

地中熱利用の農業・陸上養殖への展開

2023年2月2日

NPO法人 地中熱利用促進協会

高杉 真司

地中熱利用の農業・陸上養殖への展開

はじめに

1. 陸上養殖について学んだこと
2. 農山漁村における再生可能エネルギー利用状況について学んだこと
(VEMSでの成果)
3. 地中熱を利用したコミュニティの拡張

はじめに

これまで、地中熱は熱源供給が主課題は「熱には熱で」
建築物への地中熱導入に取り組んできました

視野を広げて、陸上養殖とハウス園芸、特に、陸上養殖を見てみましょう

魚を養殖するには大量の水が必要とされ、更に、その温度調節が重要

養殖に使用した水（海水）または、熱交換後の地下水は排水

ここで捨てている養殖用水・地下水（海水）の熱を
ヒートポンプの熱源にすることで、温度調節の省エネ

SDGs、電力不足、燃料問題の今こそ熱利用での貢献をアピール

- 1. 陸上養殖について最近学んだこと (1/10)

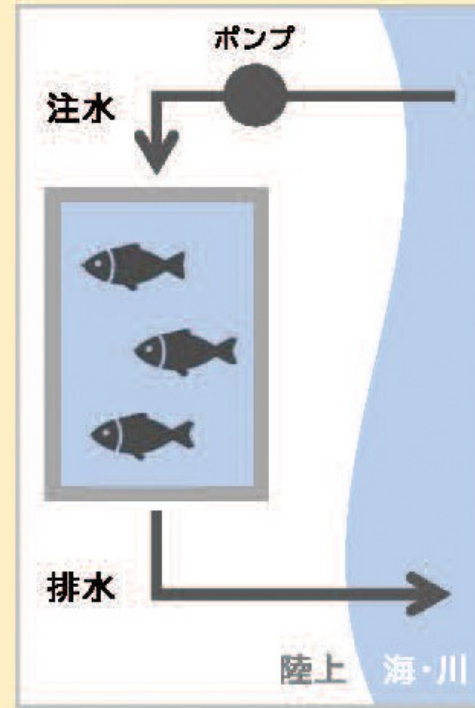
海面養殖

(沿岸、沖合)

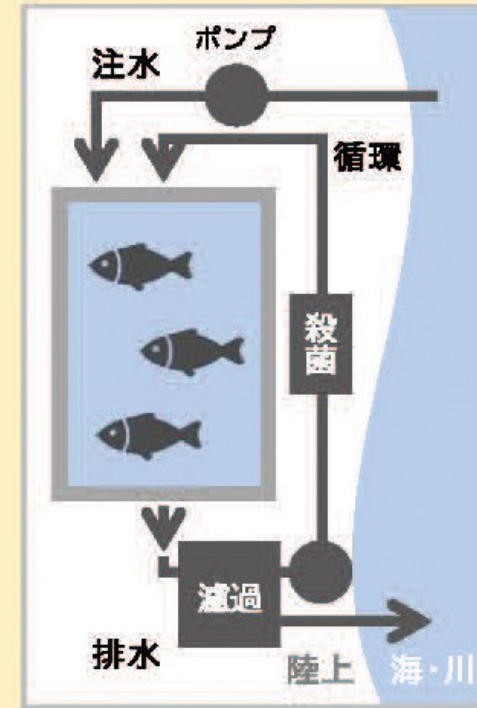


陸上養殖

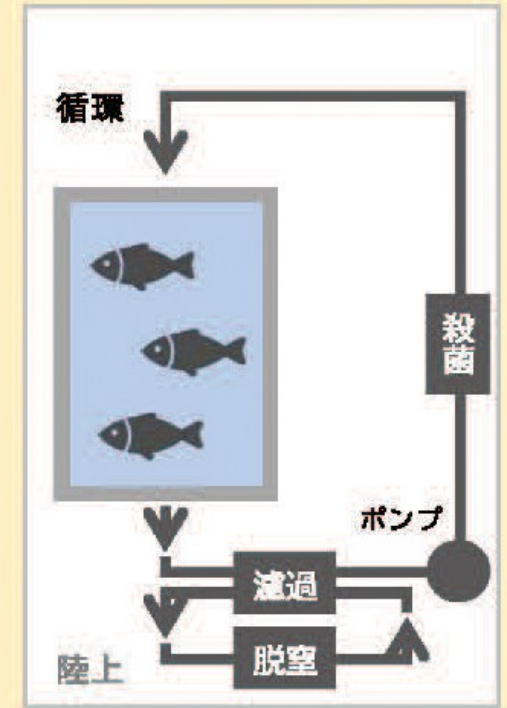
(かけ流し方式)



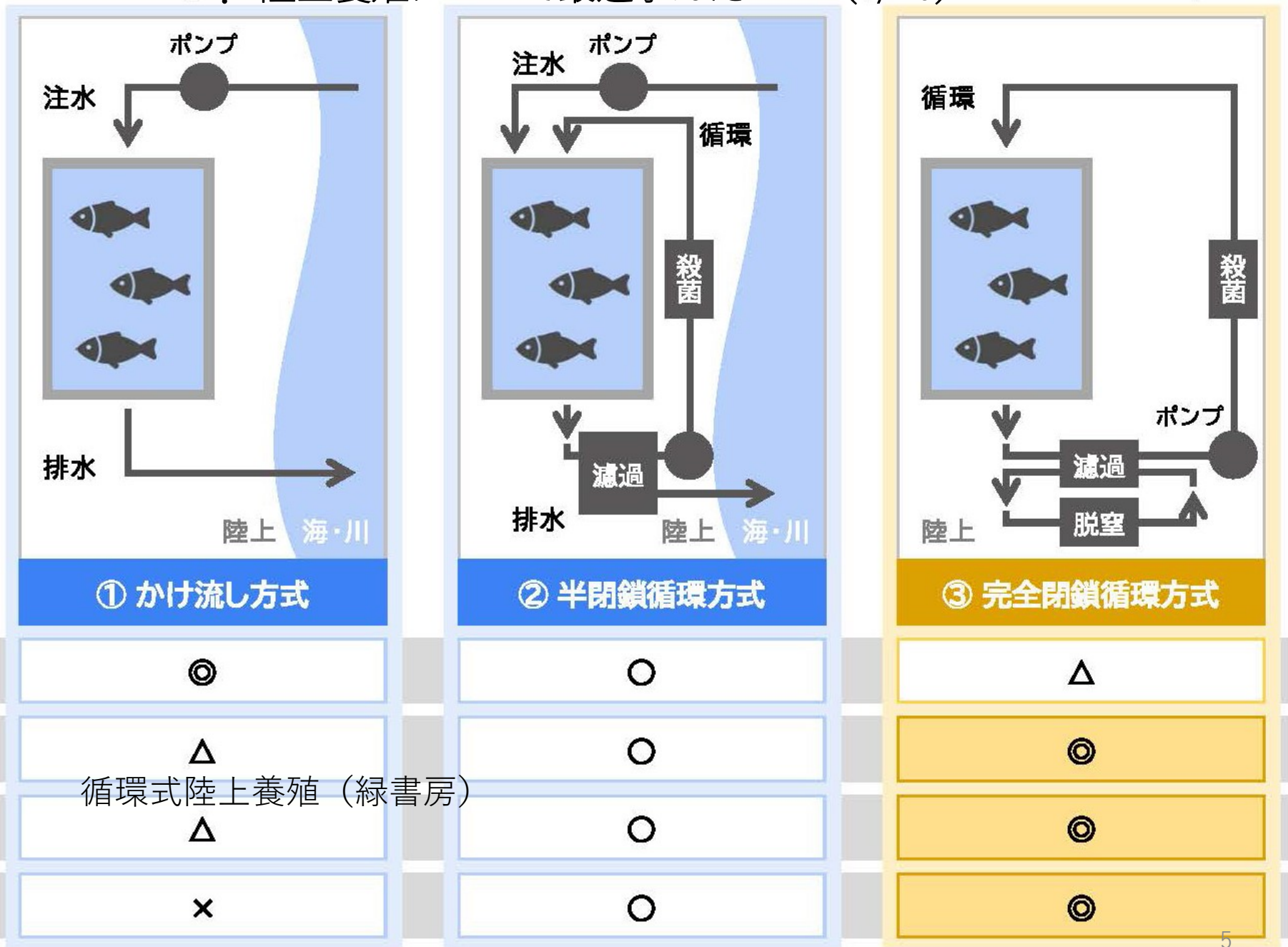
(半閉鎖循環方式)



