

ボリビア多民族国  
循環式養殖技術を用いたBOP事業準備調査  
(BOPビジネス連携促進)

ファイナル・レポート  
要 約

平成25年11月  
(2013年)

独立行政法人  
国際協力機構 (JICA)

株式会社 地球システム科学

民連
JR
13-100

ボリビア多民族国

ボリビア多民族国  
循環式養殖技術を用いたBOP事業準備調査  
(BOPビジネス連携促進)

ファイナル・レポート  
要約

平成25年11月  
(2013年)

独立行政法人  
国際協力機構 (JICA)

株式会社 地球システム科学

外貨換算レート (2013 年 7 月)

通貨	レート (1USD 当り)
日本円	98.07
ボリビアーノ (Bs.)	6.76

(出典 : JICA 平成 25 年度精算レート表)

## 目 次

	頁
<b>1. 現地調査結果</b> .....	1
(1) 投資環境・ビジネス環境（各種政策・制度、インフラ、関連施設等）調査.....	1
1) 政治・経済状況.....	1
2) 外国投資全般に関する各種政策や法制度.....	1
3) 当該事業に関する各種政策や法制度.....	1
4) 市場の現状.....	1
5) 対象購買層の概況.....	3
6) 既存のインフラ整備状況.....	3
7) 気象条件.....	3
(2) 事業計画関連調査.....	4
1) 事業サイト調査.....	4
2) ニーズ調査.....	5
(3) 開発効果関連調査(対象となるBOP層の状況).....	5
<b>2. ビジネスモデルの構築と事業計画の策定</b> .....	6
2.1 BOP ビジネスモデルの作成.....	6
(1) ビジネスモデル.....	6
(2) ビジネス戦略.....	7
2.2 事業計画.....	9
(1) 製品開発計画.....	9
(2) 原材料・資機材の調達計画.....	13
(3) 事業コア会社の施設計画.....	13

(4) 事業コア会社の出荷・販売計画.....	14
(5) 要員計画、人材育成計画.....	14
(6) 現地事業パートナー候補企業・NGO.....	14
(7) 事業コア会社の事業費積算.....	15
(8) 財務分析（収支計画、収益性分析）.....	15
(9) 資金調達計画.....	19
(10) リスク対策.....	19
(11) 許認可関係.....	19
(12) 事業実施スケジュール.....	20
(13) 環境・社会配慮.....	20
<b>3. 事業と連携して行うべき JICA 事業に係る計画.....</b>	<b>20</b>
(1) 連携が可能な我が国 ODA 事業スキームとプロジェクトの提案.....	20
(2) 連携による効果の予測.....	21
<b>4. 開発効果の予測と開発効果発現までのシナリオ策定.....</b>	<b>21</b>
(1) BOP ビジネスを通じて解決したい開発課題に関する指標の設定.....	21
(2) 設定した開発指標に関するベースラインデータ（現状）の分析.....	21
(3) BOP ビジネス実施後の開発効果発現のシナリオ.....	21
(4) 開発課題に関する指標の目標値設定.....	21
<b>5. 育成実験.....</b>	<b>22</b>
(1) 既存養殖場のモニタリング.....	22
(2) 搬送密度実験.....	22
(3) 循環式養殖水槽による育成実験.....	22
(4) 食味試験.....	22

(5) 冷凍魚の食品検査.....	23
(6) 低温耐性試験.....	23
(7) 魚体重の内臓重量比の調査.....	23
(8) 餌料の浮遊性能試験.....	23

## 1. 現地調査結果

### (1) 投資環境・ビジネス環境（各種政策・制度、インフラ、関連施設等）調査

#### 1) 政治・経済状況

ボリビア中央政府は立憲共和制であり、2009年3月、国名を「ボリビア共和国」から「ボリビア多民族国」（以下、ボリビア）に変更した。サンタクルス県政府はモラレス大統領政権に対して反政府の立場であるが、県内の市町村政府には反中央政府派は少ない。しかし、サンタクルス県政府と市町村政府との間で協力協定が結ばれており、関係は比較的良好である。

経済状況はここ数年来比較的順調に推移しつつあるが、最大国内問題である貧困緩和の解決にはほど遠く、同国の厳しい現実がある。貧困削減策としての社会開発支援として、「教育分野」、「保健・医療分野」に加えて、「水と衛生分野」は現在及び今後にわたってボリビア政府が注力して行く分野である。とくに「水」に関していえば、国内の飲料水供給については地方部での未整備状況が顕著である。

#### 2) 外国投資全般に関する各種政策や法制度

企業の管理及び企業登録作業等が FUNDEMPRESA に委託されている。FUNDEMPRESA の運営局長へのヒアリングによると、海外からの投資や合弁企業の設立に関しては、国内企業と同様に企業登録すること以外、特に規制されていない。

#### 3) 当該事業に関する各種政策や法制度

生産的活動については県（各郡）と市が村落に対して様々な分野において応援している。サンタクルス県は、1970年代から食糧安全保障を目的として“Fondo Rotatorio”と称する生産的活動支援を行ってきている。畜産分野では県が豚や鶏を農家に供与し、技術指導を提供するなどして飼育を促し、生まれた子豚やヒヨコの50%を農家が自由に処分できる生産物とし、残りの50%を県側が報酬として現物で受け取り、その報酬分の子豚やヒヨコを次の農家に現物供与し、こうした生産サイクルを拡大してきている。

水産養殖についても、近年、生産活動支援の一環として、県（郡）・市レベルで村落に対して支援を始めている。サンタクルス県及びその管内の市は熱帯地での魚養殖用池の建設を支援し、稚魚と魚餌を供与したうえで技術指導を行う等の支援もしている。

#### 4) 市場の現状

##### a) 水産市場の現状

ボリビア国内の水産市場の現状については、CEPAC (Centro de Promoción Agropecuaria Campesina) の資料によると、2008年におけるサンタクルス県内での魚の流通量(3,553t/年)は主要4県(サンタクルス県、ラパス県、コチャバンバ県、ベニ県)全体の流通量(8,003t/年)の約45%を占めており、国内で最も魚の流通量が多い県である。一方、このような流通量の多さに対し、県内からの供給量が非常に少なく、多くはアルゼンチン国からの輸入に

頼っており、地産地消の現地産業として成立していないといえる。

サンタクルス市では、図-1.1 に示す経路で水産物が流通しているが、水産物の大半(84%)は水産物市場に流入して販売されている。また水産物市場には卸した魚をその場で調理して提供する食堂施設があり、購入された魚は家庭内で調理して食されるよりも、外食として食される方が一般的である。

近年の経済発展に伴う所得の向上により外食、食材の多様性、ダイエット・健康志向の食品等を求める傾向に支えられた魚の需要増ならびに河川等での漁獲量の急減による魚資源の価値の上昇があり、サンタクルス市内では魚料理専門レストランが増えつつある。こうした背景から、魚食文化が衰退するとは考えられず、鮮度の向上や調理が容易な加工・販売の課題が解決すれば、魚の消費量は増加する余地が十分あると考えられる。

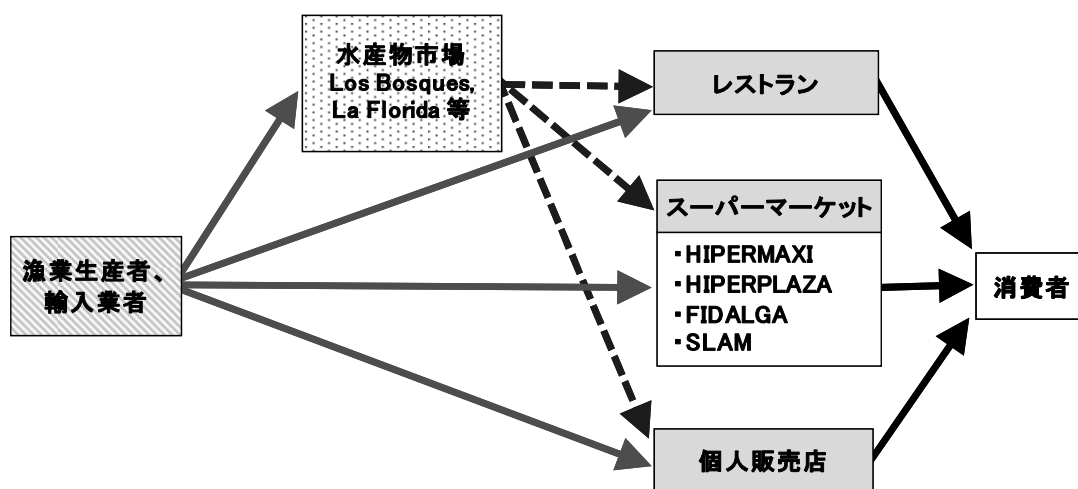


図-1.1 サンタクルス市内の水産物の流通形態

サンタクルス県内で流通する水産物の多くは、一旦サンタクルス市内の水産物市場に集められ、そこからサンタクルス市内で流通するものと、サンタクルス市を除く県内各地に搬出されるものとに分かれる。

