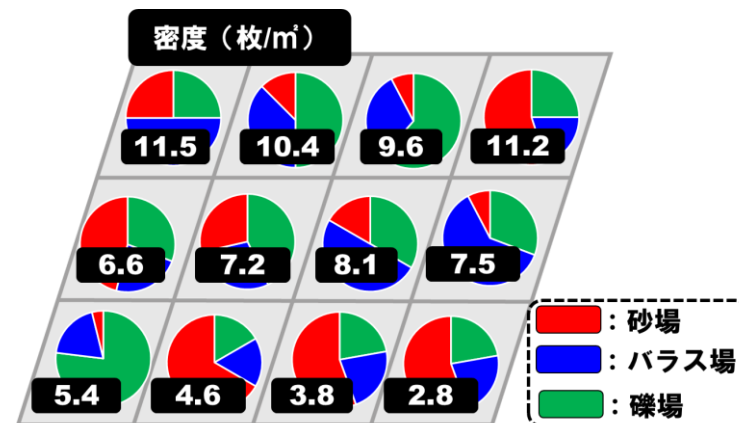
映像から底質・ホタテの数・サイズを
ほぼ全自動で計測が可能に

漁場を管理する技術として

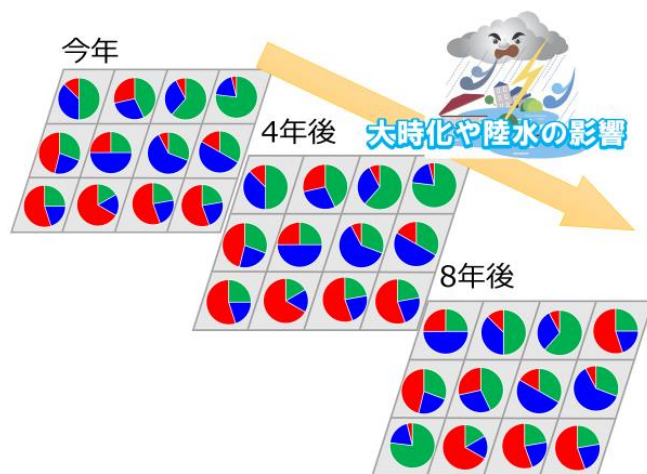
① サイズ毎の個数把握



