

## 評価結果要約表

<b>1. 案件の概要</b>	
国名：タイ王国	案件名：次世代の食糧安全保障のための養殖技術研究開発
分野：農業・農村開発	援助形態：技術協力プロジェクト (SATREPS)
所轄部署：農村開発部農業・農村開発第一グループ	協力金額(評価時点)：約 3.84 億円
協力期間	(R/D): 2012年5月25日- 2017年5月24日(5年間)
	先方関係機関：実施機関：農業・協同組合省 水産局 沿岸養殖研究開発部、カセサート大学水産学部/理学部、チュラロンコン大学理学部、ワライラック大学農業工学研究所 協力機関：スラナリー工科大学
	日本側協力機関：東京海洋大学、国際農林水産業研究センター、水産研究・教育機構増養殖研究所（旧水産総合研究所増養殖研究センター）
	他の関連協力：特になし
<b>1-1 協力の背景と概要</b>	
<p>世界の養殖生産量は1980年の約720万tに対し、2014年には約1億tと10倍以上に増加している（国際連合食糧農業機関（Food and Agriculture Organization, United Nations : FAO）水産統計）。しかし、一方で、漁業生産量は過去30年間にわたって9,000万t前後で停滞し、世界人口の増加と食生活の変化によって高まる水産物への需要を満たすためには、養殖業を通じた増産が不可欠となっている。</p> <p>東南アジアは魚介類養殖の一大生産地であり、生産基盤が既に整っていることから、この地域での水産物増産は、地球規模での食糧安全保障の観点からも重要である。一方、養殖は経済活動としての側面を持つため、東南アジアでの増産には、現在行われている安価な養殖種（ティラピア、コイ、ナマズ、バナメイエビなど）の量的拡大だけでは持続性を維持できず、市場価値が高い魚介類（ハタ類、アジアシーバス、クルマエビ類など）を対象に、生産者の意欲を惹起する「次世代型養殖システム」の構築が求められている。</p> <p>このような状況の下、タイ政府は市場性の高い魚介類を生産する「次世代型養殖システム」の構築に必要な養殖技術の開発研究を実施する地球規模課題対応国際科学技術協力 (Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development : SATREPS) をわが国に要請し、2011年度に採択された。</p> <p>採択の背景として、近年、タイ政府が水産物の輸出促進に力を入れていること、わが国が行ってきた水産分野の技術支援等を通じて、同国が「次世代型養殖システム」構築のための技術を共同開発できる水準に達していることが挙げられる。</p> <p>2011年9月の詳細計画策定調査、2012年1月の討議議事録 (Record of Discussion : R/D) の署名交換を経て「次世代の食糧安全保障のための養殖技術研究開発プロジェクト」が、2012年5月より5年間の予定で実施されている。</p> <p>2014年10月には、プロジェクト期間の中間地点にあたることから、タイ側と合同で、これまでのプロジェクトの進捗を確認・分析するとともに、課題と今後の方向性について確認し、残りの協力期間の進捗を促進するための提言を導くこと等を目的に中間レビュー調査が実施された。</p> <p>プロジェクト期間終了をおよそ半年後に控えた2016年11月、プロジェクト活動の実績、成果を評価、確認するとともに、今後のプロジェクト活動に対する提言及び今後の類似事業の実施にあたっての教訓を導くことを目的に終了時評価調査が実施された。</p>	
<b>1-2 協力内容</b>	
<p>(1) 上位目標：(設定なし)</p> <p>(2) プロジェクト目標：持続的かつ高品質な魚介類生産に必要な新しい養殖技術が開発される。</p> <p>(3) 成果</p>	

- 成果 1. 遺伝子育種のための DNA マーカーが開発される。  
 成果 2. 借り腹技術を利用した育種技術基盤が構築される。  
 成果 3. 魚介類感染症防除技術が開発される。  
 成果 4. 養殖用新規代替飼料が開発される。  
 成果 5. 養殖システムにおける危害因子を検出・低減させる技術が開発される。

(4) 投入 (2016 年 10 月末時点)

日本側：総投入額 約 3.8 億円

専門家：延べ 20 名 (長期専門家 2 名：業務調整 (58.3 人・月)、短期専門家 18 名 (19.2 人・月/派遣回数 102 回))

本邦研修：58 名 (実施回数：68 回 受け入れ先：東京海洋大学)

