

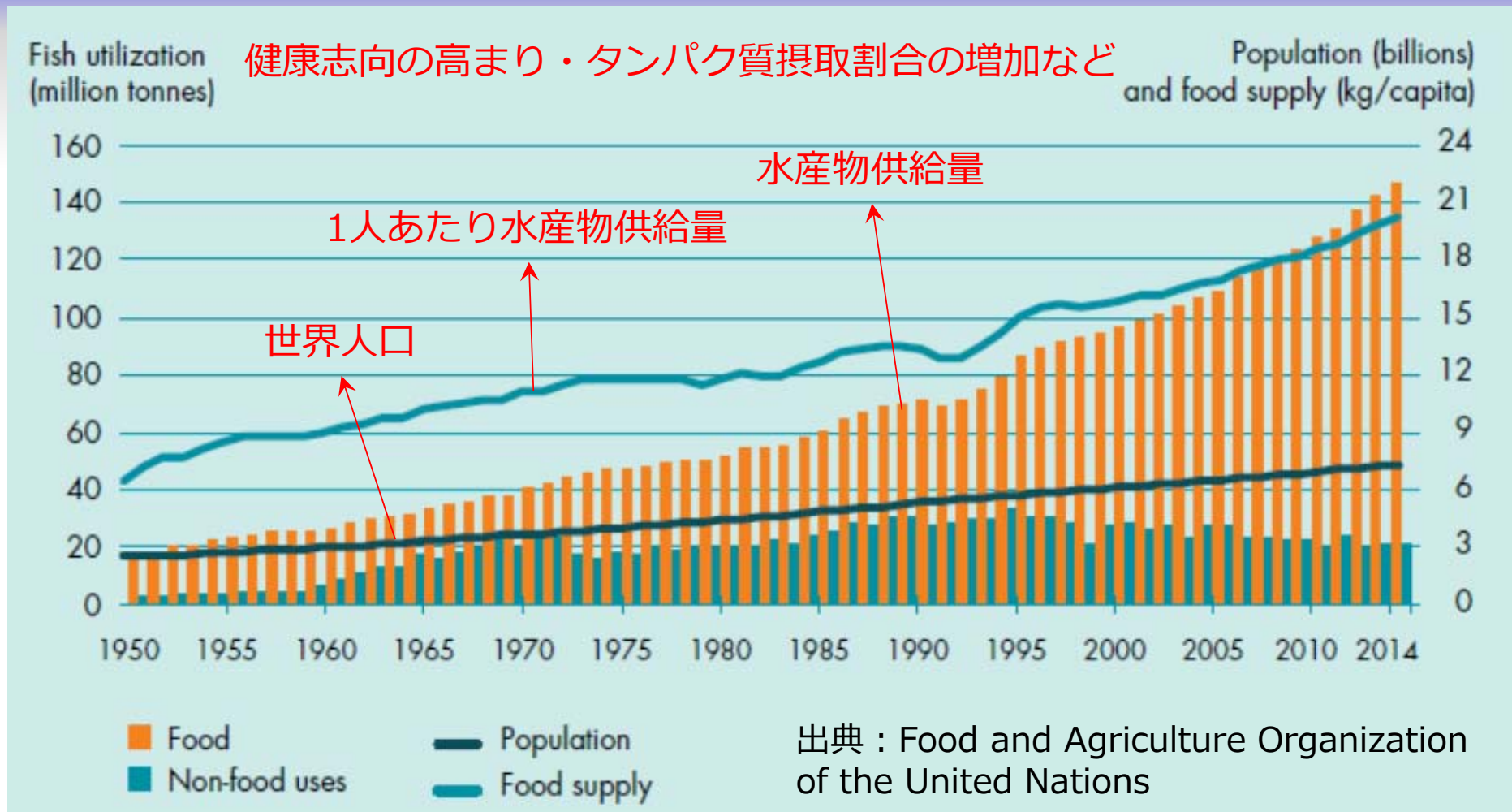
(公財) 農学会・日本農学アカデミー共同主催 公開シンポジウム
「自然からの災害に備える」

