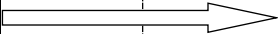


## 委託プロジェクト研究課題評価個票（終了時評価）

<b>研究課題名</b>	ゲノム情報を活用した家畜の革新的な育種・繁殖・疾病予防技術の開発 (現：【生産現場強化のための研究開発】生産システム革新のための研究開発のうち、家畜の革新的な育種・繁殖・疾病予防技術の開発)			<b>担当開発官等名</b>	研究開発官(基礎・基盤、環境)
				<b>連携する行政部局</b>	大臣官房政策課技術政策室 生産局畜産部畜産振興課 消費・安全局畜水産安全管理課 消費・安全局動物衛生課
<b>研究開発の段階</b>	<b>基礎</b>	<b>応用</b>	<b>開発</b>	<b>研究期間</b>	H24～H28（5年間）
				<b>総事業費(億円)</b>	15億円

### 研究課題の概要

①飼料価格の高騰、受胎率の低下、集約的畜産における日和見感染症、慢性感染症、複合感染症対策の重要性の顕在化等、我が国の畜産業を取り巻く環境に対応するため、家畜生産性の向上や衛生対策費の削減による収益性の高い畜産経営の構築が求められている。そのため本課題では、②近年解読された牛及び豚のゲノム情報を活用して、家畜の革新的な育種・繁殖・疾病予防技術の開発に向けた研究を実施した。

<課題①：DNAマーカー（※1）育種の高度化のための技術開発（継続：平成24～28年度）>

・家畜の生産性向上に向けて、複数の遺伝子に支配される形質を効率よく改良するため、これまでに牛及び豚で解読されたゲノム情報を基に、抗病性、繁殖性、飼料利用性を対象として、遺伝子多型（※2）の解析、連鎖解析（※3）による候補領域の絞り込み、ゲノムワイド相関解析（※4）による候補領域の検出、検出遺伝子群の機能解析等による絞り込みを行い、育種改良に有効なDNAマーカーを開発する。

<課題②：繁殖サイクルの短縮や受胎率向上のための技術開発（継続：平成24～28年度）>

・繁殖サイクルの短縮や受胎率向上のため、牛のゲノム情報を活用して、妊娠に関わる遺伝子の機能解明に基づく超早期妊娠診断法を開発するとともに、長期不受胎牛の判定法や分娩後の卵巢機能を早期に回復させるための新たな繁殖制御技術を開発する。

<課題③：優れたワクチン開発のための技術開発（継続：平成24～28年度）>

・省力投与が可能、複数の疾病に効果がある等の実用的な新規ワクチンを開発するため、経口・経鼻での投与で抗体価を上げることができるワクチンや、複数の疾病に効果のあるベクター（※5）を用いたワクチン等を作成する基盤技術の開発と併せて、牛の乳房炎（※6）や豚繁殖・呼吸障害症候群（PRRS）（※7）等の重要慢性疾病に対するワクチン候補を開発する。

### 1. 委託プロジェクト研究課題の主な目標

①複数の遺伝子に支配される家畜の重要形質について、豚の飼料利用性・抗病性・繁殖性（1腹産子数、離乳時産子総体重）、牛の繁殖性に関するゲノム領域を5つ以上特定し、DNAマーカーを開発。

②受胎性に関連する遺伝子を3つ以上特定。これらの遺伝子の発現情報を利用した超早期妊娠診断や分娩後の早期排卵誘起等、分娩間隔を短縮させる新たな繁殖機能制御技術を開発。

③牛の乳房炎、牛ウイルス性下痢粘膜病（BVD-MD）（※8）、PRRSに対する、3種類以上の省力投与可能なワクチン候補の開発と対象家畜における予防効果の確認。複数の疾病に有効な安全性の高いベクターワクチン（※9）構築法（疾病の発生に応じた新規ワクチンの迅速な開発のための基盤技術）の確立。対象家畜における効果的な免疫誘導技術（様々なワクチン等に対応できる汎用技術）の開発。

### 2. 委託プロジェクト研究課題全体としてのアウトカム目標（H32年）

	備考
①家畜の生産性向上、衛生対策費の削減による500億円規模の生産コストを削減	都道府県、全農等を通じた優良系統の開発、普及および家畜改良センター等を通じた飼養管理マニュアルの整備及び畜産農家への技術普及。
②実用的な新規ワクチン等の開発による海外市場も含めた200～300 億円規模の動物医薬市場の開拓。	基礎技術の開発を受け、民間企業が主体となり、ワクチン等の安定生産技術の確立および安全性などの検討。治験の実施、承認申請。

## 【項目別評価】

### 1. 研究成果の意義

ランク：S

#### ①研究成果の科学的・技術的な意義、社会・経済等に及ぼす効果の面での重要性

事前評価時、農林水産省では、家畜改良増殖目標、酪農及び肉用牛生産の近代化を図るための基本方針、並びに農林水産研究基本計画において、乳用牛及び肉用牛の繁殖性・飼料利用性の向上、豚の繁殖能力・飼料利用性の向上、有用DNAマーカーの開発、新技術を活用した省力型ワクチンの開発等の目標を掲げていたところであり、本プロジェクトはこれらの目標を達成するための技術開発として開始した。

中間評価以降、家畜改良増殖目標、酪農及び肉用牛生産の近代化を図るための基本方針、並びに農林水産研究基本計画はいずれも改訂されたが、同様の目標は引き続き明示されていることから、本プロジェクトの重要性は依然として高く、得られた研究成果の技術的意義は高い。なお、各課題における研究成果の独創性、革新性、先導性または実用性については、以下のとおりである。

#### <課題①：DNAマーカー育種の高度化のための技術開発>

家畜の生産性向上には、繁殖能力、飼料利用性、日和見感染などによる損耗率を改善することが必要である。そのため本課題では、全ゲノム解読情報に基づき、多様な飼育系統群の詳細なSNP情報(※10)等を活用して、家畜の生産性に関するDNAマーカーを開発しているが、この課題で対象とする経済形質は複数の遺伝子から規定され、技術的に非常に高度であると考えられることなどから、他者において同様の研究開発が確認できず、科学的な先導性が認められる。技術開発終了後、コンソーシアムに参画している民間企業をはじめとして、得られたDNAマーカーを選抜や育種に活用する体制が構築されていることから実用性も高い。

#### <課題②：繁殖サイクルの短縮や受胎率向上のための技術開発>

現在、畜産の現場では受胎率の低下や分娩間隔の延長により、家畜の生産性が低下している。本課題では、超早期妊娠診断に用いることが可能な受胎性関連遺伝子を初めて見出し、これを基にした超早期妊娠診断技術を開発中であり、科学的な独創性及び先導性は高い。本技術により、繁殖現場において不受胎が摘発できれば、発情回帰を待たずに当該雌牛を次の繁殖に積極的に供用できることから技術的意義も非常に高い。また、分娩後早期に生殖機能を賦活化させる技術は、研究開始に先立って解明した繁殖に関わる脳内機構を基盤とするものであり、他に代用可能な方法がないことから、科学的な独創性や先導性が認められる。本課題には民間企業が参画しており、技術開発終了後、分娩後の繁殖再開を早める薬として販売予定であることから実用性も高い。

#### <課題③：優れたワクチン開発のための技術開発>

本課題では、経済損失の大きい乳房炎や牛ウイルス性下痢粘膜病(BVD-MD)等の疾病に対する新規ワクチンや、ワクチン接種省力化のために、単回投与で複数の疾病に有効な生ワクチン、経口・経鼻等の経路を介して簡単に投与できる新たなワクチン技術の開発を進めており、開発技術の技術的意義は高い。また、様々な畜種に感染できる豚丹毒菌を基にしたベクターワクチン技術の開発では、豚丹毒菌(※11)の遺伝子破壊株を多数作製して豚丹毒菌の免疫原性を持つ弱毒株を選定して、既存のベクターワクチンに比べてさらに病原性を低下させることに成功するなど、技術的意義に加えて高い科学的意義も認められる。

## ①研究目標の達成度

<課題①：DNAマーカー育種の高度化のための技術開発>

アウトプット目標①「複数の遺伝子の支配される家畜の重要形質について、豚の飼料利用性・抗病性・繁殖性（1腹産子数、離乳時産子総体重）、牛の繁殖性に関するゲノム領域を5つ以上特定し、DNAマーカーを開発」を達成するための技術開発を推進し、これまでに以下の成果を得た。

(豚について)

○ 飼料利用性に関しては、中間評価までに、ランドレース種、デュロック種及び大ヨークシャー種約1,500頭分の飼料摂取量および増体量のデータを収集し、ゲノムワイド相関解析を用いて有用ゲノム領域を探索した。中間評価以降、ランドレース種の飼料利用性に関しては、一日当たり増体量に關与するゲノム領域を18か所特定した。デュロック種の飼料利用性については、今年度中に有用ゲノム領域の同定が完了する予定である。また、デュロック種の増体性及び筋肉内脂肪含量の系統間差に關係する遺伝子を単離した。これらは全てDNAマーカー候補として効果を検証する予定である。

○ 抗病性に関しては、中間評価までに、離乳後多臓器性発育不良症候群（PMWS、※12）及びマイコプラズマ性肺炎（※13）への感受性に關連するゲノム領域を特定した。また、細菌性・ウイルス性下痢の原因となる、サルモネラ菌等の認識能が低下する遺伝子多型及びロタウイルス等を認識する受容体分子を明らかにした（Shinkai et al., 2015）。中間評価以降、複数の集団において、PMWSやマイコプラズマ性肺炎に対する感受性と關連のあるゲノム領域を少なくとも3カ所特定するなど、抗病性マーカーの候補を同定した。そのほか、ウイルス等の認識に關連する遺伝子中の多型を明らかにした。

○ 繁殖性に関するDNAマーカーについては、中間評価までに、産子数に關連するゲノム領域を検出した。中間評価以降、大ヨークシャー種の着床に關わる遺伝子を明らかにしたほか、繁殖性に關連するゲノム領域を特定した。また、ランドレース種の生存産子数等に關連する複数のゲノム領域を同定した。これにより、繁殖性に関するマーカーとしての検証が可能となった。

(牛について)

○ ホルスタイン種の繁殖性に関して、これまでに、受胎率にかかわる染色体領域を検出し、新たに5個の責任遺伝子を新たに特定し、受胎率を4.8%向上させる遺伝子型の診断法を開発し特許を出願した（Sugimoto et al. 2013; Sugimoto et al. 2015）（主要成果として別添）。

○ 黒毛和種の繁殖性に関して、中間評価までに、初回分娩月齢等について約700頭のデータを収集し、ゲノムワイド相関解析を開始した。その後、分娩間隔にかかわる候補SNPを同定し、このSNP型により分娩間隔が24日短縮できることが示唆された。

<課題②：繁殖サイクルの短縮や受胎率向上のための技術開発>

アウトプット目標②「受胎性に關連する遺伝子を3つ以上特定し、その情報を利用した超早期妊娠診断や分娩後の早期排卵誘起等、分娩間隔を短縮させる新たな繁殖機能制御技術を開発」に向けた技術開発を推進し、これまでに以下の成果を得た。

○ 受胎性に關連する遺伝子に関しては、中間評価までに、4つの受胎性關連遺伝子（MX1、MX2、ISG15、OAS1）を特定した。中間評価以降、新たに關連遺伝子（PPARD、CYP21A2、Msx2等）を特定するなどし、受胎によって生じる生理的変化を明らかにした。また、これらの情報を活用して、人工授精後18日目に的中率約80%の精度で妊娠診断できることを示した。一方、遺伝子を用いた妊娠診断技術の開発と併せて、分解されやすい血中のRNAを安定化できる特殊採血管を使用して本診断法の簡易化に取組み、実用的な診断に活用できることを示した。

○ 分娩後の早期排卵誘起に関しては、中間評価までに、家畜繁殖制御薬の候補となる新規ニューロキニン作動薬（※14）を複数開発した。中間評価以降、新たに確立したニューロキニン作動薬の生体内活性評価法により、最も優れた活性を持つ新規作動薬を選抜した（主要成果として別添）。また、薬効の最大化には持続した投与が有効であることが判明したため、優れた薬剤徐放技術を持つDSファーマアニマルヘルス社（DS社）と連携して技術開発を進めることとした。加えて、新規作動薬の化学合成プロセスを確立しつつあるなど、研究成果の実用化を見据えた技術開発を進めている。

○ 上記に加え、受胎性評価に關し、中間評価までに、オキシトシン（※15）投与後のプロスタグ

ランジン（※16）血中濃度の変化等が、牛の受胎性に関与していることを見出した。中間評価以降、オキシトシン投与後の血中ホルモン濃度の変化を指標として、受胎性評価の基準となる判別式を作成し、発情周期の18-19日目に受胎性の高低を評価できる手法を開発した。併せて、市販のヘパリン採血管（※17）により、血中ホルモンを安定化させる処理が不要になることが判明したため、受胎性評価の簡便化に活用できることを示した。

#### <課題③：優れたワクチン開発のための技術開発>

アウトプット目標③の前半部分である「乳房炎、BVD-MD、PRRSに対する省力投与可能なワクチン候補の開発と対象家畜における予防効果の確認」に向けて技術開発を推進し、これまでに以下の成果を得た。

