



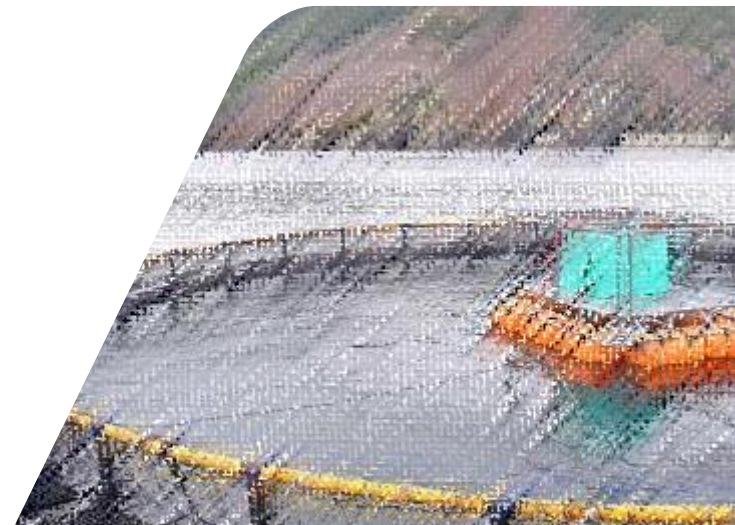
令和4年度 生研支援センター研究開発構想

「我が国の水産業におけるリスク強靱性の強化」について

概要版

2023年7月

生物系特定産業技術研究支援センター



世界の研究論文をみると、リスク強靱化（resilience）や食料安全保障（food security）に関する文献数が増加しており、世界的な関心事項となっている。しかし、日本では、これらの研究分野の文献数はあまり増加しておらず、我が国の水産業におけるリスク強靱性の強化のための研究の推進が望まれる。

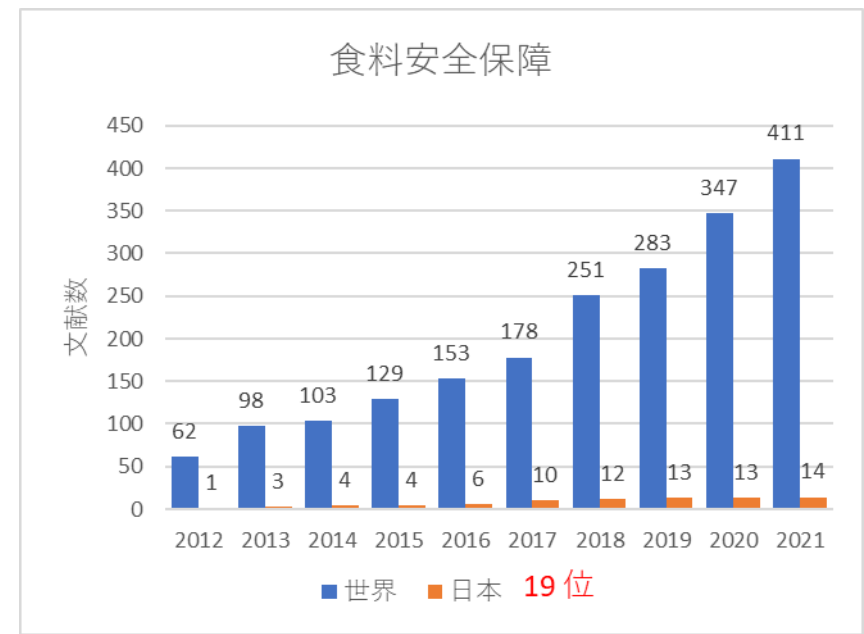
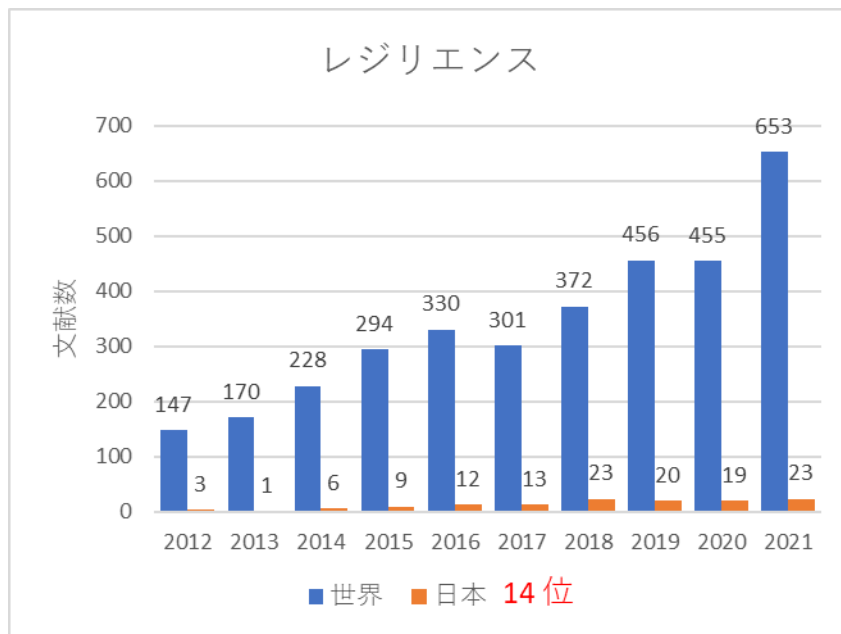
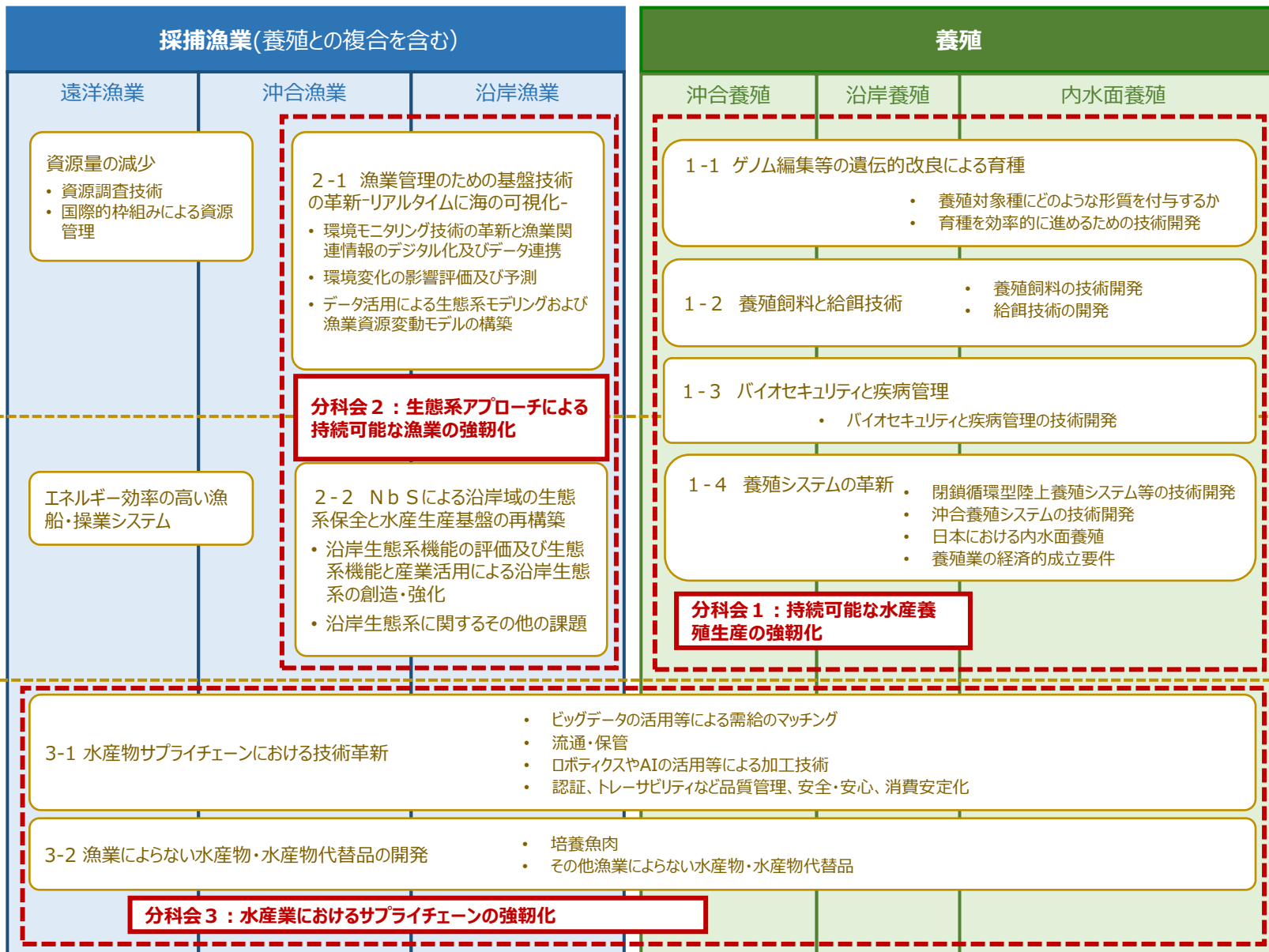


