

令和2年度 日本水産工学会 シンポジウム
(2020/12/19)

沿岸内湾域における養殖の課題と 養殖施設の技術開発への展望

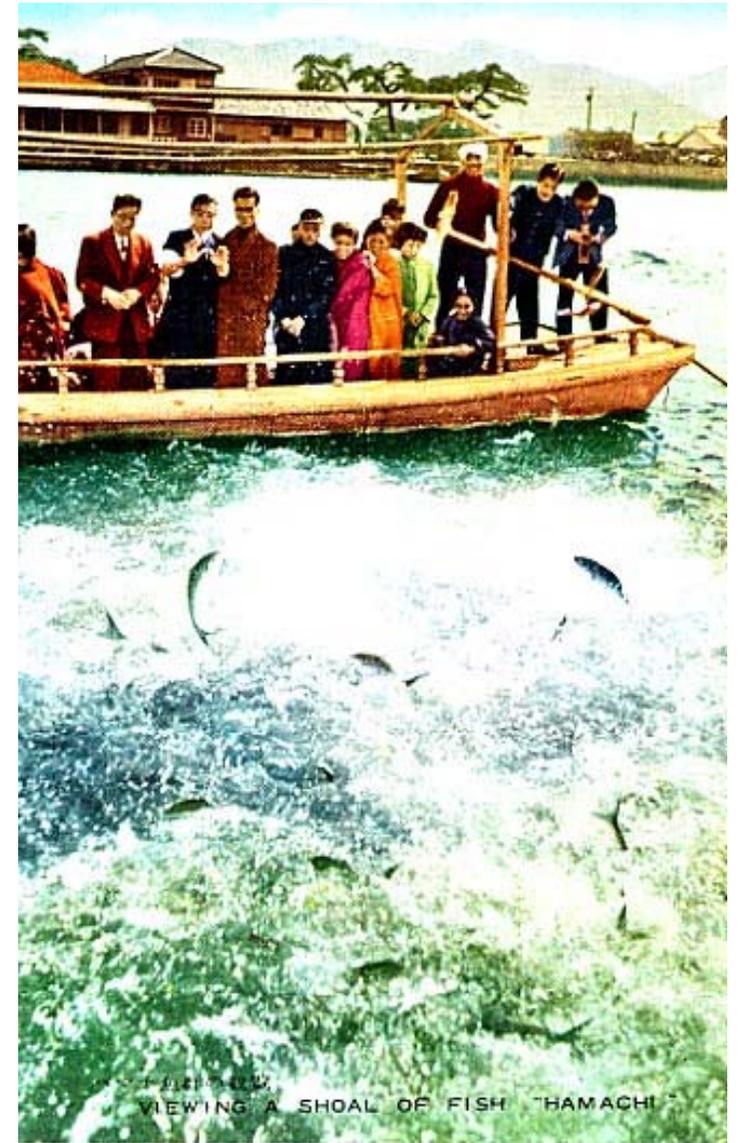
マリノフォーラム21 日向野純也
水産研究・教育機構 紫加田知幸

海産魚養殖の始まり

1928年

香川県東かがわ市
安戸池(あどいけ)

築堤式養殖場として
ブリの幼魚を放養

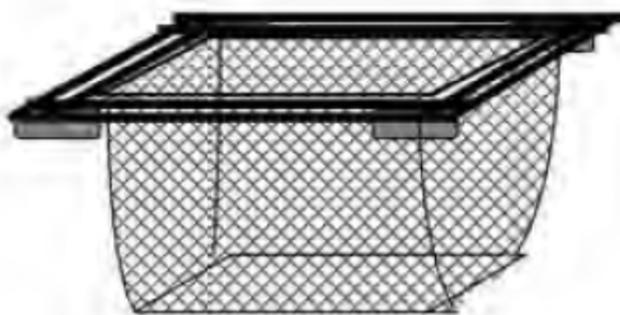


引田漁業協同組合Webページより

<http://www.kahiketagyokyo.jf-net.ne.jp/yousyoku/yousyokurekisi/index.html>

網生簀養殖の始まり

1954年に近畿大学の原田輝雄先生が和歌山県白浜町の近大白浜臨海研究所で開始した網生簀養殖試験



小割式網生簀

by宮下盛 水産技術, 1(1), 13-19, 2008



近畿大学水産研究所Webページより

<https://www.flku.jp/aquaculture/history/index.html>

網生簀式の養殖は
世界中に普及



基本的な方式に
変化なし

現在の養殖の問題点

- 赤潮や疾病による損失

Chattonella spp. や *Karenia mikimotoi* などの赤潮による被害は依然として大きく、疾病(細菌性・ウイルス性・真菌性や寄生生物など)による損害も継続