災害に強い養殖業を目指して

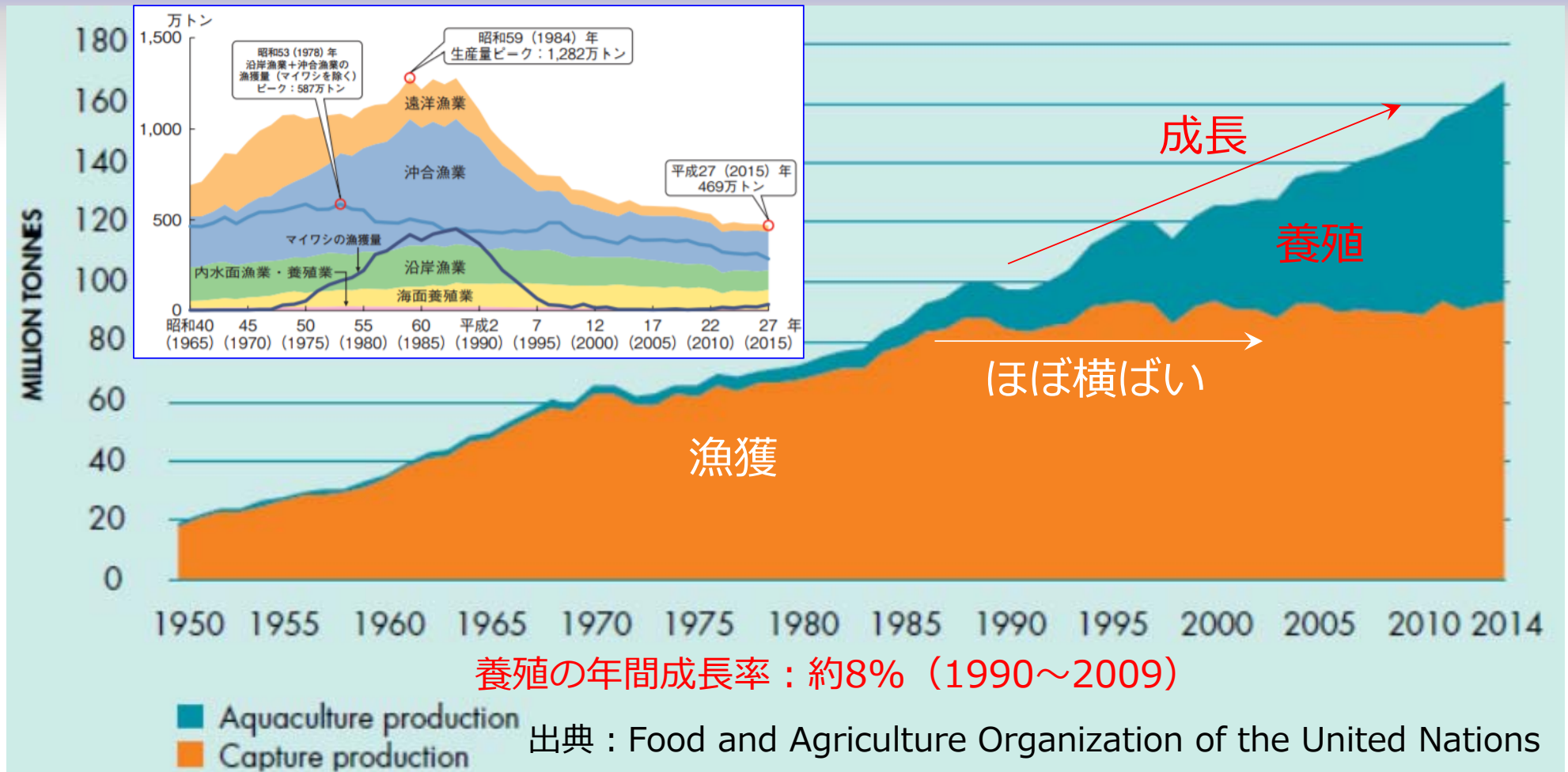
平成31年3月9日 13:00～17:30 @東京大学農学部弥生講堂一条ホール

東京大学生産技術研究所 北澤 大輔

世界の水産物供給量



世界と日本の水産物生産量

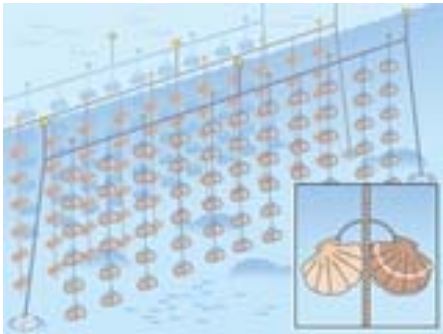


養殖の年間成長率：約8%（1990～2009）

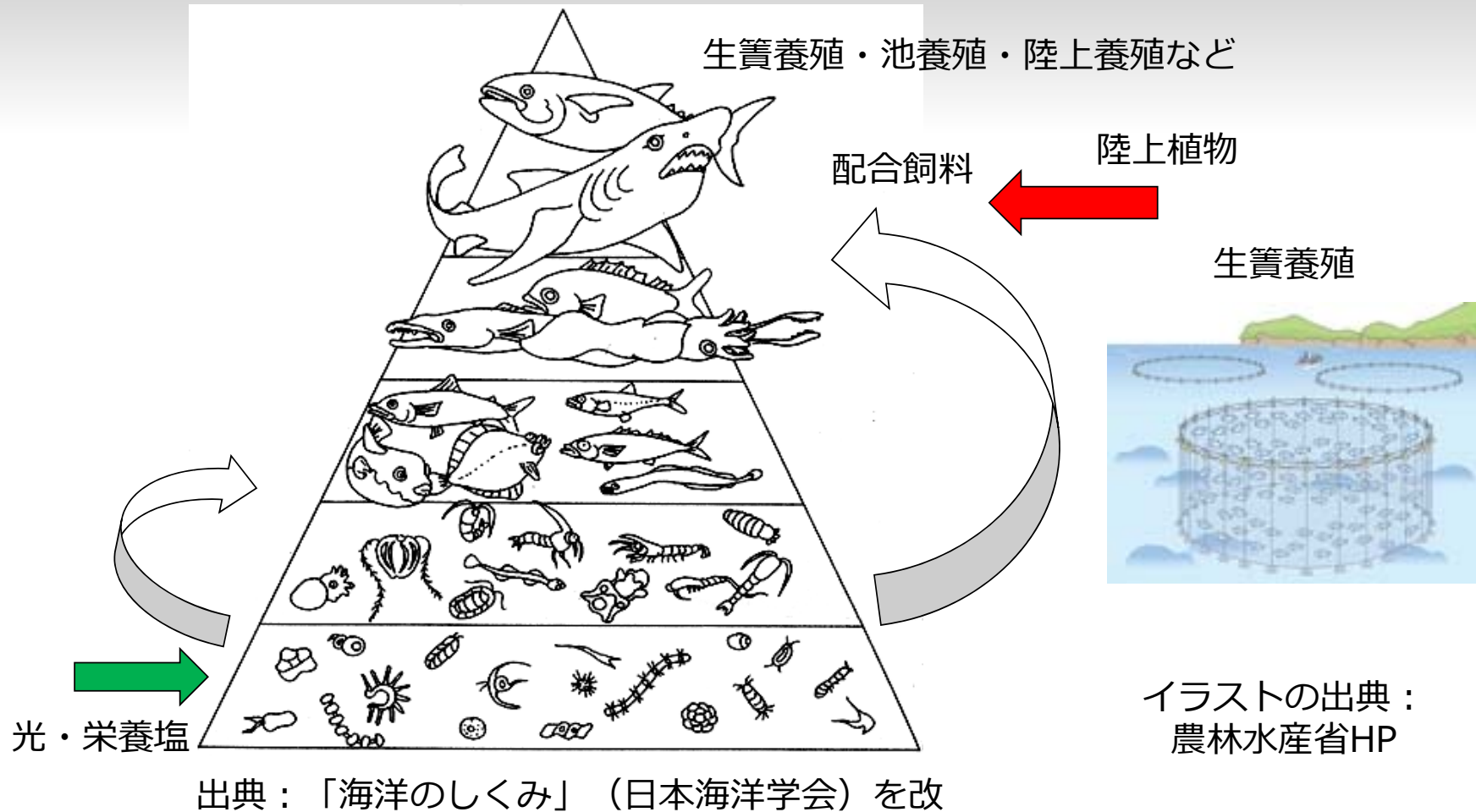
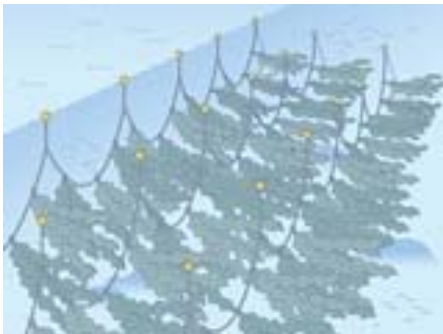
出典：Food and Agriculture Organization of the United Nations

養殖とは？

貝類の養殖



海藻類の養殖



イラストの出典：
農林水産省HP

養殖設備に働く外力



有義波高：約20分間に観測された波を高いものから並べて、上から1/3の波の平均高さ。目視波高に近い。台風襲来時には10mに達することもある（最大波高は20m近く）。

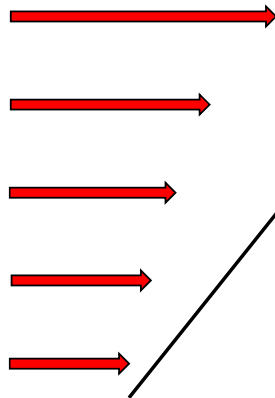


水面で風速の数%
たとえば、風速30 m/sの
3%とすると、0.9 m/s
(約1.75ノット)