機材購入：総額約 1.6 億円

ローカルコスト負担：約 0.6 億円 (分析器、研修、傭人費等)

タイ側：

カウンターパート (Thai Counterpart Personnel : C/P) 配置： 延べ 116 名 (現在 93 名)

土地施設提供：専門家執務室 [水産局 (バンコク)] ラボラトリー (水産局、カセサート大学、チュラロンコン大学、ワライラック大学、スラナリー工科大学)

ローカルコスト負担：約 1.48 億円 (C/P 給与、機材、消耗品、光熱費、通信費等)

2. 評価調査団の概要

日本側	総括	千頭 聡	JICA 農村開発部 国際協力専門員
	協力企画	加納 篤	JICA 農村開発部 農業農村開発第 1 グループ 第 2 チーム
	評価分析	東野 英昭	株式会社レックス・インターナショナル シニアコンサルタント
	科学技術評価	国分 牧衛(オブザーバー)	科学技術振興機構 (Japan Science and Technology Agency : JST) 研究主幹/東北大学名誉教授
	SATREPS 計画・評価	川崎 瑞己(オブザーバー)	JST 国際科学技術部 SATREPS グループ
タイ側	リーダー	Dr. Nuanmanee Pongthana	水産局 シニアエキスパート
	メンバー	Dr. Uthairat Na-Nakorn	カセサート大学教授
	メンバー	Mr. Banchong Amornchewin	タイ国際開発協力局 (Thailand International Cooperation Agency : TICA) 計画・管理ブランチ ディレクター
調査期間	2016 年 11 月 14 日-2016 年 11 月 28 日		評価種類：終了時評価

3. 評価結果の概要

3-1 実績の確認

(1) プロジェクト目標の達成状況

プロジェクト目標：持続的かつ高品質な魚介類生産に必要な新しい養殖技術が開発される。

以下の指標 4 つがすべて達成された。

<指標 1> 新しい養殖技術が試される魚介類の種類 (少なくとも 3 種類)

5 つの研究領域の下で、9 種類の対象魚種に対して、様々な新しい養殖技術の開発が試みられてきた。したがって、指標 1 は満たされている。ただし、社会実装のレベルには達していない技術開発も見られる。

<指標 2> 新しい養殖技術を習得した研究者の数 (少なくとも 60%)

プロジェクトの全 C/P の半数以上にあたる 58 名のタイ C/P が本邦研修に参加している。研修参加者は、タイに帰国した後、習得した知識・技術を活用して研究活動を実施している。また、日本人専門家は、タイ国滞在時に、研修のフォローアップを行っている。

<指標 3> 学術論文、技術報告、指導教材、学会紀要、ニュースレターなどの数 (少なくとも 50)

終了時評価の時点で、日・タイ両国のプロジェクトの研究者によって発表された論文は 75 編であり、指標 3 は達成されている。タイ側の研究者が筆頭著者となっている論文はそのうち 35