- 海域への負荷源

給餌養殖: 飼料由来の窒素・リンを生産量の数倍環境中に排出 (FCRが改善しても基本的には同じ状況)

- 設置海域の制約

開放的な海域では波浪が厳しいため内湾などの静穏域に限られ、養殖適地が限定

・給餌養殖における飼料原料の確保

魚粉原料の浮魚類生産が不安定＋世界的な魚粉の需要
→価格の高騰、原料確保の競争

・国際的な競争

ノルウェー産の大西洋サケやチリ産のギンザケなどが世界の養殖魚市場を席卷
世界市場における日本産養殖魚の競争力が課題

・経済性の低下

生産物価格が低迷する中、飼料コスト・人件費・施設コストが収益率を低下させる要因に

将来予想されるリスク(既に顕在化)

- **水温上昇による環境の不適化**

地球温暖化による海水温の上昇により対象生物の適水温域を超えてきた場合、従来から続けてきた種を養殖できなくなる

→対象種を変更or高温耐性の系統を選抜など生理状態の変化にともなう成長や成熟条件の変化、水温以外の水質環境や疾病等の発生条件が変化することも考慮すべき

- **台風の強大化**

内湾域であっても台風により施設が破壊されたり、養殖魚が死亡・亡失するなどして甚大な被害の発生が増加する恐れ

これらの問題に対する対応の方向性

- ・養殖場の沖合化・大型化
⇒北澤先生のご講演
- ・陸上養殖の導入
⇒遠藤先生のご講演

既存の沿岸養殖場を持続的・効率的に活かし続けることは必須

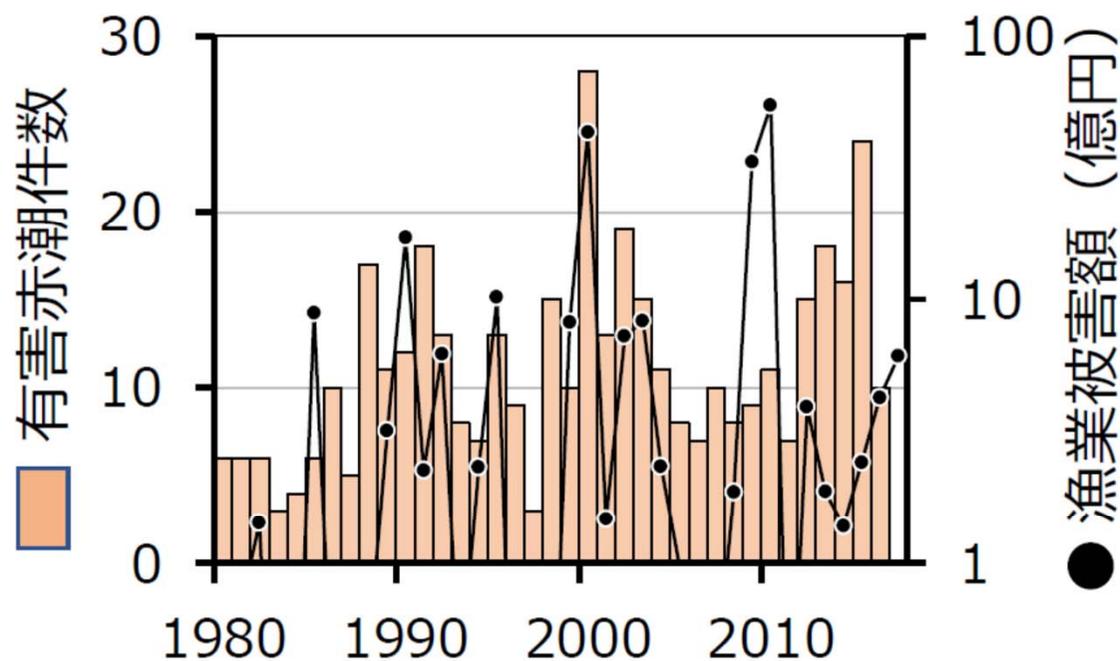
沿岸域の養殖

1. 赤潮対策、疾病予防と治療、魚粉代替飼料の開発
2. 新たな市場開拓や輸出に向けた魚種開発と品質改良・保証
3. 生態系に調和した新たな養殖方法と施設開発

赤潮被害に対する対策

持続的養殖生産確保法(1999)による漁場改善計画の
