

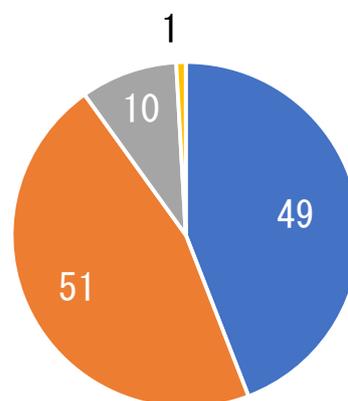
シンポジウム「持続可能な次世代養殖システムの開発～サバを中心に～」
アンケートとりまとめ

令和3年8月3日（火）に、シンポジウム「持続可能な次世代養殖システムの開発～サバを中心に～」を水産増養殖産業イノベーション創出プラットフォーム（水産研究・教育機構）とJST 未来社会創造事業「日本型持続可能な次世代養殖システムの開発課題」と共同で開催しました。たくさんの方々に参加いただき、ありがとうございました。申し込み登録者数は275名、アンケート回答者数は111名ありました。いただいた回答をとりまとめ、皆様に報告いたします。いただいたご意見は、今後の事業運営に活かしたいと思えます。

【シンポジウム参加の感想】

回答者の感想は「大変良かった」・「良かった」があわせて9割ありました。このことから、本シンポジウムについて、概ね良い感想が得られたと考えています。

シンポジウム参加の感想

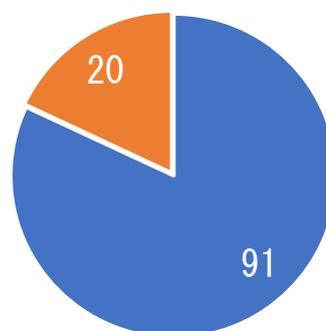


■ 大変良かった ■ 良かった ■ 普通 ■ 悪かった

【次回の参加】

次回もひきつづき参加したいかお聞きしたところ、回答者の8割が「参加する」と回答をいただいた。

次回の参加について

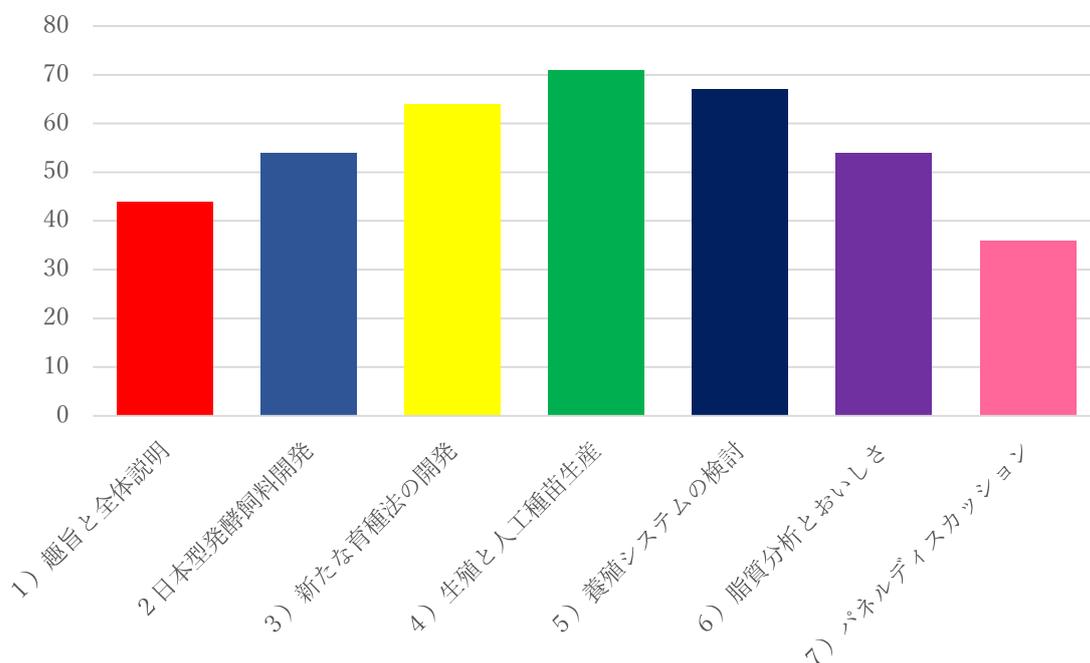


■ 参加する ■ 状況を見て考える

【興味を持ったテーマ】

趣旨・全体説明を含め7つの項目に関して、回答者が興味を持ったテーマについて複数回答をいただいたところ、「サバの生殖の仕組みと人工種苗生産の現状」が最も多く、次いで「サバ養殖に向けた養殖システムの検討」、「発生、繁殖制御技術を駆使した新たな育種法の開発」でした。今後、持続可能な次世代養殖システムの開発課題の研究が進み、皆様に成果報告ができるよう研究ご担当に期待したいと思います。

興味を持ったテーマ



【「持続可能な次世代養殖」について】

持続可能な次世代養殖について、ご意見伺いました。その意見をとりまとめ概要を次に示します。ほぼ同じ意見の場合、代表的なものを掲載しました。

○養殖全般に関する意見

- ・日本の養殖業の現状と次世代養殖で目指す姿をどのようにつなぐか。全体感をお示し頂ければと思います。
- ・興味深いお話でした。国が進める養殖業成長産業化の取り組みで、北海道でも魚類養殖（サーモン類）の実用化が議論されています。魚種は違いますが、養殖に資する最新技術等については情報交換できればと思います。