○ 黄色ブドウ球菌性乳房炎に関しては、中間評価までに、ポリアクリル酸（※18）を用いて試作したワクチンの母牛への経鼻投与により、乳汁中における分泌型抗体を確認した。中間評価以降、新たにナノゲルを用いて試作した黄色ブドウ球菌死菌ワクチンを経鼻投与したところ、乳汁中へのIgA抗体の分泌誘導能を改善できたほか、病原性菌を用いた感染試験により病原菌の増殖及び臨床症状を抑えられることを明らかにした。

○ BVD-MD用ワクチンについては、中間評価までに、ワクチン用ベクター候補となる牛パラインフルエンザウイルス3型（BPIV3）（※19）の遺伝子組換え技術ならびに再構成技術を確認した（Ohkura et al, 2015）。また、ウイルス等の感染性材料を使用せずに家畜に免疫誘導する技術として、BVD-MDを引き起こす牛ウイルス性下痢ウイルス（BVDV）の外被タンパク質のみを組み込んだプラスミドDNA型ワクチン（※20）を作製し、マウスへの接種により市販ワクチンに匹敵する抗体の誘導を確認した。中間評価以降、BPIV3ベクターについては、開発した組換え技術を用いて、ウイルス表面にBVDV由来の抗原を発現誘導させるベクターを構築し、ハムスターに接種することにより抗体誘導能を確認した。プラスミドDNA型ワクチン製剤については、BVDVに由来する抗原遺伝子を挿入したプラスミドDNA型ワクチンをマウスに接種し、免疫応答を解析したところ、単独で抗体を誘導するほか、市販不活化ワクチンとの併用で免疫応答性を増強でき、牛においても抗体を誘導できることを見出した。

○ PRRSワクチンについては、中間評価までに、ワクチン候補の製造に向けて、抗原決定基を含むサブユニットの遺伝子組換え体の発現系を構築したほか、ウイルスゲノムからウイルス粒子を再構成してワクチン抗原とするためにウイルス遺伝子の取得を進めた。中間評価以降、ワクチン抗原の発現量が十分ではないことが判明したため、ウイルス粒子の再構成に向けた取り組みに重点をおき、これまでにウイルスゲノムのcDNA全体をカバーできる複数のDNA断片領域を取得した。

また、アウトプット目標③の後半部分である「対象家畜における効果的な免疫誘導技術（様々なワクチン等に対応できる汎用技術）の開発」に向けて技術開発を推進し、これまでに以下の成果を得た。

○ 汎用技術の一つとして機能性リポソーム（※21）の開発に取り組み、中間評価までに、細胞内pHに応答して細胞膜への融合を促進できるポリマーを開発し、本ポリマーで作製したリポソーム（機能性リポソーム）に保持された抗原が抗原提示細胞へ輸送されることを確認した（Yuba et al, 2013、Watarai et al, 2013）。中間評価以降、抗原を保持した機能性リポソームの経鼻投与による免疫応答を検討したところ、アジュバント（※22）として $\alpha$ -ガラクトシルセラミドを組み込んだ場合に、腸管内に分泌される分泌型抗体の抗体価が最も高くなることを見出した（Watarai et al, 2014）。さらに、組成や調製法を最適化した機能性リポソームを乳頭経由で接種したところ、乳汁中に抗原特異的なIgA抗体の分泌を誘導できることを示した。

○ 汎用技術の一つとしてベクターワクチンの開発に取り組み、中間評価までに、豚丹毒菌の遺伝子破壊株による動物接種試験によって多数の新規病原遺伝子を特定した（Shi et al, 2013、Harada et al, 2014）ほか、分泌型抗原を高発現できる内因性の遺伝子発現ユニットを特定した。中間評価以降、本課題で特定した豚丹毒菌の新規病原因子を破壊した無毒性株を樹立し（主要成果として別添、特許出願済み）、ワクチンベクターとしての有効性を確認した。

## ②研究目標の今後の達成可能性

アウトプット目標①「複数の遺伝子の支配される家畜の重要形質について、豚の飼料利用性・抗病性・繁殖性（1腹産子数、離乳時産子総体重）、牛の繁殖性に関するゲノム領域を5つ以上特定し、DNAマーカーを開発」に向けて、これまでに特定したゲノム領域は、品種や系統にもよるが、豚飼料利用性18カ所（ただし一日当たり増体量として）、抗病性5カ所、繁殖性19カ所（ただし生存産子数として）、牛の繁殖性5遺伝子など、形質毎に複数のゲノム領域を特定できたため、最終年度は集団による効果の検証に注力して、形質毎に寄与率の高いゲノム領域を絞り込んでマーカーセットとすることにより、研究目標に掲げたDNAマーカーを開発できる可能性は非常に高い。

アウトプット目標②「受胎性に関連する遺伝子を3つ以上特定し、その情報を利用した超早期妊娠診断や分娩後の早期排卵誘起等、分娩間隔を短縮させる新たな繁殖機能制御技術を開発」に向けて、これまでに受胎性に関する遺伝子を9つ特定できたことから、最終年度は基盤技術の確立や精度向上等の実用化に向けた取組を重点化する。受胎性に関連する遺伝子を活用した超早期妊娠診断技術に関しては、研究期間終了時までには、試験例数を増加させて人工授精後18日での的中率を90%程度にまで向上できる見込みである。分娩後の早期排卵誘起に関しては、研究期間終了時までには、新規作動薬の大量合成法及び徐放基材等を決定し、その後に予定している治験等を遅滞なく開始させる。

アウトプット目標③の前半部分である「乳房炎、BVD-MD、PRRSに対する省力投与可能なワクチン候補の開発と対象家畜における予防効果の確認」に向けて、これまでにワクチン候補の開発と抗体誘導が確認できたことから、最終年度は対象家畜による検証に重点化する。乳房炎に関しては、研究期間終了時までには、試験例を積み増すことにより、経鼻投与可能なワクチンの最終候補が開発できる見込みである。BVD-MD用ワクチンについては、現時点で最も有望なプラスミドDNA型ワクチンのワクチン候補の開発に注力して、研究期間終了時までには、牛を用いて接種方法の最適化を図りつつ、BVDV感染阻止効果を明らかにする。PRRSワクチンについては、計画していたワクチン抗原の取得に難航したため、cDNAを基に組換えウイルスを作出する方法によるワクチン候補の製造に注力することとした。研究期間終了時までには、感染性cDNA構築とウイルスの回収までを確実に達成することにより、その後のワクチン候補開発に繋げることとしている。

アウトプット目標③の後半部分である「対象家畜における効果的な免疫誘導技術（様々なワクチン等に対応できる汎用技術）の開発」に向けて、汎用技術として機能性リポソームとベクターワクチンが開発できたことから、最終年度は適用可能性の検証に重点を置くこととしている。また、これまでに機能性リポソームの基本性能を確認できたため、研究期間終了後までに、本課題のワクチン候補開発を実施する小課題との共同開発を一層深めることにより、活用可能性を広く検討する。

以上により、③のワクチン開発に関しては、PRRSに対する省力ワクチン候補の開発が達成できない見込みであるものの、その他の目標は全て達成される見込みであり、特に①のゲノム領域の特定については、大幅に目標を上回っているほか、②では遺伝情報以外にプロスタグランジンを用いた受胎性の評価法も開発するなど、研究目標を超える成果が期待できることから、達成度は非常に高い。

<b>3. 研究が社会・経済等に及ぼす効果（アウトカム目標）とその実現に向けた研究成果の普及・実用化の道筋（ロードマップ）の明確性</b>	<b>ランク：A</b>
---	--------------

### ①アウトカム目標達成の可能性

本課題では、平成32年に家畜の生産性向上及び衛生対策費の削減による500億円規模の生産コストを削減するとともに、実用的な新規ワクチン等の開発による海外市場も含めた200～300億円規模の動物医薬市場を開拓することをアウトカム目標としている。中間評価において具体的な数値目標の試算根拠を示したものの、課題①で開発中のDNAマーカーを活用した遺伝的改良の経済効果は、平成32年時点では見込めないと試算していなかった。現時点で、DNAマーカーに関するアウトプット目標が達成できる見込みであることが確認できたため、以下のとおり当該部分を追加する。

<課題①：DNAマーカー育種の高度化のための技術開発>

(豚について)

○ 開発した飼料利用性に関するDNAマーカーを活用して育種した豚について、飼料要求率が従来の3.3(1)から3.2に向上できると仮定すると、飼料費削減による年間の経済効果は、飼料要求率算出に用いる増体量75kg、飼料単価32円/kg(2)、豚の年間出荷頭数1,640万頭(3)とすると、年間約39億円(75kg×1,640万頭×32円/kg×(3.3-3.2))と試算できる。

(1) 家畜改良増殖目標(農林水産省、平成22年)

(2) <http://www.camb.co.jp/service/>

(3) 平成23年畜産物流通統計

○ 開発した抗病性(PRRS及びマイコプラズマ性肺炎)に関するDNAマーカーを活用して育種した豚について、PRRS及びマイコプラズマ性肺炎による経済損失(394億円(4)、116億円(5))の2割を回避できるとすると、年間約102億円((394億円+116億円)×0.2)の経済効果が見込まれる。

(4) 豚病研究会報(54, 8-13)から試算

(5) 平成23年畜産物流通統計

○ 開発した繁殖性に関するDNAマーカーを活用して育種した豚について、1腹産子数を現状の年間9.9頭から10.8頭に増加できる(6)と仮定すると、子取り用雌豚数885,300頭(7)、肥育豚の出荷率88%(8)並びに肥育豚一頭当たりの所得3,159円(9)を踏まえて、一腹当たりの産子数増加による生産者の所得増は約22億円(885,300頭×(10.8頭-9.9頭)×0.88×3,159円)と試算できる。

(6) ランドレースの値、家畜改良増殖目標(H22、農林水産省)

(7) 畜産統計(H26、農林水産省)

(8) 養豚統計指標の離乳時育成率(95%)及び肥育豚事故率(5%)から算出

(9) 畜産統計(H25、農林水産省)

(牛について)

○ 開発した受胎性に関するDNAマーカーを活用して乳用牛を選抜することにより、現在の不受胎率55%を50%に低減できると仮定すると、乳用牛(成雌)約96万頭、空胎期間1日あたりの損失額1,200円(11)、短縮できる空胎期間21日を踏まえると、受胎率改善による経済効果は約12億円(約96万頭×0.05×1,200円×21日間)と試算できる。

(11) LIAZ NEWS(No. 64、H12、家畜改良事業団)

以上より、課題①で開発されるDNAマーカーを活用した家畜の遺伝的改良の経済効果は、合計約175億円である。中間評価時に試算した、課題②と③から算出される家畜の生産性向上及び衛生対策費の削減による約542億円及び動物医薬品市場の開拓による約288億円とあわせて、約1000億円規模の経済効果が見込まれる。

また、アウトカム目標を達成するために、来年度はアウトリーチ活動を一層活発に実施することとしており、得られた成果を様々な場で関係者に広く周知することにより、課題終了後の実用化や製品化等を可能にする連携関係を積極的に構築する。

**②研究成果の活用方法の明確性**

<課題①：DNAマーカー育種の高度化のための技術開発>

本課題では牛・豚ともに、国内の商用集団を用いて生産性に関連するゲノム領域の単離を行っており、民間企業等と共同で技術開発を進めていることから、研究成果であるDNAマーカーはそのままそれらの集団の育種改良に用いることができる。原因遺伝子として同定した遺伝子上に開発されたDNAマーカーは他集団でも利用可能であることから、それらの効果を科学的に検証し公表するなどして、広く実需者が活用できるようにする。

<課題②：繁殖サイクルの短縮や受胎率向上のための技術開発>

繁殖機能に関わる科学的知見を基に開発した超早期妊娠診断技術等の研究成果は、国立研究開発法

人、都道府県、大学、民間企業の研究機関と共同して、交付金や競争的資金を活用しながら実証研究を行い、獣医師への診断技術の普及や診断キットとしての製品化によって産業利用を図る。また、卵巣機能賦活化技術については、研究期間の途中から民間企業をコンソーシアムに組み入れることにより、技術開発終了後に動物用医薬品の申請に必要な試験を遅滞なく進めることとしている。

#### <課題③：優れたワクチン開発のための技術開発>

本課題で対象とする疾病はいずれも根治が困難かつ予防の難しい疾病であり、畜産農家の経営に甚大な影響を与えることから、新規ワクチンの開発に対する要望が強い。これらのワクチン開発は予算や施設等の観点から、産官学で連携して信頼性の高いデータを着実に積み増すことが効果的であることから、実用化を見据えて、技術開発の当初から国立研究開発法人、実用化を担う民間企業並びに大学をコンソーシアムに組み入れて技術開発を実施している。

#### ③他の研究への波及可能性（該当しない場合は評価から除外）

本課題で得られる家畜のゲノム情報や遺伝子情報、生理活性物質による繁殖制御機構、並びにワクチン開発に関係する基盤的な知見・手法は、獣医学、栄養学、生理学等幅広い研究分野の基盤として活用される。

### 4. 研究推進方法の妥当性

ランク：A

#### ①研究計画の妥当性（的確な見直しが行われてきたか等）

外部有識者4名及び関係する行政部局で構成する「委託プロジェクト研究運営委員会」を組織し、各小課題の進捗状況を踏まえて、実施計画、課題構成の見直し等の適切な進行管理を行った。これまでに見直した小課題は以下のとおり。