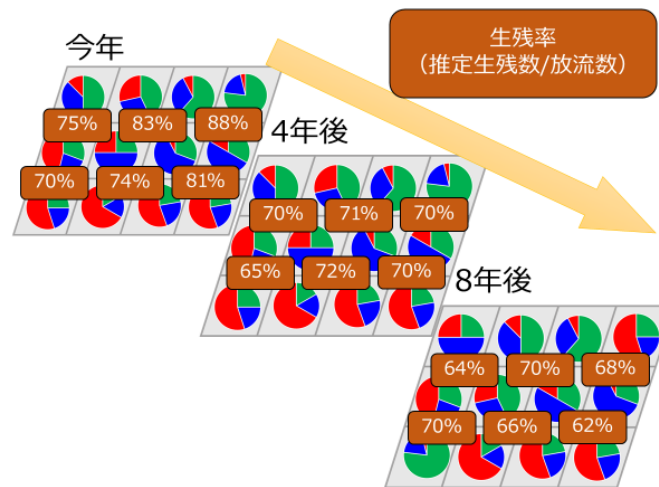
② 底質毎の密度把握



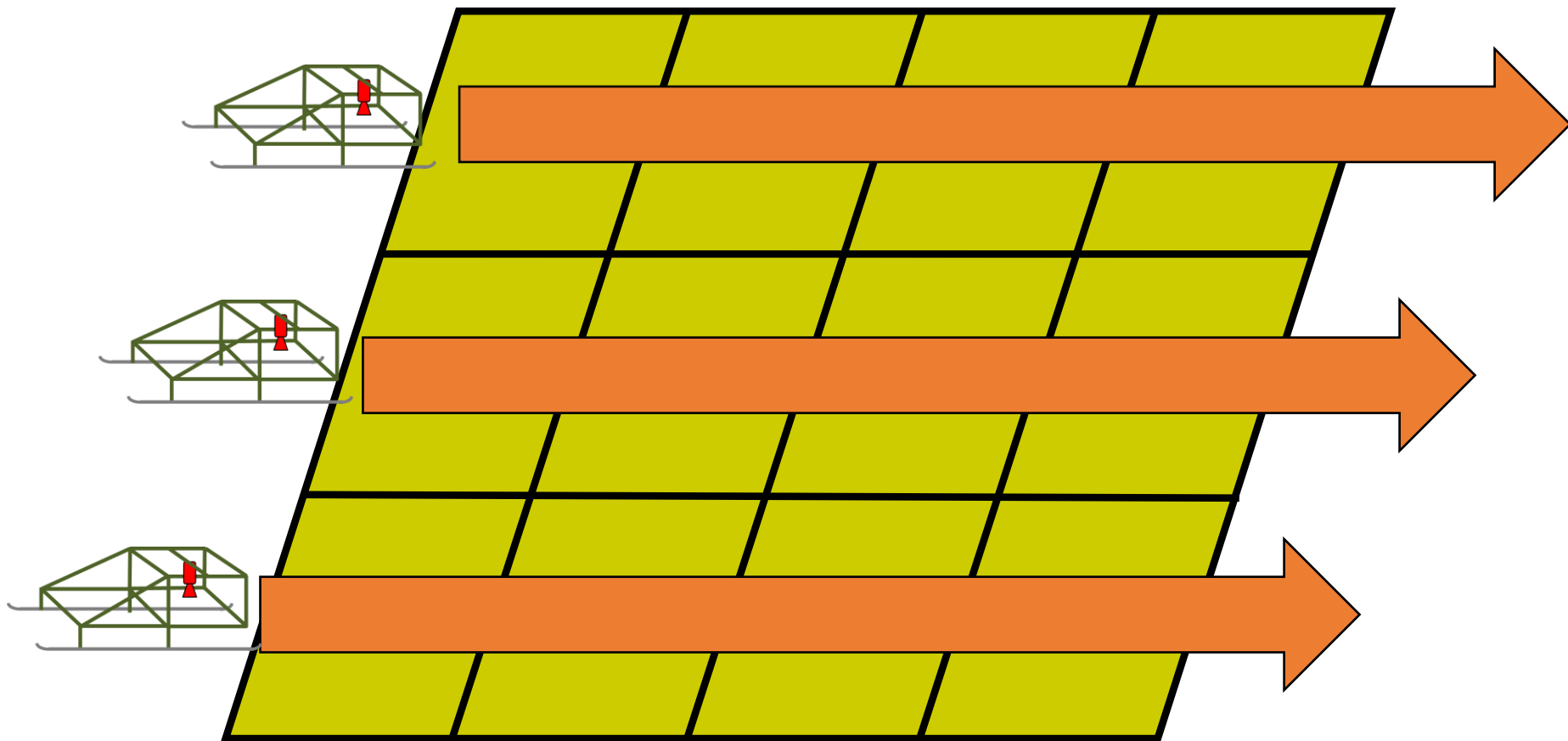
③ 底質環境の年変動



④ 生存率の年変動

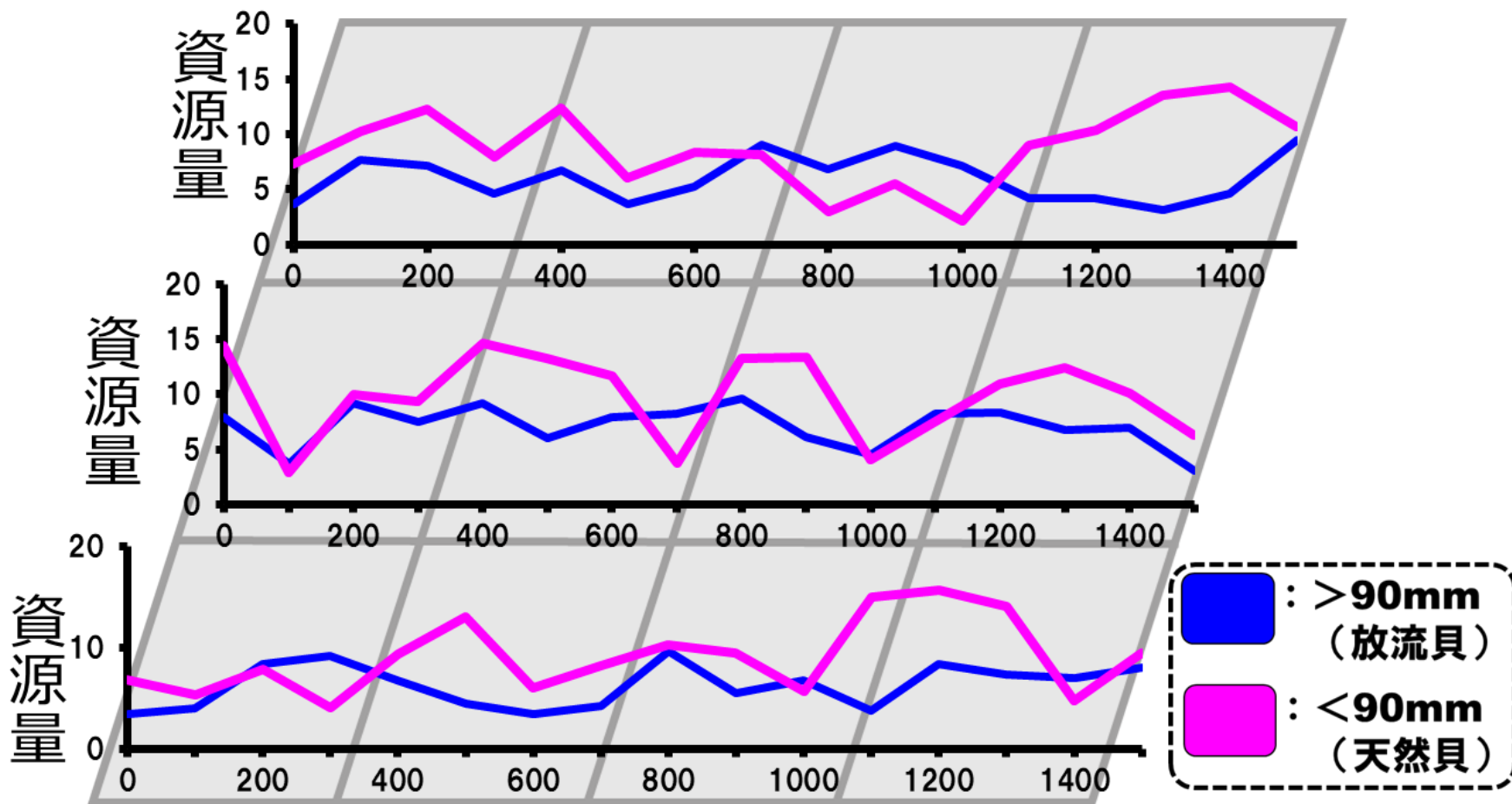