- ・中山様が趣旨説明でおっしゃっていたように、世界に市場があること、ノルウェーからの輸入量が多いことため、最終的に国産養殖が取って代わることもできると思うのですが、他の戦略的養殖品目を優先した方が良いのではないかと思った次第です。とはいえ、たいへん期待している魚種でして、心より成功を祈っております。

- ・持続的な需要がなければ成り立たず、養殖技術だけでなく、販売戦略も重要と思います。また、付加価値を付けて高く売るという相手任せで不確実なコスト意識で養殖技術（経費）を考えるのではなく、現在の市場においても採算がとれる養殖技術を開発することが重要と思います。
- ・代替養殖餌料の開発や安定した高品種種苗の確保、環境への負荷低減方策等、次世代養殖には、まだまだブレークスルーを期待できる課題があるが、それらを水産機構が主体となって取り組む体制が整いつつあるのかと感じた。また、養殖水産物の価値を判定し、高付加価値化につなげる技術や輸出促進に向けた新技術の開発等、農林水産省のプロジェクトに対応した応用開発分野の研究も進んでいると思われた。今後は今回参加いただいた民間企業や生産者と協同して実用化に向けた取り組みについても議論していただきたい。
- ・現在の環境変化（人口増含む）を考慮すれば、持続可能な養殖への対応が必要である。
- ・種苗と餌料の安定供給、漁場環境の保全が依然として課題かと考えます。漁場環境については陸上でRASにしても廃棄物の処理は残ります。畜産では人の食えないものを餌にして、廃棄物の二次利用でペイすると同時に広い意味での生態系の中に位置付けている側面がありますので、比較しながら興味深くこの分野を眺めています（勉強や研究まで到達していませんので）。
- ・「持続可能な次世代養殖」が目指すのは、①鶏のようなタンパク供給なのか、②和牛のような嗜好品なのかにより方向性が異なると思います。①を目指すのであれば、最適な新魚種への転換を考えることが肝要かと思えます。飼料コストが高いとの意見が複数出ておりましたが、飼料コストを含む生産コストに即した販売価格（浜値）になっていないことが論じられていません。価格重視の日本では、養殖魚が天然魚に勝る価格を形成することができないこともしっかりと認識する必要があると思います。
- ・サバに限った事ではないと思いますが、陸上養殖・沖合養殖といったハード面の課題、育種・種苗生産・飼料分野における生物学的な課題があり、それぞれの解決策を模索することと並行して、最適な組み合わせを見つけることも重要と考えます。
- ・完全に個で出来る範囲を超えてしまう分野になっていたという感覚をもちました。漁業者自体が減ってる現在、企業頼みになっているのは否めませんが、これらを個に落とす算段があれば漁業者を増やすきっかけになるのでは。次世代にも必ずマンパワーは必要ですし、持続をするための予算などの枠組み、技術移転などが出来ればよいという感想です。

