

評価調査結果要約表

1. 案件の概要	
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：農業開発・農村開発	援助形態：地球規模課題対応国際科学技術協力（SATREPS）
所管部署：農村開発部	協力金額（調査時点）：2億9,560万円
協力期間：2012年5月25日～2017年5月24日 （5年間）	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、水産総合研究センター増養殖研究所
	他の関連協力：特になし
1-1 協力の背景と概要	
<p>世界の養殖生産量は1980年の約720万tに対し、2012年には約9,000万tと10倍以上に増加している（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もつため、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、スズキ、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、タイ王国（以下、「タイ」と記す）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>その背景としては、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などを通じて、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 Discussions：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」（以下、「本プロジェクト」と記す）が、2012年5月より5年間の予定で実施されている。</p> <p>プロジェクト期間の中間地点にあたる2014年10月に、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などを目的に中間レビュー調査を実施した。</p>	

1-2 協力内容

(1) 上位目標：(設定なし)

(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。

(3) 成果

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：養殖生産物の危害因子を検出・低減させる技術が開発される。

(4) 投入 (2014年9月末時点)

1) 日本側

専門家派遣：延べ15名 (長期専門家1名、短期専門家14名 (10.0人/月渡航回数：55回))

機材供与：約1億7,000万円 ローカルコスト負担：約3,200万円。

2) タイ側

カウンターパート (Counterpart Personnel : C/P) 人材の配置：105名

土地・施設提供 (専門家執務室、ラボラトリー)

プロジェクト運営費：C/P給与、水道・光熱費など (2012-2013年実績 1億600万円)

2. 中間レビュー調査団の概要

団員構成	日本側		
	団長/総括	千頭 聡	独立行政法人国際協力機構 国際協力専門員
	協力企画	吉川 尚樹	独立行政法人国際協力機構農村開発部農業・農村開発第一グループ第一チーム
	評価分析	東野 英昭	(株) 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*	独立行政法人科学技術振興機構 研究主幹/ 東北大学大学院 農学研究科 教授
	SATREPS 計画・評価	佐藤 雅之*	独立行政法人科学技術振興機構 国際科学技術部 地球規模課題協力グループ 上席主任調査員
	※：オブザーバ参加		
	タイ側		
	総括	Dr. Uthairat Na-Nakorn	カセサート大学 教授
	メンバー	Dr. Nuanmanee Pongthana	水産局 シニアエキスパート

	メンバー	Ms. Patchara Kosinanont	タイ国際協力開発庁 開発協力オフィサー
調査期間	2014年10月5日～10月18日（14日間）		評価種類：中間レビュー
3. 調査結果の概要			
3-1 実績の概要			
(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。			
<p>指標1：新しい養殖システムが試される魚介類の種類</p> <p>本プロジェクトの研究活動により、新しい養殖システム開発の基礎が着実に築かれていると判断される。</p> <p>指標には「魚介類の種類数」の数値目標は具体的に示されていないが、ハタ類やアカメ科の一種であるアジアズキ (<i>Lates calcarifer</i>)、バナメイエビ (<i>Litopenaeus vannamei</i>) などの市場性の高い魚種を対象とした先進的な養殖技術開発の進捗は順調であることを確認した。特に優れた成果として、エビ感染症の早期死亡症候群/肝膵臓壊死症 (Early Mortality Syndrome/Acute Hepatopancreatic Necrosis Disease : EMS/AHPND) の診断法の開発が挙げられる。EMS/AHPND は、稚エビに感染する病気で、タイを含む東南アジア各国のエビ養殖場で甚大な被害をもたらしている。プロジェクトの研究チームは、EMS/AHPND の原因の1つである病原細菌の腸炎ビブリオ (<i>Vibrio parahaemolyticus</i>) の遺伝子解析を行い、特徴的な遺伝子群を特定。ポリメラーゼ連鎖反応 (Polymerase Chain Reaction : PCR) による EMS/AHPND の検査方法の開発に成功した。本検査法は、開発後の精度検証を経て、タイ水産局の標準試験法として採用されている。水産局は2014年6月27日に、プレス発表を行って本成果を公表している。</p> <p>指標2：新しい養殖技術を習得した研究者の数</p> <p>本プロジェクトで、新しい養殖技術を習得した研究者は十分な数に達していると判断される。</p> <p>本邦での研修に参加したC/Pの数は、プロジェクトの全C/Pの半数以上にあたる56名となっている。プロジェクト関係者からの聞き取りによると、研修の参加者は、タイに帰国したあと、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、日本人専門家がタイに滞在する場合には、適宜研修のフォローアップが行われている。</p> <p>指標3：学術論文掲載数</p> <p>日本・タイ国側双方の関係者からの聞き取りによれば、今までに28編の研究論文が発表されており、日本側は18編、タイ側は10編であった。これらの論文の数は、中間レビュー時点としては妥当な数と判断できる。プロジェクトの後半では、多くの研究成果が上がるものと期待され、両国の共著論文を含めて、数多くの論文の作成と、学術誌への掲載がなされるものと予想される。</p>			

