

平成 25 年度 文部科学省
過疎・高齢化に対応した安全・安心を
実現する漁港・漁村モデルの構築事業

第 6 回 東京海洋大学

水産海洋プラットフォーム・フォーラム

～付加価値を生み出す水産技術と海洋再生可能エネルギー～

報 告

日時 平成 26 年 3 月 5 日(水) 13:00～17:00

場所 発明会館ホール

東京海洋大学

はじめに

近年、全国水産都市の地域振興策として、高齢者にも働きやすく若者にも魅力がある水産業の提案は欠かせない状況にあります。このような状況の中、東京海洋大学では、大学を含む研究機関の「知」と「地」を活かしてニーズとシーズの出会いの場を構築し、水産海洋関連産業界と地域の活性化を目的とした「水産海洋プラットフォーム事業」を推進してきました。

この取り組みは、平成20年度「産学官連携戦略展開事業（戦略展開プログラム）*」に採択され、昨年度まで5カ年計画で実施、その一環として毎年「水産海洋プラットフォーム」フォーラムを開催してまいりました。今年は文部科学省の平成25年度の特別経費プロジェクト「過疎・高齢化に対応した安全・安心を実現する漁港・漁村モデルの構築」のご支援を頂いての開催となりました。

*平成22年度より「イノベーションシステム整備事業（大学等産学官連携自立化促進プログラム）」に移行。

今年の第6回フォーラムでは、水産業が内包する産業分野の裾野は広いですが、養殖技術と加工技術に焦点をあて、付加価値を創出する関連技術をご紹介しますとともに、水産業と海洋再生可能エネルギーに関する最近の動向と課題をご紹介します。これらの講演で紹介されました水産業の将来像が、今後の産業及び地域の発展の一助となることを希望しております。

さらに、本フォーラムでは、これまで様々なイベント等でも開催してきました、全国の水産海洋系大学等研究機関の様々な調査・研究成果を一堂に会した「全国大学等の研究成果紹介ポスター展」を実施いたしました。この場をお借りして、関係各位に深く感謝申し上げます。

本書は、今回のフォーラムを取りまとめ、当日ご参加いただきました皆様ばかりでなく、広く社会に「水産海洋プラットフォーム」を知っていただくとともに、大学を含む研究機関の「知」の情報提供の場、産学官の交流の場としてご活用いただきたく、作成したものです。

東京海洋大学では、地域や産業界と大学などの研究機関をより深く・広く連携できる環境を構築し、産業界や地域社会の振興と活性化に努めてまいります。

今後とも皆様のご支援を賜りますようお願い申し上げます。

第6回 東京海洋大学 水産海洋プラットフォーム・フォーラム
「付加価値を生み出す水産技術と海洋再生可能エネルギー」

目 次

◆開会挨拶	1
和泉 充 ((国) 東京海洋大学 産学・地域連携推進機構 機構長)	
◆文部科学省講演	2
横井 理夫 (文部科学省 科学技術・学術政策局 産業連携・地域支援課 大学技術移転推進室長)	
◆代理親魚技術を用いたトラフグ全雄種苗生産技術の開発	12
濱崎 将臣 (長崎県総合水産試験場)	
◆付加価値を生み出す養殖飼料 環境と魚に優しいダブルエコな飼料の開発	23
佐藤 秀一 ((国) 東京海洋大学大学院 海洋科学系 海洋生物資源学部門 教授)	
◆水産加工による付加価値向上	40
大迫 一史 ((国) 東京海洋大学大学院 海洋科学系 食料生産科学部門 准教授)	
◆養殖における微生物感染症克服のための技術開発	49
廣野 育生 ((国) 東京海洋大学大学院 海洋科学系 海洋生物資源学部門 教授)	
◆洋上風力発電等と漁業協調について	63
塩原 泰 (一般社団法人海洋産業研究会 主席研究員 兼 研究部長補佐)	
◆海洋再生可能エネルギーと水産業による地域活性化への期待と展望	71
池上 康之 ((国) 佐賀大学 海洋エネルギー研究センター 教授)	
◆学長挨拶	87
岡本 信明 ((国) 東京海洋大学 学長)	

参考資料

1) 広報ポスター	90
2) 「全国水産・海洋系研究成果ポスター展」展示ポスター一覧	91
3) 会場風景写真	92
4) アンケート集計結果	93
5) 関連報道記事 (掲載承認済)	94

開会挨拶

東京海洋大学 産学・地域連携推進機構 機構長 和泉 充

本日は、東京海洋大学の水産海洋プラットフォーム・フォーラムにお越しいただき、感謝申し上げます。

このフォーラムも、今回で6回目となりました。昨年度までは文部科学省の学術振興局、科学技術・学術政策局の大学産学官連携自立化促進プログラムのご支援を頂き、回を重ねてまいりました。大学技術移転推進室の方々には、多年にわたり厚いご支援を頂いておりますことを、この場をお借りして厚く感謝申し上げます。

東日本大震災の復興途上にある三陸地域をはじめ、各地域の課題は3つにまとめられます。まず、魅力ある水産加工業の復興とさらなる発展。もう一つは、一層の安全・安心を確保した資源の育成と海洋の環境保全。さらには生活の安全・安心を確保するための沿岸域のエネルギーの確保です。職員一同、これらの観点からさらなる水産海洋プラットフォームの活動を進めていく所存でございます。

このフォーラムは学術講演会ではございません。社会のニーズに関わる話題をご披露させていただき、みなさまの実務に役立てていただきたいという願いをこめてございます。本日は、特に養殖、あるいは養殖の餌の問題、魚病の問題から、沿岸地域における海洋エネルギー、再生可能エネルギー利用の課題とそれらの施設設備等も取り上げます。本学に特に求められるのは現実的な成果であるとの観点から、これらに関するニーズに応える努力をしておりますが、機構の活動は戦略や戦術のシミュレーションが甘いところのご指摘も頂いているところです。そこで先週、1週間かけて私を含めスタッフ3名で、過疎・高齢化の先進国といわれるフランスのベルギー国境からフランス北部沿岸のブルターニュ地方まで、養殖産業や水産加工業の調査をしたところでございます。日本の海の恵まれた海を活かして、大学のもてる成果と地域のニーズにもとづき、マーケティングによる出口をおさえた活動を進めたいと思います。

本日のポスター展示では、電池推進船、リチウムイオン電池を利用した小型ボートの開発や、約8000mまで深海の探査が可能な江戸っ子1号の開発を紹介しています。全国からお寄せいただいたポスターとともにぜひご覧いただき、ご指導、ご鞭撻を頂ければと存じます。

さきほど申し上げました3つの課題、魅力ある水産加工、資源育成と環境保全、沿岸地域エネルギーの確保は、わが国の沿岸地域の過疎・高齢化の諸課題と密接に関わっております。今回6回目のこのフォーラムの開催にあたりましても、文部科学省の平成25年度の特別経費プロジェクトのご支援を頂いています。厚く感謝申し上げます。本日は3名のURAが運営に協力しておりますので、何なりとお申し付けください。本日はよろしく申し上げます。



産学官連携の現状と今後の展開

文部科学省 科学技術・学術政策局 産業連携・地域支援課
大学技術移転推進室 室長 横井 理夫

東京海洋大学におかれては、昨年度（平成 24 年度）までの 10 年間、当課で支援してきた「大学等産学官連携自立化促進プログラム」等の事業が終了し、いよいよ大学独自で本格的な産学官連携活動に取り組んでいただくことになりました。本フォーラムは、プログラムの一環として、水産海洋プラットフォームづくりに取り組んでいただいた成果等を御報告いただくと承知しております。なお、産業連携・地域支援課は、産学官連携を進めていくと同時に、地域発の科学技術のイノベーションを推進していく課です。ですので、東京海洋大学が作られた水産海洋プラットフォームを補完的に支援していく形で、各地域で地域発のイノベーションが起こることも期待しています。



1. 産学官連携の現状及び産学官連携の今後の展開

まず、これまでの施策等については、1995 年に科学技術基本法が制定された後、文部科学省では産学官連携を本格的に推進し、国の研究委託の成果を受託者に帰属するという日本版パイドール制度も設けられました。また、2004 年の国立大学法人化時には、各大学において特許の機関帰属も実施いただきました。さらに、その 2 年後の教育基本法改正では、大学について教育基本法に初めて明記され、大学の使命として、従来の教育研究に加えて社会貢献が位置付けられることになりました。

次に、産学官連携の現状についてです。大学等における民間企業等との共同研究は、平成 21 年のリーマンショックにより一時的に激減しましたが、それ以後は順調に回復してきています。ただ、件数は増えていますが金額が伸びず、1 件当たりの受入額が 200 万円程度に留まっているのが現状です。

また、特許出願等の実績は、国立大学法人化後に伸びていますが、平成 19 年以降はほぼ 9,000 件前後で推移しています。これは予算上の制約もあり、また、ただ数を出せばいいということではなく、質が重要だという関係者の認知が進んでいるためと思われます。日本の特許で特徴的なのは共同出願件数の割合で、国内・海外への特許出願の 6 割以上は共同出願となっています。また、特許保有件数も年々増加傾向にあり、特許実施等収入額についても、毎年度のランニングロイヤリティがある関係で、全体として右肩上がりの傾向にあります。

大学等における産学官連携活動の課題は、まず、産学官連携戦略の確立が必要であることです。特許の実施料収入だけで全ての産学官連携活動を賄うのは難しいところもありますので、大学全体として財源を確保いただくことが適切かと思えます。また、それぞれの大学が産学官連携に必要な機能の全てを持つ必要はなく、ネットワークを構築することによって互いに協力し合う体制づくりと、産学官連携活動に携わる方々の人材確保に努めていただきたいと思います。また、シーズ・ニーズのマッチングに留まらず、潜在的なニーズを産学協働として掘り下げて、その産業に結び付けていただくという戦略的な共同研究等に取り組んでいただき、特許をさらに磨いていただく必要があると考えています。

さらに、今後の方向性としては、非顕在領域から新たなシーズ・ニーズを探索して、イノベーションへつなげていくようなシステムをつくっていくことが必要だと思えます。それから、産学官金連携といわれるように、さまざまな機関のポテンシャルを積極的に活用して連携を強化していただき、知のネットワークを強化していただきたいと思います。その点、東京海洋大学の水産海洋プラットフォームは、その可能性の一つを秘めておられると認識していますので、水産海洋を中心としながらも、異分野をさらに引き付けていく取り組みを期待しております。

東京海洋大学におかれては、今年度から「過疎・高齢化に対応した安全・安心を実現する漁港・漁村モデルの構築」として、自立化促進プログラムが終わった後も事業を継続いただいていることに感謝する次第です。

2. 平成 26 年度予算案等の概要

ここで、昨年 12 月に議員立法により改正された研究開発力強化法の内容について御紹介したいと思います。まず、労働契約法の特例として、教員、研究者、技術者、リサーチアドミニストレーター（URA）等については、無期労働契約に転換する期間を 5 年から 10 年に延長しています。また、制度として URA 確保のために必要な措置を講じることにも言及されています。

さらに、文部科学省の審議会の中では、ワークショップ等を活用することによってシーズ・ニーズを顕在化させていくことができるといった議論がされており、そのための対話ツールを開発し、今、全国 30 大学でワークショップ等を展開しているところです。また、大学発のイノベーション創出機能の強化について作業部会で検討を進め、昨年 10 月に中間取りまとめを行いました。そこでは、大学が企業等と連携するオープンイノベーションの推進拠点整備や URA や産学官連携コーディネーター等のイノベーション促進人材について言及されています。また、大学の知的財産の取り扱いについても作業部会を設け、来年度から JST で全国の大学の知財のうち、重要なものを集約・強化して、活用に結び付ける事業を開始することになっています。

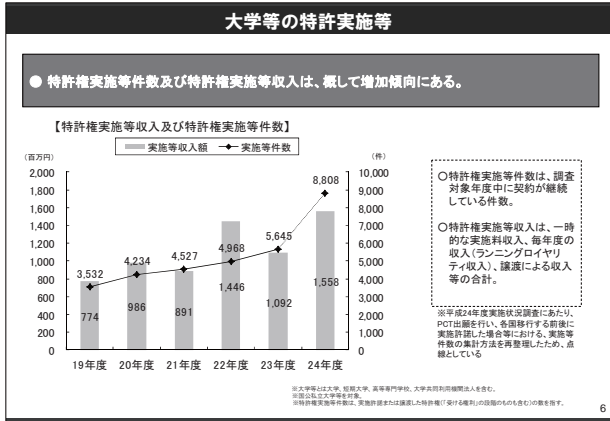
予算については、革新的なイノベーションを実現させるための COI プログラムを平成 25 年度から始めています。また、シーズをニーズに結び付けていくための A-STEP や、地域の技術振興のための地域イノベーションプログラムとともに、来年度からは PBL を中心としたイノベーション創出の人材育成事業にも取り組んで参ります。さらに、ベンチャーキャピタル等の力を借りつつ大学発ベンチャーを立ち上げていく START 事業も行っていますので、各事業については、

御興味がありましたら文部科学省までお問い合わせいただければと思います。

3. 利益相反のマネジメントシステムの構築

今、製薬会社との関係で、大学において利益相反マネジメントがしっかりできていないのではないかと社会的に課題となっています。利益相反は産学連携を行う上で当然生じるものですが、利益相反マネジメントをしっかり行うことによって、大学に対する社会的信頼を維持確保し、法律違反に至ることを事前に防止して、教職員が安心して産学官連携に取り組めるようになると考えています。従って、各大学におかれましては、大学における利益相反に関する学内のルールづくりとシステム整備を改めて点検いただければと考えています。

以上、簡単ですが、私からの説明といたします。



大学等における産学官連携体制・環境整備への取組

※国立大学の法人化以前は、地域共同研究センター等における産学連携活動はあったものの、組織的対応というより「研究系個人」による活動が主体であった。

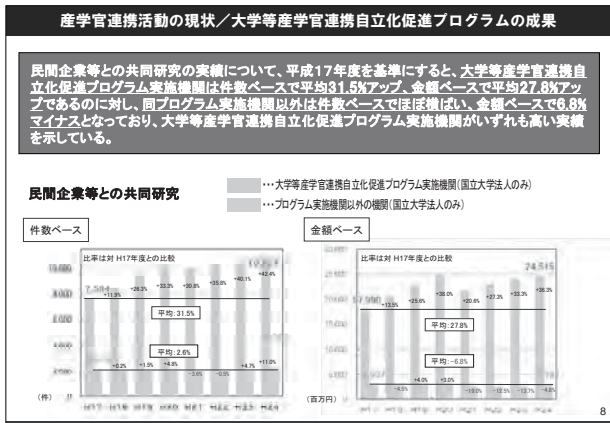
○国立大学の法人化の動きを契機として、大学において産学連携のための組織・体制等の整備の必要性が高まったことを受け、平成15年度以来、以下の取組を実施。

○大学の財産本等整備事業(平成15年度～平成19年度)
大学等における知的財産の組織的創出・管理・活用を図るモデルとなる体制を整備を図る。
・「大学知的財産本部整備事業」：24件 (東京海洋大学等)
・「特色ある知的財産の管理・活用推進支援プログラム」：9件
合計43件を実施

○大学等産学官連携自立化促進プログラム(平成20年度～平成24年度)
国際的な産学官連携活動や特色ある産学官連携活動の強化、産学官連携コーディネーター配置等の支援により、大学等が産学官連携活動を自立して実施できる環境の整備を図る。

- 機能強化支援型
 - 「国際的な産学官連携活動の推進」：16件
 - 「特色ある産学官連携活動の推進」：22件 (東京海洋大学等)
 - 「知的財産活動基盤の強化」(H20-22)：17件
 - 「知財ポートフォリオ形成モデルの構築」(H21-23)：2件
 - 「パイオベンチャー創出環境の整備」(H21-23)：2件
 合計58件を実施
- コーディネーター支援型：合計48件を実施

※平成20年度～平成21年度は「産学官連携強化推進事業」として実施



大学等における産学官連携活動の課題・今後の方向性

大学等における自立的・持続的な体制構築に向けたポイント

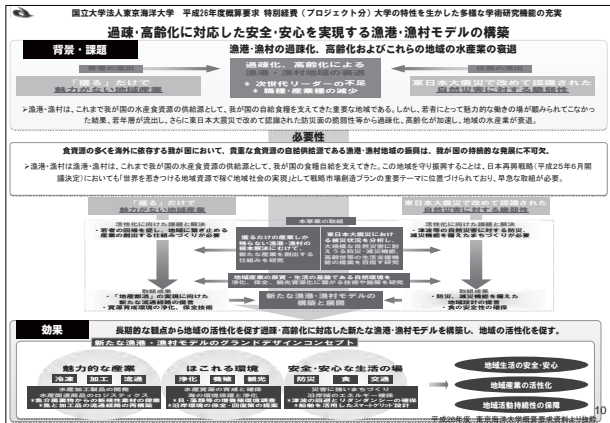
- 産学官連携戦略の確立
- 財源の確保
- 体制の最適化(ネットワーク構築等)
- 人材育成・確保
- 民間企業等との戦略的・共同研究
- 特許の質の向上と活用の促進

イノベーションの創出に向けた課題

- 大学等に基礎的な機能は備わり、主に1対1のマッチングや知財のライセンス等による活動は量的には拡大したが、大きな社会的インパクトや新市場創出につながるシステムが構築出来ていない。
- 大学等における産学官連携コーディネーター活動の必要性は浸透・定着しつつあるが、コーディネーター人材の専門性を高める仕組み、専門人材としての社会的地位の確立・向上が課題となっている。

今後の方向性

- 大学等の産学官連携機能を高度化し、非顕在領域から新たなシーズ・ニーズを探索し、イノベーションへつなげていくような新たなシステムを構築することが必要ではないか。
- 金融機関、商社、シンクタンク等のポテンシャルも積極的に活用し、連携を強化することが必要(知のネットワーク強化)ではないか。
- 異分野融合型テーマの発掘やシニア層のノウハウ等を若手人材へ継承するためのコーディネーター人材のチームとしての活用と、そうした人材が専門性を高めステップアップしていく仕組み等が必要ではないか。



研究開発強化法改正の概要

研究開発システムの改善の推進等による研究開発能力の強化及び研究開発等の効率の推進等に関する法律及び大学の教員等の任期に関する法律の一部を改正する法律(議員立法)

主な改正内容

- (1)労働契約の特典(※大学教員等任期法も合わせて改正)
大学等及び研究開発法人の専任職員、研究者、技術者、リサーチアシスタント等に対して、労働契約法に規定する期間を定めた労働契約を締結し、民間企業との研究等でも、大学等及び研究開発法人との共同研究に専ら従事する者も、よび期間の定めがない労働契約を締結し、上記の者の雇用の在り方につき、当該改正法の施行状況を勘案して検討を加え、必要な措置を講ずる。
- (2)研究開発法人の行う出資業務
出資を行うことができる法人として、以下の法人を別表に規定。
科学技術振興機構、産業振興基金等、独立行政法人科学技術振興機構
・法執行後、業務の運用状況を勘案し、対象法人等について所要の差支えを行う。
・関係機関、関係団体等の連携体制構築について適切に検討を行い、必要な措置を講ずる。
- (3)新たな研究開発法人創設の促進
若くして民間企業に研究開発やイノベーションの推進を促進するため、研究開発の特性を踏まえた世界最高水準の法人運営を可能とする新たな研究開発法人制度を創設するため、必要な制度上の措置を速やかに講ずる。
- (4)若くして民間企業に研究開発やイノベーションの推進を促進するための必要な取組
若くして民間企業に研究開発やイノベーションの推進を促進するため、必要な取組を行うため、必要な取組を行うため。
- (5)研究開発やイノベーションの推進を促進するための必要な取組
若くして民間企業に研究開発やイノベーションの推進を促進するため、必要な取組を行うため、必要な取組を行うため。
- (6)研究開発の国際水準を踏まえた専門的設置
研究開発の国際水準を踏まえた専門的設置を促進するため、必要な取組を行うため、必要な取組を行うため。
- (7)イノベーション人材の育成
イノベーションの創出に必要とされる人材の育成を支援するため、必要な取組を講ずる。
- (8)リサーチアシスタント等制度の確立
研究開発等に係る企業活動、資金調達、知財の管理・活用その他の研究開発業務の運営・管理に関する業務に關し、専門的知識・能力を有する者の確保のために、必要な措置を講ずる。
- (9)研究開発やイノベーションの推進を促進するための必要な取組
若くして民間企業に研究開発やイノベーションの推進を促進するため、必要な取組を行うため、必要な取組を行うため。

施行期日

- ・(1)労働契約法の特例及び(2)研究開発法人の行う出資業務等は、平成26年4月1日。
- ・その他は平成25年12月13日施行。

大学発イノベーションのための対話の促進について

科学技術・学術審議会産業連携・地域支援部会
イノベーション対話促進作業部会 1425.5.23より

前提および産学官連携における課題

- 大学等、企業のみならずエンドユーザーをも含む社会全体に潜在する課題と科学技術を組み合わせる、これまでにないシーズ・ニーズのマッチングの実現が求められている。
- 先行きの見通すことが困難な我が国の経済社会、ひいては人類社会全体にもブルーオーシャンを拓くような、来るべき社会をデザインすることに向け、そのような社会の実現、イノベーションの創出を図るよう、大学等の創産産体制がどのような形で貢献できるのかについて、社会各層の議論を巻き込みつつ、自ら問いつけるシステムを整備することが必要。

イノベーションを促進する対話の在り方

これからの産学官連携活動が目指すべき方向性は大学等に集う人々に創造性を発揮させて集知を得ることにより、新たな問題・シーズを生み出し、蓄積を通じてイノベーション創出を拡大させて行くこと

【取組の方向性】

- 異なる発想・経験・価値観を持つ多様な知的活動主体が互いに刺激し合い、これまでイメージできていなかった全く新しいシーズ・ニーズの創出を促す、アイデア等が創出されるよう「仕掛け」をデザインしておくことが必要
- 対話によってイノベーション創出の萌芽を高めるためには、知的活動主体間の共感を醸成し、相互の心の内を見出し、問題提起を行い、かつ、創造的に議論展開し取り囲む一連のプロセスを構築していくことが効果的

→上記のように専らに書いた汎用的なツール(対話ツール)を開発し、大学等の現場で活用(ワークショップ等を開催)することが効果的と考えられる。

菅原 浩二 COワーキングの序

科学技術・学術審議会産業連携・地域支援部会 イノベーション対話促進作業部会委員

(臨時委員)
◎石川 正俊 東京大学大学院情報理工学系研究科創造情報学専攻教授

(専門委員)
阿部 紀里子 首都大学東京産学連携センター主任リサーチ・アドミニストレーター
江上 美芽 東京女子医科大学先端生命医学研究所客員教授
備 勝彦 京都工芸繊維大学大学院工学科学研究科デザイン学部助教
〇久保 浩三 奈良先端科学技術大学院大学先端科学技術研究推進センター調査研究部門長・教授、産学官連携推進本部副本部長
郷 治友孝 株式会社東京大学エッジキャピタル代表取締役社長
白坂 成功 慶應義塾大学大学院システムデザイン・マネジメント研究科准教授
杉原 伸宏 信州大学産学連携推進本部准教授、リサーチ・アドミニストレーション室長
鳥谷 真佐子 金沢大学先端科学・イノベーション推進機構特任助教
並木 義巳 株式会社電通ソーシャルソリューション局長
平川 秀幸 大阪大学コミュニケーションデザイン・センター准教授
古谷 純 株式会社日立製作所デザイン本部主管デザイナー

(50音順)
(◎主査、〇主査代理)

「イノベーション対話ツールの開発」及び「イノベーション対話促進プログラム」

科学技術・学術審議会産業連携・地域支援部会
イノベーション創出機能強化作業部会 1425.7.29より

イノベーション対話ツールの開発

【ツールに必要な要素の例】
□ワークショップ(予算・会場・期間)
□参加者について(選定基準・必要人数)
□対話を行う際の課題設定について
□アイデアを効果的に発表・収集・表示する方法
□ファシリテーターの役割

対話ツール(試行版) → 開発 → 完成版

連携・協力 → 講義を実施

大学等シーズ・ニーズ創出強化支援事業(イノベーション対話促進プログラム)

大学等が多様な参加者によるイノベーションの創出に向けた対話型ワークショップ等を運営・実施し、発掘された新たなシーズ・ニーズ、アイデア等について、講義研究等を行い、コンセプト等の実現可能性について評価を行うといった大学等発のイノベーションの創出に向けた活動を支援する事業。
◎30大学等により実施

大学発のイノベーション創出機能の強化について

科学技術・学術審議会産業連携・地域支援部会
イノベーション創出機能強化作業部会 1425.7.29より

背景等

国立大学の法人化決定後約10年が経過し、国の産学官連携推進施策等によって大学等における産学官連携活動の体制整備は進展し、自立的・持続的な活動の基盤が構築された。他方、大きな社会的インパクトや新たな市場創出等につながるイノベーションの創出システムが構築できていないこと等が課題である。大学等には、来るべき社会をデザインすると同時に、そのような社会の実現・イノベーションの創出を図るよう、大学等の創産産体制がどのような形で貢献できるのかについて、社会各層の議論を巻き込みつつ、自ら問いつけるシステムを整備することが必要とされている。

検討課題等

- (1)大学等発のイノベーションの創出に必要な機能について
大学等において、産学官連携活動の意義について整理し、今後の大学等発のイノベーションの創出に必要な機能を整理する。
- (2)イノベーション促進人材について
大学内に配置された産学官連携コーディネーター(CO)、リサーチ・アドミニストレーター(URA)等を含めた大学等発のイノベーションの創出を促進する人材にかける今後の方向性について整理する。
- (3)大学等発のイノベーション創出のための具体的手法について
(1)及び(2)の検討による整理を受けた大学等発のイノベーションの創出のための機能と人材による、産学官連携活動の情報発信及び研究成果の社会へ提示の方法論について検討する。

今後の方向性等について、イノベーション創出機能強化作業部会で検討の上、早急に措置すべき施策として取りまとめを予定

科学技術・学術審議会産業連携・地域支援部会 イノベーション創出機能強化作業部会委員

(委員)
◎柘植 誠夫 公益社団法人科学技術国際交流センター会長、元日本工学会会長

(臨時委員)
永里 善彦 一般社団法人経済団体連合会産業技術委員会産学官連携推進部 会長、株式会社旭リサーチセンター相談役
◎馬場 章夫 大阪大学理事
山本 佳世子 株式会社日刊工業新聞社論説委員

(専門委員)
内 島 典子 北見工業大学産学連携コーディネーター
野口 義文 立命館大学研究部専務部長
堀 秀 俊 筑波大学研究推進部産学連携課技術移転マネージャー
松 永 康 早稲田大学研究戦略センター教授
山本 外茂男 北陸先端科学技術大学院大学産学官連携総合推進センター教授
米 沢 晋 福井大学産学連携本部長

(50音順)
(◎主査、〇主査代理)

産学官連携によるイノベーション創出を目指す大学等の機能強化について

～オープンイノベーション推進拠点の整備、イノベーション促進人材の活用～
(平成25年10月23日、イノベーション創出機能強化作業部会中間取りまとめ)

●産学官連携によるイノベーション創出の現状認識

- 〇取組により各セクターにおいて産学官連携の基盤となる体制・機能が整備。大学等では産学官連携が定着。
- 〇地道な産学官連携の取組による実用化事例の積み重ねは重要であるが、革新的イノベーションには到達しにくい状況で、現状打破が必要。
- 〇URA(リサーチ・アドミニストレーター)等について、専門性の高い人材の育成、確保、かつ、安定的な職種としての定着の促進が課題。

■産学官連携によるイノベーション創出を目指す大学等の産学官連携活動の強化について

以下の機能をもつオープンイノベーション推進拠点を整備し、各大学等の特徴に合わせたイノベーションエコシステムを確立していくことが求められる。

- ① 異分野融合や多様性の受容を促進した対話型ワークショップ等を開催するとともに、URAや産学官連携コーディネーター等の育成・確保によりファシリテーターを確保し、学内外の関係者による対話を促進
- ② プロトタイプ等による可視化、社会受容性の検証や、産学官連携活動のIT等の活用による情報発信力強化等の積極的な情報発信等
- ③ 学生のイノベーションマインドを醸成し、学生がベンチャーを起すこと、企業等との共同研究や対話型ワークショップ等に積極的に参加する、といった大学等におけるイノベーション・エコシステムの推進機能
- ④ 国内外の大学等とのネットワーク、産学官ネットワークのハブ機能を持つこと

■イノベーション促進人材の活用について

- ・各大学等において、イノベーション促進人材(URA、産学官連携コーディネーター等)間の協働関係、教員との協働関係の構築や、イノベーション促進人材を組織として体制整備してチームとして機能させるマネジメントが重要
- ・大学等のイノベーション促進人材には、オープンイノベーション推進拠点でのファシリテーターとして、産学官の新たな結節点としての役割を期待
- ・国として、URAに対するスキル標準や研修・教育プログラムの整備を引き続き進めることが必要であり、大学等を超えたネットワークを構築することが重要
- ・国として、優秀な人材の確保のため、人材のプール化や可視化、データベースの整備・充実が必要

リサーチ・アドミニストレーターを育成・確保するシステムの整備

平成26年度予算額：3,800万円
平成27年度予算額：1,900万円

リサーチ・アドミニストレーター(URA)
大学等において、研究者とともに、研究企画立案、研究資金の調達・管理、知財の管理・活用等を行う人材を育成・確保する全国的なシステムを整備するとともに、専門性の高い職種として定着を図る。

背景
我が国の大学等では、研究開発内容について一定の理解を有しつつ、研究資金の調達・管理、知財の管理・活用等を行う人材が十分ではないため、研究者に研究活動以外の業務で過度の負担が生じている状況にある。

概要

- ① 大学等標準の策定、研修・教育プログラムの整備など、リサーチ・アドミニストレーターを育成し、定着させる全国的なシステムを整備
- ② 研究開発に知照のある大学等がリサーチ・アドミニストレーターとして活用・育成することを支援
- ③ スキル標準等を活用した研修等による研究ナレッジ人材の育成を通じた全国的なURAネットワークの構築

目的

- ① 研究者の研究活動活性化のための環境整備
- ② 研究開発マネジメントの強化による研究推進体制の充実強化
- ③ 科学技術人材のキャリアパスの多様化

スケジュール

平成23年度：制度設計
平成24年度：スキル標準の策定
平成25年度：研修・教育プログラムの整備
平成26年度：リサーチ・アドミニストレーションシステムの整備
平成27年度：全国的なURAネットワークの構築
平成28年度：全国的なURAネットワークの定着

大学等の知的財産の取り扱いについて

科学技術・学術審議会産業連携・地域支援部会
大学等知財検討作業部会 H25.9.30より

背景等
平成15～19年度に実施された大学等知財本部整備事業や、平成20～24年度に実施された産学官連携自立化促進プログラムを通じて、自ら知財を適切に管理・活用できるような大学等の体制整備が進められてきた。平成24年12月にとりまとめられた産学官連携推進委員会の報告書においても、「海外への多様な技術流出を防ぎつつも積極的に権利・活用すべきものをどのように抽出し、見える化・パッケージ化及びライセンスを支援すべきかの検討は引き続き重要な課題」と述べられており、大学等発のイノベーションの促進に向け、今後産学官が協働して相乗効果を発揮していくための具体的な検討が必要とされている。

検討課題等

- (1) 大学等に散在する知財への対応
日本版バйдール法の適用により各大学等に知財が蓄積することでこれまで一定の成果を上げてきているものの、知財が散在してしまい活用が図れない状況にもある。大学等発のイノベーションの促進のため、特許権をはじめとした散在した知財を集約し価値を高めるための方策について審議。
- (2) 大学等における知財の棚卸し
大学等が保有する知財(特許権数)が急速に増加する中、活用の見込みの無い知財に対する棚卸しの方策について審議。
- (3) 海外への技術流出や訴訟等のリスク管理
大学等が生み出す知財に関して、海外への技術流出や訴訟等の各種リスクについて整理を行い、大学等や国における対応策や留意点について審議。

今後の方向性等について、大学等知財検討作業部会で検討の上、早急に措置すべき施策として取りまとめを予定(今年度中予定)

科学技術・学術審議会産業連携・地域支援部会 大学等知財検討作業部会委員

(委員)

野間口 有 三菱電機株式会社相談役、独立行政法人産業技術総合研究所最高顧問
前田 裕子 株式会社プリDESTグローバルイノベーション管理フェロー(本部長)
(臨時委員)
三木 俊克 独立行政法人工業所有権情報・研修館館長
(専門委員)
滝見 節子 東京理科大学教授
上野 剛史 日本知的財産協会理事長、日本アイ・ピー・エム株式会社理事、知的財産部長
飯島 正洋 弁護士法人内田・飯島法律事務所弁護士
鮎田 昌昌 独立行政法人科学技術振興機構知的財産戦略センター副センター長
中野 博子 広島大学学術・社会産学連携推進社会連携グループ主査、産学・地域連携センター産学官連携コーディネーター
長澤 健一 キヤノン株式会社取締役、知的財産法務本部長
桐生 一史 味の素株式会社理事、知的財産部長
渡部 俊也 東京大学政策ビジョン研究センター教授

(50音順)
(◎主査、○主査代理)

イノベーション創出に向けた大学等の知的財産の活用方策(中間取りまとめ)

(平成25年10月11日 大学等知財検討作業部会)

「大学等の特許の多くは基礎レベルでピンポイントの技術であり、単独では事業への活用が困難なことが多いため、大学等、研究開発法、TL0においては、相互の連携により、戦略的・重点的技術分野における個々の機関の特許をパッケージ化して特許群を形成して、企業にとって魅力のあるものとし、事業化につなげていくことが必要」
(平成22年9月7日産学官連携推進委員会「イノベーション促進のための産学官連携基本戦略～イノベーション・エコシステムの確立に向けて～」)

➢ 大学等間に類似あるいは関連性の高い知的財産が存在していても、大学等が単独で特許群として集約することは容易なことではない
➢ 単独の大学等に対応するには資金的・人的な見直しもある

【知的財産の集約方策】
*TL0・知財ファンド・ベンチャーキャピタル等の民間組織や企業等の参画が得られないケースであって、グローバルビジネスにより我が国の経済成長を増進させる可能性のある研究成果については、**公的機関、例えば独立行政法人科学技術振興機構(JST)に知的財産を集約し活用を図る仕組みが、大学等の選択策として存在することが必要**

【集約した知的財産の活用方策】
*大学等から公的機関に集約した知的財産については、まずコンソーシアムに参画した企業等に対して何らかの優遇措置を与えて活用を図るべき
*また、当該知的財産について、コンソーシアムに参画した企業等以外に対しては当該優遇措置に反しない限り、我が国の経済成長に資するべく様々な活用態様を考慮の上、国内外の大企業、中小企業、ベンチャー企業等へのライセンス又は譲渡を行い、グローバルな視点を持って活用を図っていくことが必要
*特に、資金力に乏しい大学等発ベンチャーに対しては、ライセンス又は譲渡に加え、**知的財産を現物出資することも、集約した知的財産の活用における有効な選択策の一つとして考えられる**

知財活用支援事業

平成26年度予算額：2,997百万円
平成27年度予算額：2,660百万円
※運営費交付金の概算値

全国の大学等に散在して存在する知財を、JSTが一元的に集約・管理し、特許群やパッケージ化を推進することで、大学等から生まれた発明の活用を国内外で促進させ、我が国の大学全体のライセンス収入の向上を図る事業。大学保有特許の価値向上や大学等の研究成果の技術移転活動、知的財産活動に対する専門的な支援も実施する。

現状課題・課題

重要知財集約活用制度(新規)

全国の大学に散在して存在する知財のうち、産業上重要な知財をJSTが一元的に集約・管理し、活用を促す制度。特に重要知財に対して、スーパーハイウェイを適用して基本特許の権利を特化し、特許群や特許パッケージとして集約して活用を促進する。ライセンス収入は、発明者の所属機関に直接支払われる。

企業に散在する大学特許
大学の知財
大学の知財
大学の知財

特許のFSM
特許の本格化(JSTが集約(一元管理))
重点特許A
重点特許B
重点特許C
重点特許D
重点特許E
スーパーハイウェイで特化

スーパーハイウェイ
国際競争の中で生き残り、経済再生を遂げる上で重要と考えられる基本特許を集約し、特許化を全面的に投入することで、早期の活用を図る特許。大学と企業間のマッチングを促進し、JSTは基本特許の権利を全面的に集約し、特許群やパッケージ化を促進して活用を促進し、新たなパッケージ化を促進する。本業の特許については、我が国の産業競争力の強化を図るため、海外に特許を申請し、世界で活用を促進する。(集約 600万円・100国特許) (発明者の所属機関)

早期ライセンスを促進
重点特許
マッチング
企業
コンソーシアム
特許・パッケージ化
活用促進

知財活用支援のための組織整備
JSTの知財活用支援窓口
マッチングの提供(大学発ベンチャー、特許情報協会)
特許群管理員の人材育成、大学等の産学官連携推進への対応等