編である。	
<b>&lt;指標4&gt; 研究成果を報告するワークショップ・セミナー等の開催数（少なくとも10回）</b>	
これまでに日本側が開催したセミナーとワークショップの数は 26 回である。主に、研究活動を円滑に進めるために研究者間で開催された。一方、タイ側 C/P は、農民や、漁業関係者を招いて、早期死亡症候群／肝臓壊死症（Early Mortality Syndrome/ Acute Hepatopancreatic Necrosis Disease : EMS/AHPND）やホワイトスポット症候群原因ウイルス（White Spot Syndrome Virus : WSSV）の予防に関する啓発活動やセミナーを開催した。	
<b>(2) 成果の達成状況：すべての指標が達成、あるいは、ほぼ達成された。</b>	
<b>成果 1: 遺伝子育種のための DNA マーカー（成長、疾病 / 耐性、ストレスなどを含む）が開発される。</b>	<b>指標 1-1: 経済的に重要な形質に関する DNA マーカーが少なくとも 2 つ開発される。【達成】</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>* 重要な形質に関するデオキシリボ核酸（Deoxyribonucleic acid : DNA）マーカーの選別が、タイガーグループ、ジャイアントグループ及びこれらのハイブリッド、エビ（ブラックタイガー、バナメイ）、アジアシーバスについて行われた。</li> <li>* グルーパーについては、高成長形質にかかわる DNA マーカーが、タイガーグループで合計 11、ハイブリッドグループで 2 つ開発された。</li> <li>* ブラックタイガーについては、プロジェクトで開発された家系について、耐病性形質にかかわる一塩基多型（Single Nucleotide polymorphism: SNP）1 つと高成長形質にかかわる SNP 2 つが、それぞれ同定された。</li> </ul>
	<b>指標 1-2: 家系分析のための少なくとも 5 つの有益な DNA マーカーが開発される。【達成】</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>* グルーパーについては、有用な DNA マーカー（マイクロサテライト）の 9 つの遺伝子座が得られ、家系分析に用いられた。</li> <li>* バナメイエビの家系分析のために有用な DNA マーカー（SNPs とマイクロサテライト）の 7 つの遺伝子座が得られ、家系分析に用いられている。</li> <li>* ブラックタイガーについて、5 つの SNP が得られ、家系分析に用いられた。</li> <li>* アジアシーバスについては、2016 年 5 月までに、80 匹の親魚と 84 匹の仔魚から採取された、合計 560 の DNA サンプルが、35 のマイクロサテライトマーカー（35 遺伝子座）の同定に用いられ、すべての遺伝子型判定データ（35 遺伝子座）が家系の分析に用いられている。</li> </ul>
	<b>指標 2: 家系評価技術が確立される。【ほぼ達成】</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>* グルーパーについては、毎月の体長と体重の測定データの分析を通じて、高成長形質の評価が進められている。</li> <li>* エビについては、DNA マーカー評価のために WSSV と EMS に対する人工感染手法が開発された。</li> <li>* アジアシーバスの、低酸素耐性、バクテリア耐性、高成長等の形質を仔魚に与える候補親を同定する家系評価に用いるために、後代検定技術の利用が試みられた。しかし、遺伝子形質データの修正が行われている段階であり、家系評価技術確立には至っていない。</li> </ul>	
<b>指標 3: 少なくとも 1 つ以上の連鎖地図が作成される。【達成】</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>* 2015 年、タイガーグループにおいては、183 DNA マーカー、ジャイアントグループにおいては、130 DNA マーカーを示す遺伝子連鎖地図が作成された。</li> </ul>	
<b>指標 4: 2 つ以上の家系が開発される。【達成】</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>* 2012 年、タイガーグループ 3 家系とハイブリッド（ジャイアントグループ雄とタイガーグループ雌）1 家系が作出された。2013 年にはマクロチップ ID を埋め込んで、これらの家系の毎月の成長を記録し、分析が継続されている。</li> <li>* タイガーグループの第 2 世代（F2）家系が 2015 年 10 月に選抜され、飼育されてきた。現在、研究者達は、2016 年終盤から 2017 年初めの交配・産卵シーズンを控えて準備を行っている。</li> <li>* ブラックタイガーについては、高成長・WSSV 耐性の家系が作出された。</li> <li>* アジアシーバスの家系はまだ作出されていない。これまで入手した遺伝子形質データを用いた家系評価が進められている。</li> </ul>	