指標 4：研究成果を報告するワークショップなどの開催数

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12回である。これらのイベントは、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ものであった。

一方、タイ側 C/P には、農民や養殖業者を招いて、EMS/AHPND やホワイトスポット病（White Spot Disease：WSD）の予防に関する啓発活動やセミナーを開催してきた者がいることを確認した。

成果 1：遺伝子育種のための DNA マーカーが開発される。

<指標 1-1> マーカーが開発される。

進捗状況：計画どおり

- ・デオキシリボ核酸（Deoxyribonucleic acid：DNA）マーカーが複数の魚種に対して開発されている。ハタ類ではタイガーグループ（*Mycteroperca tigris*）及びタマカイ（*Epinephelus lanceolatus*）、エビ類ではバナメイエビ（*Litopenaeus vannamei*）及びウシエビ（ブラックタイガー、*Penaeus monodon*）が含まれている。
- ・ハタ類では、近縁種間の DNA マーカー（マイクロサテライトマーカー）の利用に関する分析が行われ、合計 1,000 以上のマイクロサテライトマーカーが開発された。
- ・アジアズズキとエビ類のマーカーも既に関連されているが、プロジェクトの後半では親子判定用の DNA マーカー開発を継続して行う。

<指標 1-2> 家系評価技術が確立される。

進捗状況：ほぼ達成された

- ・水産局とワライラック大学は、ハタ類、アジアズズキ、バナメイエビ、ブラックタイガーについて解析家系を作出して、有用形質の評価を行っている。
- ・水産局は、ハタ類の有用マーカーの評価を進めており、毎月の測定を通じ評価結果を分析されている。アジアズズキでは、低酸素耐性の評価が進められている。
- ・ワライラック大学では、バナメイエビ及びブラックタイガーの成長及びホワイトスポット症候群原因ウイルス（White Spot Syndrome Virus：WSSV）耐性に関する遺伝子解析が行われている。その結果、SNP マーカーが同定され、それらの評価が進められている。

<指標 1-3> 1 つ以上の連鎖地図が作成される。

進捗状況：計画どおり

- ・中間レビュー調査時点では、対象魚種において連鎖地図の作成まで研究は進捗していないが、連鎖地図を作成するための DNA マーカーは開発されている。
- ・本プロジェクトの対象魚種ではないが、東京海洋大学においてハタ類のクエ（*Epinephelus bruneus*）において世界で最初に連鎖地図が作成され、成果論文として報告されている。

<指標 1-4> 2 つ以上の家系が開発される。

進捗状況：プロジェクト後半に実施

- ・プロジェクト後半では、有用形質と DNA マーカーの関連や有用形質を保持する家系の選抜を進めていく予定である。
- ・上記のため、DNA マーカー開発、家系作出、形質評価技術の構築に係る研究が行われている。
- ・バナメイエビとブラックタイガーの成長と WSSV 耐性の遺伝子解析において、良好な結果が報告されている。