実行や飼料の改善が図られてきたが、

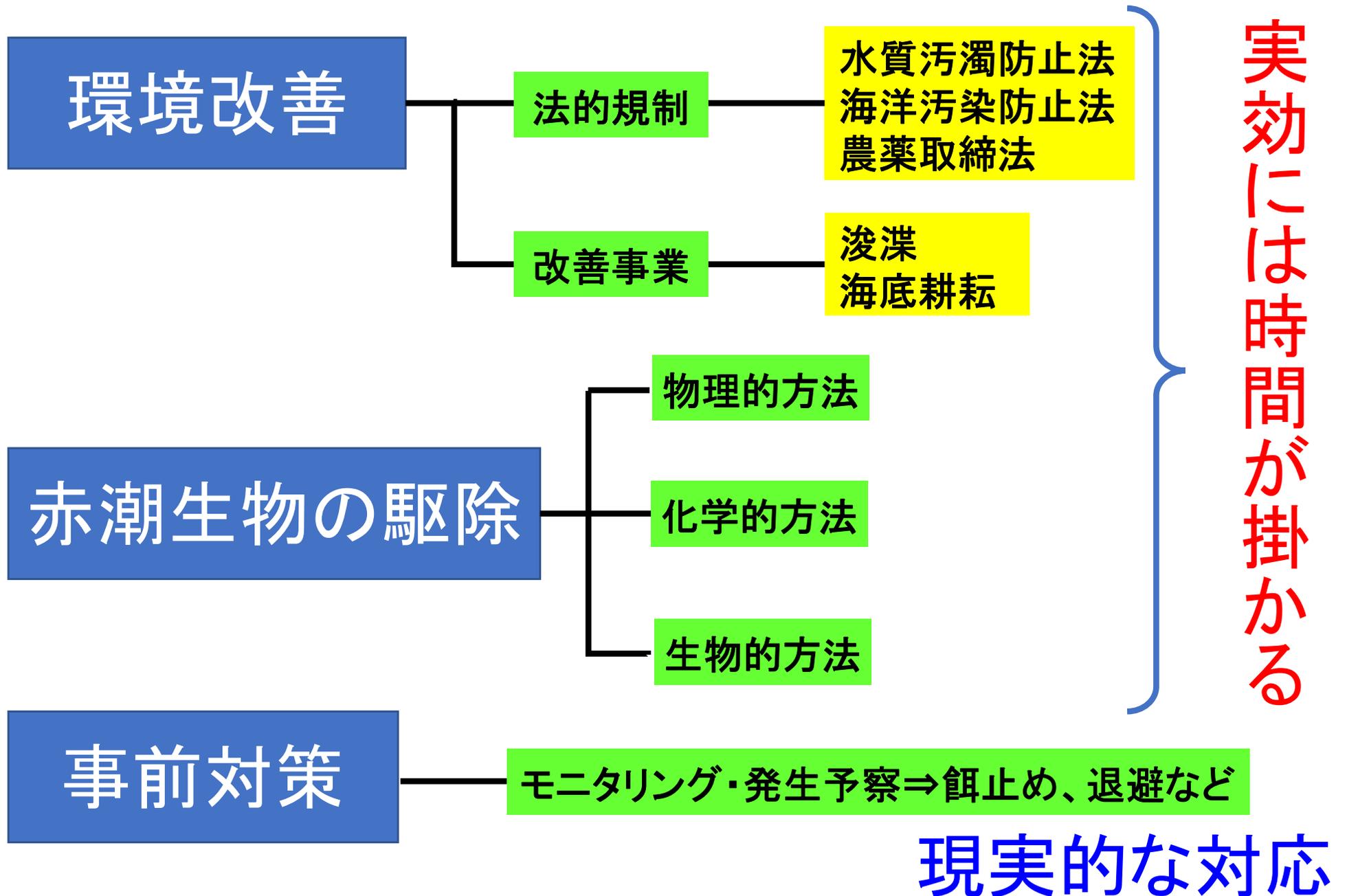
赤潮の発生件数も被害額も全く減っていない！



九州海域における赤潮被害の推移

赤潮被害発生現場

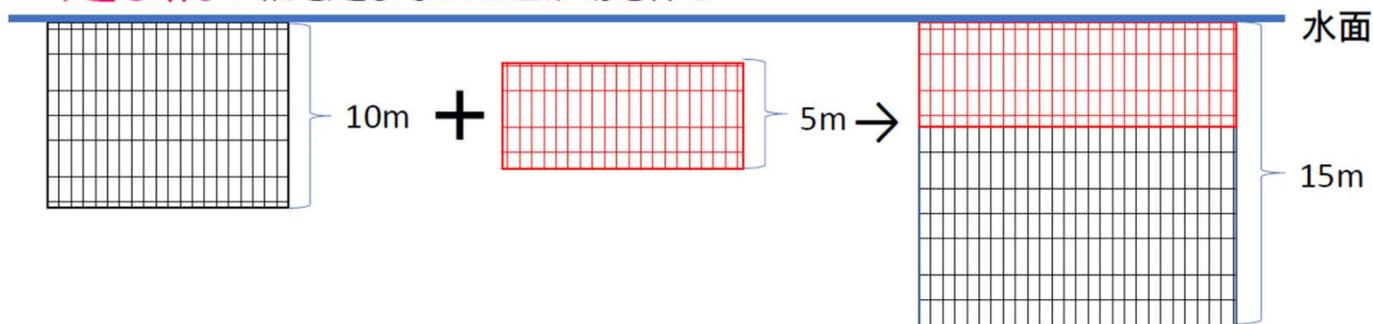
赤潮被害の軽減策



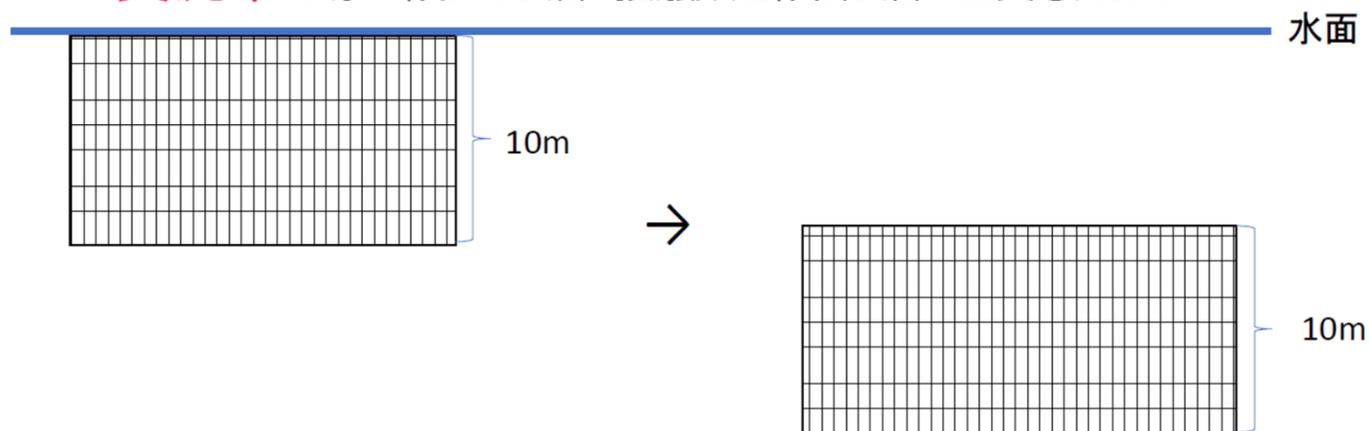
赤潮から逃がす（退避させる）

シャットネラの日周鉛直移動を観測すると、
昼間表層に集積、夜間表層から10～15mまで下降
⇒10～15mより深層まで網丈を伸ばす、沈下する

- **足し網**：網を足して魚の逃げ場を作る



- **生簀沈下**：赤潮が少ない層、接触頻度が低い層へ生簀を沈める



足し網、生簀沈下の特徴

(10m×10m生簀の場合)