<p>成果2: 借り腹技術を利用した育種技術基盤が構築される。</p>	<p><b>指標 1: 魚種ごとの細胞移植法が確立する。【達成】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* ジャイアントグループ (ドナー) とタイガーグループ (レシピエント)、メコンオオナマズ (ドナー) とカイヤン (レシピエント) の組み合わせについて、細胞移植法とその周辺技術が開発され、タイ側に移転された。</li> <li>* 2016年11月現在、マイクロインジェクションによってジャイアントグループの卵原細胞を移植したタイガーグループの仔魚 (移植後2カ月) 139匹が飼育されており、DNAマーカーを用いて、借り腹技術の成否を検証する研究が行われる予定である。</li> <li>* また、メコンオオナマズの精原細胞を移植したカイヤンの仔魚の飼育も継続されている。</li> </ul> <p><b>指標 2: レシピエントとなる種が開発される。【ほぼ達成】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* メコンオオナマズのレシピエントとして striped catfish (<i>Pangasianodon hypophthalmus</i>) が、ジャイアントグループのレシピエントとして、タイガーグループ (<i>Mycteroperca tigris</i>) が選択された。</li> <li>* 始原生殖細胞 (PGC) の移動のタイミングの観察を通じて、移植に適切な時期が明らかにされた。</li> </ul> <p><b>指標 3: ドナーとレシピエントの関係が確立する。【ほぼ達成】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* メコンオオナマズ (ドナー) とカイヤン (レシピエント) の移植適合性を観察中である。</li> <li>* ジャイアントグループ (ドナー) の細胞を、未分化のタイガーグループ (レシピエント) の生殖腺に移植した後、ドナー由来の生殖細胞を追跡し、ドナーとレシピエントの関係性を評価した。</li> <li>* タイガーグループの vasa cDNA のすべてをカタログ化し、様々な組織の表現型を解析した。</li> </ul>
<p>成果3: 魚介類感染症防除技術が開発される。</p>	<p><b>指標 1: 遺伝子発現の網羅的解析が可能なマイクロアレイが、少なくとも2つ構築される。【達成】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* 6魚種 (ジャイアントグループ、タイガーグループ、アジアシーバス、ブラックタイガー、バナメイエビ、ナイルティラピア) のサンプリングがタイで実施され、これらのサンプルを用いて、遺伝子のカタログが東京海洋大学で作成された。</li> <li>* タウラ症候群原因ウイルスと WSSV に対する耐性を持つエビの2つの遺伝子発現プロファイリングが予定どおり得られた。</li> <li>* これに加えて、サブプレッションサブトラクティブハイブリダイゼーション法 (SSH法) を用いて、イエローヘッド病原ウイルス (Yellow Head Virus : YHV) 感染反応に含まれる可能性がある遺伝子プロファイルが得られた。</li> </ul> <p><b>指標 2: 魚介類免疫関連遺伝子のカタログ化 (少なくとも10) がなされる。【達成】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* ブラックタイガーの腸炎ビブリオ由来の AHPND に関連する遺伝子とタンパク質が同定され、カタログ化された。</li> <li>* 選択された転写因子結合サイトにおける保存ヌクレオチド部位特異的な変異原性が、ALFP6 プロモーター活性剤遺伝子の推定結合サイトを明らかにし、WSSV 感染耐性の理解に寄与した。ALFPm6 遺伝子の推定転写因子結合サイトが同定された。</li> <li>* ブラックタイガーの11種類の免疫遺伝子候補が特定され、カタログ化された。</li> <li>* ジャイアントグループ、タイガーグループ、アジアシーバスについては、多数の免疫関連の遺伝子が東京海洋大学で同定された。</li> </ul> <p><b>指標 3: 病原微生物ワクチン抗原候補 (少なくとも2つ以上) のカタログ化が図られる。【達成】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* ナイルティラピアのサブユニットワクチン開発のために、<i>Streptococcus agalactiae</i> から10種の候補抗原を同定した。</li> <li>* サブユニットワクチン開発のために、以下の3つの抗原タンパク質が選択された。 <ul style="list-style-type: none"> <li>-ピルビン酸キナーゼ (Pyk)</li> <li>-グリセルアルデヒド3リン酸脱水素酵素 (GAPDH)</li> </ul> </li> </ul>