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。

<指標 2-1> 魚種ごとの細胞移植法が確立する。

進捗状況：計画どおり

- ・メコンオオナマズ (*Pangasianodon gigas*) とタマカイの生殖細胞を追跡するための分子マーカーとして *vasa* cDNA のホモログを利用し、生殖細胞を検出する方法を確立中である。
- ・タイ側 C/P は東京海洋大学での本邦研修において、マグロをドナー、ニベ (*Nibeamitsukurii*) をレシピエントとした細胞移植において、マグロの卵原細胞がニベ仔魚の未分化の生殖腺に生着可能であることを確認し、その手法を学んだ。
- ・タマカイは実験に利用可能なオスの成魚が入手困難*であり、メスを用いた卵原細胞移植技術を構築することとした。しかし、卵原細胞は精原細胞と比べると細胞数が少なく効率が良くないため、効率を高めるために卵原細胞を濃縮する必要がある。
- ・2014 年 3 月に、細胞表面抗体を用いて、卵原細胞を含む生殖細胞を卵巣内で濃縮し、効率を高める手法 (MACS Antibody) が東京海洋大学で開発されている。モデルとしてニジマス (*Oncorhynchus mykiss*) の卵原細胞を認識し、これを 10 倍程度にまで濃縮可能な抗体 11 種類の同定に成功している。同様の手法を用いて、ハタ類の細胞移植法を開発中である。

*ハタ類はメスとして性成熟したのちオスに性転換を行ううえ、ハタ類の成長は非常に遅いことが知られる。したがって、成熟したオスを安定的に入手することは難しいのが現状である。

<指標 2-2> レシピエントとなる種が開発される。

進捗状況：計画どおり

- ・メコンオオナマズのレシピエントの候補として同属の *Pangasianodon* 属の小型ナマズを選定した。タマカイのレシピエント候補としてタイガーグルーパーを選定した。
- ・これらレシピエント候補の生殖腺の発達 (始原生殖細胞の移動過程) を解析し移植のタイミングを検討中である。

<指標 2-3> ドナーとレシピエントの関係が確立する。

進捗状況：計画どおり

- ・ドナーの生殖細胞をアカマダラハタ (*Epinephelus fuscoguttatus*) の未分化の生殖腺に移植したあと、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を分

析した。

- ・ドナーとレシピエントの関係の分析を、プロジェクトの後半に継続して行う。

成果 3：魚介類感染症防除技術が開発される。

<指標 3-1> 遺伝子発現の網羅的解析が可能なマイクロアレイが構築される。

進捗状況：計画どおり

- ・クルマエビ (*Marsupenaeus japonicus*) 及びブラックタイガーの 2 種でマイクロアレイが利用可能となった。
- ・タマカイ及びタイガーグループに共通の免疫関連遺伝子解析用の定量 PCR プライマーを開発した。
- ・これまでの研究の進展により、研究の目的次第ではマイクロアレイ構築ではなく、定量 PCR でも対象魚の遺伝子発現の解析は十分可能であることが判明した。プロジェクトの後半では、遺伝子発現の網羅的解析が可能なマイクロアレイあるいは定量 PCR プライマーの作製を目標とする。
- ・アジアスズキは遺伝子配列情報の収集を進める予定である。

<指標 3-2> 魚介類免疫関連遺伝子のカタログ化がなされる。

進捗状況：計画どおり

- ・現在までに、タマカイ、タイガーグループ、バナメイエビ、ブラックタイガー、クルマエビの免疫関連遺伝子配列情報の収集を終えており、目標にはほぼ到達した。
- ・プロジェクトの後半では、アジアスズキの遺伝子配列情報の収集を行う。
- ・最終的には、これら対象種の遺伝子配列情報を研究者がパソコンで利用できるようにする。

<指標 3-3> 病原微生物ワクチン抗原候補のカタログ化が図られる。

進捗状況：ほぼ達成された

- ・ハタ類とアジアスズキで検出された *Vibrio vulnificus* とアジアスズキとナイルティラピア (*Oreochromis niloticus*) で検出された *Streptococcus agalactia* の主要な抗原候補を同定するために、免疫学的解析及び遺伝子解析を行った。
- ・タイで分析したイリドウィルスと神経壊死症ウィルス (Viral Nervous Necrosis : VNN) は、日本で分離されたウィルスとの遺伝子発現の相同性を確認し、ワクチン候補には日本で研究されてきたものが利用できることが明らかとなった。
- ・カセサート大学はナイルティラピアのワクチン開発を行っている。タイ全土の養殖池からおよそ 120 種の *Streptococcus agalactia* 株を採取し、抗原の血清型によるワクチンの抗原候補を選択した。
- ・病原性と抗原性を含む血清型の特定を行った。
- ・プロジェクト後半は、ワクチンの分析と評価を実験室レベルで実施する。