波浪

生簀

風による
流れ



内部波

流速は、海面から
海底まで大きい



津波・高潮

高波中の生簀



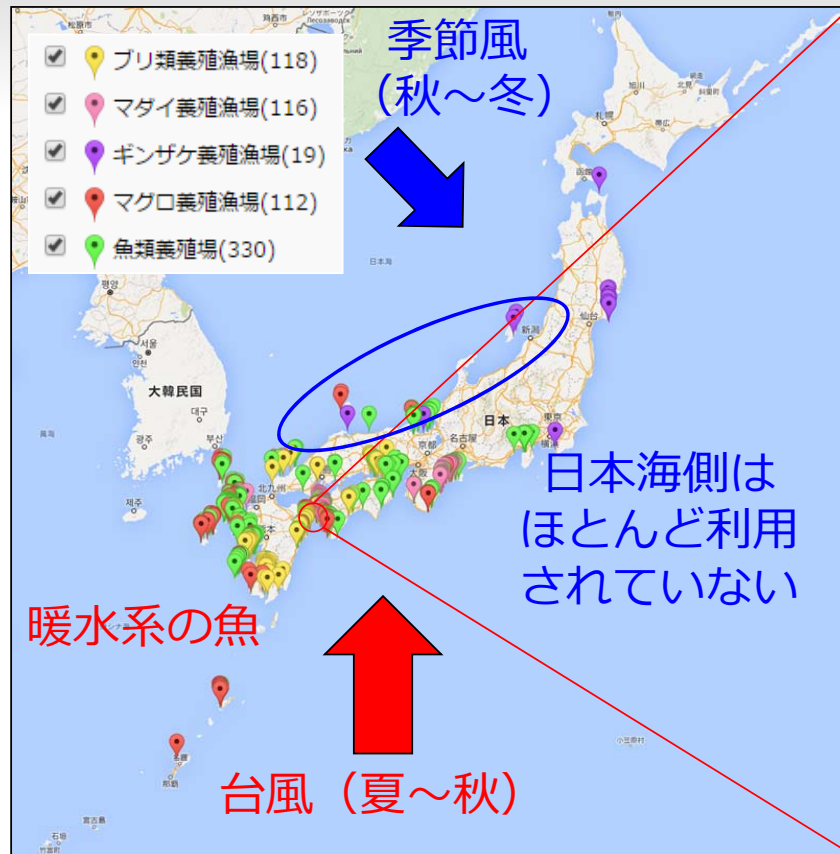
9日は大変な時化で
最大波高は3m近くありました

波高3m程度であっても、養殖設備の一部が破損することがある

※日東製網株式会社提供

日本の生簀養殖場

養殖漁場マップ



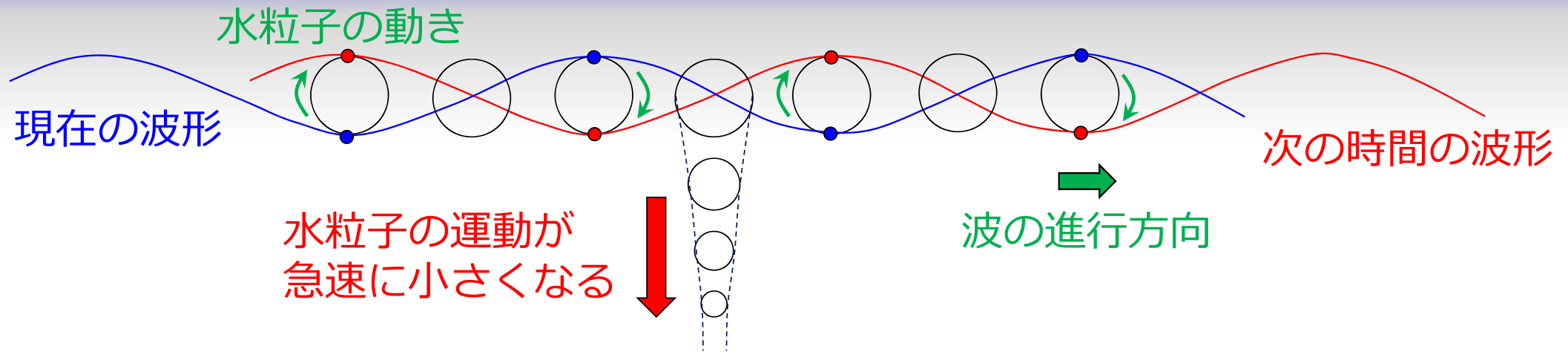
出典：マリノフォーラム21HP

高知県柏島近辺の養殖海域



出典：Google map

波とは？



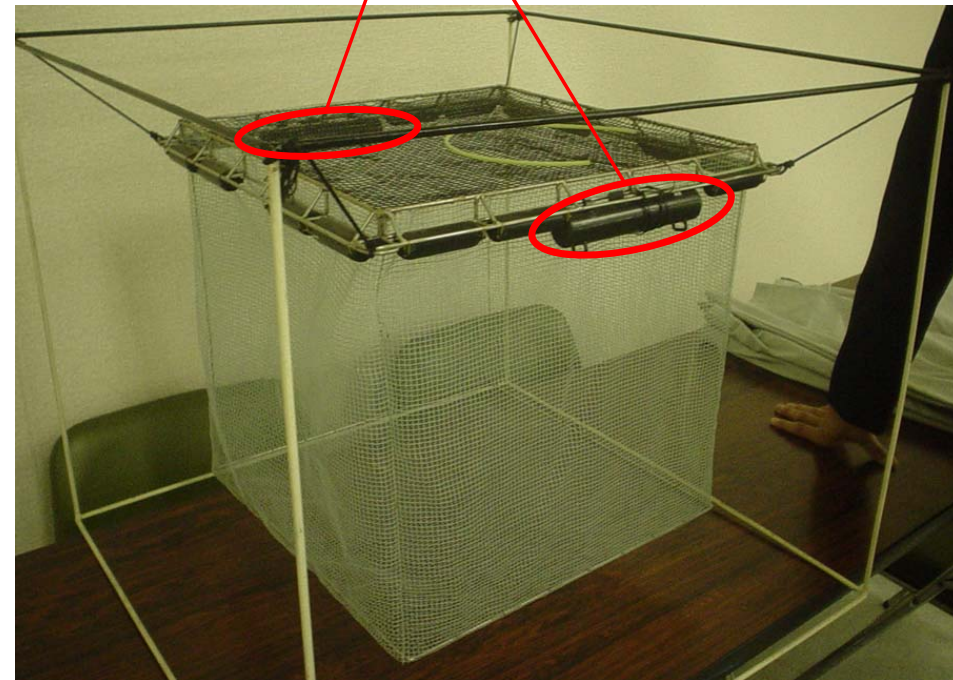
出典：Ruellan & Wallet (1950)