	<p>-SAG1407 細胞壁面アンカーファミリータンパク質</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* B 群連鎖球菌表面免疫原性タンパク質 (sip protein) もワクチン開発のために選択され、サブユニットワクチンとして有効であると報告されている。</li> </ul> <p><b>指標 4: 少なくとも1つの病原微生物のワクチンが開発される。【達成】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* エビの腸炎ビブリオ (<i>V. parahaemolyticus</i>) と WSSV ワクチンが開発され試験された。</li> <li>* ホルマリン不活化ワクチンを用いて行ったエビの対腸炎ビブリオの生存率は、コントロールの生存率(0%)に対し統計的に有意な差を示した。</li> <li>* 同様のアプローチで WSSV ワクチンについても WSSV 感染を防ぐ可能性が確認された。</li> <li>* ティラピアについては、DNA ワクチンの効果検証結果から、サブユニットワクチンは連鎖球菌感染症に対しての効果が低いことが判明した。これは、対象となる生物において、DNA ワクチンは抗原タンパク質の生産と免疫刺激に影響を及ぼす遺伝子の翻訳を活性化しなかったことに起因する。</li> <li>* DNA 及びホルマリン不活化細菌細胞ワクチンの効果を検証するフィールド試験が、2015年3月と11月にカムペンペット県、カーンチャナブリー県、ノーンカーイ県で実施された。</li> <li>* ティラピア養殖の実用ワクチンとして血清タイプ Ia と III の混合ワクチンが開発された。</li> <li>* ワクチンのフィールド試験結果は良好であったが、さらに効果を高めるために時間が必要である。</li> <li>* プロジェクトの研究者は現在、DNA ワクチンの効果を高めるために、新たな DNA ワクチン担体を開発中である。</li> <li>* ワクチンの商業ベースの生産とライセンスングについての経済性調査が行われている。</li> </ul> <p><b>指標 5: 魚介類の疾病防除管理の実践的方法が開発される。【ほぼ達成】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* タイを含む東南アジアで EMS と AHPND を引き起こす細菌のゲノム解析が行われた。</li> <li>* 解析結果に基づき、ポリメラーゼ連鎖反応 (Polymerase Chain Reaction : PCR) テスト手順 (診断手順) が開発され、その効果が検証された。</li> <li>* 診断手続きは 2014 年に、水産局の標準手続きとして採用され、成果は、2014 年 6 月 27 日に、メディアを通じて発表された。また、2016 年 9 月には、国際獣疫事務局 [Office International des Epizooties (World Organization for Animal Health) : OIE] にも、標準手法として採用された。</li> <li>* rALFPm3 を添加した餌 (エビマッシュ飼料との混合) により AHPND に感染したエビの生存率の向上が見込まれることが確認され、大量生産の手法を開発中である。</li> </ul>
<p><b>成果4: 養殖用新規代替飼料が開発される。</b></p>	<p><b>指標 1: エビの親魚用の飼料となる試作飼料が開発される。【達成】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* 野生のバナナエビの異なる成熟過程における体組織と卵の生化学的成分 (脂肪酸、アミノ酸組成、ビタミン E) の変化の調査を完了し、その結果に基づき、給餌試験のための試作飼料を作成した。</li> <li>* ビタミンE、アスタキサンチン、タウリン添加が、バナナエビの親エビの繁殖能力に及ぼす影響を調べるために給餌試験を実施した。</li> <li>* 以上の結果を踏まえ、日本において、魚粉成分を28%から19.8%に減らした飼料が作成され、魚粉成分の変化が、摂取量に大きな影響を及ぼさないことが確認された。</li> <li>* この結果、タンパク源の代替として9つの選択肢 (イカ粉、オキアミ粉、エビ頭粉、ルピナス粉、脱皮ダイズ、ダイズ、養鶏副産物、濃縮ダイズタンパク、トウモロコシグルテン) から3つ (イカ粉、トウモロコシグルテン、脱皮ダイズ) が選定された。</li> <li>* 給餌試験が 2016 年 10 月まで 3 回繰り返され、バナナエビの試作飼料が開発された。</li> </ul>