重要特許の産産連携促進
*大学が発出する重要特許のうち、イノベーションを促す可能性の高い優れた特許を重点的に取り出し、22機関が認定される。10機関は認定ベンチャー

知財活用支援事業の進捗状況

①(採択)一審判断	17.5%
②(採択)二審判断	14.0%
③(採択)三審判断	33.3%
④(採択)一審出願	15.8%
⑤(採択)二審出願	42.7%
⑥(採択)三審出願	64.9%

大学等の特許の利用率の向上が目標

国内における集約された特許割合

企業発特許 64.2
大学発特許 30.3
0 10 20 30 40 (%)

1. 産学官連携の現状及び産学官連携の今後の展開
2. 平成26年度予算案等の概要
3. 利益相反マネジメントシステムの構築

センター・オブ・イノベーション(COI)プログラム

平成26年度予算額 17,122百万円の内訳
 (平成25年度予算額 16,221百万円の内訳)
 ※運営費交付金中の概算値

プロジェクトのねらい

10年後、どのように「人が変わるべきか」、「社会が変わるべきか」、その目指すべき社会像を具現化したビジョン主導型の学生・レジェンダリー・ハイリスクな研究開発を行う。国がリスクをとって、革新的であり、技術的成長が困難であるが、社会的・経済的インパクトが大きい革新的研究開発の成果と、規制改革やリスクマネー等を合わせて**革新的なイノベーション**を創出させる。

本事業のポイント

【**ビジョン主導型研究開発**】
 ● 現在滞在している将来社会のコースから導き出されるあるべき社会の姿、暮らしのあり方を究む。このビジョンを基に10年後を展望した革新的な研究開発課題を特定。
 ● 高度専門チームによるプロジェクト運営等により、既存の概念を打破し、基礎研究段階から実用化を目指した産学連携によるアンダー・フーループでの研究開発を集中的に支援。

COIの実施体制

COI STREAM
 月1回ミーティング
 ビジョンの宣言
 ドラゴーン・チーム
 活動の記録の決定、
 事業の進捗(ニアアップ)
 プレゼンテーション(定期的)
 随時ミーティング(必要時対応)

ビジョン注進による新たな研究開発方式

ビジョン1 Happinessの表現
 ビジョン2 革新的思考方法
 ビジョン3 数世紀まちづくり

ビジョン主導型産学連携研究開発拠点

COI STREAMで取り組むべく示された3つのビジョン実現へ向け、12の既存採択拠点を中心に充実・加速させる。また、平成25年度においては、地域資源等を活用し、チャレンジング・ハイリスクな研究開発を進める新規拠点(5拠点程度)を新たに構築する。

平成25年度採択されたCOI拠点一覧

●複数の大規模拠点を同時に構築し、連続的なイノベーション創出拠点を構築

拠点の場所

- ビジョン3 横濱大学 世界の豊かな生活環境と地球規模の持続可能性に貢献する「クワイバーション」拠点
- ビジョン3 金沢工業大学 革新材料による次世代インフラシステムの構築～安全・安心で地球と共存できる数世代社会の実現～
- ビジョン2 大阪大学 人間力活性化によるスーパージン・日本人の育成と産業競争力増進/豊かな社会の構築
- ビジョン2 広島大学 精神的価値が成長する感性イノベーション拠点
- ビジョン3 九州大学 先進社会システム創出拠点「トモノエ」による多様な持続可能な社会の構築
- ビジョン1 弘前大学 脳科学研究とビッグデータ解析の融合による画期的な先端学術発見の仕組み構築と予防法の開発
- ビジョン1 東北大学 さりげないセンシングと人間ドックで実現する理想自己と家族の絆が輝くモチベーション向上社会創出拠点
- ビジョン1 東京大学 社会と共に共存する持続可能な健康長寿社会を目指す～Sustainable Life Care, Ageless Society COI拠点～
- ビジョン3 東京大学 コーレントフォトン技術によるイノベーション拠点
- ビジョン1 公益財団法人川崎市産業振興財団 スマートウェア社会への発展を先導するものづくりイノベーション拠点
- ビジョン3 名古屋大学 多様な「個別化社会イノベーション」拠点～いつまでも生き生きと活動し暮らせる社会とモビリティ
- ビジョン1 京都大学 拠点名:活力ある生活のためのLaaSXイノベーション

平成25年度採択されたCOI-T一覧

●複数の大規模拠点を同時に構築し、連続的なイノベーション創出拠点を構築

- ビジョン1 北海道大学 食・運動・健康・医療をつなぐ知で家庭に拓く次世代健康生活創造の国際拠点
- ビジョン3 山形大学 個人ニーズ未来のづくりで健康・感性文化豊かな生活を目指すフロンティア有種システムイノベーション拠点
- ビジョン1 京都国立医科大学 最先者の地域生活多様な価値から認知症に至るまで連続したサポートする法学、工学、医学を統合した社会技術開発拠点
- ビジョン1 立命館大学 運動を生活スタイル化する健康イノベーション
- ビジョン3 立命館大学 食と農のストーリー＆ローカルイノベーション地域拠点モデルの構築
- ビジョン1 公益財団法人先端医療振興財団 ライフコース・データに基づく健康医療情報プラットフォームの構築と新しいライフヘルスの実現
- ビジョン1 岡山大学 幸福寿命をのびさせるイノベーション～働き方と学習生活の成果を社会に生かす人々に展開～
- ビジョン1 慶應義塾大学 健康長寿の世界標準を創出するシステム医学・医療拠点
- ビジョン2 東京工業大学 オープン・プラットフォームを社会世代が享受できるSmart社会を支える世界最先鋭イノベーション拠点
- ビジョン2 東京芸術大学 東京芸術大学 共感覚イノベーションセンター
- ビジョン3 明治大学 スマートエコアイランド研究拠点
- ビジョン3 大阪府立大学 次世代水素エネルギー社会の実現
- ビジョン1 北里大学 安全食品な食生活のイノベーションイノベーションシステムの研究開発拠点

研究成果推進展開支援プログラム (A-STEP) (うちCOI分)

平成26年度予算額 12,742百万円
 うちCOI分 17,122百万円の内訳
 (平成25年度予算額 14,539百万円)
 ※運営費交付金中の概算値

概要

- 我が国の産学連携活動の基盤となる技術移転プログラム(個々の企業の実業化構想の中で大学知財を活用するための開発を支援)。課題や研究開発の特性に応じ、総合的かつ切れ目なく成果の実用化・事業化を促進。
- 研究開発強化法改正により新たに付与される出資機能を有効に組み合わせ、優れた研究成果をもとにした大学等発ベンチャーの創出と経営基盤の強化を促進。

COIに連続した社会的価値を創出

センター・オブ・イノベーション(COI)プログラム

ステージI 産学共同研究のシーズの臨床
 【1年間の可能性の検証】
 【2年間の可能性の検証】

ステージII マッチングファンドによる実用化検証
 【3～4年の産学共同研究】
 【5～6年の産学共同研究】

ステージIII 実用化納付等による民間負担
 【本格的な実用化開発】

大企業等の研究成果を円滑に実用化

大学等シーズ・ニーズ創出強化支援事業

平成26年度予算額 17,122百万円の内訳
 (平成25年度予算額 16,221百万円の内訳)
 ※運営費交付金中の概算値

概要

- COI拠点大学等に多様な関係者による「研究推進機構」を設置し、COI拠点における研究開発活動の運営・マネジメントを行うとともに、COI拠点の活動の多様性を確保するために、拠点の「シーズ・ニーズ」に関する新たな「シーズ・ニーズ」等をオープンイノベーションにより創出させる。
- 「プロジェクトリーダー」を中心とした「シーズ・ニーズ」の創出推進各機関において活躍する高度人材・専門人材等を活用し、推進。
- 各拠点活動の更なる高度化を進め、拠点の活動状況の集約・分析・情報共有等を通じて、事業全体の活動を前端的にモニタリング。

研究推進機構

COI拠点の運営本部機能、多様な知見等を結集し、シーズ・ニーズを創出

プロジェクトリーダー等による運営・マネジメント

オープンイノベーションによるシーズ・ニーズのマップ

社会実装

各拠点活動の更なる高度化

地域イノベーション戦略支援プログラム

平成26年度予算額 17,122百万円の内訳
 (平成25年度予算額 16,221百万円の内訳)
 ※運営費交付金中に別途1,835百万円(1,555百万円)計上

概要

地域イノベーションの創出に向けた地域主導の優れた構想を効果的に支援するため、大学等の研究段階から事業化に至るまで連続的な展開ができるよう、関係府県の協働と連携して支援するシステムを構築。

大学等研究機関 産学共同研究 産学共同研究 産学共同研究

【産学共同研究の支援メニュー】

- 地域戦略の中核を担う研究員の集積
- 地域戦略の実現に貢献できる研究者を、国内・外国問わず当該地域以外から「優い」待遇を支援。
- 地域戦略の実現に向けた取組を特設的にサポートする。
- 地域戦略の実現に貢献する人材の育成に資するプログラム開発等を行う経費を支援。
- 地域戦略の実現のための人材育成プログラムの開発
- 地域戦略の実現に向けた取組を特設的にサポートする。
- 地域戦略の実現に貢献する人材の育成に資するプログラム開発等を行う経費を支援。
- 大学等研究機関の研究開発・機器等を中心企業等が活用するための、技術相談・技術指導等を行う「技術文庫」の設置等に係る経費を支援。

【関係府県の支援メニュー】

- 関係府県の研究開発費
- 関係府県の企業立地支援
- 関係府県の技術開発費
- 関係府県の技術開発費
- 関係府県の技術開発費

PBLを中心としたイノベーション創出人材の育成 平成26年度予算額：907百万円（新規）

概要
グローバル社会の進展、科学技術と社会の関わりが深化・複雑化している現在、イノベーションの創出を推進するためには、専門分野を持ちつつ、幅広い視野や課題発見・解決能力、起業家マインド、事業化志向を持つ人材の育成が必要。
このようなイノベーション創出人材の育成は、先進国では重要な取組と位置付けられ、既に積極的に実施されているところ。我が国においても、国内外の先進的な取組を強化・普及させるために、当該取組を担って育んだ人材を大量に企業業界に送り込むことが必要。

目的
1. 産業界と大学が連携してイノベーション創出人材を育成すること
2. 産業界と大学が連携してイノベーション創出人材を育成すること
3. 産業界と大学が連携してイノベーション創出人材を育成すること
4. 産業界と大学が連携してイノベーション創出人材を育成すること

特徴的な取組
対象者：博士号取得者等
取組内容：海外の大学や企業等と連携しつつ、イノベーション創出人材の育成プログラムを開発・実施する大学等々を支援
【プログラムの例】
「イノベーション」が「事業化志向」、課題を自ら発見し実践的なアプローチで解決を図るPBL（※）を中心としたプログラム
ベンチャー・エグゼクティブ、メンター、金融機関や大学等を巻き込み、事業化マインドの起業家マインドを若手研究者が取得するプログラム
（※）PBL（Project-Based Learning） 問題解決型学習

期待される効果
○ ポストドクターを含む博士号取得者等をイノベーション創出人材として育成・確保を図り、産業界を含む多様な場での活躍を促進、（博士号取得者の多様なキャリアパスを支援することにより、研究者を自衛者を増やし、優秀な人材を輩出する効果も期待。）
○ 我が国において、イノベーション創出を行う基盤構築をさらに推進（例：イノベーションエコシステム（IES）の形成）

大学発新産業創出拠点プロジェクト（START） 平成26年度予算額：2,022百万円

概要
民間の事業化ノウハウを活用した大学の次世代技術の研究開発による新産業・新規市場の開拓と日本経済の復興・再生
発明（特許）の段階から、大学の革新的技術の研究開発支援と、チームによる事業育成を一体的に実施し、新産業・新規市場のための大学発日本型イノベーションモデルを構築（経験・知見の蓄積、人材育成等による持続的なイノベーションモデル構築）

現状課題・課題
①事業開始3年目における新規プロジェクト増
②金融機関や産業界連携等との連携を強化し、有償プロジェクトについて集中した支援を実施するにも、さらなるリスクマネーの誘引を行う。
③事業7年目以降の技術評価（スタート）
④リスクを取らない文化と起業精神の醸成

7つの新コンセプト
①「イノベーション」を担う人材（博士号取得者）を育成し、企業に送り出す。
②事業プロモーターによる有望シーズの「選別システム」を導入。
③リスクの高いシーズに挑戦するための「スタート」の導入。
④ベンチャー立ち上げ前段階で「産業界」にアプローチし、企業に送り出す。
⑤「産業界」による「産業界」の育成。
⑥「産業界」による「産業界」の育成。
⑦「産業界」による「産業界」の育成。

先端融合領域イノベーション創出拠点形成プログラム 平成26年度予算額：5,708百万円
平成27年度予算額：6,639百万円

概要
イノベーションの創出のために特に重要と考えられる先端融合領域において、企業とのマッチングにより、新産業の創出等による大きな社会・経済的インパクトのある成果（イノベーション）を創出する拠点の形成を支援することを目的としたプログラム。産学協働で基礎的研究から研究開発を行う拠点を形成し、死の谷の克服を目指す。

対象機関 大学、大学共同利用機関、国立試験研究機関及び独立行政法人（産業界との共同提案を義務化し、産業界にも必死の負担を求める事として）

実施期間 当初の3年間は拠点の本格化に向けた取り組みのための期間として位置付け、3年目（2年半後）及び5年（3年半後）に審査を行い、11ヶ月間に渡り取り組みを行う。本格的実施に移行する拠点はその後7年間継続実施。平成18年から開始し、平成20年までに計21課題を採択。現在は12課題を実施中。

実施規模 再審査までの3年間 年間3億円程度
本格的実施後 年間7億円程度

先端融合拠点形成
産学協働で社会的・経済的インパクトのあるイノベーションを推進する拠点形成
産学協働で社会的・経済的インパクトのあるイノベーションを推進する拠点形成

戦略的イノベーション創出推進プログラム（S-Iノベ） 平成26年度予算額：116百万円
平成27年度予算額：749百万円

概要
JST戦略的創造研究推進事業等の研究成果を基にした研究開発を行い、新産業創出の場となる技術実証施設、新産業の芽を創出する。
JSTは研究開発を支援。フェーズが進むにつれて、マッチングファンドの導入により企業創出が加速する。
COIプログラムと連携し、インパクトの大きな成果創出が期待される課題については、COIプログラムに切れ目なくつなぐ。

戦略的イノベーション創出推進プログラム（S-Iノベ）
産学協働で社会的・経済的インパクトのあるイノベーションを推進する拠点形成
産学協働で社会的・経済的インパクトのあるイノベーションを推進する拠点形成

産学共創基礎基盤研究プログラム 平成26年度予算額：1,100百万円
平成27年度予算額：1,210百万円

概要
産業界が抱える技術テーマを特定し、その解決に資する基礎研究を大学等が行うことと、産業界（コミュニティ）が抱える技術課題の解決を支援。
産学連携の範囲を基礎研究領域まで拡大し、産学が対等な共創の場を構築。大学の基礎的研究を活性化し、産業界のニーズに基づき、大学等が基礎的・基礎的な研究を行う事業であるため、大学の社会貢献に貢献。
経済産業省の政策推進においても本プログラムの拡充要望がなされているほか、これまで、採択された技術テーマ4件に対し約100件の提案があるなど、産業界からの支持が極めて強い。

スキーム
参加企業群 参加大学群
技術テーマ 知財を活用
研究成果 成果の共有
産学共創基礎基盤研究プログラム

1. 産学官連携の現状及び産学官連携の今後の展開
2. 平成26年度予算案等の概要
3. 利益相反マネジメントシステムの構築

利益相反とは

利益相反の概念

- 利益相反 (広義)
 - 利益相反 (狭義)
 - 個人としての利益相反
 - 大学 (組織) としての利益相反
 - 責務相反

※科学技術・学術審議会技術・研究基盤部会産学官連携推進委員会利益相反WG報告書より

教育・研究機関として担う役割 (法令上の位置づけ、公的資金の供与、税制上の優遇措置等)

⇕

産学官連携の実施に伴い生じるもの (利益を得る、特定企業に対して責務を負う)

法令上規制されていない行為にもかかわらず、大学の社会的責任が十分に果たされていないか懸われる可能性 (例)

- ・研究テーマが当該企業の利益のために設定される等、学術研究上の有意性に欠けるのではないか
- ・当該企業に有利なデータ収集等がなされる等研究の客観性に欠けるのではないか

- ・ 大学に対する社会的信頼を維持・確保する
- ・ 法令違反に至ることを事前に防止する
- ・ 教職員が安心して産学官連携に取り組めるようにする

大学が利益相反に関する学内のルール、システムを整備することが重要

36

個人としての利益相反マネジメント(一般)

個別事例に応じて多様な解決方法を提案・実施するために、一定の手続・体制を整備する (平成14年11月1日利益相反ワーキング・グループ報告書※より)

学内システムのモデル例

利益相反ポリシー(一般)整備状況(平成25年4月1日現在)
平成24年度に民間企業との共同研究を実施した大学等のうち3割以上において、未整備

※科学技術・学術審議会 技術・研究基盤部会 産学官連携推進委員会 利益相反ワーキング・グループ

37

個人としての利益相反マネジメント(臨床研究)

臨床研究の有する特性から、慎重な対応が求められ、臨床研究の特性を考慮した利益相反ポリシー及びマネジメントルールを策定し、研究者が自由かつ適正に臨床研究を実施できる環境を整えることが重要 (平成18年3月「研究の利益相反ポリシー策定に関するガイドライン」※より)

- ・ 研究者全員が申請書と同時に利益相反自己申告書を提出
- ・ 機関の長は委員会へ諮問し、意見を受けた後、研究実施の承認の判断
- ・ 臨床研究利益相反委員会は、要約書や意見書若しくは倫理審査委員会へ報告

臨床研究の利益相反の申告手順のモデル例

利益相反ポリシー(臨床研究)整備状況(平成25年4月1日現在)
附属病院を持つ大学等のうち2割以上において、未整備

※大学知財推進本部整備事業 21世紀型産学官連携手法の構築に係るモデルプログラム
平成17年度 信長大学 臨床研究の倫理と利益相反に関する検討証

38

ご清聴ありがとうございました

お役立ちサイト:

- <産学連携・地域支援部会>
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu16/index.htm
- <平成24年度 大学等における産学連携等実施状況について>
http://www.mext.go.jp/a_menu/shinkou/sangaku/1342314.htm
- <文部科学省平成26年度予算関係>
http://www.mext.go.jp/a_menu/yosan/h25/1325576.htm
- <ネットサイト「産学官の進めるべ」> <http://www.sangakukan.jp/>
- <全国コーディネート活動ネットワークサイト> <http://www.sangakukanrenkei.jp/>
- <リサーチ・アドミニストレーター>
http://www.mext.go.jp/a_menu/jinzai/ura/index.htm

39

代理親魚技術を用いたトラフグ全雄種苗生産技術の開発

長崎県総合水産試験場 濱崎 将臣

本日お話しする内容は、一昨年、東京海洋大学と長崎県で共同記者発表した、クサフグがトラフグを産むという研究の進捗状況です。本研究は、東京海洋大学の吉崎先生並びに館山ステーションにいらっしゃる竹内先生のご協力とバックアップのおかげで成し遂げられたものです。お二人にあらためてこの場をお借りして感謝とお礼を申し上げます。



1. 超オストラフグの生産を目指して

平成19年～23年までの5年間の養殖トラフグの生産量は、全国で約4000t前後と安定しており、中でも私ども長崎県は、国内のトラフグ養殖生産量の約60%を占め、全国1位のシェアを誇っています。しかし、近年の不況や天然魚の漁獲量の変動、中国産の輸入量の増加、暖冬などの影響を受けて、価格が安定しないことが悩みの種です。現在の養殖トラフグの販売単価は、雌がキロ当たり2500円ですが、雄で白子が入ると3000円と、雌の約1.2倍で取引されます。従って、雄種苗の供給体制を構築することにより、養殖トラフグの販売単価が安定することが期待できるわけです。

これまでトラフグの雄化は、主としてホルモン処理や温度処理によって雌を雄に性転換させる方法が取られてきましたが、形態異常の出現が多く、猛毒を持つ卵巣と精巣の両方を持つ個体が出現していました。そこで、トラフグは人と同じくXX-XY型の遺伝様式を持つことから、Y精子だけを持つ超オストラフグを作るべく、その方法として東京海洋大学がニジマスで開発された代理親魚技術を利用することを考えました。

2. 代理親魚技術を用いたトラフグ全雄種苗生産計画

ただ、そこで一つ障害になってくるのが、トラフグの雌が卵を持つまでに3年かかることでした。この時間を短縮させるには、トラフグと同じ仲間のクサフグにトラフグを産ませればよいと考えました。トラフグが成熟までに2～3年かかるのに対し、クサフグは1～2年で成熟します。しかも、10～100gと非常に小さいサイズで成熟が進行するのです。ですから、宿主をクサフグ三倍体にした計画を立てれば、雄なら1歳、雌なら2歳でクサフグがトラフグの配偶子を作ることができます。この全体の流れを完結することを、この研究の目的としました。

まず、トラフグ精原細胞をマニピュレーターとインジェクターを用いて、口径が約40 μ mのガラスピペットを用いて吸い取ります。そして、その細胞を全長約3mmのクサフグの仔魚のお腹の中に入れてやります。その宿主を飼育すると、11カ月後に精子を出す個体が出現しました。

その精子の DNA 解析のために、制限酵素を用いた PCR-RFP 解析を行いました。その方法は、宿主の精子から DNA を抽出し、核ゲノム中の非コード領域、265bp の領域を PCR 反応で増幅させるというものです。この後、制限酵素の Mlu I で処理すると、トラフグではこの Mlu I の認識配列があるために、135bp と 130bp に切断されますが、クサフグにはその認識配列がないため、切れません。それによって、トラフグとクサフグの種判別が可能となるのです。宿主クサフグから得られた精子からは、クサフグ三倍体のバンドに加え、トラフグのバンドも検出されたことから、この宿主クサフグがトラフグ精子を生産していることが強く示唆されたわけです。

続いて、解析した精子とトラフグの卵を人工授精させて、トラフグができるかを見る人工授精試験を行いました。結果、宿主クサフグの精子を受精させた F1 は、孵化率 61.2% で正常に発生していきました。

次に、この仔魚がトラフグになっているか解析するために、まず、外部形態から種判別を行いました。クサフグ三倍体由来の精子からは、もう正常には発生しないことは確認していますが、万が一、発生した場合は、トラクサの雑種ができます。トラフグの精子ならば、トラフグ卵に受精してトラフグができます。トラフグは連続して白く縁取られた大きな黒紋が特徴的な外観を示し、雑種のトラクサには点々となります。今回得られた F1 は、トラフグ特有の黒紋を有していました（図表 25）。また、背びれの鰭条数の違いからもトラフグであることが分かっています。

続いて、DNA も解析しました。F1 個体の筋肉から DNA を抽出し、先ほどの種判別の PCR をかけました。1~12 番が宿主から生まれた稚魚となります。結果、全 12 個体全てトラフグ型の DNA のみを検出しました。以上のことから、この F1 世代は DNA 解析からもトラフグであることが判明したわけです（図表 27）。

次に、宿主のクサフグの雌がどうなったのかです。移植から 2 年後に、雌が成熟してきました。それで宿主クサフグ 37 尾から採卵し、トラフグの精子と人工授精を実施し、トラフグができることを確認しています。採卵数は 1200~2 万 3700 粒です。このときの宿主の体重は 30~70g でした。この卵に雄としてトラフグの精子をかける他、あらかじめトラフグの精子を出すことを確認している宿主のクサフグの精子を受精させましたが、結果、37 尾中 4 尾から得られた受精卵が正常に発生しています。赤字で書いているのが宿主由来の受精卵です。宿主 1、2 は、お父さんはトラフグです。3、4 は宿主同士の交配です。この結果、孵化率は 1.6~8% ぐらいで、正常に孵化していることが分かります。また、クサフグ三倍体由来の卵も受精に関与することを確認しており、今回の試験においても 70% 前後が受精に関与してくることが分かりました。

そこで、胚体の時期のトラフグとクサフグの割合を、胚体でできた卵を 20 粒ずつピックアップして、種判別の PCR をかけて調べてみたところ、トラフグ出現率は宿主 1 では 10%、2 は 5%、3 は 30%、4 は 95% という結果になり、これ以外は宿主自身の卵になりました。つまり、宿主から得られた受精卵の、多くて 95% が宿主自身の卵であることが分かったわけです。この結果を受けて、現在は宿主自身の配偶子を形成しないことを検討しているのですが、これがうまく

いけば、もっと高率でトラフグが得られることが期待されます。

次に、受精試験でできた仔魚がトラフグになっているかを解析しましたが、今回、宿主の雌とトラフグをかけ合わせたF1も、宿主同士をかけ合わせたF1も、その斑紋と背びれの鰭条数、DNA解析から、全てトラフグであることが判定できています。すなわち、宿主のクサフグがトラフグの精子や卵を作ることが明らかになったわけです。

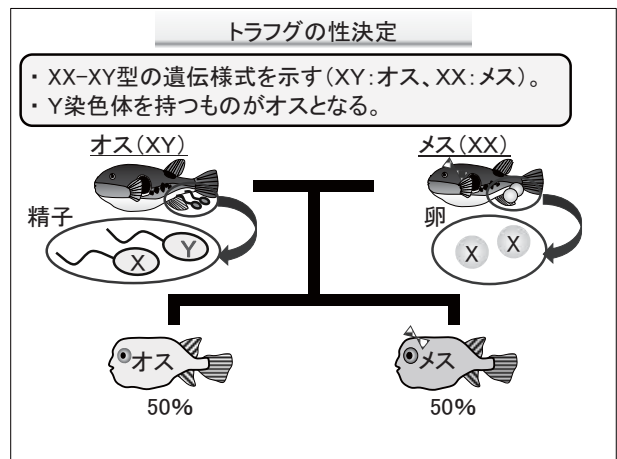
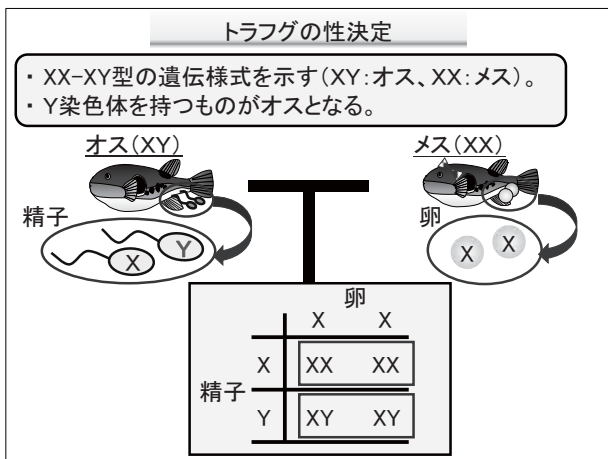
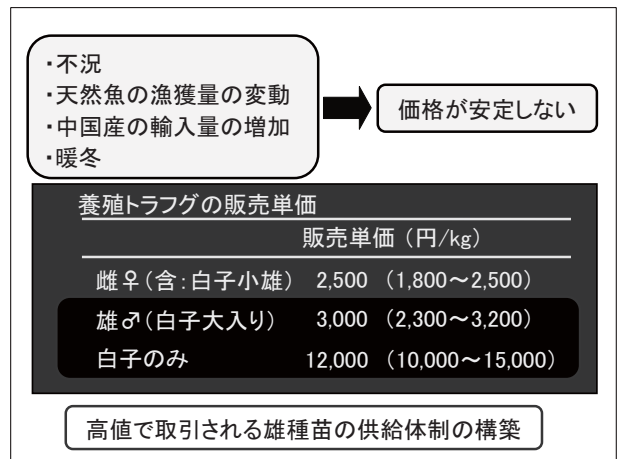
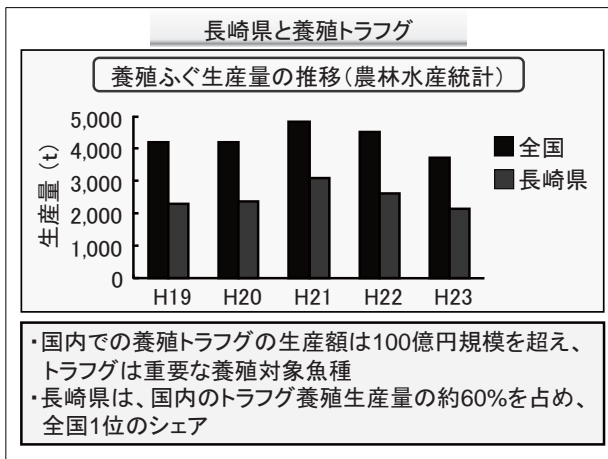
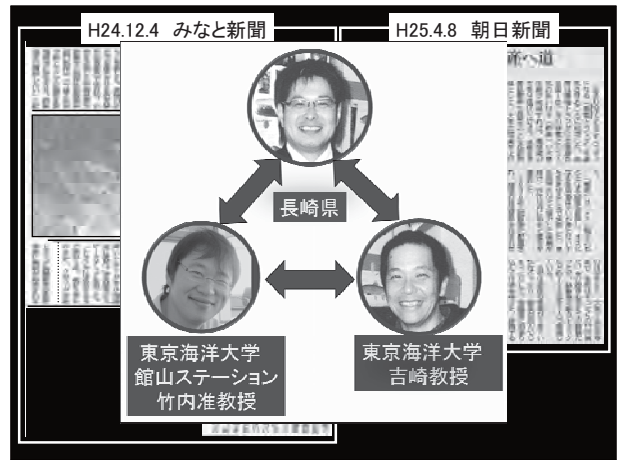
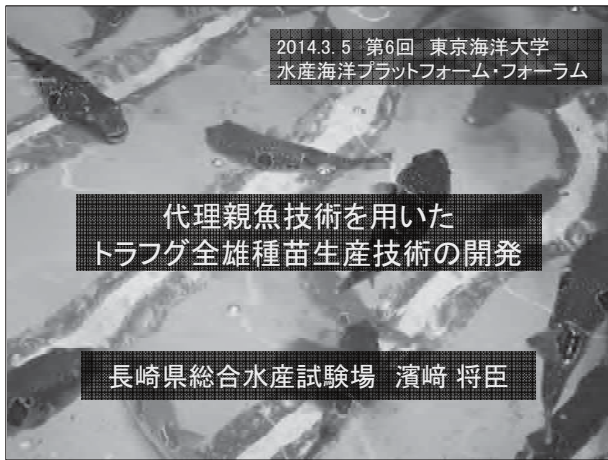
3. 超雄トラフグはできたのか

超雄トラフグができたかどうかの判定にも、DNA解析を行っています。7カ月齢の稚魚のひれからDNAを抽出し、PCR反応させました。ここでは制限酵素に、先ほどの種判別とは少し違うSau3A Iを使います。Y染色体上のDNAにはこの制限酵素を認識するサイトがあるため、60と59bpに切断されますが、X染色体上のDNAは切れないため、雌、雄、超雄が判別できるのです。NA解析の結果、複数の超雄トラフグ型のバンドを検出し、確かに超雄トラフグが誕生したことが分かりました。現在、合計で14尾の超雄トラフグが順調に生育しています。

トラフグ精原細胞を移植した宿主クサフグは、トラフグの成熟期間より短期間で機能的なトラフグ配偶子を生産しました。しかも、その次世代にトラフグのみを生産し、その中に超雄トラフグを誕生させました。以上の結果から、クサフグがトラフグの代理親として有効であること、そしてこの代理親魚技術がトラフグ全雄種苗生産を実現するために、大いに貢献できることが明らかになったわけです。

今後の予定としては、今回解析した超雄トラフグが来年2月に成熟し、精子を出すと、全雄種苗が生産できます。そこでまずは本当に全雄になってくれるのか、養殖に耐え得る種苗であるのかなど安全性を確かめた上で、市場に出荷することになります。

並行してトラフグへの移植も行っており、今、成熟期を迎えています。トラフグから生まれた超雄トラフグが成熟するのは、平成28年2月ごろの予定です。



これまでのトラフグ雄化(性転換)の試み

①ホルモン処理

- 男性ホルモン(メチルテストステロン)処理
→処理個体は全て生殖腺異常個体
- 女性ホルモン形成阻害(アロマターゼ活性阻害剤)処理
→100%雄化、成熟、成長、形態異常については不明

②温度処理

- 高温飼育(通常飼育水温 +2 ~ +14°C)
→雄化しない
- 低温飼育(通常飼育水温 -1 ~ -6°C)
→雄化するが、低水温のため成長が悪い
→形態異常魚および両性生殖腺を持つ個体が出現

・トラフグの雄化技術については未だ不安定
・性転換させると両性生殖腺を持つ個体が出現

トラフグの性決定

・XX-XY型の遺伝様式を示す(XY:オス, XX:メス)。
・Y染色体を持つものがオスとなる。

		卵	
		X	X
精子	X	XX	XX
	Y	XY	XY

どちらもY染色体を持つと良い

超雄トラフグ

・Y染色体を2セット保有し、次世代は全て雄になる。
・次世代の雄は通常と同じXY染色体を持つ。

超オス(YY) × メス(XX) = オス【XY】 100% 全雄種苗

トラフグ雄化への新たな手法

代理親魚技術を利用

「Production of trout offspring from triploid salmon parents」
Okutsu et al., 2007., Science 317,1517

- ヤマメ三倍体にニジマス精原細胞を移植
- ヤマメ三倍体の両親からニジマスだけが誕生

+

「Sexual plasticity of rainbow trout germ cells」
Yoshizaki et al., 2010., Anim. Reprod. 7, 187-196

- ニジマスの超雄(YY)を作出し、次世代にて全雄生産
- 雌宿主に移植された精原細胞は機能的なY卵へと分化可能

＝ トラフグ全雄種苗生産

トラフグ雄化への新たな手法

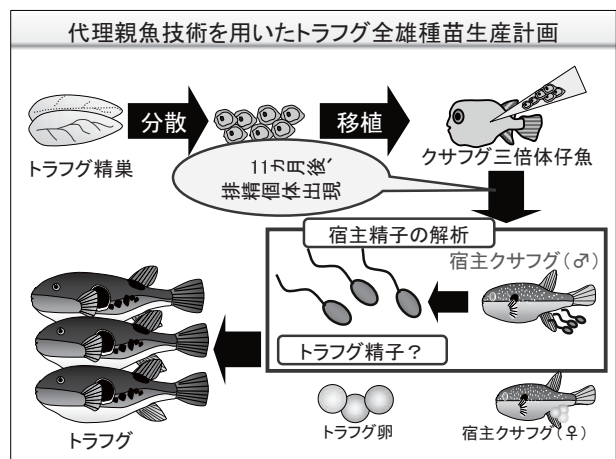
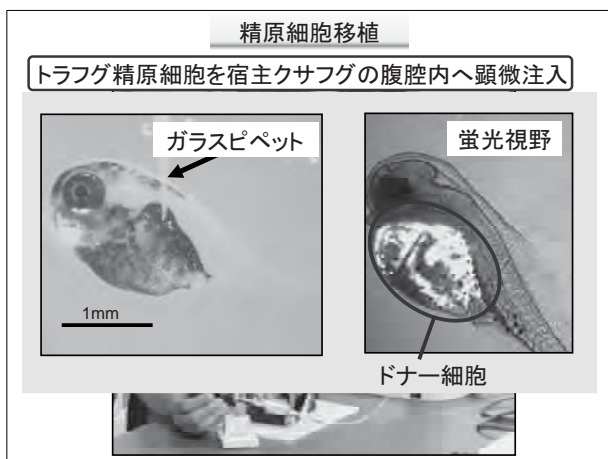
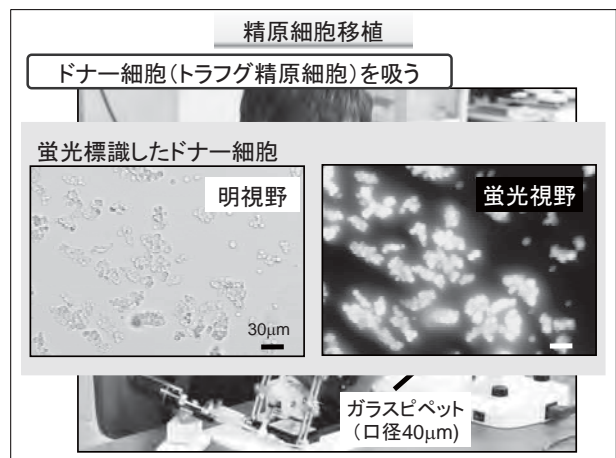
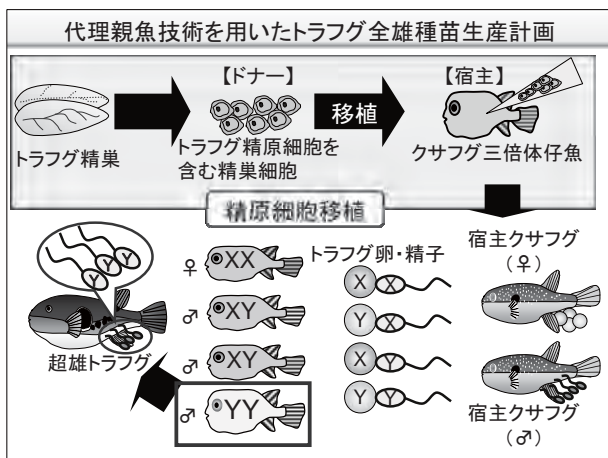
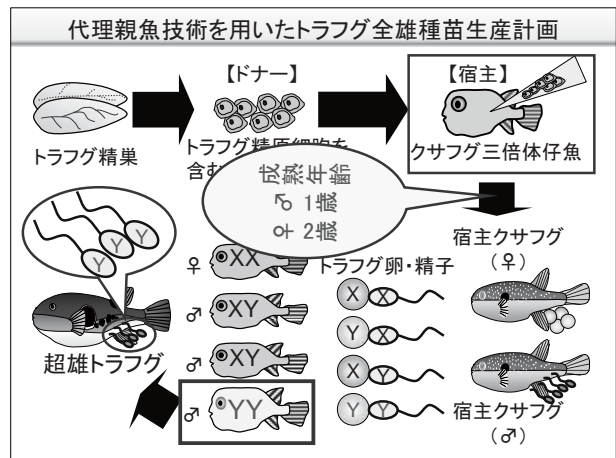
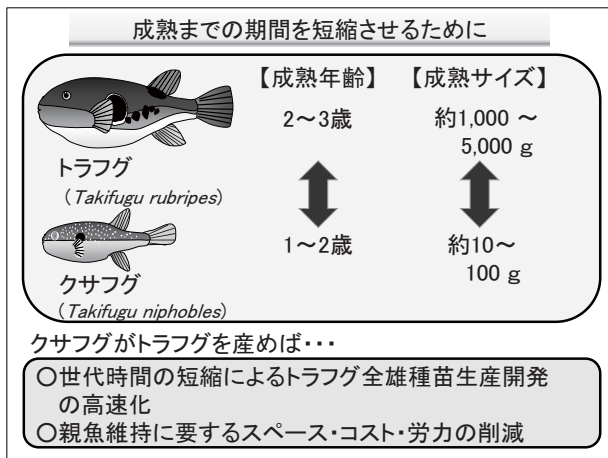
ニジマス精巣 → ニジマス精原細胞を含む全精巣細胞 → ヤマメ三倍体 → ヤマメ三倍体=不妊 → トラフグ三倍体稚魚 → ドナー由来のニジマス卵、精子を生産