課題①のうち「抗病性遺伝子機能解析のための解析システムの構築とその利用」については、様々な遺伝子型を持つブタ個体から取り出した免疫細胞の能力評価という当初目標を早期に達成できたため平成26年度で終了した。また、「ブタの離乳時産子総体重等に関連するQTL領域の探索とDNAマーカーの開発」については、ブタ骨格筋組織由来の細胞株の樹立にかかる技術開発を推進していたが、増体性QTL等に関する候補遺伝子の機能解析に重点化する方針としたことなどからH26年度で終了した。

課題②のうち「卵巣と卵管機能制御機構の解明」、「キスペプチン神経細胞発火機構の解明」並びに「ウシおよびヤギキスペプチン神経細胞株の樹立」で実施していた基礎的研究項目については、当初の目標を達成したためH26年度で終了とした。「キスペプチン神経系による繁殖機能制御機構の解明」及び「ウシにおけるキスペプチン/ニューロキニン系を応用した過剰排卵技術の開発」については、ニューロキニン作動薬を用いた繁殖制御技術開発に焦点を絞ることとしたためH26年度で終了した。

課題③のうち「リポソームを用いた安全なPRRSウイルス用の経鼻多価ワクチンの開発」では、抗原タンパク質の組換え生産に難航したため、平成27年度よりウイルスゲノムの完全長cDNAからウイルスゲノムを合成し、ウイルス粒子を再構成してワクチン抗原に用いる技術の開発に集中することとした。「ヒストフィルス・ソムニ菌体表面蛋白質遺伝子改変株を用いた牛呼吸器病に対する弱毒生ワクチンおよび多価ワクチンベクターの開発」及び「優れたワクチン開発のための抗原送達技術の開発」のうち、進捗が遅れていたワクチンベクターの構築に関するテーマを平成26年度で終了した。

#### ②研究推進体制の妥当性

研究開始以降これまでに、運営委員会を11回（年間3回程度）開催して、課題の見直しや推進方針を適宜検討した。例えば、平成26年度の運営委員会では、3課題を構成する全小課題について目標達成度や今後の方針を改めて検討し、①に記載した小課題の廃止や配分予算の重点化等を取りまとめたほか、アウトカムの達成を見据えてDSファーマ社のコンソーシアムへの組み入れを決定するなど、限られた予算で最大限の成果を達成するために研究推進の効率化や重点化を検討した。

### ③投入された研究資源（予算）の規模及び配分の妥当性

「2. 研究目標の達成度及び今後の達成可能性」に記載のとおり、現時点での技術開発の進捗は当初計画から大きく外れるものではなく、アウトプット目標は達成できる見込みである。また、本事業では実用化を担う民間企業がコンソーシアムに参画していることに加えて、民間企業が参画していない技術についても、来年度に計画している成果のアウトリーチを活発に実施することを通じて、実用化や製品化等に必要となる連携先を見出すことにより、これらを前提としたアウトカム目標、年間500億円規模の生産コスト削減を超える700億円規模の経済効果が想定されることから、本課題の研究資源（5年間で15億円）の規模は妥当である。

一方、資金の配分については、行政ニーズが高く、研究が順調に進捗しているものに資源を優先的に配分するほか、進捗が遅れている場合であっても課題解決に向けた行政ニーズが高いものは、その要因を把握した上で加速するなど、一定の基準を設けて重点配分の要否を検討したうえで予算を配分した。また、研究期間の後半では、家畜を用いた検証試験が必要になることなどから、この推進に適した予算の配分とした。

**【総括評価】** ※総括評価の欄は、評価専門委員会において記載（事務局による評価段階では空欄）

**ランク：S**

#### 1. 委託プロジェクト研究課題全体の実績に関する所見

DNAマーカーの開発等、目標を超える非常に優れた研究成果が得られており、高く評価する。  
また、研究成果の実用化に向けたロードマップも明確にされており、それに沿って研究されていることを高く評価する。

#### 2. 今後検討を要する事項に関する所見

本研究で得られた成果は重要な知財であることから、特許戦略、知財戦略について、十分検討することを期待する。  
また、研究現場で、研究成果の知財意識をより高めていくことが必要である。



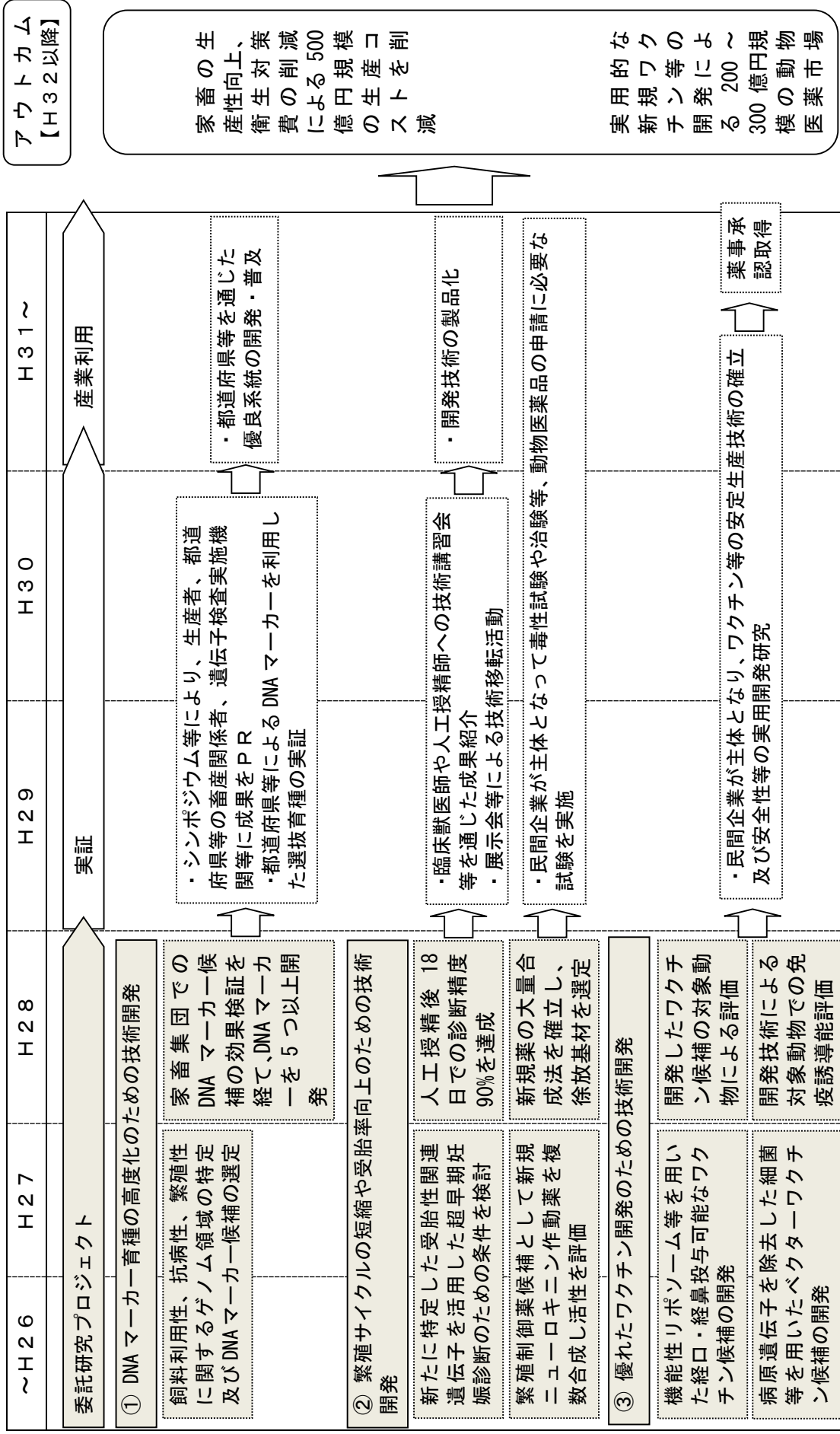
[研究課題名] 【生産現場強化のための研究開発】生産システム革新のための研究開発のうち、家畜の革新的な育種・繁殖・疾病予防技術の開発

用語	用語の意味	※番号
DNAマーカー	遺伝子の染色体上の存在位置の目印となる塩基配列。	1
遺伝子多型	遺伝子を構成している塩基配列の個体差であり、集団の1%以上の頻度で見られるもの。	2
連鎖	同一染色体上に二組の独立した形質を決定する遺伝子の組が存在し、その遺伝子の組み合わせが高頻度に子孫に伝わる現象。	3
連鎖解析	DNAマーカーと表現形質の連鎖関係を調べ、表現形質を支配する遺伝子の近傍に存在するDNAマーカーを推定する解析法。	
ゲノムワイド 相関解析	ゲノム全体を網羅するSNPの型と表現形質との相関を解析すること。	4
ベクター	遺伝子等を目的の部位へ運ぶ媒体のこと。本プロジェクトでは、ベクターとして弱毒化した細菌やウイルスワクチン株を利用。	5
乳房炎	黄色ブドウ球菌、レンサ球菌、大腸菌などが乳頭口を経由して、あるいは乳房・乳頭の損傷部位などから侵入することにより発症する感染性の炎症。異常乳の分泌や乳量の低下を引き起こすとともに、罹患中ならびに治療期間中は出荷停止となるため、酪農家に莫大な損害を与える疾病である。	6
豚繁殖・呼吸 障害症候群 (P RRS)	豚繁殖・呼吸障害症候群ウイルスにより感染する届出伝染病。季節に関係なく、全ての日齢の豚に感染し、生産ステージにより多様な病態を示す。母豚では、主に妊娠後期の流死産が特徴であり、哺乳豚では、虚弱、呼吸困難、高い死亡率を示し、離乳・肥育豚では、食欲不振、咳を伴わない呼吸困難、増体率の減少、死亡率の上昇が見られる。	7
牛ウイルス性 下痢粘膜病 (B VD-MD)	牛ウイルス性下痢ウイルスにより感染する届出伝染病。季節、地域に関係なく発生し、妊娠牛に感染すると流死産や先天性奇形を引き起こす。また、流産せずに誕生した子牛は免疫寛容状態となり、成長とともに大量のウイルスを放出する持続感染牛として本疾病の感染源となる。牛、豚、羊、山羊、鹿等に感染するが、牛が最も感受性が高い。	8
ベクターワク チン	ベクターを用いたワクチン。	9
SNP	Single Nucleotide Polymorphismの略称。ゲノム塩基配列中で一塩基が変異し、その変異が集団内で1%以上の頻度で見られるもの。	10
豚丹毒菌	豚丹毒菌による陸棲、水棲哺乳類、鳥類の感染症で、世界中で発生が見られる。産業的にはブタでの被害が最も多く、わが国ではブタおよびイノシシでの本疾病への感染は届出伝染病に指定されている。	11
離乳後多臓器 性発育不良症 候群	離乳後多臓器性発育不良症候群 (PMWS) は、ブタサーコウイルス2型 (PCV2) 感染を主要原因とする豚の新興感染症。	12
マイコプラズ マ性肺炎	感染率が極めて高い日和見感染症。致死性は高くないが、発育遅延、飼料効率の低下を引き起こすため産業的被害が甚大になる。	13
ニューロキニ ン	脳内に分布しているペプチドで、痛みや嘔吐、炎症反応の促進など様々な生理作用を持ち、近年、キヌペプチン神経細胞を興奮させる作用を持つことが明らかにされてきている。	14
オキシトシン	下垂体から分泌される、9個のアミノ酸からなるペプチドホルモン。分娩時の子宮収縮作用や乳腺の筋線維を収縮させて乳汁の分泌を促す作用などを持つ。	15
プロスタグラン ジン	細胞膜中のリン脂質から生合成される生理活性物質。黄体を消滅させたり、子宮を収縮させる作用を持つ。	16
ヘパリン採血 管	血液が凝固するのを防ぐ作用を持つヘパリンが含まれた採血用遠心管。	17
ポリアクリル	免疫補助活性を持つ高吸水性高分子。親水性のカルボキシル基を有し、網目構造の	18

酸	中に多数の水分子を取り込んでゲル構造を作る。	
牛パラインフルエンザウイルス3型	牛に、人のカゼに似た症状を示す呼吸器疾患の原因ウイルス。病原性は強くないが、輸送あるいは放牧の直後等の各種ストレスを受けると発病しやすい。	19
プラスミドDNA型ワクチン	プラスミドDNAと呼ばれる環状DNAに抗原を発現する遺伝子を組み込み、それをワクチンとして利用するもの。	20
リポソーム	リン脂質等の親水部と疎水部を持つ化合物が自己組織化することにより形成される粒子。	21
アジュバント	ワクチンの効果を高めるために、ワクチン投与の際に添加する物質。	22