このため、2013年1~2月の現地調査では、サンタクルス市職員の協力を得てサンタクルス市内の公設水産物市場において市場関係者及び水産物輸入業者へのインタビューを行ったほか、市内のレストランやホテルへのインタビューを行い、サンタクルス県内の水産物流通量(2012年)を推計した。その結果、サンタクルス県内の鮮魚の年間流通量は6,867tであり、CEPAC資料による2008年のサンタクルス県内水産物流通量3,553tの約2倍と推計された。また、サンタクルス市内の流通量は5,260tであり、県内流通量の77%を占めていることが明らかになった。

魚に関しては価格調整が行われておらず、肉類に比べてその価格変動が大きく、過去5年間に価格がほぼ倍増している。2012年7月~8月に、サンタクルス市内の水産物市場及びスーパーマーケットについて行った現状調査の結果によると、パクーの販売単価は公設市場においてはBs. 40~50/kg(内臓除去後の鮮魚)であり、フィレなどに加工されたものはBs. 50~60/kg程度で販売されている。



## b) 既存養殖業の現状

サンタクルス市近郊における既存の養殖業者は、個人経営規模の養殖業者と、県や市の援助を受けながら組合等の組織による共同経営を行っている地域共同体経営養殖業者とに大別される。今のところ大規模な企業経営養殖業は成立していない。

養殖の知識、技術に関しては、進んだ個人養殖業者は現地の国立ガブリエル・モレノ大学、あるいは養殖先進国である近隣のペルーやブラジルで学ぶなどしているが、地域共同体養殖では県や市より派遣された技術指導者が指導を担当しているものの、多くは農業・畜産の専門家がその任に当たっており、水産養殖の専門知識・技術を有する指導者はほとんどいないのが現状である。

サンタクルス市養殖組合（CAOR）資料によると、サンタクルス市内の養殖業者によるパクーの年間生産量は合計 127t/年（2012 年）である。

## 5) 対象購買層の概況

INE（国家統計局）の資料によると、ボリビア国内の総人口（10,624 千人、2011 年）が増加傾向にあることを反映して、サンタクルス県人口（2,863 千人、2011 年）も増加傾向にあり、全国人口の増加率を上回る勢いである。特にサンタクルス市を含むアンドレス・イバネス

（Andres Ibañez）郡の人口（1,893 千人、2011 年）は、サンタクルス県全人口の 65%以上を占め、近年さらに増加しているといわれている。また、同郡の中心都市であるサンタクルス市（Santa Cruz de la Sierra）の人口（1,698 千人、2011 年）は県人口の 59%、郡人口の 90%を占めている。

また、FAOSTAT の資料によると、ボリビア国内の魚流通量は、2001 年から 2009 年の過去 8 年間で約 1.4 倍と、人口の伸び率約 1.2 倍を上回り着実に増加している。サンタクルス県内の市場流通量は 2008 年（3,553t/年、CEPAC 資料）と 2012 年（6,867t/年、現地調査による推計値）のみのデータで出所も異なるが、4 年で流通量は 1.9 倍に増加している。

## 6) 既存のインフラ整備状況

サンタクルス市、コトカ市を擁するアンドレス・イバネス郡の道路状況については 81%が未舗装、19%が舗装である（サンタクルス県道路サービス局ホームページより）が、サンタクルス市から東に伸びる幹線道路である国道 4 号線を利用することにより、養殖生産ユニット候補村落へのアクセスは良好である。どの村落もサンタクルス市街地中心から車で 1 時間以内の距離にある。

## 7) 気象条件

サンタクルス市（緯度 17° 47' S, 経度 63° 10' W, 標高 416m）近郊はアマゾン川流域の熱帯に属し、1 年を通じて気温が高い傾向にあるが、冬期（5～8 月）にはスラソ（Surazo）と呼ばれる南風が吹くと急激な気温低下が起り、日最高気温が 20℃以下になることがある。

過去 20 年あまりの SENAMHI（ボリビア国気象水文庁）サンタクルス測候所の気温観測データによると、サンタクルスでは 7 月を底に 6～8 月に日最低気温が 5℃前後にまで低下することがある。最近では 2010 年 7 月に日最低気温 4℃が記録され、この時には自然水域でも水生生物の

へい死が生じ、サンタクルス県内の養殖業者が養殖魚の大量へい死により大きな損害を被ったと言われている。

## (2) 事業計画関連調査

### 1) 事業サイト調査

養殖生産ユニットの候補村落は、アクセスの容易さから大消費地であるサンタクルス市(Santa Cruz de la sierra)を抱えるアンドレス・イバネス(Andres Ibañez)郡を対象とし、その中でも、県(郡)や市による養殖事業支援の実績があり、本BOPビジネスの趣旨に合った村落が多いと考えられるコトカ(Cotoca)市を対象に、図-1.2の選定手順に示すように選定基準(クライテリア)を設け、コトカ市の協力を得ながら9つの候補村落を抽出した。選定された9候補村落の位置図は図-1.3に示すとおりである。

