

21世紀COEプログラム 平成16年度採択拠点事業結果報告書

機 関 名	北海道大学	学長名	佐伯 浩	拠点番号	K02	
1. 申請分野	K〈革新的な学術分野〉					
2. 拠点のプログラム名称 (英訳名)	海洋生命統御による食糧生産の革新 —海の生物の高度で安全な活用を目指して (Marine Bio-Manipulation Frontier for Food Production)					
研究分野及びキーワード	〈研究分野: 生物科学〉(生殖幹細胞)(発生遺伝)(借腹(仮親)養殖)(クローン)(食糧安全保障)					
3. 専攻等名	水産科学研究院 海洋応用生命科学部門(水産科学研究科 生命資源科学専攻/H17.4.1)、農学研究院 生物資源生産学部門・環境資源学部門・応用生命科学部門(農学研究科 生物資源生産学専攻・環境資源学専攻・応用生命科学専攻/H18.4.1)、医学研究科 医学専攻(社会医学専攻/H19.4.1)、獣医学研究科 獣医学専攻、北方生物圏フィールド科学センター(生物多様性領域、共生生態系保全領域)					
4. 事業推進担当者	計 21 名					
ふりがなくローマ字) 氏 名	所属部局(専攻等)・職名	現在の専門 学 位	役割分担 (事業実施期間中の拠点形成計画における分担事項)			
(拠点リーダー)						
Arai Katsutoshi 荒井 克俊	水産科学研究院(海洋応用生命科学部門)・教授	海洋動物育種学・水産学博士	研究統括			
Saga Naotsune 嵯峨 直恒	水産科学研究院(海洋応用生命科学部門)・教授	海洋植物育種学・理学博士	〈海洋生命統御プロジェクト〉統括 試験管配偶子生産(藻類)担当			
Yamaha Etsuro 山羽 悦郎	北方生物圏フィールド科学センター (生物多様性領域 七飯淡水実験所)・教授	海洋生物発生工学・博士(水産学)	借腹(仮親)養殖(魚類)担当			
Takahashi Yoshiyuki 高橋 芳幸	獣医学研究科(獣医学専攻)・教授	動物発生工学・獣医学博士	借腹(仮親)養殖(技術)担当			
Adachi Shinji 足立 伸次	水産科学研究院(海洋応用生命科学部門)・教授	海洋生物増殖学・博士(水産学)	借腹(仮親)養殖(魚類)担当 産業シーズ創生プログラム統括			
Takagi Yasuaki 都木 靖彰	水産科学研究院(海洋応用生命科学部門)・教授	海洋生物生理学・水産学博士	機構解析(魚類・無脊椎動物)担当			
Motomura Taizo 本村 泰三	北方生物圏フィールド科学センター (生物多様性領域 室蘭臨海実験所)・教授	海洋植物細胞学・理学博士	機構解析(藻類)担当			
Nagasato Chikako 長里 千香子	北方生物圏フィールド科学センター (共生生態系保全領域 室蘭臨海実験所)・准教授	海洋植物細胞学・博士(理学)	機構解析(藻類)担当			
Todo Takashi 東藤 孝	水産科学研究院(海洋応用生命科学部門)・准教授	海洋生物増殖学・博士(水産学)	試験管配偶子生産(魚類)担当			
Ura Kazuhiro 浦 和寛	水産科学研究院(海洋応用生命科学部門)・助教	海洋生物生理学・博士(水産学)	試験管配偶子生産(無脊椎動物)担当			
Ojima Takao 尾島 孝男	水産科学研究院(海洋応用生命科学部門)・教授	海洋生物工学・水産学博士	クローン種苗(藻類)担当			
Mizuta Hiroyuki 水田 浩之	水産科学研究院(海洋応用生命科学部門)・准教授	海洋植物生理学・博士(水産学)	クローン種苗(藻類)担当			
Yoshimizu Mamoru 吉水 守	水産科学研究院(海洋応用生命科学部門)・教授	海洋微生物学・水産学博士	〈食糧安全保障プロジェクト〉統括 防疫、安全管理担当			
Hara Akihiko 原 彰彦	水産科学研究院(海洋応用生命科学部門)・教授	海洋生物機能学・水産学博士	汚染評価(環境ホルモン)担当 海外拠点形成プログラム統括			
Ariga Sanae 有賀 早苗	農学研究院(環境資源学部門)・教授	分子生物学・医学博士	汚染評価(発癌物質)担当 若手・女性研究者支援プログラム統括			
Fujita Hiroyoshi 藤田 博美	医学研究科(医学専攻)・教授	環境医学・医学博士	汚染評価(環境医学・トキシコロジー)担当			
Abe Syuiti 阿部 周一	水産科学研究院(海洋応用生命科学部門)・教授	海洋ゲノム生物学・理学博士	遺伝的管理(ゲノム管理)担当 COE教育プログラム統括			
Miyashita Kazuo 宮下 和夫	水産科学研究院(海洋応用生命科学部門)・教授	海洋生物資源化学・農学博士	機能評価(多角的資源高度利用)担当			
Shimazaki Keiichi 島崎 敬一	農学研究院(生物資源生産学部門)・教授	生物資源化学・農学博士	機能評価(生体機能利用)担当			
Kimura Atsuo 木村 淳夫	農学研究院(応用生命科学部門)・教授	酵素化学・農学博士	機能評価(食糧機能利用)担当			
Yamauchi Kohei 山内 皓平(平成20年3月31日退職)	水産科学研究院(海洋応用生命科学部門)・特任教授	海洋生物増殖学・水産学博士	研究統括			
5. 交付経費(単位:千円)千円未満は切り捨てる () : 間接経費						
年 度(平成)	16	17	18	19	20	合 計
交付金額(千円)	203,000	173,000	161,880	154,000 (15,400)	155,100 (15,510)	846,980

6. 拠点形成の目的

要約： 陸上生物には見られない海洋生物特有の生命機能を基礎科学的側面から解明し、それらの知見を海洋生物の効率的な生産および安全な食糧利用に活かす世界最高水準の研究・教育拠点を形成する。

必要性： 地球規模での環境劣化と乱獲が漁業生産の減少を招き、このことは世界的な水産物への需要・嗜好の急速な拡大と相まって、養殖生産の急成長をもたらした。その結果、沿岸生態系の破壊や水産食品の安全性の低下など様々な問題が生じている。水産食糧生産を健全な状態で維持していくには、資源管理の徹底や漁業技術の改善を進めるとともに、海洋生物特有の生命機能を基礎科学的側面から究明し、その成果を水産食糧の安定および安全な生産に応用するための新たな学問領域を確立する必要がある。

目的： 本拠点は、陸上生物には見られない海洋生物特有の多様で柔軟な「生命機能」を支える原理・原則を、生命科学的アプローチを通じて究明する。そして、得られた知見を、海洋食資源生物の安全かつ効率的な生産と、人類の健康増進、地球環境の保全に、広く応用できる水産・海洋生命科学の基盤構築を目的とする。そのため、従来の水産科学諸分科に異分野の科学を結集・融合させ、先端的かつ複合的な研究教育を行なう世界的水準のCOEを形成する。

目的実現への戦略： 研究プロジェクト(PJ)として「海洋生命統御PJ」と「食糧安全保障PJ」を設置した。前者では生殖細胞の異種間移植、試験管配偶子生産、クローン種苗化など、海洋生物の特異な生命機能と特性を最大限に発揮させる革新的な配偶子・種苗生産技術の開発の基礎となる研究を行い、後者では水産食品の安全性確保や新規機能の開発に関する研究を行うとともに、人工種苗生産や養殖生産が環境および天然遺伝資源に与えるインパクトを正確に評価し、それをいかに低減させるかに関して研究をおこない、市民の水産食品の安全性や機能性への期待に応えることとした。