利用例（サイズ毎の個数把握）



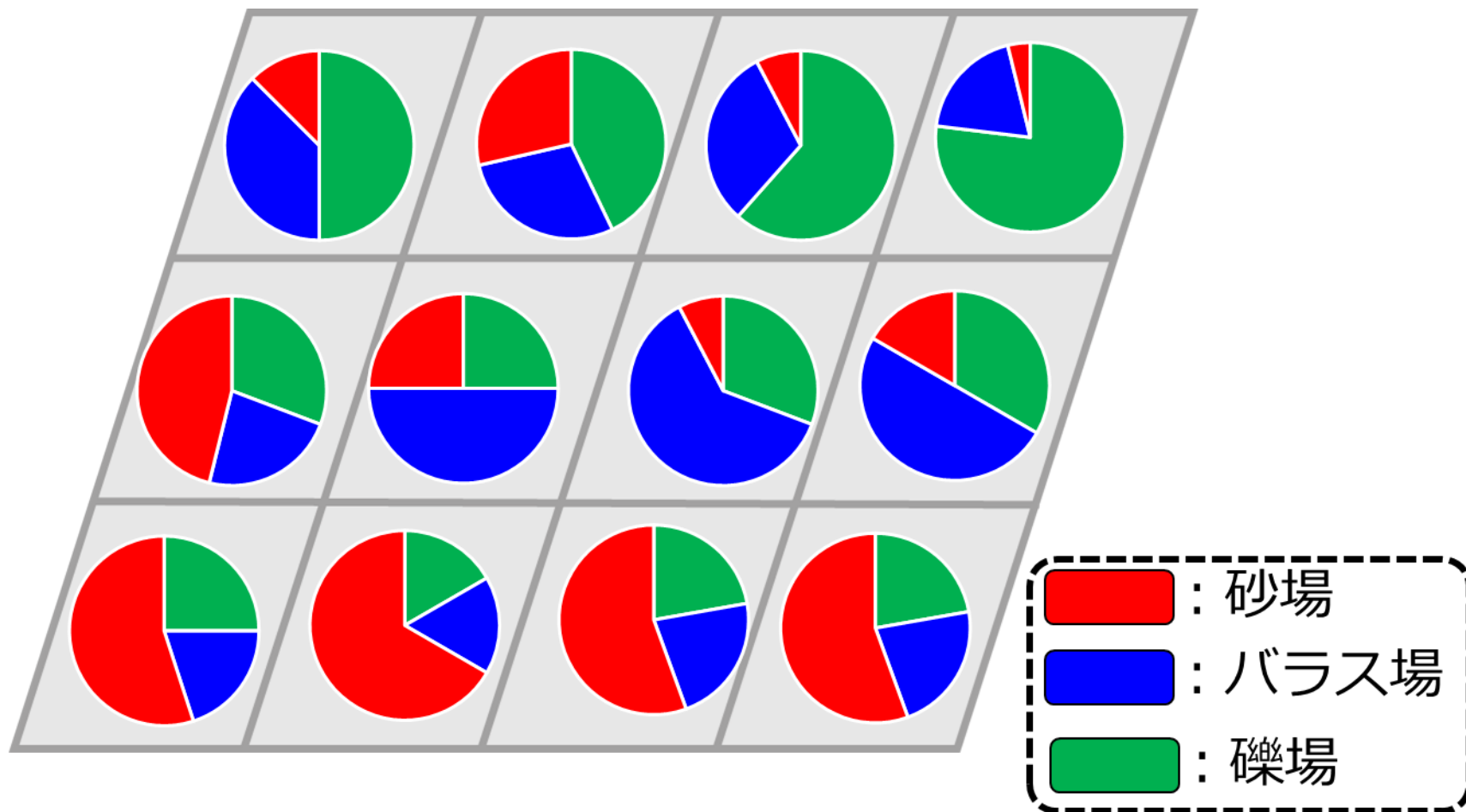
1区画当たり1ライン撮影した場合

サイズ毎の個数把握



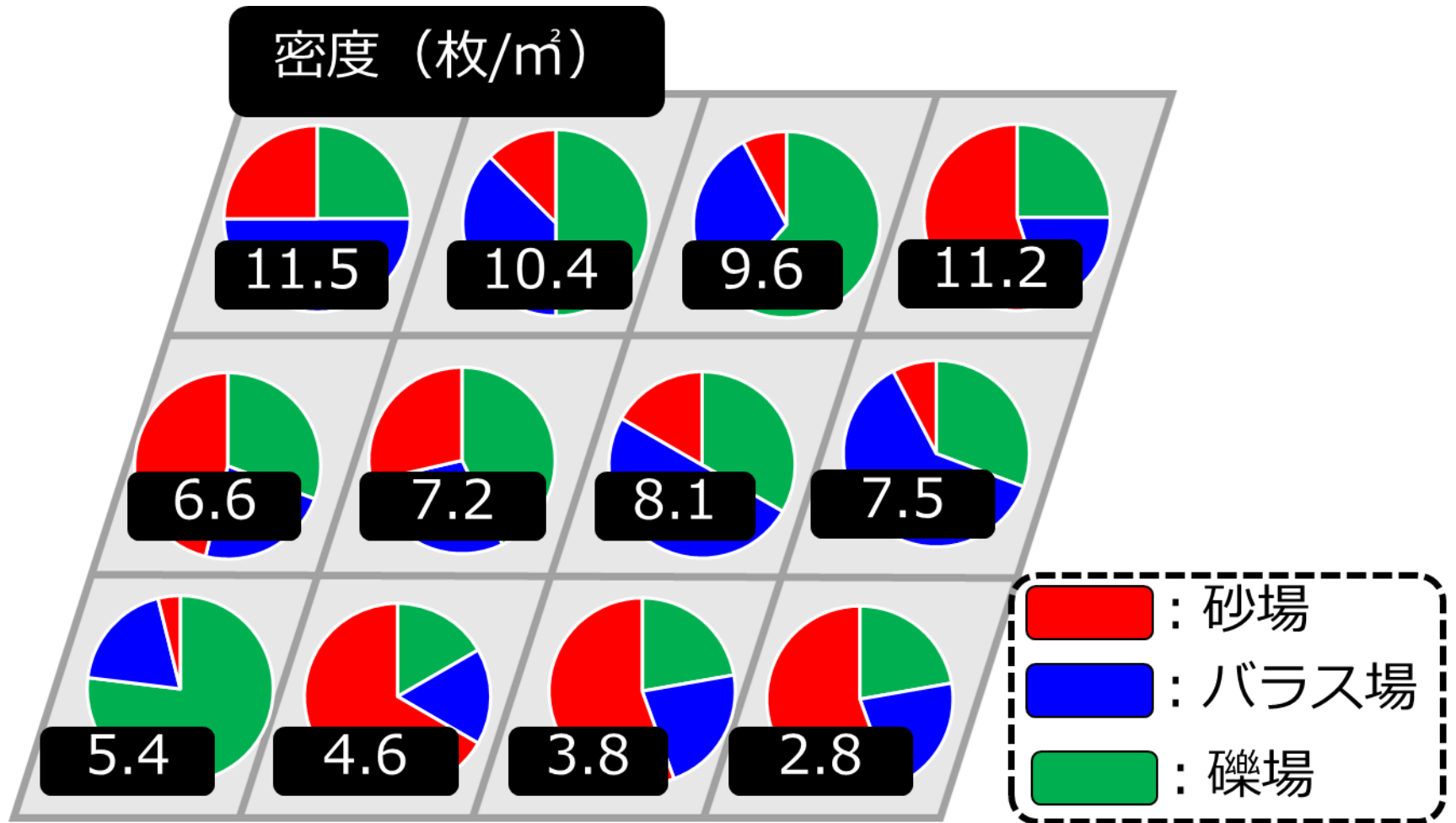
サイズごとに個数の推移が把握可能
(点ではなく線として分布を把握)