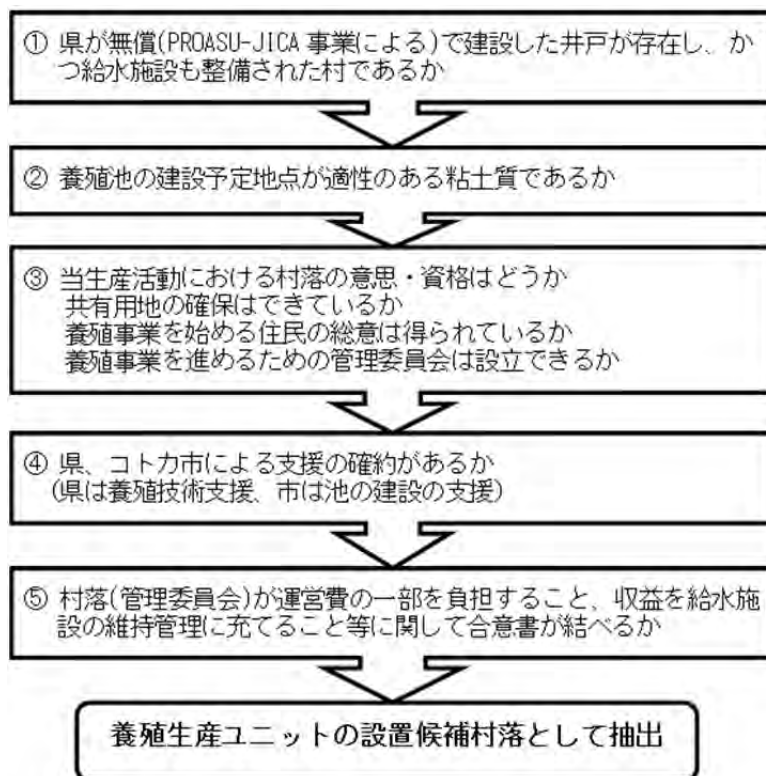


図-1.2 養殖生産ユニット候補村落の選定基準・手順

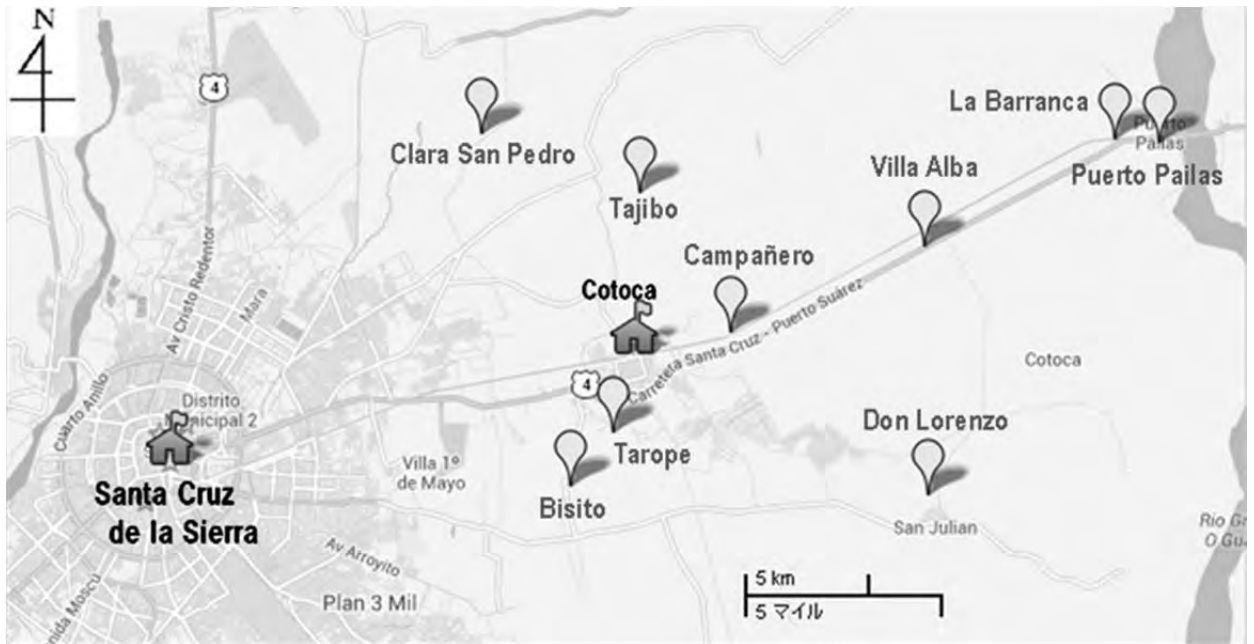


図-1.3 養殖生産ユニット候補村落位置図

## 2) ニーズ調査

養殖生産ユニット候補村落の一部（2村落）で住民アンケートを実施した。両村落とも、養殖への興味に関する質問では、半数以上が「養殖事業に興味がある」と答えている。また、養殖事業形態では地区内（コミュニティ）共同経営との回答が75%以上を占めており、実に90%以上が養殖事業だけでなく販売まで一貫して取り組む意思があると回答している。コミュニティ内の住民意識は養殖事業への関心が高く、また養殖から販売までをコミュニティ自らで手がけたいという意向が強いと考えられる。

## (3) 開発効果関連調査(対象となるBOP層の状況)

本事業で対象とする9村落における人口、世帯数、給水施設の維持管理経費（電気代、補修費、資材費、人件費等）及び水道料金収入は、各村落の水委員会への聞き取り調査結果によると表-1.1に示すとおりである。水道料金収入の範囲内で施設の最低限の維持管理を行い、井戸ポンプの更新・増強及び給水管網の更新・拡張のための積立金をわずかながら捻出しているのが実態である。

タロペ村では1998年～2009年の11年間に、通常の施設維持管理費（電気代、管網補修費、資材費、人件費）約Bs. 20,000以外に、井戸ポンプ更新や給水管拡張に要した費用がBs. 169,644であるが、給水事業活動の持続性確保のためにはこれらの更新等の費用を毎年計画的に積み立てて備えをしておく必要がある。つまり、タロペ村の場合は、毎年Bs. 16,000/年程度の金額を積み立てて備えをしなければならない状況にある。

表－1.1 事業対象村落における給水施設維持管理費(2011年)

No.	村落名	人口(人)	世帯数	給水施設維持 管理費(Bs./年)	水道料金収入 (Bs./年)
1	クララ・サン・ペドロ	180	39	15,240	15,840
2	カンパニエーロ	2,240	320	30,000	46,080
3	プエルト・パイラス	7,000	1,400	50,400	72,000
4	タヒボ	2,000	120	12,000	25,920
5	タロペ	1,170	184	19,800	32,040
6	ビシト	2,100	500	18,000	54,000
7	ドン・ロレンソ	5,000	833	67,200	89,960
8	ラ・バランカ	500	100	7,200	72,000
9	ビリャ・アルバ	500	90	3,120	12,960

(各村落水委員会への聞き取り調査)

## 2. ビジネスモデルの構築と事業計画の策定

### 2.1 BOP ビジネスモデルの作成

#### (1) ビジネスモデル

基本とするBOPビジネスモデルの概要は図－2.1に示すとおりである。本事業の最終ゴールは、ビジネスを通じてBOP層である村落住民に対する給水サービスの運営基盤を持続的で安定したものにすることである。そのために、養殖という新たな生産活動を起こそうとする村落住民の意志と陸上養殖ビジネスの実績を有する事業提案者の知見とを組み合わせることでビジネスを成功に導くことが目標となる。養殖生産プロセス全体を、村落をベースにするBOP層が主体となって運営する「養殖生産ユニット」と、消費地に立地して事業提案者が主体となって運営する「事業コア会社」とに分けた分業体制を敷いて、事業コア会社による品質・リスクの集中管理及びコスト削減により生産効率の向上を図ることを基本とする。

選定された9村落では既存の水委員会メンバーを核として養殖組合等を組織し、これを養殖生産ユニットとして、事業コア会社との契約／合意に基づき、養殖対象魚であるパクーを稚魚から市場出荷前1週間程度にまで育成する。一方、事業コア会社においては、稚魚や餌を一括管理下で購入し、定期的な成育状況モニタリングに基づいて、適切なタイミングで適量の安全・安心な稚魚や餌をすべての養殖生産ユニットに提供するほか、育成過程での定期・不特定の技術指導・相談などを行う。

所定の大きさに育った魚は半数ずつ養殖生産ユニットと事業コア会社に分配し、養殖生産ユニットは自らの好む方法（既存の養殖村落が実施しているような生鮮販売、調理販売等）により、近隣地域住民やサンタクルス市等の都会からのレクリエーション客に直接販売をして利益を得る。養殖生産ユニット側は、売上げから消耗品等（網等）購入に要した経費及び給餌等の作業に当たる組合員の人件費を差し引いた利益を、事業コア会社との契約／合意に従って養殖組合等を通じ

て水委員会の収入として組み入れ、給水施設の維持管理費に充当する。

事業コア会社は稚魚・餌の供給及び技術指導にかかる経費を用立てることになるため、養殖生産ユニット側で育成した魚の50%を対価・報酬として引き取る。引き取った50%の育成魚は1週間程度の蓄養（餌止、泥吐）の後、加工処理（冷凍、真空パック等）するなど付加価値をつけてサンタクルス市内のレストランや小売店に出荷・販売し、収益をあげる。

なお、当初は事業コア会社は、養殖生産ユニット側から引き取る50%の育成魚を蓄養・加工して販売するだけでは採算をとるのに不十分であり、自らも養殖池（10池）を保有して稚魚からの一貫育成を行い、生産量の不足分を補う。また、この自社池を利用して種々の育成実験・研究を行い、その成果・経験を養殖生産ユニット側への技術指導に活かしていくこととする。

## （2）ビジネス戦略

本BOPビジネスにおいては、事業コア会社が村落の養殖生産ユニットに対して水質汚濁防止、病気予防、効率的な給餌、低温対策等の技術相談・指導をきちんと行うことにより安定した養殖生産を行い、養殖生産ユニット側に安定した事業利益をもたらさねばならない。また、事業コア会社が餌、稚魚等を一括購入することは、BOP層である村落住民の初期費用負担を軽減するとともに養殖生産コストを軽減し、BOP層が単独運営するよりも利益率が向上する効果がある。