以上2つの研究PJの柱に加えて、人材育成のための「COE教育プログラム(PG)」により大学院カリキュラムの整備や、第一線研究

者との交流をおこなうことで国際的かつ独創的な人材の育成を目指すこととした。さらに、「若手・女性研究者支援PG」により、PD・RA制度による若手研究者と博士課程大学院生の支援、若手提案研究への助成、優秀研究の表彰、国際学会・国際研修への積極的派遣、ワークショップの実施などの方策を通じて、大学院生を含む若手研究者の人材育成、水産科学領域における女性研究者育成と支援の拡大、研究への男女共同参画の促進を目指すこととした。なお、中間評価後の見直しにより、「海外拠点形成PG」、「産業シーズ創生PG」を加え、大学院教育の一層の充実、国際性の飛躍的向上、産学連携の推進を盛り込んだ。

さらに、大学院水産科学研究科・水産学部では、北海道大学が目指す大学院改革と呼応して、大学院の学院(教育組織)・研究院(研究組織)体制への再編(平成17年度)とそれに連動した学科改組(平成18年度)を行い、これにより増養殖・製造・漁業といった従来の産業構造別体系から海洋の環境科学と生命科学の学術体系へと脱皮をはかり、部局・専攻・講座横断型の教育を可能とした。本COEでは学内他部局(農学、獣医学、医学、北方生物圏フィールド科学センター)からの教員を加え、異分野交流に基づく研究教育を推進することで大学院・学部改革の推進に貢献することとした。

本拠点の社会的意義： 諸外国の著名な研究教育拠点は地域社会と融合した知的環境の整備を図っている。本拠点の活動は、中核となる専攻のある函館圏での学術普及、科学振興、地域社会貢献、産学官連携、地場産業振興に波及し、函館をナポリ、ウッズホールと並ぶ、国際水産海洋都市へ発展させる礎石と位置づけられる。

本拠点の将来像： 本COEの活動により海洋生物の生命機能に関する基礎科学的理解が深まり、それを基盤とした先端的・複合的な海洋生命科学研究教育拠点が北海道大学に形成される。そこには、海洋の環境・生態科学、工学、社会科学の専門領域も結集・融合され、研究教育拠点がさらに充実拡大される。それにより地球生態系システム全体の把握に立脚した持続可能な食糧生産を海洋生物資源において実現する国際的中核拠点が創生される。

7. 研究実施計画

（１）海洋生命統御PJ－革新的生産技術の実現に向けて

1－1 機構解析：海洋生物のクローン種苗生産や借腹生産に向けて、魚類および海藻の配偶子のもとになる生殖細胞の形成・分化・増殖過程、クローン魚類を生み出す非還元配偶子形成細胞機構、海藻のオルガネラ伝達・性決定機構、クローン海藻を生み出す無性生殖分子機構の解明を行う。

1－2 借腹（仮親）養殖：魚類の始原生殖細胞（生殖幹細胞）の分離、可視化、移植および凍結技術の開発、生殖系列キメラにおける配偶子形成過程の解明、宿主（ホスト）となる個体の不妊化技術の確立を行い、ウナギ、チョウザメなどの容易に人工増殖ができない種類の配偶子を、分類上の属、科を超えた他種に産ませる技術開発を行う。

1－3 試験管配偶子生産：生体外培養による魚類生殖腺分化・海藻配偶子形成の制御技術に関する研究を行い、人工的な種苗生産が著しく困難な魚類や生産の効率化が望まれる海藻の試験管内での成熟卵・精子・胞子の形成を目指す。

1－4 クローン種苗：有性生殖から無性生殖への人為的転換と人工単孢子形成によるクローン海藻（海苔類）生産、培養細胞の効率的プロトプラスト化による体細胞クローン海藻（昆布類）の生産に向けた技術開発研究を行う。

（２）食糧安全保障PJ－安全性と機能性の検証に向けて

2－1 防疫：魚類・水産動物におけるウイルス・細菌などの病原体の配偶子を通じた垂直感染メカニズムの解明、人工種苗のSPF（特定病原体フリー）化、生産対象魚介類の健康診断技術開発とプロバイオティクスによる疾病の制御に関する研究をおこない、水産生物の疾病を防除する。

2－2 遺伝的管理：遡河性魚類（サケなど）、沿岸性魚類（カレイなど）、深海性甲殻類（ケガニなど）について、DNAマーカーを用いて対象種天然集団のゲノム構成と集団構造を解明するとともに、漁獲・人工放流種苗など人間活動の天然集団への影響を評価し、遺伝資源を健全な状態に管理する。

2－3 汚染評価：海洋中の汚染物質、発ガン物質、内分泌攪乱物質（環境ホルモン）をモニタリングする手法を開発するとともに、バイオマーカーを用いた実態調査、水産資源再生産への影響ならびに人体

への影響評価の研究をおこない、沿岸環境と資源の保全に寄与する。

2－4 機能評価：未利用の資源をふくめ、海洋生物に特有の未知の有用生理活性物質を検索し、これらを食品や医薬品素材として活用することにより、人類の健康増進に貢献する。

2－5 安全管理：安全な水産食品を消費者に提供するため、漁獲から市場までのHACCPシステムとトレーサビリティに関する研究を行い水産物に対する信頼を高める。

（３）若手・女性研究者支援PGによる研究推進と研究者育成

学際性と国際性に富む若手研究者、特に女性研究者の活躍を促進するため、PD、RA制度を充実させるとともに、海外共同研究、海外研修、国際学会への派遣を推進する。また、独創的な研究の萌芽を促すため、若手研究者提案型の研究助成（Ambitious Project Proposal）を行う。さらに、COEが主催する国際シンポジウム等での若手研究者の積極的な発表を促して招へい外国人研究者との英語による討論を義務づけ、国際的な研究推進を奨励するとともに、優秀研究を表彰する。

（４）海外拠点形成PGによる研究推進と国際協力

国際交流協定締結大学を中心に、海外で国際シンポジウムを開催し、本拠点形成につき議論を深めるとともに、海外研究機関への若手研究者の派遣と受け入れを実施し、国際共同研究・研修を通じた国際化を推進する。海藻研究分野においては、アジア・太平洋海藻ゲノムコンソーシアム形成を目指す。

（５）産業シーズ創生PGによる研究推進と産学官連携

「水産生物の高度で安全な産業シーズ」の創生を目指し、「マリンサイエンス創生研究棟・函館市産学官交流プラザ」などを利用した産学官連携研究、ベンチャー育成等の研究教育活動を進める。

（６）研究成果の発信と広報

研究成果を国際的な学術雑誌に公表するとともに、国内外の学会などで報告する。本COE主催の国際シンポジウム等を通じて成果を発信するとともに、研究成果を一般科学雑誌、水産・食品業界誌等へ寄稿し、本COEの業績を社会に広報する。また、市民公開講座での講演活動、高校生への普及活動を実施するとともに、多言語（日・英・中・韓）ホームページにより国際的に情報発信する。

8. 教育実施計画

本COEの教育理念は、「海洋生命統御を応用した食糧生産技術開発を通じて、次世代の食糧科学体系を担い上げる学際的かつ国際的研究能力を身につけた高度専門家を養成すること」であり、本拠点が育成しようとしている理想の人材とは、(a) 海洋生物の生命機能の解明からその安全性確保に関する諸問題の指摘と解決策を提案できる高度専門家、(b) 生命現象を解き明かす技術と知識を備える高度専門家、(c) 海洋生命統御の全体像を把握し、フロンティア精神を備える起業家、(d) 優れた独創性を持つ先端研究者、(e) 国際舞台でリーダーシップを発揮できるオピニオン・リーダー、である。