○システムに関して

- ・サステナブルの意味だけではなく漁業者（小規模の経営体）が持続して続けられるようなシステムができるよう考えたい。
- ・確かに施設の大型化や沖合進出など将来的に必要というのは理解できるが、今の現場と

あっていない感覚を覚える。このあたりのギャップを政策で埋めるのか技術で埋めるのかはわからないが、生産者と流通加工業者の率直な意見を取り入れた事例が知りたい。

- ・大規模養殖だけでなく、地域産業としての養殖業の持続性を担保する技術やシステムの開発も重要と思います。一方で、育種のための遺伝資源の確保と安全・確実な保存方法の確立はとても重要で日本全体で取り組む必要性を感じました。吉崎先生の研究は、非常に示唆に富んでいて勉強になりました。
- ・省力化によって、養殖場で働く人の労働環境がよくなることも期待しています。
- ・養殖できる環境が少ない我が国において、陸上養殖や沖合養殖は養殖産業を活性化するための活路に思います。一方、相応のリスクがあると思います。諸外国は覚悟を決めて資金を投入しているように思いますので、我が国でも、まずはお金がかかっても成功例を作ることに期待しています。
- ・全体説明でも資料でもご紹介があった「大規模養殖」の方向に向かうのか？それとも中小漁業者が中心となった養殖（沿岸？沖合？）に向かうのか？日本の水産業、養殖の今後を注視しています。

○種苗・育種等

- ・優良種苗の確保が第一であると考えます。高水温耐性、低水温耐性種苗の生産方法の確立を期待します。
- ・陸上養殖がスポットをあびている中、ゲノム編集が進んでいるが、海面養殖可能にしていく必要があると思慮します。可能な手法はあるようですが、消費者の需要、法整備宜しくお願い致します。
- ・パネルディスカッション時に中山先生が話された、外国鶏種を独占している海外の大手企業が養殖産業へ進出する動きが有り、危機感を強めているとのコメントが興味深く、日本の養殖業を守る為の研究開発が不可欠だと感じた。
- ・高成長な養殖魚の開発は必須事項だと思います。ゲノム編集などの新技術を取り込んでいく必要があると考えます。

○飼料について

- ・私も一研究者として、魚油フリーな海産養殖をするにはどうすればいいか考えています。魚油の生産量・値段は不安定なことから、シンポジウムの内容にもあった通り、魚油に依存しない必須脂肪酸供給型の養殖システムが今後の要になることと推察します。しかし、魚油代替のコストパフォーマンスの悪さが懸念されます。一般的には、魚油を用いた方が海産魚飼育成績は高くなります。魚油代替を経た「持続可能な次世代養殖」を今後さらに推進していくには、魚油代替効果について、魚を対象とする生物学的視点だけでなく、経済学的視点からも評価していくことが有効だと考えます。これにより、実際に水産養殖に携わる民間企業が安心して飼料の魚油代替化を取り入れることがで

きる社会を形成できると期待されます。"

- ・本シンポジウムでも強調されてきましたように、給餌養殖に関しては魚を原料としない飼料の確保が重要な課題だと思います。食物連鎖の中で栄養段階の高い魚種を対象とする場合は、植物性原料を用いる際のハードルがどうしても高くなるので、育種と飼料原料の発酵技術がキーになると思います。また、昆虫などの動物性原料も真剣に取り組む必要があります。もう一つの観点としては、物質収支の観点から利用効率（生産効率）を高めるシステムを構築することと環境悪化を招かないことだと思います。その理想的なシステムとしてIMTA（Integrated Multi Trophic Aquaculture）が挙げられますが、発想だけで産業化に至っていないので、その具現化（経済的・産業的に成立する成功事例の提示）のためのプロジェクト研究が求められます。
- ・需給を考慮し輸出も視野にとのご説明がありましたし、消費者の意向も踏まえ、資材・飼料開発についてはASC認証（今後の推移も予測しつつ）を前提に研究を希望いたします。
- ・魚の成長に利用されるエサの比率がわずか2割ぐらいと知り驚きました。その他の部分が水質を汚す要素になるわけで、自然界の浄化能力の高さを改めて感じました。また、エサ（有機物）を最終的に無機イオンにまで分解して植物に利用させるシステムの優位性を確認できました。
- ・成長に効果がある餌と反応性の高い品種、種苗や魚を育てる環境の制御ができるような施設の開発に興味を持ちました。