そのためにも、事業コア会社が安定した収益をあげることが前提となる。事業コア会社側では、分配された育成魚をさらに蓄養を行って食味を高めるほか、高い鮮度を保つ加工を施すなどの付加価値を付けた製品として高品質を求めるレストラン等への直接販売をすることで他の養殖業者との差別化を図り、競合に勝ち抜く考えである。

全ての成魚を事業コア会社が引取り、その販売利益を現金の形で養殖生産ユニット側に還元する方法を採らないのは、自主販売を行うことで養殖生産ユニット側のオーナーシップや養殖に対するモチベーションを高めるためである。実際、すでに養殖を始めているコトカ市やトルノ市の村落では、町で鮮魚を直接販売する、あるいは定期市や収穫祭のような催しを企画して調理した魚を供することを始めていて、自ら販売して現金収入を得ることに興味を示している。

本事業の進め方は、製品として生物を対象とするため、計画どおりに進まぬことが少なくないと予想されることから、ビジネスモデルの基本単位を決め、小さく始めて徐々に基本単位の2倍、3倍と拡大していく方針とする。まずは条件の整った9村落（1,000m<sup>2</sup>×1池+2,000m<sup>2</sup>×17池）から成る養殖生産ユニットグループと事業コア会社を合わせた生産単位を最小基本単位とし、3年間の操業実績を元に、4年目以降に初期の生産ユニットの規模拡大（池の増設）を進める垂直展開ならびに新たな村落の加入による水平展開の双方により生産規模の拡大を図る。

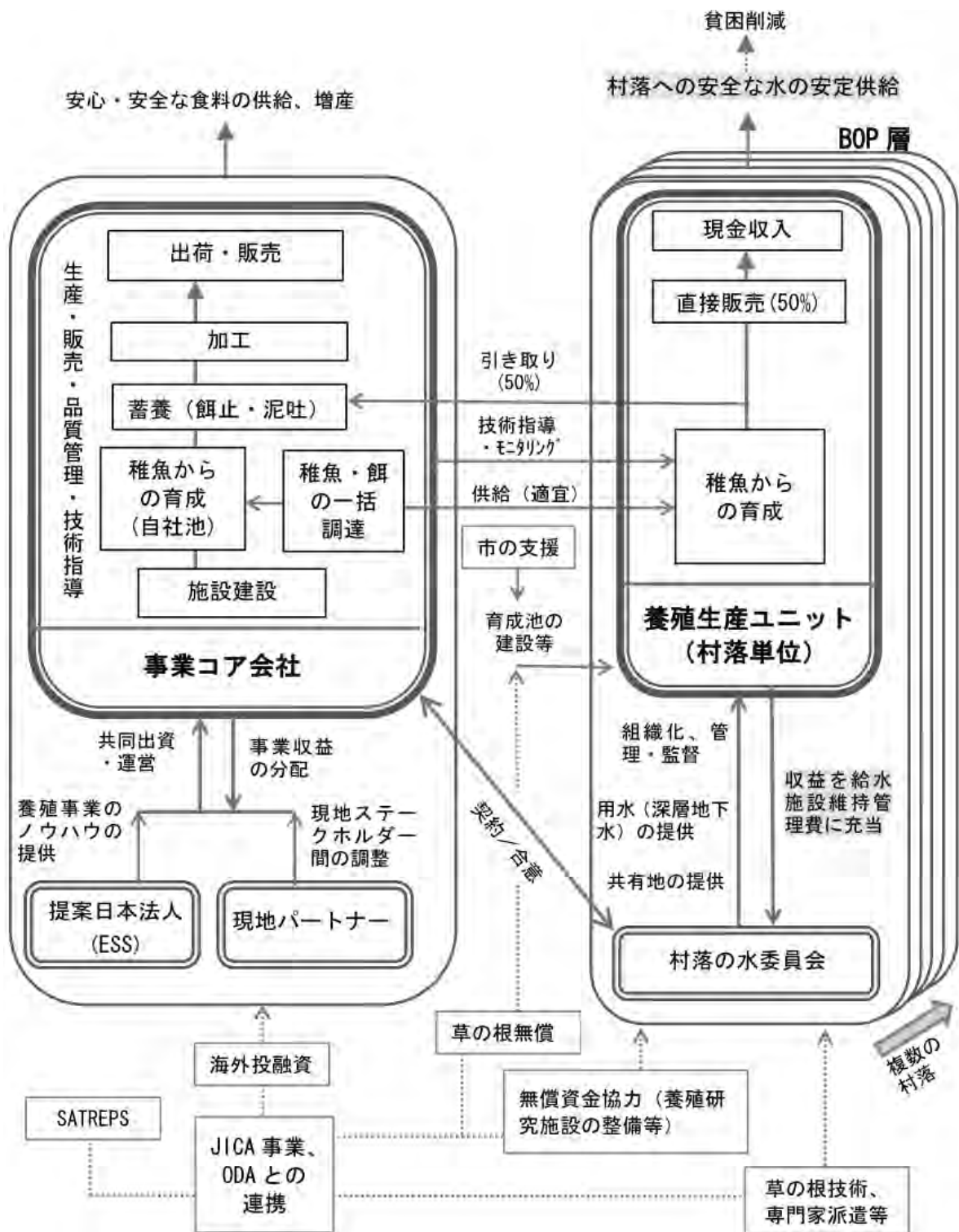


図-2.1 BOP ビジネスモデル概念図

## 2.2 事業計画

### (1) 製品開発計画

#### 1) パクーの養殖から販売までの概要

事業コア会社は、図-2.2 に示すとおり、各養殖生産ユニットに対して稚魚や餌を適宜供給するほか、定期的なモニタリングや技術指導・相談を行い、育成された養殖魚の50%を引取る。引き取った魚は、施設内の10t循環式水槽にて蓄養（餌止・泥吐）をした後に加工・冷凍を行い、出荷・販売する。また、自社池での養殖を実施し、同様に蓄養、加工、販売を行う。

#### 2) 対象養殖魚

製品の対象となる魚種は、稚魚の入手が可能であって、一般的な名称でパクーと呼ばれている、以下の3種類を対象とする。

- ① タンバキ【Tambaqui 学名:Piaractus brachypomus 原産：アマゾン側流域】
- ② パクー【Pacu 学名:Colossoma macropomum 原産：アマゾン側流域】
- ③ タンバク【タンバキ♀とパクー♂ (Pacu 学名：Piaractus mesopotamicus 原産：ラ・プラタ川流域) による人工交配種】