➤ 足し網

【長所】低コスト（網代：中古で数万円/基）。

【短所】準備に時間がかかる（網の準備。取付けは丸3日/数基。）

【備考】足す網の長さは物理条件や水深によるが10～15mくらい。

魚が赤潮から逃避することが前提

➤ 生簀沈下

【長所】設備さえ準備してあれば沈下するだけであるので、即実施可。

【短所】浮沈設備が高コスト（10m生簀：500万円←300万円）。

【備考】沈下可能深度は物理条件や水深によるが10～15mくらい。

魚の遊泳層の幅は変わらない（10m～15m）

足し網・沈下の研究開発により赤潮被害の大幅軽減に寄与

【今後の方向性】

- 赤潮プランクトンおよび養殖魚の行動パターンの解明
- 行動予測アルゴリズムの確立
- 環境と赤潮の鉛直分布を自動監視しながら自動で浮沈する生簀の開発
- 足し網のためファスナー式など簡便に網を着脱可能な方法の確立
(足し網には多くの労力と時間が必要なため、漁具・漁網の専門家の協力が必要)

IT化、システム開発とAI化、漁具・漁網材料の開発が必要

将来に向けた水産工学的観点からのアプローチ

養殖施設の改良:

網生け簀を基本とした方式を見直し、外囲の環境変化の影響を受けにくい施設を開発

→生簀の構造や素材の見直し

(欧州では既に閉鎖系のシステムも提案)

- ・施設の流体抵抗や耐波浪性など
- ・水温が高い日本周辺海域で閉鎖型を適用するためには、増肉係数や排泄量をベースに収容量と海水交換や水処理技術などを検討する必要