(完全閉鎖循環方式)



・ 1. 陸上養殖について最近学んだこと (2/10)



1. 陸上養殖について最近学んだこと (3/10)

陸上養殖の社会実装に向けた課題と技術戦略

水産増養殖産業イノベーション創出プラットフォーム
第5回サーモン・陸上養殖勉強会資料

MRI 三菱総合研究所

経営イノベーション本部
堀留 千恵子

2022/8/4

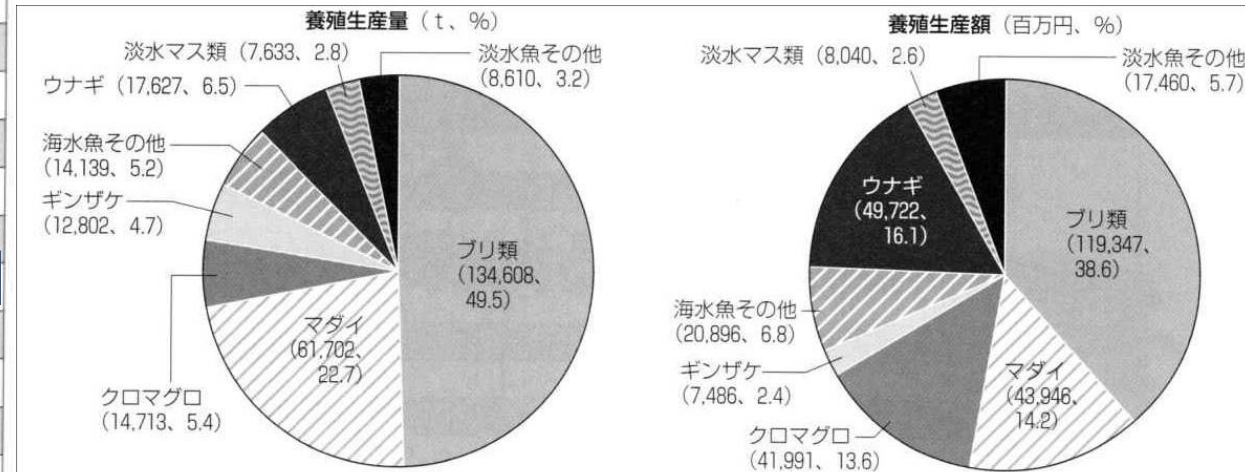


循環式陸上養殖（緑書房）

1. 陸上養殖について最近学んだこと (4/10)

魚種		養殖生産量		養殖生産金額	
		生産量(t)	割合(%)	金額(百万円)	割合(%)
海水魚	ブリ類	134,608	49.5	119,347	38.6
	マダイ	61,702	22.7	43,946	14.2
	クロマグロ	14,713	5.4	41,991	13.6
	ギンザケ	12,802	4.7	7,486	2.4
	トラフグ	4,902	1.8	8,206	2.7
	シマアジ	3,186	1.2	4,667	1.5
	ヒラメ	2,607	1.0	4,058	1.3
	その他海水魚	3,443	1.3	3,965	1.3
淡水魚	ウナギ	17,627	6.5	49,722	16.1
	淡水マス類	7,633	2.8	8,040	2.6
	アユ	5,163	1.9	8,782	2.8
	コイ	3,272	1.2	1,505	0.5
	その他淡水魚	175	0.1	7,173	2.3
海産魚小計		237,963	87.6	233,666	75.6
淡水魚小計		33,870	12.5	75,222	24.4
養殖魚総計		271,833	100	308,888	100

資料：2014 年農林水産統計



日本の魚種生産量と生産額の割合

養殖魚の種類別生産量および生産金額の割合

循環式陸上養殖 (緑書房)

第24回ジャパンインターナショナルシーフードショー
第34回陸上養殖勉強会②
(東京ビッグサイト)

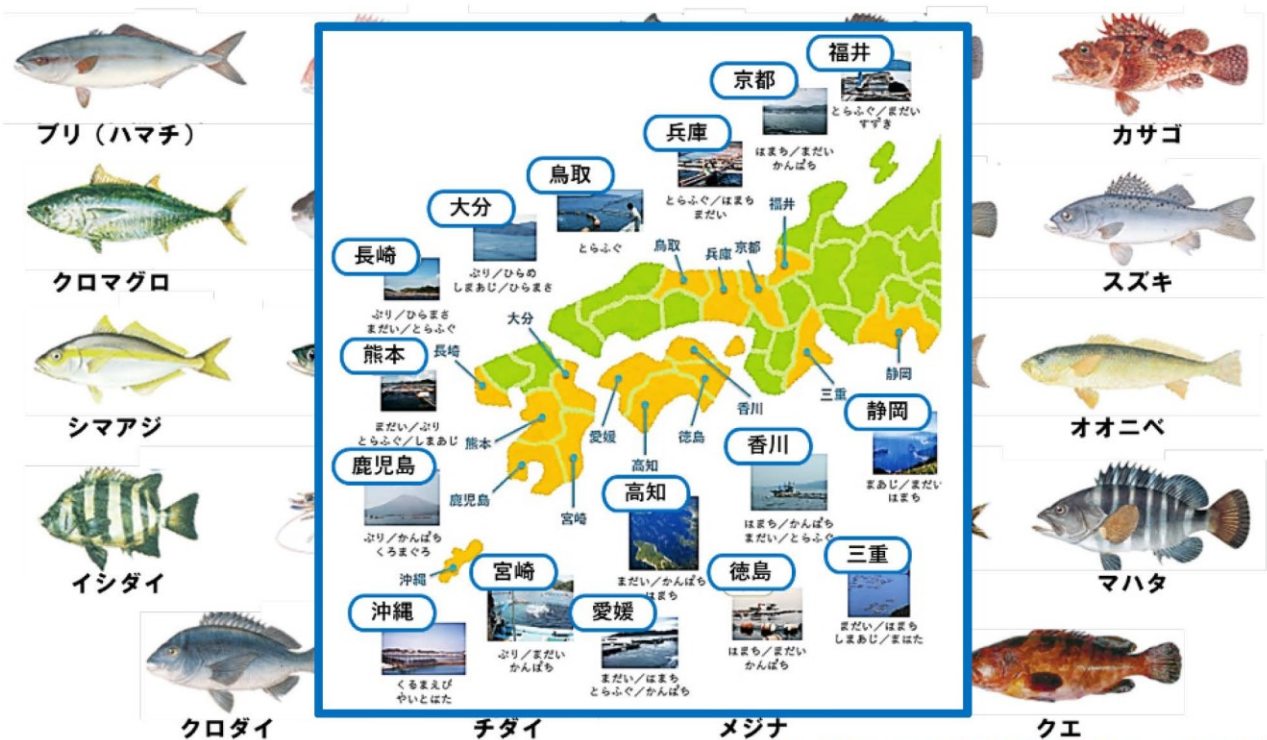
格段に美味しくなった養殖魚



東京海洋大学 客員教授

岡崎 恵美子¹

全国の養殖魚アラカルト

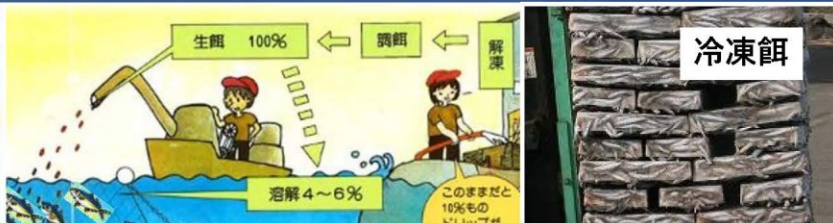


全国海水養魚協会HP情報を一部改変

養殖の昔と今



解凍した生餌



昔

- ・養殖魚生産が開始された当初は、**狭い生け簀**で生産量を増やすために**生餌を飽食**するまで投与
 - 過密養殖となり、病気が発生
 - 薬剤投与で安全性が危惧
 - 餌の残りで環境悪化
 - ストレスで魚の品質が低下
 - 脂が過多、味や臭いが魚臭い