図1 レジリエンスに関する文献数の動向
WOSにおいて“resilience” AND “fisheries or aquaculture”で検索

図2 食料安全保障に関する文献数の動向
WOSにおいて“food security” AND “fisheries or aquaculture”で検索

分科会構成と実施体制



企画委員会

委員長 東海 正（東京海洋大学 学術研究院 教授）

委員 産学より7名

- ワークショップ（分科会）構成の検討、各ワークショップのメンバー、話題の検討
- ワークショップ結果を踏まえた総合討論
- 研究開発構想取りまとめの方向性確認

分科会 1

テーマ 持続可能な水産養殖生産の強靱化

モデレータ 中山一郎（水産研究・教育機構・理事長）

分科会 2

テーマ 生態系アプローチによる持続可能な漁業の強靱化

モデレータ 中田 薫（水産研究・教育機構・理事）

分科会 3

テーマ 水産業におけるサプライチェーンの強靱化

モデレータ 八木 信行（東京大学大学院農学生命科学研究科・教授）

事務局 生物系特定産業技術研究支援センター

1 - 1 ゲノム編集等遺伝的改良による育種

【論点 1】 養殖対象種にどのような形質を付与するか

【論点 2】 育種を効率的に進めるための技術開発

東京大学水産実験所

教授 菊池 潔

東京海洋大学

教授 吉崎 悟朗

1 - 2 養殖飼料と給餌技術

【論点 1】 養殖飼料の技術開発

【論点 2】 給餌技術の開発

福井県立大学

教授 佐藤 秀一

長崎大学

特定教授 萩原 篤志

1 - 3 バイオセキュリティと疾病管理

【論点 1】 バイオセキュリティと疾病管理の技術開発

国立研究開発法人水産研究・教育機構 部長

釜石 隆

株式会社ゴトー養殖研究所 取締役副社長

中西 照幸

1 - 4 養殖システムの革新

【論点 1】 閉鎖循環型陸上養殖システム等の技術開発

【論点 2】 沖合養殖システムの技術開発

長崎大学

教授 征矢野 清

東京海洋大学

教授 廣野 育生

2 - 1 漁業管理にかかる課題

【論点 1】生態系情報と漁業情報の統合・見える化・データ価値の創造

オーシャンソリューションテクノロジー	代表取締役	水上 陽介
漁業情報サービスセンター	システム企画部長	齋藤 克弥

【論点 2】気候変動を加味した海洋環境・資源変動の評価と予測

東京大学大気海洋研究所	教授	伊藤 進一
東京大学大学院農学生命科学研究所	教授	高須賀 明典

2 - 2 沿岸管理にかかる課題

【論点 1】保全技術

水産研究・教育機構 社会・生態系システム部	グループ長	堀 正和
-----------------------	-------	------

【論点 2】創造技術

水産研究・教育機構 沿岸生態システム部	部長	渡部 論史
---------------------	----	-------

【論点 3】地域振興

東京大学大気海洋研究所	教授	牧野 光琢
-------------	----	-------

2 - 3 環境把握にかかる基礎・基盤課題

【論点 1】モニタリング・計測システム・技術 - 環境情報と生物情報の把握

水産研究・教育機構 海洋環境部	主幹研究員	小埜 恒夫
-----------------	-------	-------

【論点 2】環境DX - データサイエンス・データ統合による全体把握

理化学研究所環境資源科学研究センター	チームリーダー	菊地 淳
--------------------	---------	------

3 水産業におけるサプライチェーンの強靱化 (全体説明)

東京大学大学院農学生命科学研究科

教授 八木 信行

3-1 水産物サプライチェーンの各段階における技術革新

【論点1】 ビックデータ活用等による需給マッチング

【論点2】 流通・保管、鮮度保持技術

【論点3】 ロボティクスやAI活用等による加工技術

【論点4】 認証やトレサビリティなど品質管理、安全・安心、消費安定化

(話題提供：水産物市場・流通の構造と課題)

東京海洋大学

准教授

松井 隆宏

3-2 漁業によらない水産物・水産物代替品の開発

【論点1】 培養魚肉

(話題提供：細胞培養技術を用いた新産業の創出ー)

日本細胞農業協会理事

杉崎 麻友

【論点2】 3Dプリンター、食品廃棄物のアップサイクル技術

(話題提供：魚由来材料による3Dプリンティング)