【ロードマップ（終了時評価段階）】

ゲノム情報を活用した家畜の革新的な育種・繁殖・疾病予防技術の開発



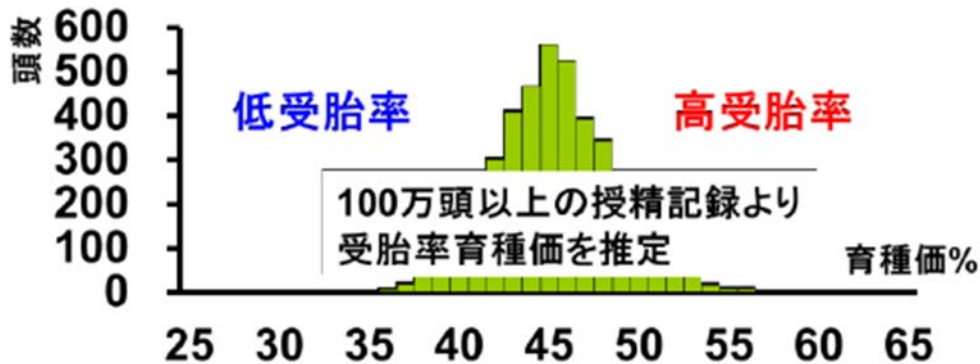
# DNAマーカー育種の高度化のための技術開発

## 研究概要

わが国のウシ、ブタ等の家畜の生産性向上のため、抗病性、繁殖性、飼料利用性を対象として、育種改良に有効なDNAマーカーを開発することにより、ゲノム育種手法の高度化を図る。

## 主要成果

### 受胎性の高いウシの選抜に有効なDNAマーカーを開発



低受胎率群および高受胎率群から192個体ずつを選抜し、全ゲノム領域にわたり、遺伝子多型と受胎率との関連を解析

ホルスタイン種の受胎率を高める **PKP2** [細胞間の情報伝達]  
**SETD6** [ホルモン分泌] **CACNB2** [ホルモン反応性]  
**CTTNBP2NL**[Gap結合] の遺伝子診断法を開発 (～H25)

4つの遺伝子により、受胎率を**3.5%**上昇させる

さらに受胎率を向上させる **UNC5C** [受精卵の成熟]  
および**FLI1** [着床に関与] の遺伝子診断法を開発 (～H27)

合計6つの遺伝子により、受胎率 (現在約45%) を**4.8%**上昇させる

遺伝子診断により受胎性の向上が期待できる。

## 今後の方針

- ① 受胎性の向上に寄与する種畜の作出に適用
- ② 遺伝子診断による長期不受胎牛の淘汰の判断に応用

# 繁殖サイクルの短縮や受胎率向上のための技術開発

## ヤギのリアルタイム生体内評価系を用いたニューロキニン作動薬の活性評価

### 研究概要

ウシの繁殖サイクルの短縮と受胎率向上のため、妊娠に関わる遺伝子機構に基づく超早期妊娠診断法や長期不受胎牛判定法の開発ならびに卵巣機能を回復する新たな繁殖制御技術の開発を行う。

### 主要成果

#### 新規ニューロキニン作動薬の簡便かつ効果的な投与法を開発

既存ニューロキニン作動薬



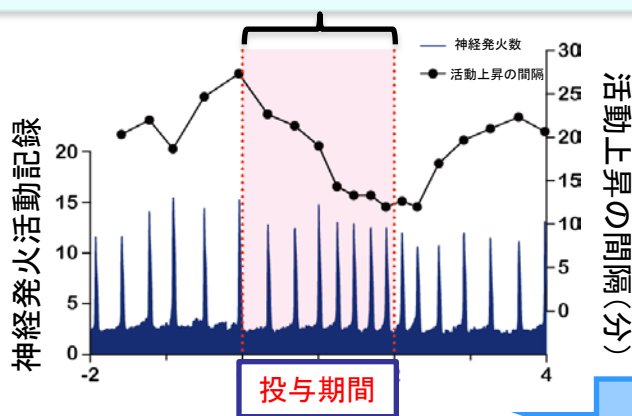
置換、修飾

効力・持続性が向上した  
新規作動薬を選抜  
(特願2015-215128)

投与



新規作動薬の簡便な投与により神経活動が上昇



新規作動薬の投与により(左図:投与期間)、脳内にある繁殖中枢の神経活動が活性化される結果(活動上昇の間隔が短縮)、性腺刺激ホルモンの分泌頻度が高まることによって卵巣機能が活性化すると考えられる。

分娩後の卵巣機能を回復させる新たな薬剤の開発につながる成果

### 今後の方針

- ①ウシにおける新規作動薬の簡便・効果的投与条件の最適化
- ②分娩後のウシなどを用いた試験

# 優れたワクチンの開発のための技術開発

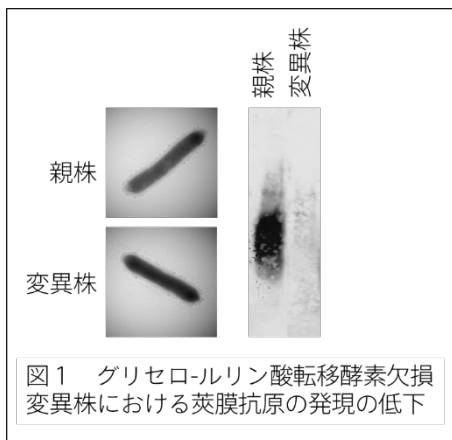
## 家畜・家禽に使用できる 汎用性ワクチンベクタープラットフォーム技術の開発

### 研究概要

ワクチンは畜産経営重要な衛生対策であるが、コストや労力の観点から接種を控える農家も多い。本研究では、種々の動物種に対して免疫力を付与できる豚丹毒菌を対象に、汎用性、有効性が高く、省力的で安価かつ安全なワクチン用ベクターの開発を目指す。

### 主要成果

## 種々の動物種に経口摂取できる 安全で汎用性の高いワクチンベクターを開発



豚丹毒菌遺伝子をランダムに破壊し、破壊部位の同定ならびに病原性の確認によって特定した新規の病原因子(グリセロールリン酸転移酵素)遺伝子を持たない豚丹毒菌変異株を樹立した。この菌は莢膜と呼ばれる最外層の病原タンパク質の量が低下している。(図1)

表1 変異株の無菌豚に対する病原性

接種した菌 (接種菌数、接種経路)	接種後の 症状	生残数/ 試験数
変異株 (菌数 $3 \times 10^9$ /頭、皮下接種)	なし	4/4
現行ワクチン株 (菌数 $3 \times 10^9$ /頭、皮下接種)	3日目までに死亡	0/4

豚丹毒菌に高感受性の無菌豚に接種しても、樹立した変異株は病原性を呈さない(表1)。さらに、経口投与後に病原性株を感染させたところ、完全な防御効果を示した。

新たに樹立された変異株は安全な細菌ベクター素材として活用が期待できる(特許出願中)。

### 今後の方針

当該変異株に様々な異種病原体の抗原遺伝子を導入して、菌体表面タンパク質あるいは分泌型タンパク質として産生させ、その免疫誘導能を検証する。

論文数等共通事項調査票

(平成27年12月31日調査時点)

事業名						
実施期間	平成24～28年度			評価段階	終了時	
予算額 (百万円)	初年度 (24年度)	2年度目 (25年度)	3年度目 (26年度)	4年度目 (27年度)	5年度目 (28年度)	総合計
	380	342	308	246	211	1,487

項目	① 査読論文	②国内 特許権等 出願	③海外 特許権等 出願	④国内 品種登録 出願	⑤ プレス リリース	⑥ アウトリーチ 活動
実績件数	92	6	2	0	2	31

具体的な実績(件数の多いものについては、代表的なもの(10件程度)を記載。)

①査読論文

- Sugimoto M, Gotoh Y, Kawahara T, Sugimoto Y. (2015) Molecular Effects of Polymorphism in the 3' UTR of Unc-5 homolog C Associated with Conception Rate in Holsteins. PLoS ONE 10:e0131283.
- Sugimoto M, Sasaki S, Gotoh Y, Nakamura Y, Aoyagi Y, Kawahara T, Sugimoto Y. (2013) Genetic variants related to gap junctions and hormone secretion influence conception rates in cows. Proc Natl Acad Sci U S A. 110:19495-500.
- Shinkai H, Matsumoto T, Toki D, Okumura N, Terada K, Uenishi H. (2015) Porcine NOD1 polymorphisms with impaired ligand recognition and their distribution in pig populations. Mol. Immunol. 63:305-311.
- Sakumoto R et al. (2015), Gene expression profiles in the bovine corpus luteum (CL) during the estrous cycle and pregnancy: Possible roles of chemokines in regulating CL function during pregnancy. J Reprod Dev, 61: 42-48.
- Kobayashi Y et al. (2013), Summer heat stress affects prostaglandin synthesis in the bovine oviduct. Reproduction, 146: 103-110.
- Yamamura T et al. (2014), Effects of intravenous administration of neurokinin receptor subtype-selective agonists on gonadotropin-releasing hormone pulse generator activity and luteinizing hormone secretion in goats. J Reprod Dev, 61: 20-29.
- Misu R et al. (2014), Development of novel neurokinin 3 receptor (NK3R) selective agonists with resistance to proteolytic degradation. J Med Chem, 8646-8651.
- Harada T et al. (2014), Phosphorylcholine and SpaA, a choline-binding protein, are involved in the adherence of Erysipelothrix rhusiopathiae to porcine endothelial cells, but this adherence is not mediated by the PAF receptor. Vet. Microbiol. 172: 216-222.
- Shi F et al. (2013), Characterization and identification of a novel candidate vaccine protein through systematic analysis of extracellular proteins of Erysipelothrix rhusiopathiae. Infect. Immun. 81: 4333-4340.
- Watarai, S. and Sasaki, Y. (2014). Evaluation of stearylamine-modified liposomes for the oral vaccine adjuvant. J Infect. Dis. Ther. 2:141.
- Yuba, E et al. (2013). A liposome-based antigen delivery system using pH-sensitive fusogenic polymers for cancer immunotherapy. Biomaterials, 34: 3042-3052.
- Ohkura T, Minakuchi M, Sagai M, Kokuho T, Konishi M, Kameyama KI, and Takeuchi K. (2015). Infection of the upper respiratory tract of hamsters by the bovine parainfluenza virus type 3 BN-1 strain expressing enhanced green fluorescent protein. Virology, 476: 134-140.

②③④(国内外)特許権等出願・品種登録

- ウシの受胎率の判定方法 出願番号 2013-111480
- 新規NK3受容体アゴニスト 出願番号 特願2015-215128
- 新規NK3受容体アゴニスト 出願番号 特願2013-253534
- 新規NK3受容体アゴニスト 出願番号 PCT/JP2014/082217
- 新規NK3受容体アゴニスト 出願番号 特願2012-231920
- 新規NK3受容体アゴニスト 出願番号 PCT/JP2013/078278
- アカバネウイルスに対する中和抗体を誘導するペプチド 特願2014-032120(特開2014-156814)
- CDP-グリセロールグリセロフォスフォトランスフェラーゼ遺伝子欠損豚丹毒菌とその利用 特願2015-169017

⑤プレスリリース

「ホルスタイン種の受胎率を高める遺伝子を同定」(平成25年11月12日、独立行政法人家畜改良センター)  
 「夏場の酷暑がウシ卵管分泌機能に悪影響」(平成25年6月10日、岡山大学)

⑥アウトリーチ活動(研究活動の内容や成果を社会・国民に対して分かりやすく説明する等の双方向コミュニケーション活動)

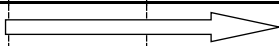
・NIASオープンカレッジ、「家畜ゲノム研究最先端」(平成24年9月27日、平成25年9月26日、平成26年9月25日、主婦会館プラザエフ)  
・「動物性蛋白質の供給から医薬分野への貢献まで」(平成25年12月12日、平成26年12月11日、主婦会館プラザエフ)  
NIASシンポジウム「最新アニマルテクノロジー」公開シンポジウム、ブタゲノム情報を活用した食と医の新展開、(平成24年11月9日、秋葉原コンベンションホール)  
・アグリビジネス創出フェア2013、「サルモネラ認識を低下させる豚TLR5の一塩基多型(C1205T)簡易検出法の開発」、(平成25年10月23-25日、東京ビッグサイト)  
・日本獣医師会主催:産業動物臨床講習会「ウシ卵巣機能制御に関する最近の知見と臨床との接点」(平成25年11月8日、岡山県農業共済会館)  
・岡山大学男女共同参画室主催:おかやまサイエンス・トーク「命が誕生するとき～卵管で起こっていること～」(平成26年10月27日、倉敷中央高等学校)  
・岡山大学男女共同参画室主催:おかやまサイエンス・トーク「卵管のはたらき:“卵”はどうやって運ばれる?」(平成27年7月27日、高松農業高等学校)  
・家畜診療技術研究体験発表会及び獣医師職員研究会「牛の妊娠、分娩の生理機構と繁殖技術への展開」(平成27年7月9日、福島県農業共済組合連合会)  
・平成24年度日本獣医師会獣医学術学会特別企画シンポジウム「次世代ワクチン研究の現状と展望」、(平成25年2月10日、大阪市)  
・平成26年度日本養豚事業協同組合第69回理事会「PEDの対策について考える」(平成27年1月)  
・平成27年度神奈川県養豚協会研修会「豚流行性下痢の対策について」(平成27年9月)

その他(行政施策等に貢献した事例)  
革新的農業技術習得研修(農林水産省経営局からの研修委託事業)(平成25年10月17日、農研機構九州沖縄農業研究センター)