<指標 3-4> 少なくとも 1 つの病原微生物のワクチンが開発される。

進捗状況：プロジェクト後半で実施

- ・プロジェクト後半は、DNA ワクチン及び不活化ワクチンの試験を行い、効果を検証する。

<指標 3-5> 魚介類の疾病防除管理の実践的方法が開発される。

進捗状況：計画どおり

- ・タイを含む東南アジア各国の養殖業に被害を与えている EMS/AHPND の原因の 1 つとされる病原細菌の腸炎ビブリオの遺伝子解析を行い、特徴的な遺伝子群を特定した。
- ・PCR 検査による診断法を開発し、有効性を確認した。
- ・この検査法は、タイ水産局のスタンダードの検査法として現場で利用されるに至り、2014 年 6 月 27 日に水産局はメディアを通じて成果を発表した。
- ・プロジェクトの後半は、ウィルスの予防と防除について研究を進める。

成果 4：養殖用新規代替飼料が開発される。

<指標 4-1> 親魚用の飼料となる試作飼料が開発される。

進捗状況：計画どおり

- ・2012 年にバナナエビ (*Penaeus merguensis*) 及びハタ類、アジアズズキを対象として、さまざまなタンパク源を原料とし、性成熟に必要な栄養素を含んだ親魚用飼料を作成し、定性的な評価を開始した。
- ・天然のバナナエビの成熟過程における体組織と卵における成分分析（脂肪酸、アミノ酸組成、ビタミン E）を完了した。分析に基づいて、給餌試験のための試作飼料を作成した。
- ・バナナエビの繁殖能力に及ぼす影響を調べるために、ビタミン E、アスタキサンチン、タウリン添加による給餌試験を実施した。その結果を第 3 年次に実施する給餌試験に反映させ、バナナエビの親魚用飼料に、タウリン、アスタキサンチン、ビタミン E 配合による効果を検証する。
- ・日本での給餌試験の結果、魚粉の割合を 28% から 19.8% に減らした飼料を作成し、魚粉の割合の変化が、摂取量に大きな影響を及ぼさないことを確認した。

<指標 4-2> 代替飼料が開発される。

進捗状況：計画どおり

- ・ハタ類、バナマイエビ、アジアズズキを飼料開発の対象とした。
- ・さまざまな魚種において、ミートミール、濃縮メイズタンパク、高タンパク脱穀蒸留粕などの比較試験を行い、成長への影響を明らかにするよう試みた。
- ・バナマイエビ及びアジアズズキへの給餌試験のための原料候補を決め、一部試験を完了した。
- ・その結果、9 種類の候補（イカ粉、オキアミ、エビ頭、ルピン、脱皮ダイズ、ダイズ、鶏肉、濃縮ダイズタンパク、トウモロコシグルテン）のなかから、代替飼料のタンパク源として、イカ粉飼料（Squid Meal：SQM）、トウモロコシグルテン飼料（Corn Gluten Meal：CGM）、脱皮ダイズ飼料（De-hulled Soybean Meal：DSBM）が選ばれた。

- ・実験と試験の結果、基礎データが得られ、代替タンパク源の性質が明らかとなり、給餌試験の実施を可能とする代替資料の配合割合が仮定できた。
- ・第3年次には、アミノ酸を添加した、バナメイエビの飼料への最適な代替タンパク源の原料のレベルを決定し、代替飼料の開発を完了する。

成果5：養殖生産物の危害因子を検出・低減させる技術が開発される。

<指標 5-1>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。

進捗状況：計画どおり

- ・2014年4月、タイで流通する魚類及びエビ、稚エビを検査対象として、酵素免疫測定（Enzyme-Linked Immunosorbent Assay：ELISA）キットによるロイコマラカイトグリーン検出を行うための試料調整法が確立された。
- ・ロイコマラカイトグリーンの検出感度 2ppb 以内、添加回収率 75～120%、繰り返し精度（CV）20%以内の精度でアジアズキ、バナメイエビ養殖場及びふ化場でのモニタリング検査が実施可能になる。
- ・タイの研究グループが分析法の確度の検証を行っており、結果によっては分析法の修正を行う予定。
- ・2014年6月、ロイコマラカイトグリーン含む水で魚の遺伝子発現の変化を分析し、ロイコマラカイトグリーンのモニタリングに最適な遺伝子を特定した。
- ・プロジェクトの後半では、これらの情報を基に、2つのツールキットのプロトタイプが作成される予定である。