浮沈式生簀の効果



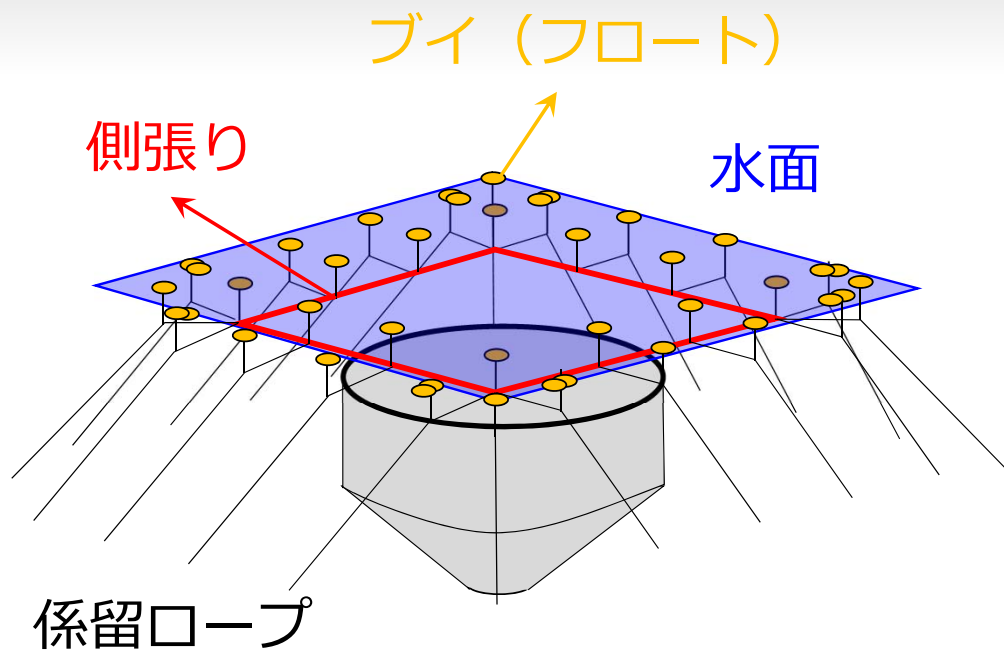
浮沈式小型生簀

タンク内の空気と海水を置換

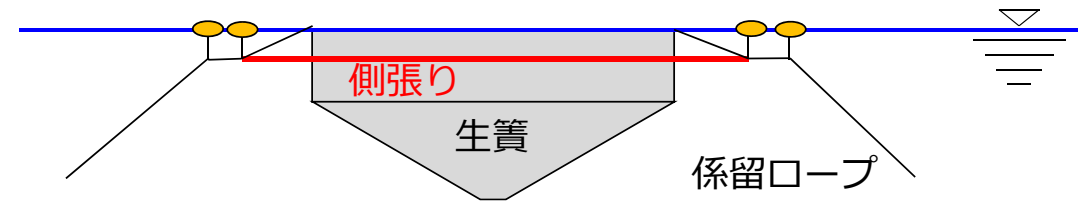


ブリ、マダイなどの養殖に用いられる角型金網生簀（一辺6～10m程度）

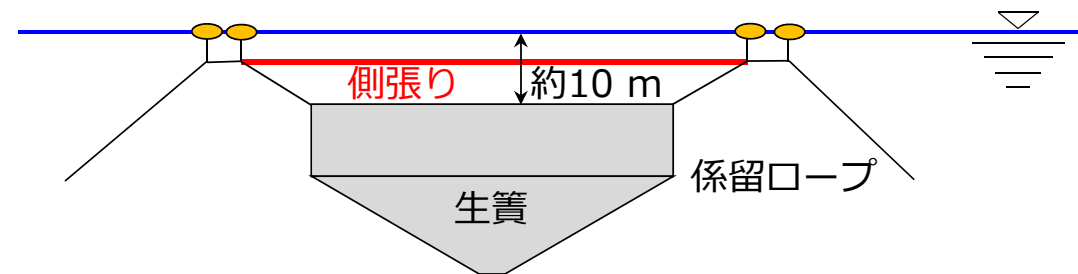
浮沈式生簀の係留システム



浮上時



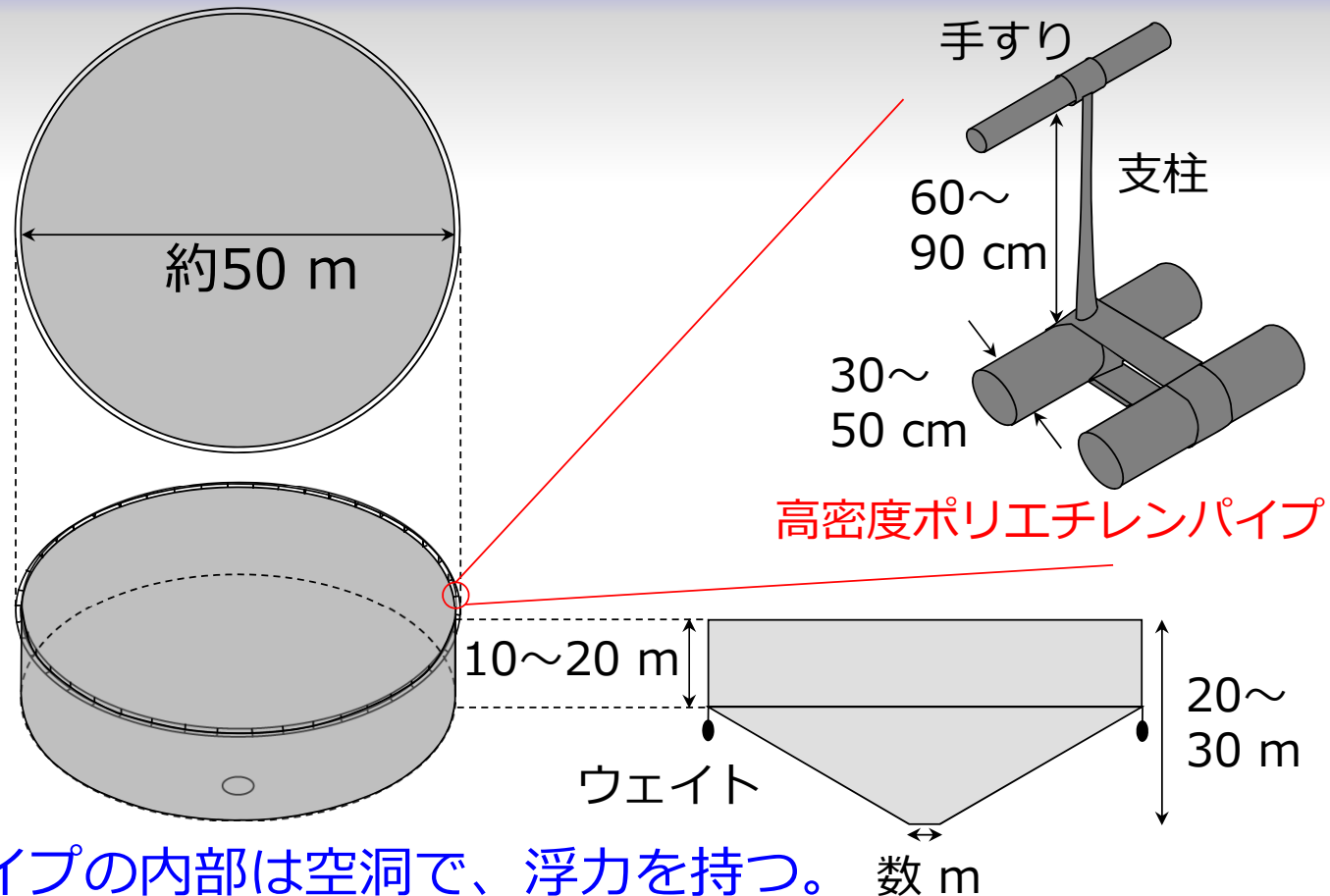
沈下時



一般に使用されている大型生簀

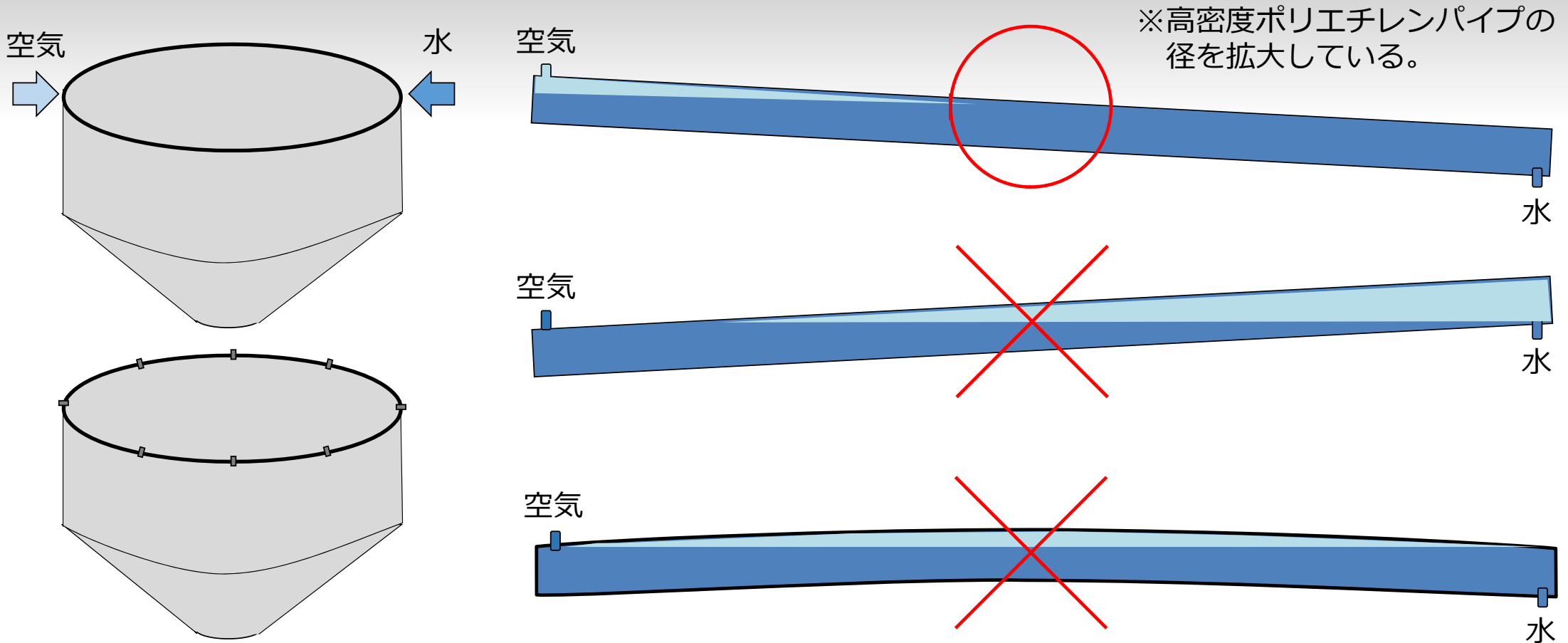


ノルウェー・スタヴァンゲル沖にて
(2007年8月)



高密度ポリエチレンパイプの内部は空洞で、浮力を持つ。
網の下部にウェイトなどを取り付けて、容積を確保する。