以上の理念を実現するため、以下の計画を実施する。

(1) 横断型大学院カリキュラム創生

大学院教育の一層の充実を図るため、北海道大学の大学院改組基本計画に即し、従来の大学院水産科学研究科を水産科学研究院（教員研究組織）・水産科学院（大学院生教育組織）に改組し、さらに「海洋応用生命科学専攻」内に新しい講座を設置する。また、新規ニーズである食の安全に関する研究教育を専門とする時限講座を開設する。

大学院教育の学際性の向上を目指した「COE教育PG」を実施し、COEセミナー等への参加を授業内容とした部局横断型、専攻横断型、講座横断型の大学院カリキュラムを開設し、広い学術的視野を持たせるための異分野交流教育を進める。

また、中間評価での指摘事項に対応し、異分野研究者間での異なる角度からのアプローチによる課題解決を図るために、教員のみならず、PD、RAを中心に話題提供者を選り、境界領域開発型のセミナーを実施するよう努める。

大学院改組・再編に伴い設置された時限任期制講座（資源保全管理戦略、安全管理生命科学）の協力下、「安全な食糧生産」の保障に係る教育を、国際政策面と生命・環境倫理の両面から強化する。

(2) 第一線研究者との積極交流

国内外より国際共同研究担当者、国際シンポジウム講演者、外部評価を担う著名研究者や客員教員らを招聘し、彼らを講師としたCOE特別セミナーを開催する。これらのセミナーを横断型授業として大学院生に受講させ、第一線研究者との交流を図る。

本COEのPD、RA、大学院生には、本拠点主

催の国際シンポジウムにおけるポスター発表（英語）を義務付け、積極的な国際交流を推奨する。

(3) 国際交流の一層の推進

「若手・女性研究者支援PG」による若手研究者・大学院生の短期留学研修および国際学会参加の支援、「海外拠点形成PG」による国際学術協定締結大学・部局の拡大、国際共同研究を通じた若手研究者の派遣と受け入れ、単位互換制などの双方向的国際交流の促進、国際ワークショップ開催、留学生の受け入れ、外国人PD、RAの積極的登用を図る。

中間評価における指摘に対応し、PD、RA、大学院生の海外活動の支援へ向けた予算措置を講じる。アジアを中心とする海外ネットワークをさらに展開・充実させ、日中、日韓、日-アジア間の国際共同を実質的なものとし、「国際ワークショップ」や「国際協同教育プログラム」による国際教育交流を推進する。

(4) 海洋生命ベンチャー育成教育

二つの研究PJの教育面での連携のための「産業シーズ創生PG」により、知的財産の創生と保護、異分野交流による新規産業シーズの発掘、起業家育成のための異領域研究者、企業人、工学技術者、医師等による公開講演会、ワークショップ、COE企業セミナーを実施し、海洋生命統御に関する理論・技術を習得し、かつ、安全・安心な食糧供給を実践できる企業家精神を備えた人材の育成をはかる。

(5) 文理融合型教育の実践

知財専門家、企業人（食品・化学・金融分野など）、文化人（小説家、科学ライター）など異分野からの講師を招へいし、合宿研修型ワークショップを開催する。講師を交えた小グループ・ディスカッションを通じて、海洋政策、生命・環境倫理、バイオ特許などに関する社会科学系を含む異分野の考え方への理解を深めさせ、幅広い視野で研究に取り組める若手研究者・大学院生を養成する。また、大学院の改組に伴い設置した二つの時限講座を担当する行政機関からの教員により、食糧分野や環境分野における政策提言能力を備えた人材の育成を図る。

(6) その他

中間評価後の見直しに基づき、研究のみならず、教育の中核となる魚類等海洋生物の飼育設備を可能な限り改善する。

9. 研究教育拠点形成活動実績

①目的の達成状況

1) 世界最高水準の研究教育拠点形成計画全体の目的達成度

〔自己点検評価〕本拠点では、海洋生物の特異な生命機能に関する基礎科学的研究、生物生産の革新、海洋環境保全、ならびに人類の健康増進への貢献を目指した応用研究を、当初計画に沿って実施した。その結果、海洋生命統御PJでは、キンギョ、あるいはドジョウの単一の始原生殖細胞を、分類学的に遠縁なゼブラフィッシュに移植して、異種の機能的な配偶子を作らせることに成功した。これにより、ウナギなど人工生産が特に困難な魚種の配偶子を養殖の容易な魚種に産ませる、いわゆる「借腹養殖」を実現するための基本技術が確立された。また、自然クローン魚による正常な減数分裂を介さない配偶子形成のメカニズムが解明され、ここから得た原理を育種に応用するための基盤が整備された。さらに、昆虫細胞を用いた魚類の活性型生殖腺刺激ホルモンの大量生産、遺伝子工学により生産した海産巻貝酵素を用いた海藻のプロトプラスト化、海藻の無性生殖に関与する遺伝子の決定などの研究成果により、「クローン種苗」と「試験管配偶子形成」の実現、あるいはその前段階の技術レベルに到達できた。

食糧安全保障PJでは、水産生物の疾病予防と制圧に関する様々な技術、遡河性・沿岸性魚類、深海性甲殻類の遺伝的管理を可能にする多数のDNAマーカーとそれを用いた多様性評価法、内分泌攪乱物質（環境ホルモン）を追跡するバイオマーカーとそれらを用いた汚染評価法が次々に開発された。一方、海藻等から人類の健康維持増進に役立つ画期的な機能性物質が見いだされ、さらに、水産物の生産・収穫から流通、消費の全過程にわたる具体的な安全管理モデルが示された。

以上両プロジェクトの研究成果は、合計440編以上の論文として既に発表された。これらのうち多数が、水産学、海洋・淡水生物学、食品科学の分野で上位にランクされる国際学術誌のみならず、生殖生物学、内分泌学、生化学などの基礎分野において評価の高いジャーナルに掲載された。これら原著論文に加えて、100編を超える総説論文・著書（分筆）、約180編の解説・報告書等が出版された。また、本拠点が主催した国際シンポジウム等を含む、多数の

国内外の研究集会、学会等での1300件を超える発表により、成果を広く世界に発信した。一部の成果は特許出願（11件）による知的財産形成に結びついた。

教育ならびに人材育成面では、若手研究者、大学院生に対する「横断型の大学院教育カリキュラム」を充実させ、国内外の著名研究者の招聘、国際学会への派遣などの方策により、「第一線研究者との積極交流」を進めた。また、国際共同研究、留学促進、授業交換による国際教育連携を実施し、様々な領域の専門家との異分野交流を通じて、「海洋ベンチャー育成教育」および「文理融合型教育」を実践した。

以上、本プログラムの遂行により、革新的な食糧生産を実現する世界最高水準の研究教育拠点が創出され、アジアを中心とした学術ネットワーク形成などの国際競争力向上につながる成果が得られた。さらに、本プログラムの特色の一つである女性研究者の支援と育成の取り組みにより、北海道大学や学会における同種の活動への支援が強化された。すなわち、本拠点は、研究、教育、社会連携、国際連携の何れの観点においても「目的は十分に達成した」と評価できる。