養殖の昔と今

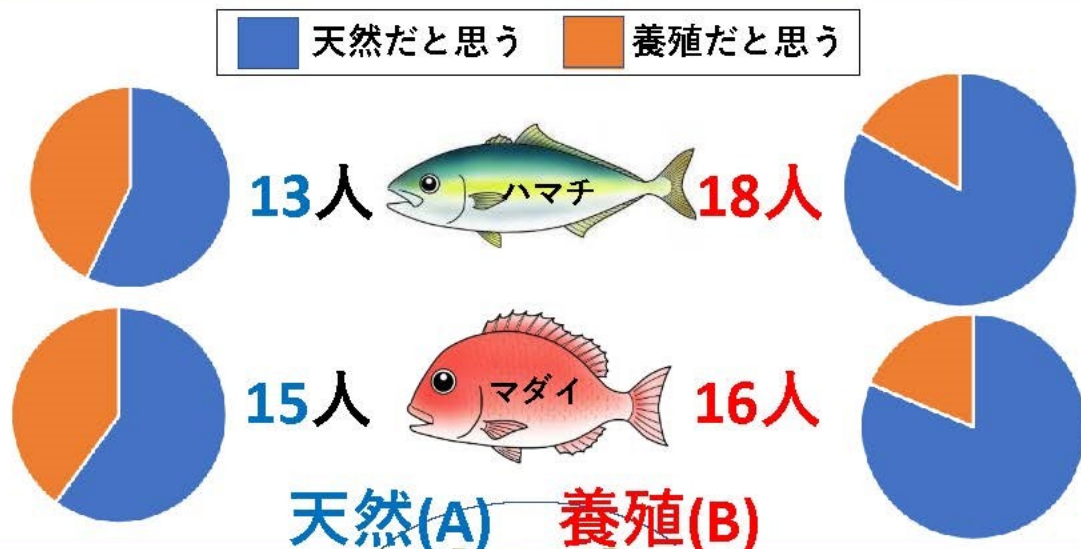


今



- ・ 散らばらず食べやすい餌の開発
 - **SDGs、環境に優しい**
- ・ ワクチン開発・薬剤に厳しい基準設定
 - **健康性の向上**
- ・ トレサビリティシステム充実
 - **安心の充実**
- ・ 美味しい養殖魚生産の工夫
 - **美味しさ向上**

養殖魚を好ましいとした人の殆どは、それを天然魚と回答



官能検査の結果では、養殖魚のほうが天然魚よりもやや優れていた。美味しいと感じた方を「天然魚」と思ったのは、消費者の「天然魚が優れている」というイメージによるものと考えられた。