将来に向けた水産工学的観点からのアプローチ

係留方法の検討

多点係留：生簀の移動は困難

一点係留：吹かれによる生簀の沈下や形状変化

赤潮・台風等の襲来→如何にして逃げるか

- ・鉛直方向の退避（足し網、浮沈式）と水平方向の退避（曳航など）

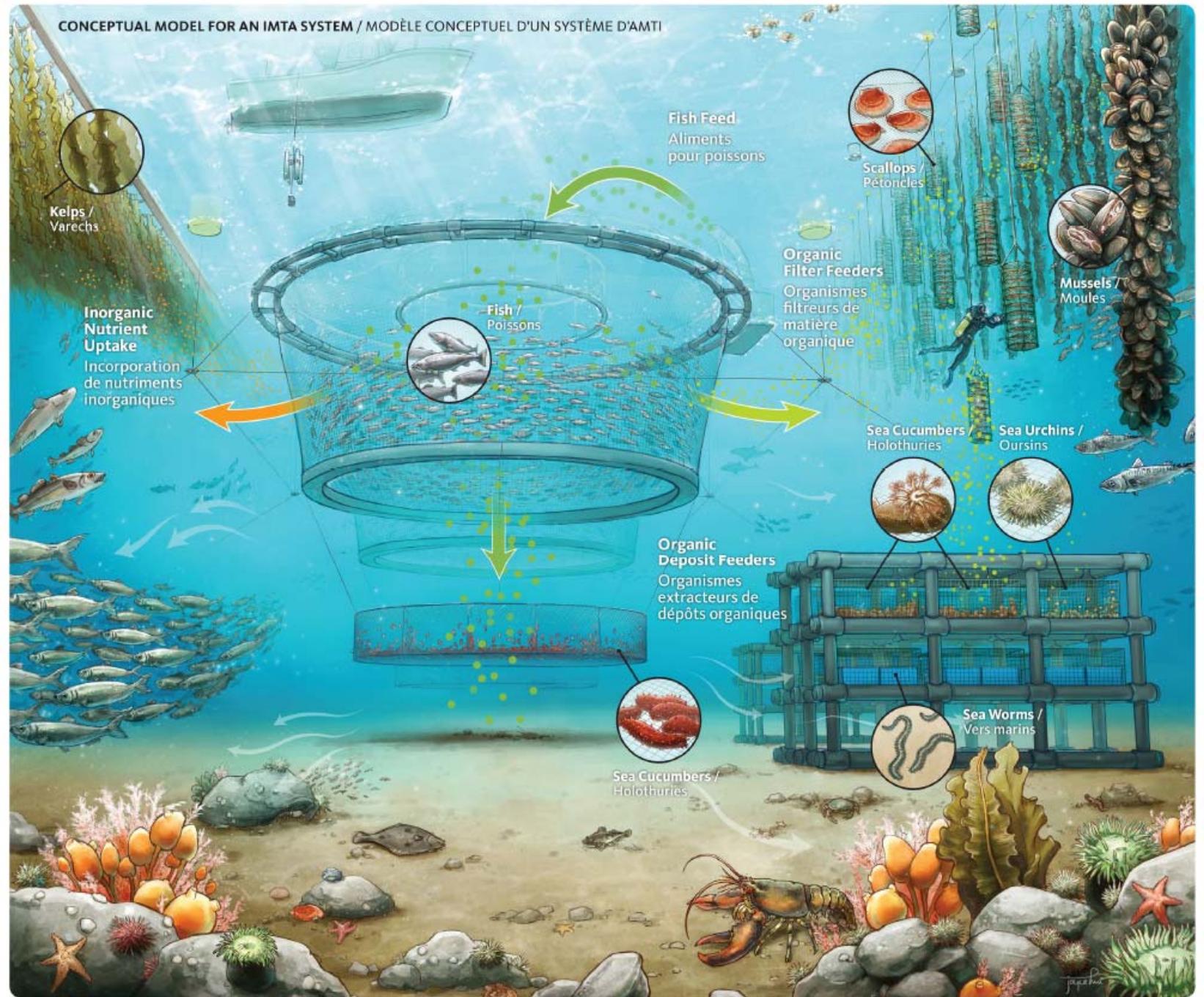
施設の構造や素材と併せた検討が必要

- ・究極的には自動定点保持システムを導入した無係留養殖生簀も開発目標に加える価値

責任ある養殖業に向けて

- 養殖によって発生する老廃物(尿、糞や残餌など)や廃棄物が環境中に放出されることがないゼロエミッションが理想
- 老廃物を環境中に放出させないことは実際には不可能
→その量を減らす＋存在形態を他の栄養源として利用可能な形にする(汚泥を堆積させない)
- 閉鎖循環養殖のシステム等を取り入れ固形物は回収し溶存態の成分は無機化して排出
- IMTA (Integrated Multi-Trophic Aquaculture) のような複合養殖を取り入れ窒素・リンなどの物質収支のバランスをとる
 - ➡高度処理や複合養殖の経済性と有用性を成立させるための技術開発や評価手法の開発が必要