山形大学

教授

古川 英光

【他の分科会メンバー】

東京大学大学院農学生命科学研究科

教授

潮 秀樹

東京海洋大学海洋政策文化学部門

准教授

大石 太郎

東京海洋大学

客員教授

岡崎 恵美子

食品需給研究センター

理事

酒井 純

水産研究・教育機構環境・応用部門

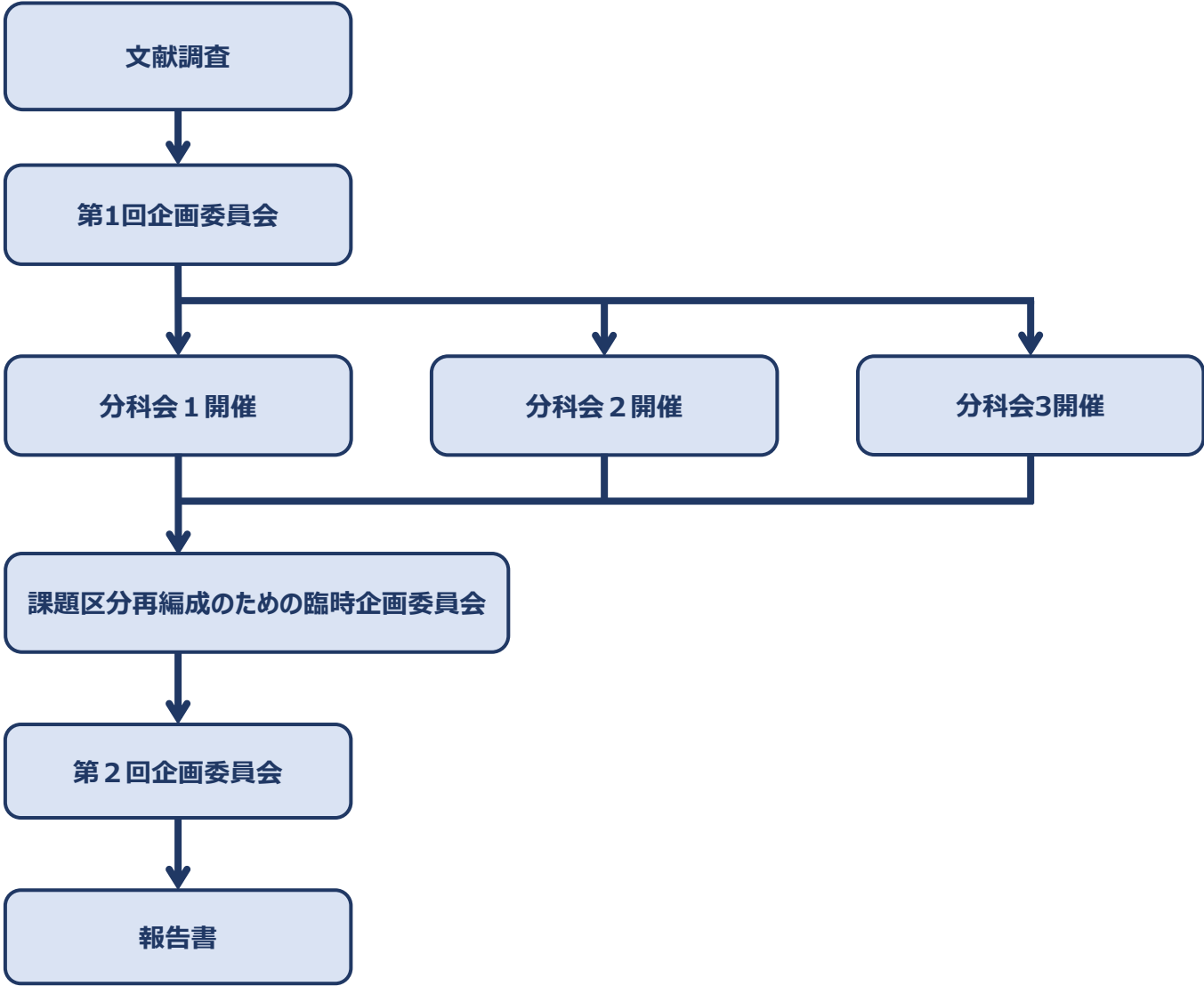
部門長

鈴木 敏之

東京海洋大学食品生産科学部門

教授

濱田 奈保子



文献調査の結果

漁業分野（fisheries）

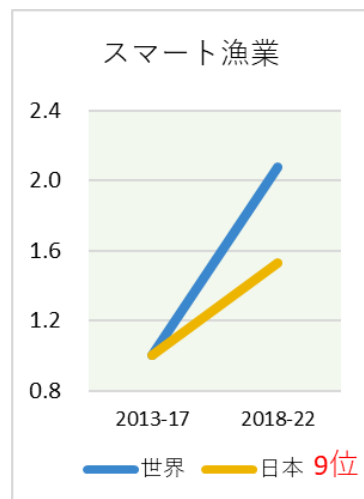
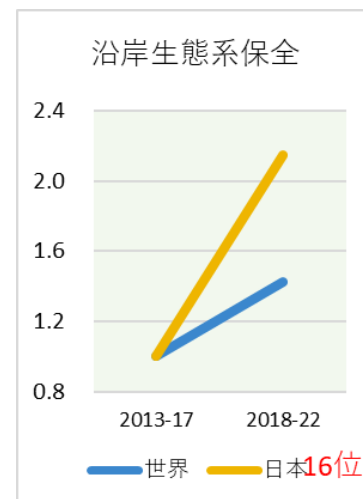
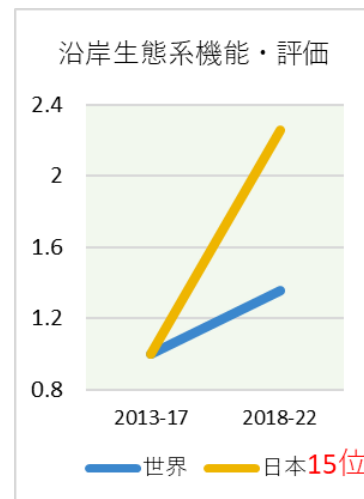
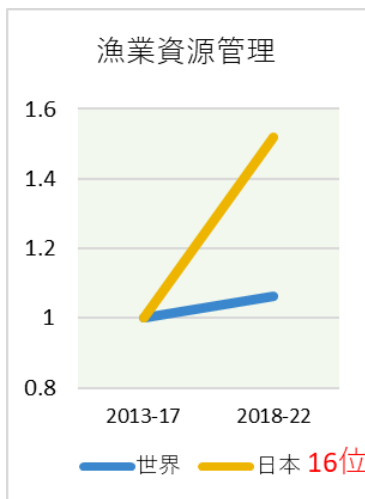
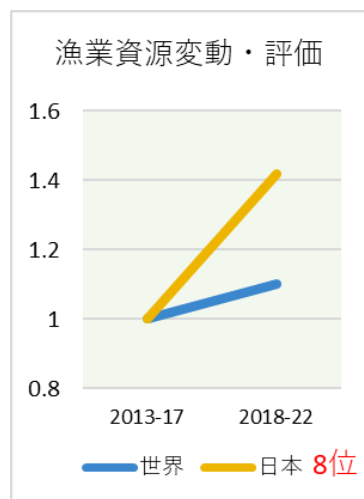
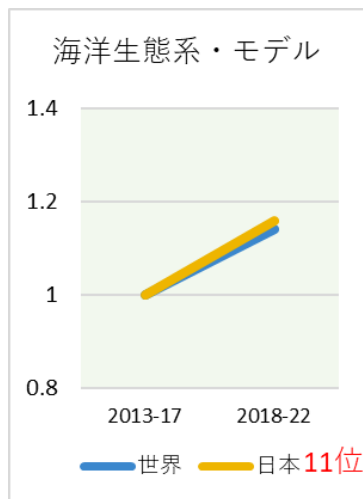
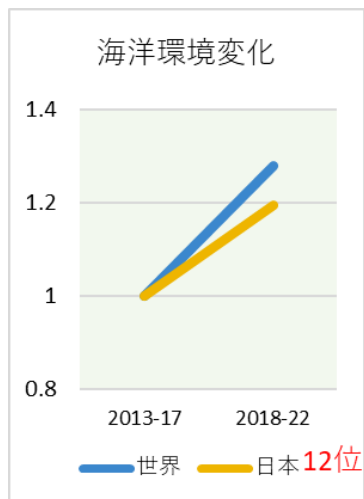
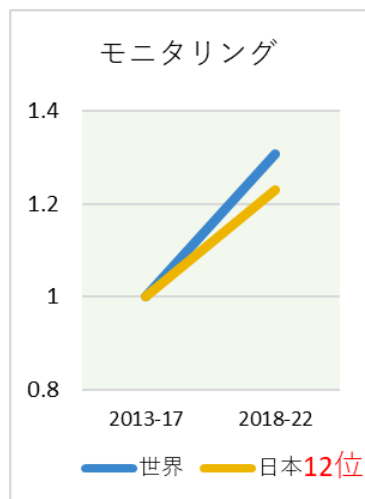
順位	2003-2012年（漁業分野）		2013-2022年（漁業分野）	
	国・地域	論文数	国・地域	論文数
1	アメリカ	6,433	アメリカ	12,265
2	中国	2,223	オーストラリア	4,528
3	オーストラリア	1,979	カナダ	4,189
4	イングランド	1,694	イングランド	3,274
5	スペイン	1,073	中国	2,939
6	フランス	1,056	スペイン	2,658
7	日本	918	フランス	2,321
8	ノルウェー	857	ブラジル	2,129
9	ブラジル	759	ノルウェー	1,898
10	イタリア	696	イタリア	1,756
11	ドイツ	688	ドイツ	1,681
12	スコットランド	636	インド	1,673
13	メキシコ	529	日本	1,587

養殖分野（aquaculture）

順位	2003-2012年（養殖分野）		2013-2022年（養殖分野）	
	国・地域	論文数	国・地域	論文数
1	アメリカ	2,038	中国	8,397
2	中国	911	アメリカ	4,500
3	カナダ	790	スペイン	2,117
4	オーストラリア	765	ノルウェー	2,102
5	スペイン	731	オーストラリア	2,020
6	ノルウェー	617	インド	2,004
7	日本	469	ブラジル	1,998
8	イタリア	452	カナダ	1,513
9	インド	441	イタリア	1,353
10	スコットランド	438	フランス	1,268
11	ブラジル	423	イングランド	1,194
12	イングランド	388	ドイツ	1,194
13	メキシコ	323	日本	1,164