〔外部評価〕平成18年度における中間評価結果に加えて、さらに国際的観点から客観的な評価を得るために、国際生物学賞受賞者・全米科学アカデミー会員、英国水産学会前会長、国際学術誌編集委員などの研究者8名を外部評価委員（advisory board member）に委嘱し、英文説明資料（要約・付録の2分冊全160ページ）を事前送付するとともに、「国際外部評価ワークショップInternational Workshop on the Evaluation of the 21st Century COE Program（平成19年11月26-30日、函館市）」に招へいし、本拠点の目的、計画、研究、教育、国際交流、産業シーズ、若手・女性研究者支援などの細目に関する外部評価を受けた。翌年度は、そこで受けた助言・示唆のもとに新たに取り組んだ活動の成果を、第7回国際シンポジウム（平成20年11月17-19日、札幌市）として公表し、再度招へいした評価委員より本拠点到に係る全成果の総括と今後への展望についての意見を頂戴した。一方、シンポジウム後に、個々の研究課題について、当該専門分野の外部レフリー（4か国11名）に評価とコメントを依頼し、これらを総合的に勘案した外部評価結果を最終報告書として取り纏め、印刷公表するとともにホームページに公開した。この最終報告書によると、本拠点の活

動は全体としてwell-organized and scientifically exciting and productive programmeと要約され、個別課題についてはexcellent (20点満点の平均17点) との評価を受けた。このように、外部評価においても自己評価と同様「目的は十分に達成した」との評価が得られた。

2) 人材育成面での成果と拠点形成への寄与

学際的国際的研究能力を身につけた次世代研究者、高度専門家の育成と女性研究者の活躍促進のため、女性・外国人の採用に留意して、研究の最前線に立つCOE研究員(PD)22名(うち女性9名、外国人5名)を、公募により選考採用し、事業推進担当者の教員とともに研究課題に取り組ませた。また、博士後期課程大学院生からの公募により、31名のリサーチアシスタント(RA, うち女性11名、外国人7名)を選考採用し、学位論文研究に関連する課題研究に従事させた。

若手女性研究者支援PGの積極的推進の結果、PD、RAが中心となった学術誌への論文掲載(約180編)、学会での発表(約450件)、科学研究費の獲得(若手研究B5件)、学会賞(1件)、学内学術賞(北大大塚賞2件)、国際学会での優秀発表賞(2件)の成果が得られた。これらに加えて、本拠点自体の若手女性研究助成(Ambitious Project Proposal)により自立的な研究体験を積ませることができた。

これらのうちPDの8名、RAの3名は、国公立大学(北大・弘前大・札幌大・近畿大など)の准教授・講師・助教に採用され、他のPD、RAは国内外大学(Purdue大・デンマーク工科大・金沢医大など)・独立行政法人研究機関(水産総合研究センター)の研究員(PD)、地方自治体・民間企業研究職員、高校教員に職を得ている。また、外国人PD、RAの多くは母国の大学・国立研究機関に職を得て、研究教育に従事している。

大学院教育では、学院・研究院構想に伴って整備された教育プログラム(部局・専攻・講座横断型カリキュラム)の一環としてCOEセミナー(合計51回・講演75件)、同特別セミナー(34回・42件)、同企業セミナー(5回・8件)、科学英語と論文の書き方講演会(7回・7件)を開催した。それらのプログラムにより異分野交流教育ならびに学際教育の成果が上げられた。国際性向上にむけて、拠点主催の国際シンポジウムを開催し、そこでは多くの大学院生等若手研究者が発表(217件)した。さらに国

際学会等への派遣(延べ52名)を行った。また、19・20年度は、タイのカセサート大学との間で相互交換授業(北大に5名招聘、講義17回;カセサート大へ7名派遣、講義34回)を実施した。

本拠点の中核となった専攻(水産科学院海洋応用生命科学専攻)において、5年間の事業期間中(平成16-20年度)に事業推進担当者13名の研究指導により博士(水産科学)の学位を得た者は、44名(論文博士2名を含む)であり、そのうち社会人入学は11名、外国人は11名、女性は16名であった。また、修士(水産科学)の学位を得て、就職・進学した者は145名であった。

若手研究者・大学院生に対して、平成17-19年度は、合宿研修型ワークショップ(参加者約170名)を実施し、企業人(食品・化学・金融分野等)、欧州特許庁審査官、小説家、科学ライターなど異分野から招いた講師14名(外国人2名)による講義とそれに続くグループ討論により、ベンチャー育成、文理融合、生命環境倫理、知的財産権に通じる広い視野をもつ人材育成を実施した。同様の視点からCOE企業セミナー、産業シーズ創生PG講演会も、人材育成の資とした。

以上のように、本拠点における大学院教育を含む若手研究者育成は大きく進展し、多数の「博士」を輩出するとともに、若手研究者にPDあるいはRAとしての研究経験を積ませたのち、研究者、高度専門家として有為な人材を社会に送り出すことに成功した。また、これら若手の活躍により多くの研究成果が得られ、拠点形成に大きく寄与した。

3) 研究活動面での新たな分野の創成や、学術的知見等

二つの研究PJでは期待通りの成果が得られ、研究課題の遂行を通して、特に以下の新たな分野の創世への萌芽があった。

海藻ゲノム科学: 生物学者と生化学研究者間での異分野間連携により、海藻のクローン種苗生産、生活環境制御、ゲノム解析を実現するための共同研究が進められ、海藻のゲノム情報の集積、高度化とその応用を目指した海藻ゲノムコンソーシアムの基盤が形成された。

希少種の保全・復活: 機構解析、借腹養殖、試験管配偶子生産に係る研究成果として得られた技術を応用することで、希少種チョウザメ類の人工ふ化に成功した。本拠点における生命科学研究が、水産増殖分野だけでなく環境・生態保全分野へも貢献する

ものであることが示された。

人類の健康のための機能性物質化学：海洋生物には生活習慣病の防止など人類の健康増進に役立つ生理活性物質が含まれることが分かってきた。海藻成分の生理機能に関する研究を進めた事業推進担当者は機能性食品に関する新たな学会の創設に寄与し、新しい国際学術雑誌（Journal of Functional Foods、Elsevier）の編集者として貢献した。

4) 事業推進担当者相互の有機的連携

年度あたり2-3回の事業推進担当者会議を行い、重要事項を検討した。また、リーダーのもとに推進委員会（4名）を置いて、諸活動を統括した。二つの研究PJ，その他のPG等については、事業推進担当者のなかに責任者を指名し、事業を進めた。

本拠点研究PJにおいては、異なる部局あるいは異なる専門性の研究者が連携して、課題研究を行うこととした。例えば、水産学者と医学者の間の共同研究では、化学汚染物質の魚類細胞株に与える細胞毒性等に関する研究が共著論文として発表された。

5) 国際競争力ある大学づくりへの貢献度

国際競争力の高い大学づくりには、世界水準の研究実績と国際的な人材育成を実現する教育体制に基づく、国際交流推進が重要である。本拠点の中心となった北大水産科学研究院（水産科学院・水産学部）が、アジアを中心に、9大学および1地域国際機関との部局間学術交流協定を事業期間に締結したことを受けて、本拠点では、主催した7回の国際シンポジウムのうち、2回を国外（中国・上海）で開催したほか、研究交流集会をインドネシア・ウダヤナ大学、タイ・カセサート大学等で開催し、学術交流に務めた。5回の国際シンポジウム、教育と外部評価に関する2回の国際ワークショップ、COEセミナーでの講演ならびにその他共同研究等に来日し、本拠点で活動した外国人は19ヶ国からの83名であり、国際交流は極めて活発であった。