底質毎の密度把握



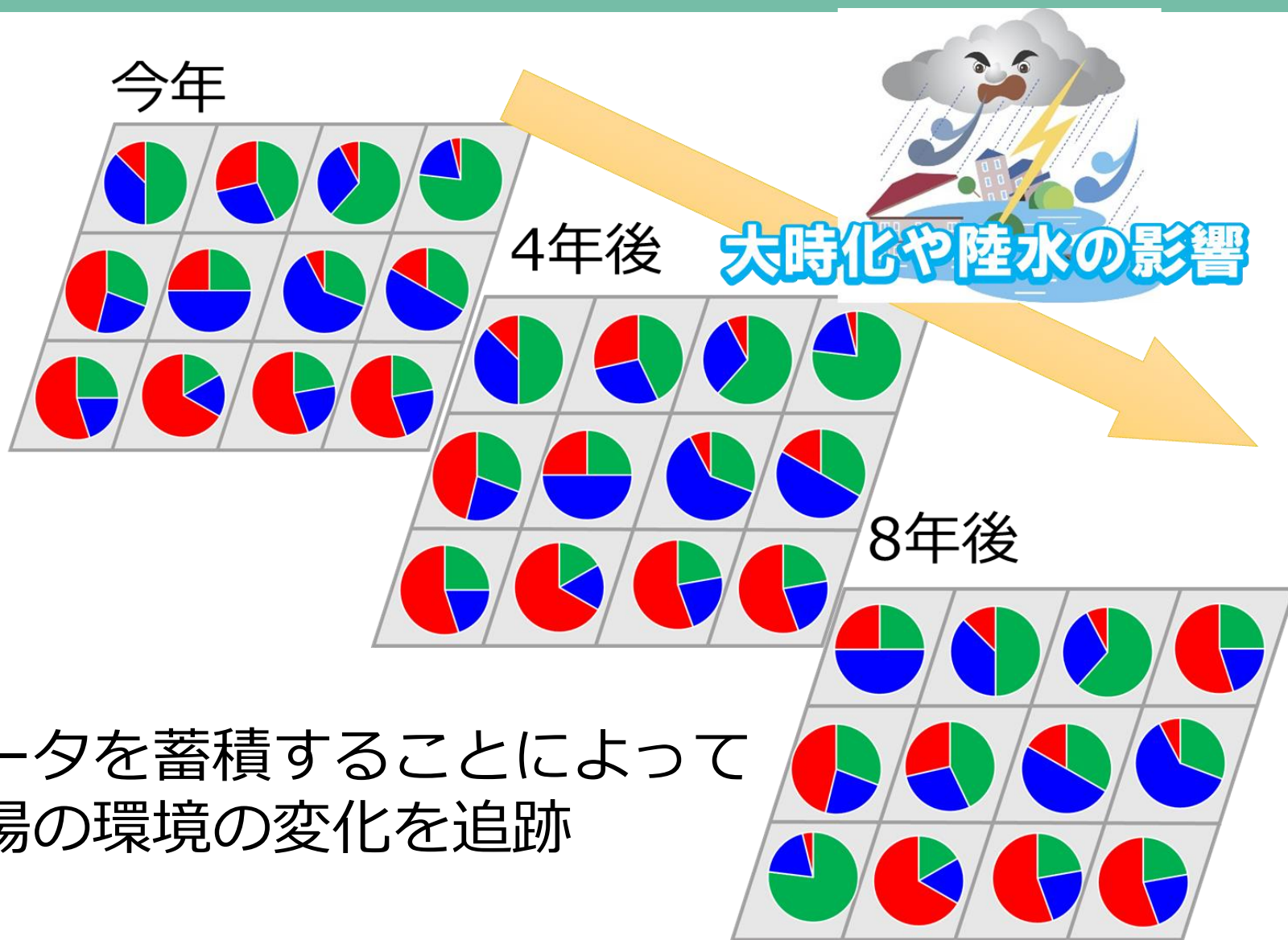
単位区画ごとに底質割合が把握可能

底質毎の密度把握