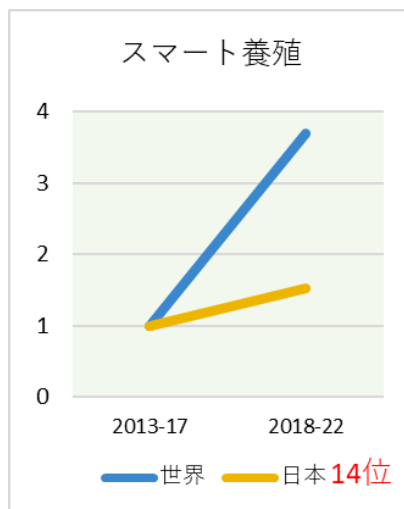
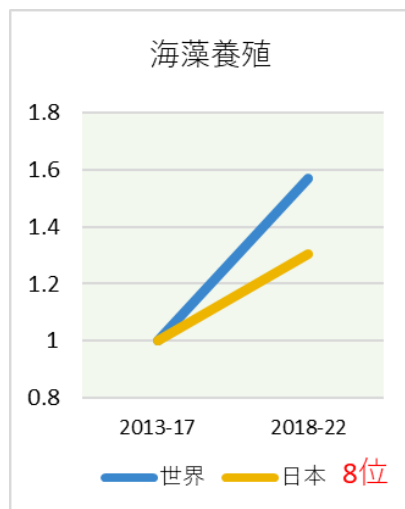
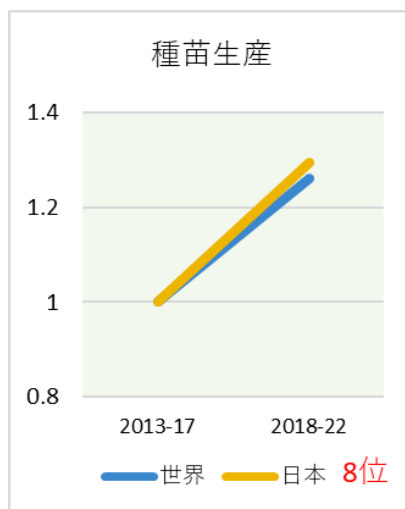
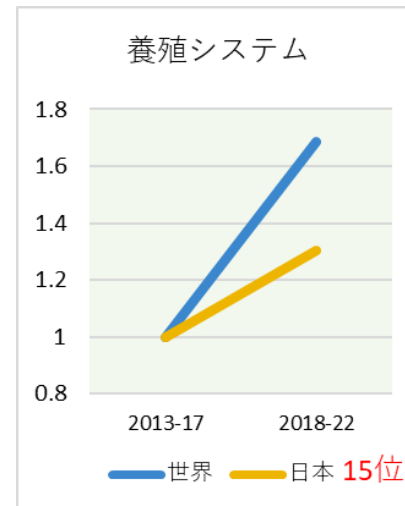
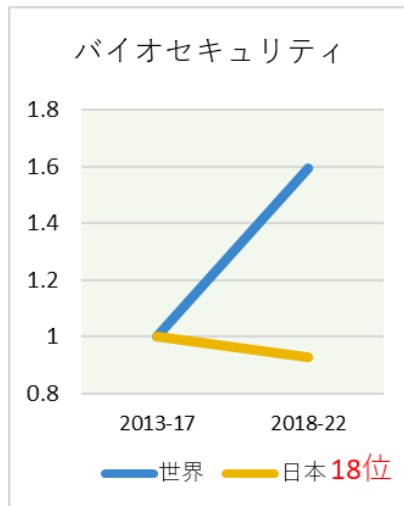
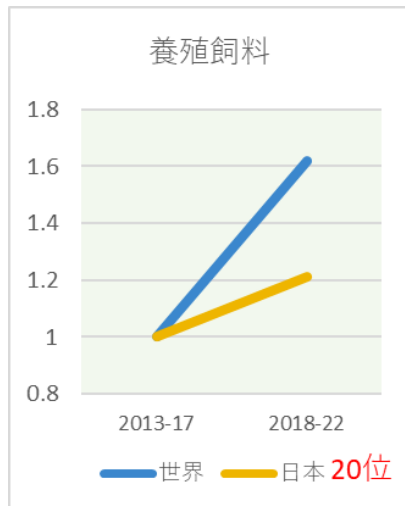
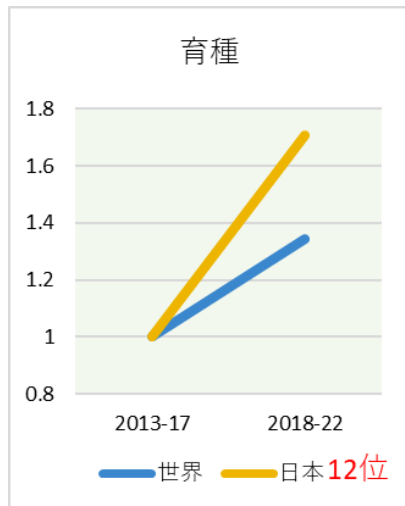
- 日本における水産関係の論文数は過去20年を10年ごとに比較すると倍増
- しかし、その増加率は世界と比べると低く、日本のランクは大きく低下
 ⇒水産分野の研究開発において世界における日本のプレゼンスが後退。
 日本の水産分野への研究開発投資を増やす必要があると考えられる。
- 養殖分野の増加率が漁業分野と比べ大
- 養殖分野における中国の伸びが著しい

日本と海外における漁業各分野の論文数増加率の比較（過去10年間）



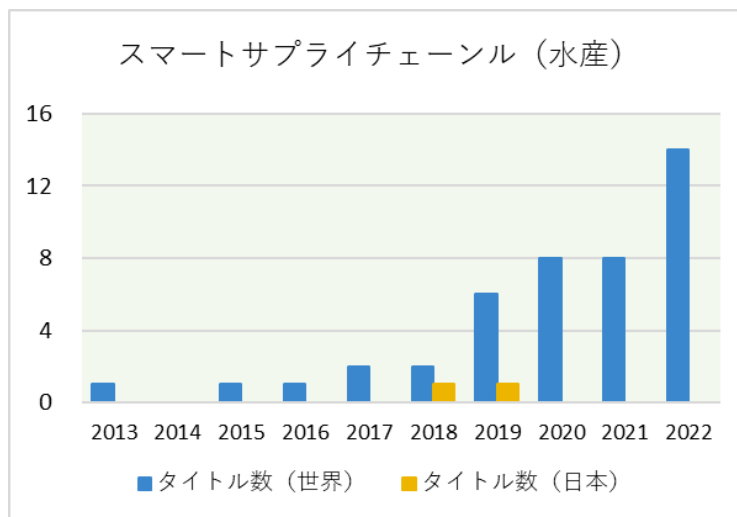
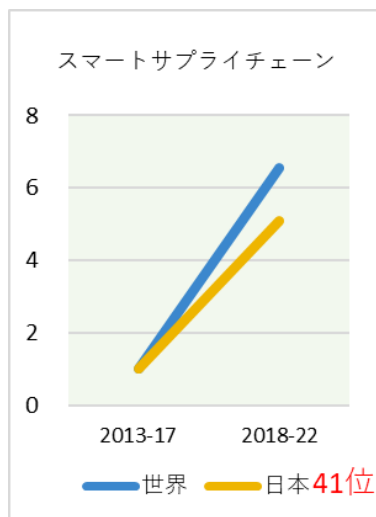
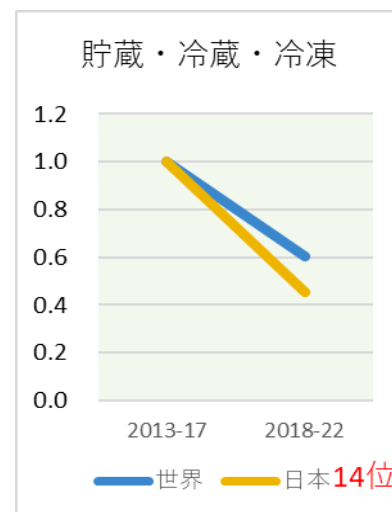
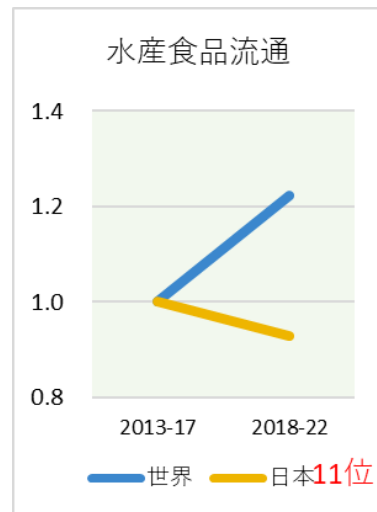
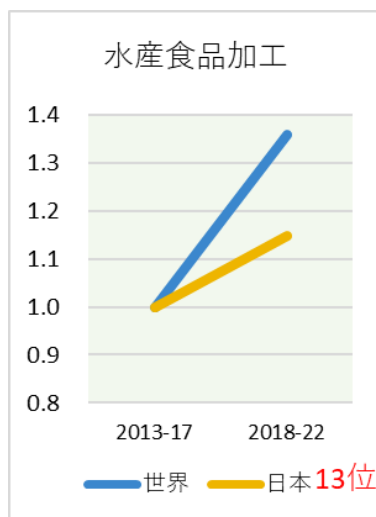
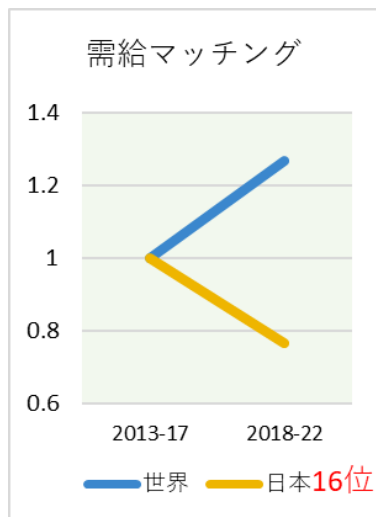
- 漁業分野の論文数増加率は、海外と比べ比較的高いが、スマート漁業は低い。
- 資源変動・評価に力が注がれている。
- 沿岸関係の論文増加率は高いが、世界ランクは非常に低い。