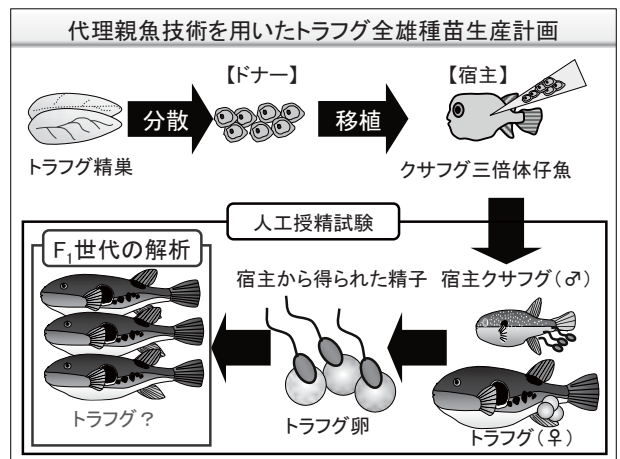
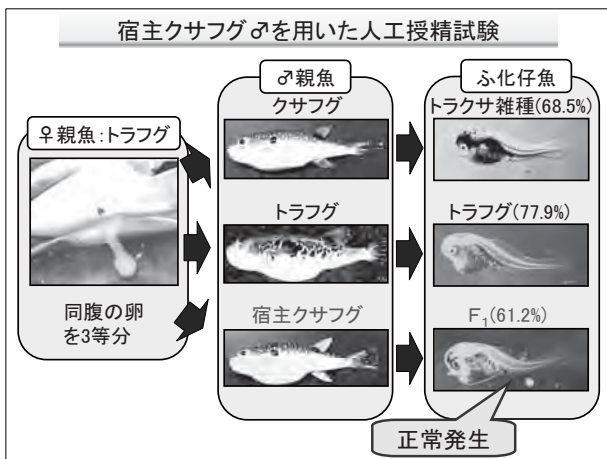
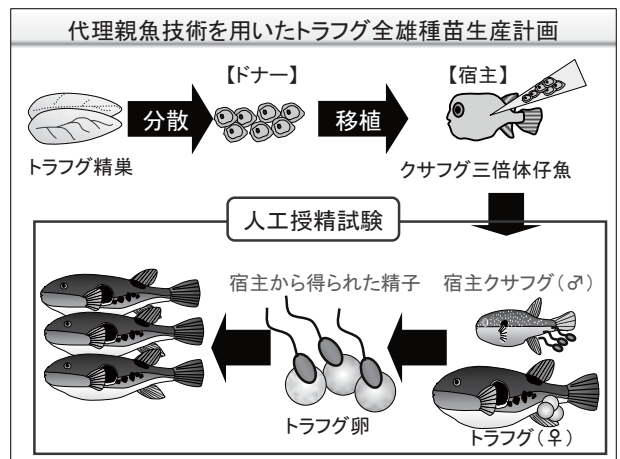
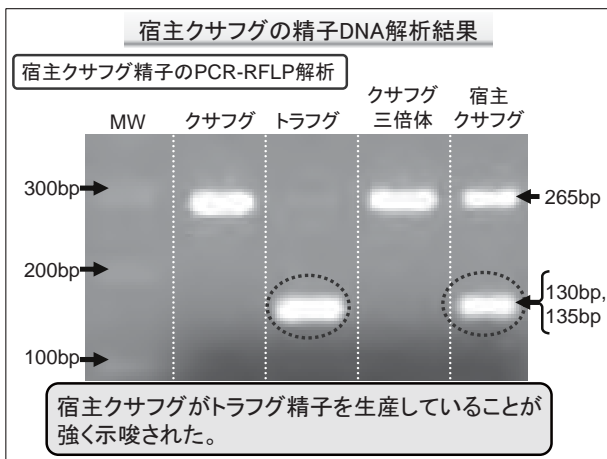
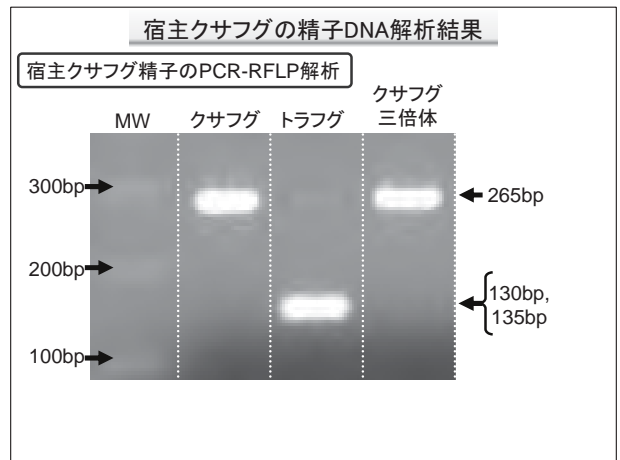
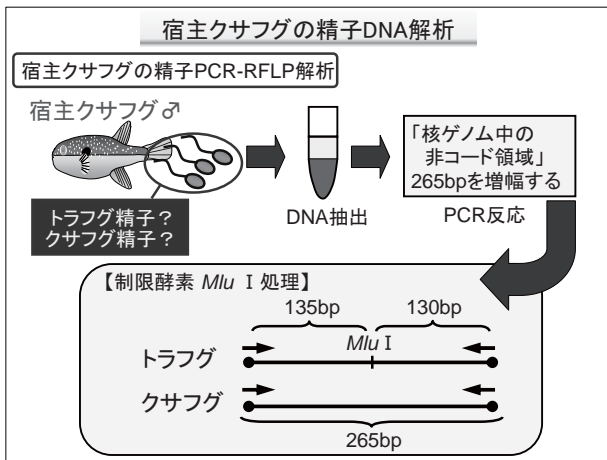
両親ヤマメ超雄ニジマス (YY) × ヤマメ三倍体 = トラフグ三倍体

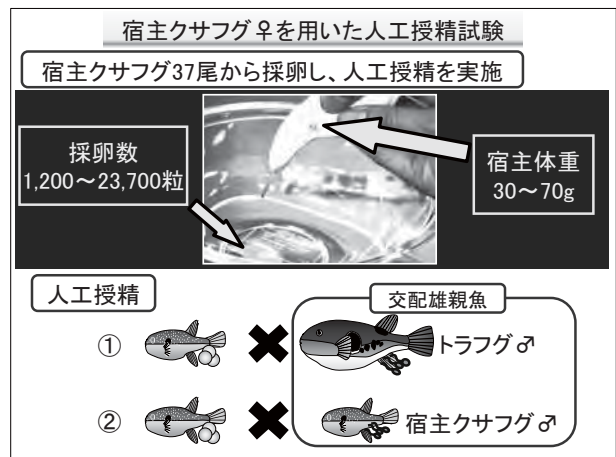
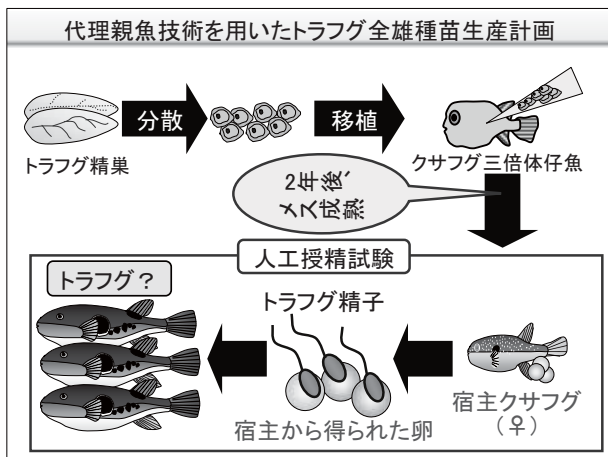
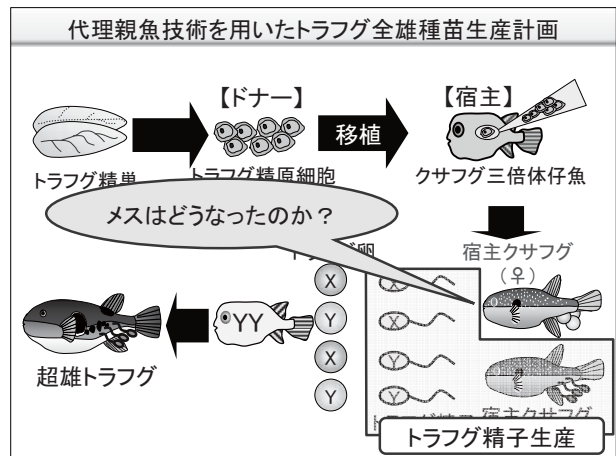
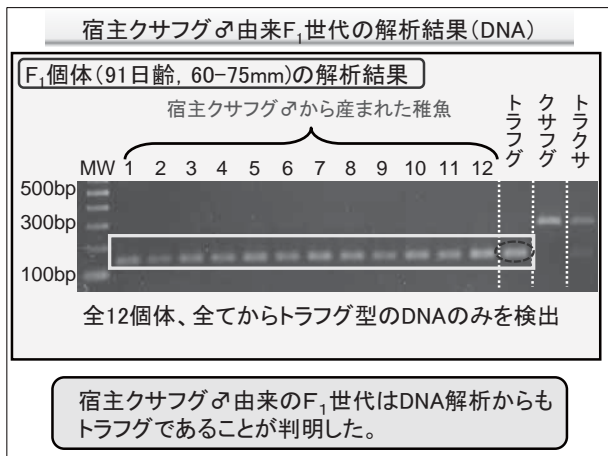
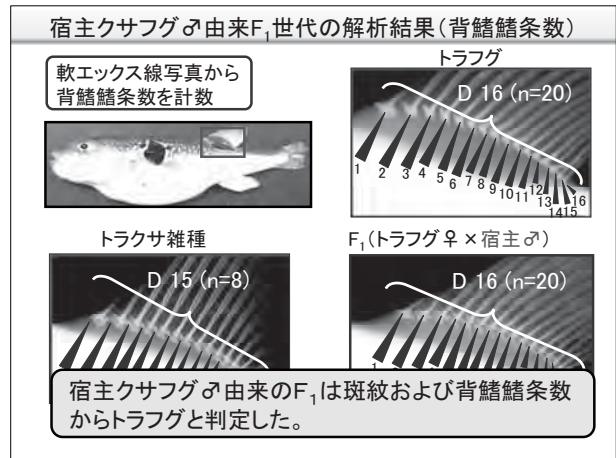
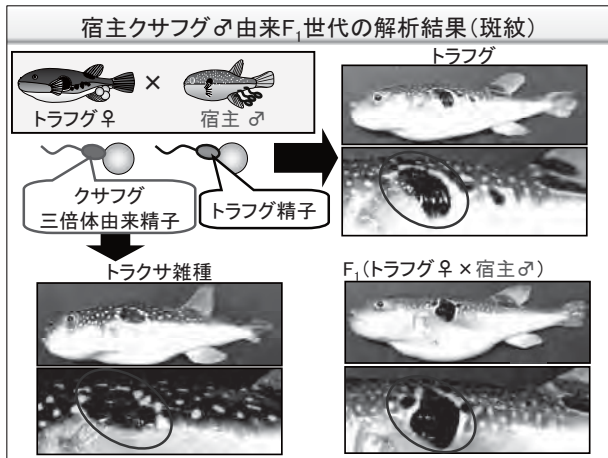
代理親魚技術を用いたトラフグ全雄種苗生産計画

トラフグ精巣 (XY) → 移植 → トラフグ三倍体仔魚 (XY)

結果: 超雄トラフグ (♂ YY), トラフグ (♂ XY), トラフグ (♀ XX)







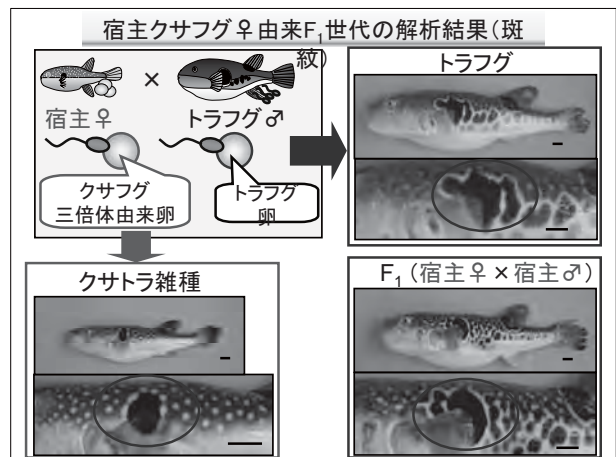
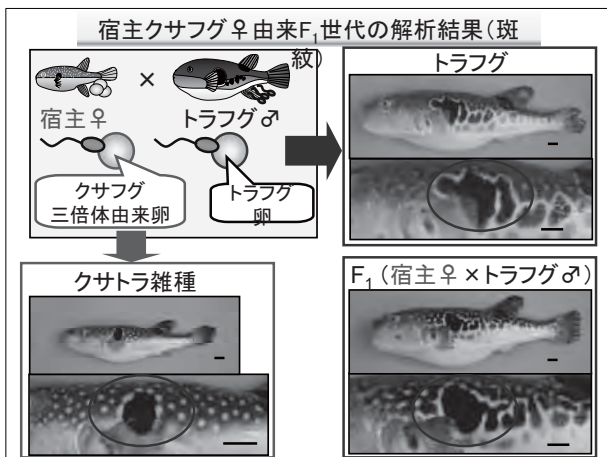
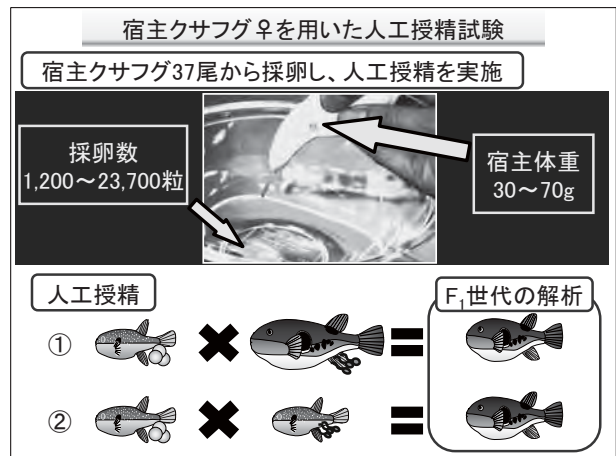
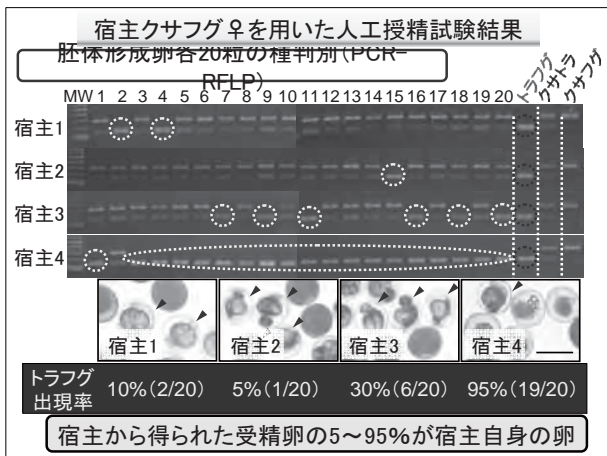
宿主クサフグ♀を用いた人工授精試験結果
宿主クサフグ37尾中4尾から得られた受精卵が正常に発生

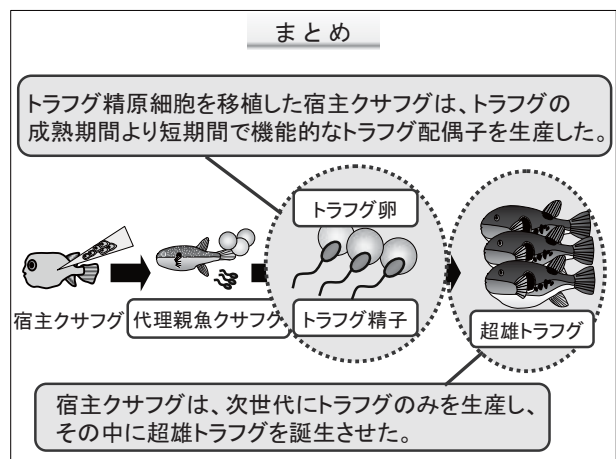
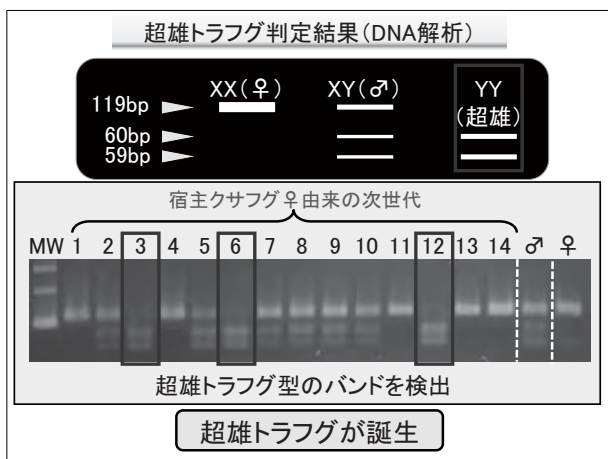
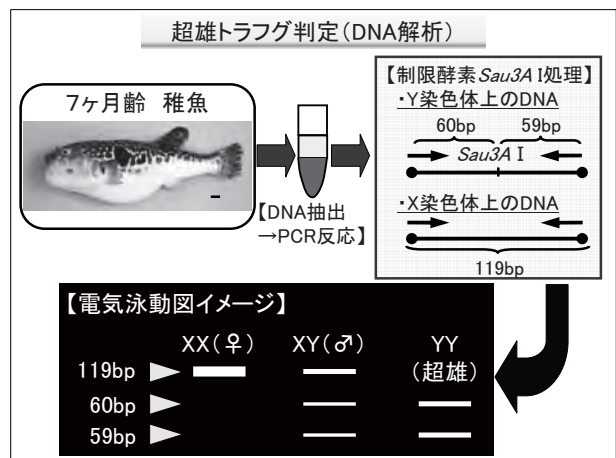
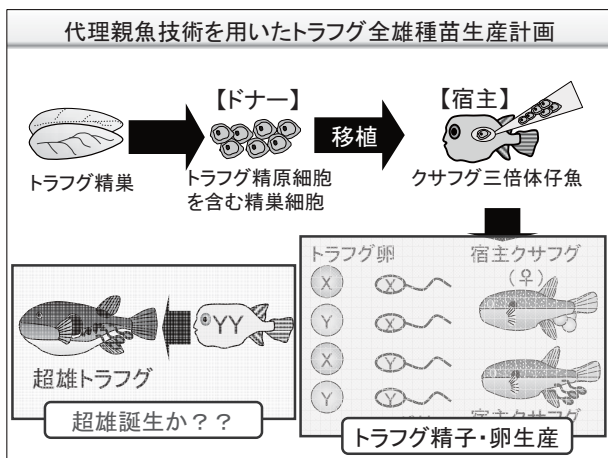
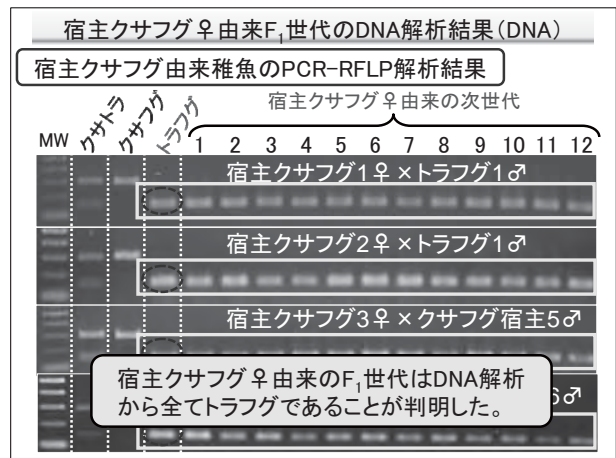
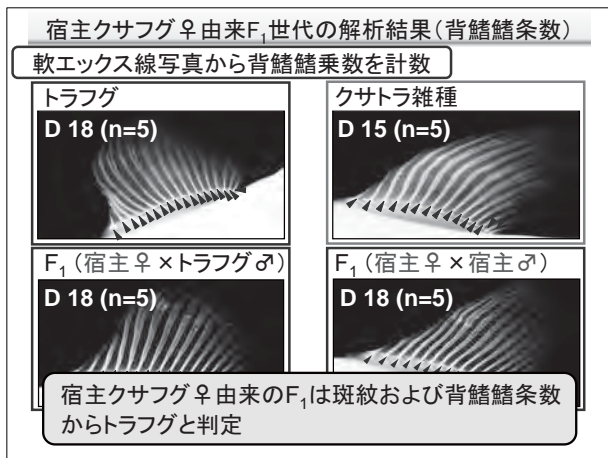
卵 (♀)	精子 (♂)	受精率 (%)	胚体形成率 (%)	ふ化率 (%)
宿主クサフグ1	トラフグ1	77	62	8.3
宿主クサフグ2	トラフグ1	91	75	2.7
クサフグ三倍体	トラフグ1	70	48	1.8
トラフグ2	トラフグ1	98	91	91
宿主クサフグ3	宿主クサフグ5	61	28	1.6
宿主クサフグ4	宿主クサフグ6	74	9.6	2.8
クサフグ三倍体	クサフグ三倍体	74	54	0

宿主クサフグ♀を用いた人工授精試験結果
宿主クサフグ37尾中4尾から得られた受精卵が正常に発生

卵 (♀)	精子 (♂)	受精率 (%)	胚体形成率 (%)	ふ化率 (%)
宿主クサフグ1	トラフグ1	77	62	8.3
宿主クサフグ2	トラフグ1	91	75	2.7
クサフグ三倍体	トラフグ1	70	48	1.8
トラフグ2	トラフグ1	98	91	91
宿主クサフグ3	宿主クサフグ5	61	28	1.6
宿主クサフグ4	宿主クサフグ6	74	9.6	2.8
クサフグ三倍体	クサフグ三倍体	74	54	0


宿主自身の卵が受精に関与していることを示唆





両親クサフグから産まれたトラフグ

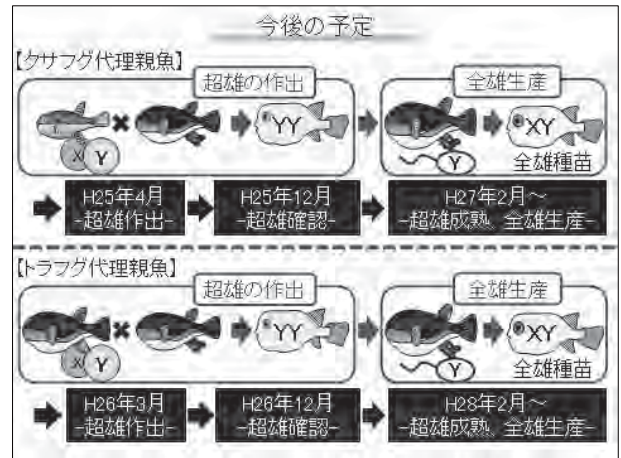
異種の配偶子を生産し、異種の次世代を誕生



子:トラフグ(7ヶ月齢)

母:クサフグ(2.6歳)

父:クサフグ(2.6歳)



大きくなったな

お父さん！！

ご清聴ありがとうございました



付加価値を生み出す養殖飼料

環境と魚に優しいダブルエコな飼料の開発

東京海洋大学大学院 海洋科学系 海洋生物資源学部門 教授 佐藤 秀一

1. 激しい勢いで増加する世界の養殖業

「ダブルエコ」とは、環境と魚に優しいことを意味する私の造語です。環境に優しいことを日本語ではエコロジカルといいますが、英語では Environmentally friendly という言葉を使います。それに加え、生産者に優しい、エコノミカルということで、この二つを兼ね備えた飼料の開発にトライしてきました。

世界の養殖業生産量は非常に著しく増加しており、一昨年、養殖の生産量が肉牛の生産量を上回りました。一方、日本の養殖業は、消費が伸びないために生産量が安定しています。ただ、将来、輸出で伸びる可能性はあります。そうなれば、養殖業の発展に伴い、配合飼料に使う餌の生産量もどんどん増えていくはずで



2. 魚粉生産量の限界

現在、餌の主原料になっているのは魚粉です。魚粉は今、チリやペルーで生産されていますが、その主な原料はカタクチイワシです。このカタクチイワシの資源量について、水産庁は過剰利用あるいは枯渇状態にあるとしています。実際、魚粉の価格も10年ほど前に比べると3~4倍になっているので、世界では魚粉の配合率をどんどん下げています。しかし、日本ではまだ48%も魚粉が使われており、魚粉以外のタンパク質源は15~16%しか使われていません。従って、どうしても餌の価格が高くなってきます。魚粉以外では大豆やトウモロコシなどが良い餌のもとになりますが、これらを肉牛に与えた場合、1kg増やすのに6.4kg要ります。豚は3.2、鶏は2.1ですが、魚は2以下です。つまり、魚は魚粉以外の穀物でも効率よく肉にできる動物であることが、いろいろな結果から分かっているのです。ですから、魚粉の配合率をもっと減らすことができれば、魚で魚を育てることから脱して、養殖産業が自然環境に優しいものになると思われます。

3. 養殖環境はどうか

今後、養殖環境自体はどうかのでしょうか。すなわち、養殖場の許容量はどれぐらいで、養殖環境悪化の原因となる魚から排出される窒素やリン（フンや尿）がどうなっていくのかということ

日本の養殖の形態は、以前はイワシやサバの生餌を直接ブリなどの高級魚に与える方法でした。現在でも、まだマグロを中心としてそれが行われています。そのため、養殖場が非常に汚くなってきたので、水産庁は1990年ごろからモイストペレットを推奨するようになりました。モイストペレットとは、生魚と粉末飼料を用いてペレット状の餌に成形したもので、その結果、養殖場は随分きれいになりました。また、最近ではブリ、マダイ等にはエクストルーダーを使ったEP飼料が多く与えられています。さらに、これからは窒素やリンの排泄を少なくする餌が必要になってくると思います。これについては、実際にマゴイで開発したのですが、霞ヶ浦などでコイヘルペスの発生によってほとんど養殖が行われなくなったことで使われなくなって、今はノルウェー、スコットランドで大西洋サケやニジマスに多く使われています。

魚粉中心の餌でニジマスを飼育すると、窒素（タンパク質）とリンは30%しか残りません。他は全部排泄してしまいます。これが養殖環境の悪化を導きかねないため、できるだけ少なくしたいわけです。水産養殖における単位生産量の窒素とリンの環境への負荷をマダイ等で調べると、生餌を与えている場合はそれぞれ360~370 kg および73/t 生産量だったものが、固形飼料にすると約半分になります。そして、植物性タンパク質の餌を与えると、窒素は変わりないのですがリンの量がさらに減るのです。ブリも、モイストペレットからEP飼料に変えると窒素やリンの排泄量が落ちます。

それでも、まだまだ高い量の窒素、リンの排泄を止めるために考えられるのが高カロリー飼料ですが、これは値段が高くなってしまいますので、今日の話からは外します。今は必要以上に餌の中にリンが入っているので、低リン飼料を作るために、飼料原料中の有効リン含量の策定、あるいは低リン飼料原料を用いたリン排泄低減飼料の開発を行う方法が考えられており、これが今後の一番キーになってくるかと思っています。実は、リン含量の低い飼料原料は魚粉に比べると安いのです。ですから、これを多く使うことによって、環境にも優しく経済的な餌ができると考えられます。例えば、魚粉の代わりにタンパク源となる大豆は、魚粉の値段に比べて3分の1~4分の1と非常に安価で安定しており、タンパク質の量も多いので、これを使わない手はありません。

4. ニジマスにおける低魚粉低リン原料を用いたリン排泄低減飼料の開発

ここで、ニジマスについて私どもが行った実験をご紹介します。魚粉を低くすることによって価格を抑え、リンの排泄を少なくしようという試みです。まず、魚粉の量を57から20あるいは15に下げています。それに伴い、他の原料、大豆油粕、コーングルテンミール、あるいはフェザーミール（ニワトリの羽根）、血粉（食肉処理場から出てきた血を乾燥したもの）を用いて餌を作りました。そうすると、餌の中のリン含量は非常に低くなります。しかし、タンパク含量は高いままで、魚粉が15%入っていればニジマスのアミノ酸要求量をかろうじて満たすことができます。

このような餌を使い、ニジマスを30週間飼育した結果、魚粉が主体の飼料と比べて遜色ない成長が得られました。また、魚粉が少ない餌で飼うと、リンの蓄積率が上がることでリンの負

荷量が魚粉主体飼料に比べて約4分の1まで下がり、環境にも経済的にも優しいことが分かりました。

実は、今までは、タンパク質の問題があって、低魚粉飼料の使用は単独で5~30%、複数の組み合わせで50%が限界だろうといわれていたのです。その問題点は、植物性タンパク質と魚粉のアミノ酸組成が違うことでした。魚に必要なメチオニンやリシンが植物性のタンパク質の中には少ないのです。また、これを足しても、淡水魚では効果があるが、海水魚ではあまりないという報告がありました。

では、海水魚の場合、どうすれば経済的にも環境にも優しい餌が作れるのでしょうか。例えば、タウリンという、魚粉には入っていますが植物性タンパク源の中には入っていない、メチオニンから合成されるものがあります。また、植物性の飼料原料では、フィチンという物質の形で植物がリンを貯蔵しているのですが、フィチンが多く入っているとカルシウムやマグネシウム、亜鉛、マンガンなど、必要なミネラルの吸収を阻害して成長が悪くなってしまいますので、これを分解させてやる必要があります。そこで、フィチンを壊すフィターゼという酵素とタンパク質を分解するプロテアーゼを含んだものを足し、魚粉が20%の餌を作成して、13gと非常に小さいマダイを12週間飼育してみました。

その結果、魚粉が20%だと非常に成長が悪いのですが、そこにタウリン、フィターゼなどを添加すると成長が改善されます。しかし、魚粉50%のところまでいきませんでした。ところが、さらに酵素混合を添加することによって、マダイが魚粉飼料とほとんど変わりなく成長したのです。また、タウリン含量を見ても、タウリンを添加すると魚粉飼料と変わらず、健康的にも大丈夫だろうという結果を得ました。

大切なのが、リンの保留率です。魚粉飼料に比べて魚粉を50%から20%まで下げてもきちんと成長する餌を作ることによって、リンの排泄量、負荷量を半分にすることができました。また、これによって、魚粉主体飼料よりも約20%価格が下がり、安価で環境に優しい餌となっています。

5. 植物性タンパク質の問題点

さらに、無魚粉飼料までできないかと、ニジマスとブリで実験した結果をご紹介します。濃縮大豆タンパク質という少し高い飼料原料を使うことで魚粉の入らない餌を作り、ブリとニジマスを飼育してみました。その結果、ニジマスでは魚粉がなくても全然変わりなく成長することが分かったのですが、ブリは最初の40日ぐらいまではきちんと成長しますが、その後は成長しませんでした。これはメチオニンというアミノ酸を、淡水魚の場合はタウリンという物質まで代謝することができますが、海水魚はシステインスルフィン酸脱炭素酵素の働きが非常に悪く、タウリンまで合成できないからです。

そこで、次にタウリンをどれぐらいから入れなければいけないか、どれまで入れなくても平気なのかという実験をしました。100g程度のブリを16週間飼育した結果、魚粉を20%まで下げたタウリンを添加しないと、成長は落ちます。ところが、魚粉が30%含まれていれば、魚粉が

60 の餌とほとんど同じように成長します。さらに、魚粉 20%でもタウリンを添加すれば、魚粉 60%の餌と成長は同程度になります。魚粉 30%以上でしっかり食べる餌であれば、ブリは遜色なく成長します。これで経済的にもかなり優しくなりますし、魚粉の量を減らすことによって窒素、リンの排泄量も半分程度になることが分かっていますので、二つのエコが実現できます。この結果を受けて、今、養殖現場では、魚粉 30%の餌が市販され、生産者たちが使っています。

さらに研究を進展させ、ブリで無魚粉でもうまく成長する餌はできないかということで、無魚粉飼料で濃縮大豆タンパク、あるいはポークミール（豚）の残滓を使った餌を作ってみました。隠し味としてカツオペプチドや酵素を添加してあります。この餌を使って 750g ぐらいのブリを 16 週間飼育したところ、最初の温度が高い時期は遜色なく成長を示すのですが、冬場になって温度が少し低くなってくると、成長が落ちてきました。しかし、全体を通すとさほど成長が落ちることはありませんでしたので、魚粉ゼロでもきちんと成長する餌ができたと言えます。ところが、残念ながら今回はいろいろなものを入れたおかげで、魚粉主体の飼料の餌とほとんど値段が変わらなかったのです。今後、その点を改良して、ダブルエコの餌を作っていかなければいけないと思っています。

増肉単価という言葉があります。どれぐらいの値段で 1kg 増やすことができるかという意味ですが、最近の研究で、20%ぐらいの低魚粉飼料にすると、増肉単価が魚粉主体の飼料に比べてかなり低くなることが分かってきました。今後は、さらなる低魚粉飼料の開発と、低温下でも活発に摂餌する餌の開発、動物性飼料原料の有効利用、植物性飼料原料に含まれる栄養阻害物質の不活性化、原料の高性能化を考えながらダブルエコの餌を作っていきたいと思っています。

最後に、「魚介類は魚主体の魚粉を要求するのではなく、栄養素を要求する」。Tacon さんが WAS2011 の会議で言われた言葉を引用して、私の発表を終わります。

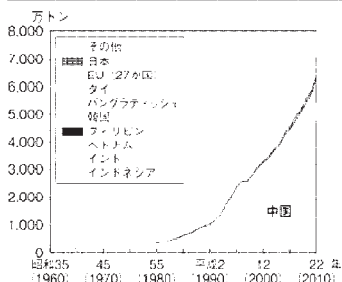
付加価値を生み出す養殖飼料
環境と魚にやさしいダブルエコな
飼料の開発

東京海洋大学
佐藤 秀一

ダブルエコって？

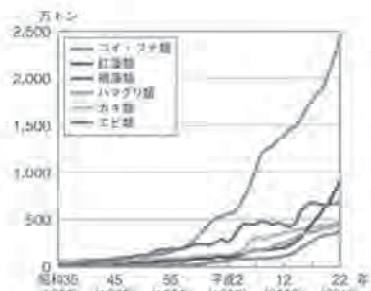
- 環境と魚に優しい(エコロジカル)
Environmentally friendly
- 生産者に優しい(エコノミカル)
Economical

図2-4-4 世界の養殖業生産量の推移 (国別)

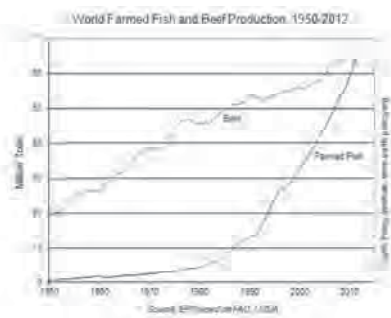


資料：FAO Fishstat (Aquaculture production) (日本以外の国) 及び農林水産省「漁業・養殖業生産統計」(日本)

図2-4-5 世界の養殖業生産量の推移 (魚種別)



資料：FAO Fishstat (Aquaculture production) (日本以外の国) 及び農林水産省「漁業・養殖業生産統計」(日本)



Journal homepage: www.internationaljournal.org

Aquaculture

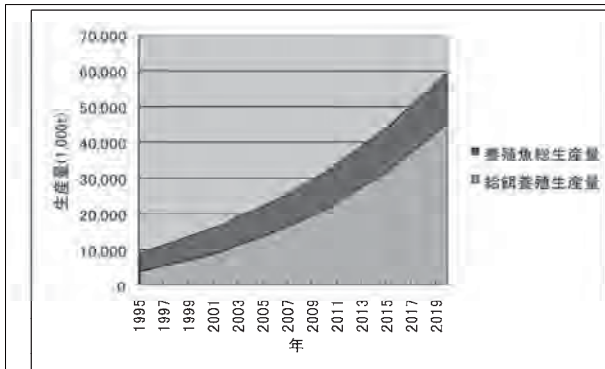
Global overview on the use of fish meal and fish oil in industrially compounded aquafeeds: Trends and future prospects

Albert J. Tacon** - May 2013

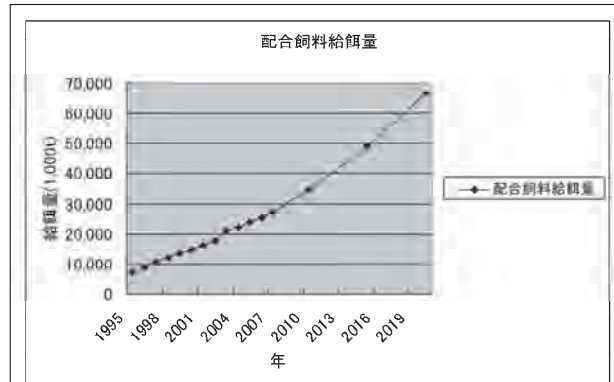
ARTICLE INFO

ABSTRACT

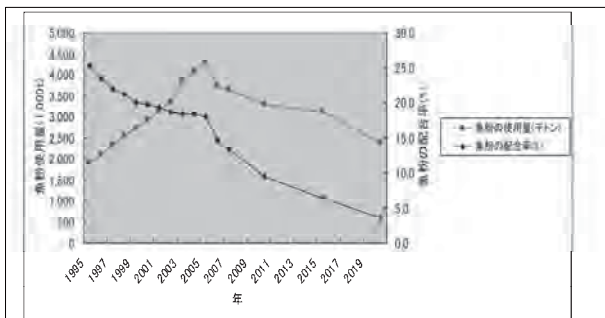
The fish and aquaculture industries have a long history of producing high quality feeds for their farmed species. However, the use of fish meal and fish oil in aquaculture feeds has been declining since the 1970s. This is due to a number of factors, including the high cost of fish meal and fish oil, the increasing availability of alternative protein sources, and the need to reduce the environmental impact of fish meal production. This paper provides a global overview of the use of fish meal and fish oil in aquaculture feeds, and discusses the trends and future prospects for these ingredients.