○サバについて

- ・経営基盤がしっかりした持続可能なサバ養殖産業が成り立つような、画期的な基盤技術を確立・発出し、サバの応援団の期待に応えるとともに、養殖産業全体にイノベーションを起こしていただきたい。
- ・「日本型持続可能な次世代養殖システムの開発」にはとても意義を感じますが、そのモデルとして「サバ」が選ばれた理由についての理解が出来ませんでした。現時点でのサバ養殖は魚病も多く、餌料効率も低く、足が速いので流通販売や加工もなかなか難しい魚種だと思います。敢えてハードルの高い魚種を選ばれたということであれば納得です。
- ・養殖魚の価格イコール給餌コストと聞いていますが、大衆魚向けには中々難しいため、持続可能な別の意味を考えると、消費者が「大衆魚」として持続可能的に食することができるという意味も重要かと思いました。サバを高級なものと捉えるのは少し違和感をうけます。天然でいうと、いまのスルメイカのような感じになっては違和感があります。私はスルメイカの時期になると毎日のように食卓に上がるものだったので、高くなってからほぼ口にしていません。そういう意味でも輸出向けに高級品を開発するのであれば、サバではないように感じました。サバはあくまで大衆魚であってほしいという個人的な気持ちもありますし、安価な缶詰用も供給するためには価格を抑えた大衆魚向け

の養殖技術があると素晴らしいと思いました。逆に、どなたかが話していた50cm以上のサバ等はプレミア的なもので考えられると思いました。高級魚路線になってしまうと魚離れがより進みますが、漁師（養殖業者）への還元も考えると矛盾します。鶏や豚のように大衆的なものと和牛のように高級が、養殖サバ=大衆、養殖クロマグロ=高級になると、畜肉のようなものになると思いました。いずれにせよ、多くの魚種の水揚げ高が減少しているため、大衆魚を大衆魚として養殖するプラン、高級魚を高級魚として養殖プラン、新たな改良魚を開発するプラン、国営、国策として（皆でチームになって）数十年プランとして早めに打ち出すのが重要かと感じました。

- ・「持続可能な次世代養殖」の確立のためには、これまで参入していなかった業界の技術や知恵も有機的に結び付ける必要があると考えています。現在、本県では外洋養殖事業の誘致を進めるべく動いているところで、サバも対象魚種の候補でもあるので、引き続き情報収集に努めていきたい。
- ・サバをモデルにした理由が読み取れなかった。育種化されたサバの沖合養殖が、何年後に実用化することを見据えているのかわからなかった。

○その他

- ・「次世代」を目指す研究における技術的目標と、実際のビジネスを目指す産業界が求める技術的目標を見比べたとき、研究の方が先（高度というか難しい方向に）に進みすぎていたり、その成果を産業界でハンドリングする人材・施設設備が必要だったり、時間軸のズレのようなものを感じる。
- ・サバとは関係ありませんが、抗生物質の取り扱いについて国内と海外との温度差を感じます。AMR問題などを鑑みると、日本も抗生物質に頼らない養殖技術の確立が必要かと思います。
- ・シンポジウムの趣旨とは異なりますが、魚類養殖以外の介類、海藻類養殖にも目を向けていただきたい。
- ・我が国のシロザケにおいても来遊資源が減少してきているため加工用原料が不足し、サーモン養殖の拡大が熱望されております。今回のシンポジウムのテーマである「持続可能な養殖システム」は、狭い国土と広大な周辺海域を有する日本にとって大いなる可能性を秘めたものと言えます。今後の展開に期待しております。
- ・当方は、養殖魚の疾病への対応、養殖による海洋汚染、地下海水による養殖、養殖事業者の持続的経営手法に関心がございまして、こういった内容についてもセミナーがあると幸いです。
- ・農業ではFAO、EUを中心にアグロエコロジー（農業生態学）、アグロフォレストリの考え方が定式化されつつあると思います。農業生物多様性を守ることが主旨と理解しておりますが、持続可能な次世代養殖もこうした点は前提とされることを希望します。各官庁から政策目標として発表されている、海洋プラスチック問題、海洋ゴミ問題、バイ