これらに加え、可能な限り外国人をPD、RAとして採用し、かつ留学生の教育を充実させることにより、将来の国際研究ネットワーク構築の基礎を固めた。さらに、水産科学教育に関する国際ワークショップも開催し、国際競争力向上に貢献した。

6) 国内外に向けた情報発信

本拠点の研究成果は、論文、学会発表として発信された。また、主催した国際シンポジウム等を通じて、成果の発信を行った。また、海外研究集会、

合同成果発表会、共催シンポジウム、オープンフォーラム、市民公開（産業シーズ創生PG）講演会、大学公開講座講演を実施した。

拠点の活動成果として、「成果報告書」、国際シンポジウム「要旨集」と「プロシーディングス」を印刷公表した。COE関連セミナーについては「セミナー資料集」を印刷公表した。和文・英文パンフレット（4種類）、ニュースレター第1～14号、広報誌を印刷発行した。これらに加え、日・英・中・韓の多言語ホームページにより、情報発信を行った。

7) 拠点形成費等補助金の使途について（拠点形成のため効果的に使用されたか）

PD、RAの雇用のほか、事業を円滑に実施するための、技術・事務補助員の雇用など、人材育成と人件費に補助金の大半を用いた。また、多くの第一線研究者等の招へい、国際学会・研修・共同研究への派遣、若手への研究助成、国際シンポジウム・ワークショップ、公開講演会などの国際連携、社会連携に予算を重点的に使用した。

②今後の展望

本拠点の活動により、海洋生物の生命機能の理解は相当程度進んだ結果、関連する技術開発も起こり、海洋生命科学の研究教育拠点が形成された。今後は、この拠点を一層充実させるとともに、さらに環境・生態科学、工学、社会科学の専門領域を結集した持続可能性食糧生産を実現する国際的中核拠点創生へと進化させるための努力を傾注する。

③その他（世界的な研究教育拠点の形成が学内外に与えた影響度）

本拠点で検討した生殖系列キメラ作成などの生殖統御、海洋生物の機能性物質に関する先端的研究は特に世界的な関心を集め、学会シンポジウム課題として設定されたばかりか、報道された（計118件）。本拠点で「女性研究者支援」の諸施策が実行された結果、北大水産科学研究院で40年ぶりに女性教員（助教2名）が採用され、本活動を契機とした科学技術振興調整費（女性研究者支援モデル育成）採択により北大の女性研究者支援室が開設されるという具体的成果が得られた。また、「女性研究者支援」は日本水産学会でのミニシンポジウム課題としても取り上げられ、大学・学会が男女共同参画に取り組む契機となるなど、社会へのインパクトは大きかった。さらに、本拠点の諸活動は、函館圏での産学官連携、地域連携の活性化に波及した。

21世紀COEプログラム 平成16年度採択拠点事業結果報告書

機 関 名	北海道大学	拠点番号	K02
拠点のプログラム名称	海洋生命統御による食糧生産の革新 —海の生物の高度で安全な活用を目指して		
1. 研究活動実績			
①この拠点形成計画に関連した主な発表論文名・著書名【公表】			
1. <u>Hong L</u> , Fujita T, Wada T, <u>Amano H</u> , Hiramatsu N, Zhang X, Todo T and Hara A Choriogenin and vitellogenin in red lip mullet (<i>Chelon haematocheilus</i>): purification, characterization, and evaluation as potential biomarkers for detecting estrogenic activity. <i>Comp Biochem Physiol C Toxicol Pharmacol</i> , 149: 9-17, 2009.			
2. Motomura T and Nagasato C Functional and non-functional spindle formation in <i>Fucus distichus</i> zygotes: the role of centrosome. <i>Botanica Marina</i> (in press).			
3. Urushibara N, Mitsuhashi S, Sasaki S, Kasai H, Yoshimizu M, Fujita H, Oda A JNK and p38 MAPK are independently involved in tributyltin-mediated cell death in rainbow trout (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) RTG-2 cells. <i>Comp Biochem Physiol C Toxicol Pharmacol</i> , 149: 468-475, 2009.			
4. <u>Yoshikawa H</u> , Morishima K, Fujimoto T, Saito T, Kobayashi T, Yamaha E, Arai K Chromosome doubling in early spermatogonia produces diploid spermatozoa in a natural clonal fish. <i>Biol Reprod</i> , 80: 973-979, 2009.			
5. <u>Amano H</u> , Fujita T, Hiramatsu N, Kagawa H, Matsubara T, Sullivan CV and Hara A Multiple vitellogenin-derived yolk proteins in gray mullet (<i>Mugil cephalus</i>): disparate proteolytic patterns associated with ovarian follicle maturation. <i>Mol Reprod Dev</i> 75: 1307-1317, 2008.			
6. Azuma N, Kunihiro Y, Sasaki J, Mihara E, Mihara Y, Yasunaga T, Jin D-H, Abe S Genetic variation and population structure of Hair Crab (<i>Erimacrus isenbeckii</i>) in Japan inferred from mitochondrial DNA sequence analysis. <i>Mar Biotechnol</i> 10: 39-48, 2008.			
7. Inoue A, Kagaya M, and Ojima T Preparation of protoplasts from <i>Laminaria japonica</i> using native and recombinant abalone alginate lyases. <i>J Appl Phycol</i> 20: 663-640, 2008.			
8. Katsu Y, Kohno S, Hyogo S, Ijiri S, Adachi S, Hara A, Guillette LJ and Iguchi T Molecular cloning, characterization, and evolutionary analysis of estrogen receptors from phylogenetically ancient fish. <i>Endocrinol</i> 149: 6300-6310, 2008.			
9. Kayaba, T, Sasaki N, Adachi S and Yamauchi K Effects of pituitary glycoprotein hormones and thyroid hormones on in vitro vitellogenin incorporation into organ-cultured oocytes in Japanese eel, <i>Anguilla japonica</i> . <i>Zool. Sci.</i> 25, 334-343, 2008.			
10. Kazeto Y, Kohara M, Miura T, Miura C, Yamaguchi S, Trant JM, Adachi S, Yamauchi K Japanese eel follicle-stimulating hormone (Fsh) and luteinizing hormone (Lh): production of biologically active recombinant Fsh and Lh by <i>Drosophila</i> S2 cells and their differential actions on the reproductive biology. <i>Biol Reprod</i> , 79: 938-946, 2008.			
11. <u>Kim H-J</u> , Oseko N, Nishizawa T and Yoshimizu M. Protection of rainbow trout from infectious hematopoietic necrosis (IHN) by injection of infectious pancreatic necrosis virus (IPNV) or poly (I:C). <i>Dis. Aquat. Org.</i> , 83: 105-113, 2008.			
12. <u>Kitade Y</u> , <u>Asamizu E</u> , <u>Fukuda S</u> , <u>Nakajima M</u> , <u>Ootsuka S</u> , <u>Endo H</u> , <u>Tabata S</u> , and <u>Saga N</u> Identification of genes preferentially expressed during asexual sporulation in <i>Porphyra yezoensis</i> gametophytes (Bangiales, Rhodophyta). <i>J. Phycol.</i> 44: 113-123, 2008.			
13. <u>Li L</u> , Saga N, and Mikami K Phosphatidylinositol 3-kinase activity and asymmetrical accumulation of F-actin are necessary for establishment of cell polarity in the early development of monospores from the marine red alga <i>Porphyra yezoensis</i> . <i>J. Exp. Bot.</i> 59: 3575-3586, 2008.			
14. <u>Matsuo A</u> , Oshiumi H, Tsujita T, Mitani H, Kasai H, Yoshimizu M, Matsumoto M and Seya T Toll-like receptor 22 recognizes RNA duplex to induce IFN and protect cells against Birnavirus. <i>J Immunol</i> , 181: 3474-3485, 2008.			
15. Morishima K, <u>Yoshikawa H</u> , Arai K Meiotic hybridogenesis in triploid <i>Misgurnus loach</i> derived from a clonal lineage. <i>Heredity</i> 100: 581-586, 2008.			
16. Nishizawa T, <u>Kokawa Y</u> , <u>Wakayama T</u> , <u>Kinoshita S</u> and Yoshimizu M Enhanced propagation of fish nodaviruses in BF-2 cells persistently infected with snakehead retrovirus (SnRV). <i>Dis. Aquat. Org.</i> , 79: 19-25, 2008.			
17. 尾島孝男 3章 タンパク質. 「水圏生化学」(渡部終五 編), 恒星社厚生閣, 東京, 39-50, 2008.			
18. Okada T, Noguchi R, Hosokawa M, Fukunaga K, Nishiyama T, Zaima N, Hirata T and Miyashita K (2008) Effect of trans and conjugated LC N3 polyunsaturated fatty acids on lipid composition and abdominal fat weight in rats. <i>J Food Sci</i> , 73: H201-H206, 2008.			
19. <u>Park E-J</u> , <u>Fukuda S</u> , <u>Endo H</u> , <u>Kitade Y</u> , and <u>Saga N</u> Identification of cross-fertilized conchocelis using cleaved amplified polymorphic sequence markers in cross experiments of <i>Porphyra yezoensis</i> (Bangioophyceae, Rhodophyta). <i>J. Phycol.</i> 44: 331-334, 2008.			
20. Prabhasankar P, Ganesan P, Bhaskar N, Hirose A, <u>Nimishmol S</u> , Gowda LR, Hosokawa M and Miyashita K Edible Japanese seaweed, Wakame (<i>Undaria pinnatifida</i>) as an ingredient in Pasta: Chemical, functional and structural evaluation. <i>Food Chemistry</i> , doi:10.1016/j.foodchem.2008.12.047, 2008.			
21. Saito A, Mizuta H, Yasui H, and Saga N Artificial production of regenerable free cells in the gametophyte of <i>Porphyra pseudolinearis</i> (Bangiales, Rhodophyceae). <i>Aquaculture</i> 281: 138-144, 2008.			
22. <u>Saito T</u> , <u>Goto-Kazeto R</u> , <u>Arai K</u> , <u>Yamaha E</u> Xenogenesis in teleost fish through generation of germ-line chimeras by single primordial germ cell transplantation. <i>Biol Reprod</i> . 78: 159-166 2008.			
23. Tohse H, Takagi Y and Nagasawa H Identification of a novel matrix protein contained in a protein aggregate associated			