大型浮沈式生簀の開発

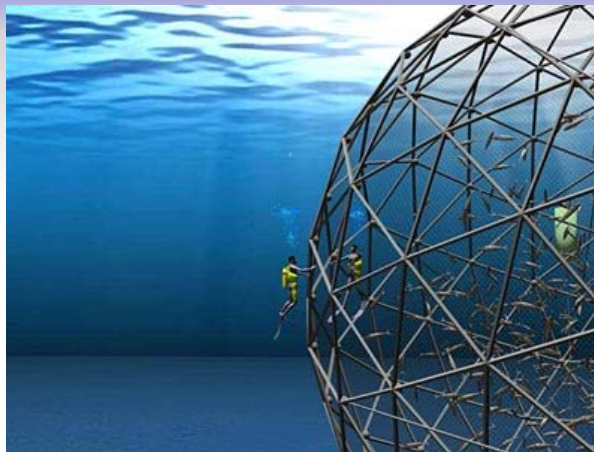


区画に分けると浮沈可能だが、給排気ホースの取り扱いが困難になる。

海外の浮沈式生簀



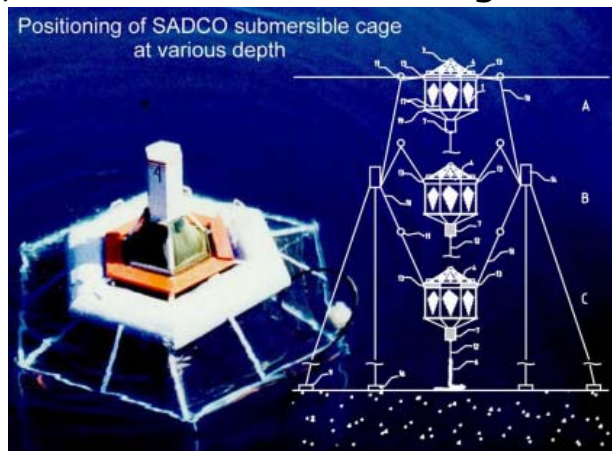
米国 (出典 : OceanSpar, Ocean Farm Technologies)



韓国 (出典 : Kim et al., 2014)



スパーと呼ばれる鋼管



ロシア (出典 : Bugrov, 2006)



ノルウェー (出典 : SINTEF, 2015-2017)



段階注水式大型浮沈式生簀の開発

高密度ポリエチレンパイプ

※高密度ポリエチレンパイプの
径を拡大している。

給気

給水

315 mm

改良型

区画 (長さ10~20m)