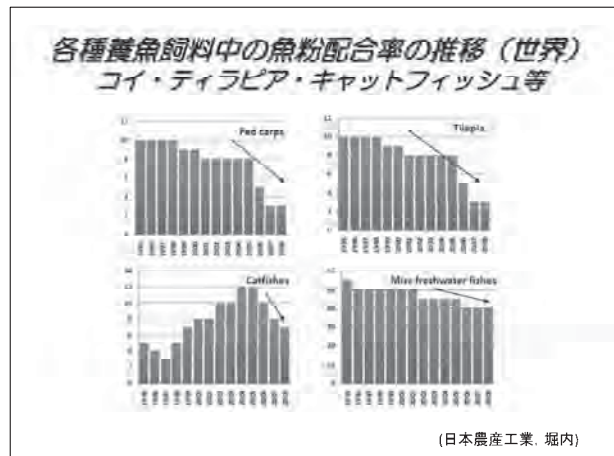
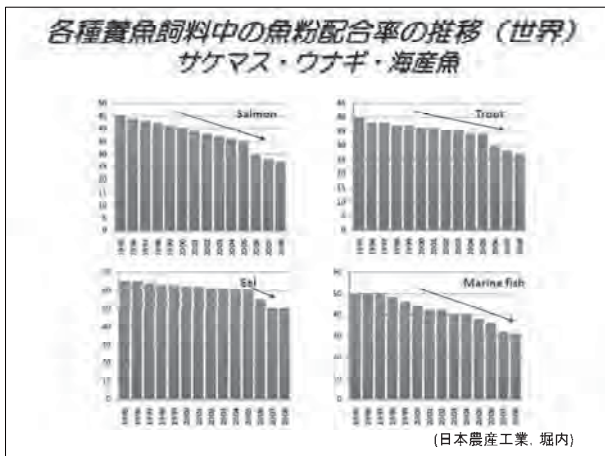
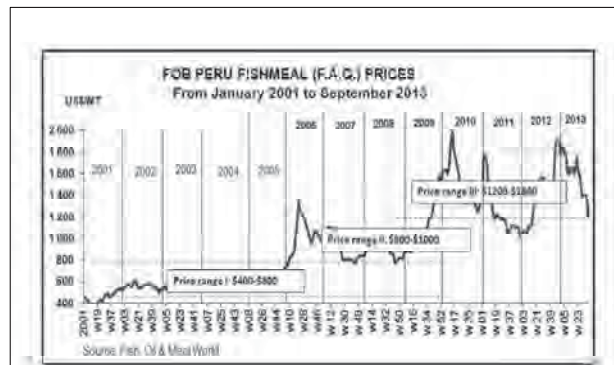
世界の水産養殖生産量の推移



世界の養魚用配合量給餌量の推移



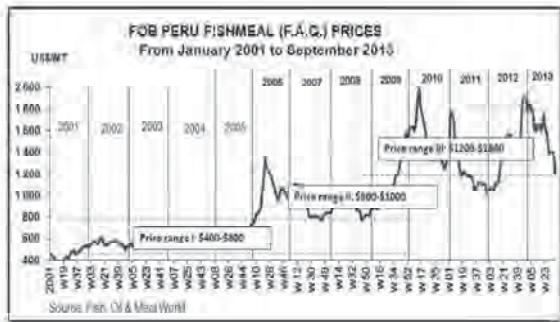
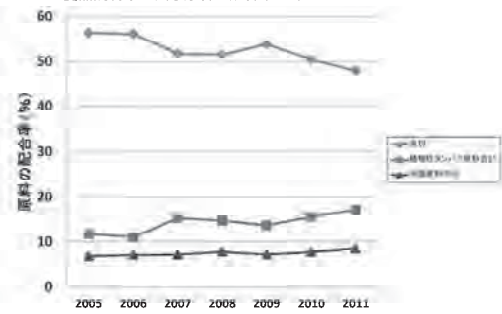
世界の水産養殖における魚粉の使用量と養魚飼料における配合率の推移



養魚飼料原料使用量の推移(MT)

原材料	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
魚粉	174,574	181,310	183,478	187,363	184,899	169,494	161,574
フェザーミール	50	144	183	247	271	328	467
肉骨粉	54	493	1,923	1,440	1,106	1,573	2,234
大豆油粕	20,746	19,561	29,019	29,627	27,954	31,393	33,714
グルテンミール	8,232	8,983	16,461	14,226	11,718	11,704	12,010
菜種油粕	45	357	835	1,029	1,656	3,160	4,231
油脂	20,983	22,669	25,229	28,187	24,600	25,832	28,615
グルテンフィード	63	58	182	340	551	881	951
DDGS							
合計	309,990	323,112	354,968	363,930	343,938	336,112	336,530

養魚飼料中の主な原料の配合率(%)



魚粉の価格と飼料の価格の関係

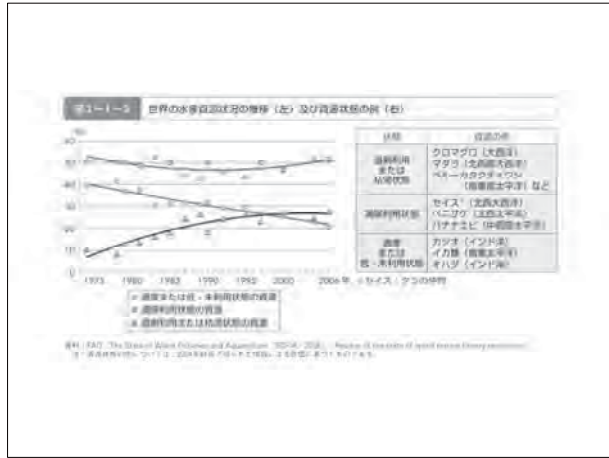
魚粉の価格(円/kg)	120	190	190	190
魚粉の配合率(%)	55	55	35	35-β
魚粉のコスト(円/1袋)	1,320	2,090	1,320	1,320-γ
飼料の価格(円/1袋)	3,000	3,770	3,000+α	3,000

穀物飼料を容畜に与えた場合の増肉係数

肉牛	0.9
豚	3.3
家禽類	2.1
魚類	1.8未満

増肉係数が2以下、あるいは魚粉の配合率が
もっと低ければ、原料魚の量は少なくてすむ

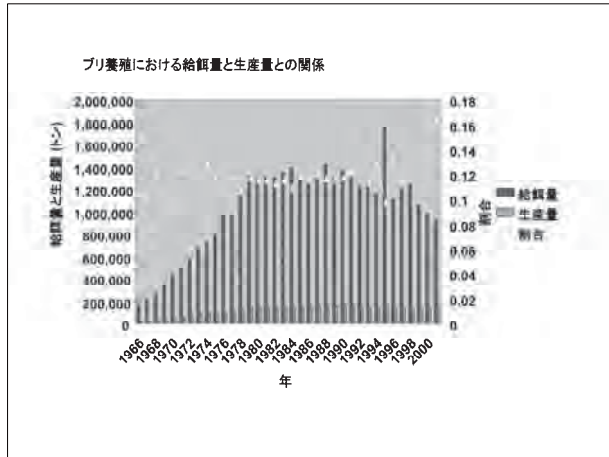
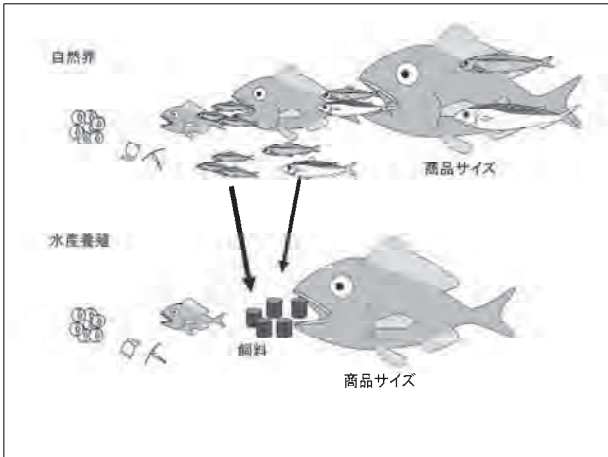
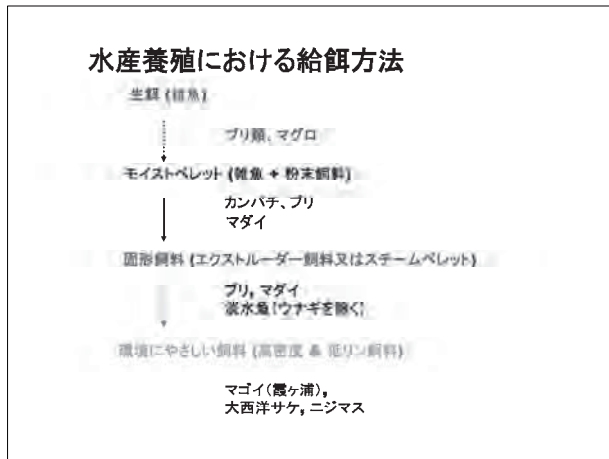
生態的にみて、水産養殖は自然環境に
やさしいと思われる。

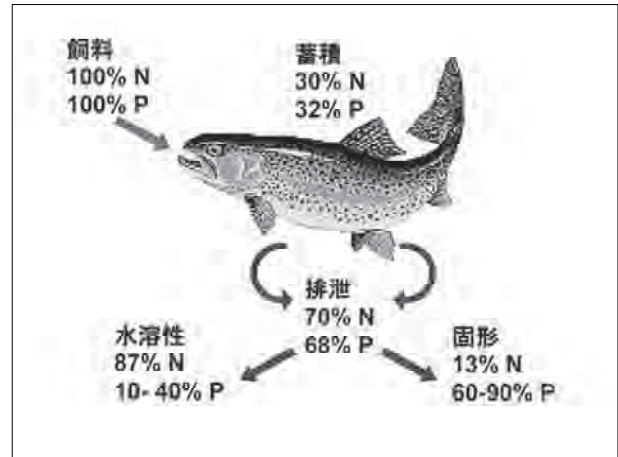
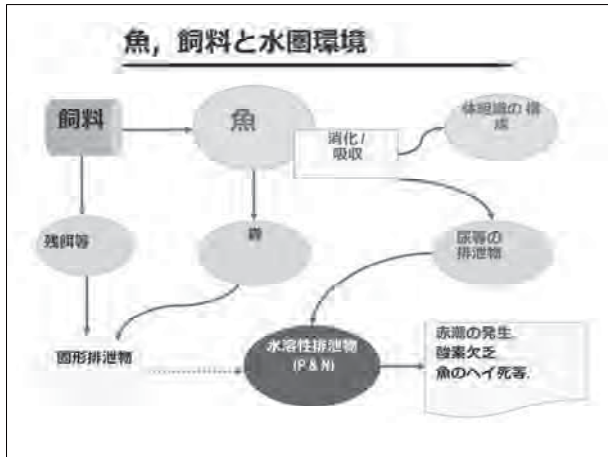


養殖環境はどうか？

養殖場の許容量は？

環境悪化の原因となる窒素(N)とリン(P)の養殖魚からの負荷は？





水産養殖における単位生産量に対する窒素とリンの環境への負荷量 (kg/t)

魚種	飼料形態	窒素N	リンP
マダイ	生餌 (イカナゴ)	363	73
{870g}	固形飼料	174	42-59
ヨーロッパマダイ	固形飼料 (植質配合)	190	28
ブリ	モイストペレット	105	28
(890g)	EP 飼料	79	23
(36g)	EP 飼料	57-64	
大西洋サケ (稚魚)	EP 飼料	71	10.9-11.1

養殖環境にやさしい養殖をするためには？

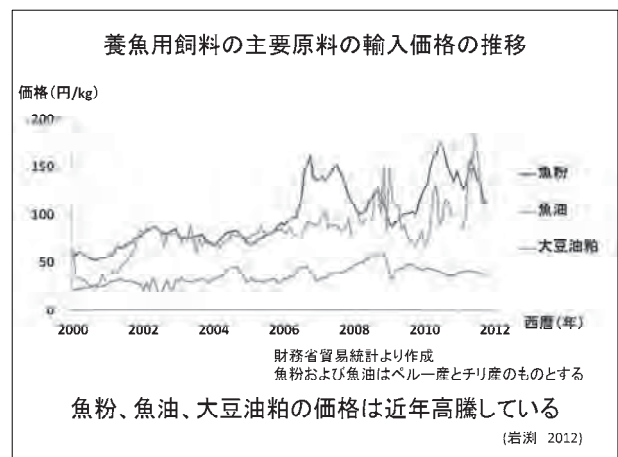
生餌、モイストペレットから、配合飼料へ

低汚染養魚飼料への戦略

- 高カロリー飼料
 - タンパク質節約効果を促し、窒素の排泄を低減させる
- リンの要求量を満足した低リン飼料
 - 飼料原料中の有効リン含量の選定
 - 低リン飼料原料を配合したリン排泄低減飼料の開発

どうすれば、ダブルエコ？

- 魚粉に代わる価格の廉価な飼料原料を用いる
- リン等の含有率の低い飼料原料を用いる



飼料原料中の一般組成, リンおよびフィチン酸含量

原料	タンパク質 (g/kg)	脂肪 (g/kg)	灰分 (g/kg)	リン (g/kg)	フィチン酸 (g/kg)
北洋魚粉	693	94	179	27.1	
イワシミール	687	127	136	22.5	
肉骨粉	582	176	271	44.6	
フェザーミール	802	108	28	3.3	
大豆油粕	455	71	68	6.8	15.2
エクストルーダー大豆粕	465	39	65	6.3	9.6
濃縮大豆タンパク	619	16	67	7.6	0.1
コーングルテンミール	700	78	11	4.9	13.7

ニジマスにおける低魚粉低リン原料を用いた
リン排泄低減飼料の開発

ニジマスの実験用飼料組成

飼料原料 (%)	1	2	3
アジミール	57	20	13
大豆油粕	0	20	20
コーングルテンミール	0	25	22
フェザーミール	0	0	4
血粉	0	0	4
小麦粉	20	10	10
デンプン	5	5	5
タラ肝油	4	5	5
大豆油	5	5	5
ミネラル混合	1	1	1
Ca(H ₂ PO ₄) ₂	0	0.5	0.5
ビタミン混合	1.5	1.5	1.5
塩化コリン	0.5	0.5	0.5
ビタミン E (50%)	0.1	0.1	0.1
セルロース	5.9	6.4	6.4

実験用飼料の一般組成とミネラル組成

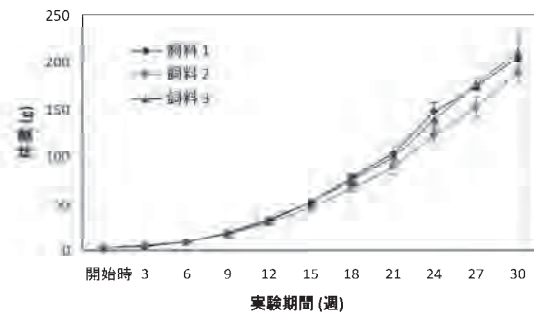
飼料番号	1	2	3
粗タンパク質 (%)	50.3	46.5	48.0
粗脂肪 (%)	14.3	13.8	13.2
粗灰分 (%)	9.6	5.5	5.0
水分 (%)	5.0	5.0	5.0
リン (mg/g)	16.3	9.2	8.2
カルシウム (mg/g)	20.7	9.0	7.4
マグネシウム (mg/g)	2.8	2.3	2.2
亜鉛 (μg/g)	88.0	69.4	69.8
鉄 (μg/g)	348.9	343.4	466.6
マンガン (μg/g)	40.2	38.0	38.0
銅 (μg/g)	8.6	9.1	8.7

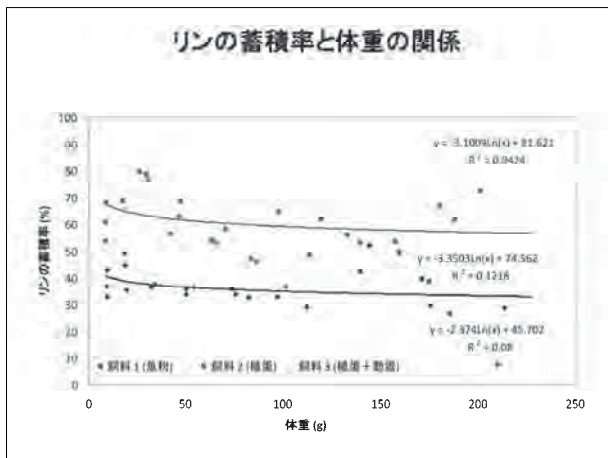
試験飼料中のアミノ酸含量と
ニジマスの必須アミノ酸要求量

アミノ酸 (g/100g diet)	飼料 1	飼料 2	飼料 3	要求量
アルギニン	2.9	2.3	2.4	1.4
リジン	3.5	2.1	2.1	2.1
ヒスチジン	1.5	1.1	1.2	0.6
フェニルアラニン	1.8	2.2	2.3	1.3
チロシン	1.5	1.8	1.8	0.8
ロイシン	3.4	5.0	5.2	1.3
イソロイシン	1.8	1.7	1.6	1.0
メチオニン	1.3	0.9	0.8	0.3
シスチン	0.3	0.4	0.4	0.4
バリン	2.1	1.9	2.2	1.3
スレオニン	1.8	1.5	1.6	1.4

*Ogino and Takeda

ニジマスの成長





実験飼料を摂餌したニジマスのリンと窒素の負荷量

飼料	蓄積率 (%)		リンの負荷量 (kg/t 生産量)	窒素の負荷量 (kg/t 生産量)
	リン	窒素		
1	36.4 ^d	37.8 ^d	9.4 ^d	45.6 ^d
2	56.5 ^b	36.5 ^a	3.9 ^b	45.8 ^a
3	69.9 ^c	36.7 ^a	2.4 ^c	46.7 ^a

低魚粉飼料について

魚粉供給の予測および価格の高騰を受け、魚粉を植物性タンパク質で代替した低魚粉飼料の開発が必要である

植物性タンパク質の利点
生産量が安定

単独で5~30%、複数の組み合わせで50%以上の魚粉の代替が可能である。

植物性タンパク質の問題点(1)

植物性タンパク質にはメチオニン・リシンなどのアミノ酸の含量が少ないため、配合量によって魚の成長に必要なアミノ酸の添加が必要である。

↓

低魚粉飼料にメチオニン・リシンを添加した飼料を用いた実験では、淡水魚では効果があるが、海水魚では、あまり効果はなかった。

マダイ用低魚粉飼料への タウリンとSSF添加効果

Introduction

- Enzyme complex contains:
 - Phytase
 - α-Amylase
 - Xylanase
 - β-Glucanase
 - Protease
 - Cellulase

マダイ用試験飼料組成 (%)

原料	FM50	FM20	FT	FTP	FTE 0.05	FTE 0.1
アンチョビミール	50	20	20	20	20	20
大豆油粕	0	18	18	18	18	18
コーングルテンミール	5	23	23	23	23	23
魚油	5	5	5	5	5	5
大豆油	5	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4
リン酸カルシウム	1	1	1	1	1	1
タウリン	-	-	0.2	0.2	0.2	0.2
フィターゼ (IU/g)	-	-	-	10000	-	-
酵素混合SSF	-	-	-	-	0.05	0.1
その他*	34	25.6	25.4	25.2	25.35	25.3

その他*: デンプン、ビタミン混合、無機質混合、小麦粉

試験飼料の化学組成

	FM50	FM20	FT	FTP	FTE0.05	FTE0.1
タンパク質(%)	41.3	41.7	42.1	41.7	41.1	40.5
脂肪(%)	14.4	16.0	15.8	16.1	15.7	16.4
水分(%)	5.3	5.0	6.4	5.0	4.5	5.0
灰分(%)	8.9	6.0	5.8	5.4	5.2	6.0
リン(mg/g)	14.8	8.7	8.1	8.1	8.1	8.2

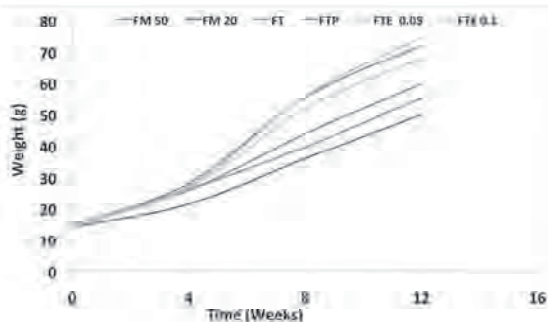
EAA compositions of diets (% d.b.)

	FM50	FM20	FT	FTP	FTE0.05	FTE 0.1
Phe	2.10	2.13	2.16	2.21	2.04	2.11
His	1.13	0.85	0.93	1.00	0.87	0.88
Lys	3.31	1.96	1.94	1.97	1.95	1.94
Trp	0.23	0.15	0.13	0.15	0.13	0.13
Arg	2.68	1.96	2.03	2.12	1.91	1.96
Ile	1.73	1.04	1.31	1.31	1.29	1.37
Leu	4.01	3.91	4.07	4.51	4.03	3.94
Met	0.99	0.69	0.71	0.72	0.72	0.71
Val	1.50	1.34	1.56	1.55	1.42	1.55
Thr	1.89	1.33	1.38	1.50	1.38	1.44
Tau	0.33	0.14	0.33	0.33	0.33	0.33

飼育条件

実験魚	マダイ <i>Pagrus major</i>
収容尾数	25 尾/水槽
開始時体重 (g)	13.5 ± 2.4
水温 (°C)	19-23
給餌回数	3 回 / 日
給餌率	飽食
試験期間	12 週
体重測定頻度	4 週毎
反復数	2

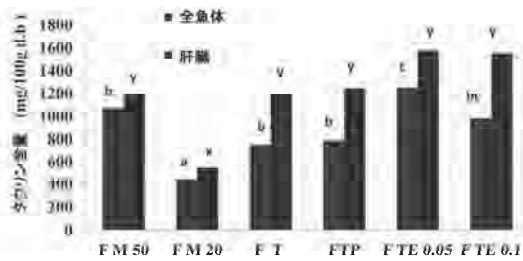
マダイの成長



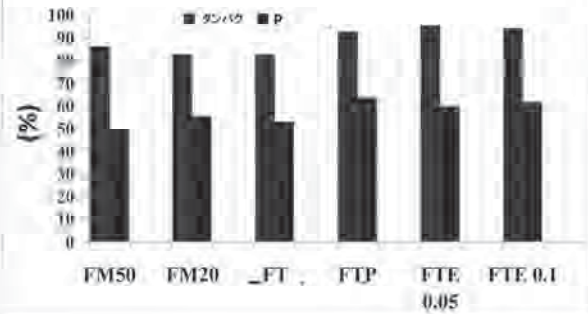
マダイの飼育結果

	最終体重 (g)	増重量(g)	日間成長率 (%/日)	増肉係数	摂餌量(g)
FM50	71.5 ^c	57.7 ^b	1.96 ^c	1.12 ^a	64.7 ^a
FM 20	49.8 ^a	35.9 ^a	1.52 ^a	1.30 ^b	46.6 ^b
FT	55.2 ^{ab}	40.4 ^{ab}	1.57 ^{ab}	1.27 ^b	51.2 ^{ab}
FTP	59.7 ^{ab}	45.4 ^{ab}	1.70 ^{ab}	1.25 ^b	56.6 ^{ab}
FTE 0.05	74.5 ^c	59.9 ^b	1.94 ^c	1.16 ^{ac}	69.6 ^a
FTE 0.1	67.8 ^{bc}	53.7 ^b	1.87 ^c	1.21 ^{ac}	64.9 ^a

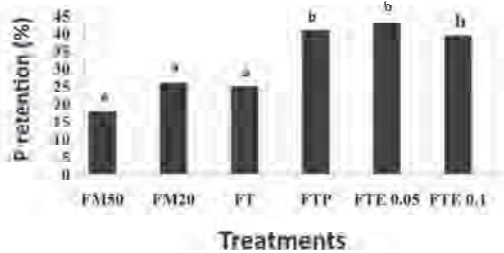
全魚体および肝臓のタウリン含量



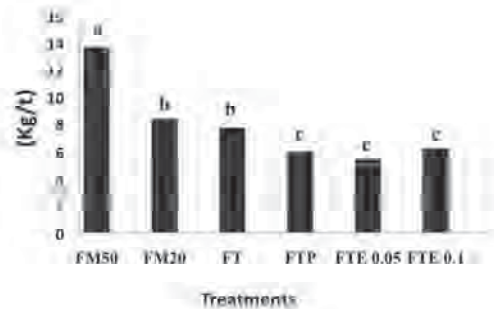
タンパク質とリンの消化吸収率



リンの保留率



リンの負荷量



低魚粉飼料について

魚粉供給の予測および価格の高騰を受け、魚粉を植物性タンパク質で代替した低魚粉飼料の開発が必要である

植物性タンパク質の利点
生産量が安定

単独で5~30%、複数の組み合わせで50%以上の魚粉の代替が可能である。

植物性タンパク質の問題点(1)

植物性タンパク質にはメチオニン・リシンなどのアミノ酸の含量が少ないため、配合量によって魚の成長に必要なアミノ酸の添加が必要である。

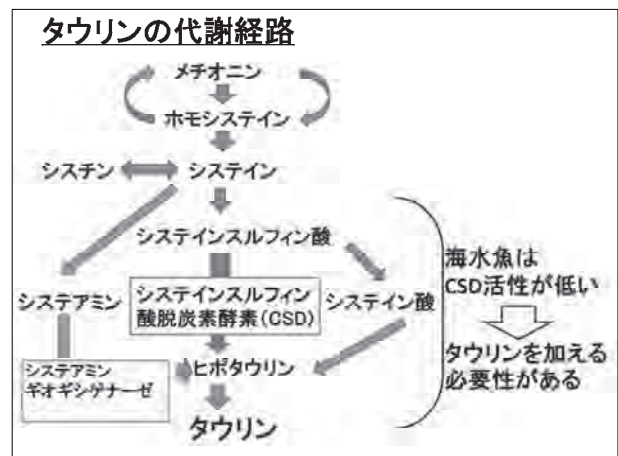
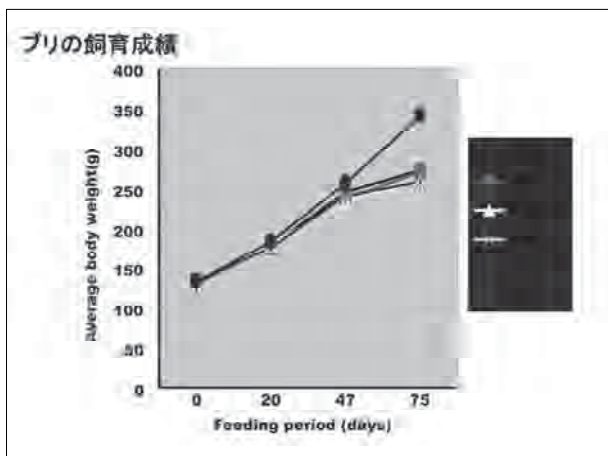
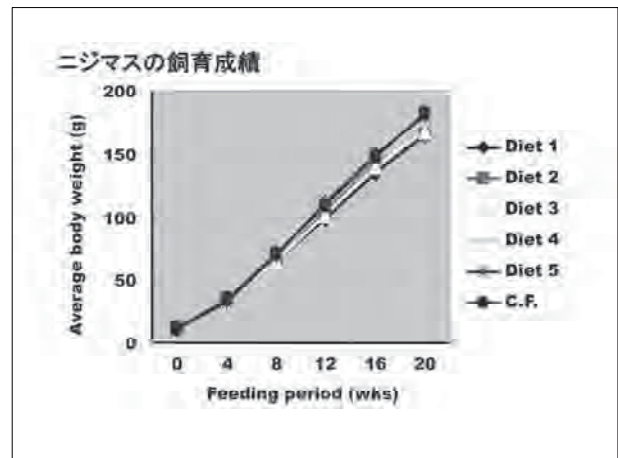


低魚粉飼料にメチオニン・リシンを添加した飼料を用いた実験では、淡水魚では効果があるが、海水魚では、あまり効果はなかった。

ニジマスおよびブリ用無魚粉飼料組成(%)

原料	飼料番号					Commercial feed
	1	2	3	4	5	
濃縮大豆タンパク質	40	30	25	20	20	
大豆油粕	10	10	10	10	10	
コーングルテンミール	3	13	18	23	23	
ミートミール	12	13	15	14	14	
オキアミミール	2	2	2	2	2	
小麦粉	8	8	8	8	8	
魚油	20	19	17	18	18	
アミノ酸混合	2.7	2.7	2.7	2.7	5.0*	
粗タンパク質	46.5	47.4	47.7	47.7	46.7	47.1
粗脂肪	23.9	23.7	23.2	23.5	23.5	23.0

*アミノ酸混合(Lys 1.5, Met 0.5, Thr 0.5, Trp 0.2)
Watanabe et al. Fish.Sci. 63, 258-266(1997) & 64, 505-512(1998)



植物性タンパク質原料を用いた
低魚粉飼料に対する
タウリンの添加効果

- ・どの程度の低魚粉飼料から
タウリンの添加が必要か
- ・タウリンの必要添加量

試験区の設定

FM: 低魚粉飼料の試験区 FM60, 40, 30, 20
 FT: 対照区と同等になるようにタウリンを
 添加した試験区 FT40, 30, 20
 ST: FMにタウリン含量1%になるように
 添加した試験区 ST40

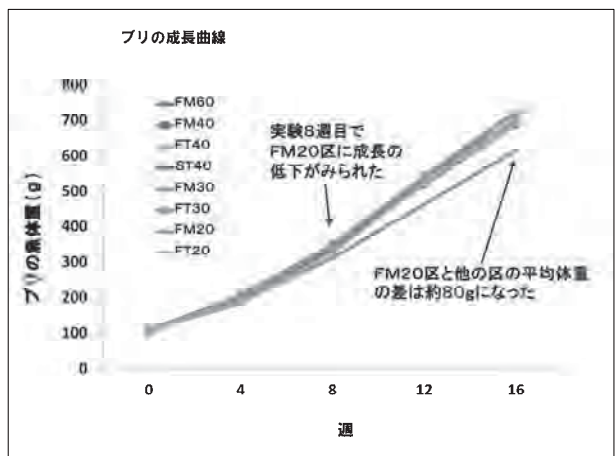
例: FT 40
 ↑
 試験区 魚粉含量(%)

ブリ用試験飼料組成, 2008(%)								
原料	FM60	FM40	FT40	ST40	FM30	FT30	FM20	FT20
アンチヨビミール	60	40	40	40	30	30	20	20
濃縮大豆タンパク					5	5	5	5
大豆油粕		6.5	6.5	6.5	15	15	17	18
コーングルテンミール		17.5	17.5	17.5	16	16	21.4	23
発酵魚粉					3	3	3	3
小麦粉	12	7.1	6.95	6.4	1	0.79	3.7	0.81
魚油	10	10.4	10.4	10.4	11	11	10.9	10.9
Ca(H ₂ PO ₄) ₂		0.5	0.5	0.5	1	1	1	1
タウリン(合成)			0.15	0.7		0.21		0.29
その他*	18	18	18	18	18	18	18	18
合計	100	100	100	100	100	100	100	100

*タビオカデンプン, 大豆油, ビタミン混合, ミネラル混合

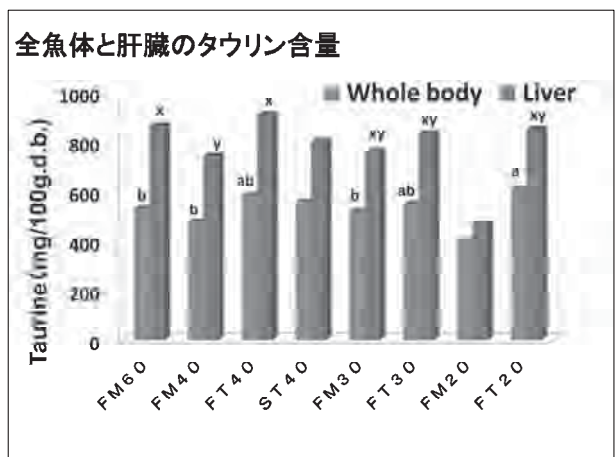
試験飼料一般組成ならびにタウリン含量								
	FM60	FM40	FT40	ST40	FM30	FT30	FM20	FT20
粗タンパク質(%)	44.6	45.5	44.8	46.0	45.6	45.8	45.9	45.4
粗脂肪(%)	17.4	17.2	18.3	18.9	18.9	18.7	18.3	18.7
水分(%)	3.8	4.5	4.5	4.9	3.8	3.9	3.6	4.6
灰分(%)	10.6	8.2	9.1	8.2	8.0	8.0	6.8	6.7
タウリン(mg/100g.d.b.)	360	259	372	862	255	342	202	382

飼育条件, 2008	
実験魚	ブリ (<i>Seriola quinqueradiata</i>)
生簀サイズ	3×3×3m
収容数/生簀	200 尾
開始時体重(g)	107
水温(°C)	19.8~26.0
給餌頻度	6 回/週
給餌量	飽食
飼育期間	16 週間(7/24~11/13)
体重測定頻度	4 毎
反復数	2 : FM60, FM40, FT40, FM30, FT20 1 : ST40, FM20