- with collagen in fish otoliths. FEBS J 275: 2512-2523, 2008.
24. 横山 純・浅川典敬・林 浩志・長野 章・吉水 守 衛生品質管理と水産資源の持続的利用に向けた漁港整備に関する研究. 海洋開発論文集, 24: 1099-1104, 2008.
 25. Yoon M, Sato S, Seeb JE, Brykov V, Seeb LW, Varnavskaya NV, Wilmot RL, Jin D-H, Urawa S, Urano S and Abe S Mitochondrial DNA variation and population structure of chum salmon *Oncorhynchus keta* around the Pacific Rim. Journal of Fish Biology 73: 1256-1266, 2008.
 26. Yamamoto S, Sahara T, Sato D, Kawasaki K, Ohgiya S, Inoue A, and Ojima T Catalytically important amino-acid residues of abalone alginate lyase HdAly assessed by site-directed mutagenesis. J Enzym Microbiol Tech: 43, 396-402, 2008.
 27. Kim WS, Nishizawa T and Yoshimizu M Non-specific adsorption of fish immunoglobulin M (IgM) to blocking reagents on ELISA plate wells. Dis Aquat Org 78: 55-59, 2007.
 28. Maeda H, Hosokawa M, Sashima T, and Miyashita K Dietary combination of fucoxanthin and fish oil attenuates the weight gain of white adipose tissue and decreases blood glucose in obese/diabetic KK-A^y mice. J Agric Food Chem 55: 7701-7706, 2007.
 29. Moriya S, Sato S, Azumaya T, Suzuki O, Urawa S, Urano A and Abe S Genetic stock identification of chum salmon in the Bering Sea and North Pacific Ocean using mitochondrial DNA microarray. Mar Biotechnol 9: 179-191, 2007.
 30. Nishida Y, Suzuki K, Kumagai Y, Tanaka H, Inoue A, and Ojima T Isolation and primary structure of a cellulase from the Japanese sea urchin *Strongylocentrotus nudus*. Biochimie 89: 1002-1011, 2007.
 31. Takagi Y, Ura K Teleost fish scales: a unique biological model for the fabrication of materials for corneal stroma regeneration. J Nanosci Nanotech 7: 757-762, 2007.
 32. Yamaha E, Saito T, Goto-Kazeto R and Arai K Developmental biotechnology for aquaculture, with special reference to surrogate production in teleost fishes. J Sea Res 58: 8-22, 2007.
 33. 吉水守 III編 6章 魚類ウイルス. 「微生物学辞典」(朝倉書店), 東京, p752, 2007 (分担執筆).
 34. Endo H, Ootsuka S, Fukuda S, Kitade Y and Saga N Functional complementation of an arginine auxotrophic yeast mutant by an argininosuccinate synthetase from *Porphyra yezoensis* (Rhodophyta). J Phycol 42: 1066-1071, 2006.
 35. Ijiri S, Takei N, Kazeto Y, Todo T, Adachi S and Yamauchi K Changes in localization of cytochrome P450 cholesterol side-chain cleavage (P450scc) in Japanese eel testis and ovary during gonadal development. Gen Comp Endocrinol 145: 75-83, 2006.
 36. Kazeto Y, Ijiri S, Adachi S and Yamauchi K Cloning and characterization of a cDNA encoding cholesterol side-chain cleavage cytochrome P450 (CYP11A1): Tissue-distribution and changes in the transcript abundance in ovarian tissue of Japanese eel, *Anguilla japonica*, during artificially induced sexual development. J Steroid Biochem Mol Biol 99: 121-128, 2006.
 37. Ootsuka S, Saga N, Suzuki K, Inoue A and Ojima T Isolation and cloning of an endo- β -1,4-mannanase from pacific abalone *Haliotis discus hannai*. J Biotechnol 125: 269-280, 2006.
 38. Saito T, Fujimoto T, Maegawa S, Inoue K, Tanaka M, Arai K, and Yamaha E Visualization of primordial germ cells in vivo using GFP-nos1 3'UTR mRNA. Int J Dev Biol 50: 691-699, 2006.
 39. 下村謙悟 水産養殖分野におけるバイオテクノロジーとリスクコミュニケーション. 水産育種, 36: 69-76, 2006.
 40. Fukada H, Ozaki Y, Pierce AL, Adachi S, Yamauchi K, Hara A, Swanson P and Dickhoff WW Identification of the salmon somatolactin receptor, a new member of the cytokine receptor family. Endocrinology 146: 2354-2361, 2005.
 41. Hiramatsu N, Cheek AO, Sullivan CV, Matsubara T and Hara A Vitellogenesis and endocrine disruption. In Biochemistry and Molecular Biology of Fishes, Vol 6 (Mommsen TP and Moon TW eds), Elsevier BV, pp 431-471, 2005.
 42. Maeda H, Hosokawa M, Sashima T, Funayama K and Miyashita K Fucoxanthin from edible seaweed, *Undaria pinnatifida*, shows antiobesity effect through UCP1 expression in white adipose tissues. Biochem Biophys Res Comm 332: 392-397, 2005.
 43. Nishizawa T, Kinoshita S and Yoshimizu M An approach for genogrouping of Japanese isolates of aquabirnavirus in a new genogroup, VII, based on the VP2/NS junction region. J Gen Virol 86: 1973-1978, 2005.
 44. Omoto N, Maebayashi M, Adachi S, Arai K and Yamauchi K Sex ratios of triploids and gynogenetic diploids induced in the hybrid sturgeon, the bester (*Huso huso* female X *Acipenser ruthenus* male). Aquaculture 245: 39-47, 2005.
 45. Otani S, Kitauchi T, Saito T, Sakao S, Maegawa S, Inoue K, Arai K and Yamaha E The formation of primordial germ cells from germline cells in spherical embryos derived from the blastodisc of 2-cell embryos in goldfish, *Carassius auratus*. Int J Dev Biol 49: 843-850, 2005.
 46. Yoshikubo H, Suzuki N, Takemura K, Hosono M, Yashima S, Iwamuro S, Takagi Y, Tabata MJ and Hattori A Osteoblastic activity and estrogenic response in the regenerating scale of goldfish, a good model of osteogenesis. Life Sci 76: 2699-2709, 2005.
 47. Hosokawa, M, Kudo M, Maeda H, Kohno H, Tanaka T and Miyashita K Fucoxanthin induces apoptosis and enhances the antiproliferative effect of the PPAR γ ligand, troglitazone, on colon cancer cells. Biochim Biophys Acta, 1675: 113-119, 2004.
 48. Saito T, Otani S, Fujimoto T, Suzuki T, Nakatsuji T, Arai K and Yamaha E The germ line lineage in ukigori, *Gymnogobius* species (Gobiidae;Teleostei) during embryonic development. Int J Dev Biol, 48: 1079-1085, 2004.
 49. Sato S, Kojima H, Ando J, Ando H, Wilmot RL, Seeb LW, Efremov V, LeClair L, Buchholz W, Jin D-H, Urawa S, Kaeriyama M, Urano A and Abe S Genetic population structure of chum salmon in the Pacific Rim inferred from mitochondrial DNA sequence variation. Environ Biol Fish, 69: 38-50, 2004.
 50. 吉水守 「魚介類の感染症・寄生虫病」. 江草周三監修, 若林久嗣・室賀清邦編集, 恒星社厚生閣, 東京, 424p, 2004 (分担執筆).