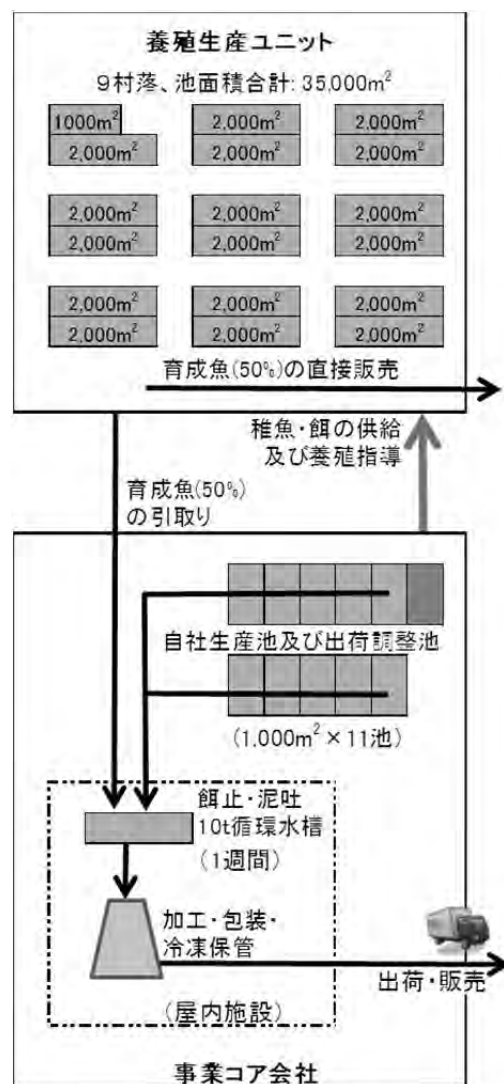


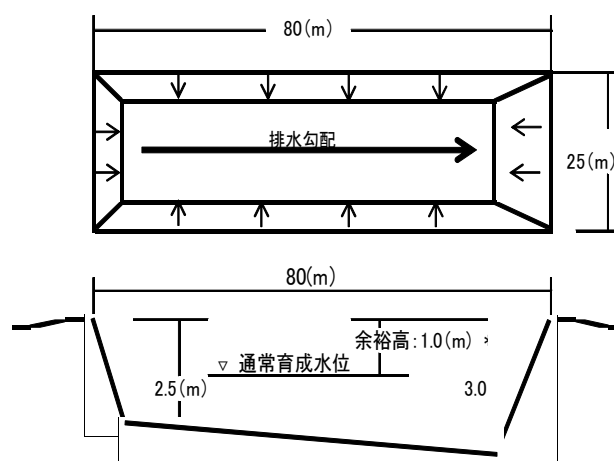
図-2.2 製品開発のフロー

#### 3) 養殖生産ユニットにおける生産工程（1池当たり）

養殖生産ユニットの施設については、標準的な池を図-2.3に示すような池面積25m×80m=2,000m²とし、余裕高1.0mを設けて、低温期前には給水・水深増加により気温低下が池内部に伝わりにくくなるよう、池の深さを2.2m~3.0mとする。

養殖生産ユニットにおける生産工程の基本条件は以下のとおりとする。

- ① 3年に一度の池干しを行い、池の消毒を実施するため、1年目の稚魚放流から3年目の池干し・消毒までの3年間で1生



\*1: 低温対策として、水深を深くて、水温低下を防止する。

図-2.3 養殖生産ユニットの養殖池標準図

産サイクルとする。

- ② パクーの平均成長率は、100g/月として、稚魚放流から12ヶ月後に1.2kgの成長を見込む。
- ③ 放流尾数は1尾/m<sup>2</sup>として、池内の最大バイオマス量は0.5～0.6kg/m<sup>2</sup>を目安に決定する。
- ④ 放流から6ヶ月後に平均体重0.5kg/尾の中間収穫を行う。
- ⑤ 最終収穫は放流後12か月（平均体重：1.2kg）から15か月（平均体重：1.5kg）の3か月間行う。
- ⑥ 事業コア会社は、各養殖生産ユニットに稚魚及び餌を供給すると共に、モニタリングや水管理等の養殖指導を行う事により、その対価・報酬として収穫量の50%を事業コア会社が引取り、残り50%は養殖生産ユニットが自主販売を行う。

ユニットの標準池（面積2,000m<sup>2</sup>）における、1年目の稚魚放流から3年目の池干し・消毒までの1サイクルの工程及びその間の収穫量を算定した結果は表-2.1に示すとおりである。

表-2.1 養殖生産ユニットにおける標準生産工程(1サイクル)及び生産量(1池(2,000m<sup>2</sup>)当たり)

事業年度	月	育成-①及び③		育成-②		イベント	ユニット直接販売		コア会社引取り			
		平均体重	育成尾数	平均体重	育成尾数		尾数(尾)	重量(kg)	尾数(尾)	重量(kg)		
1	1	①-5g	2,000			稚魚放流①						
	2	↓	2,000									
	3	↓	2,000									
	4	↓	2,000									
	5	↓	2,000									
	6	0.5kg	1,000			中間収穫販売/コア会社引取り	500	250	500	250		
	7	↓	1,000									
	8	↓	1,000									
	9	↓	1,000									
	10	↓	1,000									
	11	↓	1,000									
	12	1.2kg	800			ユニット収穫販売及びコア会社引取り開始						
2	1	1.3kg	600	②-5g	2,000	稚魚放流②(仕切り網内放流)	500	690	100	120		
	2	1.4kg	400	↓	2,000				100	130		
	3	1.5kg	0	↓	2,000	販売及び引取り終了・仕切り網除去			200	300		
	4			↓	2,000							
	5			↓	2,000							
	6			0.5kg	1,000	中間収穫販売/コア会社引取り	500	250	500	250		
	7			↓	1,000							
	8			↓	1,000							
	9			↓	1,000							
	10			↓	1,000							
	11			↓	1,000							
	12			1.2kg	800	ユニット収穫販売及びコア会社引取り開始						
3	1	③-5g	2,000	1.3kg	600	稚魚放流③(仕切り網内放流)	500	690	100	130		
	2	↓	2,000	1.4kg	400				100	140		
	3	↓	2,000	1.5kg	0	販売及び引取り終了・仕切り網除去			200	300		
	4	↓	2,000									
	5	↓	2,000									
	6	0.5kg	1,000			中間収穫販売/コア会社引取り	500	250	500	250		
	7	↓	1,000									
	8	↓	1,000									
	9	↓	1,000									
	10	↓	1,000									
	11	1.1kg	1,000			コア会社引取り			500	550		
	12		0			最終収穫・池干し、消毒、給水	500	550				
							収穫量合計(3年間)		3,000	1,990	3,000	2,680
							年平均収穫量		1,000	663	1,000	893
							参考: 1,000m <sup>2</sup> 池の年平均収穫量		500	332	500	447

(\*)1 コア会社の4か月間の引取りと同量







## 6) 循環式水槽による蓄養（餌止・泥吐）及び加工場計画

養殖生産ユニットからの引取り（15.6t/年（17,500尾））及び自社池で生産されるパクーの量（9.4t/年（10,000尾））は合計25.0t/年（27,500尾）であり、図-2.4に示すように付加価値の高い商品とする為に蓄養（餌止・泥吐）を行った後、加工を行う。パクーは事業コア会社の屋内に設置する10t循環式水槽にて7日間程度の蓄養（餌止・泥吐）を実施後、捕獲して加工場に移動する。

加工場では、①内臓除去(10%の重量減)、②滅菌水による洗浄、③真空包装、④加工日等を記したシール貼付、⑤冷凍庫に保管を行い、約12時間後には凍結され、製品（22.5ton/年）が完成する。

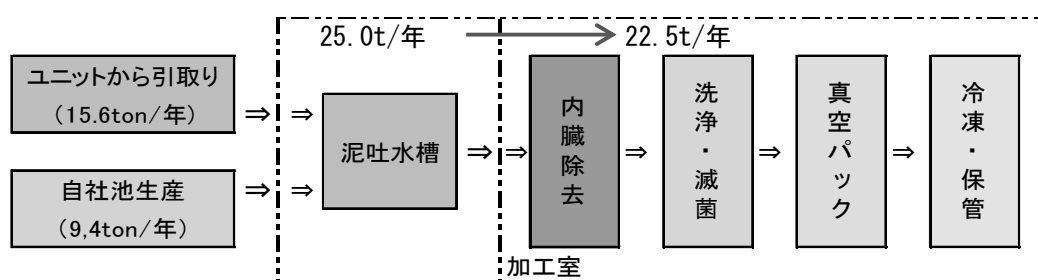


図-2.4 育成から製品完成までのフロー

## (2) 原材料・資機材の調達計画

### 1) 稚魚及び餌

稚魚及び餌は、サンタクルス県及びベニ県において販売されており、餌メーカーが稚魚販売も行っている。稚魚の販売サイズは3-5gであり、産卵が始まる(11月)1ヶ月後の12月から4月まで入手が可能である。また、餌については各社ともに成長に合わせた餌を製造販売している。各社の稚魚販売価格及び販売している餌の内容及び価格については、まとまった量の購入に対して稚魚代Bs1.4/kg、餌代Bs3.7/kgで入手が可能である。

また、パクーの増肉係数 (FCR) については、一般的には1.8~2.0といわれているが、大学 (Gabriel Rene Morero) における養殖担当者、NGO団体HOYAM MOJOSのボリビア支部の養殖指導担当者及び現地の養殖関係者から聴取した結果、毎日の摂餌状況を確認して、給餌量を調整することで、FCR=1.8での生産が可能との事から本事業計画でもFCR=1.80とする。