日本と海外における水産養殖各分野の論文数増加率の比較（過去10年間）



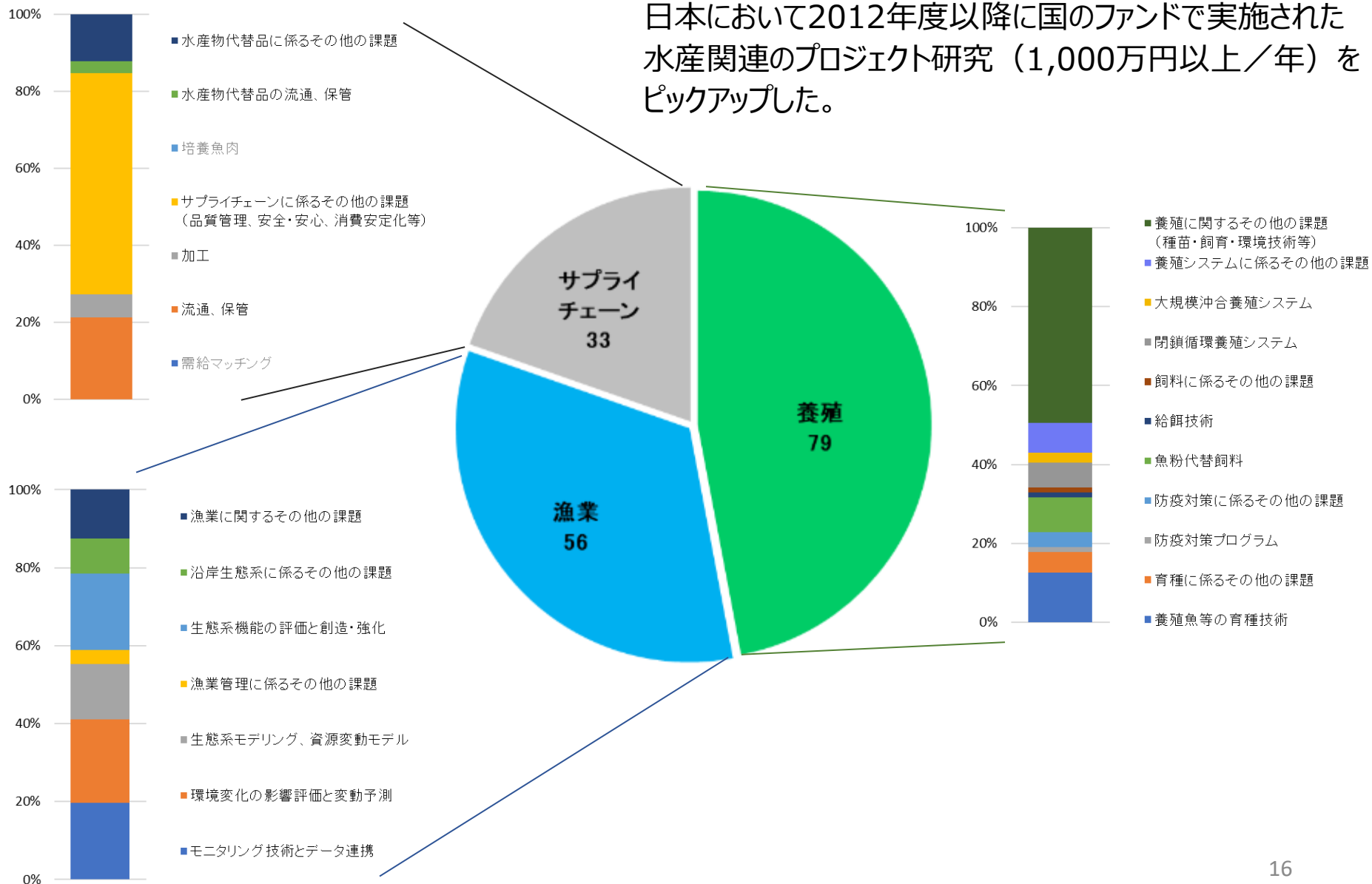
- 養殖分野の論文数増加率は、育種以外は海外と比べ低い。
- 種苗生産及び海藻養殖は日本の得意分野で世界ランクは高いが、他の分野のランクは非常に低い。
- 特に、バイオセキュリティとスマート養殖の低迷が目立つ。

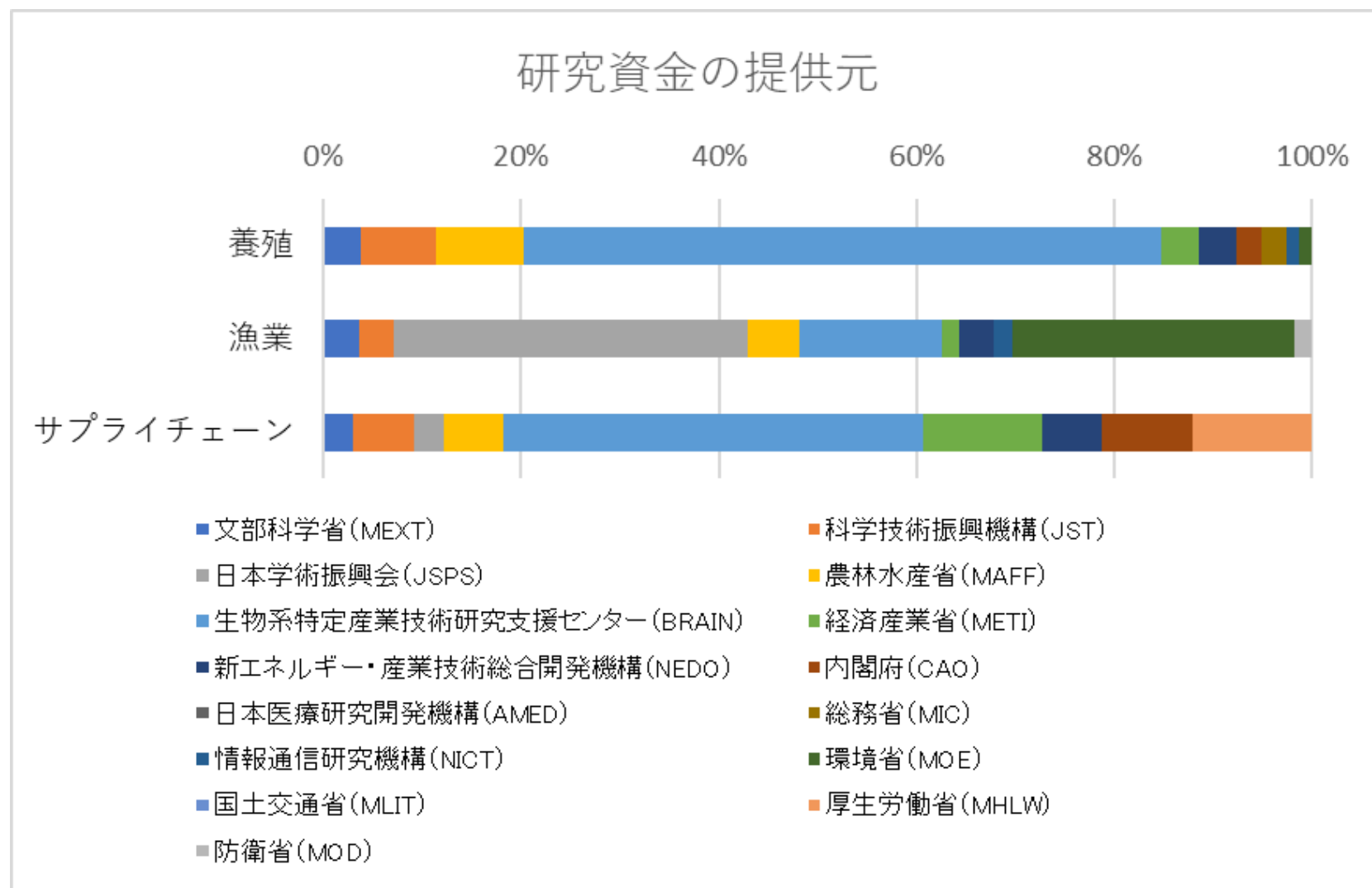
日本と海外におけるサプライチェーン各分野の論文数増加率の比較（過去10年間）



- サプライチェーン分野の論文数増加率は海外と比べ低く、ランクも比較的低い。
- 需給マッチング、流通及び保蔵は低下している。
⇒ 民間企業の開発が多く、論文になっていないか？
- 特に、スマート分野の研究はほとんどない。

日本において2012年度以降に国のファンドで実施された水産関連のプロジェクト研究（1,000万円以上/年）をピックアップした。





米国では、NSTCの水産養殖分科会による『水産養殖研究に向けた国家戦略』(2022)、海洋科学分科会による『海洋科学技術に向けた機会と行動』(2022) において水産研究に係る戦略目標が掲げられている。