	<p>* 現在、将来の量産に向けて、民間の製造会社との協議が進められている。</p> <p><b>指標 2:魚介類の代替飼料が開発される。【ほぼ達成】</b></p> <p>* IGF-I (インスリン様成長因子) を用いて、植物性タンパク質材料のバナメイエビ飼料への最適な配合割合が求められた。</p> <p>* 植物タンパク質を最適配合した飼料を与えたバナメイエビの IGF-I 相補 DNA が 2015 年 8 月に得られた。</p> <p>* リアルタイム PCR による解析が 2016 年 11 月に完了し、現在その結果を分析中である。</p> <p>* タイガーグルーパーについて、代替飼料の消化効率性の結果が 2015 年 1 月に得られた。</p> <p>* 2015 年 10 月、魚粉を代替するための代替タンパク源の混合比率を求めた。トウモロコシグルテン：25%、濃縮ダイズタンパク：18%、養鶏副産物：30%を配合し、魚粉をほぼすべて代替した代替飼料を与えたところ、タイガーグルーパーは、通常使用する魚粉によるタンパク質 50%を含む飼料と比較して遜色ない成長を示した。</p> <p>* 2016 年 1 月、養殖業者の施設を使ってタイガーグルーパーの代替飼料プロトタイプの評価が行われた。</p> <p>* 代替飼料の飼料転換率は、飼料用雑魚を与えた対照区より良好であった。また魚の生存率はほぼ同じであった (84.5-85.5%)。</p> <p>* 代替飼料はプーケット県、タラーン郡のタイガーグルーパーの生け簀養殖業者に対する普及が開始された。</p>
<p>成果5: 養殖システムにおける危害因子を検出・低減させる技術が開発される。</p>	<p><b>指標 1:少なくとも1つの有害化学物質の検出キットのプロトタイプが開発される。【達成】</b></p> <p>* 2014 年 4 月、エライザ法を用いたロイコマラカイトグリーン (LMG)の最適な検出手順が設定された。この手順は、十分な感度 (2ppb 以下)、回収率(75-120%)、反復精度 (変動係数 10%以下) を達成している。</p> <p>* LMG に暴露された魚の遺伝子の変化を調査し、2014 年 6 月には、モニタリングに適した遺伝子を同定した。</p> <p>* これらの成果をベースとして、LMG 検出キットのプロトタイプが開発された。</p> <p>* 養殖魚体内の残留 LMG についてのエライザキットの検出基準が設定され、そのモニタリングプログラムが、改訂され、適応のための準備がなされている。</p> <p>* 色彩計による残留化学物質の検出法が確立された。検出モジュールの最適化が完了した後、検出システムの養殖現場における性能が評価される予定となっている。</p> <p>* ニトロフランの検出に有効なヌクレオチドが特定され、簡易検出キットの開発に用いられた。</p>
	<p><b>指標 2:養殖システムにおける化学物質汚染を低減させる技術が開発される。【ほぼ達成】</b></p> <p><u>生物学的アプローチ</u></p> <p>* エビ養殖池の水、堆積物、発酵食品などから、マラカイトグリーン (MG) を分解 (脱色) する細菌を採集した。</p> <p>* J29-3 と呼ばれる菌が最も高い脱色能力(80%)を持つことが分かった (500ppm の MG を含む培地で、温度 37°C、48 時間培養)。この J29-3 菌は、<i>pandoraea pnomenus</i> であることが判明した。プロジェクトの後半では、この細菌利用の研究が進められた。</p> <p>* 培地における <i>P. pnomenus</i> J29-3 の繁殖、MG 脱色、その他の繁殖に資するデータが収集された。</p> <p>* <i>P. pnomenus</i> J29-3 を用いて、人工的に MG で汚染した水による養殖池環境の模擬実験を行い、サンプル水中の全細菌数、MG 脱色バクテリア数、MG と LMG 濃度を、設定した時間間隔で計測した。初期の結果として、<i>P. pnomenus</i> J29-3 は養殖システムにおける MG を低減させる効果を持つ可能性が示された。プロジェクトの残り期間で、<i>P. pnomenus</i> J29-3 の社会実装の具体的な方法について研究を進め</p>