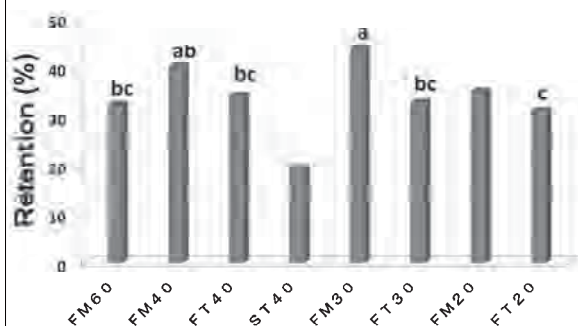


飼育試験結果				
	終了時体重 (g)	摂餌率 (%/日)	日間成長率 (%/日)	増肉係数
FM60	686 ^a	2.58 ^c	1.30 ^a	1.68 ^c
FM40	700 ^a	2.58 ^c	1.40 ^a	1.71 ^c
FT40	704 ^a	2.54 ^c	1.37 ^a	1.69 ^c
ST40	720	2.49	1.44	1.64
FM30	725 ^a	2.64 ^b	1.41 ^a	1.73 ^b
FT30	720 ^a	2.68 ^b	1.41 ^a	1.76 ^b
FM20	615	2.75	1.25	1.92
FT20	688 ^a	2.79 ^a	1.28 ^a	1.89 ^a

開始時体重(g):107



タウリンの蓄積率
Retention rate of total taurine



魚粉30%以上の場合

タウリンの添加の有無に関わらず、魚粉主体飼料区とほぼ同等の成長を示した。



ブリが活発に摂餌する飼料であれば魚粉の配合量を30%まで削減できる。

魚粉20%の場合

FM20において、成長が劣る傾向がみられた。タウリン添加区FT20において、成長が改善された。



当歳魚のブリでは、魚粉20%の飼料へのタウリン添加の有効性が確認された。



実用規模での確認が必要である。

低魚粉飼料の開発のための戦略

1. 飼料原料中の栄養素の含量を考慮し、低魚飼料を作製する。
2. 供給量の豊富で価格の安定している原料、すなわち植物性飼料原料を多く配合する。
3. 飼料原料に含まれる栄養阻害物質の影響を小さくする為、エクストルージョン処理によるフィチンの分解する。また、有機酸による魚粉中のリンの利用率向上を図る。フィターゼによる、フィチンの分解を促す。
4. タンパク質節約効果を促し、飼料中のタンパク質含量を低減する。

良い養魚飼料とは

- 摂餌が活発である
- 生残率が高い
- 成長が早い
- 効率が良い(増肉係数が低い)
- 価格が安い(増肉単価が低い)
- 環境負荷が少ない
- 安全・安心である

今後の展開

- さらなる低魚粉飼料の開発
- 低水温時の摂餌の活性化
- 動物性飼料原料の利用
- 植物性飼料原料に含まれる栄養阻害物質の不活性化
- 魚粉代替飼料原料の高性能化

これからの養魚飼料

1. 魚に依存しない飼料
2. 環境負荷の少ない飼料
3. 健康な魚を生産する飼料
4. 魚の味を調整する飼料
5. 養殖加工残滓を利用する飼料
6. 流通・販売負荷に耐える魚をつくる飼料

Fish including shrimp does not require fish meal, it requires nutrients.

by Albert Tacon (WAS 2011)

魚介類は魚粉を要求するのではなく、栄養素を要求する。

水産加工による付加価値向上—海の恵みを余すことなく利用する—

東京海洋大学大学院 海洋科学系 食料生産科学部門 准教授 大迫 一史

1. 生命を育む水産物

日本人は、1人当たり1年間に60kg以上の魚を食べています。農林水産省が作成した資料を見ると、魚をたくさん食べる国民ほど平均寿命が長くなっています。理屈は分かっていますが、少なくとも魚をたくさん食べれば健康に生きられると言えます。

私たちが日ごろ食べている農産物や畜産物の大部分は、人間の管理の下に生産されています。一方、水産物は、養殖業ももちろんありますが、ほとんどが野生生物を直接漁獲しています。従って、水産物は農産物に比べると品種改良がほぼされておらず、野生のものを直接食べているということです。

野生生物は、食料として不便な点がたくさんあります。まず、漁獲量が不安定です。今年は大量に収穫できたからといって来年も大漁だという保証はありませんし、季節による差もあります。

また、魚は肉が軟らかく、自らを分解する酵素活性が高いので腐敗しやすいです。内臓込みで輸送される場合が多いことも、腐敗しやすい理由の一つです。

さらに、サバやアジ、サンマには旬がありますが、旬のウシや旬のブタとは言わないことから分かるように、ウシやブタは人間の都合のいいように作られているので年間を通して筋肉成分に変化はありませんが、魚の場合は周年で脂のりが大きく変化します。

以上のように、食料としていろいろな問題点がある魚を安定的に、しかも一定の品質で市場に供給するためには、加工という手段が必要になります。



2. 原料の凍結保存および解凍の科学

水産物は、一般的に凍結保存し、加工する場合は必要に応じて一定量を解凍したものを用います。凍結の効果には、当然ながら微生物増殖の抑制、つまり腐らないということがあります。また、酵素反応による筋肉の分解で起こる肉質の脆弱化と、メイラード反応（褐色化）が抑制されます。凍結速度が速ければ速いほど、また、保管温度が低ければ低いほど、保存状態は良くなります。

凍結時は、直線的に温度が下がっていくのではなく、氷結晶ができると発熱するのでいったん温度が上がります。しかし、冷やし続けるので一定の温度で推移します。この氷結晶が成長する温度帯を最大氷結晶生成帯といい、氷結晶ができ切れば冷えていきます。最大氷結晶生成

帯は 0～-5℃の間で、ゆっくり凍らせるとその間に氷が成長して筋肉中の細胞を壊し、解凍時にドリップがたくさん出て歩留まりが落ち、肉が軟らかくなります。ですから、できるだけ急速に凍結する必要があるわけです。

そして、凍結保管中は、スポンジ化や油やけを防ぐことが非常に重要です。皆さんも、冷凍庫に入れた魚の切り身が、数カ月後たつと霜を吹いてばさばさになっていたという経験をお持ちだと思います。それがスポンジ化で、これは魚肉から水分が直接気体になって出ていくことによって起こります。インスタントコーヒーやカップ麺の具材はこの効果を利用して作られているのですが、庫内の温度と魚肉表面の水蒸気圧（水蒸気の密度）に差があると、蒸発が起こります。理屈から言えば、庫内の水蒸気圧と肉表面の水蒸気圧を一緒にすればいいのですが、冷凍庫を開ければ空気が入れ替わってしまいますので、それは不可能です。

効果的なのが、古い方法ですがグレージングです。グレージングとは、魚肉の周りを氷の膜で覆う方法で、安くて非常に効果があります。グレージングしてあれば、魚肉と氷の境目に隙間があっても、周りが氷なので隙間の水蒸気圧は魚肉表面と変わりません。魚肉表面にうまく氷が付かなかった部分があったとしても、そこから水分が飛び出してスポンジ化することはありません。

同様に、グレージングは油やけにも有効な方法です。油やけというのは空気中の酸素が油に化学反応を引き起こす現象ですから、完全に密着していて空気との接触面がなければ油やけは起こりません。

凍結については、急速凍結でないと物が悪くなるとよくいわれますが、一方で、解凍についてはあまり気を使われていません。一般的な解凍方法としては、凍結したラウンド状態の魚を冷蔵庫の中に一晩置いておいたり、魚に水道水をかけたりされていますが、最近、解凍は物に影響を与えることが明らかになってきています。

急速凍結後、急速解凍したものと緩慢解凍したものの比較実験をしました。現場ではできない方法ですが、急速解凍は一定温度にしたエタノールに漬けて解凍し、緩慢解凍はエタノールに肉を漬けて、エタノールの温度をゆっくり上げて解凍しました。その結果、急速解凍の方は氷結晶が成長した跡が若干見えますが、凍結前とそれほど差はない一方で、緩慢解凍の方では細胞の破壊が見られます。緩慢凍結すると氷結晶が成長して組織を壊すのと同じように、緩慢解凍の場合も氷結晶生成帯をゆっくり通過して解凍されることから、解凍中にもかかわらずその間に氷結晶が成長し、それが細胞を破壊しているのではないかということが温度変化から推察できます。

現実にある解凍法の中では、10℃以下の水を入れたおけの中にラウンドの魚を入れて、バブリングしながら解凍する方法が一番いいと思います。急速凍結については、エタノールブライン等を使用したブライン凍結が、コストも安く、速く凍結できると思います。

3. 味付け切り身の科学

従来、日本人は肉より魚を好んで食べていましたが、平成 18 年に逆転して、肉の方をより好

むようになりました。では、最近の日本人は魚が嫌いなのかというと、実はそうでもないのが面白いところです。小中学生に好きな料理を尋ねると、寿司が1番人気で、他の全ての年代でも寿司は3位以上に入っています。

魚料理が嫌いな理由として挙げられているのは、一番は骨があることです。確かに骨がたくさんあると食べるのが面倒ですし、忙しい現代において食事に時間がかかるのは問題です。また、小さい子どもがのどに骨を詰まらせてはいけなくて、母親としてはできるだけ他のものを食べさせたいのだと思います。臭いが嫌だからという理由もあります。

日本人が、必ずしも魚が嫌いになっているわけではないとすれば、調理が簡単で、骨がなく（食べる時の手間がなく）、臭いのしない製品であれば、日本人はおいしく魚を食べられるのではないのでしょうか。

この条件を全て満たしているのが、味付け切り身です。味付け切り身はしょうゆと砂糖をベースとした調味料に魚の切り身を一晚漬け込むのが基本で、形を変えたり、特徴付けるため呈味成分を入れたりします。

ただ、一つ大きな問題があります。調理して食べる味付け切り身では衛生上の問題をそれほど気にしなくてもいいのですが、生で食べるものもあります。未加熱摂取食品は、衛生上、非常に細かい法律上の義務があります。夏に生食タイプのもを購入して、一晚放置した後に食べるということも想定できますので、特に生食の味付け切り身は気を付けなければいけません。

私たちの大学でも開発の相談を受けることがあるのですが、30~40℃で24時間放置した後の一般生菌が 10^3 以下で、腐っていない証明ができるような商品を作るよう助言します。30~40℃で24時間放置して腐敗しないような食品などできるのかと思われるかもしれませんが、これは水分活性とpHを上手にコントロールすることで可能です。

水は大きく自由水と結合水に分けられます。水分活性とは、水全体の中の自由水の割合で、水分活性が高ければ高いほど自由水が多いということになります。自由水を利用して微生物は繁殖するので、水分活性をできるだけ低くすれば、微生物は成育できません。酵母やカビは低い水分活性にも比較的強いのですが、腐る原因となる細菌は自由水が90%以上でなければ成育できません。腐らないことだけを考えれば、90%以下の自由水にしてしまえばいいということになります。

代表的な食べ物の水分活性を見ると、野菜や果物、鮮魚は1.00~0.98なので完全に腐ります。マーメイドは結構水分を含んでいるのですが0.85です。見た目ではなく水分活性の低さが重要で、自由水の割合が低ければ常温でも腐りません。

もう一つはpHです。細菌は中性付近を好み、例外はありますが基本的にpH5以下の酸性、あるいはpH9以上のアルカリ性では生きていけません。ですから、酸性かアルカリ性にすればいいのですが、アルカリ性になると魚肉が膨潤して解けてしまうので、酸性にします。

この水分活性とpHのコンビネーションで商品を長持ちさせるといいわけです。言い換えると、水分活性を低くしながらpHも低くすると、味付け切り身も腐りにくいものになるということです。

食品を酸性にするためには有機酸を使用しますが、酢は鼻につくのでクエン酸やリンゴ酸を用います。水分活性を低くするためには、砂糖や食塩等の調味料を使って水分活性を下げます。これによって、30～40℃で放置しても腐らない味付け切り身ができます。

4. では、何をつくれればよいか

繰り返しになりますが、骨がなく、簡単に調理できて、魚臭がしないものであれば、売れるだろうと思います。具体的には、ハマチやマダイの味付け切り身や刺身タイプのお茶漬、解凍してそのままご飯に乗せて食べる漬け丼のもと、西京味噌漬けなどがあります。

実際に、楽天市場の水産物商品ランキングなどで最近の傾向を見ると、刺身タイプのお茶漬けや漬け丼のもとがかなり売れていますし、本校の学生もこれらを好みます。これからの水産加工の一つの方向性として、こういったものを作っていくことが考えられるのではないのでしょうか。

水産加工による付加価値向上

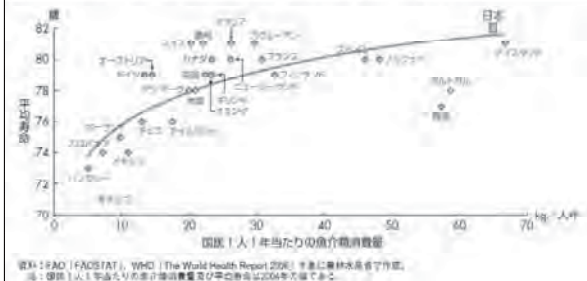
— 海の恵みを余すことなく利用する —

東京海洋大学大学院 准教授 大迫一史

Tokyo University of Marine Science and Technology

生命を育むための重要な水産物

図1-1-1 主要国の国民1人1年当たりの魚介類消費量と平均寿命の経緯



資料：FAO | FACSTAT, WHO | The World Health Report 2006 | 本資料は資料作成者作成。
注：図表1-1-1の平均寿命は2004年のデータである。

2

生命を育む食糧の供給

農産物

水産物

最も大きな違いは？

3

農産物・・・その大部分が人間の管理のもとに生産されている

(例外：山菜、イノシシ、シカ、クマなど)

水産物・・・そのほとんどが、野生生物を直接漁獲してきたもの

(例外：海藻、養殖された魚類)

4

水産物の特性

- 供給量が不安定である・・・とくに魚類の場合、漁獲量が周年あるいは経年で大きく変動する。
- 2. 腐敗しやすい・・・畜肉に比較して肉質が脆弱で、死後変化に関わる酵素活性が高い魚介類肉は腐敗しやすい。
- 3. 周年で筋肉成分が変動する・・・とくに浮魚と呼ばれる魚種(あじ、さばなど)の場合、周年で粗脂肪含量(脂のり)が大きく変動する。
- 以上のような問題を孕む水産物を安定的に、それも一定の品質で市場に供給するためには加工という手段を使う必要がある。

Tokyo University of Marine Science and Technology

今回の講演の中身

1. 原料の凍結保存および解凍の科学
2. 味付け切り身の科学

Tokyo University of Marine Science and Technology

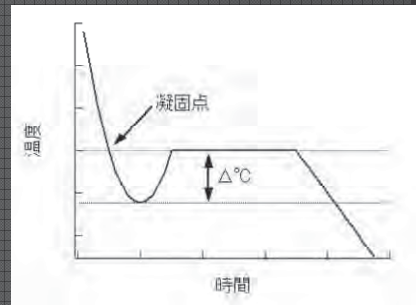
1. 原料の凍結保存および解凍の科学

凍結の効果

- ・微生物の増殖の抑制
- ・酵素作用および化学反応の抑制
(肉質の脆弱化, メイラード反応の抑制)

凍結速度が速ければ早いほど, また保管温度が低ければ低いほど良い

Tokyo University of Marine Science and Technology



<http://subarumusyoku.web.fc2.com/chem/11-01.png>

Tokyo University of Marine Science and Technology

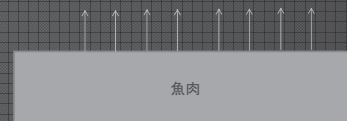
原料凍結時に大切なこと スポンジ化、油やけを防ぐ



http://www.ncfd.go.jp/senmon/shiryo/suisan/g/g_2/2...

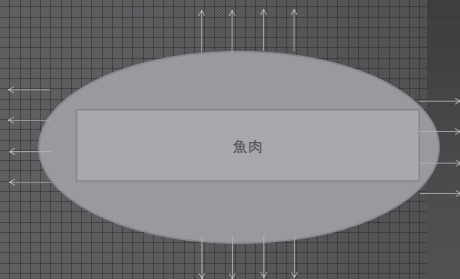
Tokyo University of Marine Science and Technology

庫内の水蒸気圧が低ければ低いほどスポンジ化しやすい
↓
魚肉表面の水蒸気圧と庫内の水蒸気圧を同じにすればよい



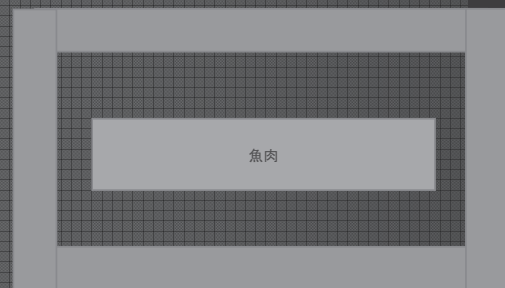
Tokyo University of Marine Science and Technology

グレージング



スポンジ化および脂焼けを防ぐ

Tokyo University of Marine Science and Technology



Tokyo University of Marine Science and Technology

緩慢解凍と急速解凍



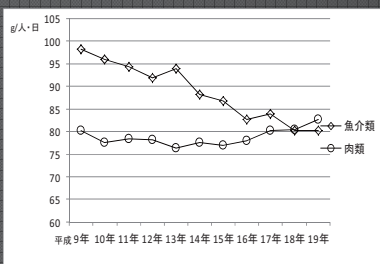
凍結前 急速解凍 緩慢解凍

Tokyo University of Marine Science and Technology

- ・凍結は急速、解凍は緩慢と言われてきたが、これは間違い。
- ・→「凍結も解凍も急速」
- ・具体的には10℃以下の水でバブリングしながら解凍するなど。

Tokyo University of Marine Science and Technology

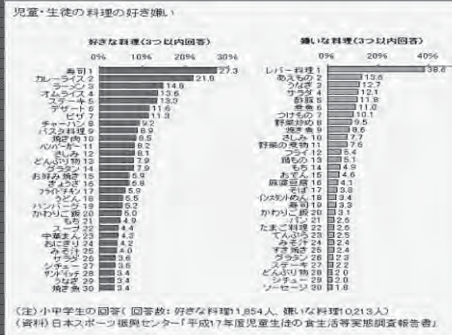
2. 味付け切り身の科学



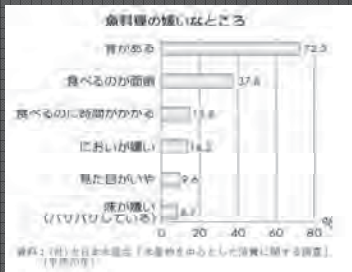
畜肉の方が好まれる傾向にある

Tokyo University of Marine Science and Technology

一方で



Tokyo University of Marine Science and Technology



日本人が必ずしも魚が嫌いになったわけではなく、「調理が簡単」で「骨が無く」(食べる時の手間が無く)「魚臭がしない」製品であれば可能性を秘めている

Tokyo University of Marine Science and Technology

これらの要求に応える水産加工品の一つ・・・ 味付け切り身

味付け切り身製品の製造は簡単・・・一般には醤油と砂糖をベースとした調味料に魚の切り身を1晩漬けこむのみ！

Tokyo University of Marine Science and Technology

加熱して食べる食品の場合はそうでもないが、例えば刺身タイプのお茶漬けなどの加熱せずにそのまま食べる食品(未加熱摂取食品)は衛生上の注意が必要!

例えば・・・
商品を30～40℃で24時間放置し、その後大腸菌群の検査と一般生菌の検査を行って基準を満たしているかどうかを確認する

↑
このような環境で腐敗しない食品なんてあるの？

Tokyo University of Marine Science and Technology

あります・・・

水分活性および pH を上手にコントロールする

醤油と酢は腐らない!!!

Tokyo University of Marine Science and Technology

水分活性

水 { 自由水・・・食品中を自由に動き回る水。微生物がこれを利用して繁殖する。
結合水・・・食品中の物質と化学的に結びついている水。微生物からは利用されにくい

Tokyo University of Marine Science and Technology

水分活性とは、水全体に対して、自由水が占める割合・・・低い方が腐敗しにくい。

表1 微生物の生育範囲と水分活性

微生物	生育可能な水分活性
酵母	0.60～
細菌	0.80～
カビ	0.70～
乳酸菌	0.95
腐敗菌	0.95
腸炎菌	0.91
大腸菌	0.94
赤痢菌	0.94～0.97
サルモネラ	0.95

農産研
食品工業技術センターニュース

Tokyo University of Marine Science and Technology

では、どのようにして水分活性を低くするか？

表2 代表的な食品の水分活性及び砂糖、食塩濃度と水分活性との関係(25℃)

水分活性	代表的な食品の例	砂糖 (%)	食塩 (%)
0.99～0.995	蜂蜜、糖漬、漬物	0～20	0～2
0.98～0.94	魚肉ソーセージ、ハチマ、アジの開き	20～40	0.45～0.40
0.94～0.90	プロセスチーズ、濃縮牛乳、ジャム	40～50	5.00～14.2
0.90～0.85	梅干、ソーセージ、塩漬、漬物、干し菜	55～67	14.2～19.0
0.85～0.80	干し椎茸、干ししいたけ	70～75	19.1～23.1

農産研
食品工業技術センターニュース

Tokyo University of Marine Science and Technology

pH

★かびや酵母: 微酸性を好む。
かびの生育できるpH範囲: pH 2.0～8.5 (pH 2～7の記述もある)
酵母の生育できるpH範囲: pH 4.0～7.5 (pH 3～7の記述もある)

★細菌: 中性を好む。pH 7付近(pH 5～9の記述もある)
例外: 酢酸菌はpH 4以下でも生育する。

魚肉の場合、アルカリ性にする
と肉が膨潤・溶解するために低い方が良い。

Tokyo University of Marine Science and Technology

食品を酸性にするためには・・・

有機酸の利用が最も効果的！

Tokyo University of Marine Science and Technology

では、何をつくればよいか

魚の旨味成分を多く含む魚類がしな

ハマチやマダイの味付け切り身、
刺身タイプのお茶漬、漬け丼の
もと、西京味噌漬など

Tokyo University of Marine Science and Technology

養殖における微生物感染症克服のための技術開発

東京海洋大学大学院 海洋科学系 海洋生物資源学部門 教授 廣野 育生

1. 人口増加に伴う食糧不足と水産養殖へのニーズの高まり

WHO（世界保健機関）と FAO（国際連合食糧農業機関）は、1995 年には 56 億人だった世界人口が、2050 年には 90 億人を超えると推測しています。人口の倍増に伴い、食資源も 2 倍必要になってきます。さらに、1990 年代の動物性タンパク質消費量は、世界平均は 1 日当たり 25g、日本を含む先進国では約 60g、発展途上国では 15g でしたが、成長に伴い、発展途上国でも先進国でも要求量が増加していきますので、動物性タンパク質については 2050 年には約 4 倍必要になると思われれます。



また、FAO や WHO は、1 人当たりの 1 日の供給カロリーについて、2200kcal 以上取っていただければ人は健康に暮らせるとしていますが、経済状況が良くなると全体が底上げされます。これも食資源が不足するかもしれないといわれている理由の一つです。

魚についてももう少し見ていくと、世界における 1 人当たりの魚介類消費量は、1970 年代と 2007 年を比較すると約 1.5 倍になっています。中でも養殖由来のものは 10 倍以上と、養殖由来のもの占める割合が非常に大きくなっていることが分かります。

2006 年の養殖生産量は 6670 万 t で、非食用と藻類を除くと約 6000 万 t です。また、全養殖生産量のうち 5 割強が海面養殖で、その 9 割はアジア諸国で行われており、さらにその 8 割を中国が占めていることから、世界の養殖生産は約 7 割を中国に依存していると言えます。

資源の減少や過度な漁業、水産物消費の世界的増加により、養殖産業への期待が高まっており、養殖生産量は 1980 年代の 730 万 t から 2006 年には 6670 万 t と、約 8 兆円産業に成長しています。このままの上り調子でいけば、FAO が必要になるとしている要求量を満たすことはできますが、経済状況が思いのほか好転すれば、このペースでは間に合わないかもしれないとも考えられています。

日本に目を転じると、肉類の供給量は 1960 年以降ずっと伸びていますが、魚介類は 1995 年ごろをピークに減っており、特に米は激減しています。このままでいいのでしょうか。先進国で食料自給率が 100% を超えているのはアメリカとフランスだけですが、多くの国で 50% を超えています。韓国も 44% で、日本の 40% をわずかに超えています。極端な話、アメリカや EU に輸出を止められれば、日本では食べるものがなくなります。水産業を含め、食料自給率を上げる必要があります、そこで養殖産業が非常に重要になってくるわけです。

現在、日本の水産業は、漁業人口の減少や高齢化（漁業者の約半分が 60 歳以上）、燃料費等

コストの増加、感染症による損失、品種がないこと、マーケットの縮小といった問題点を抱えていますが、感染症による損失や品種がないというところは大学等の研究機関の出番であり、マーケットの縮小に関しては皆が魚をたくさん食べれば、水産業はもっと栄えるのではないかと思います。

2. 育種

魚介類を安定的に生産する方法として、育種が挙げられます。

育種とは、野生集団から好ましい形質を持つ集団を作出して選抜育種し、品種を変えることです。これは今まで水産ではあまり行われていませんでしたが、本学の岡本学長が教授をされていたときに、神奈川県水産技術センター等との共同で、新品種（ヒラメのリンホスチス病の耐病性系統）の作出に成功されました。DNA マーカーを用いて個体の識別・管理を行い耐病性の家系をつくるゲノム育種法、あるいは分子生物学的な育種では初の成功例であり、実用化されて産業化に結び付いています。このような技術を使うと、品種の作成が短縮化できます。

もっと積極的な技術に、トランスジェニック、いわゆる遺伝子組換え生物 (GMO) もあります。成長ホルモンの遺伝子を導入して、成長ホルモンが普通の個体よりも多く出るようにしたコーホーサーモン（ギンザケ）は、約1年で40倍ほどの体重差ができました。昨年、アメリカで食品として養殖しても問題はないとされ、現在、パブリックコメントが取られているところですので、近い将来、遺伝子組み換えの魚が出てくると考えられます。

分子生物学や遺伝子工学等の成果を駆使すれば、小さい魚も大きくなって可食部が増えますし、病気に強い魚も研究レベルでは作られています。

3. 養殖場での感染症防除—ワクチン開発—

さらに、魚介類の安定的な生産には養殖が欠かせません。しかし、養殖場では感染症が発生することがあります。それを克服するためには、ワクチンや免疫賦活剤などの研究開発が必要となります。水中は陸上よりも微生物がたくさんいるので、水中生物は常に抗菌タンパク質や抗体、食細胞などで、侵入してくる病原微生物と戦っています。宿主となる魚介類が持っている免疫系や生体防御システムが病原微生物に負けると病気になるので、負けなためにワクチンや免疫賦活剤で対策するわけです。

ワクチンとは、特に伝染病予防の目的で使用される微生物または寄生体に由来する1種、またはそれ以上の抗原を含む物質のことを言います。経口的あるいは非経口的に投与して、病原体または類縁病原体に対する免疫を獲得させるもので、不活化ワクチンや生ワクチン、トキソイドワクチン、組換え体ワクチン、DNA ワクチンなどの種類があります。

4. 承認されている水産用ワクチン

日本で承認されている水産用ワクチンは、10種類以上あります。最初は経口投与方法だけだったのですが、イリドウイルス病がブリやマダイ養殖場で猛威を振るったため注射によるワクチ

ンが承認され、その後、開発・承認されたワクチンは全て注射になりました。以前は魚用のワクチン注射は認められておらず、漁業者が魚に注射することはできませんでした。しかし、医師などに養殖場に来てもらって魚一匹一匹にワクチンを打つのは無理なので、特定の資格保有者から指導を受けた人は魚にワクチンを注射してよいということになり、養殖現場では連続注射器を使って1日に何万匹もの魚に注射するということが実際に行われています。

さらに、免疫を活性化する働きがあるアジュバンドを含有したものもあります。水産用で承認されているのは食品添加物としても承認されている油の一種で、これを加えることにより、効かなかったワクチンが効くようになります。アジュバンド入りのワクチンは海外では承認されており、日本でも承認されて、アジュバンド入りのワクチンが幾つか出てきています。

水産用ワクチンは、メーカーが自由に作製して販売することはできません。農林水産省や厚生労働省の審査を経て、内閣府の食品安全委員会で審議されてワクチンの使用が承認され、さらに商品化の前には農林水産省の動物用医薬品検査所で検定を受け、問題なしとされて初めて世の中に出てきます。水産用医薬品は、接種する魚やそれを食べる人に対する安全性を確認してから使用が許可されているということで、詳細についてはネットで検索していただければ情報を得ることができます。

5. 新世代ワクチン—DNA ワクチン—

現在、感染症の予防で承認されている DNA ワクチンは、世界中で二つしかありません。一つは、カナダのアトランティックサーモンの IHN ウイルス感染症に対するもの、もう一つはアメリカの非食用の競走馬の西ナイルウイルスに対するものです。抗菌剤は輸入国の残留規定にのっとって輸出入しなければいけませんが、ワクチンは輸出国で承認されていればよいとされているので、カナダで DNA ワクチンを接種したアトランティックサーモンが、既に日本に入ってきているかもしれません。

DNA ワクチンの国内製造は、GMO ですから当然カルタヘナ議定書に規定する「第二種使用等」に当たり、規制の対象となります。しかし、カルタヘナ議定書という国際的なルールにおいて、DNA ワクチンを接種された動物は GMO には当たらないとされています。ですから、生きたまま移動できますし、食用利用も全く問題はないとされていて、ヨーロッパや日本でも動物用 DNA ワクチンの審査体制が確立しています。

DNA ワクチンは非常によく効きます。例えば、ヒラメラブドウイルスは非常に単純な RNA ウイルスです。表面タンパク質の遺伝子を DNA ワクチンとして接種すると、対象区では 100% の致死率が 10% 程度になります。実際に自然界で起こる病原体数ではほぼ死にませんので、効果は非常に高いと言えます。単純な微生物であれば遺伝子全部についてワクチンの効果を試してみればよいのですが、単純な微生物ばかりではないので、ワクチンの効果に対する評価法の開発も重要です。

私たちは、ワクチンの研究開発やその評価に、遺伝子の網羅的な発現解析手法を取り入れています。ヒトで開発された、1 枚のスライドガラス上で魚の全遺伝子の発現のオンとオフ、強

弱が見られる技術を、魚用としても開発しました。また、特定によく効く DNA ワクチンを接種した場合は遺伝子の発現が上がりますが、効かないワクチンだと全く上がってこないことを利用して、ワクチン評価のマーカーにするという研究開発も進めています。

私たちは既にラブドウイルス、イリドウイルス、類結節症、ノカルジア症などの DNA ワクチンを研究開発しており、開発中のものもあります。今は多価ワクチンでも、ウイルスと細菌をそれぞれ培養して後から混ぜていますが、将来的には感染症全てを網羅できる DNA ワクチンを一つ作り、それを打てば一つで済むようにしたいと考えています。

6. エビ養殖は成長を続ける

1980 年代以降、エビの生産量と生産額はどんどん増えています。養殖が始まった当初はブラックタイガーがメインでしたが、現在は世界の養殖エビの半分以上がバナメイエビです。エビにも感染症があります。無脊椎動物には獲得免疫がないため、残念ながらワクチンは効かないので、免疫賦活剤や飼育環境を整えることが重要です。昨年、EMS/AHPNS と呼ばれるエビの感染症が出て、タイだけでも 40 万 t の減産となりました。マーケットにも多大な影響を与え、2 年前と今年では単価は約 2 倍になっています。たった一つの感染症が生産地を襲うことにより、多大な被害を与えているのです。

感染症は最初に中国で発見された後、東南アジアやメキシコでも報告されています。拡大した理由の一つとして、エビの移動もあるのですが、それよりも重視されているのが餌です。中国産のゴカイやジャリメなどが各国に輸出されることにより、病気も一緒に運ばれたのではないかとわれています。

しかし、このまま高騰し続けて品薄が続き、養殖エビが壊滅するわけではないと思います。1990 年代には、ホワイトスポットシンドロームウイルスというウイルス病が発生して壊滅的な打撃を受けたのですが、迅速診断法が開発されることにより、エビの生産は急成長を遂げました。今までいろいろ出てきたエビの感染症で克服されたものはありませんが、養殖はうなぎ上りに増加しています。

養殖業者や研究者が、迅速診断法や免疫賦活剤の開発を通して飼育環境を改善したことにより、生産量を上げているのです。従って、今回の EMS/AHPNS でも壊滅することはなく、しばらくすればまた成長を続けるだろうと私は考えています。

7.1 尾 1 円のナマズのワクチン

昨年、東南アジアで初の政府承認の水産用ワクチンが、ベトナムで承認されました。ナマズのワクチンはもうけにならないと思われていましたが、PharmaQ という会社が商品化したのです。ワンショット約 1 円と言われていますが、2010 年のナマズ類の生産量は 300 万 t あり、1kg のものを出荷するとしても 30 億尾になります。世界のシェアを全部支配してしまえば、1 尾 1 円でも単純に毎年 30 億円の商売ができます。ナマズもティラピアも単価は安いけれども、世界の生産量は非常に多いのです。ですので、日本のメーカーには、国内に限定するとコストパフ

オーマンスに合うビジネスはできないかもしれないけれども、グローバルに広げれば十分可能だと話をしています。ワクチンや免疫賦活剤を使用することにより、魚への抗菌剤の使用は減少するので、安心・安全であるという付加価値にもつながります。

従って、養殖における病原微生物感染症の防除技術開発で重要なことは、世界市場に目を向けることです。安心・安全であることは当然ですが、安価でよく効くもので、経口投与できればベストでしょう。

Tokyo University of Marine Science and Technology

養殖における微生物感染症克服のための技術開発

廣野育生

東京海洋大学大学院
海洋科学技術研究科

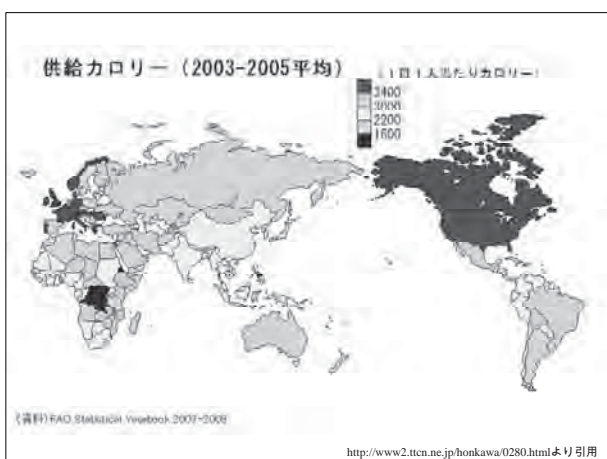
人口増加に伴う食糧不足問題

1995年の世界人口は56億人
2050年の世界人口は約90億人

動物性タンパク質
現在の2倍は必要である

1990年代初頭の動物性タンパク質消費量
世界平均 約25グラム/1日
先進国平均 約56グラム/1日
発展途上国平均 約15グラム/1日

発展途上国の動物性タンパク質要求量の増加
先進国の動物性タンパク質への嗜好性の増加
2050年には1995年の約4倍の動物性タンパク質が必要となる



世界における1人当りの魚介類消費量

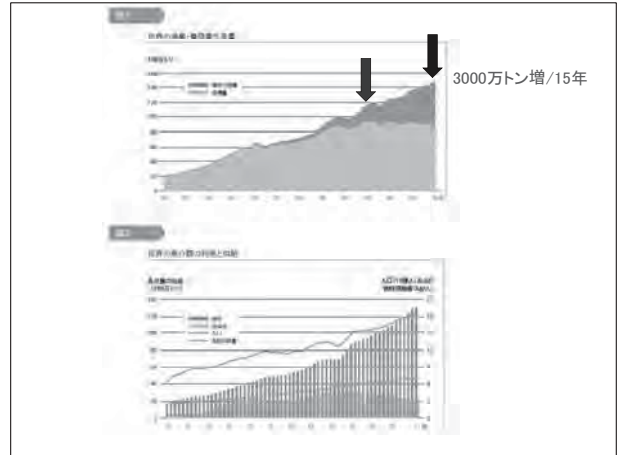
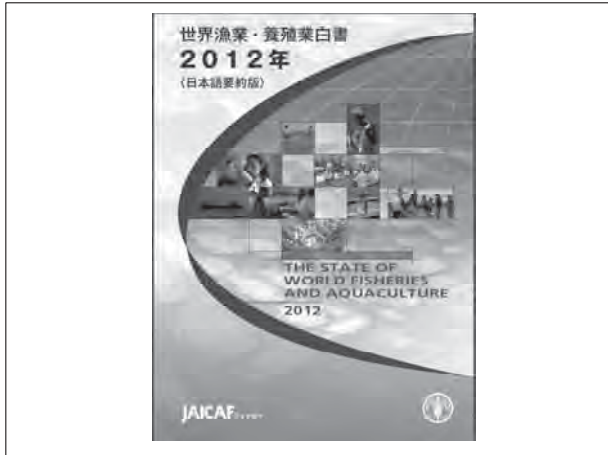
- ・ 1970s 11.5 kg/capita
 - ・ 1980s 12.5 kg/capita
 - ・ 1990s 14.5 kg/capita
 - ・ 2007 17.0 kg/capita
- 養殖由来
- ・ 1970 0.7 kg/capita
 - ・ 2006 7.8 kg/capita