<指標 5-2>養殖生産物の化学物質汚染を低減させる技術が開発される。

進捗状況：計画どおり

- ・エビ養殖池の堆積物、発酵食品などから、マラカイトグリーンを分解（脱色）する細菌を採集した。その結果、109サンプルから222の株が単離された。
- ・分析した結果、脱色能力を示す10種の菌を得て、5つのグループに分類した。
- ・J29-3と呼ばれる菌が最も高い脱色能力（80%）をもつことが分かった（500ppmのマラカイトグリーンを含む培地で、温度37℃、48時間培養）。
- ・プロジェクトの後半では、これらの細菌の実用についての研究を行う。
- ・また、吸着剤による100ppmのロイコマラカイトグリーンの比較試験を行った。吸着能力が最も高かったのは活性炭、次いでゼオライトであった。しかし、コストを勘案した結果、ゼオライトをロイコマラカイトグリーンの吸着剤として、今後の研究を進めることとした。

3-2 中間レビュー調査結果の要約

評価5項目に基づく評価結果の要約を以下に示す。（詳細は合同中間レビュー調査報告書第4章参照）

(1) 妥当性：高い

本プロジェクトは、タイの水産政策、養殖事業者・農家ニーズ、わが国の支援政策との

高い整合性を有する。また、本プロジェクトのとり包括的なアプローチから、将来の多様なインパクトが見込まれるため、実施の妥当性は高いと判断する。

(2) 有効性：高い

中間レビュー調査時点で、既に EMS の診断法がタイ水産局の標準試験法として採用されるなど、順調に成果を上げつつある。中間レビュー調査時点で特段の問題はみられない。

(3) 効率性：高い

日本・タイ国側双方とも、養殖分野の研究活動に豊富な経験をもつ第一線の研究者が配置され、先進的な分野も含めた研究活動が順調に進んでいる。また、供与資機材が有効活用され、維持管理状況も適切である。加えて、プロジェクトの前半で集中的に行われた本邦研修とその後のフォローアップもタイ国内での研究活動の進捗に有効に作用しており、投入を活用した成果が順調に上がりつつあることから、効率性は高いと判断する。

(4) インパクト：

遺伝子育種、借り腹技術、感染症予防、養殖用代替飼料、養殖池の有害物質検出と除去など、養殖にかかわる包括的、かつ先進の技術開発を指向しており、タイの水産業に対する技術的なインパクトは大きいと考えられる。長期的には、食品衛生の向上を通じた消費者の海産物への信頼の拡大、養殖事業者や農民の収入向上など、社会的・経済的インパクトも期待される。

(5) 持続性：

タイにおける水産業の重要性から、本プロジェクトへの政策的支援の継続が十分に期待できること、タイ側の研究者への技術移転が順調に進んでいること、タイ側の本プロジェクトへの活動経費負担が適切に行われてきていることなどを鑑み、現時点では、持続性に関する特段の懸念事項は見当たらない。

3-3 効果発現に貢献した要因

(1) 計画内容に関すること

特になし。

(2) 実施プロセスに関すること

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

本プロジェクトの初期に、経験豊富な研究者と各グループの活動でリーダーシップをとれる研究者を、集中的に日本での研修に参加させ、若手の研究者の研修に順次移行していった。これらの研修が、協力期間の前半に、研究活動を円滑に進めることができた要因の 1 つである。また、日本人専門家（研究者）がタイを訪れた際に実施した、研修者を対象に行ったフォローアップ活動が本邦研修の効果を高めた。フォローアップを通じ、日本人専門家はタイ側研究者の研修内容の理解度や、タイでの研究活動への応用度合いを確認し必要に応じて助言した。