欧州 (EU) では、国家戦略の6つの優先課題である欧州グリーンディールにおいて農林水産分野における目標が掲げられている。また、EUの水産養殖政策では、2021年に『持続可能で競争力のあるEUの水産業のための戦略的ガイドライン(2021-2030)』が策定されている。

	米国		欧州 (EU)	
水産研究に係る国家戦略	水産養殖研究に向けた国家戦略(A NATIONAL STRATEGIC PLAN FOR AQUACULTURE RESEARCH)』(2022)	海洋科学技術に向けた機会と行動(OPPORTUNITIES AND ACTIONS FOR OCEAN SCIENCE AND TECHNOLOGY 2022-2028)』(2022)	欧州グリーンディール	持続可能で競争力のあるEUの水産業のための戦略的ガイドライン(2021-2030) (strategic guidelines for a more sustainable and competitive EU aquaculture for the period 2021-2030)
目標 (農林水産分野における目標)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 水産養殖による経済成長の推進 2. 水産養殖生産技術の改善と意思決定の情報化 3. 動物の福祉、製品の安全性、栄養価の保持 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 海洋生態系の理解 2. 経済的繁栄の促進 3. 海洋安全保障の確保 4. ヒトの健康保護 5. 柔軟な湾岸コミュニティの開発 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 公平で健康的な環境にやさしい食品システム 2. 生態系及び生物多様性の保護と再生 3. EUの2030年及び2050年の気候目標 	<ol style="list-style-type: none"> 1. レジリエンス・競争力の構築 2. グリーンへの変革 3. 社会的受容性の確保と消費者への情報提供 4. 知識とイノベーションの向上

研究開発の方向性

- 3分科会を開催し、各分科会に共通した横断課題があることから課題区分を再編成
- 食料安全保障に対するリスクと対応

食料安全保障に対するリスク	横断的な課題区分（提言の視点）	
<ul style="list-style-type: none"> ・ 食料供給量の減少 ・ 温暖化/高温化/異常気象 ・ 自然災害 ・ 資源変動 ・ 労働力不足/後継者不足 ・ 国際環境への対応 ・ 知的財産の流出 ・ 疾病/病害虫 	<p>1. 水産物生産の安定化、効率化、多様化、分散化</p>	<ul style="list-style-type: none"> (1) 採捕漁業 <ul style="list-style-type: none"> a. 漁業管理 b. 沿岸管理 c. 環境把握（モニタリング）にかかる基礎・基盤技術 (2) 水産養殖 <ul style="list-style-type: none"> a. 遺伝的改良による育種 b. 養殖飼料と給餌技術 c. バイオセキュリティと疾病管理 d. 養殖システム e. 無給餌養殖（海藻養殖、二枚貝養殖） (3) 新規水産物開発 <ul style="list-style-type: none"> a. 培養魚肉 b. 3Dプリンティング c. その他

食料安全保障に対するリスク	横断的な課題区分（提言の視点）	
<ul style="list-style-type: none"> ・ 需要変化 ・ 食料供給量の減少 ・ 国際環境への対応 ・ 温暖化/高温化/異常気象 ・ 自然災害 ・ 資源変動 	<p>2. 水産物流通の安定化、効率化、多様化、分散化</p>	<ul style="list-style-type: none"> (1) 情報付き流通 (2) 生産側を強化する流通、卸・小売、消費のあり方 (3) 地産地消 (4) 生産・消費のマッチング
<ul style="list-style-type: none"> ・ 食料供給量の減少 ・ 温暖化/高温化/異常気象 ・ エネルギー不足 ・ 国際環境への対応 	<p>3. 環境負荷の低減</p>	<ul style="list-style-type: none"> (1) 廃棄物（Food loss/waste）の低減 <ul style="list-style-type: none"> a. 未利用魚、魚あらの活用 b. 温室効果ガス排出量低減と水産物鮮度保持の両立 (2) 温室効果ガス排出削減（カーボンニュートラル） (3) 海洋汚染、その他の環境負荷低減

食料安全保障に対するリスク	横断的な課題区分（提言の視点）	
<ul style="list-style-type: none"> ・ 人口減少/高齢化 ・ 労働力不足/後継者不足 ・ 温暖化/高温化/異常気象 ・ 資源変動 	<p>4. ICT（AI、DX、データ連携、ロボティクスを含む）の活用</p>	<ul style="list-style-type: none"> (1) スマート漁業・養殖業 (2) 流通・消費のICT化と生産とのデータ連携 (3) 自動化、ロボティクス
<ul style="list-style-type: none"> ・ 食料供給量の減少 ・ 地域の衰退/疲弊 	<p>5. 地域振興、漁村振興</p>	<ul style="list-style-type: none"> (1) 沿岸域の生態系保全と水産生産基盤の再構築 (2) 地域振興、漁村振興
<ul style="list-style-type: none"> ・ 需要変化 ・ 国際環境への対応 	<p>6. 生産者・消費者行動に関する社会技術研究</p>	<ul style="list-style-type: none"> (1) 生産行動・判断に関する社会経済研究、マーケティング (2) 新規水産物の社会受容性
<ul style="list-style-type: none"> ・ 需要変化 ・ 品質変化 	<p>7. 「食品」としての水産物研究</p>	<ul style="list-style-type: none"> (1) 美味しさ、健康、安全性などの食品価値の追求 (2) 水産物の性状、物性
	<p>8. 支援システム</p>	<ul style="list-style-type: none"> (1) 情報基盤の整備 (2) 体制、法整備、標準化

わが国の水産業におけるリスク強靱性の 強化のための提言

- 水産物は、栄養面、健康面で優れ、自律的に再生可能で、環境負荷が小さいと言われており、今後予想されるタンパク質不足に対する持続可能なタンパク質の供給源として有力である。
- 他方、ウクライナ侵攻を背景とした原材料価格の上昇や円安、新型コロナの流行に伴う国際物流の混乱、地球温暖化や異常気象、大規模な自然災害など、食料の安定供給に影響を及ぼす諸問題が頻発している。我が国の水産業においても、人口減少に伴う漁業就業者の減少や高齢化、これまでにない不漁が頻発するなど水産物を安定供給する基盤が揺らいでいる状況にある。
- 今こそ、水産業の安定化・強靱化を高める研究開発を一層進め、水産業のリスク強靱性を高め、食料安全保障を強化することが求められている。
- 同時に、水産業のカーボンニュートラルや水産物の健康効果等に関する研究や成果の普及を通じた国民の水産物に対する理解の増進と消費の啓発など、学際的な研究を進めることも重要である。

提 言

1. 漁業生産の安定・強靱化を高める基盤研究の推進
2. 養殖生産の技術基盤の強化と関連する研究開発の推進
3. 新規水産物開発の推進
4. 水産物流通の安定・強靱化を高める基盤研究の推進
5. 環境負荷低減に資する研究の推進
6. ICT等の先端技術の活用を資する研究開発の推進
7. 地域振興を図るための研究と関連産業との連携体制構築