今後予定しているアウトリーチ活動等  
平成28年度後半の実施を検討中



## 委託プロジェクト研究課題評価個票（終了時評価）

<b>研究課題名</b>	天然資源に依存しない持続的な養殖生産技術の開発  (現：【生産現場強化のための研究開発】持続可能な養殖・漁業生産技術の開発のうち、「シラスウナギの安定生産技術の開発」及び「クロマグロ高品質稚魚の供給技術の開発」、【需要フロンティア拡大のための研究開発】養殖ブリ類の輸出促進のための低コスト・安定生産技術の開発のうち、「ブリ類人工稚魚の低コスト・早期供給技術の開発」)			<b>担当開発官等名</b>	研究開発官(基礎・基盤、環境)
				<b>連携する行政部局</b>	水産庁増殖推進部 研究指導課、栽培養殖課
<b>研究開発の段階</b>	<b>基礎</b>	<b>応用</b>	<b>開発</b>	<b>研究期間</b>	H24～H28（5年間）
				<b>総事業費（億円）</b>	12億円（見込）
<b>研究課題の概要</b>					
<p>&lt;委託プロジェクト研究課題全体&gt;</p> <p>養殖用稚魚を天然資源に依存しているブリ類、ウナギ、クロマグロについて、人工稚魚（*1）を活用した持続的な養殖生産の実現に向け、成熟・産卵のコントロール技術、人工稚魚の低コスト・大量生産技術、高品質な養殖用稚魚の供給技術を開発するための研究を実施する。</p> <p>&lt;課題①：ブリ類人工稚魚の低コスト・早期供給技術の開発（平成24～27年度）&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>飼育環境の制御によりブリの産卵期を5ヶ月以上早期化するとともに、天然稚魚より大型な人工稚魚を効率的に生産することにより、赤潮被害発生時期の前に出荷可能な養殖用稚魚を低コストで安定的に供給する技術を開発する。</li> </ul> <p>&lt;課題②：シラスウナギの安定生産技術の開発（平成24～28年度）&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ウナギ親魚の催熟（*2）技術と仔魚（*3）からシラスウナギ（*4）までの飼育技術を高度化するとともに、優良形質を備えた家系（*5）作出に向けた育種技術の開発に取り組むことにより、1万尾のシラスウナギを安定的に生産可能なシステムを開発する。</li> </ul> <p>&lt;課題③：クロマグロ高品質稚魚の供給技術の開発（平成24～28年度）&gt;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>陸上水槽を用いた採卵の安定化、稚魚生産における飼育技術の高度化、海上での育成過程における生残率（*6）の向上を通じて、養殖用の人工稚魚を10万尾規模で安定的に供給可能な技術を開発する。</li> </ul>					
<b>1. 委託プロジェクト研究課題の主な目標</b>					
① 早期採卵の安定化と人工稚魚育成手法の効率化により、大型の人工稚魚を低コストで安定的に供給する技術を開発する。					
② 催熟技術の高度化と新たな飼料や飼育装置の開発により、1万尾のシラスウナギを安定的に生産可能なシステムを開発する。また、DNAマーカー選抜育種（*7）に必要なゲノム情報（*8）と家系を整備する。					
③ 陸上水槽で親魚用配合飼料を用いた採卵の安定化、仔稚魚飼育における配合飼料開発および海上育成過程まで含めた生残率の向上により、養殖用人工稚魚を10万尾規模で安定的に供給可能な技術を開発する。					
<b>2. 委託プロジェクト研究課題全体としてのアウトカム目標（H32年）</b>					
				<b>備考</b>	
① ブリ類、ウナギ、クロマグロについて、人工稚魚を活用した養殖魚の商業生産を開始する。				水産庁の実証事業等により、商業ベースの養殖試験を実施して効果の評価とフィードバックを行い、技術を検証していく必要がある。	

**【項目別評価】****1. 研究成果の意義**

ランク： S

**①研究成果の科学的・技術的な意義、社会・経済等に及ぼす効果の面での重要性**

- 我が国ではブリ類・ウナギ・マグロに対する需要が高く、平成25年の養殖生産額は1,876億円に達した。これらの魚種の養殖では、飼育する稚魚の調達を天然稚魚の採捕に頼ってきたが、水産資源の持続性に対する国内外の関心が高まり、特にニホンウナギ・太平洋クロマグロについては、平成26年に国際自然保護連合（IUCN）によって絶滅危惧種に指定され、ウナギ稚魚（シラスウナギ）の養殖利用、クロマグロ稚魚の採捕が厳しく制限されることとなった。
- 今後の持続的な養殖生産を図るため、養殖魚を人工的に繁殖させて稚魚を生産することで養殖に繰り返し利用する革新的な「完全養殖」（\*9）の実現が求められている。
- 内閣府は、飼育環境制御の高度化等による完全養殖システムの開発を「科学技術イノベーション総合戦略2014」の主な取り組みとして掲げ、2030年までにウナギ、クロマグロ等の完全養殖の商業化を達成することをアウトカム目標としている。
- 農林水産省は、ブリを「農林水産物・食品の国別・品目別輸出戦略」の重点品目に掲げており、平成27年の輸出額は約138億円となる見込み（財務省貿易統計）である。また、TPP農林水産物市場アクセス交渉の結果、ベトナム向けの全ての生鮮魚・冷凍魚について、協定発効後、即時の関税撤廃を獲得している。今後、他魚種の手本となる先導的な周年出荷体制の確立及び輸出先の多角化による成長産業化が期待される。

以上のように、研究開始時を上回る強い社会的要請に応える取り組みとして、研究の革新性と先導性が認められ、国が関与して研究を推進する意義は非常に高い。

**2. 研究目標の達成度及び今後の達成可能性**

ランク： S

**①研究目標の達成度****【ブリ類人工稚魚の低コスト・早期供給技術の開発】**

- 平成28年度までに、早期採卵の安定化、早期種苗の安定供給及び効率的養殖技術の開発を通じ、ブリの産卵時期を5ヵ月以上早期化し、天然の稚魚よりも著しく大きな養殖用人工種苗を供給する技術を開発することを研究目標とした。
- 本来、ブリは春に生まれるが、ブリの成熟過程を明らかにし、日長と水温を制御することにより、通常よりも5ヵ月以上早い、11～12月に産卵させる技術を確立した。さらに10月に産卵させることにも成功し、計画以上の成果が得られた。
- 早期採卵で得られた卵と仔稚魚の最適な飼育条件（個体密度、給餌方法等）を特定し、高い生残率で飼育し安定供給する技術を確立した。
- 秋に生まれた多数の稚魚を越冬させながら育成するため、最も水温が低くなる3月でも18℃以上の水温が維持される種子島に移送して5月下旬まで飼育し、その後、鹿児島県東町に移して本格的な養殖を行う生産サイクルを確立した。その結果、天然稚魚より2倍大きな稚魚から養殖を開始し、翌年夏の赤潮シーズンより前に、商品として十分な4kgまで育成できるようになった。
- この早期採卵から育成した夏ブリを「新星鰯王（しんせいぶりおう）」としてブランド化し、販売できるようになった。

**【シラスウナギの安定生産技術の開発】**

- 平成28年度までに、親ウナギを産卵に導くための催熟技術の開発、仔魚をシラスウナギまで育てるための新たな飼料や飼育装置の開発、仔魚期間が短い等の優良形質を備えた家系を作出するための育種基盤の整備を通じ、1万尾のシラスウナギを安定的に生産可能なシステムを開発することを研究目標とした。
- 従来のホルモンを親ウナギに投与しても産卵に至らない場合が頻繁に見られるなど、催熟成績が不安定であったところ、ウナギの遺伝子を導入した培養細胞に組換えウナギ生殖腺刺激ホルモン(\*10)

を大量生産させる技術を確立し、当該の組換えホルモンを親ウナギに投与することにより、催熟成績の向上に成功した。平成28年度には、組換えホルモンを投与する時期等を最適化し、受精卵の安定生産に取り組む予定。

- ・ 大量に入手することが難しいアブラツノザメの卵を主材料とした飼料でなければ、仔魚からシラスウナギまで飼育できなかったところ、鶏卵や魚粉を主材料として飼料を改良し、シラスウナギまで飼育することに成功した。
- ・ このほか、将来、ウナギの育種に取り組むための基盤として、精子の大量凍結保存技術を確立するとともに、ウナギの詳細な遺伝連鎖地図(\*11)の作成、仔魚期間の長さに関する遺伝率の解明等を進め、親ウナギの継代飼育に取り組んだ。

#### 【クロマグロ高品質稚魚の供給技術の開発】

- ・ 平成28年度までに、**大型陸上水槽での採卵の安定化と700万尾以上の仔魚の生産、仔稚魚の飼育における配合飼料開発等による3%以上の生残率、海上での中間育成過程における50%以上の生残率の実現を通じ、養殖用原魚（幼魚）を10万尾規模で安定的に供給可能な技術を開発することを研究目標とした。**
- ・ 平成26年度、**水産目的の陸上水槽では世界で初めて、クロマグロの産卵に成功し、約3,900万尾の仔魚を生産**した。計画よりも1年早い目標達成だが、さらに再現性を検証することとし、28年度の産卵成功を目指し、同じ水槽で親魚を育成中。
- ・ 従来、クロマグロの種苗生産では、マグロ稚魚にシロギスやイシダイ等の小さな仔魚を与えてきたところ、餌とする仔魚の調達に多大な費用がかかるため、代替となる配合飼料を開発し、仔魚の必要量を削減させた。ただし、ふ化直後のマグロ稚魚には、シロギス等の仔魚のみを与えたほうが、成長が均一になり、結果として共食いが抑制され、マグロ稚魚の生残率が高くなることから、マグロ稚魚の発育段階によって仔魚と配合飼料を切り替えて与えると良いことも明らかにした。これらの取り組みにより、現在までに、**種苗生産における2.9%の生残率を記録**した。
- ・ マグロ稚魚の中間育成では、環境の変化に驚いた稚魚がイクスの網に突進することによる死亡等を減少させることが課題である。このため、水槽で飼育された稚魚をいきなり大型イクスに移すのではなく、まず小型イクスで分割飼育した後に大型イクスに移すように飼育法を改良したところ、稚魚の状態の観察と飼育管理がしやすくなり、結果として、**50%以上の生残率を達成**し、技術的には56万尾の幼魚を生産可能な水準に至った。夜間照明等の工夫により、さらに生残率の向上に取り組んでいるところ。
- ・ 親魚用配合飼料については、陸上水槽でも水を汚さずにマグロを飼育できる飼料の開発に取り組んでいるが、配合飼料でも生餌と同様に濁りを発生させるため、改良に取り組んでいるところ。

以上のことから、研究目標を超える多くの成果をあげており、達成度は非常に高い。

## ②研究目標の今後の達成可能性

#### 【ブリ類人工稚魚の低コスト・早期供給技術の開発】

- ・ 研究目標（ブリ産卵の5ヵ月早期化）をいち早く達成し、計画以上の成果（**6ヵ月以上の早期化**）が得られたため、課題全体を27年度末で前倒し終了させることとした。

#### 【シラスウナギの安定生産技術の開発】

- ・ 飼育装置の開発では、従来、容量5～20リットルの小型水槽に数百尾の仔魚を収容し、入念に世話をしても、シラスウナギまで成長させられるのは1水槽あたり数十尾に限られていたところ、1,000リットル規模の大型水槽で数万尾の仔魚を飼育し、**441尾のシラスウナギを生産することに成功**したことにより、大幅な省力化の可能性を示した。しかし、17ヵ月以上の飼育日数を要し、再現性に課題がある等の問題も明らかになった。一方、小型水槽を用いた飼育法の改良による生残や成長の向上にも取り組み、複数の20リットルの小型水槽を省力的に管理することにより、**9ヶ月間で約400尾のシラスウナギを生産することに成功**した。床面積10㎡の飼育室で得られた成果であるが、**施設規模を25倍以上にすることにより、1万尾のシラスウナギを生産可能なシステム**となる見込みである。

【クロマグロ高品質稚魚の供給技術の開発】

- 大型陸上水槽での採卵及び仔魚の生産については、既に研究目標を達成したが、再現性を検証するため、28年度の産卵に向けて追試を行う。また、種苗生産における生残率の目標3%に対し、2.9%の生残率を達成しており、すでに誤差の範囲で達成しているが、これも追試を行う。