給気

給水



※日東製網株式会社提供

クロマグロ養殖効率化事業



30m生簀の沈下過程



50m生簀の浮上過程

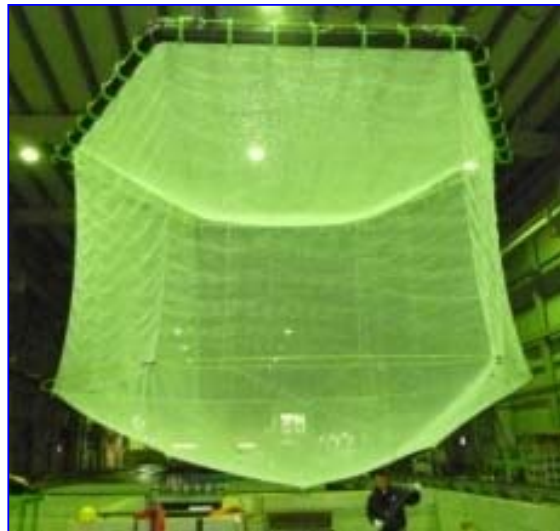
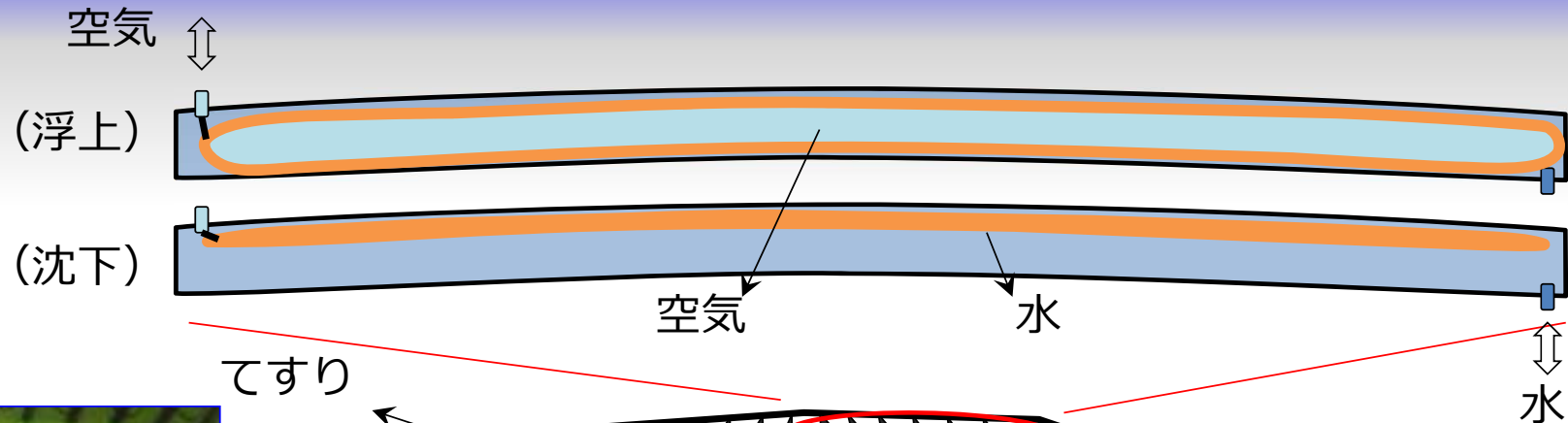
浮沈式生簀のフィリピンへの導入（台風対策）

2013年11月に観測史上最高風速の台風ヨランダ
→死者・行方不明者が約8,000人
→台風に強い浮沈式生簀52基導入（2019年1月まで）
→3度の台風襲来があったが被害はなし