	<p>る。</p> <p><u>化学的アプローチ</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>* 様々な吸着剤を用いて、100ppm の LMG の吸着性能比較試験を行った。その結果、活性炭、ゼオライトの順に良好な吸着性能が確認された。価格面での検討から、研究対象としてゼオライトが選択された。</li> <li>* ゼオライトを 100 ppm MG 溶液に対して 1%添加した場合：MG 除去率は約 98%</li> <li>* ゼオライトを 100 ppm LMG 溶液に対して 1%添加した場合：LMG 除去率は約 99%</li> <li>* ティラピアを用いた実験では、最適量のゼオライトを添加し、飼育水とティラピアの筋肉中の LMG 残留濃度が計測された。初期の実験結果では、1ppb の MG 溶液に 72 時間飼育したティラピアの仔魚の体内中に、LMG が 0.255 ppb 残留しているとの結果が得られた。</li> </ul>
<p><b>3-2 評価結果の要約</b>(評価結果は、高い・やや高い・中程度・やや低い・低いの五段階)</p> <p><b>(1) 妥当性：高い</b></p> <p>本プロジェクトは、①タイの開発政策、②受益者のニーズ、③日本の ODA 政策に、養殖技術の向上・開発及び研究能力の向上の観点から整合しており、終了時評価の時点でも妥当性は高い。</p> <p><b>(2) 有効性：高い</b></p> <p>プロジェクト活動は計画どおりに執行され、特筆すべき成果も複数報告された。また、プロジェクト目標の指標も達成された。</p> <p>一方で、魚種別にみると、5 つの研究活動がすべて実施されたのは、プロジェクトで対象となった 9 魚種のうち、タイガーグルーパーのみである。また、いくつかの研究活動はまだ研究レベルであり社会実装までにはある程度の時間がかかるものと考えられる。このため、プロジェクトの研究者は、残りの協力期間において、プロジェクトで開発した技術及び研究成果を「食糧安全保障のための養殖技術」として統合し、社会実装の努力を継続することが期待される。</p> <p><b>(3) 効率性：やや高い</b></p> <p>タイ及び日本側の双方とも、十分な成果を産出するための適切な投入を行った。特に、プロジェクト初期の集中した本邦研修の実施は円滑なプロジェクト活動の実施に有効であった。日本側からの供与機材は、タイ側 C/P により研究活動に十分に活用され、適切に管理された。</p> <p>しかしながら、100 人を超え 13 のグループにもまたがる複雑なプロジェクトの実施体制、プロジェクト・ダイレクターの頻繁な交代、タイ水産局における事務手続きの遅滞は、研究者間の情報共有を含めたプロジェクトの管理を困難なものとし、効率性を若干低下させた。</p> <p><b>(4) インパクト：技術面でのインパクトは非常に大きかった。</b></p> <p>とりわけ、タイにおける養殖業に対する技術的なインパクトには、特筆すべきものがあった。プロジェクトにより開発された EMS/AHPND 診断のための PCR テストキットは、タイ水産局に標準的な疾病診断法として採用され、タイ全国において広く使用されている。また OIE の診断法としても採用された。その他の多様な技術開発については、上記成果の達成状況に記述したとおりである。なお、負のインパクトは特に見当たらない。</p> <p><b>(5) 持続性：やや高い</b></p> <p>組織体制面の持続性には以下の懸念が残るが、政策面、技術面、財政面での問題は見受けられず、プロジェクトの持続性はおおむね良好である。</p> <p>プロジェクト期間中にカウンターパートの異動が見られたが、プロジェクトの終了後には、更なる異動も想定される。「タイの次世代における食糧安全保障のための養殖技術」確立は、タイ水産局及び関連する研究者にとって挑戦的な使命であり、長期的な視点からのタイ政府による支援が必要である。</p>	
<p><b>3-3 効果発現に貢献した要因</b></p> <p><b>(1) 計画内容に関すること</b></p> <p>特になし。</p> <p><b>(2) 実施プロセスに関すること</b></p> <p>1) 本邦研修の集中的な実施と日本人専門家によるフォローアップ</p>	