オプラスチックロードマップ、資源エネルギー課題等、コスト・現行技術の到達点など問題もあると思われませんが、是非視野に入れての研究をお願いいたします。

- ・「動物性タンパク質確保の手段」として期待されているということですが、サバの脂質となると厳密にはタンパク質ではないとも考えられます。また、マリン・エコラベル・ジャパン協議会の垣添会長が先日、あるワークショップで講演された中で「水産物の価値は単なるプロテインとしてのそれではない」旨の発言をなされていたと記憶しております。すなわち、「動物性タンパク質」という概念の整理もしておかなくて良いのかな？という気が少しばかりしている次第です。
- ・パネルディスカッションでお招きしたお三方にもう少し発言の場を設けるべきであるように感じました。横山さん、小林さん、池田さんにご発言いただくならば、マーケティングやPRなど、もう少し新しい側面をお伺いしたかったです。

【シンポジウムの感想】

(好評価)

- ・最新の養殖状況を聞けるのは大変好ましい。特にサバを養殖しているので、漁業者に還元できるといい。
- ・養殖の技術や脂質については特に勉強になりました。"
- ・硬い内容から柔らかい内容まで、よくコーディネートされていて感心しました。
- ・資料の事前配布など、準備が周到で大変ありがたく存じます。
- ・サバの可能性の広がりを感じる事ができるシンポジウムだと思いました。
- ・まとまりがあり、サバ養殖の現在のポイントと将来方向がよく見えた点で素晴らしいシンポだったと思います。各演者のスライドもよく練られたものが多く理解しやすかったです。ネットのトラブルがあったことは残念でした。また、JSTの運営統括からご挨拶をいただく背景を冒頭で司会者のごく簡単に説明すべきだったように感じました。
- ・エサ、育種、生理、設備など、ご意見を伺えてとても有意義でした。続報をお待ちしています。
- ・パネルディスカッションが盛り上がっていたようで良かったです。
- ・農業・畜産の種苗開発は長期間、慣行技術を積み重ねて、ここまで品種改良されてきたのだと改めて気づかされました。現在の養殖業が「猪を檻に入れて飼っている状況」であり、ゲノム技術が普及する中で急速な変化が予想されることへ、消費者はどのように考え、対応してゆけばよいのか？改めて考えさせられました（弊会はゲノム反対ではありませんが、表示はしてほしいとの立場です）。増え続ける水産食料の確保と環境制約を守り未来を確保するという対立命題を克服することの難しさと、発表者の真摯な問題への向き合い方に希望を感じたシンポウムでした。
- ・多種多様な分野の技術、知識をサバ養殖に応用し取り入れていく流れで、なかなか触れられない情報に触れることができ大変貴重な時間でした。