## (3) 事業コア会社の施設計画

事業コア会社で計画する、施設内容及び必要な機器類は下記に示すとおりである。

- 1) 屋内循環式水槽（餌止・泥吐用）（図-2.5に概念図を示す）
- 2) 加工場関連機器
- 3) 検査機器類

- 4) 屋内循環式水槽及び加工場等建屋 (総面積 480m<sup>2</sup>)
- 5) 大型重機類
- 6) 自社生産池 (20m x 50m=1,000m<sup>2</sup>、深さ 2.5~3.0m : 自社生産池 10 池、出荷調整池 1 池)
- 7) 給水施設

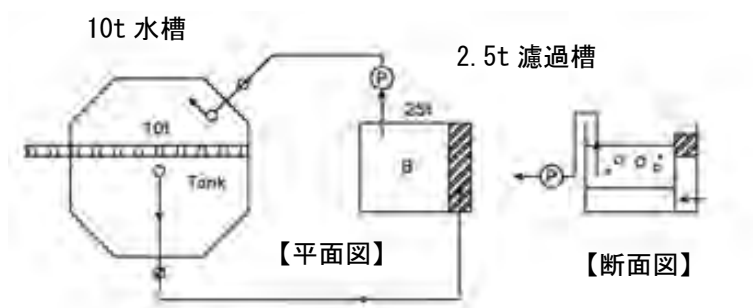


図-2.5 屋内循環式水槽イメージ

#### (4) 事業コア会社の出荷・販売計画

販売は、サンタクルス市内にあるレストランやスーパーマーケットへの直接販売を中心に行う。販売にあたっては、本事業コア会社の製品が高品質で臭みがなく、一般の養殖場で育成された製品とは全く異なるものであることを購買者にアピールを行う。



図-2.6 製品のイメージ

#### (5) 要員計画、人材育成計画

事業コア会社の施設運営に関しては、出荷加工管理、自社池の育成管理及び養殖生産ユニットへの養殖指導を行うため、専門職員を常時 1 名雇用する。

事業コア会社における作業員の主な作業は、自社池の管理や加工場作業となる。加工場における魚の処理尾数については養殖生産ユニット及び事業コア会社自社池からの総数 27,500 尾/年、週平均で 530 尾として、作業時間は合計 93 時間・人/週と推計されることから作業員 3 名の体制とする。

#### (6) 現地事業パートナー候補企業・NGO

##### 1) 事業パートナー

名称	: SUIGEN 有限会社
設立年度	: 2007 年
事業内容	: 設計、建設、コンサルティングサービス、貿易
売上高	: 57 万 USD (398 万ボリビアーノ) (2009~2011 年の平均)

##### 2) 連携・協力を図る現地 NGO

- 名称 : HOYAM MOJOS  
 活動概要 : 本部はスペインにあり、ポリビア支部はベニ県 Trinidad 市にある。2003年9月に設立され、正規に運営されている NGO である。養殖について多くのプロジェクトをベニ県、サンタクルス県で実施している。

### (7) 事業コア会社の事業費積算

事業コア会社の施設計画及び単価調査結果を基に、施設の建設費を積算した結果は表-2.4 に示すとおり Bs. 1, 109, 980 である。施設の運転経費は表-2.5 の生産コストの内訳に示す。

表-2.4 コア会社施設建設費

項目	経費 (Bs.)
プラント工事費	68,460
水槽工事費	28,380
加工場機器	201,170
検査機器	51,400
建屋建築	297,070
大型重機類	210,000
出荷調整池及び自社生産池	117,000
給水水槽及び発電パネル費	115,500
井戸掘削費	21,000
合計	1,109,980

### (8) 財務分析（収支計画、収益性分析）

#### 1) 事業手法

事業コア会社の事業は以下の形態で行うこととする。

- 9村の養殖生産ユニットにおいては、事業コア会社より供給される稚魚・餌及び技術指導を元に、組合員の人件費及び若干の消耗品（網、薬品等）費を投じてパクーを育成し、成魚の50%を自主販売して収益を得る。
- 各養殖生産ユニットでの生産は、既存池及び新規に建設する池で行われる。新規の池建設費は、コトカ市の建設機械の無償貸与を受けてユニット組合員自身が池を掘削することとし、ユニット及びコア会社の初期投資には含めないこととする。
- 事業コア会社は、各養殖生産ユニットで生産されるパクーの50%を稚魚・餌及び技術指導の対価・報酬として引取ることとする（引取りに要する費用はコア会社の負担）。
- 事業コア会社の初期投資としては、コア会社に必要な施設分のみを計上することとする。

#### 2) 初期投資額

コア会社の初期投資額は、施設建設費 Bs. 1, 110, 000 (USD164, 200) を計画している。

### 3) 年間の売上額

- a) 事業コア会社におけるパクーの年間販売量（加工後）は、稚魚の放流から採取収穫までのサイクルが1年間ではなく15か月間であること、3年毎に池干・消毒をすることから、表-2.2及び表-2.3に示すように計画生産量に達するのは3年度以降となり、3年度以降も3年サイクルで年間生産量が若干変動する。各ユニットから引取った分及び自社池での一貫生産分を合わせ、加工による重量減（10%）を考慮して年間販売量は5.9t/年（初年度）、21.7t/年（2年度）、22.5t/年（3年度以降の平均）とする。
- b) 現段階（2012年）でのサンタクルスでの卸売値に相当する公設市場での販売単価がBs. 40～60/kgであることから、パクーの販売単価をBs. 40～60/kgとする。
- c) 上述の年間販売量に販売単価を乗ずることにより年間の売上額とする。

### 4) 年間の生産コスト

年間の生産コスト（売上原価）は、以下の表-2.5に示すように、材料費、人件費、水道光熱費などの合計でBs. 563,238（USD83,320）を見込む。

表-2.5 生産コストの内訳

■売上原価				備考
<b>材料費</b>				
ユニットの稚魚供給費	53,900	2,200尾/2,000m <sup>2</sup>	単価 ( 1.4 Bs/尾)	ユニット総面積=35,000m <sup>2</sup>
ユニットへの餌供給費	208,171	(餌FCR=1.80) 3,215kg/2,000m <sup>2</sup>	単価 ( 3.7 Bs/kg)	
自社池生産材料費	99,400	1,000m <sup>2</sup> 池数	10 (池)	単価 ( 9,940 Bs/1,000m <sup>2</sup> )
食塩、硝化菌等	9,600			単価 ( 800 Bs/月)
材料費計	371,071			
<b>人件費</b>				
人件費(常時)	60,000	人員: 1人		単価 ( 5,000 Bs/月)
人件費(パート)	72,000	人員: 3人		単価 ( 2,000 Bs/月)
人件費計	132,000			
<b>水道光熱費</b>				
電気代	24,007	8.7Kw×24時間×365日×0.5		単価 ( 0.63 Bs/kwh)
加温エネルギー費	675	年間使用量: 1kg/h*10h*30日		単価 ( 22.5 Bs/10kg)
水道光熱費計	24,682			ガスを使用する。年間30日を見込む
<b>その他</b>				
出荷搬送資材費	22,530	カートンボックス、真空パック		単価 ( 1.0 Bs/kg)
各種備品・検査用品	1,200	検査試薬消耗品		単価 ( 100 Bs/月)
メンテナンス費	205	プラント費用の0.3%計上		
大型重機類レンタル	11,550	輸送トラック及びフォークリフト		単価 ( 11,550 Bs/年)
その他計	35,485			
<b>売上原価合計</b>	<b>563,238</b>			

### 5) 年度計画

10年間の事業期間中には、各養殖生産ユニットによる育成規模の拡大等（池の増設等）による事業規模全体の拡大も期待されるが、この分析においては事業基本単位の評価・検討に止め、初年度から10年間は事業規模の拡大は考慮しないこととする。

### 6) 収支計算

以上の想定の下で、次の仮定により事業収支を計算した、販売単価 Bs. 48/kg の場合の事業収支予想は表-2.6 のとおりである。

- ・ 初期投資は、ゼロ年度 1 年で完了するものとする。
- ・ 生産開始後の事業期間は 10 年（減価償却期間と同様）を想定する。
- ・ 毎年の収入は税引き後当期利益とする（法人税率：経常利益の 25%）。