<p>本プロジェクトでは、研究活動の初期において、経験豊富で、各グループの活動でリーダーシップを取れる研究者を集中的に日本での研修に参加させた。そして、若手の研究者の研修に順次移行していった。加えて、日本人専門家（研究者）は、研修者を対象にタイでフォローアップ活動を行い、本邦研修の効果を高めた。これらの活動が、協力期間の前半に、研究活動を円滑に進めることが出来た要因の1つと考えられる。</p> <p>2) <b>日本側とタイ側研究機関の交流の歴史</b>  東京海洋大学はカセサート大学（1996年）、チュラロンコン大学（2000年）と学術交流協定に調印し、共同研究、留学生の派遣等、学術交流プログラムを継続してきている。長期にわたる協力関係が、本プロジェクトの円滑な実施に寄与した。</p> <p>3) <b>クラビの沿岸水産研究・開発センター（Coastal Fisheries Research and Development Center（current: Coastal Aquaculture Research Development Center: CARDC since October 2016）：CFRDC）における日本人専門家の配置</b>  東京海洋大学の卒業生が、2012年12月から、クラビのCFRDCに短期専門家として配置されており、現地のC/Pに対する技術指導面、また、日本側との情報共有の面で貢献してきている。</p> <p>4) <b>タイ側C/Pの取り組み</b>  タイ側C/Pには能力の高いC/Pが数多く配置され、彼らが真剣に研究活動に取り組んだ結果、充実した研究成果につながった。</p>
<p><b>3-4 問題点及び問題を惹起した要因</b></p> <p>(1) <b>実施プロセスに関すること</b>  プロジェクトの進捗は、ここまでおおむね順調であり、特筆すべき阻害要因は見いだされなかった。  しかし、プロジェクト管理の面では、以下の要素が、プロジェクトの効率的な進捗を妨げた。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 13の研究グループに100名以上の研究者が配置され、地域的には水産局本部と地方施設11カ所、4大学（6学部）に及ぶ複雑な実施体制による情報共有不足</li> <li>• プロジェクト・デザイン・マトリックス（Project Design Matrix：PDM）と活動計画（Plan of Operation：PO）を用いたプロジェクトモニタリング・管理に関する研究者の知識と経験の不足</li> <li>• プロジェクト管理層の頻繁な交代（4年半の間に、プロジェクト・ダイレクターが3回、プロジェクト・マネージャーが2回交代）</li> <li>• 長時間を要した水産局内の文書承認手続き</li> </ul>
<p><b>3-5 結論</b></p> <p>5項目によるプロジェクトの評価結果は良好であった。評価チームは、現時点までのプロジェクトの進捗は順調であり、終了までにプロジェクト目標が達成されるであろうと結論付けた。このため、2012年に署名されたR/Dに記載のあるとおり、2017年5月末に終了することが妥当である。</p>
<p><b>3-6 提言</b></p> <p><b>3-6-1 プロジェクトチームへの提言</b></p> <p>(1) 「次世代の食糧安全保障のための養殖技術」の姿の明確化と共有  タイにおける今後の水産分野の効率的・効果的な研究の実施と養殖分野の発展のため、タイ側研究者は、第12次国家経済・社会開発プラン（2017-2021）及び国連持続的開発目標等を参照し、「次世代の食糧安全保障のための養殖技術」の内容を明確にしたうえで、認識を共有するための議論をタイ水産局中心に早期に開始すること。</p> <p>(2) 研究項目ごとの進捗状況の把握と今後の社会実装の見通し  本プロジェクトの研究成果の中には、既に開発されたもの、研究中のものどちらも存在する。このため、プロジェクトチームは、プロジェクト終了までの間に、①成果目標／対象魚種ごとに研究の進捗状況を確認、②社会実装までの戦略的な道筋を作成すること。その際、必要となる予算及び人的資源についても検討すること。</p> <p>(3) 知的財産権に関する議論  研究成果の中で実用化が見込まれる手法及び研究素材に関して、プロジェクトチームは知</p>

的財産権の取得について議論すること。

### 3-6-2 タイ側への提言

- (1) プロジェクト実施により構築されたネットワークの活用  
日・タイ研究者の参加で構築された研究機関と研究者間の協力関係を、今後の課題対応に活用する。
- (2) 研究成果の広報及び普及  
本プロジェクトの研究成果を、タイ水産局が中心となり、タイの研究者及び養殖業者（エビ類、魚類）に普及するための戦略的な広報及び普及活動を実施する。
- (3) 周辺国への技術支援  
本プロジェクトで開発された技術は、タイと同様の方法で養殖生産を行っている周辺国に対しても非常に有益なものである。このため、周辺国に対し、本プロジェクトで得られた先進的な技術を普及・支援し、東南アジア全体の養殖生産量の向上に寄与すること。

### 3-6-3 日本側への提言

- (1) プロジェクトにより構築されたネットワークの活用と支援  
本プロジェクトの実施を通じ、日・タイ間において研究者及び研究機関間に良好な関係が構築された。日本側の関係機関は、プロジェクトの持続性を確保するためにも、東京海洋大学を中心として、必要な助言と協力を行うこと。

### 3-7 教訓

- (1) プロジェクト早期における集中的な研修実施の有効性  
プロジェクトの早期（1、2年目）に集中的に実施された本邦研修の結果、プロジェクト期間におけるタイでの研究活動が、円滑かつ効率的な実施につながった。
- (2) 若手研究者の育成の重要性  
タイ側 C/P の約 2/3 を占める若手研究者が、本邦研修への参加や、タイにおける日本側研究者のフォローアップを通じて知識や技術を習得した。これらの若手研究者は、今後のタイにおける養殖分野の持続的な技術発展へ貢献することが期待されている。
- (3) 先方政府の事務承認手続きに対する準備と対応  
タイ水産局の組織改編や、複雑かつ時間のかかる法的手続きの影響により、研究材料の譲渡・交換に関する合意書（Material Transfer Agreement : MTA）の取得に非常に多くの時間及び労力を要し、2016年11月まで署名されなかった。生物材料の譲渡を伴うプロジェクトの実施に際しては、MTAに限らず、先方政府との間で必要となる事務手続きについて、予め十分に確認・協議しておく必要がある。