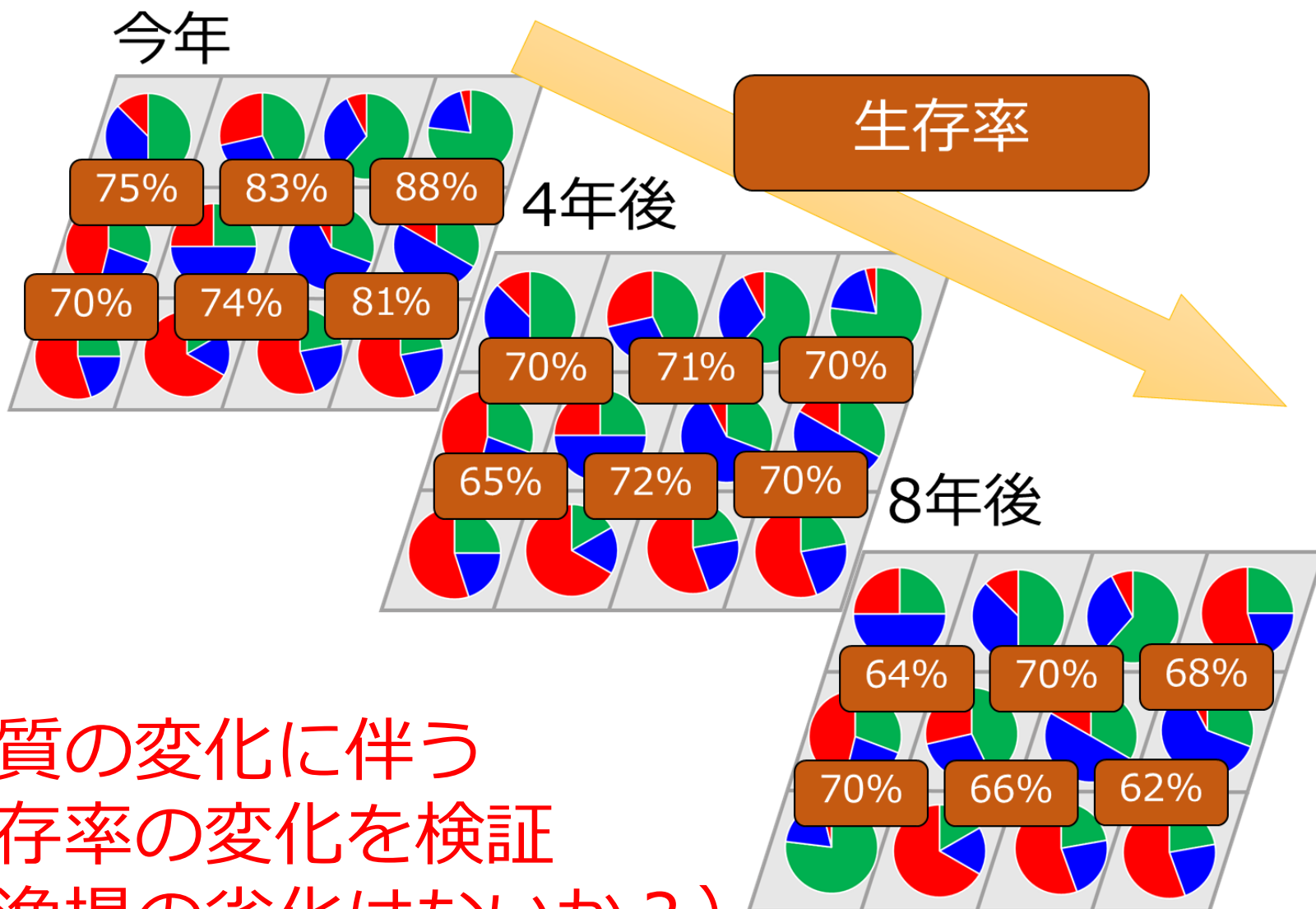
区画ごとに底質と密度の関係を検証可能
(区画ごとの放流数の改善へ)