官能検査のデータは長崎大学の山口教授のデータを図式化したものです

養殖魚は格段に美味しくなっています！

養殖環境や生育過程が厳しくコントロールされ、安全確保

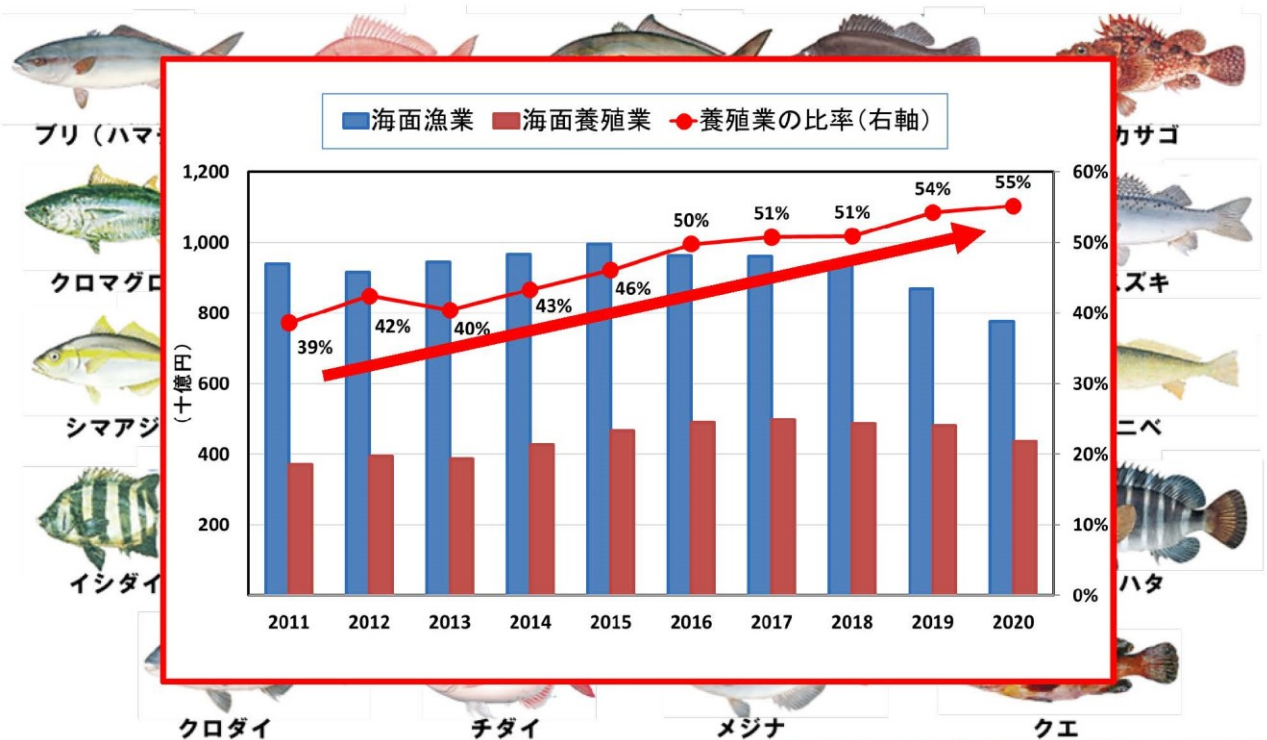
成熟・産卵の抑制、出荷時期の調整によりニーズに合致した品質の魚を出荷

餌の栄養成分管理による優れた肉質

優れた鮮度管理で美味しい食感

日本の養殖魚は世界に認められています！

全国の養殖魚アラカルト



養殖魚のメリット



天然魚

- ・季節・気候・天候・海域により漁獲量・価格が変化
- ・旬とそうでない時期があり、脂の乗りなどが変動

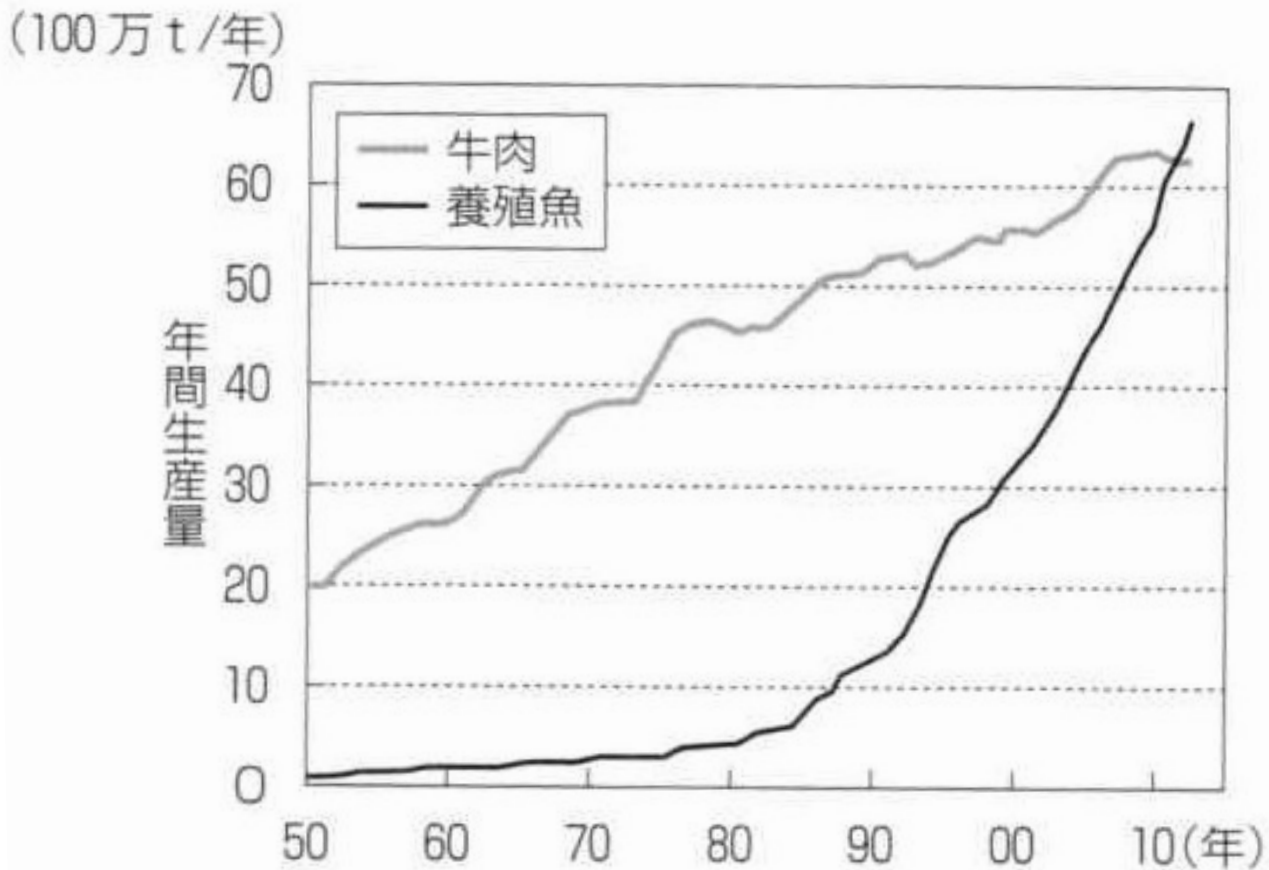


養殖魚

- ・年間を通して管理された環境で飼育するため、生産や価格が比較的安定
- ・餌の質や量の管理で成分などの品質を揃え、必要な時期に出荷できる
- ・消費者が望む品質（脂の乗りなど）を計画的に生産できる

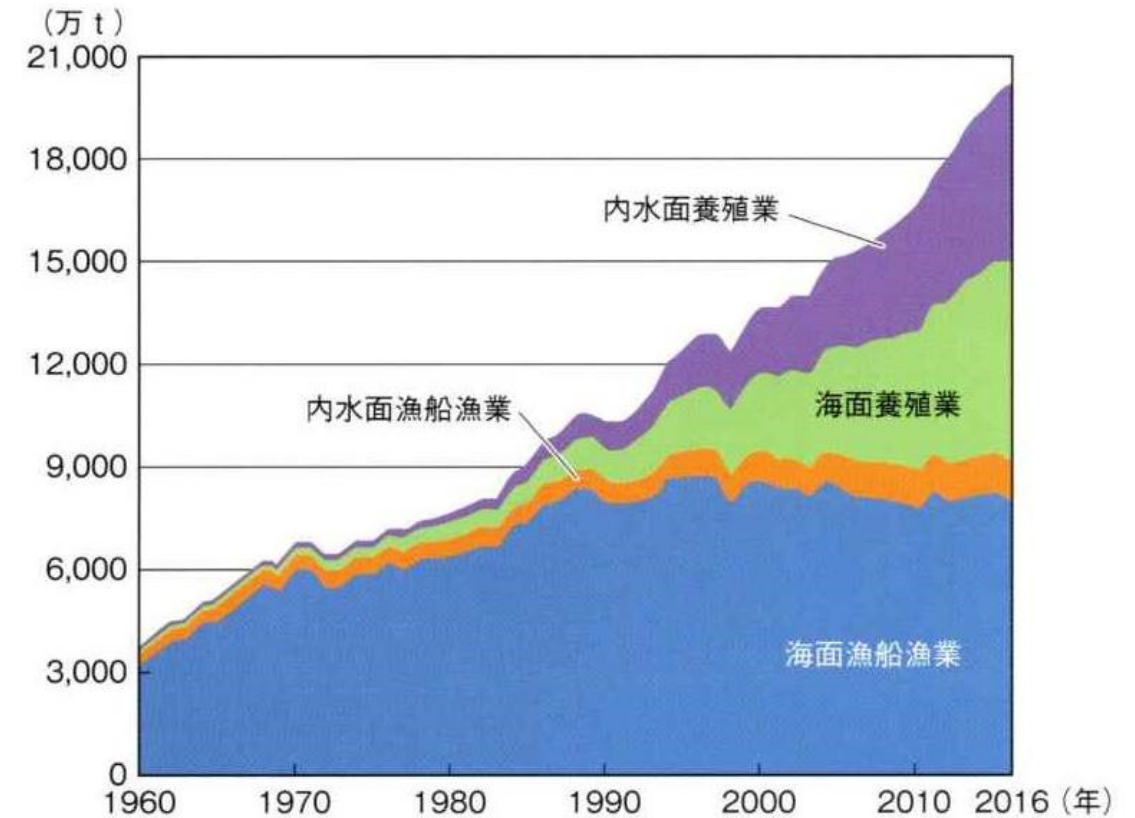


1. 陸上養殖について最近学んだこと(9/10)