- ・テーマに幅があり興味深い内容でした。長時間に及びすべてに参加することが難しいので土曜日開催も検討いただくと幸いです。
- ・大変良かったと思いますが、次回は対面での開催を期待します。
- ・Teams の障害が多少ありましたが、リモート環境でも発表、総合討論ともに問題なく視聴できました。次世代養殖をキーワードに、養殖、育種、水産工学、利用加工等、様々な分野の研究者の講演を聞くことができ勉強になりました。日本型持続可能な次世代養殖システム開発に関する研究の概要についても理解しました。
- ・サバを対象とした詳細な増養殖だけでなく、国内外を相手に今後求められる養殖技術開発戦略など幅広い内容を網羅しており、水産養殖の研究を駆け出した新人の身として学び考え得られるものが多いと感じました。また、無償で誰でも聴講できる点も魅力的だと感じました。今後の発展に期待します。
- ・冒頭の中山理事長からのご丁寧なご説明を拝聴し、養殖が今後も成長産業であること、また1兆7000億円という具体的な値を用いての市場規模のご説明、また現状の課題としてコストの6-7割を占めるエサ代が挙げられることなど、大変印象的で勉強になりました。
- ・異業種からの参加でしたので非常に興味深いお話しでよかったですと思います。
- ・西日本に対して東日本（東北）は養殖が遅れているので、東北の広い土地や安全性、働き方改革を考えると陸上養殖も考えていく必要があるのだなと考えさせられました。畜肉も養殖魚みたいなものだなと思うのですが、養殖魚があまり好きじゃないものがありました…獲れないものは作るしかないですね。あまり養殖に関わったことが無いので、勉強できるこの機会にまた参加させていただければ幸いです。
- ・新しい研究情報をご提供いただきありがとうございました。たいへん勉強になりました。残念ながら総合討論を聴くことができませんでしたので、可能ならもう一度お聴きしたいと思いました。これからもこのような企画をお願いいたします。
- ・クラウド連携サービスで養殖業に貢献できないかを検討しており、勉強のため視聴させて頂きましたが大変勉強になりました。
- ・ユニークなパネリストからのコメントが勉強になりました。調理や育成の方法が価値を高める可能性を感じました。
- ・当日参加できなかったのですが、資料を共有させてもらえてとても勉強になりました。
- ・特定の魚種に偏重する海面養殖業において、サバの新魚種としての将来性は高いと思う。

（課題）

- ・研究が主体で目標や理想を語るのはいいと思いますが、今の現実の養殖や流通に結びつくのにかなりの時間がかかりそう。他の魚種の養殖についても現実的な中からの進展が望めるような話があると面白いと思います。

- ・後半のパネルディスカッションを一番楽しみにしていたのですが、アクセスの関係で聞き逃してしまい、残念でした。
- ・当方では、三陸の水産加工会社の復興を妨げている原料不足に対応するためサーモン養殖の取組を促進しており、漁業者による海洋汚染の懸念を払拭する1手として、北澤教授の排泄物の拡散シミュレーションを活用できればと考えております。
- ・システム開発に投資して下さっている企業を盛り上げ、バックアップできるような機会にも繋げて頂けると幸甚です
- ・総合討論は結構だが、人選に工夫が必要と考えました。
- ・もっと緊張感をもって運営しないと機構の評価に影響する。
- ・年とともに、サバの脂が苦手になり、殆ど食べなくなりました。広く人気のある魚種が対象だと嬉しいですが。
- ・植物性の材料での飼料製造など詳しく聞きたいと思っております
- ・深度40m~100mくらいで鮭の養殖を考えているのでその点についてももう少し聞きたかった。
- ・飼料コストが高いとの意見が複数出ておりましたが、飼料コストを含む生産コストに即した販売価格（浜値）になっていないことが論じられていません。価格重視の日本では、養殖魚が天然魚に勝る価格を形成することができないこともしっかりと認識する必要があります。
- ・育種課題だけでも事業期間内で行えることは限られていると思う。産学官連携しながら、長期的なスパンで開発支援できる体制づくりを期待する。

(要望)

- ・個々の研究課題は素晴らしいものだと思うので、それらがどのようにコラボして社会実装できるのか、具体的なロードマップで示してほしい。
- ・加工の話があるとより興味深いと思いました。
- ・総合討論で鯖協会の小林 崇亮さんの話をもう少し聞きたかったです。
- ・魚類以外の貝類や藻類について何か取組があれば紹介してほしい。
- ・業務の都合で聴講できなかったパートがあるのでオンデマンド（ビデオ）があるとありがたいです。
- ・もう少し易しくお願いします。素人でもすぐわかるように。よい計画だと思いました。

(運営上システム上の課題)

- ・マイクロソフト Teams ではなく Zoom や WebEx の方が運営しやすいのではないかと。
- ・所々マイクが別の音を拾い、音割れがあったので可能であればアーカイブ配信を希望したい。
- ・音の質とバランスが悪く、イヤホンで聞くのはつらいところがありました。

・発表で資料の共有がうまくいかなかった。

以上