3. 研究が社会・経済等に及ぼす効果（アウトカム目標）とその実現に向けた研究成果の普及・実用化の道筋（ロードマップ）の明確性

ランク： S

①アウトカム目標達成の可能性

- ブリ類、ウナギ、クロマグロの養殖生産額（平成25年）は合計1,876億円であり、流通・販売段階の乗数効果を考慮すると、1兆円以上の波及効果を持つと推定される。国内市場への供給を確保しつつ、輸出向けの生産にも取り組むことにより、さらに大きな経済効果を発揮すると期待されるが、天然資源の持続性を維持しつつ、稚魚の安定確保を実現することが必須である。このため、人工ふ化による稚魚を活用したブリ類、ウナギ、クロマグロの商業生産を平成32年までに開始することをアウトカム目標とした。さらにブリ類については、輸出額を70%増大することを目標とした。
- ブリ類の輸出額は平成23年に78億円だったところ、27年には約138億円となる見込み（財務省貿易統計）であり、既に77%増大している。その間、既に夏季出荷ブリが販売されている。
- ウナギについて、技術的には1万尾のシラスウナギが生産可能となる見込みであるものの、現段階の仔魚飼育法では、きわめて長い飼育日数を要し、さらに実際に投入した飼料のごく一部しかウナギ仔魚に摂餌されないため、食べ残された飼料で汚れた水を速やかに排出することが必要であり、大量の海水の交換と加熱冷却が必要である。このため、完全養殖の実用化に向けて、仔魚期間を短縮する育種、容易に入手できる新たな飼料原料の開拓等により、費用を大幅に低減させることが課題となる。これらの課題については、「革新的技術開発・緊急展開事業」（平成27～32年度）の技術戦略に例示しており、公募により取り組む予定。
- クロマグロについては、本課題で開発した技術は近畿大学における完全養殖に活用されており、また、本課題で得られた稚魚は長崎総合水産試験場を通じて養殖業者による試験養殖に使用されている。また、本年の産卵に成功した場合、水産総合研究センターが関係機関への卵の配布を開始予定。

②研究成果の活用方法の明確性

- ブリについては、養殖を主業とする漁業協同組合を共同研究に加え、早期産卵技術の開発成果をすみやかに生産現場で利用する体制とした。その結果、夏季出荷ブリ「新星鱈王」の販売を開始し、その後も売れ行き好調である。今後、品質保持技術の開発との連携等による実証プロジェクト化を推進し、東京オリンピック向け食材としてプロデュースするなど、販売戦略を検討している。
- ウナギについては、本課題で開発した採卵・飼養技術を、水産庁の「ウナギ種苗の大量生産システムの実証事業」（26～28年度）に移転し、1万尾規模のウナギ稚魚（シラスウナギ）生産に取り組む体制となっている。
- クロマグロについては、上記①に述べた通り、研究成果の活用方法は明確である。

③他の研究への波及可能性（該当しない場合は評価から除外）

- 水温及び光条件の制御により、ブリの成熟と産卵期を調節できる技術を開発したことは、今後、クロマグロの採卵の安定化や、他魚種の採卵技術への幅広い応用が期待される。

以上のことから、アウトカム目標達成の可能性、研究成果の活用方法の明確性、他の研究への波及可能性のすべてを十分に有しており、かつ当初の見込みを上回る効果が期待されることから、ロードマップの明確性は非常に高い。

#### 4. 研究推進方法の妥当性

ランク： S

##### ①研究計画の妥当性（的確な見直しが行われてきたか等）

- ・ ブリ類人工稚魚の低コスト・早期供給技術の開発については、研究目標（ブリ産卵の5ヵ月早期化）をいち早く達成し、計画以上の成果（6ヵ月以上の早期化）が得られたため、課題全体を27年度末で前倒し終了させ、実証的な公募案件のシーズとして活用することとした。
- ・ シラスウナギの安定生産技術の開発については、5つの小課題を27年度に4課題とした。その後、先行投資的な1課題（育種基盤の整備）において、飼育がきわめて難しい仔魚期の日数が遺伝に支配されている割合（遺伝率）を把握するなど予想以上の成果が得られ、先導的な公募案件の研究シーズとして活用できる段階に達したため、この小課題を27年度末で前倒し終了させ、親ウナギの成熟技術と仔魚の飼養技術の開発に重点化することとした。
- ・ クロマグロ高品質稚魚の供給技術の開発については、水産目的では世界初となる陸上水槽での産卵に当初計画（27年度）よりも1年早く成功するなど、予想以上の進捗を遂げた。平成28年度に陸上水槽産卵の再現性を検証するため、計画通り推進することとした。

##### ②研究推進体制の妥当性

- ・ 事前評価の指摘を踏まえて計画を見直し、企画競争により適切なコンソーシアムを採択した。
- ・ 中間評価では、すべての課題において継続していく必要性が高いと認められるとともに、知財管理の重要性について指摘を受けた。このため、核となるノウハウの秘匿、ウナギ仔魚専用の大型水槽や新規飼料等に係る発明の特許出願及び論文等による成果公表について、取り扱いを慎重に判断するとともに、研究担当者が集まる推進会議では、守秘義務誓約書への署名を徹底した。
- ・ 課題の推進に当たっては、学識経験者4名及び農林水産省の関係行政部局から構成される「委託プロジェクト研究運営委員会」を13回（年間3回程度）開催し、各課題の進行を適切に管理した。
- ・ 具体的には、魚種別に課題を進行させつつ、魚種合同で推進会議を開催することにより、横断的問題に対する相乗効果を高め、陸上水槽におけるブリ・クロマグロの成熟制御の成功に導いた。
- ・ さらに水産関連課題の合同運営委員会を開催し、研究と行政ニーズに関する情報共有を促進した。

##### ③投入された研究資源（予算）の規模及び配分の妥当性

- ・ 研究資源（予算）の規模の推移は、論文数等共通事項調査票の通り。
- ・ ブリ類人工稚魚の低コスト・早期供給技術の開発については、5年の研究計画を4年で終了することにより、非常に大きな予算節減を可能とした。
- ・ シラスウナギの安定生産技術の開発については、①に述べたような選択と集中を積極的に行い、大きな予算節減（H27:-20%、H28:-25%）を可能とした。
- ・ クロマグロ高品質稚魚の供給技術の開発については、研究用マグロを飼育する費用（餌代、光熱料等）の確保を優先し、大幅な削減を行わないようにした。

以上のことから、費用面で計画以上に効率的に研究を推進しており、妥当性は非常に高い。

【総括評価】 ※総括評価の欄は、評価専門委員会において記載（事務局による評価段階では空欄）

ランク： S

#### 1. 委託プロジェクト研究課題全体の実績に関する所見

ブリ、マグロの課題について当初設定した研究目標を大きく上回っており、非常に多くの成果が得られていることを高く評価する。

また、ロードマップや推進体制も明確にされており高く評価する。

#### 2. 今後検討を要する事項に関する所見

今後、水産分野の特許戦略・知財戦略についても十分検討することを期待する。

また、遺伝子組換を用いた養殖技術開発に対する懸念について、国民とのリスクコミュニケーションが重要である。

[研究課題名] 天然資源に依存しない持続的な養殖生産技術の開発

用語	用語の意味	※ 番号
人工稚魚	水槽・イケス等の人工的に隔離された環境における繁殖や人工授精から生まれた稚魚。自然水域から採捕した天然稚魚ではない稚魚のこと。	1
催熟	産卵に向けて、飼育魚や家畜の雌雄を性的に成熟させること。	2
仔魚	卵からふ化して間もない、発育のごく初期の魚。「稚魚」になる前の段階。	3
シラスウナギ	仔魚期を終えたウナギの稚魚。体色が透明で、「しらす」に似ることから、この名称で呼ばれる。ウナギ養殖では、この稚魚を調達して飼育する。	4
家系	ここでは品種と同じ意味。	5
生残率	ある期間に、生物が死亡せずに生き残った個体数の割合。	6
DNAマーカー 選抜育種	外面的な特徴（表現型）に基づいて生物を交配させる従来の育種法とは異なり、特定の遺伝子配列（DNAマーカー）を持つ親を選んで交配させることにより、望ましい遺伝形質を持つ家系を速やかに作出する育種法。	7
ゲノム情報	生物の遺伝子配列や、特定の遺伝子配列と表現型との関係についての情報。	8
完全養殖	魚の一生全般にわたって飼育し、人工稚魚のみを用いて養殖を行うこと。	9
組換えウナギ 生殖腺刺激ホルモ ン	ウナギの性的な成熟や産卵を促進する生殖腺刺激ホルモンを、ウナギそのものに作らせるのではなく、培養細胞の遺伝子にウナギの遺伝子を導入する（遺伝子を組み換える）ことにより作らせた人工的なホルモン。	10
遺伝子連鎖地 図	特定の遺伝子がどの染色体に含まれているか、また、ひとつの染色体上の異なる遺伝子が互いにどれだけ近接しているかを整理した地図のこと。同じ染色体に含まれ、染色体上で互いに近接している（連鎖している）遺伝子ほど、同時に遺伝しやすい。	11

# 水産業再生プロジェクト

## 背景

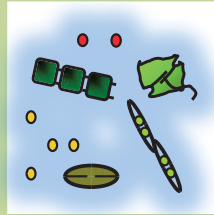
- 我が国の沿岸漁業と養殖業は水産業の主要分野。
- 沿岸漁業と養殖業では、①赤潮など環境由来の漁業被害、②養殖業の天然稚魚への依存、③天然資源の長期的な減少、の解決が再生の鍵。
- これらの課題を解決するため、海洋環境、養殖、資源・生態等、水産分野における研究勢力を集結した包括的な技術開発が必要。

	漁業全体	沿岸+養殖(全体比)
H22生産量(万トン)	532	240(45%)
H18生産額(兆円)	1.6	1.0(62%)
H20経営体数(千団体)	122	113(93%)

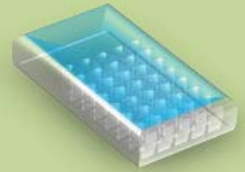
## 研究内容

### 【海洋環境】 海洋微生物解析による沿岸漁業被害の予測・抑制技術の開発

- 網羅的なDNA解析により赤潮等の発生と海洋微生物群の関係を解明



- 特定微生物を簡易検出できるDNAチップを搭載したモニタリングシステムを開発



### 【養殖】 天然資源に依存しない持続的な養殖生産技術の開発

- 低コスト・大量生産技術の開発



シラスウナギ1万尾生産

- 高品質な養殖用原魚の供給技術開発



クロマグロ稚魚10万尾供給

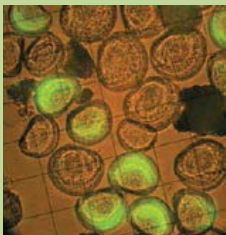
- 成熟産卵のコントロール技術開発



ブリ稚魚の供給を3ヶ月早期化

### 【資源・生態】 生態系ネットワーク修復による持続的な沿岸漁業生産技術の開発

- ネットワークの実証とモデル化



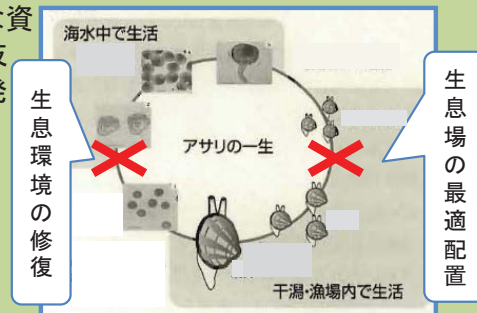
先端技術による生物追跡

- 優良な生息場所の環境構造解明



自然状態でも資源が維持される干潟

- ネットワーク分断箇所の特定・修復による自律的な資源回復技術の開発



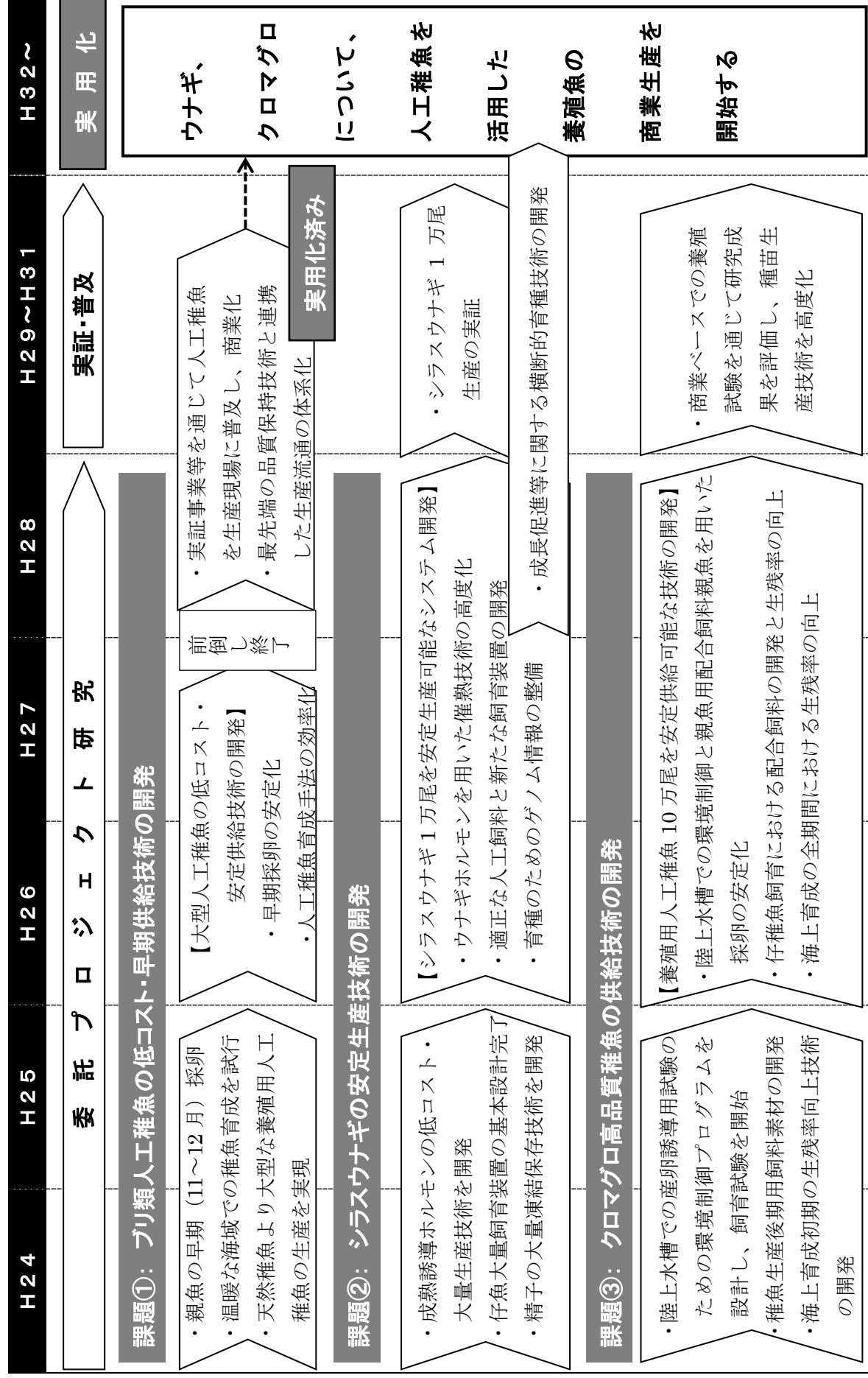
## 到達目標

1. 赤潮発生を3日程度早く予測し、赤潮被害額を50%以上低減する技術を開発(H27年度)
2. 低コストで高品質な養殖用人工稚魚を安定的に大量生産する技術を開発(H28年度)
3. 減少を続ける沿岸漁業資源の生産量を増加に導く技術を開発(H29年度)