IMTA (Integrated Multi-Trophic Aquaculture) の概念図

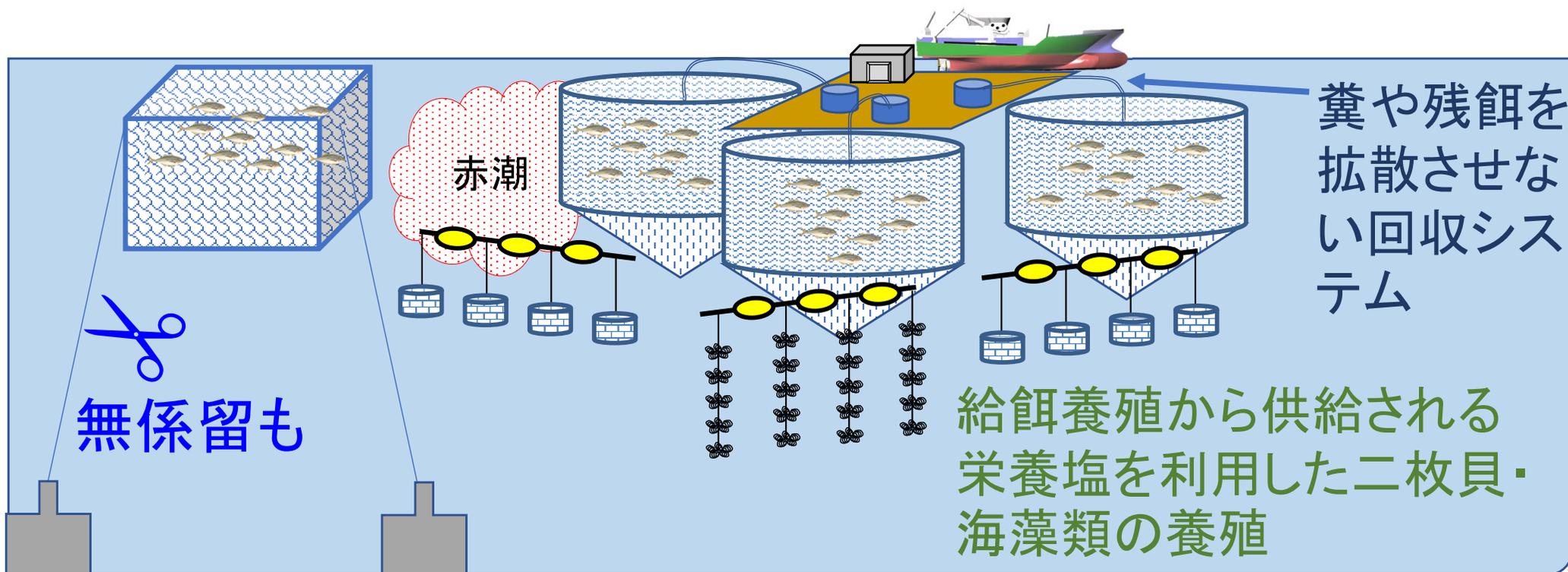


● Inorganic Dissolved Nutrients / nutriments inorganiques dissous
⇒ Water Current / courant d'eau

● Organic Fine Particulate Nutrients / nutriments organiques à particules fines
● Organic Large Particulate Nutrients / nutriments organiques à particules grossières

多目的プラットフォームを有する複合型養殖施設

赤潮・貧酸素水塊を
遮断する養殖生け簀



* その他、漁港区域の利活用も(既に始まっている)

インセンティブ：養殖業のイノベーションを起こす

- ・制度上の留意点（新たな養殖施設・海域で展開する場合に、漁業法や漁業権に抵触しないこと）を念頭に置きつつ産学官で連携して進める
- ・要素技術をそれぞれ単独で適用することを考えるのではなく、社会・経済構造を含めたシステムの中で一連の技術を統合させるプログラムを開発し、順応的に新しい養殖業を構築

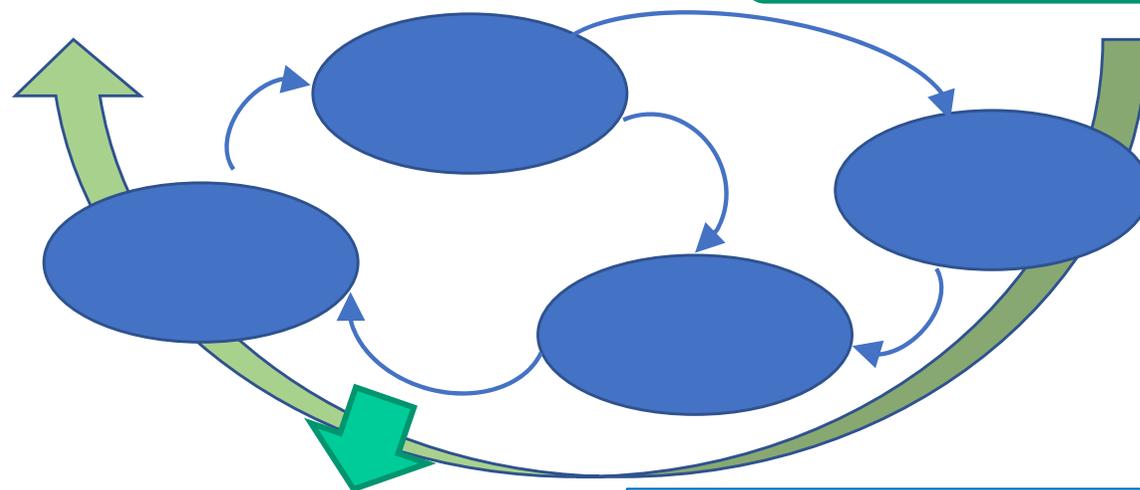
技術開発の方向性と統合化(システム化)

個々の要素技術の開発だけでは将来を見通せない

問題・課題

要素技術・材料

設計・適用方法



種々の構成要素間の
関連を考慮すべき

社会還元

最適化を図るためのシステム思考の
アプローチとPDCAサイクルの導入