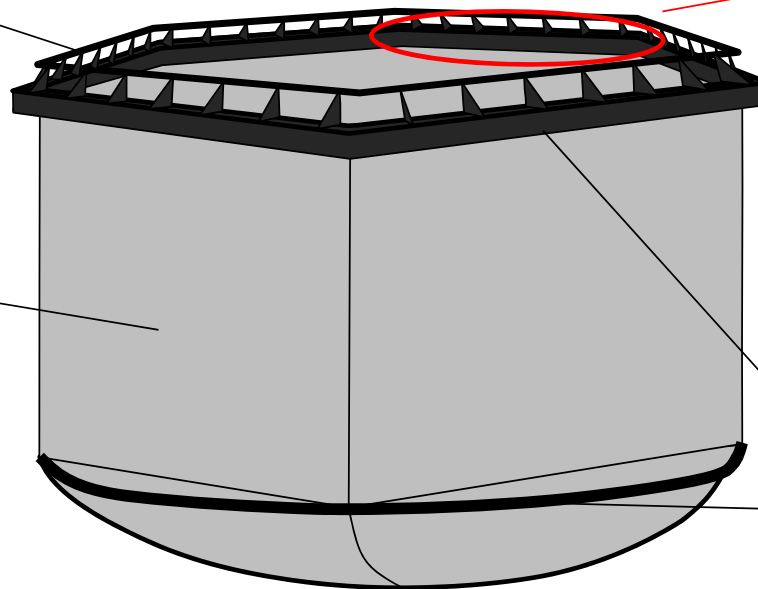
※日東製網株式会社提供

可撓性ホースを用いた大型浮沈式生簀



てすり

網



高密度ポリエチレンパイプ

底枠

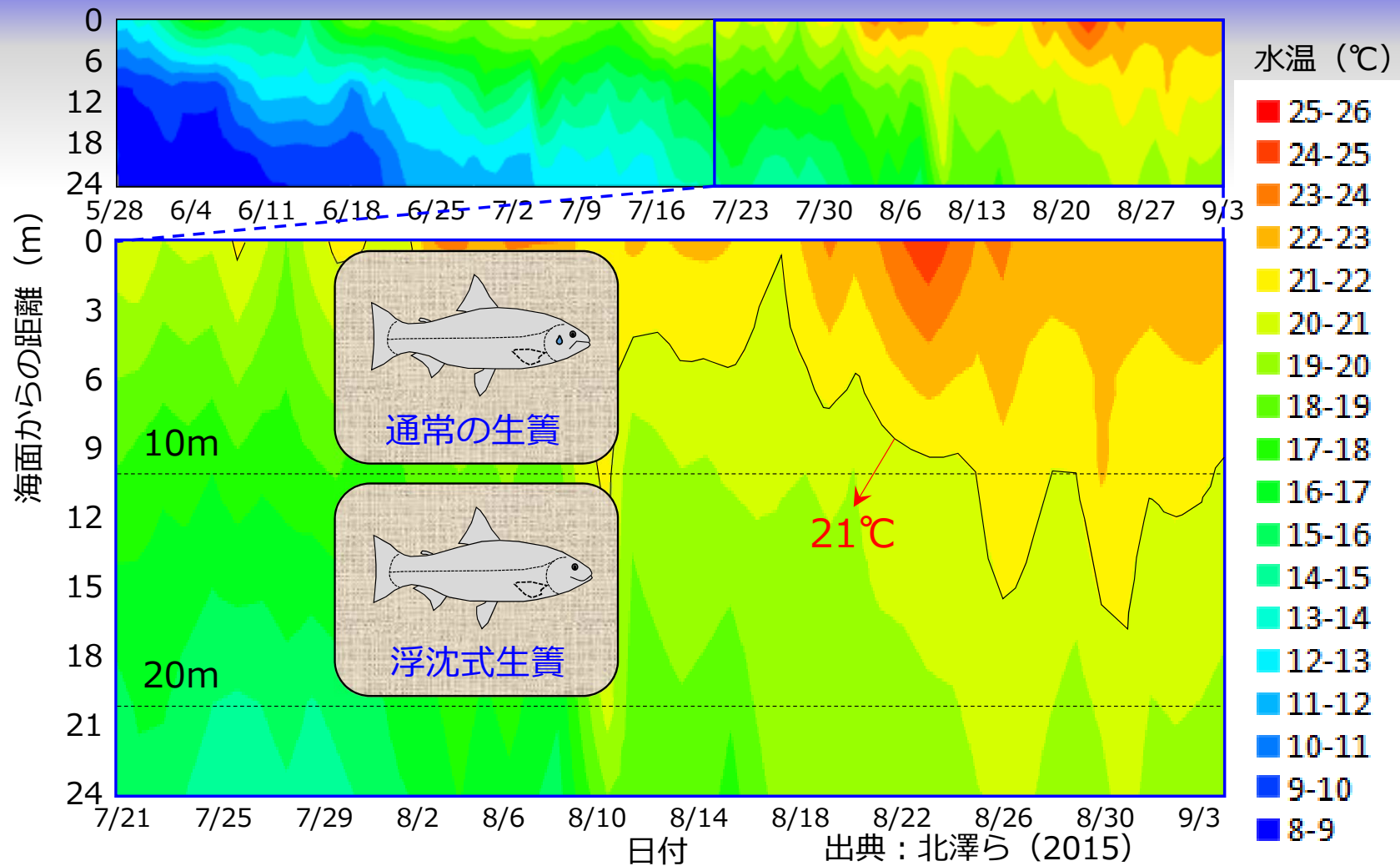
※ニチモウ株式会社製作

東北サケマス類養殖イノベーション事業

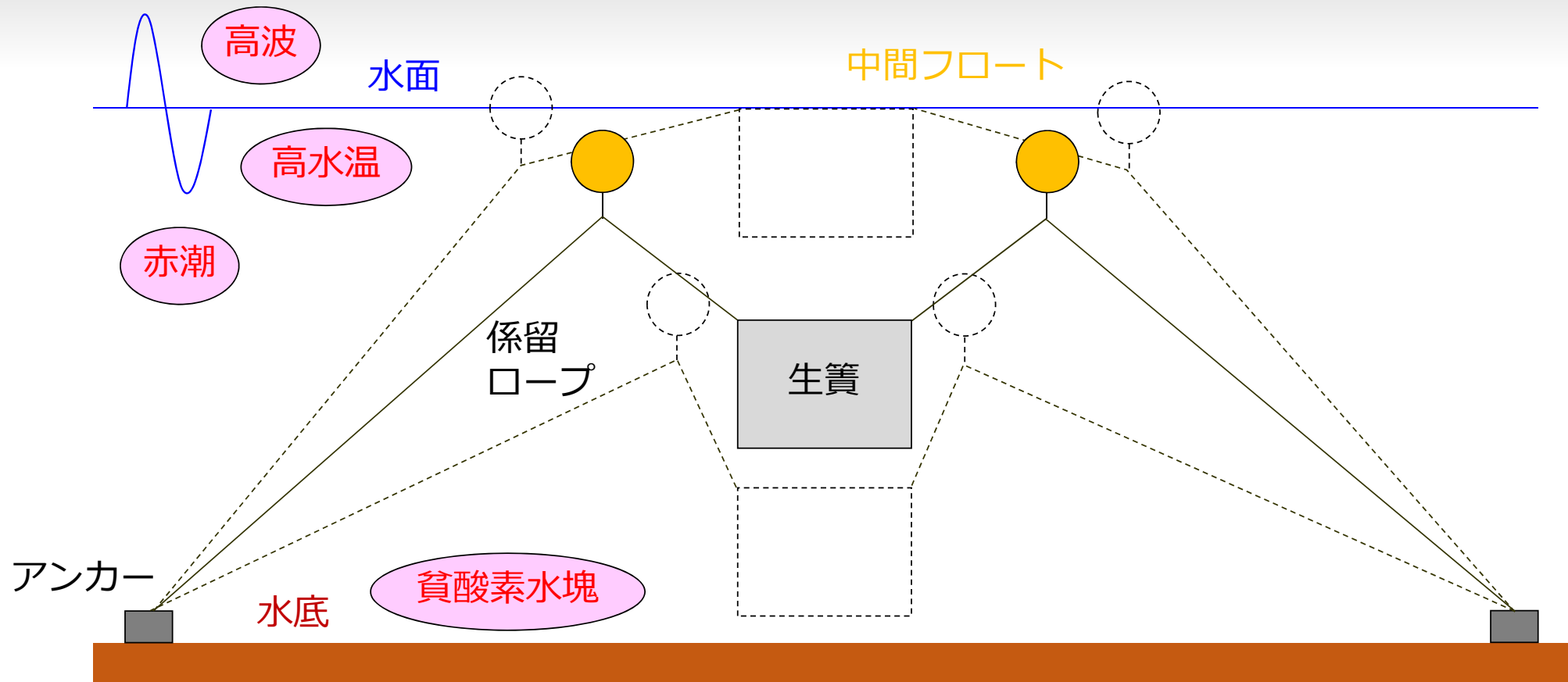


※代表者：東京大学潮秀樹教授

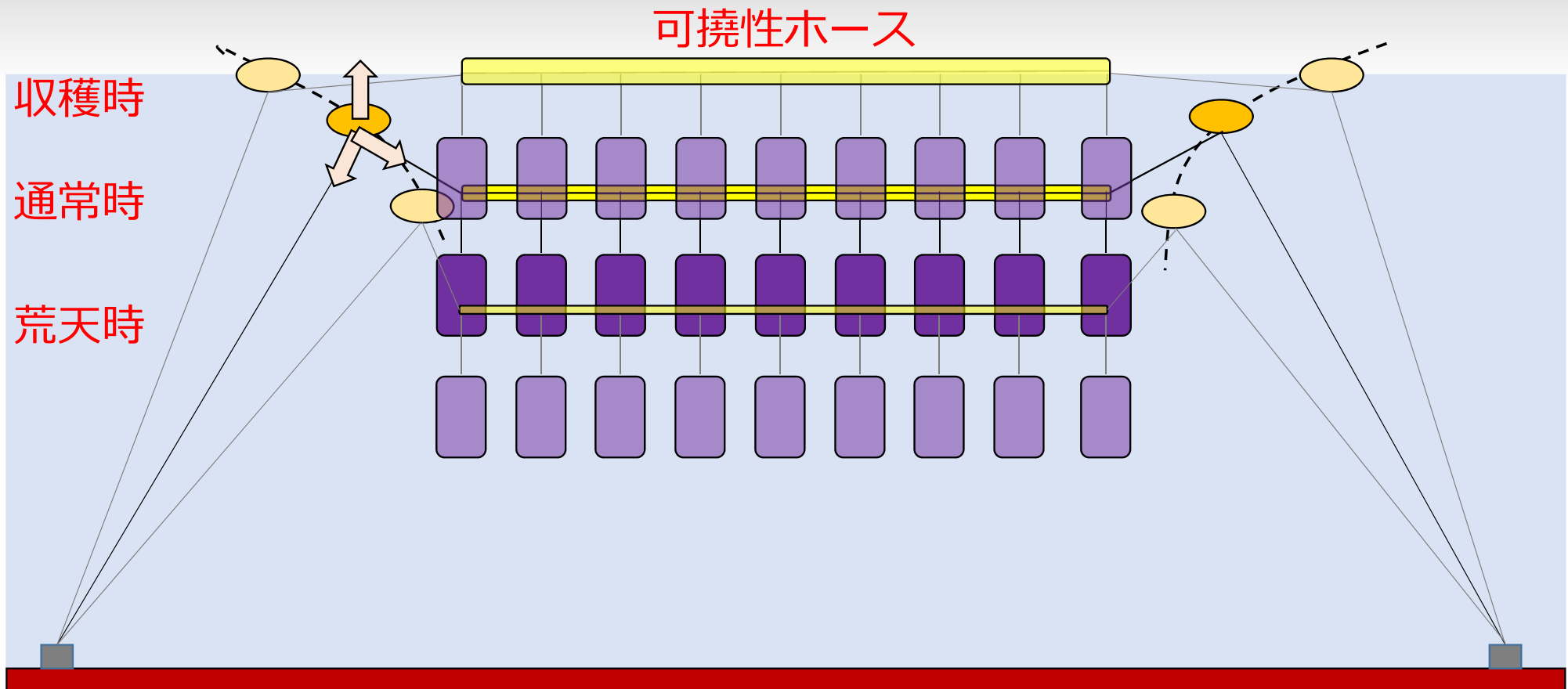
ギンザケ飼育の水溫調節



可変深度型生簀の開発



浮沈式垂下養殖も可能？



沖合用大型浮沈式生簀の開発



※新日鉄住金エンジニアリング株式会社提供

沖合給餌システム（米国・ブイ式）

台風の襲来はないが、**厳しい環境**で養殖を行うための給餌ブイ

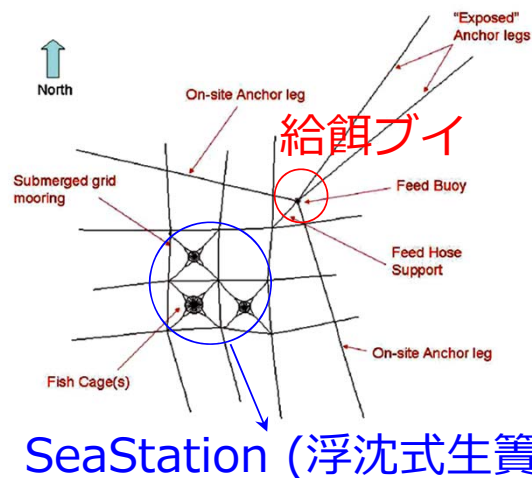
餌容量：250kg
全体質量：2040kg
太陽光、
風力発電を利用



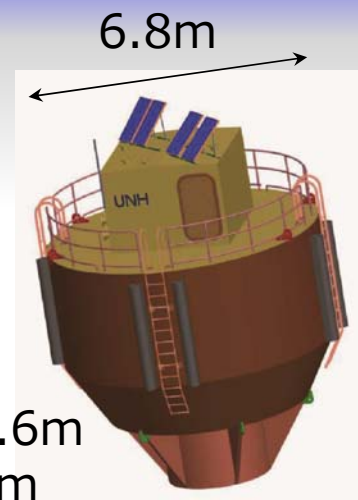
出典：Fullerton et al. (2004)

複数生簀に給餌するために、
給餌ブイの**大型化**

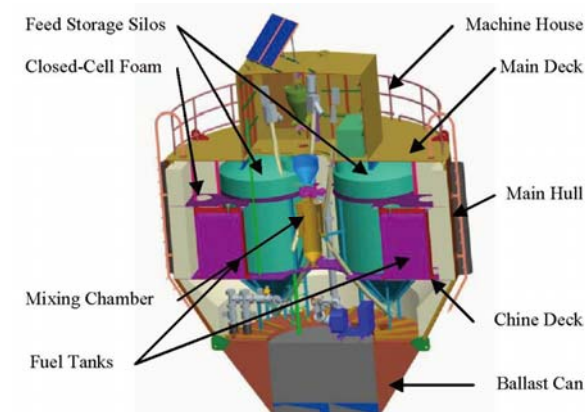
餌容量：20トン
全体質量：84トン



SeaStation（浮沈式生簀）



高さ：8.6m
喫水：4m



出典：Turmelle et al. (2006)

沖合給餌システム（ノルウェー・バージ式）

ノルウェーでは、養殖に適したフィヨルド海域が高密度に利用されつつある。