わが国の水産業におけるリスク強靱性の強化のための提言



食料安全保障に対するリスク	横断的な課題区分(提言の視点)	提言						
		1. 漁業生産の安定・強靱化を高める基盤研究の推進	2. 養殖生産の技術基盤の強化と関連する研究開発の推進	3. 新規水産物開発の推進	4. 水産物流通の安定・強靱化を高める基盤研究の推進	5. 環境負荷低減を資する研究の推進	6. ICT等先端技術の活用に資する研究開発の推進	7. 地域振興を図るための研究と関連産業との連携体制
<ul style="list-style-type: none"> 食料供給量の減少 温暖化/高温化/異常気象 自然災害 資源変動 労働力不足/後継者不足 国際環境への対応 知的財産の流出 疾病/病害虫 	1. 水産物生産の安定化、効率化、多様化、分散化							
	(1) 採捕漁業	◎				◎	◎	◎
	a. 漁業管理							
	b. 沿岸管理							
	c. 環境把握(モニタリング)にかかる基礎・基盤技術							
	(2) 水産養殖							
	a. 遺伝的改良による育種		◎				◎	◎
	b. 養殖飼料と給餌技術							
	c. バイオセキュリティと疾病管理							
	d. 養殖システム							
e. 無給餌養殖(海藻養殖、二枚貝養殖)								
(3) 新規水産物開発			◎	◎	◎		◎	
<ul style="list-style-type: none"> 需要変化 食料供給量の減少 国際環境への対応 温暖化/高温化/異常気象 自然災害 資源変動 	2. 水産物流通の安定化、効率化、多様化、分散化							
	(1) 情報付き流通							
	(2) 生産側を強化する流通、卸・小売、消費のあり方				◎	◎	◎	◎
	(3) 地産地消							
	(4) 生産・消費のマッチング							
<ul style="list-style-type: none"> 食料供給量の減少 温暖化/高温化/異常気象 エネルギー不足 国際環境への対応 	3. 環境負荷の低減							
	(1) 廃棄物(Food loss/waste)の低減							
	a. 未利用魚、魚あらの活用	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	b. 温室効果ガス排出削減と鮮度保持の両立							
	(2) 温室効果ガス排出削減(カーボンニュートラル)							
(3) 海洋汚染、その他の環境負荷低減								
<ul style="list-style-type: none"> 人口減少/高齢化 労働力不足/後継者不足 温暖化/高温化/異常気象 資源変動 	4. ICT(AI, DX、連携、ロボティクスを含む)の活用							
	(1) スマート漁業・養殖業	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	(2) 流通・消費のICT化と生産とのデータ連携							
	(3) 自動化、ロボティクス							
<ul style="list-style-type: none"> 食料供給量の減少 地域の衰退/疲弊 	5. 地域振興、漁村振興							
	(1) 沿岸域の生態系保全と水産生産基盤の再構築	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎
	(2) 地域振興、漁村振興							
<ul style="list-style-type: none"> 需要変化 国際環境への対応 	6. 生産者・消費者行動に関する社会技術研究							
	(1) 生産行動・判断に関する社会経済研究、マーケティング	◎	◎	◎	◎	◎		
	(2) 水産物の社会受容性							
<ul style="list-style-type: none"> 需要変化 品質変化 	7. 「食品」としての水産物研究							
	(1) 美味しさ、健康、安全性などの食品価値の追求	◎	◎	◎	◎			
	(2) 水産物の性状、物性							

1. 漁業生産の安定・強靱化を高める基盤研究の推進

- 漁業を取り巻く自然・社会環境変化に柔軟に対応し、食料を安定供給するためには、**漁業資源の適切な管理及び沿岸域の生産基盤の保全と再構築**のための研究開発を強力に推進する必要がある。
- **資源管理**については、生態系アプローチによる資源管理の実現に向け、短・中期的には、**海洋生態系と水産生物の生体機能を迅速かつ正確に把握するための新規手法**に関する基盤的研究や技術開発が重要である。また、環境や漁業情報を取得しデータ化するための**センシング技術**や**漁業のICT化**、データを連携・統合し漁業の効率性・収益性の向上につなげるための**ビッグデータ解析**や**DX化研究**、**AIやデジタルツイン**を活用した分析が必要である。
- **沿岸域**については、**資源状況と水域環境の情報**が限られており、まずはそれらの情報を収集・統合して**沿岸生態系の全体像を把握**することが肝要である。特に、**漁場造成**や**沿岸域を利用した増養殖**を推進するために、**環境収容力と栄養塩循環の解明**が重要である。

横断的な課題区分	研究開発分野・課題例
1. 水産物生産の安定化、効率化、多様化、分散化 (1) 採捕漁業 a. 漁業管理	漁業・海洋関連のデジタルデータの漁業の効率化等への活用
	漁業関連データの経済価値評価に関する研究
	環境変動に対する生物学的メカニズムの解明
	生態系ベースの生物学的メカニズムを取り込んだ生態系・資源変動モデルの構築・高度化
	漁業の効率化・省力化と環境に配慮した漁業技術の高度化研究
資源評価の迅速化、正確化に向けた評価技術の高度化	

横断的な課題区分	研究開発分野・課題例
1. 水産物生産の安定化、効率化、多様化、分散化 (1) 採捕漁業 b. 沿岸管理	漁業・海洋関連のデジタルデータの漁業の効率化等への活用
	漁業関連データの経済価値評価に関する研究
	環境変動に対する生物学的メカニズムの解明
	生態系ベースの生物学的メカニズムを取り込んだ生態系・資源変動モデルの構築・高度化
	漁業の効率化・省力化と環境に配慮した漁業技術の高度化研究
	資源評価の迅速化、正確化に向けた評価技術の高度化
1. 水産物生産の安定化、効率化、多様化、分散化 (1) 採捕漁業 c. 環境把握のための基礎・基盤技術	モニタリング観測の効率化、自動化、高精度化
	生態系の把握に必要な生体情報（ナチュラルタグ、環境DNA、環境RNA、マルチオミクス解析）の取得、活用に関する研究開発
	漁業・環境・生態系・人間社会統計情報等の連携データベース構築とデータ駆動型研究による最適解の提供（プラネタリーバウンダリーのティッピングポイントの予測）

2. 今後の水産生産力向上の機軸となる養殖生産の技術基盤の強化と関連する研究開発の推進

- 沿岸養殖については、環境負荷低減技術の開発が望まれる。また、沿岸養殖域に限界がある状況において、生産基盤を拡大していくためには、沖合養殖システムや陸上養殖システムの高度化が重要であるが、世界的に競争の激しい分野であるので、海洋工学、AI、ロボティクスなど異分野と連携したスピード感のある研究の推進が求められる。
- ゲノム予測に基づく選抜育種の導入、生簀内でのフェノタイプング技術の開発、生殖操作等を利用した世代時間の短縮や品種の保存・流出防止のための技術開発により優良な魚種を育成・確保することが重要である。なお、育種等種苗改良の研究基盤強化のためには、遺伝資源を維持することが不可欠である。
- 他の原料との競合及び輸入依存などの課題に対応し、環境と資源維持に配慮した仔稚魚・成魚用の新規飼料開発と適時適切な給餌技術開発を進めるとともに、未知の疾病にも対応できるよう、迅速なワクチン開発や、環境DNA解析等を用いた発症予測技術の開発により、バイオセキュリティ体制を拡充することが望まれる。

横断的な課題区分	研究開発分野・課題例
1. 水産物生産の安定化、効率化、多様化、分散化	高成長、耐病性のさらなる改良、環境変動に対する頑強性の付与
(2) 水産養殖	日本の水産業の多様性を活かす多種小規模育種の効率化
a. 遺伝的改良による育種	国内向けタンパク源としての淡水魚養殖のための魚種の絞り込みとその改良
	水産育種におけるゲノム予測法の導入に向けた技術開発（リファレンスゲノム決定、多数個体のゲノム決定、データ解析・予測ソフトウェア開発、多群飼育技術など）
	生簀内での稚魚・成魚の表現型の自動取得（フェノタイプング）技術の開発
	生殖細胞の代理親への移植による世代時間の短縮、品種保存、品種の流出防止技術の開発とその汎用化（多魚種への適用）

横断的な課題区分	研究開発分野・課題例
1. 水産物生産の安定化、効率化、多様化、分散化 (2) 水産養殖 b. 飼料と給餌技術	魚粉代替飼料原料の選択肢拡大に関する研究開発及び魚油代替原料の探索研究
	栄養代謝機構の解明に基づくとともに優れた特性を備えた飼料の研究開発
	人の食料・畜産飼料・バイオエネルギー原料と競合しない究極的に望まれる飼料原料の研究
	大型ワムシの育種研究、カイアシ類、アミ類等の量産技術開発
	ワムシを代替するような実用性の高い微粒子人工配合飼料の研究開発
	ワムシの安定供給と保存に関する研究、餌料生物培養の低コスト化技術の開発、餌料生物の高付加価値化に関する研究
	AI導入自動給餌機の一層の機能高度化
	沖合養殖における長距離搬送技術と遠隔操作機能を備えた水中自動給餌機の開発
水産養殖分野の研究開発に対する社会受容を促す研究	
1. 水産物生産の安定化、効率化、多様化、分散化 (2) 水産養殖 c. バイオセキュリティと疾病管理	養殖漁場の環境管理技術の高度化
	環境中の病原体の動態に着目した防疫対策の研究
	DNA/RNAワクチンの研究開発、適切なアジュバントの開発研究
	オートジーナスワクチンの導入と法的整備に関する研究
	注射針を用いない接種方法の開発、注射以外の投与方法の開発
	訓練免疫 (Trained immunity) の概念に基づいた新たな魚介類の疾病予防法の開発