## アウトカム目標

沿岸漁業資源の回復と養殖生産の安定化を実現し、水産基本計画における漁業生産目標の達成に寄与(H22年度の409万トンをH34年度までに449万トン(H17年度水準)に回復させる)

# ロードマップ【天然資源に依存しない持続的な養殖生産技術の開発】





# ブリ類人工稚魚の低コスト・早期供給技術の開発

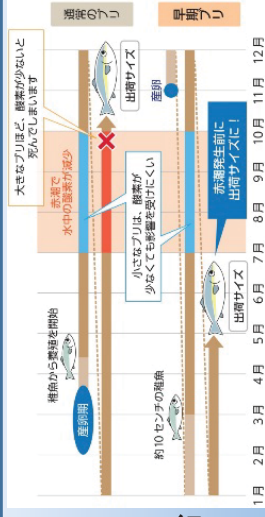
## 背景

- ・平成21、22年に有明・八代海で大規模赤潮発生
- ・ブリ等の養殖業に85億円以上の被害
- ・漁業者等から対策の要望



## 対策

- ・赤潮発生時期前に出荷サイズに育てて被害を軽減する
- ・そのためには養殖用種苗の早期供給が必要



## 解決すべき課題

・早期採卵は可能か？ ・卵質に問題なく、稚魚は育つか？

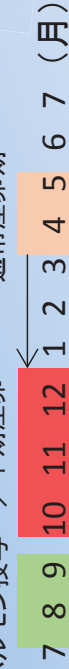
・早期故の低水温への対策は？

・7月までに製品サイズに育つか？

## I ブリの早期採卵に関する高度化技術の開発

環境操作

ホルモン投与 → 早期産卵



ホルモン投与  
採卵・人工授精

・日長や水温が成熟に及ぼす影響を明らかにし、その知見を基に**早期採卵** (10~12月)に成功した。

## II ブリ早期種苗を安定的に供給する技術の開発



- ・人工受精卵から仔稚魚を飼育し、早期採卵でも**卵質に問題ない**ことを明らかにした。
- ・早期種苗生産における**各種飼育条件(密度、給餌方法等)を明らかに**した。

## III ブリ早期種苗を用いた効率的養殖技術の開発



4月の天然種苗

4月の早期人工種苗

- ・長崎(五島)で生産した種苗を**種子島で育成後、東町漁協で養殖試験**を実施。
- ・輸送試験、成長モニタリングを実施。
- ・4月時点で**天然種苗を大きく上回る魚になり、その後の成長も順調**。

## 成果

- ・早期人工種苗を養殖することにより、**1年半後の赤潮発生時期前に約4kgに成長**。
- ・「**新星鱈王**」として**東町漁協から出荷**。



# シラスウナギの安定生産技術の開発（平成24年度開始）

## 〔研究目標〕

催熟技術の高度化と新たな飼料や飼育装置の開発により、1万尾のシラスウナギを安定的に生産可能なシステムを開発する。また、DNAマーカー選抜育種に必要なゲノム情報と家系を整備する。

## 〔主な研究成果〕

- ・ウナギ自身の成熟誘導ホルモンを遺伝子工学的手法の改良により、低コストで大量に産生する技術を開発し、新規ホルモンにより親ウナギの催熟技術を改良。
- ・サメ卵に依存しない量産対応可能な飼料でシラスウナギまでの飼育に成功。
- ・大型水槽の開発による省力化の可能性と小型水槽による効率的飼育の実証。
- ・育種の基盤技術となるウナギ精子の大量凍結保存技術を確立。
- ・高密度遺伝連鎖地図の整備、幼生期間の長さに関する形質の遺伝的特性解明等育種基盤技術の整備を推進。



組換えウナギ生殖腺刺激ホルモンの恒常発現細胞株の樹立およびホルモンの調製



組換えウナギ生殖腺刺激ホルモンにより催熟した雌ウナギ

組換えホルモンを利用した人為催熟技術の開発

安定して確実に良質仔魚を得る技術

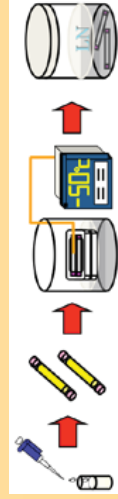
サメ卵を用いない新規飼料材料および鶏卵黄飼料で育ったシラスウナギ

適正な人工飼料と給餌方法の開発

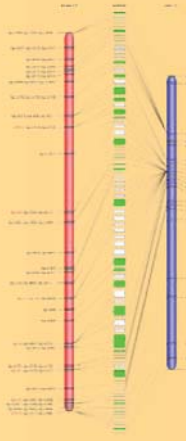
新型1トン水槽（特許申請中）

小型水槽による効率的飼育

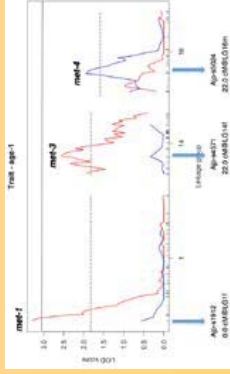
新たな飼育システムによる種苗量産技術の開発



精子の大量凍結保存技術の開発



高密度遺伝連鎖地図の整備



変態開始日齢に関するQTLの検出

マーカー選抜育種の基盤となる遺伝的基礎情報の整備

継代飼育による遺伝的改良

シラスウナギを1万尾規模で安定生産できる飼育システム

# クロマグロ高品質稚魚の供給技術の開発(平成24年度開始)

## [研究目標]

陸上水槽で親魚用配合飼料を用いた採卵の安定化、仔稚魚飼育における配合飼料開発および海上育成過程まで含めた生残率の向上により、養殖用人工稚魚を10万尾規模で安定的に供給可能な技術を開発する。

## [主な研究成果]

- ・大型陸上水槽内で水温・日長制御により成熟・産卵誘導する技術開発を実施し、良質、大量の受精卵確保に成功(図1)。
- ・稚魚用人工配合飼料の開発により、生産技術の高度化を実現し、早期に餌用ふ化仔魚を与えることで、共食いを軽減、生残率が向上(図2)。
- ・海上での稚魚の育成方法の改善で生残率が向上(図3)。

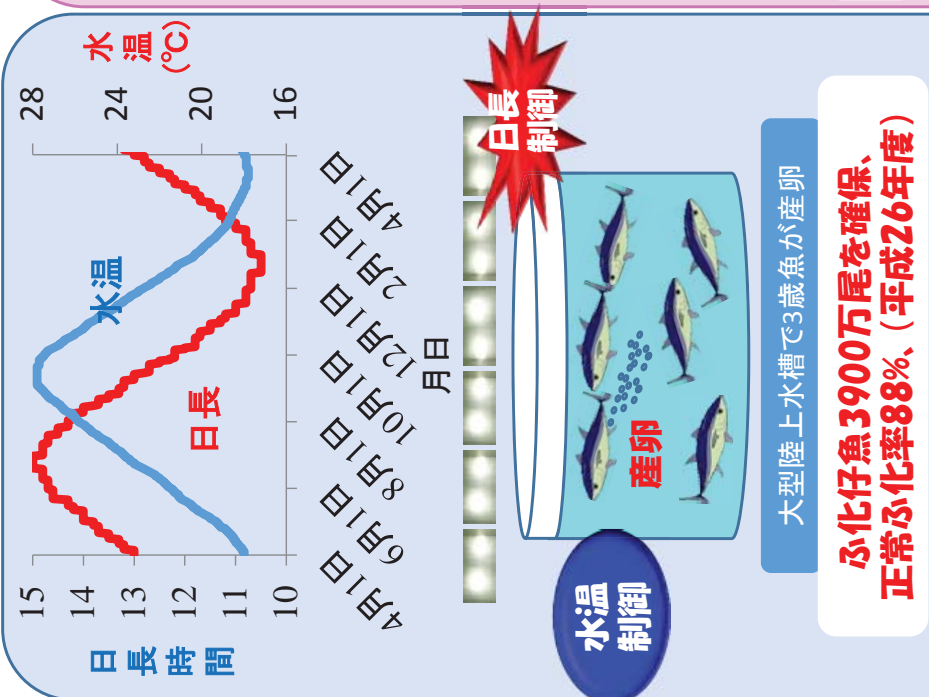


図1: 大型陸上水槽で水温と日長制御により、大量の受精卵の確保に成功

ふ化仔魚3900万尾を確保、正常ふ化率88%、(平成26年度)

目標数値:  
ふ化仔魚  
700万尾

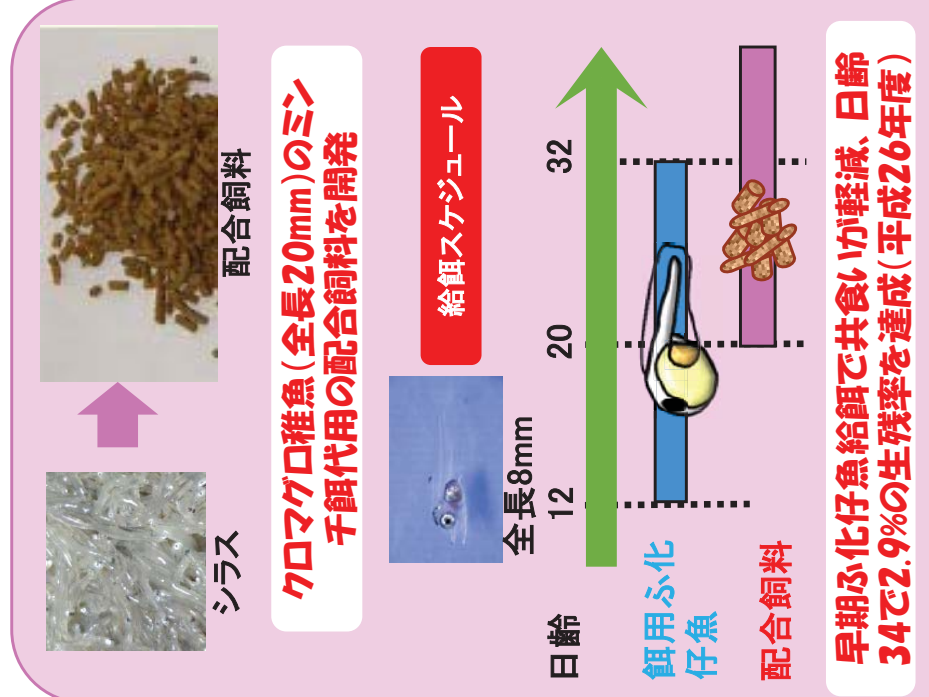


図2: 稚魚用配合飼料開発で生産技術を高度化、共食いを軽減策で生残率を向上。

早期ふ化仔魚給餌で共食いが軽減、日齢34で2.9%の生残率を達成(平成26年度)