世界の養殖

- ・ 2006年：養殖による生産量は6,670万トン（魚介類：77.4%、海草類：22.6%：非食用と藻類を除くと約6,000万トン）。
- ・ 全養殖生産量の内52.6%は海面養殖による。
- ・ 全養殖生産量の90%はアジア諸国による。

世界の人口増加と水産養殖に対するニーズ

- ・ 1980年代の養殖生産量はわずか730万トンであったが、2006年には養殖による生産量は6,670万トン（約8兆円産業）となった。
- ・ 資源の減少、過度な漁業、水産物消費の世界的な増加により、養殖産業への期待は高まっている。
- ・ 国際食糧農業機構では人口増加に伴い、2050年までに食用として8,000万トン/年の魚介類養殖生産（動物性タンパク質）が必要と予想している。



- ### 日本の水産業における問題点
- 漁業者人口の減少
 - 漁業者の高齢化 (65歳以上：37.4%、60歳以上47.9%)
 - 漁業におけるコストの増加 (燃料費)
 - 感染症による損失
 - 品種が無い
 - マーケットの縮小

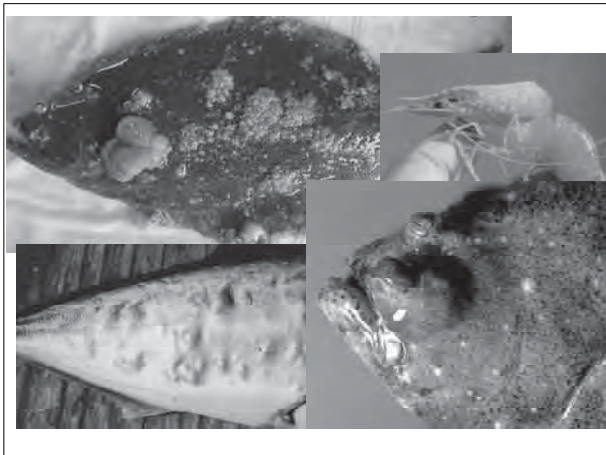
- ### 日本の水産業における問題点
- 漁業者人口の減少
 - 漁業者の高齢化 (65歳以上：37.4%、60歳以上47.9%)
 - 漁業におけるコストの増加 (燃料費)
 - 感染症による損失
 - 品種が無い
 - マーケットの縮小
- もっと魚を食べましょう

日本の水産業における問題点

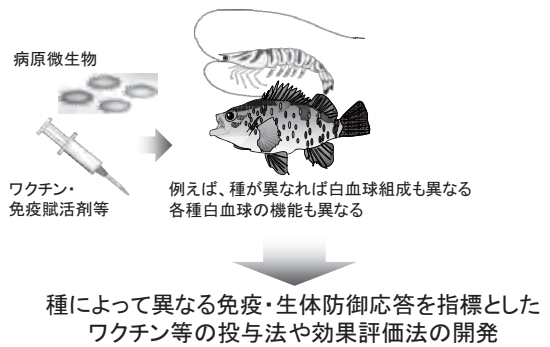
- 漁業者人口の減少
- 漁業者の高齢化 (65歳以上：37.4%、60歳以上47.9%)
- 漁業におけるコストの増加 (燃料費)
- 感染症による損失
- 品種が無い
- マーケットの縮小

大学等の研究機関の出番です

養殖場での感染症防除



ワクチンと免疫賦活剤が不可欠



育種

- 野生集団から好ましい形質をもつ集団を作出
- 好ましい形質が「親から子へ遺伝する」ことを利用



ダブルマッスル牛(ミオスタチン遺伝子の異常)

世界初となる ゲノム育種法による新品種の実用化 (ヒラメのリンホシスチス病耐性系統)



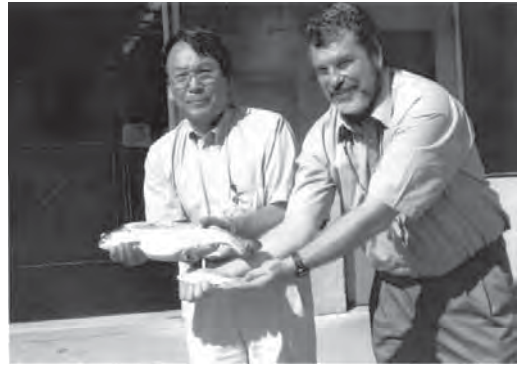
- ①DNAマーカーによるゲノム地図作成
- ②耐病性形質識別マーカーの開発
- ③ゲノム育種法による耐病性品種の作出
- ④産学連携による実用化試験



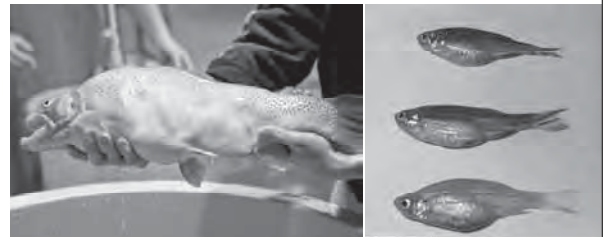
平成18年11月24日 時事通信社ほか

2008年度全国出荷尾数の約1/3
関東近県のスーパーマーケットで販売

トランスジェニック魚の 作出と利用

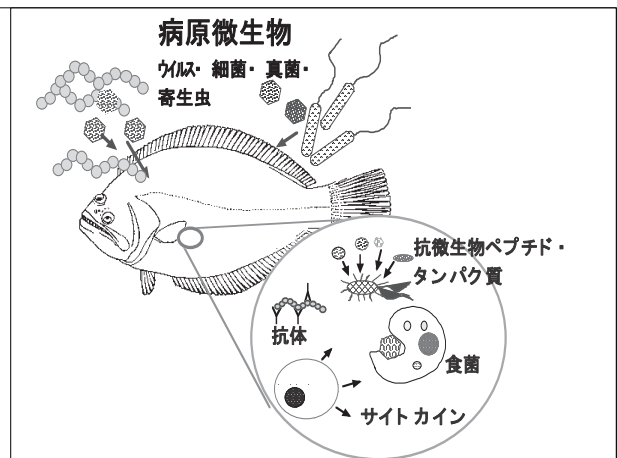
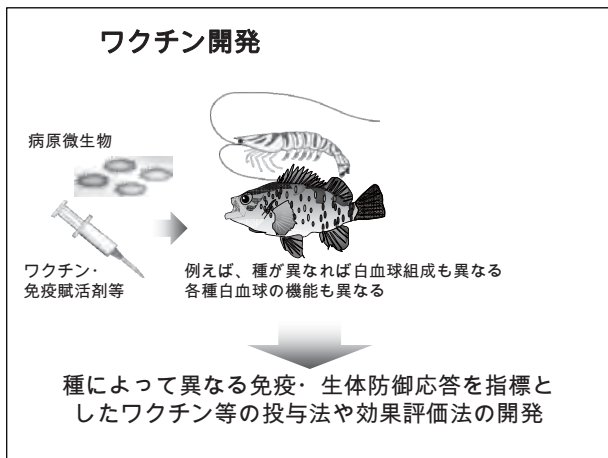


上：成長ホルモン遺伝子を導入したトランスジェニック大西洋サケ
下：成長ホルモン遺伝子を導入していないトランスジェニック大西洋サケ
尚、同じ親より生まれた卵を用いている。ともに 年魚。



ダブルマッスルニジマス
(トランスジェニック)

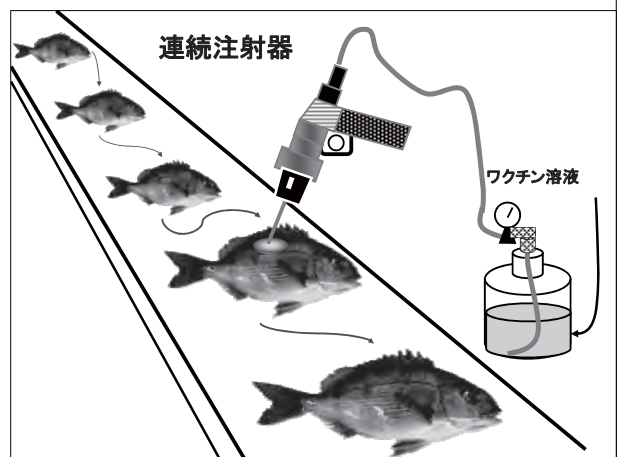
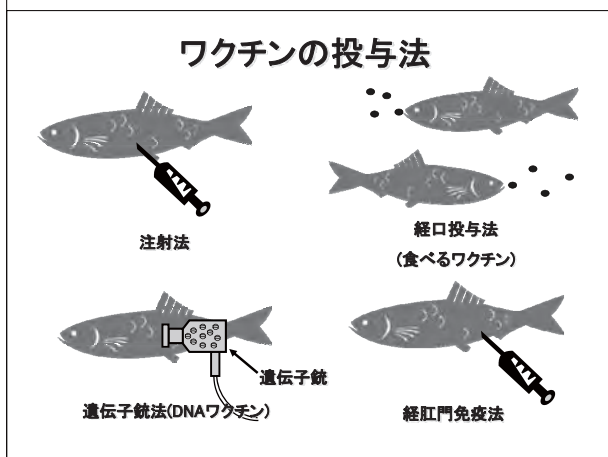
ダブルマッスゼブラフィッシュ
(トランスジェニック)



ワクチン(vaccine)とは

微生物の感染症、特に伝染病の予防の目的で使用される微生物または寄生体に由来する1種またはそれ以上の抗原を含む物質。この物質(ワクチン)を動物に経口的あるいは非経口的に投与し、動物に病原体または類縁病原体に対する免疫を獲得させる。感染、伝播、流行のタイプに応じて、種々の処理を行ったワクチンが用いられている。

- ### ワクチン(Vaccine)の種類
- (1)不活化ワクチン:細菌、ウイルスおよびリケッチアなどをホルマリン、フェノール、クロロホルム、熱、放射線等で処理した死菌(または不活化ウイルス)。
 - (2)生ワクチン:培地中で継代培養を行ったり、物理的あるいは化学的に処理し弱毒化した変異株を用いたもの。最近では、遺伝子工学手法を用いて弱毒化したゲノム改変型ワクチンもある。
 - (3)トキソイドワクチン:破傷風やジフテリアのワクチンのように病原体が産生する毒素を化学的あるいは物理的に処理した、毒素をもたないが抗原性のあるもの。
 - (4)組換え体ワクチン:病原体のエピトープ遺伝子(有効遺伝子)を大腸菌、酵母、培養動物細胞で有効成分を産生させ、それを抗原として利用するもの(またはサブユニットワクチン)。
 - (5)DNAワクチン:病原体の有効遺伝子とその遺伝子を宿主内で発現できるベクターとの組み換え体プラスミドDNAを直接宿主内に接種する



承認されている水産用ワクチン

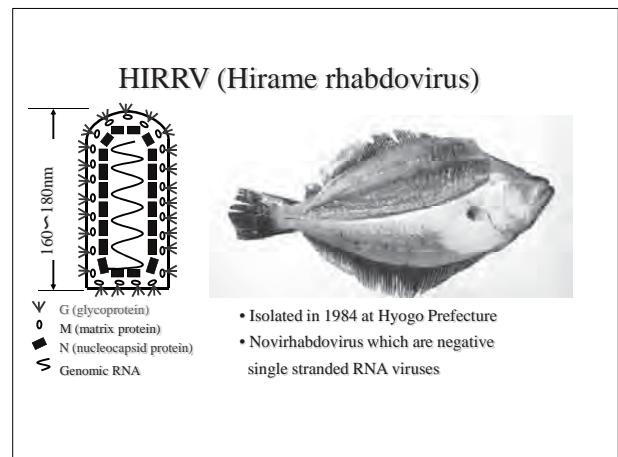
- (1)アユのピリオ病不活化ワクチン(浸漬法)
- (2)サケ科魚類のピリオ病不活化ワクチン(浸漬法)
- (3)ブリのピリオ病不活化ワクチン(浸漬法)
- (4)ブリ(ブリ属魚類)の α 溶血性レンサ球菌不活化ワクチン(経口法、注射法)
- (5)ヒラメの β 溶血性レンサ球菌不活化ワクチン(注射法)
- (6)マダイ・ブリ属魚類・シマアジ・ハタのイリドウイルス感染症不活化ワクチン(注射法)
- (7)ブリ(ブリ属魚類)の α 溶血性レンサ球菌およびピリオ病不活化ワクチン(2種混合)
- (8)ブリ属魚類のイリドウイルス感染症および α 溶血性レンサ球菌不活化ワクチン(2種混合)(注射法)
- (9)ブリ及びカンパチの α 溶血性レンサ球菌及び類結節不活化ワクチン(2種混合)(注射法:アジュバント含有)
- (10)ブリ及びカンパチ(ブリ属魚類)のイリドウイルス感染症、ピリオ病および α 溶血性レンサ球菌不活化ワクチン(3種混合)(注射法)
- (11)ブリの類結節症、 α 溶血性レンサ球菌およびピリオ病不活化ワクチン(3種混合)(注射法:アジュバント含有)
- (12)カンパチの α 溶血性レンサ球菌、ピリオ病及びストレプトコッカス・ジスガラクテエ不活化ワクチン(3種混合)(注射法)
- (13)またはウイルス性神経壊死症不活化ワクチン(注射法)

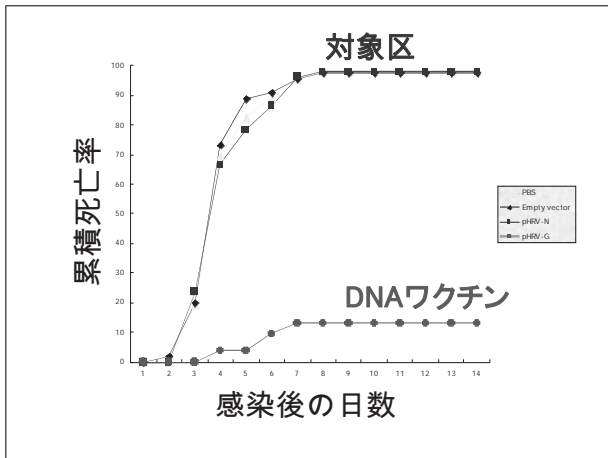


新世代ワクチン DNAワクチン

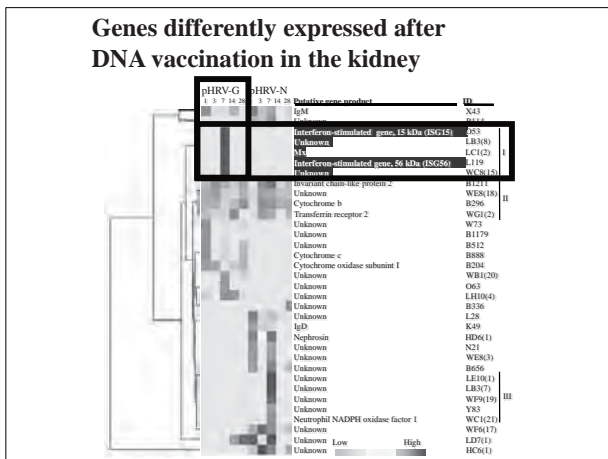
海外で認可されている感染症防除用 DNAワクチン

- ・ 大西洋サケ(食用)のIHNウイルス感染症(カナダ、2005)
- ・ ウマ(非食用、競走馬)の西ナイルウイルス感染症(米国、2005)
- ・ 犬のメラノーマ腫瘍の治療(米国、2005)





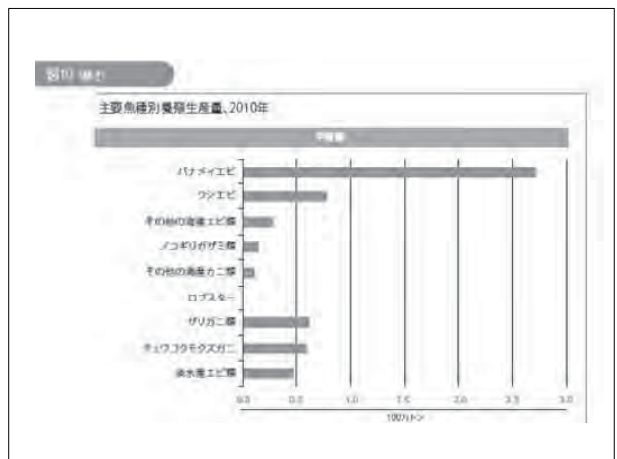
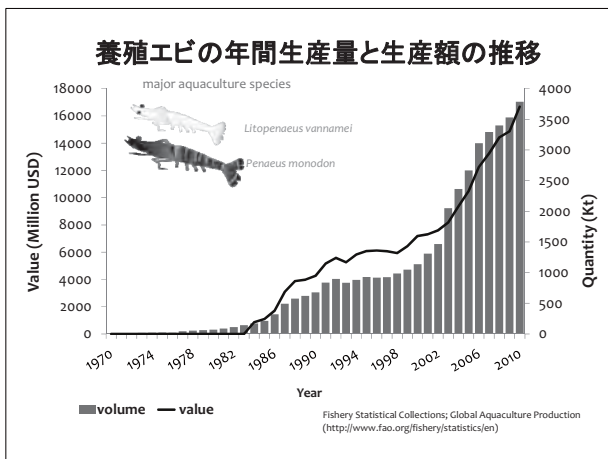
ワクチン開発研究やその評価に遺伝子の網羅的発現解析手法が利用できる



研究室で開発した ワクチン

- ヒラメラブドウイルス
- ウイルス性出血性敗血症
- イリドウイルス
- 細菌性類結節症
- ノカルジア症

その他、いろいろ開発中で
将来的には つの ワクチン(多価)で各魚種で全ての感染症を克服する。



エビ等の無脊椎動物は獲得免疫を持たない



Acute hepatopancreatic necrosis syndrome (AHPNS)
急性肝膵臓壊死症候群
or
early mortality syndrome (EMS)
早期斃死症候群

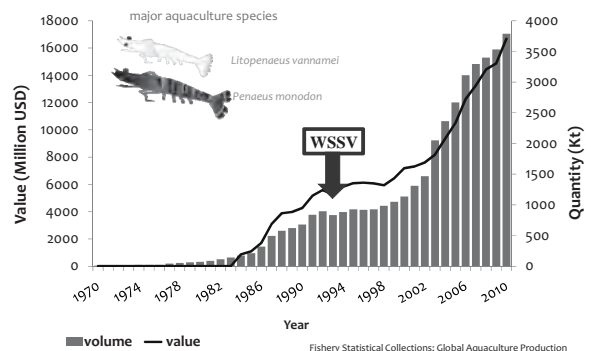
タイのクルマエビ類(バナメイ)年間生産量は64万トンあったが、今年は原因不明の疾病EMS/AHPNSにより40万トンに減産が予想されている。

タイのみならず、東南アジア(ベトナム、マレーシア)、中国、メキシコでも類似の疾病が発生し、エビ類(クルマエビは例外)の市場価格は高騰している。



- 養殖エビはこのまま高騰し続け、あるいは高いままなのか？
- 品薄が続くのか？
- エビ養殖は壊滅するのか？

養殖エビの年間生産量と生産額の推移



迅速診断法の開発
免疫賦活剤の開発
飼育環境改善等により、

エビ養殖は成長を続ける。

Vietnam launches first fish vaccine

Wednesday, 15 May 2013 04:45



"Acclimation is an important measure and a key element in controlling diseases in farmed Pangasius (shrimp source: gettyimages/Photo)"

The Vietnamese Ministry of Agriculture and Rural Development's department of animal health has launched the first fish vaccine ALPHA JECT Pangas 1. The vaccine can be administered through injection and guarantees protection against the *Edwardsiella ictaluri* bacteria that causes disease in Pangasius.

Pharmaceutical products manufacturer PHARMAQ Asia's director Kjensli Grosvengen said,

"We are pleased that the formal is in place as this represents a breakthrough for both the Vietnamese aquaculture industry and to PHARMAQ."

Vaccination is an important measure and is also forward in controlling one of the major diseases in farmed Pangasius in the Mekong Delta.

Grosvengen added, "We feel confident that ALPHA JECT Pangas 1 is an efficient tool in reducing losses due to E. ictaluri and will contribute to improved fish health and increase the value of the fish."

"The vaccine is well-documented through extensive field trials conducted in close co-operation with our customers over past two-year period."

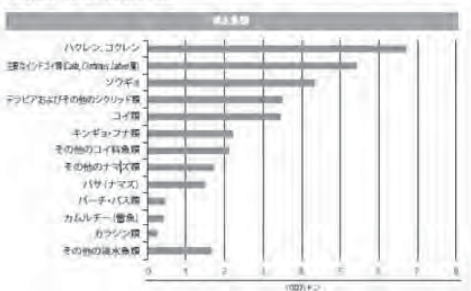
PHARMAQ CEO Morten Hovdeblad said, "Our activities in Vietnam represent the first step of our strategy in the Asian aquaculture industry."

"We are proud to build the market automation for the first fish vaccine in Vietnam"

東南アジアでは初めて、政府が承認した水産用ワクチンが、ベトナムで商品化。

図10

主要魚種別養殖生産量, 2010年



1kgが出荷サイズとして、300万トンで30億尾
1尾1円のワクチンでも30億円が毎年売れる
ナマズもテラピアもワクチンのマーケットしては可能性十分あり

図11

主要魚種別養殖生産量, 2010年

ワクチンや免疫賦活剤を使用することにより魚への抗菌剤の使用は減少する。

このことは安心安全という付加価値につながる。

1kgが出荷サイズとして、300万トンで30億尾
1尾1円のワクチンでも30億円が毎年売れる
ナマズもテラピアもワクチンのマーケットしては可能性十分あり

養殖における病原微生物感染症の防除技術開発で重要なこと

- 世界市場に目を向ける
- 安価で良く効く
- 投与方法も重要(魚の場合、効くのであれば注射も可)
- 安心安全は当然(餌、投薬、飼育環境、種苗の履歴等)

ご清聴ありがとうございました。



洋上風力発電等と漁業協調について

一般社団法人海洋産業研究会 主席研究員兼研究部長補佐 塩原 泰

海洋産業研究会は、1969年に海洋産業の体制の確立に寄与すること、財界・産業界の発意により任意団体として発足しました。会員数は現在60社で、造船や鉄鋼、ゼネコン、マリコン、サルベージ会社、海洋のコンサル会社などが主たる会員となっています。

府省・分野・業種横断型であることが特徴で、創立以来44年、漁業協調型をうたっています。海洋で何か新しいことを始める場合には、必ず漁業との調整が必要になるからです。近年、海洋基本法に基づく海洋基本計画が改定されましたが、その中でも海洋再生可能エネルギーは大きくピックアップされていて、その中にも漁業協調という言葉が入っているなど、最近はいろいろな場面で動きが目立っているように思います。



1. いま、注目の海洋産業“洋上風力発電 (Offshore wind farm) ”

3.11の後、原子力に頼らない電源として再生可能エネルギーが非常に注目されており、固定価格買取価格制度もスタートしています。陸上では適地も限られるため、世界的にも陸から海へという流れになっており、わが国でもいろいろな実証試験が行われつつあります。

デンマークでは2MW×80基の規模の洋上風力発電所が、2002年から稼働しています。ヨーロッパには15km沖合で水深10m前後という遠浅の地形があることから、洋上風力発電が早くから普及していて、今はこれを上回る規模の発電所がどんどんできています。2014年現在、洋上風力発電の総出力容量は約10GW、陸上の風車は100GWを超えています。原子力発電所1基が約100万kWですので、1GWは原発1基分に相当します。海上は騒音や景観といった環境の問題が少なく、面積が広くて風況も優れています。また、大型の風車が建てやすく、船を使った施工ができるので、洋上風力発電は世界的な動きになっています。ですから、今はこの程度ですが、2030年には100GW規模になると予測されています。さらに、今後は波力発電や潮流発電もどんどん伸びてくると思われまます。

わが国では現在、北海道瀬棚港、山形県酒田港、茨城県鹿島港で洋上風力発電所が稼働しています。また、千葉県銚子沖、福島県沖、長崎県杵島で実証実験を開始したばかりです。平成12年に日本初の洋上風力発電所ができて以降、実証実験が始まる平成24年まで、空白期間があります。その間、机上の検討ばかりが続き、普及がなかなか進まなかったのですが、震災を機に見直されて各省庁が実証実験をスタートさせたというのが実態です。

2. 洋上風力発電が生態系に与える影響

漁業協調型の洋上風力発電とうたうからには、発電所が建ったことで魚がいなくなってしまうというわけにはいきません。そこで、そもそもどれだけ影響があるのかを調べたところ、海外に幾つか知見がありました。スウェーデンでは、建設後3年のモノパイル基礎周辺の生物相の調査が行われ、風車の近くの生物量は対照区域よりも有意に多かったことから、基礎部は人工魚礁の機能を果たしていることが分かりました。

また、オランダにはモノパイルの風車が36基建っていますが、対照区画3区画で3年間にわたり網を引き、魚群の量を音響調査したところ、どこの区画においても魚群の量に差はありませんでした。風車が魚礁になって魚がより多くいたというところまではいきませんでした、魚が逃げてしまっているわけでもないということです。

さらに、風車のすぐ近くと少し離れた場所で刺し網の操業試験をして、そこで獲れる魚の量と大きさを比較した調査では、大きさはそれほど変わらないのですが、タラなどは明らかに風車近傍の方が多く、アジはそれほど変わらず、逆にキスは少し離れた場所の方が多いなど、種によってばらつきが見られました。商品価値の高いタラやコマイは風車付近で多く見られたということで、これも漁業者へのPRになるのではないかと考えています。

デンマークでは、砂地で生物生産があまり高くない場所にウィンドファームを設置したところ、構造物が好きな生き物が集まってきて新しい生態系ができました。

国内でも、長崎県五島沖で行われている実証実験について、まだきちんとした評価ではなく、風車を設置したから魚が増えたと断言できるところまではいっていないのですが、「集魚効果も確認。漁業者が歓迎」という新聞記事が出ています。

3. 漁業協調型の洋上風力発電とは

北海道瀬棚町には、平成12年に風車が2基建っています。萌芽的な事例ですが、風車の基礎部分にかごを置いてみたり、風車間にロープを張って昆布を養殖してウニの餌にしようという取り組みがされていました。

海外では、ムール貝や海藻の養殖など、いろいろなアイデアが出ているようですし、三脚のような基礎の中にいけすを入れて、魚を養殖する構想もあるということです。

4. 漁業協調メニューの提案

海洋産業研究会は、昨年5月に漁業協調メニューを公表しました。わが国で洋上風力発電を広めるためには漁業者と話をするためのアイデアが必要になるということで、漁港の2000m先に約100MWの洋上風力発電所が建った場合について、メニューを考えてみたものです。発表したときには、「漁業補償から協調へ」といった言葉が新聞を飾りました。

今回提案したメニューは七つです。①リアルタイムでの海況情報の提供というのは、風車をプラットフォームとしてセンサーを設置し、水温や波の高さなどを電波で送って携帯電話で見

られるようにして、漁業に役立ててもらおうというものです。

また、風車が建てば構造物の陰に魚が集まると思われまので、そこに貝殻魚礁のようなものを付けて魚礁機能をアップさせ、風車近くに既存の魚礁を設置して、風車付近を生物を増やす場所にするという②風車基礎部の人工魚礁化という案もあります。

③魚介類・藻類の養殖施設の併設というのは、海外の事例でもありましたが、構造物を利用して魚類や貝、藻類の養殖をするという案です。

それから、風車の基礎を定置網の土俵代わりに使う④定置網等の漁具の併設や、海釣り公園や遊漁船事業、ダイビングスポット等の⑤レジャー施設の併設という案もあります。

さらに、⑥発電電力の活用ということで、発電した電力を全て売電するのではなく、一部を製氷工場などに持ってくる。あるいは、最近は燃油が高騰していますので、電動漁船への電力供給に使おうということで、海洋大学でも急速充電対応型電池推進船「らいちょう」の開発が進んでいるところです。

最後に⑦漁業者の事業参加ということで、既に建設や保守点検、メンテナンスのときに漁船を使わせてもらうということが行われていますし、建設工事中の警戒船や点検作業の一部を漁業組合に委託することが考えられます。さらに、漁業組合に洋上発電事業に出資してもらい、毎年配当を得るといったアイデアです。

5. アンケートの実施

検討委員会をつくり、外部の有識者に評価していただきながらメニューを作成しましたが、現場の声を聴く必要があったため、昨年8～10月にかけて、アンケートを行いました。

協力要請先は漁業関連団体や風車関係の企業、自治体です。自治体の中でも水産部課とエネルギー部課ということで、200カ所ほどお願いしました。設問としては、今ご紹介したメニューについて、「どれが一番いいか」「良くない場合は何が問題か」など、通信簿的に点数を付けてもらいました。

回答率は48%で、「大変良い」という評価が一番多かったのは①リアルタイムでの海況情報の提供と、⑦保守点検における漁船利用という案です。これらに次いで、⑥陸上施設への電力供給も評価されました。漁業関連団体からの評価が最も高かったのは、⑦漁船利用です。それぞれのメニューについて、現実的ではない点や不明確な点など、たくさんの指摘を頂きましたので、メニューの改善に役立てていきたいと考えています。

6. 洋上風力発電等の漁業協調の在り方に関する提言

漁業協調メニュー案は「洋上風力発電等の漁業協調の在り方に関する提言」として出したもので、“漁業補償から漁業協調へ”という基本的な考え方の下で、発電事業者も漁業者もともに潤うWin-Win方式（メリット共有方式）であること、漁業者と発電事業者だけでなく地域社会全体の活性化に貢献すること、なるべく多くの利害関係者を協議会などに呼び、透明性を確保した合意形成を行うことという形で活動しています。

そして、発電事業者および漁業者に求められる姿勢として、発電事業者は漁業に関する正しい知識を持ち、先行海域利用者たる漁業者に敬意を持って調整と合意形成を図ること。漁業者には、再生可能エネルギーの利用の意義を理解し、海域の多目的利用に協力してほしいということを提言しています。

7. ケーススタディの実施

現在、われわれは岩手県洋野町でケーススタディを実施しています。委員長の海洋大学前学長の松山先生をはじめ、風車の専門家や全漁連、大日本水産会、風力発電協会など会員企業と一緒に検討を進めています。漁業者を交えてのワークショップでは、地図を囲んで定置網や漁場の位置を踏まえてレイアウトを検討し、その中からウニやナマコの資源を増やすための魚礁の設置、ウニやアワビの餌になる昆布の養殖、風車側から陸側に監視カメラを設置して密漁を監視するなどのアイデアが出てきています。

第6回 水産海洋プラットフォーム・フォーラム
「付加価値を生み出す水産技術と海洋再生可能エネルギー」

洋上風力発電等と漁業協調について

平成26年3月5日(水) 発明会館

RICE 発表者: 一般社団法人海洋産業研究会
主席研究員兼研究部長 補佐 塩原 泰

<本日の講演内容>

1. いま、注目の海洋産業
“洋上風力発電(Offshore wind farm)”
2. 洋上風力発電が生態系に与える影響
3. 漁業協調型の洋上風力発電とは
4. 漁業協調メニューの提案
5. アンケートの実施
6. ケーススタディの実施

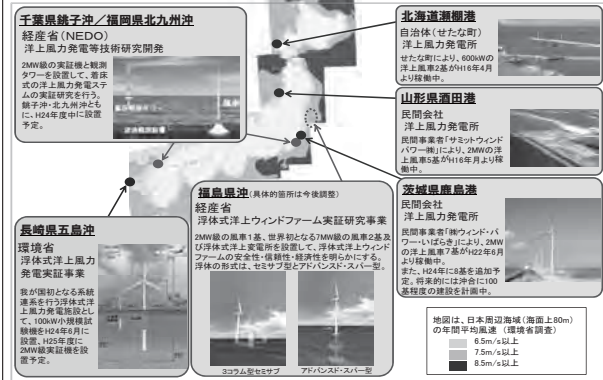
洋上風力発電()



Horn Rev (デンマーク) 2MW × 80基

距岸距離約 、水深 ~ 、風車間隔約 、範囲 ×

我が国の洋上風力発電の現状(現在稼働中及び実証実験予定のもの)

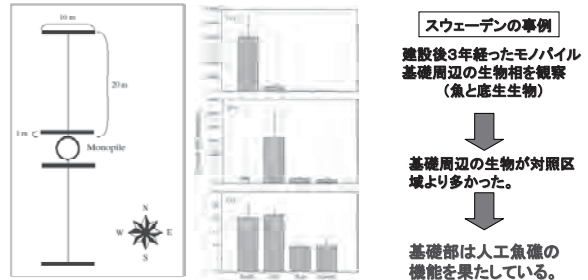


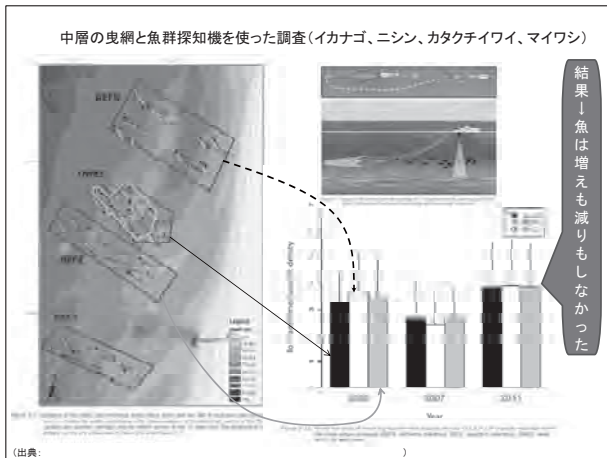
2. 洋上風力発電が生態系に与える影響

1. 洋上風力発電が生態系に与える影響

海外レポート紹介<着床式>①

洋上風車基礎は人工魚礁として成立するか?