②国際会議等の開催状況【公表】

（事業実施期間中に開催した主な国際会議等の開催時期・場所、会議等の名称、参加人数（うち外国人参加者数）、主な招待講演者（3名程度））

【開催日】 平成17年2月26～27日 【会場】 北海道大学遠友学舎（札幌市）・北海道大学学術交流会館（札幌市）

【名称】 第一回国際シンポジウム Potential and Perspective of Marine Bio-Manipulation 「海洋生命統御の可能性と方向性」【参加人数】約120名 外国人9名 【招待講演者】GH Thorgaard (Washington State Univ, USA), Z Gong (National University of Singapore, SINGAPORE), J Benzie (Moana Technologies, USA)

【開催日】 平成17年5月25～26日 【会場】 北海道大学遠友学舎（札幌市）・北海道大学学術交流会館（札幌市）

【名称】 第二回国際シンポジウム Marine Resources as Functional and Therapeutic Agents 「海洋生物資源の健康機能性」【参加人数】145名 外国人7名 【招待講演者】S Yu (Danisco A/S, DENMARK), Z Dong (Univ of Minnesota, USA), MT Morrissey (Oregon State Univ, USA)

【開催日】 平成17年7月11～13日 【会場】 花園飯店（中国・上海市）・上海水産大学（中国・上海市）

【名称】 第三回国際シンポジウム Industrial-Academia-Governmental Collaboration for the Establishment of Marine Food Production in China and Japan 「食糧生産システム確立のための日中産学官連携」【参加人数】約130名 外国人90名 【招待講演者】YJ Pan (Shanghai Fisheries Univ, CHINA), S-F Li (Shanghai Fisheries Univ, CHINA), DL Gu (Bureau of Fisheries, Shanghai Municipal Government, CHINA)

【開催日】 平成17年10月9～11日 【会場】 函館国際ホテル（函館市）

【名称】 第四回国際シンポジウム Reproductive, Genetic and Disease Management in Aquaculture and Ocean Ranching 「水産増養殖における生殖、遺伝資源および健康の制御」【参加人数】201名 外国人27名

【招待講演者】B Svensson (Technical Univ of Denmark, DENMARK), JAC Leong (Univ of Hawaii, USA), G Young (Univ of Washington, USA)

【開催日】 平成18年7月20～22日【会場】 北海道大学大学院水産科学研究院大会議室（函館市）・函館市産学官交流プラザ（函館市）

【名称】 第五回国際シンポジウム Industrial-Academia-Governmental Collaboration for the Establishment of Marine Food Production in China and Japan 「食糧生産システム確立のための日中産学官連携」【参加人数】約200名 外国人17名 【招待講演者】SC Chen (Shanghai Fisheries Univ, CHINA), W Wu (Shanghai Fisheries Univ, CHINA), Liu C (Shanghai Fisheries Univ, CHINA)

【開催日】 平成18年12月18～19日【会場】 上海水産大学（中国・上海市）

【名称】 第六回国際シンポジウム Symposium on Development of Fisheries Science in Asia 「アジアにおける水産科学共同研究の展開」【参加人数】約100名 外国人90名 【招待講演者】JL Li (Shanghai Fisheries Univ, CHINA), YX Cheng (Shanghai Fisheries Univ, CHINA), BL Bao (Shanghai Fisheries Univ, CHINA)

【開催日】 平成19年11月26～30日【会場】 北海道大学大学院水産科学研究院大会議室（函館市）

【名称】 21世紀COEプログラム海洋生命統御による食糧生産の革新 国際外部評価ワークショップ International Workshop on the Evaluation of the 21st Century COE Program: “Marine Bio-Manipulation Frontier for Food Production”【参加人数】約60名 外国人6名 【招待外部評価委員】J Thorpe (Univ of Glasgow, UK), EM Donaldson (Dept of Fisheries and Oceans, CANADA), R Yanagimachi (Univ of Hawaii, USA)

【開催日】 平成20年3月17～19日【会場】 函館市産学官交流プラザ（函館市）

【名称】 アジア圏における水産科学教育協力に関する国際ワークショップ International Workshop on Educational Cooperation in Fisheries Sciences in Asia 【参加人数】60名 外国人20名【招待講演者】JH Lee (Pukyong National Univ. KOREA), X Zhang (Ocean Univ of China, CHINA), S Tunkijjanukij (Kasetsart Univ, Thailand)

【開催日】 平成20年11月17～19日 【会場】 北海道大学学術交流会館（札幌市）

【名称】 第七回国際シンポジウム Innovative Marine Life Science for Three Es, Edibles, Environment and Education in 21st Century 「21世紀の食料、環境、教育のための海洋生命科学」【参加人数】約100名 外国人18名 【招待講演者】M Bilio (Consultant for Ecology and Living Aquatic Resources Management, Germany), JK Parrish (Univ of Washington, USA), Y Shimizu (Univ of Rhode Island, USA)