2) 日本側とタイ側研究機関の交流の歴史

東京海洋大学は、1996年にカセサート大学と、また、チュラロンコン大学とは、2000年に学術交流協定に調印しており、それ以来、共同研究、留学生の派遣など、学術交流プログラムを継続してきている。これら10年以上にわたる実施機関同士の協力関係が、本プロジェクトの円滑な実施に寄与している。

また、同様に国際農林水産業研究センター（Japan International Research Center for Agricultural Sciences : JIRCAS）についても、タイでの研究活動に長い歴史をもっており、1966年にJIRCASの前身として農林水産技術会議事務局に熱帯農業技術研究業務室が設置されて以来、熱帯農業研究センター（TARC、1970年設立）としての活動を経て今日まで47年にわたっている。

3) 沿岸養殖研究開発センター（クラブ）における日本人専門家の配置

東京海洋大学の博士課程の学生が、2012年12月から沿岸養殖研究開発センター（クラブ）（Coastal Fisheries Research Development Center : CFRDC）に短期研究員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いる。

4) タイ側C/Pの取り組み

本邦研修の集中的な実施や、日本人専門家によるフォローアップ活動に加えて、タイ側C/Pの研究活動への真摯な取り組みが挙げられる。能力の高いC/Pが数多く配置され真剣に研究活動に取り組んでいる。

3-4 問題点及び問題を惹起した要因

(1) 計画内容に関すること

特になし。

(2) 実施プロセスに関すること

特になし。

3-5 提言

(1) 研究成果の普及促進

EMS/AHPNDの診断法が、プロジェクトとタイ側関係行政機関との連携を通じて開発され、養殖業者に普及されている。研究活動の成果がプロジェクトの後半にはより多く発現されることが期待されるため、これらの成果の普及に、これまで以上の努力を行うこと。

(2) プロジェクト・デザイン・マトリックス（Project Design Matrix : PDM）の改訂

PDMのプロジェクト目標と成果の指標について、プロジェクト目標指標の明確化（客観的に検証できる表現）、成果指標の明確化（客観的に検証できる表現）及びいくつかの専門用語の修正を中心に、客観的に検証できる表現に改めること。必要な改訂を行ったPDM（Ver. 3.0）をなるべく早い時期に合同調整委員会（Joint Coordinating Committee : JCC）で承認し、その後のプロジェクト管理活動に活用すること。

(3) ベースラインデータの収集・プロジェクトモニタリングシステムの導入

プロジェクトの達成状況判断のために、改訂した PDM の指標に基づきデータを収集することが重要である。

プロジェクト目標の指標 2 (新しい養殖技術を習得した研究者の数) については、研究者の能力向上の度合いを、各研究チームのリーダーが確認できる評価システムの導入を行うこと。

各研究テーマの進捗については、日本・タイ国側双方の各研究テーマの進捗を PDM の成果指標に沿った形で取りまとめ報告すること。また、プロジェクト全体の進捗については、プロジェクト目標の指標に沿う形で取りまとめること。

(4) 日本・タイ国間の共同研究の強化

調査団は、今回の中間レビュー調査を進めるなかで、タイ側と日本側が独立して進めている研究があることを確認した。しかし、SATREPS の主旨に鑑み、日本・タイ国側双方の研究者が、できる限り共同で研究を進めていくことが望ましい。プロジェクトの後半では、共同研究の体制が強化され、その結果として、日本・タイ国側双方の研究者による共著論文の執筆数が増えることを期待する。

(5) 技術面での留意事項

1) 遺伝子関連地図の作成と有用形質の同定

遺伝子関連地図作成のためにハタ類の家系作出に注力すること。量的形質遺伝子座 (Quantitative Trait Loci : QTL) を探索するうえで、これらの家系の作出は重要であり、速やかに作出すべきである。タイ側の研究者は、日本側の研究者に密接な指導を仰ぎ、そのうえで、遺伝子関連地図の作成方法と有用形質の検索 (QTL マッピング) の詳細な手法のための準備を行うこと。

2) ワクチンの開発

細菌の突然変異が起こることが予想されるため、ナイルティラピアにおける *Streptococcus agalactiae* の単離を継続して行うこと。また、タイ側研究者は、ワクチン (血清タイプ III の不活化ワクチン) 投与群の耐性を確認し、血清タイプ Ia (*Streptococcus agalactiae*) との差違を確認すること。