世界の牛肉と養殖魚の年間生産量の推移（循環式）

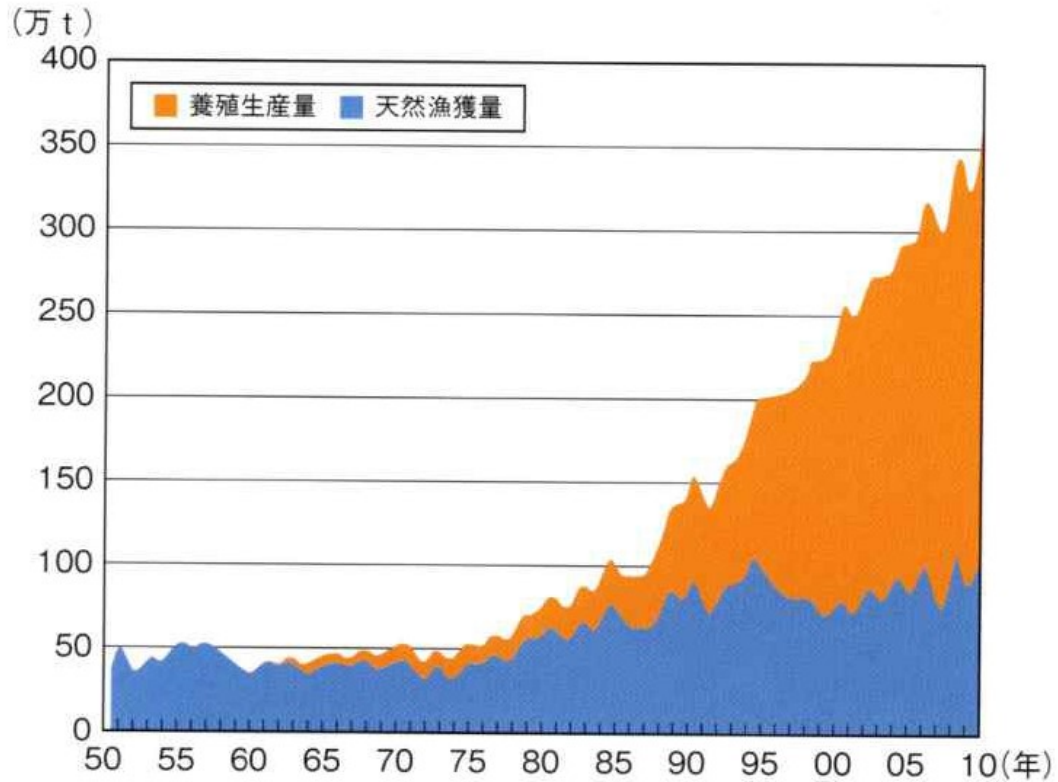
循環式陸上養殖（緑書房）



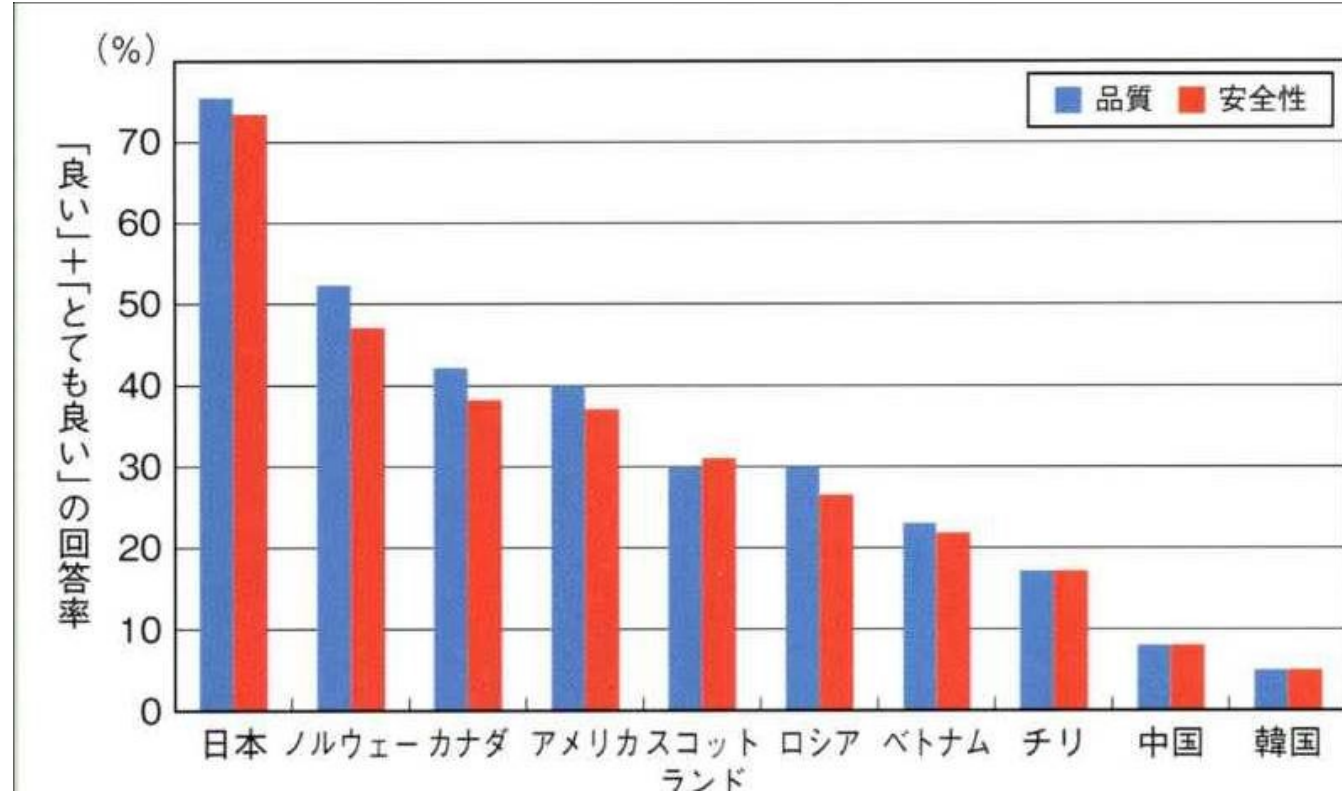
世界の漁業・養殖業の生産量の推移

月刊 養殖ビジネス（緑書房）

1. 陸上養殖について最近学んだこと (10/10)



世界のサーモン生産量の推移



原産地（国）別の水産物の品質及び安全性の評価

月刊 養殖ビジネス（緑書房）

世界の漁業/養殖業の生産の推移
養殖魚は、生産・品質が安定

「2020年度NEDO先導研究プログラム／エネルギー・環境新技術先導研究プログラム（エネ環）」
「農山漁村に適した地産地消型エネルギーシステム技術開発、
農林業機械・漁船等の電動化及びその普及に資する技術等の開発」

農山漁村地域のRE100に資するVEMSの開発

代表研究機関：国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構

共同研究機関：三菱電機株式会社開発本部
千葉エコ・エネルギー株式会社
ジオシステム株式会社
ホルトプラン合同会社
国立研究開発法人産業技術総合研究所
慶應義塾大学理工学部
早稲田大学理工学術院
東京大学生産技術研究所
京都大学工学研究科

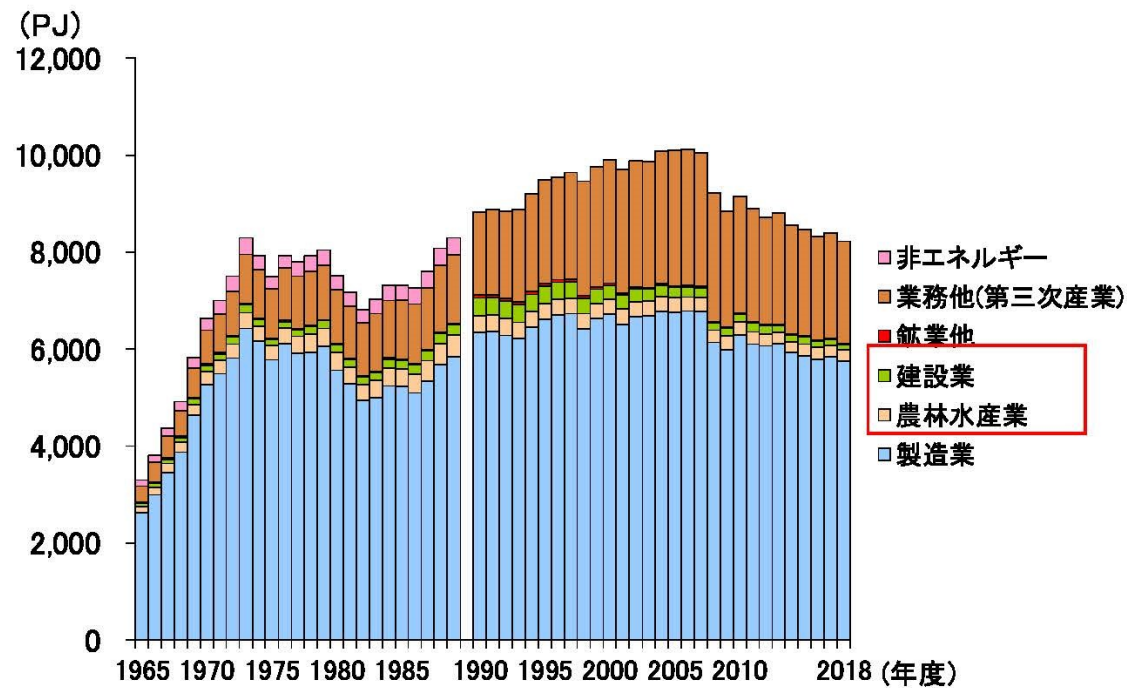
この成果は、国立研究開発法人新エネルギー・
産業技術総合開発機構（NEDO）の
委託業務（JPNP14004）の結果得られたものです。