表-2.6 事業コア会社の事業収支（販売単価 Bs. 48/kg）

項目	年 度									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
販売量(t/年)	5.9	21.7	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5	22.5
売上額(1,000Bs.)	282	1,043	1,081	1,081	1,081	1,081	1,081	1,081	1,081	1,081
売上原価(1,000Bs.)	563	563	563	563	563	563	563	563	563	563
売上総利益(1,000Bs.)	-281	480	518	518	518	518	518	518	518	518
営業利益(1,000Bs.)	-527	234	272	272	272	272	272	272	272	272
当期利益(1,000Bs.)	-527	176	204	204	204	204	204	204	204	204
累計利益(1,000Bs.)	-527	-352	-148	56	260	464	668	872	1,077	1,281

#### 7) 内部収益率（IRR）の計算

販売単価別の収支予想を基に内部収益率（IRR）を計算した結果は、以下の表-2.7 に示すとおりである。

表-2.7 養殖魚販売単価別 IRR

販売単価 (Bs. /kg)	40	45	48	49	50	55	60
IRR (%)	0.2	7.9	11.9	13.2	14.4	20.2	25.5

#### 8) 収益性の検討

- 現時点で初期投資の一部あるいは全てを銀行からの借入で賄うと想定した場合の一般的な金利水準は、ボリビア国立銀行の統計データ（2007～2011 年）によると、借入期間 0.5～1 年で 6.16～10.86%/年（2011 年は 6.65%/年）、3 年以上で 11.20～18.10%/年（2011 年は 12.89%/年）である。収益性のあるプロジェクトの場合、IRR がこの金利水準を上回ることが原則であり、試算での IRR は Bs. 48/kg を上回る単価で販売できれば収益性があるといえる。
- 表-2.6 によると、販売単価 Bs. 48/kg の下では、生産開始 2 年目には単年度の当期利益がプラスになり、4 年目で累積赤字が解消され、10 年目には初期投資（Bs. 1,110,000）の回収が可能となる。
- 販売単価が Bs. 48/kg を下回る場合には、生産原価を削減し利益を増やす努力が必要になる。この場合、先ず生産原価の 40% 近くを占める餌代の削減が必要であり、餌の購入単価を下げるか、給餌の管理のさらなる徹底等により給餌効率を上げる（FCR を下げる）等の工夫が必要となる。次に、銀行からの借入れ比率を減らして低利融資制度を利用するなど、資金調達コストの削減が必要となる。
- INE 及び IMF の統計データによると、近年 10 年間（2003～2012 年）のボリビアの経済成長

率は平均 4.5%、インフレ率は 5.8%である。一方、INE の統計データでは魚の価格が 4 年間（2008 年～2012 年）で約 1.9 倍（年平均 17%）に上昇している。この傾向のまま推移すれば、魚の価格の上昇率の方がインフレ率を上回り、収益性の低下にはつながらないと考えられる。

## 9) 養殖生産ユニットにおける事業収支

本事業を行うことによる、養殖生産ユニットの事業収支と、それに伴う BOP 層への貢献については以下のとおりである。

以下の仮定を置いて養殖生産ユニット（2,000 m<sup>2</sup>×2 池=4,000 m<sup>2</sup>の標準規模を想定）の事業収支を計算した結果は表-2.8 に示すとおりであり、年間 Bs. 22,200/ユニット の直接利益が見込まれる。

- a) 生産するパクーの 50%は、稚魚・餌の供給及び養殖指導に対する対価・報酬として、事業コア会社は無償で引渡す（輸送料は事業コア会社が負担する）。
- b) 残りの 50%は、少なくとも Bs. 30/kg（市場調査結果での低目の金額：現在の養殖村落が通常時に最寄りの町で鮮魚を直接販売している価格）の単価でユニットが直接販売をする。
- c) 専任の作業員を雇用せず、管理組合（養殖組合もしくは水委員会）の組合員が給餌や監視等の維持管理を行う人件費を想定する。
- d) 消耗品費（網や薬品代など）は養殖生産ユニットのコストとして計上する。

表-2.8 養殖生産ユニットの年間事業収支（1ユニット当たり）

項目	金額 (Bs.)	内容
■初期投資額	0	稚魚・餌代 Bs. 29,950 及び技術指導人件費 Bs. 2,700 は事業コア会社が用立て、ユニット側は成魚 50%を分配する形で対価・報酬を支払う。
■売上額	48,240	パクー（冷凍、ラウンド） 年間販売量 販売単価 池 (2,000m <sup>2</sup> ) の数 804 kg/池 × Bs. 30 /kg × 2 池  内臓除去分を考慮する（収穫量 893 kg/池の 90%を販売量として売上額を求める）。
■売上原価	26,040	
消耗品費	16,540	網、薬品等
人件費	9,500	950 人・時間
■直接利益	22,200	

## 10) 村落、BOP 層への貢献

- a) 上述の年間 Bs. 22,200/ユニットという金額は、通常の年間井戸施設維持管理費を上回ることから、本事業を村落の水委員会などが実施すれば、その利益で井戸の維持管理が可能となり、井戸水の安定供給が図られることで、村落生活水準の向上や農業生産量の増加など



への効果が期待できる。

- b) 既存の村落養殖では、管理組合を組織し、組合員が農業等のかたわら給餌や施設の維持管理を副業として行っている。標準的な養殖生産ユニットにおける作業に要する時間（年平均）は、合計 950 人・時間/年と推計される。

最低 4 人程度の組合員がいれば、交代で 2 池程度の運営・維持管理は十分対処でき、専任作業員の新規雇用は必要ではない。養殖生産ユニットで作業に当たる組合員は作業対価を得ることで所得の向上につながる。

## (9) 資金調達計画

本事業に係る資金調達の概要は以下のように考えている。まず、初期の資金調達は、事業初期段階のリスク等を考慮して極力少なくし、60%を自己資金、残り 40%を現地銀行借入で賄う方針である。資金調達は、日本側は株式会社地球システム科学、ボリビア側は SUIGEN 社 が以下の配分で行う。

<事業コア会社>

調達額：US\$250,000（日本側：US\$180,000、ボリビア側：US\$70,000）

内訳： 初期投資（養殖施設建設費、設備費）：US\$ 165,000

事業コア会社運営費：US\$ 85,000

---

合 計 US\$ 250,000

なお、事業コア会社の事業用地や事務所スペースについては、現地パートナーである SUIGEN SRL.社が現有地を提供するものとする。

## (10) リスク対策

冷害に対しては、養殖生産ユニットの養殖池を深く建設し、低温期には水深 2m 以上に水を張って池内に低温が伝わらないようにする。事業コア会社の自社池では、比較的高温な深層地下水を一時的に養殖池に導水するほか、蓄養のための循環式水槽には加熱した用水を池に導水するなどして養殖池の水温低下を防ぐ。

生産ユニットおよび事業コア会社の双方とも、養殖には基本的に水質が良く病原菌や雑魚の含まれていない深層地下水を用いる。稚魚・餌は、事業コア会社が信頼性の高いものを選別して一括調達することにより、養殖生産ユニットにおいて病気の原因となる細菌や不純物質の混入を防ぐ。

## (11) 許認可関係

### 1) 有限会社の登録手続き

#### a) 内国税務局の登録

内国税務局に、代表取締役の CI とそのコピー、代表取締役の住所と新企業の住所の電気代金支払い証明書を届ける。

## b) FUNDEMPRESA に登録

内国税務局の登録手続きと平行して行う。

## 2) 営業する地域を所管する市役所で営業許可の手続き

市役所に対して、事務所の賃貸契約書または事務所の持ち主が登録企業であればその関連書類、有効な ID と事務所住所等を提出し、営業許可を取る

### (12) 事業実施スケジュール

2013 年 10 月に事業コア会社を設立して事業を開始する。2013 年末までに許認可手続きを済ませ、養殖生産ユニットと事業コア会社の契約/合意を締結し、事業コア会社の施設建設を開始する。サンタクルス県内で稚魚の供給が始まる 12 月から稚魚や餌の一括購入を始め、2014 年 1 月には養殖生産ユニットにおける育成を開始し、2014 年後半には加工・販売を始める。