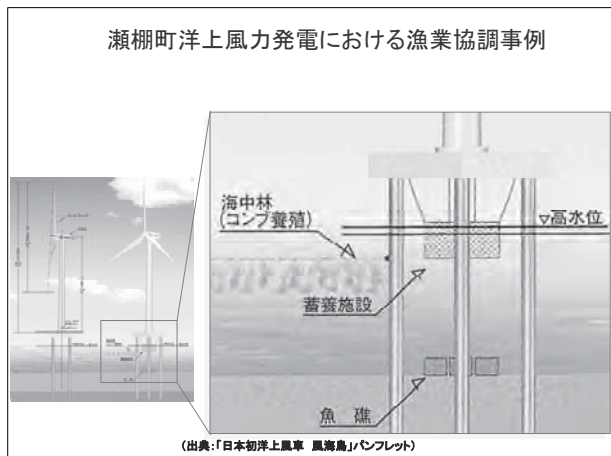


3. 漁業協調型の洋上風力発電とは

事例紹介:北海道瀬棚町(現せたな町)

(出典:平成12年度NEDO新エネルギービジョン策定 一洋上風車建設事業化調査一)

4



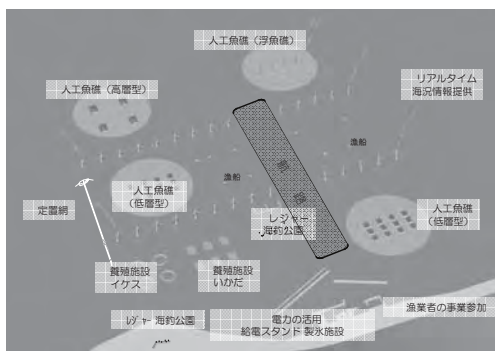
4. 漁業協調メニューの提案

3. 漁業協調メニュー案

一般社団法人海洋産業研究会
「洋上風力発電等の漁業協調の在り方に関する提言(2013.5.10)」
—着床式100MW仮想ウィンドファーム漁業協調メニュー案—

メニュー案	
1.	リアルタイムでの海況情報の提供
2.	風車基礎部の人工魚礁化利用
2-1.	資源保護育成目的
2-2.	周辺での漁業操業目的
3.	魚介類・藻類の養殖施設の併設
4.	定置網等の漁具の併設
5.	レジャー施設の併設
5-1.	海釣り公園、遊漁船事業
5-2.	ダイビングスポット
6.	発電電力の活用
6-1.	陸上施設への電力供給
6-2.	電動漁船
7.	漁業者の事業参加
7-1.	建設・保守点検における漁船利用
7-2.	洋上発電事業への出資・参画

<総括イメージ図>



5. アンケートの実施

質問：「洋上風力発電等の漁業協調の在り方に関する提言－着床式100MW仮想ウィンドファームにおける漁業協調メニュー案－」では、7分類のメニュー案を提案しています。それぞれの案につきまして、漁業者の視点から評価してください。

	大変良い	良い	ふつう	あまり良くない	良くない
1. リアルタイムでの海況情報の提供	27	34	27	4	0
2-1. 資源保護育成目的	9	40	30	12	0
2-2. 周辺での漁業操業目的	12	30	31	18	0
3. 魚介類・藻類の養殖施設の併設	6	24	38	21	2
4. 定置網等の漁具の併設	5	16	37	26	7
5-1. 海釣り公園、遊漁船事業	5	15	39	27	6
5-2. ダイビングスポット	2	12	46	23	9
6-1. 陸上施設への電力供給	18	30	40	5	0
6-2. 電動漁船	8	31	37	12	4
7-1. 養殖・保守点検における漁船利用	27	25	32	7	0
7-2. 洋上発電事業への出資・参画	17	29	31	11	3

※「大変良い」の上位3位までを黄色で表示。
※項目を飛ばして回答する方もいたため、項目ごとの回答数は同一ではない。次頁以降も同様。

漁業関連団体

	大変良い	良い	ふつう	あまり良くない	良くない
1. リアルタイムでの海況情報の提供	5	7	5	1	0
2-1. 資源保護育成目的	1	10	4	2	0
2-2. 周辺での漁業操業目的	2	7	4	4	0
3. 魚介類・藻類の養殖施設の併設	2	5	8	1	1
4. 定置網等の漁具の併設	1	1	11	4	0
5-1. 海釣り公園、遊漁船事業	0	2	12	1	2
5-2. ダイビングスポット	0	2	12	1	2
6-1. 陸上施設への電力供給	3	6	7	1	0
6-2. 電動漁船	2	3	7	5	0
7-1. 養殖・保守点検における漁船利用	6	4	5	2	0
7-2. 洋上発電事業への出資・参画	1	3	8	3	2

※最高得票の詳細を黄色で表示。

「洋上風力発電等の漁業協調の在り方に関する提言」 －着床式100MW仮想ウィンドファームにおける漁業協調メニュー案－ 〔平成25年5月〕

「基本的考え方：漁業補償から漁業協調へ」

- (1) 発電事業者も漁業者も共に潤う、Win-Win方式（メリット共有方式）
- (2) 地域社会全体の活性化に貢献
- (3) 透明性を確保した合意形成

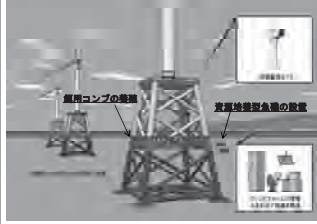
「発電事業者および漁業者に求められる姿勢」

- **発電事業者**
 - －漁業とりわけ漁業権に関する正しい知識をもち、敬意を持って先行海域利用者たる漁業者との調整と合意形成を図るようにする。
 - －積極的に漁業協調システムの導入を図り、沿岸漁業の振興については地域振興にも寄与しよう取り組む。
- **漁業者**
 - －海洋再生可能エネルギー利用の意義を理解し、海域の多目的利用、海域の総合利用の観点から、洋上発電立地について協力する。
 - －洋上ウィンドファームの建設を活用し、これを持続的な漁業および漁村の発展に結びつけていくよう考える

6. ケーススタディの実施

岩手県洋野町でケーススタディを実施中

現地のニーズに合わせた漁業協調型のシステムの提案



漁業者を交えたワークショップの実施

ご清聴ありがとうございました。

一般社団法人 海洋産業研究会

Website : www.rioe.or.jp
E-mailアドレス : rioe@rioe.or.jp
Tel : 03-3581-8777

一般社団法人海洋産業研究会

「洋上風力発電等の漁業協調の在り方に関する調査研究」検討委員会

<委員長>

松山 優治 東京海洋大学特任教授

<有識者>

荒川 忠一 東京大学大学院工学系研究科教授
重 義行 一般社団法人日本水産会専務理事
鈴木 英之 東京大学大学院新領域創成科学研究科教授
矢井 浩 日本大学産工学部環境安全工学科准教授
中尾 徹 一般社団法人日本風力発電協会情報技術局長
長屋 信博 全国漁業協同組合連合会常務理事
藤田 純一 一般社団法人海洋水産システム協会会長
八木 徳行 東京大学大学院農学生命科学研究科准教授
安田 公昭 名古屋大学大学院環境学研究科教授
早稲田 卓爾 東京大学大学院新領域創成科学研究科准教授

<会 員>

鹿島建設株式会社
株式会社環境総合テクノス
国際航業株式会社
五洋建設株式会社
新日鉄住金エンジニアリング株式会社(幹事会社)
日立造船株式会社
深田サルベージ建設株式会社
三井造船株式会社

<オブザーバ>

内閣官房総合海洋政策本部事務局
水産庁
資源エネルギー庁
独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構、ほか

海洋再生可能エネルギーと水産業による

地域活性化への期待と展望

佐賀大学 海洋エネルギー研究センター 教授 池上 康之

1. 注目される海洋エネルギー

2 月末、総合海洋政策本部の海洋発電実験場の公募に、事前に地元漁業関係者の了解を得た上で、岩手県、新潟県、和歌山県、佐賀県、長崎県、鹿児島県、沖縄県が名乗りを上げました。3.11以降、再生可能エネルギーの主役として太陽光、風力、地熱などが取り上げられましたが、私どもが取り組んでいる海洋エネルギーは残念ながら発電量の1%にもなっていません。しかし、ポテンシャルが高く、地域との連携が魅力的にできるということで、積極的に取り組まれています。



エネルギーの多様化は非常に重要で、あらゆるエネルギー資源の中からベストミックスを探していかなければいけません。しかも、今日のベストミックスが10年後のベストミックスではないということで、海洋エネルギーは単なる発電ではなく、水産業との連携を含めて、地域おこしや雇用創出が可能である点が非常に注目されているのです。

2. 海洋再生可能エネルギーと水産業をつなぐ「キー」は何か

海洋エネルギーには、潮汐、海流・潮流、波浪、塩分濃度、海洋温度差があり、海洋温度差以外は物理的なエネルギーです。日本では、海洋エネルギーと海洋再生可能エネルギーは定義が少し違い、海洋再生可能エネルギーには洋上風力が入りますが、海洋エネルギーには入りません。

洋上風力エネルギーの研究は、福島沖や長崎県が先行しており、それに少しでも近づこうと、NEDOや環境省、文部科学省を中心に、各種のプロジェクトが進んでいます。海洋基本法の策定が進む中で、オールジャパンの海洋エネルギーの組織としてできたのが海洋エネルギー資源利用推進機構(OEAJ)で、東京大学の木下名誉教授を会長に、佐賀大学は全国共同利用施設ということで事務局になっています。

波力と潮流については、イギリスを中心にヨーロッパやアメリカで大規模な実証研究が進んでいます。日本でも研究室レベルでは世界に匹敵するほど進んでいるものの、実証レベルでは10年後れているといわれてきました。しかし、ここ5年ほどは少しでも追い付こうと、精力的に研究が進められています。

平成 19 年に成立した海洋基本法では、海洋に関する施策を総合的かつ計画的に推進するため海洋基本計画の立案を規定しています。そして、社会情勢等の変化を踏まえて、おおむね 5 年ごとに見直すこととなっており、昨年 4 月に新たな海洋基本計画が策定されました。5 年前の海洋基本計画には海洋エネルギーはほとんど含まれていませんでしたが、新たな計画では洋上風力を中心に今後推進していこうということになっています。特に海洋再生エネルギーの産業化が非常に重要であり、実用化に向けて、発電コストの低減と実証研究のためのフィールド整備が必要だとわわれています。そして、もう一つ重要なのが、漁業との協調や環境の保全が挙げられていることです。

先行するヨーロッパでは、2002 年ごろから各地に実証フィールドが設けられ、日本も実証フィールドを行うためにはヨーロッパに行かざるを得ませんでした。その中で、イギリスやフランスが日本にノウハウをアドバイスしている例もあります。今回、総合海洋政策本部で取り組んでいる実証フィールドの整備が進めば、日本もヨーロッパに負けないほど海洋エネルギー開発が加速するのではないかと期待しているところです。

3. わが国の海洋エネルギーのポテンシャル

実証フィールドの主体性を基に、地元の大学や企業、漁協と連携して波力や潮流、海流などのいろいろな試験を行い、産業化に結び付けていこうと考えているわけですが、では日本にはどれくらいのポテンシャルがあるのでしょうか。NEDO によると、波力については房総半島から東北にかけて高いポテンシャルが存在しますし、海流については黒潮を中心に、潮流については九州西部や瀬戸内海のポテンシャルが高くなっています。温度差については 20℃以上あることが必須ですからどうしても南側に限られますが、黒潮に乗ると温度差 20℃の海域が広がるので、将来的にはもう少し広げることも視野に入れています。そして、海洋エネルギーの場合は、電力という形で表れない水産との協調というポテンシャルが非常に高いと言えます。これらがすぐに原子力に対応できるレベルにあるわけではありませんが、少しでも日本の電力事業やエネルギー政策に貢献するために、研究開発など、進めていくべきことはたくさんあります。

先月、海洋エネルギー等を使用して東北を復興する東京大学の OETR と OEAJ が協力して、シンポジウムを行いました。自治体や漁業者とのディスカッションや、自治体からの発表がありましたが、そこでは海洋エネルギーと水産業の連携に力点が置かれていました。岩手県からは、今後の県の国際的な研究交流拠点プロジェクトとして三つ発表があり、一つが国際海洋研究拠点の形成で、残り二つのうちの一つに、海洋再生エネルギーの研究が挙げられていました。釜石でも、実証フィールドを誘致すべく、漁業者と利用者との調整などが行われるなど、地域もある程度指定してこれらの高いポテンシャルを使うということで、漁業者からは魚礁の効果等による水産振興に期待する声が上がっているそうです。また、魚等への影響についても、定量的な調査を進めていくとのことでした。

沖縄県からは、海洋深層水の利用について報告がありました。今まではクルマエビや海藻、農業などに利用されてきましたが、海洋深層水の利用をさらに進めるために海洋温度差発電に

取り組み、海洋温度差発電の実証フィールドを目指すということです。

4. 海洋温度差発電で進んでいる漁業との協調

海洋温度差発電は、表層の 25～30℃と水深 600～1000m の 5～8℃という約 20℃の温度差を利用して発電するもので、原理は火力や原子力と一緒にです。火力発電ではボイラー、原子力発電では核反応容器でエネルギーを与えて水を温め、蒸気を作ってタービンを回すのですが、海洋温度差発電は低い温度で沸騰するアンモニアや、環境にやさしい代替フロンで蒸気を作ってタービンを回します。30 年先の技術だといわれていたのですが、昨年 6 月、沖縄県久米島で世界に先駆けて日本が本格的な発電を開始しました。

最近では、アメリカのロッキード社が本格的に 10MW の開発をハワイやグアム、中国沖で進めています。オイルショック以降、アメリカや東京電力、九州電力をはじめ OTEC のブームがありましたが、オイルが安くなるとほとんどのところが研究をやめました。1 バレル=49 ドルを超えないと、海洋温度差発電は経済的に成り立たないからです。しかし、佐賀大学は、エネルギーの開発は一朝一夕にはできませんし、いつ重要になるか分からないので、いろいろな機関や省庁の支援を得ながら、根気強く研究を続けてきました。

そして、2008 年以降のオイル高で、世界中でまた研究が始まっています。昨年発表された各国の海洋温度差発電の特許数の推移を見ると、現在は第二次ブームと言えます。佐賀大学でもたくさんの特許を取得しており、高性能なサイクルや油田関係の技術、海洋温度差発電専用の大型熱交換器が開発されています。

海洋温度差発電の特徴は、安定して発電できることと、設備利用率が高いところでは約 90% あることです。深層水の利用によりビルの冷熱や水産業の振興ができることも挙げられます。また、陸と洋上の両方で可能ですが、水産環境を改善することや発電を考慮すると、洋上型の方が魅力的です。さらに、電気だけではなく水や水素、リチウムを作ることもできます。

水産業では、乱獲によってどんどん減ってきている資源をいかに回復させるかという問題点があります。水産庁は、マリノフォーラム 21 というプロジェクトで、深層水と表層水を混ぜて漁場の修復を行うことを計画しています。ここで温度差発電を行う予定でしたが、予算が削られたため最初はディーゼル発電でした。また、相模湾の中心での実証研究では、5 年間で 5 回ほど台風が来たということですが、安定した操業ができたので、1000m のところに設置されています。

漁業への効果という視点では、定量的な結果は出なかったようですが、浮き魚礁も含めて魚が集まってきたということです。より効果を高めるためには、今の日量 10 万 t から 50 万 t 規模にする必要があります。50 万 t にした場合に OTEC で 3000kW（ネットで 2000kW）の電力が得られるかということや、深層水を 50 万 t 放水する計画も精査しましたので、次はぜひこれを実現したいと思います。

佐賀大学では、文部科学省からご支援いただき、46 億円掛けて海洋温度差発電の実証プラントを伊万里に造りました。これまでに、ポンプ動力分を引いても約 70%は電気を送り出せると

いう結果を残しています。

NEDOの再生可能エネルギー技術白書に、海洋温度差発電について取り上げられています。技術的な予測では、2030年には50MWが8～13円で作れるようになるとされていますが、海外ではかなり研究が進んでいるので、前倒しで進めばと思っています。また、NEDOのプロジェクトの一環として、平成32年に20円/kWh以下を実現するため、新しいサイクルの発明やチタン材料の提供でコストダウンを図る研究を、佐賀大学と神戸製鋼で進めています。

5. 沖縄県の OTEC の実証事業

沖縄県久米島では、クルマエビを中心に毎年約20億円売り上げていますが、これを10倍ほど増やすため、現在も日本で一番多い1万3000tの深層水をくみ上げていますが、さらに10万tクラスにしたいとしています。沖縄県ではエネルギーの99.8%を化石燃料に頼っているため、少しでも自然エネルギーを増やしたいのです。ただ、いきなり1MW発電するためには50億～100億円ほど掛かるので、まずは5億円の予算を付けて、入札でIHIプラント建設、ゼネシス、横河電機に委託しており、それに佐賀大学も協力しています。現在は連続運転しており、最終的にはこのデータを基にして1MWや10MWは本当に経済性があるのか、安定的に発電できるのか、漁協と協調できるのかといったことを調査していきます。そして、今までは水産利用のみで生産物を作っていたのですが、温度差発電を加えて、電気、淡水化、生産物に展開することを提案しています。

6. 海洋再生可能エネルギーと水産をつなぐキー

漁業者は、自分の海に突然よそ者が行くと不信感を持つ場合がありますので、最初の段階からエネルギー事業者と漁協が情報共有することと、Win-Winになるように定量的な雇用と産業、環境保全に注力することが必要です。そのために一番重要なのが、科学的な知見に基づく評価です。エネルギーと水産業は非常につながりにくいのですが、こういうフォーラムを通じて、今後、学融合的な科学技術が推進されれば、水産業とエネルギーも進んでいくと思います。同じ船に乗っているという意識を持ち、事あるごとに情報共有しながら信頼関係を構築する。今は海外が非常に精力的に研究していますので、日本はそれに負けないように推進していくことを期待しています。

第6回東京海洋大学 水産海洋プラットフォーム・フォーラム
「付加価値を生み出す水産技術と海洋再生可能エネルギー」

主催 国立大学法人 東京海洋大学

海洋再生可能エネルギーと水産業による
地域活性化への期待と展望

場所 発明会館(東京都港区虎ノ門)

平成26年3月5日

共同利用・共同研究施設
佐賀大学海洋エネルギー研究センター
池上 康之
ikegami@ioes.saga-u.ac.jp

NHK NEWSweb

2014年(平成26年)3月5日(水)

11 海洋発電 実験場に7県が名乗り

海洋再生可能エネルギーの実用化に向け、国産の洋上風力発電機が実験場の試験場として、全国の7つの県が名乗りを挙げ、この6月30日までに場所の選定が行われることになりました。

海洋発電は、海の再生可能エネルギーを生み出す海流や波力を利用して発電することを目指す洋上風力発電機の実験場の試験場として、全国の7つの県が名乗りを挙げ、この6月30日までに場所の選定が行われることになりました。

海洋発電は、海の再生可能エネルギーを生み出す海流や波力を利用して発電することを目指す洋上風力発電機の実験場の試験場として、全国の7つの県が名乗りを挙げ、この6月30日までに場所の選定が行われることになりました。

海洋発電は、海の再生可能エネルギーを生み出す海流や波力を利用して発電することを目指す洋上風力発電機の実験場の試験場として、全国の7つの県が名乗りを挙げ、この6月30日までに場所の選定が行われることになりました。

再生可能エネルギーの主役は何か？

- 太陽光発電
- 風力発電
- 地熱発電
- 海洋エネルギー(?)

↓

- エネルギーは多様化(「進化」とは多様化すること)
- あらゆるエネルギー資源を含める
- 常に変化しながら「ベストミックス」の探求！

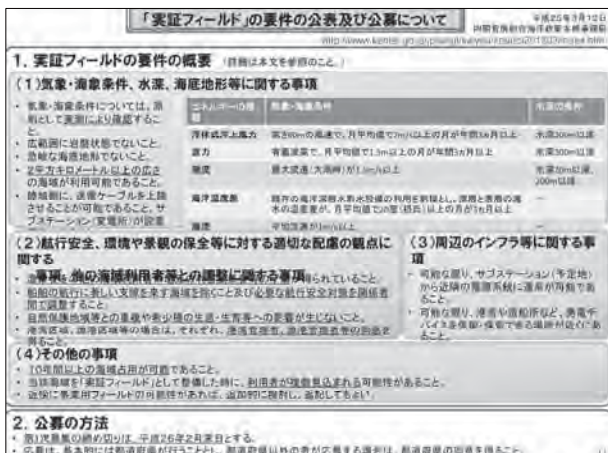
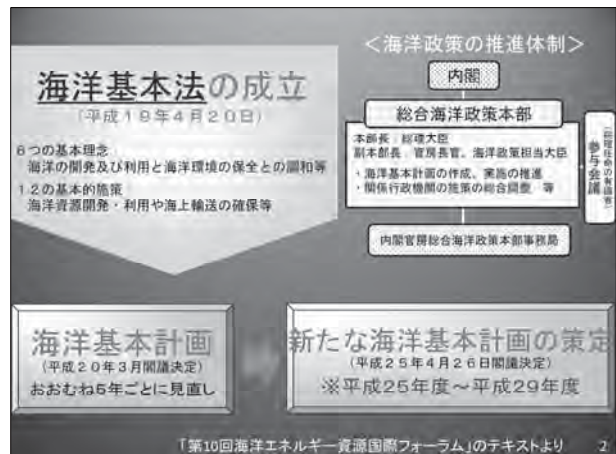
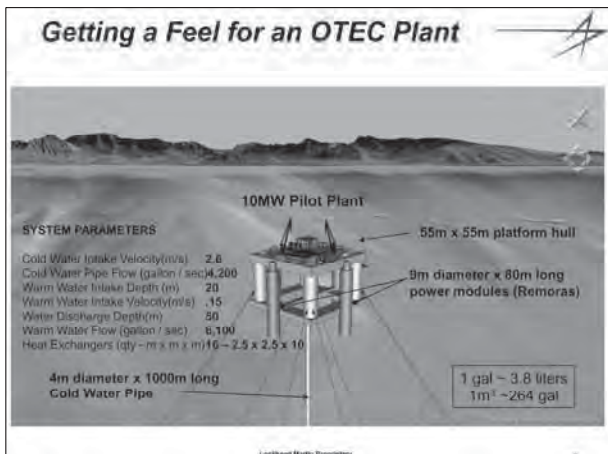
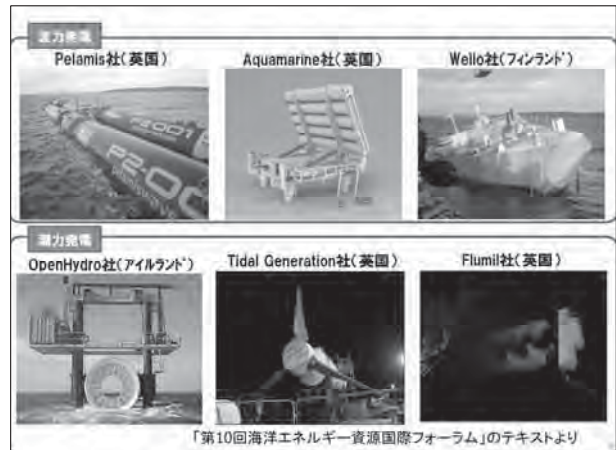
海洋エネルギー

- 潮汐エネルギー
- 海流・潮流エネルギー
- 波浪エネルギー
- 塩分濃度エネルギー
- 海洋温度差エネルギー

海洋再生可能エネルギー

- 潮汐エネルギー
- 海流・潮流エネルギー
- 波浪エネルギー
- 塩分濃度エネルギー
- 海洋温度差エネルギー
- +
- 洋上風力エネルギー

海洋再生可能エネルギーと
水産業を繋ぐ「キー」は何か？



海洋資源・エネルギー産業事業化の実証フィールド 整備に関する調査研究概要

一般財団法人エンジニアリング協会

1. 実証フィールドの必要性

- ・実用化に不可欠な実証の場を提供
 - 開発技術を実用化レベルに押し上げる
- ・海面利用者との合意形成、許可申請の
手続きの負担軽減
 - 海洋エネルギー事業への新規参入を
促進
- ・地域の技術の集積、産業の集積
 - 新産業の創出、雇用形成
- ・地域エネルギーの拠点形成
 - 地域の自立化
- ・国際協力の拠点形成
 - アジア等への技術移転を促進

<期待できる効果>



この事業は、経緯の補助金を受けて実施したものです
<http://engineering-keion.jp>

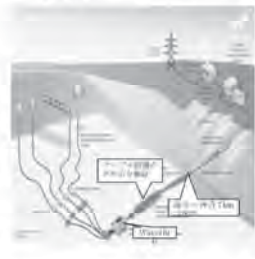
2. 日本版実証フィールドの概念設計

<基本仕様>

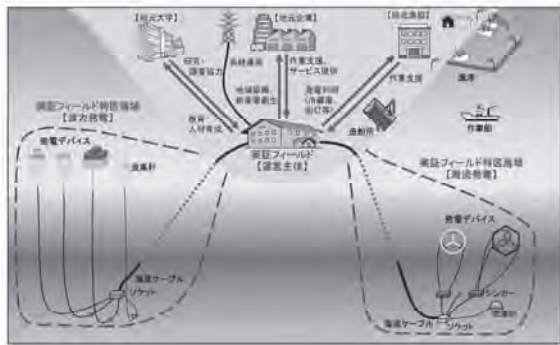
- ・共同実験サイト (小規模 200x200m)
- ・実証実験サイト (大規模 1kmx1km) 各2基の設置が後継可能
- ・共同漁業区域内、漁港、漁協施設の利用、海象等モニタリング機器
- ・設置の価額控除 (低炭素、アンカーなど) は照会者が準備

- (英国の実証フィールド (REV/04))
- ・英政府の電力発電施設の実証フィールド
 - ・英国南西イングランド地域開発公社によって設立
 - ・開設まで6年の準備 (2005-2010年)、2011年スタート
 - ・運営は, Revell Management Company, 4社
 - ・高層者, 地域住民との調達は自治体を通り, 5ヶ年計画

設備	仕様/用途
浮体式実験用試験(浮体) (1号)	8号 (2号は流し4号)
モニタリング機器	
波浪計	1号 (ブイ式)
流速計	1号 (0.5m径型)
1号 (0.5m径型)	1号 (超小型)
1号 (超小型)	1号 (超小型)
HCV (60m径メア)	1号 (メンテナンス用)
風向・風速計	1号 (5m径超小型)
潮流ケーブル(ブケット)	2km
付帯施設 (メンテナンス用)	1号 (船舶)
管理施設	高層/ホールドアウト管理、パドル どし、会議室
設備スペース (設備用)	組立てスペースを計画



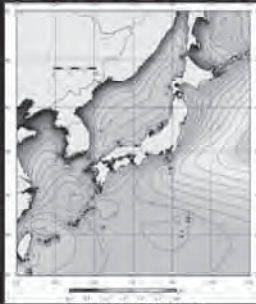
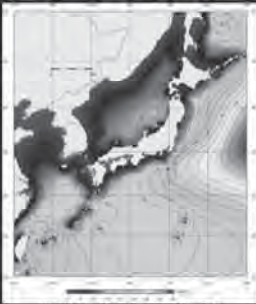
3. 実証フィールドの概念図(波力・海流)



我が国の海洋エネルギーのポテンシャル

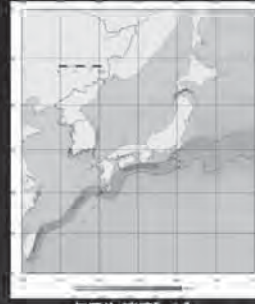
結果 (海洋エネルギーポテンシャル)

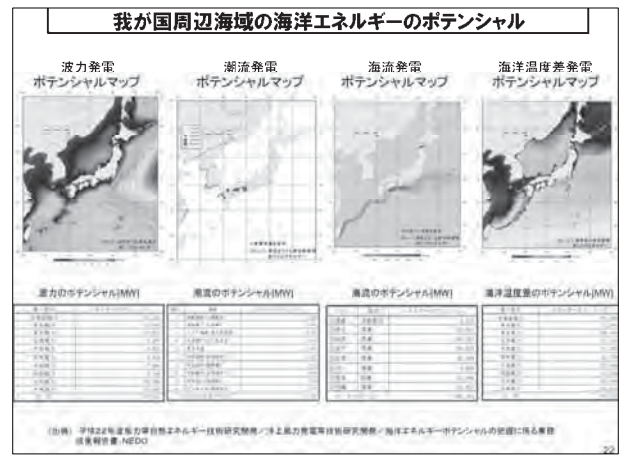
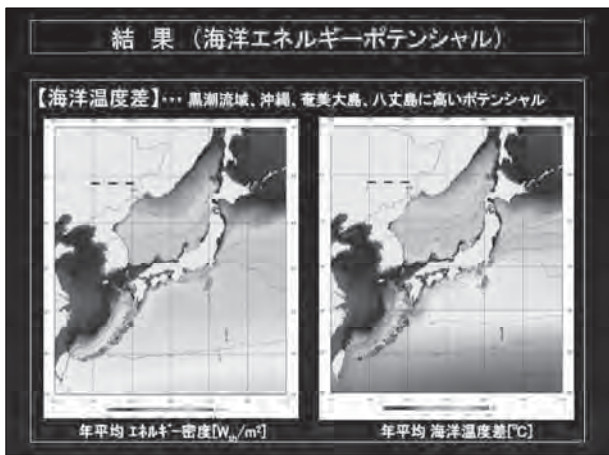
【波力】... 房総半島から東北の沖に15kW/mを超える高いポテンシャルが存在



結果 (海洋エネルギーポテンシャル)

【海流】... 黒潮、津軽暖流の流域に高いポテンシャル





美しい日本の
洋上風力発電のためのシンポジウム

いかに乗り越えるのか、立ちはだかるコストとアクセプタンス

Utilization of
Offshore Wind Energy for
a New Landscape of
Beautiful Japan

Two keys, Bankability and Public Acceptance

OETR + OEAJ

第3回 美しい日本の新しい風景 洋上風力発電のためのシンポジウム
Part 3 A New Landscape of Beautiful Japan (Part Government)

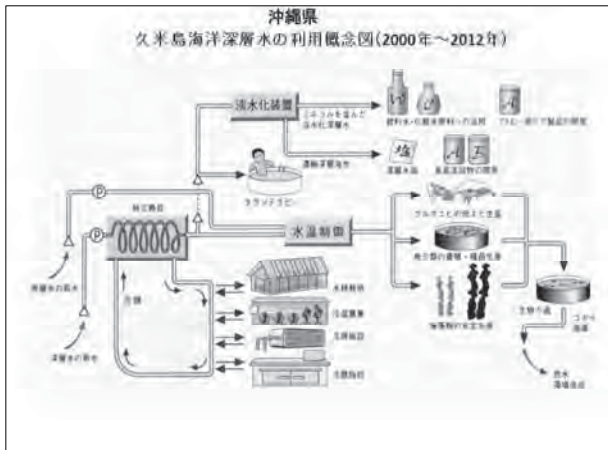
コーディネーター | Coordinator
池上謙之 (海洋エネルギー資源利用推進事務局, 佐賀大学 | Takayuki IKEMOTO (Resource Utilization Agency and Saga University))

15:30 挨拶あいさつ | Greeting Speech (Teatohshi)
山本一丈 (海洋政策推進大臣) | Ichiro YAMAMOTO (Minister in Charge of Ocean Policy)

16:40 プレゼンテーション | Presentation
海洋内生可再生エネルギーを創出した地域の活性化の取組と、今、求められるもの
Regeneration of Japanese Region by Renewable Ocean Energy and its Related Issues
パネラー | Panelboard
松手勇, 鎌倉崇, 新沼清, 千藤崇, 和歌山崇, 高橋浩, 沖崎信彦, 自治体や産業界関係者
Munehiko Matsuoka, Takayoshi Kagawa, Naohiro Niino, Takashi Chikuda, Takayoshi Waki, Naoyuki Okazaki, Shinya Utsunomiya, Local Government and Industry Related Personnel

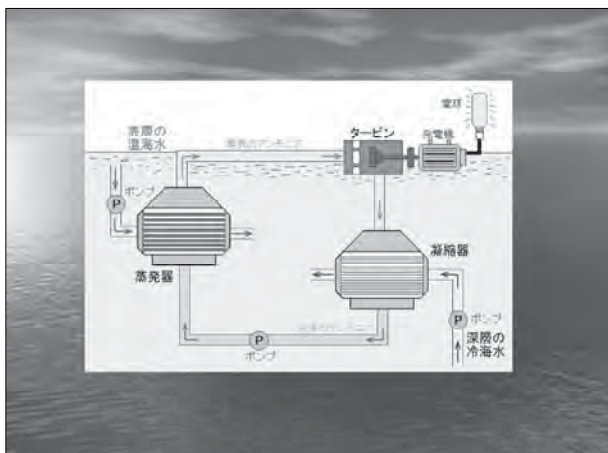
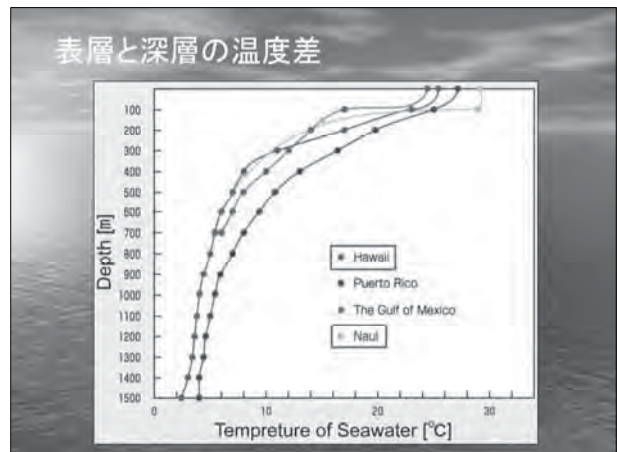
18:00 討議とまとめ | Wrap-up
自治体関係者, 企業, 業界団体, 研究機関などから討議にご参加いただき、本日の議論を収めて、討議とまとめを行なう
All Participants (Municipality, Industry Economic Organization and Research Institute) will join and reach a concluding remark.

17:50 謝辞あいさつ | Closing Address
岡部聡 (自治体海洋政策推進事務局) | Satoshi OKABE (Coordinator for Ocean Policy)



海洋エネルギー

- 潮汐エネルギー
- 海流・潮流エネルギー
- 波浪エネルギー
- 塩分濃度エネルギー
- 海洋温度差エネルギー



海洋温度差発電

海洋の熱エネルギーを電気エネルギーに変換する発電システム
Ocean Thermal Energy Conversion (OTEC)

環境にやさしい自然エネルギー

- 自然エネルギーの中でも、
 - エネルギー規模大
 - エネルギーの安定性
 - 複合的利用(海水淡水化・水素製造、冷房利用、海洋深層水、医療への利用など)
 - 津波に強い

海洋温度差発電の概要 歴史と現状

海洋温度差発電は、1970年代のオイルショックを契機に日本において研究が活発化しました。日本での10MWクラスの発電プラントを建設し、海外での「試運転」を経て「実用化」を経て「商業化」の道程を辿っています。現在は、世界の主要国で研究開発が盛んに行われ、日本も「実用化」の道程を進めています。

1980年 1990年 2000年 2010年

① ② ③ ④ ⑤ ⑥ ⑦

① 1979年 米国 OTEC パウチン (10MW) (コロンビア州)

② 1981年 オアフ州 (出力130kW) (東京電力)

③ 1982年 徳島県 (出力100kW) (中部電力)

④ 1994年 小笠原 (出力310kW) (NREL)

⑤ 2002年 米国オハイオ州 エルバーセンター (出力30kW) (深層水を利用)

⑥ 2005年 米国フロリダ州 マーティン (出力10MW) (深層水を利用)

⑦ 2009年 米国フロリダ州 マーティン (出力10MW) (深層水を利用)

特許から見た海洋温度差発電の第二次ブーム

特許から見た海洋温度差発電の第二次ブーム

出典：日本技術貿易株式会社

出願国/地域	件数
JP 日本	413
US 米国	230
WO PCT	162
FR フランス	100
CH 中国	87
GB 英国	81
DE ドイツ	75
RU ロシア	55
IN インド	53
CA カナダ	47

What has Changed

25 YEARS AGO

- Large capital construction costs
- Offshore technology not mature at requisite scale
- Different economic and political environment
- Global warming, energy security not in public consciousness

TODAY

- New composite materials and construction techniques address high-cost components (Cold water pipe and heat exchanger)
- Mature offshore technology at requisite scales in deep water
- Current political focus on new jobs, energy, and environment
- Widespread renewable mandates
- Growing concern for air pollution & global warming
- Energy security serious concern

OTEC Technology Challenges

Dr. Vega circa 2007 - 100MW

Platform
• Survivability
• Stability

Cold Water Pipe
• Deployment
• Survivability
• Scalability

Heat Exchangers
• Performance
• Corrosion Control
• Biofouling

Focused on Addressing Costs and Technical Challenges

海洋温度差発電のマーケット展開

2種類のマーケット… 離島向け及び大規模電力供給圏

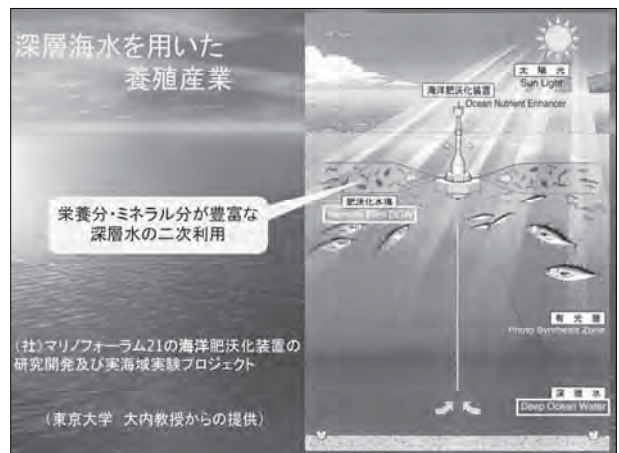
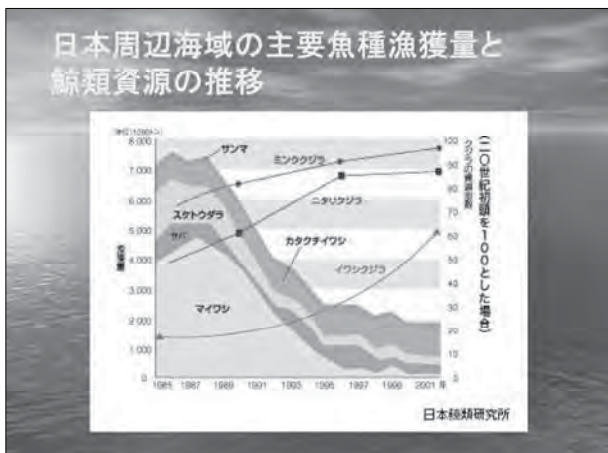
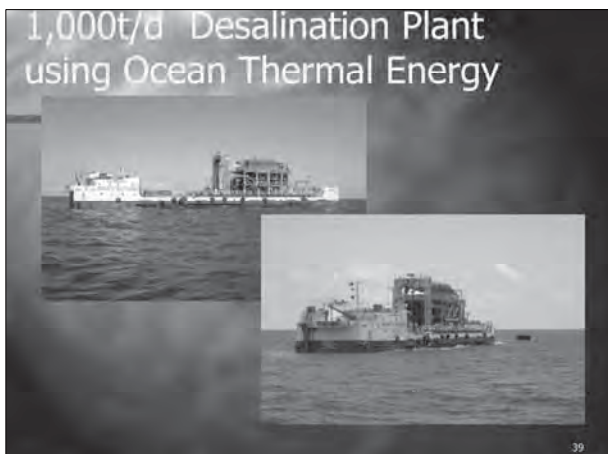
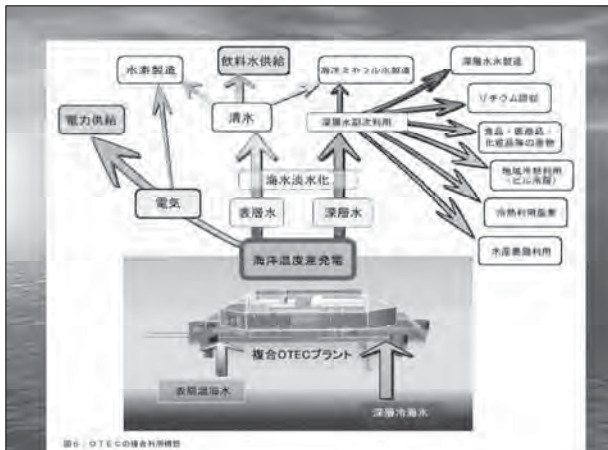
項目	海上設置OTEC	海上浮体式OTEC
特徴	発電プラントは浮体式に設置し、水深400m程度まで深層水を取水可能とします。	発電プラントを浮体式に設置し、800-1000m程度の深層水を取水可能とします。
商用プラント規模	ユニットあたり発電出力 1~10 MW級	ユニットあたり発電出力 10~100 MW級
設置環境	浅海・深層水を利用 (水深50~500m程度)	浅海 (水深100m程度) 利用可能
適用可能な場合	・ 建物空調 / 地域冷暖 ・ 熱水供給 ・ 農業用水 ・ 工業利用 (冷温水) ・ 食料加工 (冷却)	・ 電力供給 (離島・島嶼) ・ 電力供給 (大規模) ・ 電力供給 (大規模)
最近の事例	米国・オハイオ州 (エルバーセンター) と、米国・フロリダ州 (マーティン)	米国・フロリダ州 (マーティン) と、米国・フロリダ州 (エルバーセンター)
マーケット展開	米国・オハイオ州、米国・フロリダ州、米国・オハイオ州	米国・フロリダ州、米国・フロリダ州、米国・フロリダ州