事業担当：NEDO スマートコミュニティ・エネルギーシステム部

2.
農山漁村における再生可能
エネルギー利用状況について
学んだこと（VEMSでの成果）

（1 / 5）

(2/5)



営農型太陽光発電

- わが国の企業・事業所他部門のエネルギー消費約8225 PJの内、**農林水産業は約3%を占める。**
- 農林水産業で消費される**主なエネルギー**は、**重油、灯油、軽油、ガソリン、電力**等である。
- 農林水産省は政府が2050年に二酸化炭素排出ゼロ（カーボンニュートラル）社会の実現を目標としていることを受け、**荒廃農地を活用した再生可能エネルギーの導入促進（営農型太陽光発電）**に向けて農地規制を一部見直すことを検討（2021年1月7日）。

農山漁村地域内のエネルギー需要群



- 農山漁村地域には、畜舎、乾燥・貯蔵施設、加工・流通施設、事務所、住宅等の電力や冷熱/温熱を必要とする様々な需要家群がある

2.
農山漁村における再生可能
エネルギー利用状況について
学んだこと (VEMSでの成果)

(3/5)



温室



燃焼式暖房機 (温風)



燃焼式暖房機 (温湯)



ヒートポンプ (空気熱源)



畜舎



食品加工



コメ乾燥・貯蔵



事務所



水産加工



冷凍庫



冷凍機



クーリングタワー

農山漁村エネルギーマネジメントシステム (VEMS)



2.
農山漁村における再生可能
エネルギー利用状況について
学んだこと (VEMSでの成果)

(4/5)

農山漁村エネルギーマネジメントシステム: Village Energy Management System, VEMS

- 農山漁村地域においてRE100を目指す上での研究・技術開発の肝は**センシング**と**情報通信**
- 農山漁村地域においてRE100を目指す上での社会実装の肝は地域内での**アグリゲーター創生**



農山漁村エネルギーマネジメントシステム (VEMS) のイメージ図

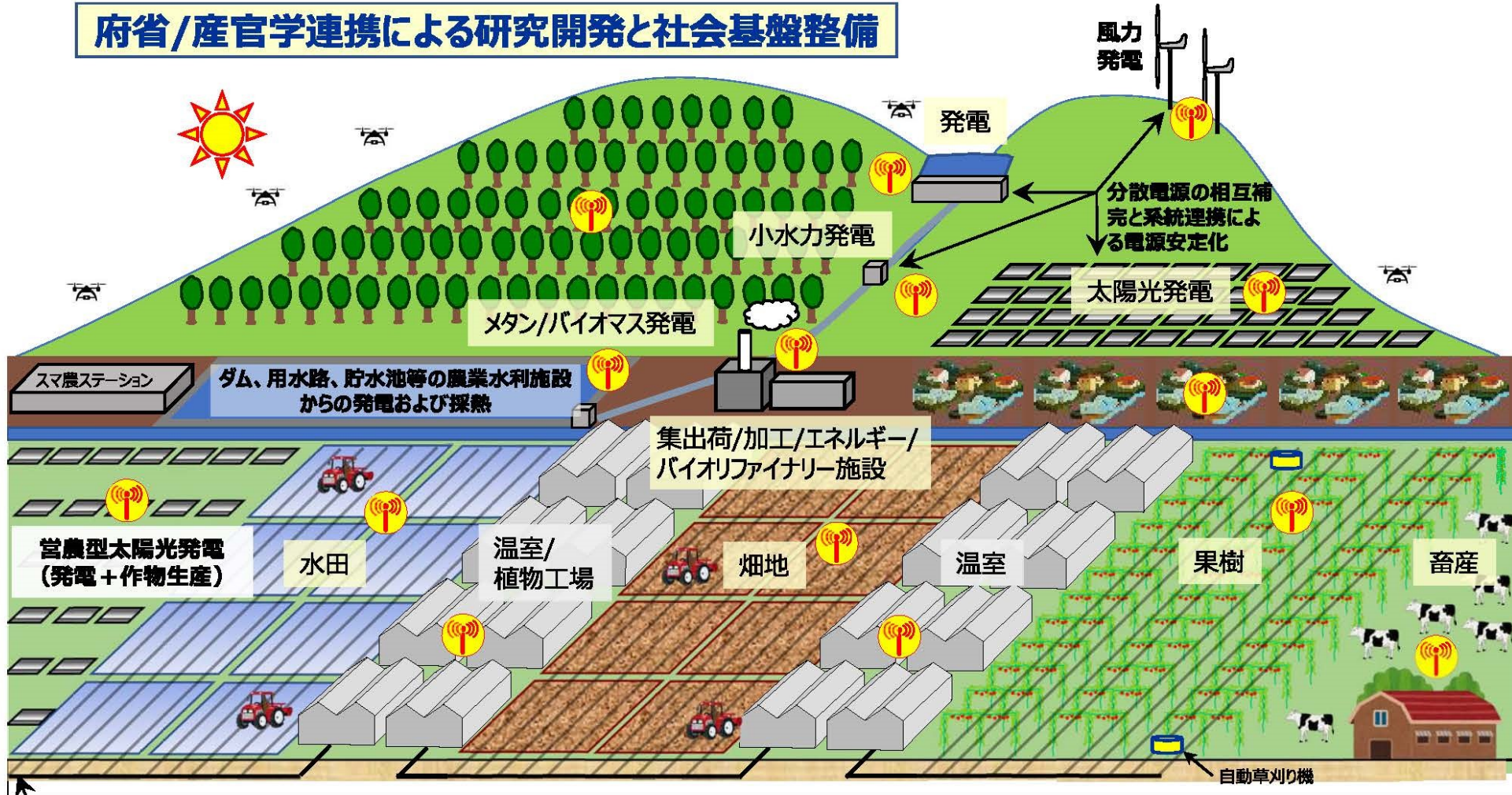


- 点在する太陽光発電、小水力発電、風力発電、バイオマス発電等の設備や農地/農業用水などのインフラ基盤からの電熱供給量と電熱需要量の管理を農山漁村地域全体で管理するシステム

府省/産官学連携による研究開発と社会基盤整備

2.
農山漁村における再生可能
エネルギー利用状況について
学んだこと (VEMSでの成果)

(5/5)