2. 教育活動実績【公表】

博士課程等若手研究者の人材育成プログラムなど特色ある教育取組等についての、各取組の対象（選抜するものであればその方法を含む）、実施時期、具体的内容

若手・女性研究者支援プログラムによる教育活動

PD・RA制度：博士号取得者を対象に学術研究員（PD）を公募し、人事委員会における書類審査と必要に応じて面接審査を行い、研究計画・業績・抱負を重視して22名を採用した。リサーチアシスタント（RA）公募は、博士（後期）課程に在学する大学院生を対象に行い、事業推進担当者の指導のもと、本COEに関連する研究を課題として、期限内に博士学位の取得が見込まれる者を、人事委員会が研究計画を中心に審査して31名を採用した。特に女性・外国人の支援に留意し、PD・RAにおける女性の率は夫々41%、36%、外国人の率はいずれも23%であった。本制度により、研究・修学における経済的支援を与えることにより、若手研究者を研究に専念させ、本COEの研究を大きく推進することができた。PDとRAには、COE関連のセミナー、シンポジウム等への参加、年度毎の研究成果報告書の提出を義務付けると共に、国際学会での発表、国際学術雑誌への投稿、競争的資金の獲得を推奨した。なお、PDとRAのうち11名が国公立大学の教員（准教授・講師・助教）に採用されたほか、多くが国内外大学PD、公的研究機関、民間企業研究職員、高校教員等に採用され、外国人の多くは帰国後、母国で研究教育に従事している。

競争的研究資金制度：自立した研究者として競争的資金獲得が必須のことから、PDに科学研究費等の応募を推奨したところ、科学研究費補助金若手研究Bに5件が採択された。また、事業期間内にCOE独自の研究助成（Ambitious Project Proposal）により、年度あたり平均20件（540万円）程度を採択し、自律的自主的な研究経験を積ませるとともに、成果報告書提出を義務付けた。

合宿研修型若手・女性研究者育成ワークショップ：本COEの外、全国の大学院生等呼びかけ、3回の合宿研修型のワークショップ（平成17～19年度）を開催し、女性研究者（大学教授）・企業人（化学・食品・金融分野など）・文化人（科学ライター・小説家など）・知財関係者（欧州特許庁審査官など）、国際協力機関（JIRCUS）関係者などの講師（14名：外国人2名）の講演とそれに引き続く小グループ・ディスカッションやスキルアップ研修にPD・RA・大学院生など約170名が参加した。この集会では、男女共同参画、女性研究者ロールモデル、博士号取得者の多様な進路等について議論を深め、さらにベンチャー育成、文理融合、生命環境倫理、知的財産権に通じる広い視野をもつ人材育成を実施した。

優秀研究の表彰：関連のPD、RA、大学院生には、本COE主催の国際シンポジウムのポスターセッション（発表約220件）に参加し、英語で発表するとともに、招へいした外国人研究者と積極的に論議することを強く推奨した。各シンポジウムにおいて、招へい講演者、事業推進担当者を中心に投票を依頼し、その結果にもとづき、各シンポジウムごとにベスト・ポスター賞（1～2件）、グッド・ポスター賞受賞者（2～7件）を表彰した。

科学普及活動キャラバン：中学・高校生、特に、理系進学を躊躇しがちな女子中高生に、科学の楽しさを普及するためのキャラバン隊を組織し、本COEのPD、RA、大学院生を中心に、北大の女性研究者支援モデル育成事業（平成18～20年度）と連携して、道内中学・高校を訪問して、海洋生命科学に関する研究解説・実技実演など普及活動を行った。

COE教育・海外拠点形成・産業シーズ創生プログラムによる教育活動

横断型大学院カリキュラム：本COEが、多様な学問領域に関する「セミナー（定期・特別・企業）」を90回（講演課題125件）と「科学英語と論文の書き方講演会」を7回主催し、これらを部局・専攻・講座横断型カリキュラムの一環とした。大学院では、これらの受講により、様々な領域について理解を深め、学際性を高めた。これらの講演者には、招へいした国内外の第一線研究者のほか、本COEのPD、RAを人選し、異分野研究者が異なるアプローチから課題解決を図る境界領域開発型のセミナーとなるよう配慮した。

第一線研究者との積極交流：招へい等により本拠点において活動した外国人研究者は19か国からの83名であり、このほか、国内大学、独立行政法人・地方自治体研究機関、民間企業研究所等所属多数の日本人研究者が、セミナー、共同研究等で来学した。招へい研究者との討論が、国際シンポジウムにおける200件を超える大学院生を含む若手研究者のポスター発表や90回を超えるセミナー等で積極的に行われ、第一線研究者との十分な交流がなされた。

国際交流による人材育成と教育：PD、RA、大学院生延べ52名を国際学会（国際マリンバイオテクノロジー会議他30件）あるいは海外研究機関（英国水産海洋研究センター、米国イリノイ大学、アラスカ大学）への研修（約1～4か月）に派遣した。また、南ボヘミア大学（チェコ）の博士課程大学院生1名を1か月受け入れ、共同研究を行った。

アジアを中心とする研究教育ネットワーク構築のため、平成19、20年度に、タイ王国カセサート大学との間で大学院・学部レベルで「相互交換授業（英語）」を行い、本拠点から教員7名を派遣するとともに、5名を受け入れ、双方合計で50回を超える講義を行った。さらに、アジア圏での高等水産教育内容の国際標準化を図るため、中国、韓国、タイより20名の研究者を招へいし、水産高等教育に関する初の「国際ワークショップ（平成20年3月函館）」を主催し、国際共同教育プログラム構築を目指した国際教育連携を進めた。

産業シーズ創生PGによるベンチャー育成・文理融合教育実践：公開講演会における知財専門家、異分野技術者（ゼネコン・バイオマス・医薬など）などによる多様な講演（平成19・20年度）を、上記横断型カリキュラムの一環として大学院生等に聴講する機会を与え、ベンチャー育成、文理融合までの広い視野を持つ教育を実施した。

21世紀COEプログラム委員会における事後評価結果

(総括評価)

設定された目的は概ね達成された

(コメント)

拠点形成計画全体については、本校から離れている不利を克服し、拠点リーダーのリーダーシップが発揮されたと評価できる。また、「借腹養殖」を実現するための基本技術の確立、海藻中等からの人類の健康維持増進に役立つ画期的な機能物質の発見、安全管理モデルの構築などの成果は評価できる。

人材育成面については、外国人留学生や女性研究者の育成に格段の力を注いでおり、また、課程博士授与数の実績及び、若手が研究機関に多数就職していることは、評価できる。

研究活動面については、本プログラムの中心課題である海洋生物特有の生命機能に関する基礎研究を基に、借腹養殖を含む様々な新しい生物生産のための技術開発やその応用に成功あるいは展望を開くとともに、水産食品の安全性確保のみならず、人工種苗生産や養殖生産が環境及び天然遺伝資源に与えるインパクトを正確に評価し、それをいかに低減させるかについての技術をも考慮に入れた基礎研究が行われ、それらの成果は440編を超える論文、1,300件を超える学会発表等で公表され、新たな分野の創成を成し遂げたものと評価できる。また、海藻ゲノムコンソーシアムの基盤形成、チョウザメ類の人工ふ化の成功などは評価でき、技術的な進歩とそれに伴う研究の進展は著しく、副次的な研究も進んだが、新しい水産科学を構築するための方向性が未だ具体的に明確化されていない。

国内外に向けた情報発信や補助事業終了後の持続的展開については、制度的、予算的措置が明確になっておらず、更なる工夫が必要である。