日本における適地

久米島、石垣島、宮古島の沖縄地域の離島、沖縄本島、南伊豆・小笠原諸島、伊豆列島、南鳥島等

海洋温度差発電が経済的に成立する適地は、表層海水と深層海水との温度差が4°C以上ある地域です。日本では、沖縄県および北九州の奄美群島、南伊豆、小笠原諸島、伊豆列島、南鳥島等の離島、東部の宮古島と石垣島、西部の石垣島を境に八丈島に広がる海域が適地と見られます。

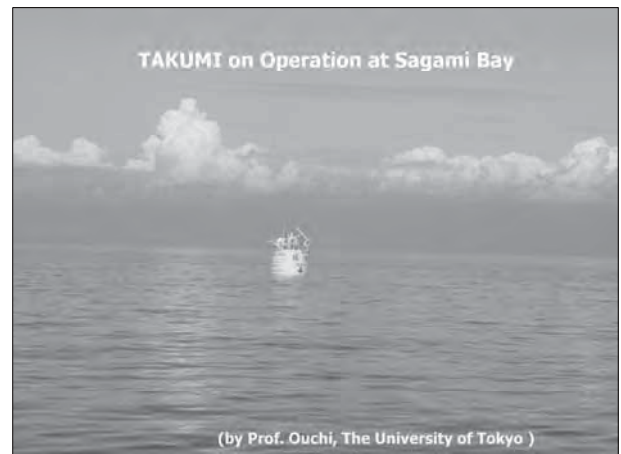
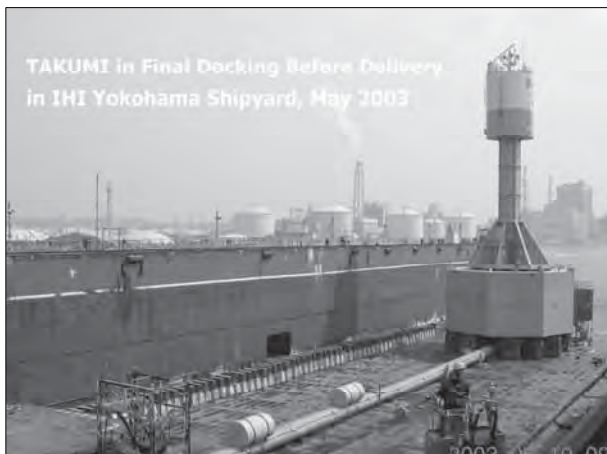
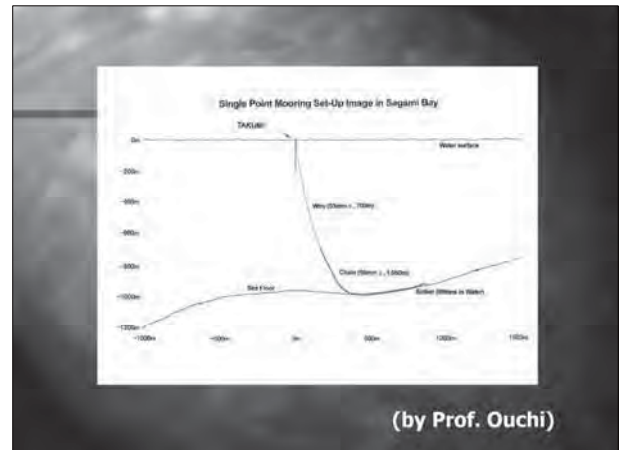
島名	人口	発電容量
奄美大島	約6万5千人	85.7MW
徳之島	約1万2千人	30.5MW
伊水良島	約1万3千人	19.1MW
沖縄本島	約129万人	1733MW
久米島	約9千人	19.2MW
宮古島	約5万人	76.5MW
石垣島	約4万5千人	69MW
南鳥島	約2千人	4.3MW



海洋肥沃化



- (社)マリノフォーラム21の海洋肥沃化装置の研究開発及び実海域実験プロジェクト
- ◆ 平成12年度に設計が開始され、平成15年7月に相模湾平塚沖約25kmの海域に設置



海外における海洋温度差発電の最新の動向

- ・フランス
- ・米国
- ・中国
- ・韓国
- ・インド
- ・インドネシア
- ・フィリピン

米国の海洋温度差発電の動向

■米エネルギー省が支援

①2008年、深層海水取水管に関する開発で1.2 million USDの支援を受ける。

②2010年2月17日、Lockheed Martin社プレスリリースより
ロッキードマーティン社は、OTEC商業化に向け、エネルギー省より、合計1million USDの支援を受ける。

③島国に訪れる、OTEC+深層水冷房に適した地域、ポテンシャルの割り出しに繋がるモデル(ソフト、データ)の開発。

④大規模スケールOTECでのライフサイクルコスト検討

■米、国防総省より支援

8月21日付米国防省発表資料より
ロッキードマーティン社は、海軍向けOTEC技術で使用する構成機器とサブシステムの開発について約8.12million USDの契約を獲得。
将来的に海軍施設にOTEC適用を推進するための海洋エネルギーシステム開発をサポート。



Getting a Feel for an OTEC Plant

10MW Pilot Plant

SYSTEM PARAMETERS

- Cold Water Intake Velocity (m/s) 2.8
- Cold Water Pipe Flow (gallon / sec) 4,200
- Warm Water Intake Depth (m) 20
- Warm Water Intake Velocity (m/s) 1.5
- Water Discharge Depth (m) 20
- Warm Water Flow (gallon / sec) 8,100
- Heat Exchangers (gal ~ m³ x m) 16 ~ 2.5 x 2.5 x 10

4m diameter x 1000m long Cold Water Pipe

55m x 55m platform hull

9m diameter x 80m long power modules (Remoras)

1 gal ~ 3.8 liters
1m³ ~ 264 gal

First assembled core ring

October 27, 2010

Jose Tellez

Ted Rosario

フランスにおけるOTECの最新情報

DCNS

Home Group Naval Energy Innovation Hydroles DCNS Events

DCNS participates in the 3rd annual Ocean Energy Association (EU-OEA) conference: Ocean Energy 2012

06/12/2012

On 26 and 27 June, in Brussels, DCNS will participate in the 3rd annual Ocean Energy Association (EU-OEA) conference: Ocean Energy 2012. This convention represents an opportunity to discuss the latest developments in the field of marine energies in Europe for all the sector's stakeholders.

DCNS invites you to attend the conference entitled "Inducing technology costs: how to go from 1 dollar to 100¢" on Tuesday 26 June at 14h30. To become a commercially viable industrial sector, marine energy must move from a prohibitive share to a more viable share.

DCNS will also participate in the "Ocean Thermal Energy Conversion (OTEC): OTEC uses the difference of temperature between the warm surface water and the cold deep water to produce electrical power 24 hours a day, 365 days a year. In this sector, the regions of Martinique and Guadeloupe are pioneering. In effect, DCNS designed a first scaled prototype to the island of Tortouge at the start of the year, with the objective of testing the power production system and validating the performance of the OTEC technology. Additionally, further to the region of Martinique's application to the European Investment Fund, NER300, DCNS and STX have signed an agreement with Malayan mining to the installation of a pilot plant by 2015.

フランス DCNS による OTEC 構想

浮体式 10MW

Projet ESPADON : deux objectifs techniques pour développer l'E.T.M

© DCNS

OTEC R&D Activities in Korea

Development of Energy Utilization Technology of Deep Ocean Water Resource

Hyeon Ju Kim

日韓海洋エネルギーWork Shop 2012.5 より

Annual R&D main contents

Year	Intake pipe/Structure	SWAC	OTEC	Multipurpose/ Environment improvement
1 st year 2010	• Design small scale pipe • Installation skill of intake pipe	• Dimensional CC & HP • Material test of core component	• Design of turbine concept • Mock-up design/analysis	• Investigate resources of Green city • Detection of multipurpose
2 nd year 2011	• Installation simulator • Expansion overall hydraulic model	• Material (T) experiment/ improvement • 1000RT HP design	• Develop cycle simulator • BOM Mock-up manufacture /experiment	• Investigate resources around Korean waters • Freezing desalination
3 rd year 2012	• Prototype of mixed scale pipe • Heat flow simulator	• AC system design for GC • Manufacture (PROCT) HP	• Eco-friendly working fluid • OTEC-20kW design & TO manufacture	• Freezing & air condition system design for R&E • Survey of target waters
4 th year 2013	• Self-cleaning system • OTEC structure design	• 1000RT performance test • 2000RT HP design	• OTEC-30kW pilot plant • OTEC-50 ~ 300kW design	• Investigate resources at overseas research basis • Desalination using distillation
5 th year 2014	• Installation simulator • Integrated model test in Ocean Eng. basin	• Smart control for HP • Operation & management standard	• OTEC-300~500kW test on High efficiency/large scale	• Mitigation method for OTEC /SWAC application area • Creation of subsea forest
6 th year 2015	• 50/100MW concept design • Prototype manufacture of large diameter pipe/structure	• HP supply and spread toward Green city belt	• Design of practical reactor (10MW) • 50/100MW plant c. design	• Management of subsea forest • Cascade Utilization Model

海洋温度差発電の新しい技術の進展

新しい高性能な熱交換器(蒸発器、凝縮器など)の開発

新しい環境に優しい熱交換器の防汚技術の開発

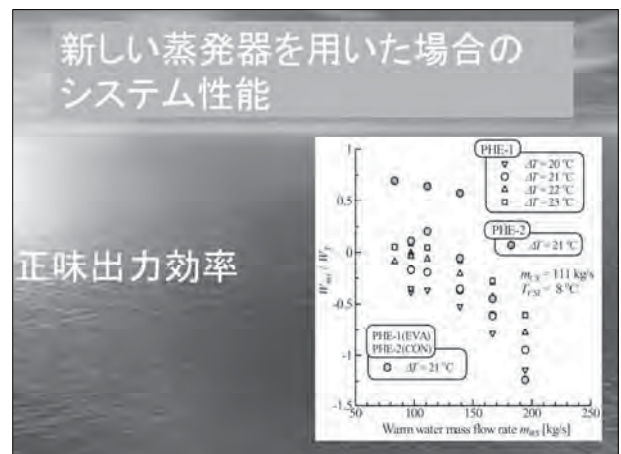
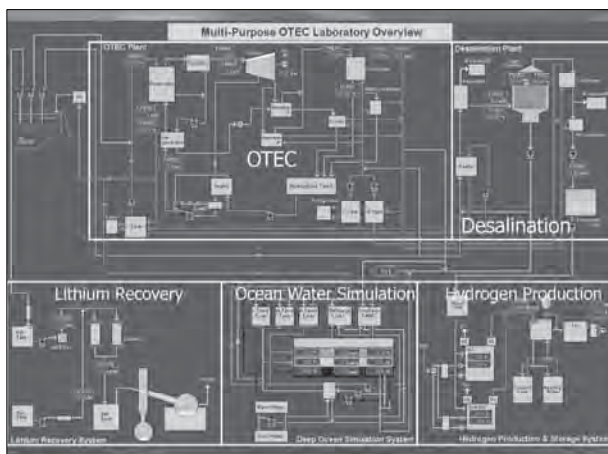
新しい高性能なサイクルの提案と実証など

↓

作動流体を純粋なアンモニア物質

↓

作動流体をアンモニアと水の混合物質/新しいサイクル



NEDO再生可能エネルギー技術白書

再生可能エネルギー技術の最新動向と今後の展望について解説しています。

再生可能エネルギー技術白書(敬愛版) 総論原稿目次

- 再生可能エネルギー技術の最新動向
- 再生可能エネルギー技術の今後の展望
- 再生可能エネルギー技術の課題
- 再生可能エネルギー技術の推進
- 再生可能エネルギー技術の普及
- 再生可能エネルギー技術の国際展開
- 再生可能エネルギー技術の政策
- 再生可能エネルギー技術の教育
- 再生可能エネルギー技術の社会貢献
- 再生可能エネルギー技術の未来

海洋温度差発電技術ロードマップ

(NEDO)

- 海洋温度差発電の商用に向けた技術開発を加速し、海外市場を開拓するとともに世界最先端の技術的地位を維持し、国内企業の育成、国際競争力の強化を図る。
- 国内産業の育成、低炭素社会の実現、エネルギーセキュリティ等の観点から、国内での導入促進、新規産業の創出を推進する。

1. MW級プラントの実証試験による技術開発の推進、信頼性の向上

2. コスト競争力の向上

3. 事業性の確保、発電コストの低減

	現在	2015	2020	2025	2030
国内企業の育成、国際競争力の強化	MWプラントの実証試験	MWプラントの運用開始	MWプラントの運用開始	MWプラントの運用開始	MWプラントの運用開始
プラント規模	~1MW	~10MW	~10MW	~10MW	~10MW
発電コスト	40~60円/kWh	40~60円/kWh	40~60円/kWh	40~60円/kWh	40~60円/kWh

最新鋭の再生可能エネルギー技術開発施設「エネルギーイノベーションセンター」

『次世代10MW級海洋温度差発電プラントのコア技術研究開発』

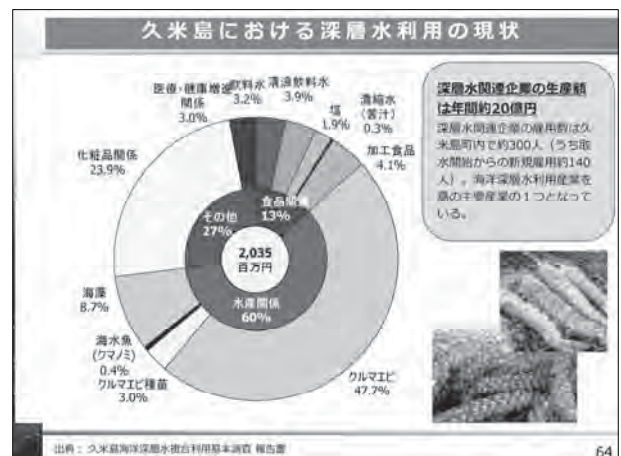
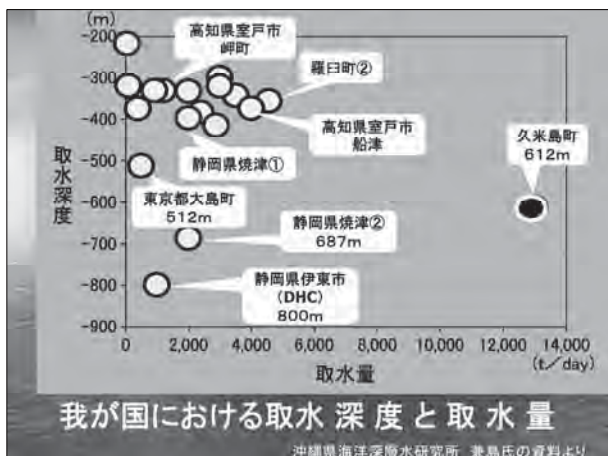
佐賀大学・神戸製鋼

目標: 「平成32年に発電コスト20円/kWh以下を実現する10MW級に貢献できる技術開発」

項目	陸上設置型OTEC	洋上浮体式OTEC
外見		
商用プラントの規模	ユニットあたり発電出力1~10 MW級	ユニットあたり発電出力10~100 MW級
設置の目的	発電+海水の複合利用 (空調への冷熱利用、漁業、食料・飲料等)	電力供給 (あるいは電力から他形態のエネルギーへの転換)
研究開発の進展	海水の複合利用によるシステムのコスト削減 上・取水費用分担による発電コスト削減 ⇒ 実用化・事業化が加速	大規模化(100MW級)で、競争力のある発電コスト(10円/kWh以下)が達成可能 ⇒ 実用化・事業化が加速

高性能熱交換器の開発に伴う高効率発電システムの実現

日種
同じ海水条件に対し
発電効率が10%
向上
発電コスト-10%



海洋深層水の利用高度化に向けた発電利用実証事業

背景・事業の必要性

背景

- 沖縄県は、エネルギーの約99.8パーセントを化石燃料に依存し、国際的なエネルギー情勢やエネルギー市場価格の変動等の外的要因による影響を受けやすい
- 二酸化炭素排出量の削減は、喫緊の課題

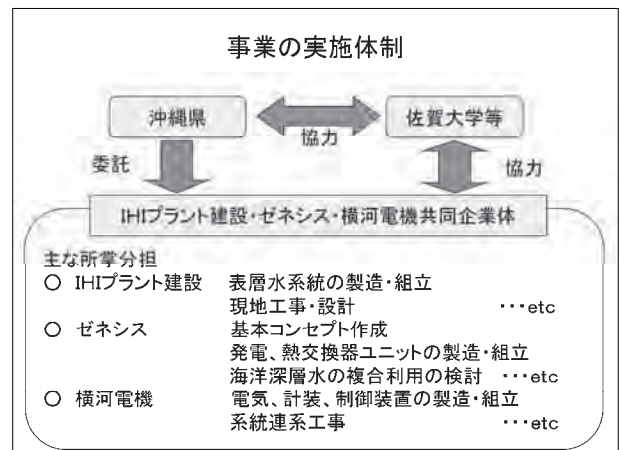
事業の必要性

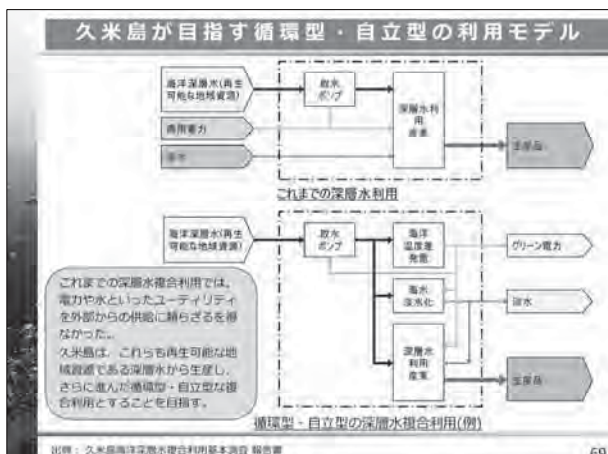
エネルギー自給率の向上、エネルギー供給源の多様化を図る必要があり、その一環として、海洋深層水を利用する海洋温度差発電について、将来の大型化、商用化に向けた実証事業を実施

事業概要

- 事業費 約5億円(一括交付金事業、交付率9/10)
- 実施場所 沖縄県海洋深層水研究所(久米島町)
- 主な内容
 - ・ 発電プラントを設置し、研究所が取水する海洋深層水及び表層水の一部を利用して発電させ、天候、海水温の変化に伴う発電量を計測
 - ・ 安定した出力を得るための技術に関する実証試験
 - ・ 海洋深層水及び表層水のより高度な複合利用についての検討
- 事業実施期間 平成24年度~平成26年度(予定)
 - ・ 平成24年度 発電プラントの建設
 - ・ 平成25年度~平成26年度 実証試験

ユニット外観(イメージ)





海洋再生可能エネルギーと水産業を繋ぐ「キー」は何か？

1. プロジェクトの最初の段階から、エネルギー事業者と漁業者が情報を共有する
2. 漁業者とエネルギー事業者のWIN-WINの形を、雇用、産業、環境保全の点で定量的に明確にする
3. 科学的知見に基づく評価学融合的な科学技術の推進
4. 同じ船に乗っている意識
5. 信頼関係の構築

学長挨拶

東京海洋大学 学長 岡本 信明

東京海洋大学水産海洋プラットフォームは、産学・地域連携推進機構が企画しているものです。産学・地域連携推進機構は、そもそも地域共同研究センターとして全国から寄せられるさまざまな技術相談に対応してきた組織です。平成 15 年には東京水産大学と東京商船大学の統合を経て社会連携推進共同研究センターとなり、平成 16 年には国立大学法人化を経て文部科学省の大学的財産本部整備事業に採択され、組織体制と人員が整備されました。そして現在、地域共同研究センターと知的財産本部を組織統合して産学・地域連携推進機構となっています。



機構では、文部科学省のイノベーションシステム整備事業と大学等産学官連携自立化促進プログラムを活用し、全国の水産海洋産業に関する広域の産学官連携の仕組みづくりである水産海洋プラットフォーム事業を推進してきました。本フォーラムは、その事業成果を報告し、方向性を問うために、毎年開催してきたものです。本学の産学官連携の取り組みに対する文部科学省のご支援に、あらためて厚く感を謝申し上げます。

一般に、水産業といえば漁師、また、海洋産業といえば船員や造船というイメージがあるかと思いますが、実際には非常に裾野の広い業種によって形づくられています。それゆえ地域を支える重要な産業であることが、東日本大震災を通して一般の方にも強く認識されたところではないかと思えます。産業としての裾野の広さは、本日ご来場の皆さまを拝見させていただいても感じるどころです。漁業関係、食品関係、流通、衛生管理、造船、鉄鋼、建築、土木、電気、機械等々を生業とされる方だけでなく、自治体関係者も見えています。これだけ多様な業界の方が集まる場所も、珍しいのではないのでしょうか。

水産業や海洋産業は、時代の波に耐え、あるいは形を変えて対応し、発展してまいりました。そして、今、変化の時期が再度来ているように思われます。これまでとは別次元の魚の生産が始まりつつあり、私たちの口に入るまでの過程もどんどん変わっていくように思います。10年後の水産物の生産加工は、今と大きく姿を変えているかもしれませんし、変わっていなければ困るのかもしれません。他産業や世界との競争の中で生き残っていくには、どうしても技術開発が必要だということです。

海洋でのエネルギー・資源開発は、これまで何度もチャレンジされてきました。しかし、夢のような研究である上、石油価格の問題が常に優先されてきたのですが、いよいよこの分野のチャレンジが、本格的に始まります。巨大都市のような構造を洋上に造り、パイプを 3000m も

下ろして掘り上げるという夢にも思わなかった時代が来る。こうした分野の技術開発は時の経済情勢に翻弄されがちですが、佐賀大学の池上先生は粘り強く研究を続けてこられたとお聞きして、頭が下がる思いです。今後ますますこの分野を引っ張っていただけるものと期待し、また、お願いしたいと思います。

本フォーラムでは、2011年には「産地の活性化と海洋エネルギー開発」と題して、水産業とエネルギー開発がともに手を携えて発展していくにはどうすればよいか、問題提起をしました。また、2012年には東日本大震災における被災地支援・復興の取り組みをテーマに、沿岸地域のエネルギー問題を取り上げました。漁業や沿岸地域との協調の下、新たな海洋開発を推進していかなければなりません。そのため、本学では電池推進船の取り組みを開始し、機構には海洋エネルギーイノベーション部門を設置しました。

先日、民間のプロジェクトが「江戸っ子1号」という7500m以上潜れる深海艇探査機を造り、話題になりました。従来では考えられなかった価格で町工場が造り上げ、シンカイクサウオの仲間が餌に群がる映像を捉えるという大成功を収めたわけですが、この探査機は本学の越中島キャンパスで組み立て、指導等を行ったものです。本学が連携協定を結んでいる東京東信用金庫が、町工場やJAMSTEC、芝浦工大、本学（清水准教授）を結び付けたのです。このような異業種の交流から生まれる発想や技術には、イノベーションの力が強く働くことを実感しました。

無論、これまで水産海洋産業を支えてきた専門企業の力を疑うわけではなく、大いに期待しています。また、私たち大学人も負けないように頑張らなければなりません。異業種が集い、新しい発想や研究成果の紹介、共有を行い、次のチャレンジへ向けたエネルギーを蓄えることができればという思いが、本フォーラム開催の源となっています。

グローバル化の波にさらされる中で、日本国内で争っている時代ではありません。日本という船に皆がしっかりと乗り、自分たちが生きていく糧をどこで得るのかを真剣に考えなければ、どんどん遅れていきます。技術開発はもちろん、意識改革も進めて、世界でどう生き残るのか。また、世界に日本の技術や力をどう利用してもらうのか。日本の優れた点である、真面目に働き、真剣に取り組むことで得てきた信頼が崩れると、本当に大変なことになります。東京海洋大学は今後も頑張っまいます。皆さんにもぜひ新たなチャレンジに向けた展開をお願いして、私の挨拶とさせていただきたいと思います。

本日はどうもありがとうございました。

参考資料

- 1) 広報ポスター
- 2) 「全国水産・海洋系研究成果ポスター展」展示ポスター一覧
- 3) 会場風景
- 4) アンケート集計結果
- 5) 関連報道記事（掲載承認済）

第6回 東京海洋大学 水産海洋プラットフォーム・フォーラム

「付加価値を生み出す水産技術と海洋再生可能エネルギー」

日時： 2014年3月5日（水） 13:00~17:00（12:00 開場）
場所： 発明会館ホール（東京都港区虎ノ門2丁目9-14）
主催： 国立大学法人 東京海洋大学 産学・地域連携推進機構

フォーラムの最新情報、参加申込は <http://olcr.kaiyodai.ac.jp/> をご覧ください。

参加費
無料

プログラム		
時間	内容	講演者
12:00 ~ 13:00	来場者受付 / ポスター展覧タイム	—
13:00 ~ 13:10	開会挨拶	(国) 東京海洋大学 産学・地域連携推進機構 機構長 和泉 充
13:10 ~ 13:25	文部科学省講演	文部科学省 科学技術・学術政策局 産業連携・地域 支援課 大学技術移転推進室長 横井 理夫 氏
13:25 ~ 13:55	代理親魚技術を用いた トラフグ全雄種苗生産技術の開発	長崎県総合水産試験場 清崎 将臣 氏
13:55 ~ 14:25	付加価値を生み出す養殖飼料 環境と魚に優しいダブルエコな飼料の開発	(国) 東京海洋大学大学院 海洋科学系 海洋生物資源学部門 教授 佐藤 秀一
14:25 ~ 14:45	休憩 / ポスター展覧タイム	—
14:45 ~ 15:15	水産加工による付加価値向上	(国) 東京海洋大学大学院 海洋科学系 食料生産科学部門 准教授 大迫 一史
15:15 ~ 15:45	養殖における微生物感染症克服のための技術開発	(国) 東京海洋大学大学院 海洋科学系 海洋生物資源学部門 教授 廣野 育生
15:45 ~ 16:15	洋上風力発電等と漁業協調について	一般社団法人海洋産業研究会 主席研究員兼研究部長補佐 塩原 泰 氏
16:15 ~ 16:45	海洋再生可能エネルギーと水産業による 地域活性化への期待と展望	(国) 佐賀大学 海洋エネルギー研究センター 教授 池上 康之 氏
16:45 ~ 17:00	学長挨拶	(国) 東京海洋大学 学長 岡本 信明
17:00	閉会	

【全国大学等の研究成果紹介ポスター展】（※フォーラム会場にて同時開催）

全国大学等研究機関から水産・海洋系の研究成果を募集し、ポスターにて来場者の皆様に御紹介いたします。

【問い合わせ先】 国立大学法人 東京海洋大学 産学・地域連携推進機構 水産海洋プラットフォーム事業部門
〒108-8477 東京都港区港南 4-5-7 電話：03-5463-0859 ファクス：03-5463-0894
電子メール： liaison@m.kaiyodai.ac.jp ホームページ： <http://olcr.kaiyodai.ac.jp/>

本フォーラムは、平成25年度文部科学省「過疎・高齢化に対応した安全・安心を実現する漁港・漁村モデルの構築事業」の一環として実施されるものです。

全国水産・海洋系研究成果ポスター展 展示ポスター一覧リスト

2014年3月5日(水) 於 発明会館ホール

No	ポスタータイトル	研究者名	所属機関
1	ヒラメ養殖に革新をもたらしたリンホシスチス病耐性ヒラメの開発	長谷川 修	神奈川県水産技術センター
2	人工産アユの特性比較	相川 英明	神奈川県水産技術センター
3	リアルタイムPCRによるチョウセンハマグリ浮遊幼生の検出	半澤 浩美	茨城県水産試験場
4	境港産クロマグロを使ったカラスミ(トンノ・ポツタルガ)の開発	小谷 幸敏	鳥取県産業技術センター
5	簡易な凍結濃縮方法(特許第40844514号)	小谷 幸敏	鳥取県産業技術センター
6	サワラ(サゴシ)煮干しの開発	加藤 愛・小谷 幸敏	鳥取県産業技術センター
7	境港産クロマグロ内臓を使った魚醤油の開発	加藤 愛・小谷 幸敏	鳥取県産業技術センター
8	ブルークラブ(<i>Callinectes sapidus</i>)のフェロモンの解明を目指した尿中のバイオマーカー探索	神尾 道也	東京海洋大学大学院
9	フェロモン研究におけるブルークラブとクリガニのモデル生物としての比較	神尾 道也	東京海洋大学大学院
10	簡易な腐敗アミン測定による水産物衛生管理の試み	西川 洋史、木谷 誠一	東京海洋大学
11	タチウオ曳縄漁業を対象とした漁具深度モニタリングシステムの開発	長谷川 浩平	東京海洋大学大学院 博士課程
12	海洋微生物を用いた各種生鮮食品の変色防止	今田 千秋	東京海洋大学
13	1,4-ジオキサン分解菌叢の分離と応用	鈴木 誠治他	東京海洋大学
14	ヒアルロニダーゼ阻害活性を有する新規プロマイシン	春成 円十朗	東京海洋大学大学院 博士課程
15	日本各地の海女・海士の操業実態－労働の内容と環境情報－	千足耕一・山川敏・藤本浩一	東京海洋大学・日本女子大学
16	水産分野の知的財産戦略	前田 敦子	東京海洋大学 産学・地域連携推進機構
17	気仙沼市との連携	前田 敦子	東京海洋大学 産学・地域連携推進機構
18	漁業ニーズに応える汚染海底浄化システムの構築		東京海洋大学・熊本大学
19	世界初! 電池で動く急速充電対応船「らいちょうシリーズ」らいちょうI、らいちょうS		東京海洋大学
20	SANRIKU三陸水産研究教育拠点形成事業		東京海洋大学
21	SANRIKU(三陸)水産研究教育拠点形成事業 東京海洋大学第4班(マーケティング戦略班)		東京海洋大学
22	超伝導技術の海洋・エネルギー分野への横断的展開		東京海洋大学
23	江戸っ子1号プロジェクト		

会場風景

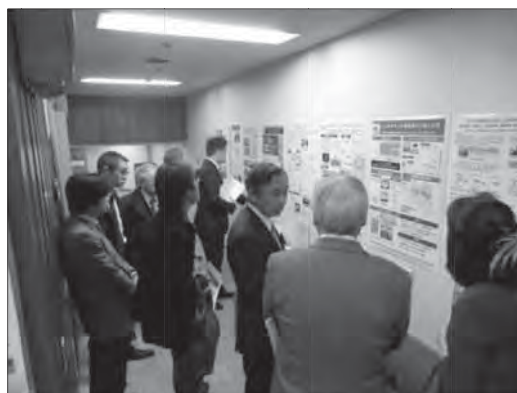
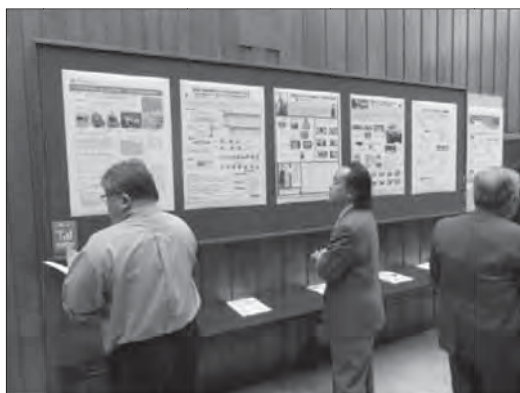
会場の様子

.....



ポスター展示会場

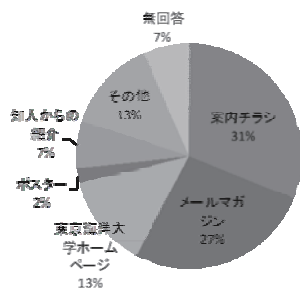
.....



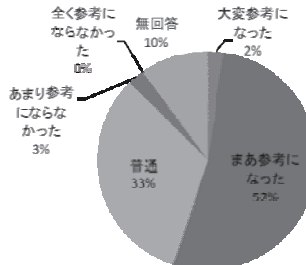
アンケート集計結果

今回のフォーラムでは、フォーラムの内容についてや「水産海洋プラットフォーム」事業の活動についてなどのアンケートを実施いたしました。フォーラム総参加者126名に対し、40名の方からアンケートへご協力いただきました。主な項目を抜粋しこちらに掲載させていただきます。

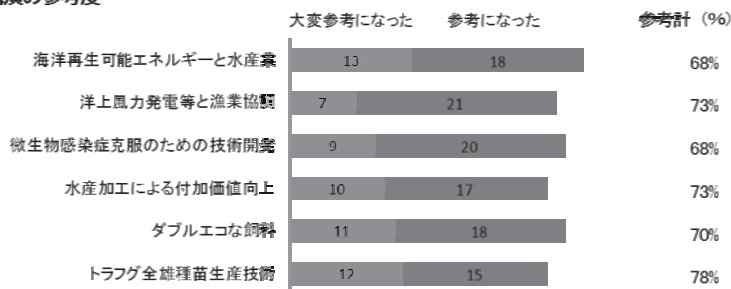
・今回のフォーラムは何でお知りになりましたか？



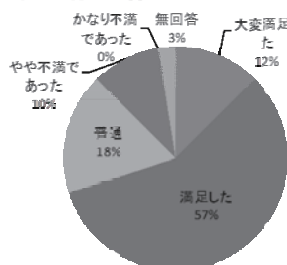
・ポスター展示の内容はいかがでしたでしょうか？



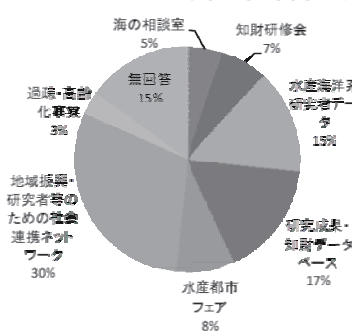
・各講演の参考度



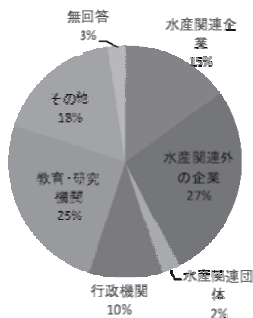
・フォーラム全体の内容はいかがでしたか？



・水産海洋プラットフォーム事業の中で興味があるものをお教え下さい。



・ご所属についてお教え下さい。



本アンケートにご協力いただきました皆様に御礼申し上げます。

今後「水産海洋プラットフォーム」事業として取り組んで欲しいこととして、水産業と他産業との協調や水産業の発展への支援などを期待する声がありました。さらに、今回のフォーラムへのご感想として様々なご意見を頂戴しました。是非、次回フォーラム開催の参考にさせていただきたいと思います。

東京海洋大学では「水産海洋プラットフォーム事業」をより活性化させ、産業界や地域社会の振興と活性化に努めてまいります。

第6回 東京海洋大学 水産海洋プラットフォーム・フォーラム 報告

発行 平成26年3月

発行者 国立大学法人 東京海洋大学

産学・地域連携推進機構 水産海洋プラットフォーム事業部門

編集 伊東 裕子

〒108-8477 東京都港区港南 4-5-7

電話：03-5463-0859 FAX：03-5463-0894

E-mail：liaison@m.kaiyodai.ac.jp

URL：http://suisankaiyo.com/