漁場環境の年変動



データを蓄積することによって
漁場の環境の変化を追跡

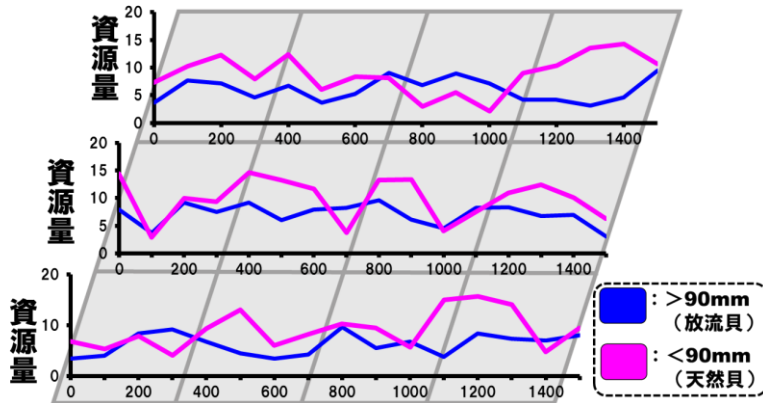
生存率の年変動



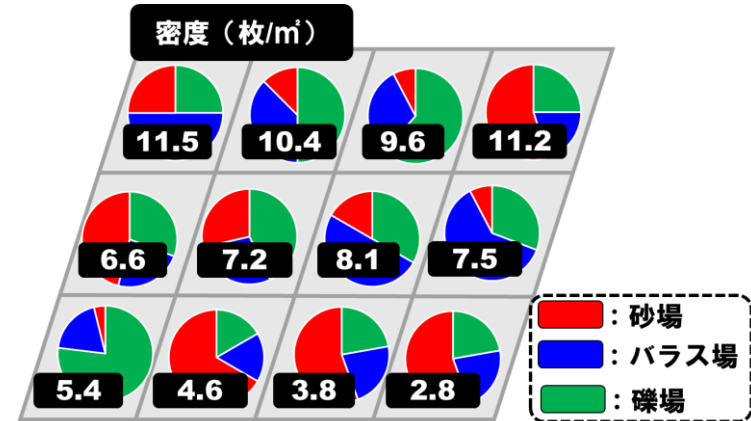
底質の変化に伴う
生存率の変化を検証
(漁場の劣化はないか?)

漁場を管理する技術として

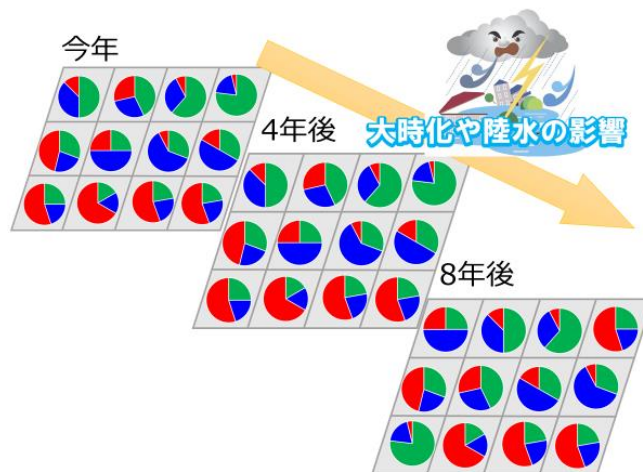
① サイズ毎の個数把握



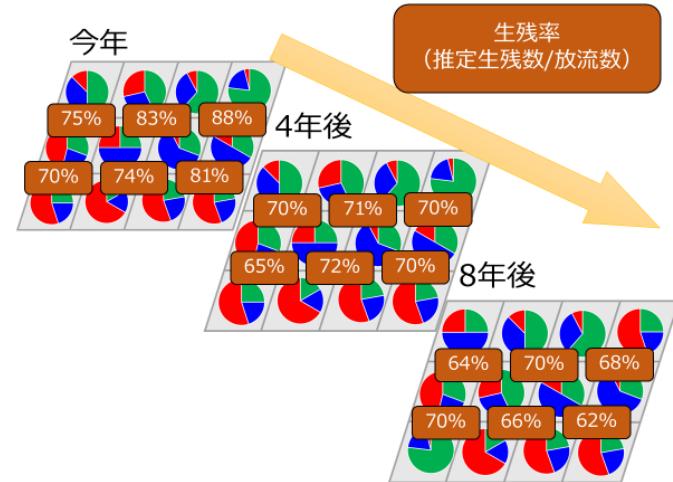
② 底質毎の密度把握



③ 底質環境の年変動

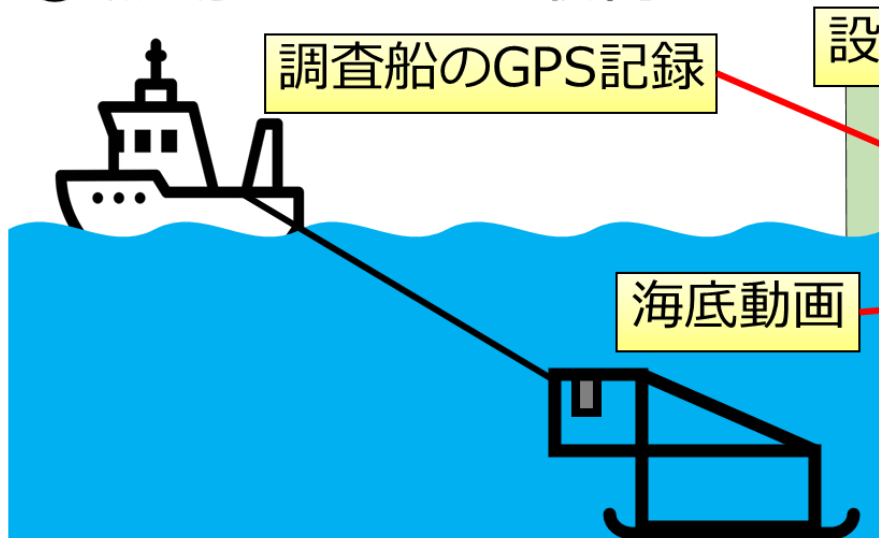


④ 生存率の年変動

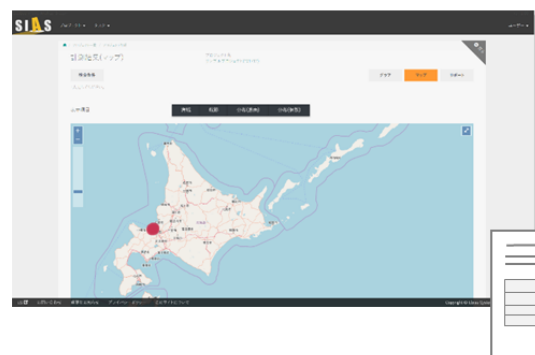
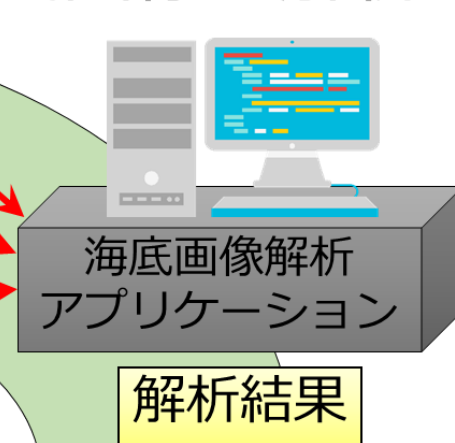