地中熱ヒートポンプ

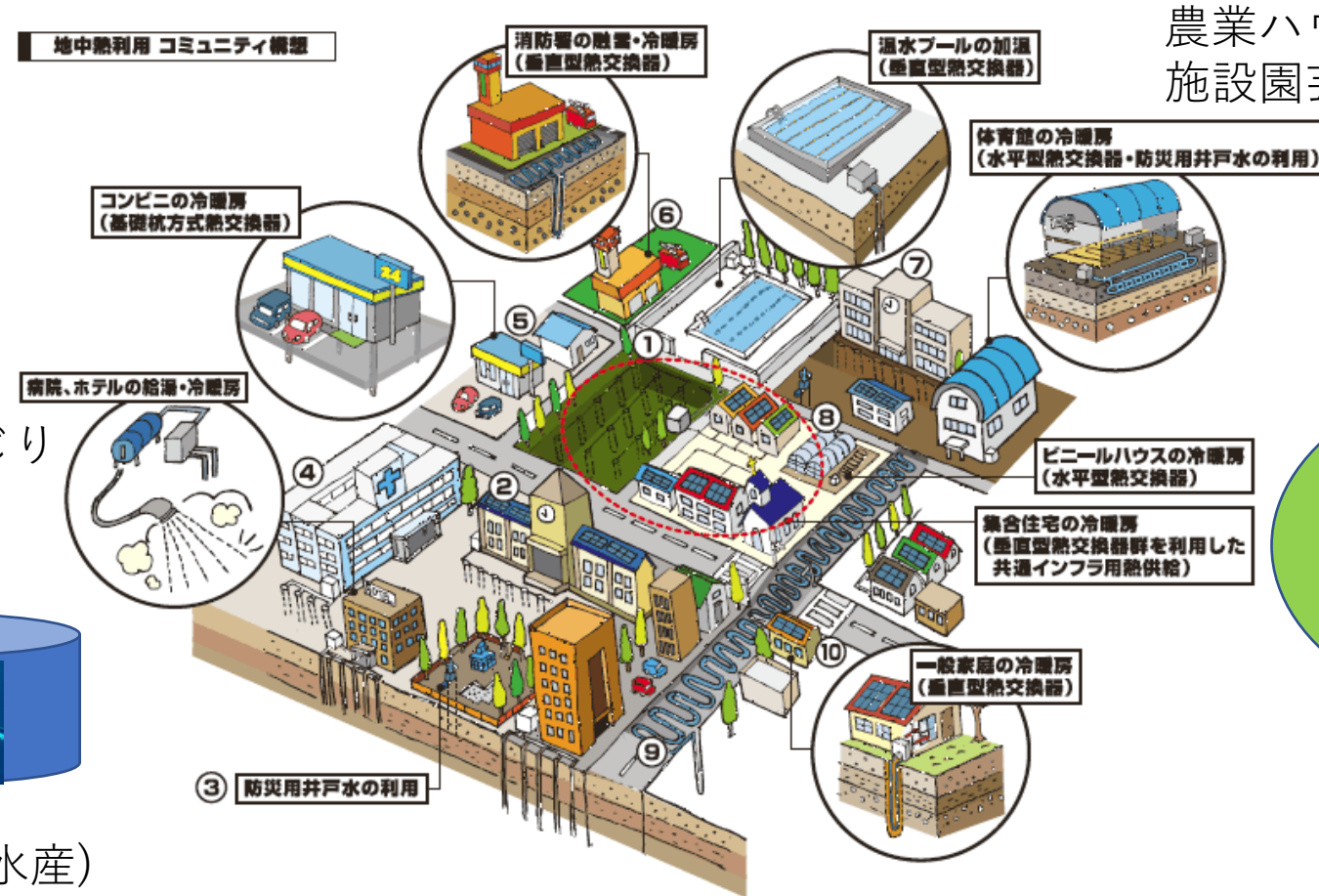
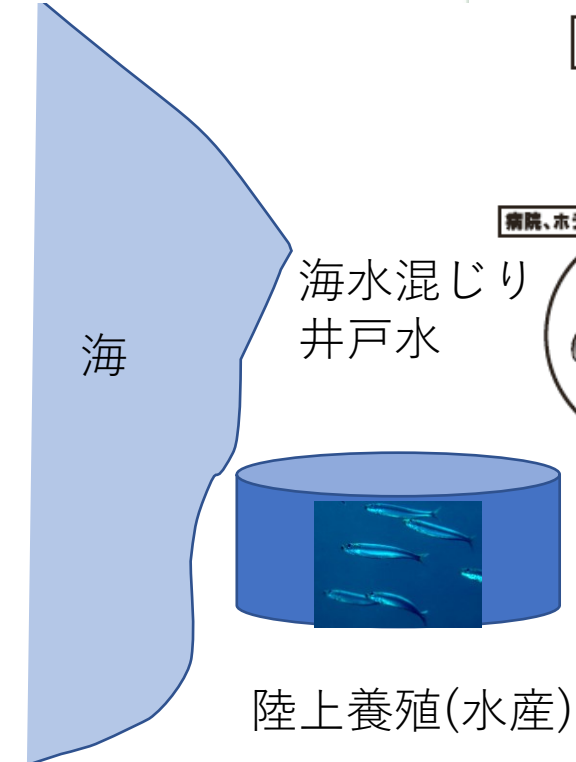
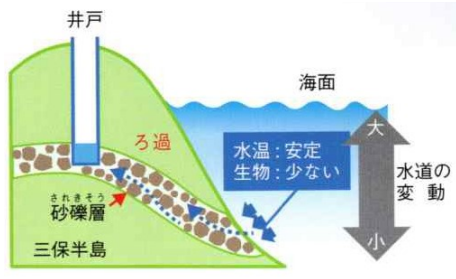
出典：農研機構農村工学研究部門

VEMSの社会実装によりデジタル田園都市国家構想を推進

11

3. 地中熱を利用したコミュニティの拡張 (1/5)

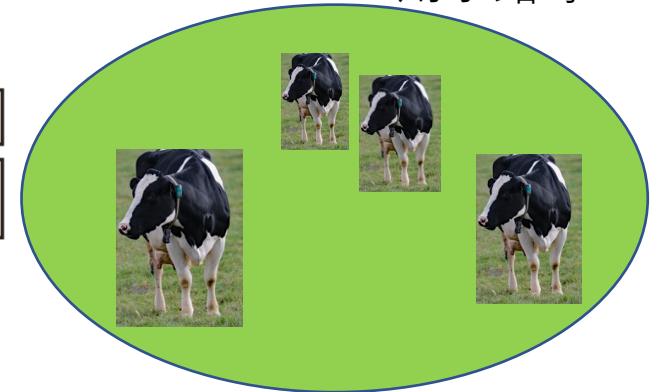
新たな巨大な地中熱導入ポテンシャル検討分野 農業ハウス・施設園芸、陸上養殖（水産・畜産）



農業ハウス・
施設園芸



用水路等



陸上養殖（畜産）

熱源として、当面は人工排水等は除く

3. 地中熱を利用したコミュニティの拡張（2／5）

3-1 農業ハウス・施設園芸実施例

1-1 亜熱帯植物（福島県広野町）移流型、地下水

1-2 洋ラン（北海道赤平町、埼玉県北本市）

1-3 イチゴ（宮城県山元町）海水井戸

1-4 キノコ（新潟県、秋田県）

1-5 トマト（宮城県栗原市、千葉県香取市）地下水

1-6 亜熱帯植物（岐阜県奥飛騨）温泉熱

1-7 花き（東京昭島）農業用水路

3. 地中熱を利用したコミュニティの拡張 (3/5)