2015年度より、沖合養殖を可能とするための「Exposed」プロジェクトを開始した。

ノルウェーの沖合養殖給餌用バージ船（出典：SINTEF, 2015）



沖合給餌システム（着底式）



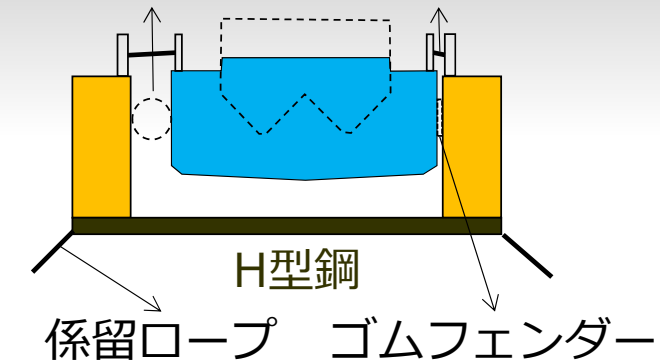
※新日鉄住金エンジニアリング株式会社提供

沖合給餌システムの開発事例

- 10m×10m×8mのブリ用生簀20基に1週間程度給餌できること
- 沈下している生簀に給餌できること
- 台風による高波（有義波高10m超）に耐えうること
- 上記が難しい場合は、有義波高3～4mに耐えるプラットフォームとすること（現在の方法に比べて、2ヶ月間程度給餌日数を増やすことが可能）

バージ型沖合自動給餌システム

エアフェンダー 係留ロープ



自動給餌バージ船

無線映像伝送

水中カメラ

給餌ホース

シンカー

無線映像伝送用ケーブル

フロート

20m

5m

浮沈用タンク

側張り
(深度5m)

浮沈式生簀
(ブリ)

10m

10m

アンカー

8m



沖合沈下式養殖システム事業



まとめ

- 養殖構造物の災害対策は以前から課題であるが、近年は災害が大型化しているため、より一層の対策が必要とされている。
- 海洋において、最大の災害に耐えうる構造物の製作は可能ではあるが、莫大なコストがかかる。
- 柔軟な構造物の利用技術や、災害による自然外力を軽減する技術の開発が必要である。
- 海洋での養殖の代替として、陸上養殖は災害による設備の破損リスクは小さいが、飼育コストの抑制が求められる。
- 海洋で災害に対応できる養殖システムが開発されれば、現在未利用となっている海域を活用できるようになり、世界の水産物供給への貢献が期待される。