目標数値:  
種苗生産生残率3%

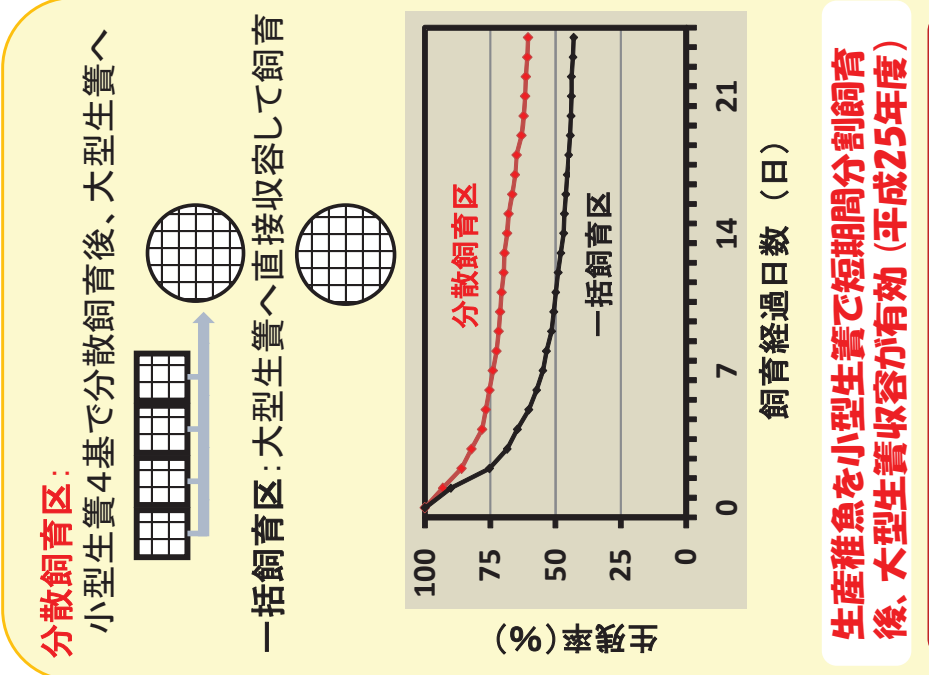


図3: 海上生簀飼育方法の改善による生残率の向上。

生産稚魚を小型生簀で短期間分割飼育後、大型生簀収容が有効(平成25年度)

目標数値:  
中間育成  
生残率50%

養殖原魚10万尾  
の供給技術

論文数等共通事項調査票

(平成28年2月19日調査時点)

事業名	天然資源に依存しない持続的な養殖生産技術の開発					
実施期間	平成24～28年度			評価段階	終了時	
予算額 (百万円)	初年度 (24年度)	2年度目 (25年度)	3年度目 (26年度)	4年度目 (27年度)	5年度目 (28年度)	総合計
	320	265	255	204	143	1,187

項目	① 査読 論文	②国内 特許権等 出願	③海外 特許権等 出願	④国内 品種登録 出願	⑤ プレス リリース	⑥ アウトリーチ 活動
実績件数	17	4	1	0	6	171

具体的な実績(件数の多いものについては、代表的なもの(10件程度)を記載。)

①査読論文

- 1) Tokihiko Okada, Tomoki Honryo, Yoshifumi Sawada, Yasuo Agawa, Shigeru Miyashita & Yasunori Ishibashi(2013): The cause of death of juvenile Pacific bluefin tuna(Thunnus orientalis) reared in sea net cages. Aquacultural Engineering.(in press)
- 2) Kadota T., Takashi T., Oka M., Higuchi K., Gen K., Tanaka Y., Sawaguchi S., Mushiake K. (2016) : Prevalence of collision death in 2-year-old Pacific bluefin tuna, Thunnus orientalis, reared in land-based tanks for broodstock management. Aquaculture (2016年1月5日受理) **他15編**

②③④(国内外)特許権等出願・品種登録

- 1) 野村和晴, 田中秀樹, 古板博文「ウナギ仔魚の飼育方法及び飼育装置並びに飼育用のカプセル」出願番号 特願2012-282027
- 2) 野村和晴, 田中秀樹, 古板博文「ウナギ仔魚の飼育方法および飼育装置並びに飼育用の容器」出願番号 特願2012-282027に基づく優先権主張出願
- 3) 増田賢嗣, 神保忠雄, 今泉均「光によって水槽底部に集まる性質を持つ仔魚の飼育方法及び装置」出願番号 特願2013-51696
- 4) 増田賢嗣, 神保忠雄「ウナギ仔魚の飼育方法及び装置」出願番号 特願2013-263898
- 5) 増田賢嗣, 神保忠雄 PCT国際出願:「ウナギ仔魚の飼育方法及び装置」PCT/JP2014-83852

⑤プレスリリース

- 1) 水産総合研究センター第11回成果発表会「ブリからはじまる～日本を代表する魚の資源と魚類養殖の新時代～」の開催について(平成25年12月4日、独立行政法人水産総合研究センター)
- 2) 水産総合研究センター第12回成果発表会「卵から食卓まで～水産増養殖の新たな展開～」の開催について(平成26年12月4日、独立行政法人水産総合研究センター)
- 3) 養殖ブリ人工種苗の早期生産に成功～ブリ養殖の赤潮被害軽減に活路!!～(平成25年7月26日、独立行政法人水産総合研究センター)
- 4) 「大型水槽によるニホンウナギ仔魚の飼育が可能になりました!」(平成26年2月12日、独立行政法人水産総合研究センター)
- 5) 「クロマグロ陸上水槽が完成! -人工種苗の安定的生産を目指して-」(2013年6月3日、水産総合研究センター)
- 6) 「大型陸上水槽でのクロマグロの産卵に成功! -人工種苗の安定的生産への第一歩-」(2014年5月23日、水産総合研究センター)

⑥アウトリーチ活動(研究活動の内容や成果を社会・国民に対して分かりやすく説明する等の双方向コミュニケーション活動)

- 1) 水産技術交流プラザ・技術交流セミナー「早期ブリ養殖技術の概要」(平成25年8月22日、ジャパンインターナショナルシーフードショーセミナー、東京ビッグサイト)
- 2) 養殖ブリ人工種苗の早期生産に成功(平成26年8月20～22日、ジャパンインターナショナルシーフードショー東京で研究成果展示)
- 3) 早期ブリ養殖技術開発(平成28年2月18～19日、ジャパンインターナショナルシーフードショー大阪、ATCホール)
- 4) 田中秀樹「ウナギの人工種苗生産に関する研究」平成24年度日本農学賞受賞講演。平成24年4月5日
- 5) 増田賢嗣「ウナギ完全養殖と今後の展開」海洋生物活性談話会。平成24年5月12日
- 6) 田中秀樹「ウナギの種苗生産と展望」第10回因島種苗生産技術交流会。平成24年8月9日
- 7) 田中秀樹「シラスウナギ生産技術の現状と展望」一色うなぎ漁業協同組合研究会。平成24年5月22日
- 8) 増田賢嗣「完全養殖の最新情報」全国鰻蒲焼商組合連合会 研修会。平成24年6月6日
- 9) 今泉均「シラスウナギ安定生産に向けた取り組み」全国養鰻漁業協同組合連合会 第10回通常総会講演。平成24年6月8日
- 10) 田中秀樹「日本のウナギ種苗生産技術開発の歴史と現状」人工種苗生産技術に関する国際ワークショップ。平成24年10月9日
- 11) 田中秀樹「ウナギの完全養殖技術の開発」東海地域生物系先端技術研究会平成24年度第2回セミナー。平成24年10月23日

- 12)田中秀樹「ウナギの完全養殖技術」なごや環境大学「地域ブランドを訪ねて」、平成24年11月7日
- 13)今泉均「シラスウナギ安定生産に向けた取り組み～ウナギ完全養殖達成の意義～」平成24年度宮崎県高等学校教育研究会地理歴史公民科研究会第48回地理研究会中部支部大会講演、平成24年11月9日
- 14)増田賢嗣「ウナギ仔魚の大回遊と大変身」テクノオーシャン主催こどもシンポジウム“新発見海のせかい教室”中のセッション“大回遊する生き物のふしぎ”。平成24年11月18日
- 15)黒木洋明「鰻と穴子のはなし～産卵場の解明、資源の現状と適切な利用のために」平成25年度第2回横研協・研究フォーラム、平成25年11月15日
- 16)黒木洋明「ウナギ産卵場の謎に挑戦～海洋調査の実際、その意義」埼玉県立上尾鷹の台高等学校特別講座、平成25年11月19日
- 17)田中秀樹「絶滅危惧!? ニホンウナギを救う“完全養殖技術”」ナレッジキャピタル『THE 世界一展』、平成25年5月7日。
- 18)甲斐渉・藤原篤志・野村和晴、水産分野におけるIon PGMシステムを用いたSNPおよびSTRマーカーのハイスループットな開発技術.Ion Torrentシークエンスフォーラム、平成25年7月。
- 19)田中秀樹「ウナギの完全養殖への挑戦」ミュージアムパーク茨城自然博物館 第58回企画展「ぎょ・魚・漁-淡水魚の知られざる生態を追って-」記念講座、平成25年7月13日。
- 20)田中秀樹「ウナギ人工種苗生産技術への取り組み-経過と現状」東アジアウナギ資源協議会 公開シンポジウム EASEC Japan 2013、平成25年7月22日。
- 21)田中秀樹「ニホンウナギ完全養殖の展望」国際漁業学会2013年度大会 シンポジウム、平成25年8月3日。
- 22)神保忠雄「ニホンウナギ完全養殖の現状」第34回ウナギ供養祭、平成25年10月18日。
- 23)今泉 均「ウナギ人工種苗生産技術への取り組みと今後の展望」ウナギ資源保護・増殖のための勉強会、平成25年10月18日。
- 24)田中秀樹「ウナギ人工種苗生産技術の現状と課題」全国養鰻業者青壮年部連合会全国大会、平成25年10月22日。
- 25)田中秀樹『ウナギ完全養殖』の成功 ～天然資源に依存しないウナギの生産～ 中日懇話会10月例会、平成25年10月30日。
- 26)田中秀樹「うなぎの完全養殖の進捗状況・量産化は何時」全蒲連研修会、平成25年11月6日。
- 27)今泉 均「シラスウナギ安定生産に向けた取り組み～完全養殖の展望～」第3回食と健康に関するシンポジウム～進化する鹿児島島の食材～、平成25年11月19日。
- 28)田中秀樹「シラスウナギ大量生産を目指す取り組みの現状」全鰻連総会、平成26年6月13日。
- 29)田中秀樹「ニホンウナギ完全養殖技術の開発」前立腺生物学シンポジウム伊勢志摩2014、平成26年6月27日。
- 30)田中秀樹「人工種苗生産技術への取り組み」東アジアウナギ資源協議会 公開シンポジウムEASEC Japan 2014、平成26年7月27日。
- 31)田中秀樹「ウナギ完全養殖までのあゆみ」テクノオーシャン2014 オーガナイズドセッション、平成26年10月3日。
- 32)増田賢嗣「ウナギ仔魚飼育のこれから」テクノオーシャン2014 オーガナイズドセッション、平成26年10月3日。
- 33)今泉 均「シラスウナギ大量生産に向けた取り組み」日本水産学会九州支部例会 シンポジウム、平成26年11月8日。
- 34)田中秀樹「ウナギ人工種苗生産にかかわる技術開発」日本技術士会水産部会講演会・研究発表会、平成26年11月8日。
- 35)H.Furuita「Development of diets for larvae of Japanese eel *Anguilla japonica* in captivity.」Danish Life Science Seminar(東京)2015年9月3日
- 36)増田賢嗣「ウナギの種苗生産技術の進展、鹿児島県ウナギ資源増殖対策協議会勉強会」(鹿児島県鹿児島市)2015年10月29日
- 37)増田賢嗣「ウナギの種苗生産技術の進展、第8回北陸合同バイオシンポジウム」(石川県加賀市)2015年10月30日
- 38)増田賢嗣「ウナギの種苗生産技術の進展」第29回海洋生物活性談話会(静岡県下田市)平成27年5月9-10日
- 39)田中秀樹「ウナギの謎を解き明かし完全養殖の実用化を目指す」夢のたまご塾(岐阜県飛騨市)平成27年8月8日
- 40)田中秀樹「ウナギ人工種苗量産への取り組み」社会貢献への歩み講座(愛知県碧南市)平成27年10月27日
- 41)虫明敬一(2013): マグロを中心とした養殖技術の現状～ブリ、ウナギ、陸上養殖～、アグリビジネス創出フェア、水産シンポジウム、12p。
- 42)岡 雅一(2014): クロマグロ陸上飼育施設の稼働と研究の方向性、第2回クロマグロ養殖技術研究会
- 43)岡 雅一(2014): クロマグロ産卵試験水槽施設を使った研究について、平成25年度国際資源評価等推進事業まぐる調査研究成果報告会
- 44)樋口健太郎「これからも美味しいまぐろを食べるために ～くろまぐろ研究の最前線を知ろう～」サイエンスカフェ、西海区水産研究所一般公開、2014年10月19日
- 45)岡 雅一「クロマグロ養殖の未来とは」サイエンスカフェ、西海区水産研究所一般公開、2014年10月19日
- 46)岡 雅一「西水研まぐろ飼育研究施設におけるクロマグロ人工3歳魚の産卵について」、長崎県種苗生産技術研究会、2014年12月5日
- 47)岡 雅一「大型陸上水槽におけるクロマグロ人工3歳魚の産卵」、第3回クロマグロ養殖技術研究会、2014年12月8日
- 48)虫明敬一「クロマグロ養殖の今後の展望」、第11回海洋教育フォーラム、私たちと海のめぐみ、2014年12月13日
- 49)虫明敬一「マグロの陸上施設での産卵実験」、水産総合研究センター第12回成果発表会「卵から食卓まで～水産増養殖の新たな展開～」、2015年1月15日
- 50)岡 雅一「農林水産技術会議委託プロジェクト研究「クロマグロ高品質稚魚の安定供給技術の開発」の成果について」、第13回因島種苗生産技術交流会、2015年8月6日

他121件

その他(行政施策等に貢献した事例)

なし

今後予定しているアウトリーチ活動等

なし