3-2 陸上養殖実施例

2-1 サケ・ニジマス（岩手県大船渡市）

2-2 鯖（鳥取県岩美町）海水井戸

2-3 ウナギ（埼玉県川越市）地下水

2-4 スッポン（岐阜県高山市）温泉熱

鯖養殖

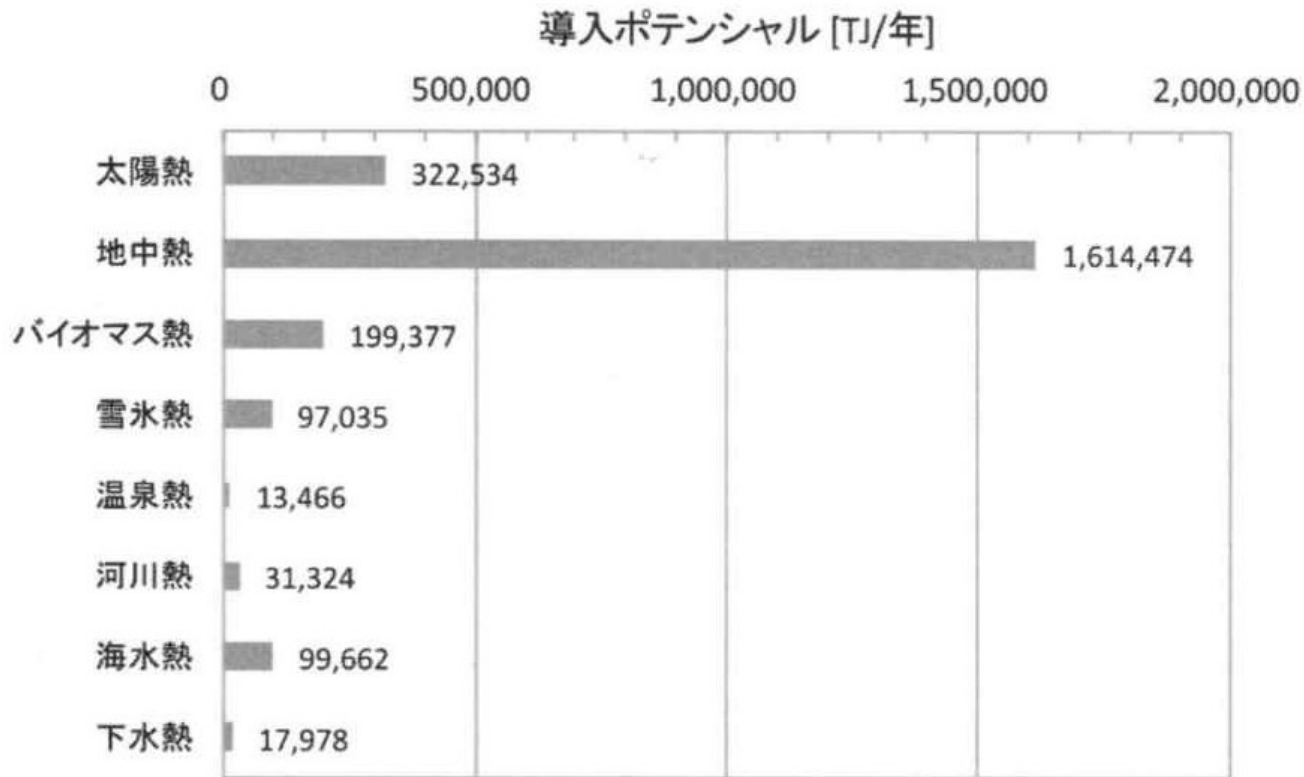


鰻養殖



3. 地中熱を利用したコミュニティの拡張 (4/5)

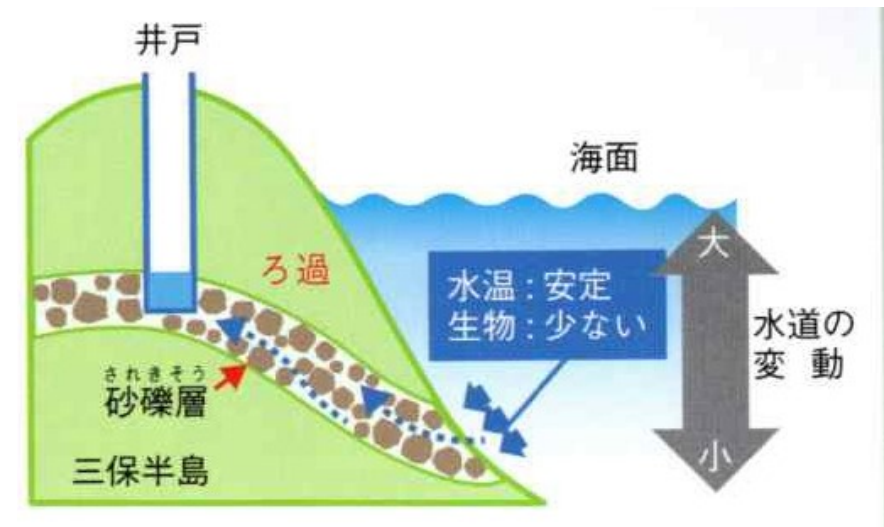
新たな巨大な地中熱導入ポテンシャル検討分野
農業ハウス・施設園芸、陸上養殖（水産・畜産）



高橋溪(2022)国内における再エネ熱と未利用熱の
ポテンシャル、えねるみくす、101, 91-97

熱源としては、クローズドループ、水平方式熱のみ
ならず、

地下水、農業用水、温泉水、海水井戸、湖水など地
域の特性を活かした低コスト熱源が活用



地下海水井戸のイメージ
月刊 養殖ビジネス (緑書房)

3. 地中熱を利用したコミュニティの拡張 (5/5)

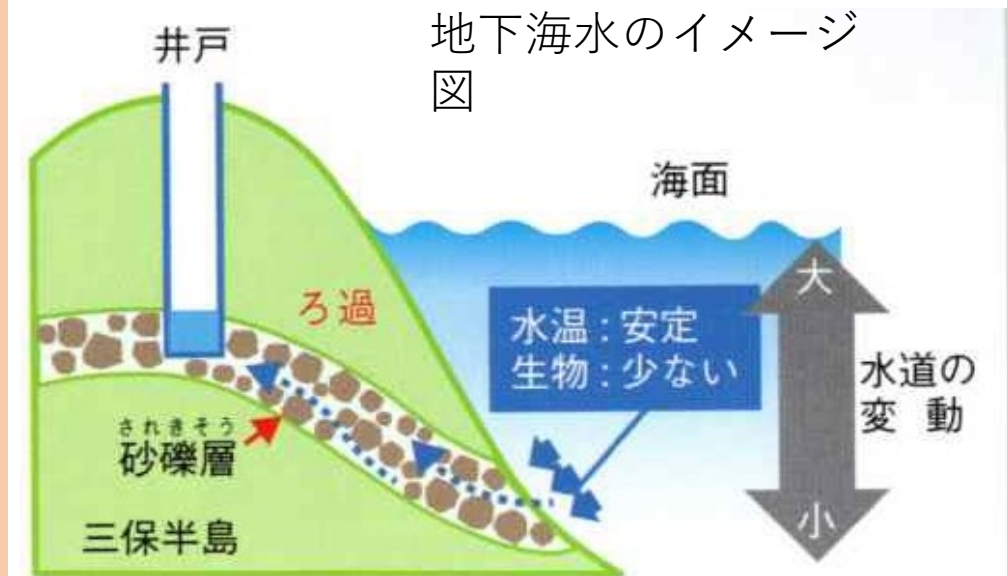
新たな巨大な地中熱導入ポテンシャル検討分野
農業ハウス・施設園芸、陸上養殖（水産・畜産）

総合システムの検討が必要
(ex. 安価熱源によるコールドチェーンの開発)

(ex. 熱源として利用後の水のカスケード利用)

ネポンその他の専門業者との連携が必須

設計・設備工事会社との連携も必要



地下海水井戸のイメージ
月刊 養殖ビジネス (緑書房)

SDGs、電力不足、燃料問題の今こそ熱利用での貢献をアピール

ご清聴ありがとうございました

<http://www.geohpaj.org>

takasugi@geo-system.jp