横断的な課題区分	研究開発分野・課題例
1. 水産物生産の安定化、効率化、多様化、分散化 (2) 水産養殖 d. 養殖システム	日本の海洋環境に適した沖合養殖システムの開発とシステム関連技術の高度化
	種苗生産、中間育成、出荷までの生産技術の高度化と経営を含めた実証研究
	RASの経済性向上に資する技術開発（大型化、高効率システム化）
	自然環境に及ぼす影響の最小化と適切な規制の在り方に関する研究
	エネルギー対策と持続可能性の高い陸上養殖のシステム構成に関する技術開発
	水産対象動物の成長と耐病性を高める飼育法に関する研究
	内水面を含めた食料危機の回避に適した魚種の開発に関する研究 工学・海洋工学との連携による技術開発 ・AI、IoT、ICT、DXを取り入れた養殖システム及び要素技術の高度化 ・洋上風力発電施設/小型潮流発電を利用した沖合養殖システムの駆動 ・自然エネルギーを利用した陸上養殖システムの駆動や配合飼料原料の工場大量生産
1. 水産物生産の安定化、効率化、多様化、分散化 (2) 水産養殖 c. 無給餌養殖	環境モニタリングによる沿岸域の地域特性（環境収容力、海洋特性等）の把握と地域特性を活かした無給餌養殖システムの高度化
	地域特性に適した複合養殖のシステム設計と産業経済性に関する研究
	環境変化や異常気象に対応した新品種の開発、海洋変化予測技術の高度化、養殖施設の耐久性強化等の適応技術・研究開発
	養殖海藻のバイオマス活用に関する他産業との連携研究

3. 新規水産物開発の推進

- 水産関連食品の多様性を確保・拡大するため、再生医学研究と融合した**培養魚肉**や微細機械システム工学と融合した**3Dフードプリンター**など異分野を融合した**学際的な研究**を推進し、科学技術イノベーションを実現していくことが必要である。

横断的な課題区分	研究開発分野・課題例
1. 水産物生産の安定化、効率化、多様化、分散化 (3) 新規水産物開発	食用魚介類のセルバンクの構築、細胞水産業における培養条件の最適化 水産物（代替品）の加工に適した方式の3Dフードプリンターや食品インクの開発、食品コンテンツの開発

4. 水産物流通の安定・強靱化を高める基盤研究の推進

- 水産物の安全・安心の確保、風評被害の軽減、輸出拡大のためには、**認証等の普及**や**トレーサビリティの確保**が必要であり、**品質管理技術**や**検査技術の向上**とともに、その後の**情報付き流通**に関する研究開発が不可欠である。
- 水産物は、多くが生鮮品として流通することから鮮度保持が課題となっており、供給の不安定さ、食品ロスの増加のみならず生産者の収益を不安定なものにしている。このため、**水産物鮮度保持**についての革新的な研究開発が必要であるが、環境配慮の観点から、**温室効果ガスの排出削減**にも資する研究とすることが求められる。併せて、各地に伝わる**伝統的保存技術**の体系的整理とその科学的検証による他魚種等への利用拡大や新技術への応用、**生鮮品の品質劣化のメカニズム解明**のための基礎研究も重要と考えられる。
- 生鮮品であれ加工品であれ、消費者が求める水産物を供給していくことが持続可能な水産業の基盤となる。このため、水産養殖における育種の対象種の絞り込みなどにおいては、どのくらい日本や世界で売れるかといった**社会学的なマーケティング**を含めた研究が重要である。さらに、**安全性**のみならず、**健康、美味しさ**などの**食品価値を高める**ための研究開発や、臭いや骨など**消費拡大の障害となっている要因の解決**に向けた研究も重要である。

横断的な課題区分	研究開発分野・課題例
2. 水産物流通の安定化、効率化、多様化、分散化	水産エコラベルの仕組みを応用した認証システム、水産物の検査技術、品質評価技術、ブロックチェーンやRFIDタグなどを活用した情報プラットフォーム
	生産・消費のマッチング

5. 環境負荷低減に資する研究の推進

- 持続可能な水産業の確立を目指し、生産規模の拡大や生産効率の向上を目指すためには、環境負荷や食品ロス、廃棄物問題と環境修復を同時に解決していくことが重要であり、温室効果ガス排出の低減、ブルーカーボンのための多様な海藻養殖、未利用魚の利用などを複合した研究開発のアプローチが求められる。

横断的な課題区分	研究開発分野・課題例
3. 環境負荷の低減	未利用魚や魚あらを活用したアップサイクル技術
	電圧印可、保存雰囲気、包装技術などによる鮮度保持技術
	海洋環境における負荷物質の挙動と環境浄化力の評価、生態系への影響評価
	マイクロ・マクロプラスチックの影響評価、漁業・養殖業資材のリサイクル、環境配慮型素材への転換技術

6. ICT等の先端技術の活用に資する研究開発の推進

- 近年、急速に進展するICTやDX、AIなどの異分野と連携し、これら分野で開発された技術を水産業に効果的に応用するような研究開発を進めることが不可欠である。その際、生産や流通、消費の各段階で創生された情報をデータ連携してAI等で分析し、採捕漁業における供給の不安定さへの対応や需給のマッチング、情報付き流通に革新をもたらすための基盤構築など、水産業全体を革新するよう研究開発を進めることが重要である。
- また、人手不足に対応するため、多様な種類・サイズの水産物にも対応できる画像センシング技術やロボット技術の革新による自動化が急務である。

横断的な課題区分

研究開発分野・課題例

4. ICT（AI、DX、連携、ロボティクスを含む）の活用

モニタリング技術の「質の革新」による高度化

生産から加工・流通過程における、手作業を代替できる画像センシング技術やロボット技術など自動化技術

7. 地域振興を図るための関連産業との連携体制

- 水産業は、沿岸地域とのかかわりの深い産業であることから、水産業の振興を図るためには、個々の経営の収益性の拡大や安定化を図るだけでなく、新産業の創出等による地域振興が必要である。このため、観光や健康増進、健康寿命延伸に関する産業などとの連携を促す総合的なコミュニティデザインに関する研究も重要である。

横断的な課題区分	研究開発分野・課題例
5. 地域振興、漁村振興	ブルーツーリズム等の新産業・新サービスの創出、地域ブランドコンテンツの開発と社会経済効果の検証

横断的な課題区分	研究開発分野・課題例
6. 生産者・消費者行動に関する社会技術研究	消費者ニーズに合わせた漁獲・養殖生産判断とその経営・経済学的研究
	生産から加工・流通過程における、手作業を代替できる画像センシング技術やロボット技術など自動化技術
	水産物生産における環境負荷の定量化、可視化

横断的な課題区分	研究開発分野・課題例
7. 「食品」としての水産物研究	美味しさ、健康、安全性、調理の簡便化などの食品価値の追求に関する研究
	水産物の性状、物性に関する研究

付帯意見：研究や技術開発の円滑な推進、並びに開発成果の社会への定着を確実に行うためには、様々な政策的な支援が不可欠である。このため、研究や技術開発をサポートし、**社会実装を促進するために必要な政策的課題**について付帯意見として付記する。

1. 情報基盤の整備

- 水産科学においてもデータサイエンスの推進が必要だが、情報基盤は目的や研究分野ごとに構築されているのが現状。生産から加工・流通、消費までの横のつながりをスムーズにするため、各分野の膨大なデータを蓄積、整理・統合し、課題解決のために活用できる「情報基盤」の整備が急務である。
- 水産分野が対象とする情報は、地球規模で変化する気象や海洋等に関するものであることから、大容量で洋上でもアクセスが容易な「通信インフラ」を整備する必要がある。
- また、「海」は水を通じて世界につながり、観測データには国境がない。このため、我が国としてのデータポリシーを明確にした上で、国際的な連携の促進が望まれる。

2. 水産ジーンバンクの構築と研究成果の円滑な社会実装に向けた総合的な取組の展開

- 日本では水産育種や種の保全、ゲノム研究の基盤となる水産分野のジーンバンクが極めて脆弱。ジーンバンクは国益、公益の観点から国家戦略として整備すべきと考える。
- 研究開発の推進のための産学官連携を促す研究実施体制の整備が重要。
- 研究開発成果のスムーズな社会実装に向け、柔軟でスピード感のある制度改善やルール作り、国際標準化・基準化など、国としての総合的な取組が必要。

本研究開発構想は、以下の有識者からなる委員会での議論を通じて策定しました。
企画委員会の委員の皆様、及び分科会メンバーの皆様に、心より感謝申し上げます。

氏名	所属・役職	備考
芦田 慎也	マルハニチロ株式会社 中央研究所 所長	
近藤 孔明	丸紅株式会社中部支社 副支社長	
塩谷 格	株式会社ニッスイ 中央研究所 所長	
東海 正	東京海洋大学 学術研究院 教授	委員長
中田 薫	国立研究開発法人 水産研究・教育機構 理事	
中山 一郎	国立研究開発法人 水産研究・教育機構 理事長	
八木 信行	東京大学大学院農学生命科学研究科 教授	
和田 時夫	一般社団法人 漁業情報サービスセンター 会長	

※五十音順