漁場可視化システムを開発

① 漁場のデータ取得



② 海底画像の解析



④ 海図に表示・帳票出力

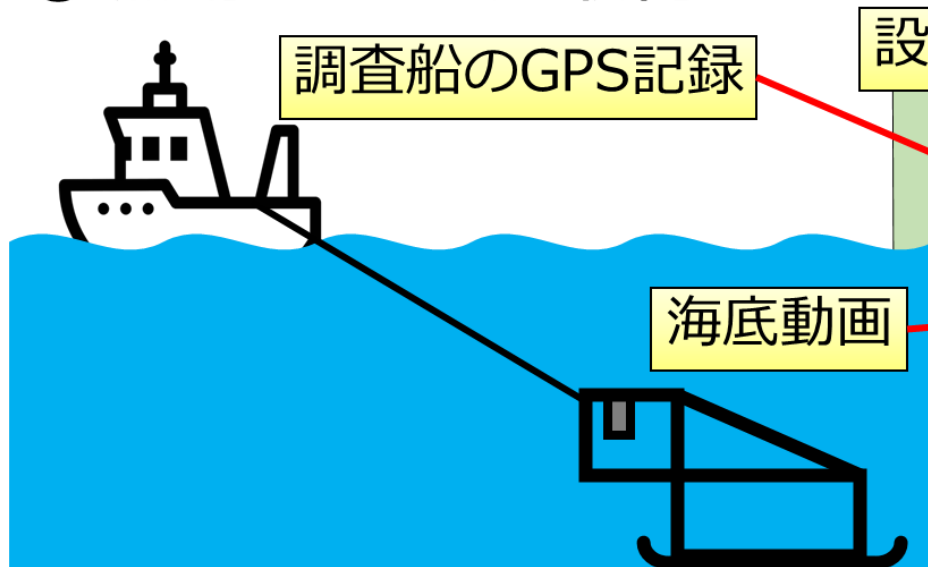
情報可視化
集計

クラウドサーバ

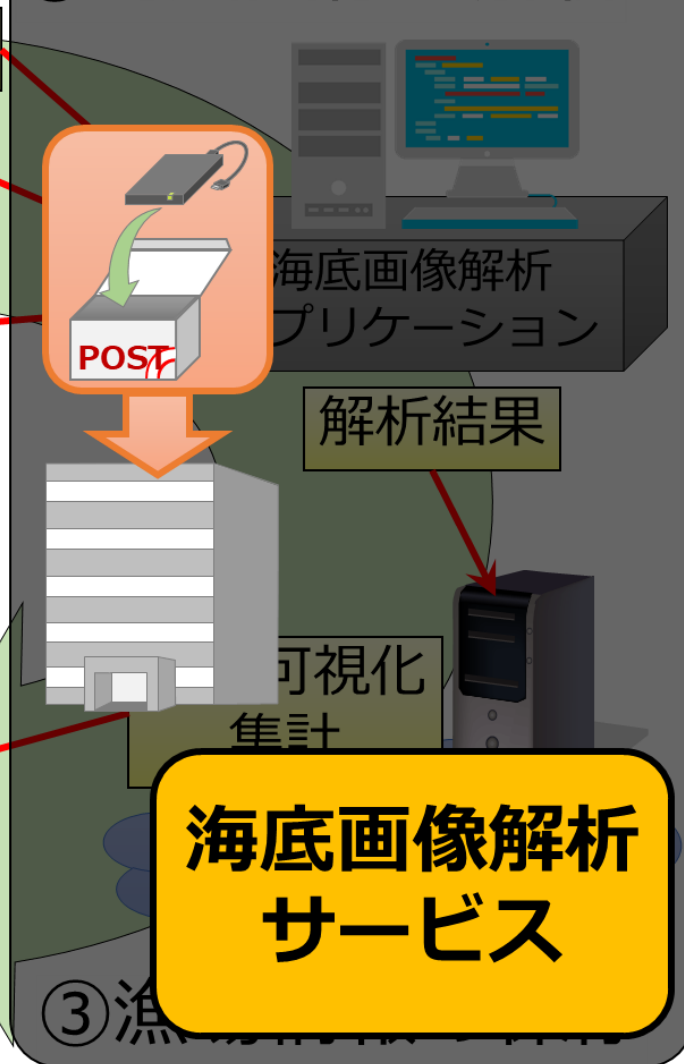
③ 漁場情報の保存

漁場可視化システムを開発

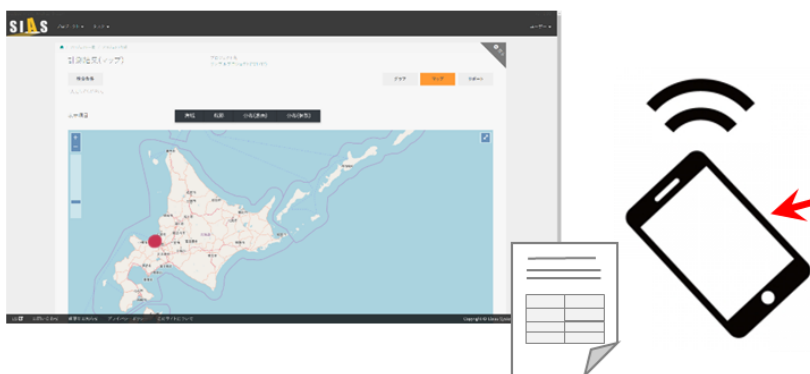
① 漁場のデータ取得



② 海底画像の解析

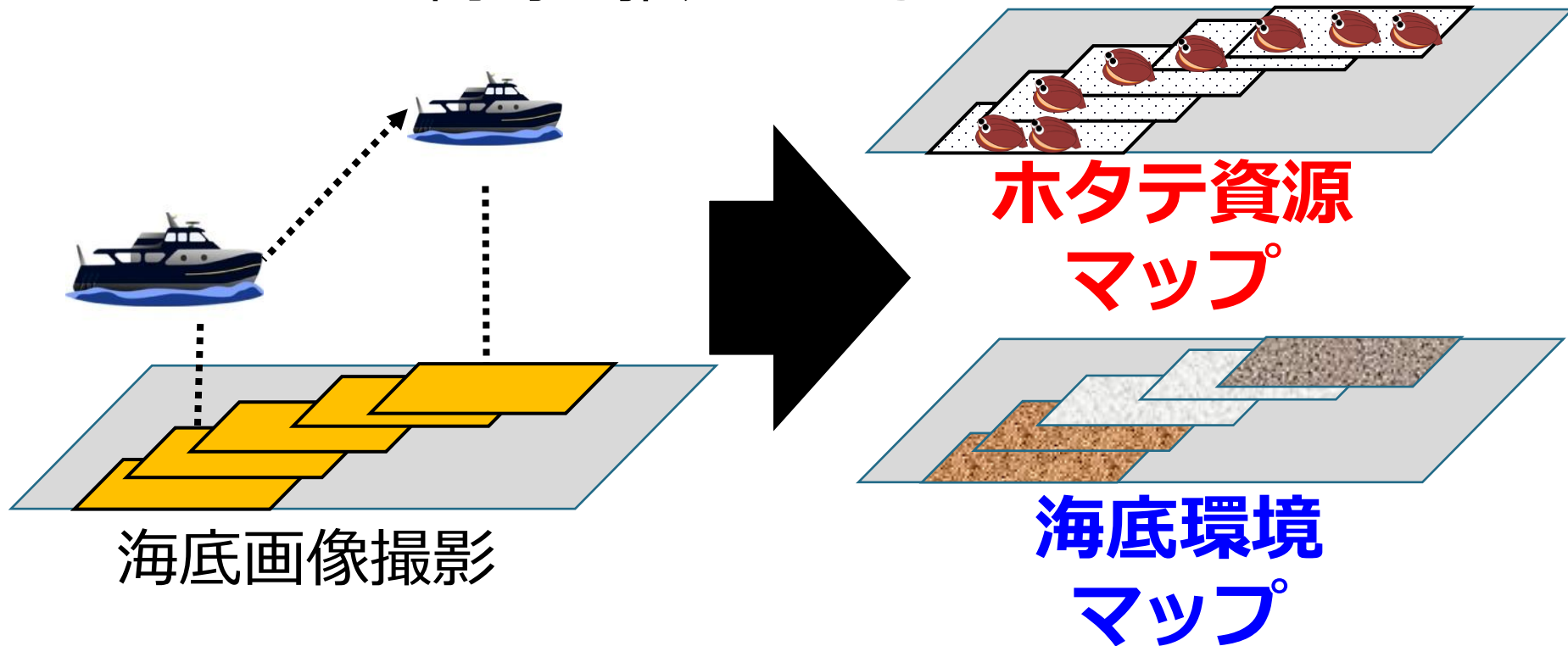


④ 海図に表示・帳票出力



結局のところ...

ホタテガイの資源量やサイズと海底環境を
同時に推定できると...



高精度な資源量推定だけでなく
管理方法も改善できる可能性

今後の可能性



様々な底生生物を数えられるかも・・・

まとめると...

北海道では天然資源の資源管理はしていない

種苗(稚貝) 生産

- 成熟・産卵は何歳から？
- その時のサイズはどのくらい？抱卵数は？

放流漁業

(分布の特徴)

- どのくらいの範囲（地域や水深）で分布？
- 生息密度やサイズの組成は？

養殖業

(生産効率・移動性)

- 何歳・どのくらいで、漁獲サイズ？
- どんな生息方法（表在性？潜砂性？）

ツキヒガイ漁業の目指す先は？

ホタテガイの群れ？

NHK



NHK「ダーウィンが来た！～謎の怪現象！ホタテ大集結」（2021/5/16放映）より

ホタテガイの回避行動の連鎖



NHK「ダーウィンが来た！～謎の怪現象！ホタテ大集結」（2021/5/16放映）より

参考URL（画像の利用）

青森県・青森県水産総合研究所

https://www.aomori-itc.or.jp/soshiki/sui_sougou/

https://www.pride-fish.jp/images/pdf/pref/1401186675_1.pdf

網走市

<https://www.city.abashiri.hokkaido.jp/380suisangyo/020suisanngakusyuu/030joukyuu/040zukann/010hotate.html>

北海道・北海道立総合研究機構

<https://www.pref.hokkaido.lg.jp/sr/ske/osazu/oz01fis/fis061.html>

<https://www.hro.or.jp/list/fisheries/marine/att/o7u1kr0000000cpb.pdf>

NPO法人やくも元気村

<https://yakumo-village.com/experience/>