### (13) 環境・社会配慮

養殖生産ユニットの池建設用地は、農地や住宅として利用されていない村落の共有地を提供してもらうこととしているため、用地取得に伴う住民移転等の問題は生じない。

養殖池からの排水は、3 年に 1 度の池干し時以外には発生せず、周辺環境への影響は極めて軽微である。また、事業コア会社の蓄養水槽は閉鎖循環式であり、系外に汚濁負荷が流出して河川等の水域の水質汚濁を引き起こす恐れはない。

## 3. 事業と連携して行うべき JICA 事業に係る計画

### (1) 連携が可能な我が国 ODA 事業スキームとプロジェクトの提案

本件事業と連携することにより、開発効果がより発現されるものとして、表-3.1 に示すプロジェクトを提案する。連携による効果の予測・評価に関しては、以下の予測項目が考えられる。

表-3.1 本件事業と連携して行う我が国 ODA 事業の提案

候補事業名	スキーム	事業対象	目的	実施機関
サンタクルス県の貧困村落を対象とした管理型養殖による淡水魚の育成、品質管理の能力向上プロジェクト	草の根技術協力 (協力支援型)	・サンタクルス県、市の養殖担当者 ・県内の30村落:	・管理型養殖による淡水魚の育成、品質管理 能力の向上	JICA
サンタクルス県内の貧困村落を対象にした養殖地の設置支援事業	草の根・人間の安全保障無償資金協力	・ 県内の10村落	養殖事業を開始のための施設建設支援	在ボリビア大使館
公設市場の環境改善事業		・コトカ市、エル・トルノ市	新鮮な養殖魚の販売施設改善 (冷凍設備等)	
淡水魚の育成に関する技術向上支援	専門家派遣	カプリエル・モレノ大学養殖研究施設	養殖技術の向上	JICA
アマゾン川上流域に生息する魚類の養殖技術の高度化研究プロジェクト	地球規模課題対応国際科学技術協力 (SATREPS)	ベニ県ベニ大学養殖研究センター	日本とボリビアの大学、研究機関による共同研究(養殖技術の多様化)	JST/JICA

## (2) 連携による効果の予測

### ① サンタクルス県内の村落への養殖事業の普及の進展度

草の根技術支援等と連携すれば、急速にサンタクルス県内の他の村落への養殖事業の普及が図れるものと考えている。この連携による効果を測るものとして、<コトカ市以外の村落で新たに養殖を始めた村落数の増加>を予測項目として設定する。

### ② 適正な管理による養殖技術の普及

養殖技術の専門家をカブリエル・モレノ大学の養殖研究所へ派遣すること、ならびに地球規模課題対応国際科学技術協力（SATREPS）の実施との連携の効果としては、<県、市、大学などが行うセミナーの開催数の増加と内容の質的向上>及び<カブリエル・モレノ大学等の研究機関への養殖に関する問い合わせ件数の増加>を予測項目として設定する。

## 4. 開発効果の予測と開発効果発現までのシナリオ策定

### (1) BOP ビジネスを通じて解決したい開発課題に関する指標の設定

解決したい開発課題は、ボリビア国における国家的開発課題である貧困削減のために安全な水を安定的に供給することである。開発効果を測る指標として「当該 BOP ビジネスを通じて村落が得た現金収入による村落給水施設維持管理費への補てん率」及び「養殖生産作業に従事する村民の所得向上率」を設定することとする。

### (2) 設定した開発指標に関するベースラインデータ（現状）の分析

タロペ村程度の規模（184 世帯）の村落では、持続的な給水事業のためには年間の維持管理費（通常の施設管理費＋施設更新のための積立金）として Bs. 36,000/年（Bs. 20,000＋Bs. 16,000）程度が必要と考えられる。現在の水道料金収入が約 Bs. 32,000 だから、およそ Bs. 4,000/年が不足することになる。さらに、近年のサンタクルス市及びその周辺への流入人口の増大を考えると、今後、施設の新設・拡張の需要が増加し、水道料金収入の不足額は拡大するものと考えられる。

### (3) BOP ビジネス実施後の開発効果発現のシナリオ

養殖生産ユニットは、水委員会を核とした養殖組合あるいは水委員会が直接運営・管理することとし、事業コア会社との間で本事業実施に関わる契約書ないしは合意書を締結する。養殖生産ユニット側で育成魚の直接販売を通じて得られた現金収入を村落給水事業に確実に繰り入れた事実が報告され、開発効果発現を確認できる仕組みを契約／合意書に盛り込む。

### (4) 開発課題に関する指標の目標値設定

世帯数 200 以下の村落では将来の施設更新のための積立ても含む施設維持管理全経費の不足分に対して、本ビジネスにより 100%の補てんをすることを目標値として設定し、200 世帯を超え

る村落では、施設維持管理費の不足分に対して、初期の養殖規模では難しくとも、池の増設等で生産規模を徐々に拡大し、中・長期的には100%の補てんをすることを目標値として設定する。

さらに、養殖生産作業に従事することにより、組合員の所得が10%以上向上することを目標値として設定する。

## 5. 育成実験

本BOPビジネスにおける事業計画策定の基本となる養殖計画ならびに製品管理及びパクーの養殖に関わる知見を得るため、現地にて以下の実験や試験を本調査期間に実施した。

### (1) 既存養殖場のモニタリング

既存養殖池のモニタリングを実施し、養殖魚の体重、気温、池の水質等のデータを取得した。放流開始時から中間体重測定までの月間成長率と中間収穫から収穫時までの月間成長率が極端に異なることが判明したが、事業コア会社による管理の行き届いた養殖により要因を改善すれば、大学(Gabriel Rene Morero)、NGO団体HOYAM MOJOS及び現地養殖業者から聴取した月間100g/月の成長率は達せられると考えられる。

### (2) 搬送密度実験

搬送密度と酸素供給の条件の組合せを変えて実施した搬送実験では、酸素なしで搬送密度8.4%、酸素ありで搬送密度18.3%のいずれも斃死や目立った損傷等がなく、約3時間(コア会社とユニット間を移動するために要する時間距離)を想定した輸送が可能であることが確認された。

### (3) 循環式養殖水槽による育成実験

稚魚であれば、放流2・3日後から通常通りに餌を食べるとのことであったが、育成環境の変化にもかかわらず輸送後にも問題なく摂餌しているのを確認しており、中間魚であっても、育成環境順応方法、輸送後のストレス早期改善方策、早期摂餌方法の模索などの課題を解決すれば、循環式水槽での育成は可能であると考えられる。しかし、BOP事業で当初計画されていたような、ユニットから引き取った魚を育成して、速やかに増量を図ることは難しいと考えられる。

### (4) 食味試験

電子レンジに過熱による臭いの評価では、非日系ボリビア人グループ(以下、ローカルと称す)及び日系ボリビア人・日本人グループ(以下、日系と称す)共に、多くが池飼育魚に強くヘドロ臭を感じ、95%が不快感を示した。その他の調理法による食味評価においては、ローカルと日系の味覚に明らかな傾向の違いがあることが分かった。日系は、全調理法において約7~9割が池飼育魚に強いヘドロ臭を感じ不快感を示し、循環式飼育魚については美味しいとの好評価が得られた。一方、ローカルにおいては、約半数は池飼育魚に強い不快感を示さず、セビーチェや煮つけでは、循環飼育魚は淡泊すぎて池飼育の方が美味しいとの評価であった。

## (5) 冷凍魚の食品検査

実験水槽で育成した魚、既存の養殖場で育成した魚、サンタクルス市内で販売されている魚等 5 検体を対象に、ボリビア国の食品検査基準（冷凍魚介類）に示されている細菌検査を行った。5 検体の検査結果は、全ての検体についてボリビア国の冷凍魚介類の食品検査基準値以下の菌類数であったが、入念洗浄（内臓処理後の洗浄作業において、表皮まで入念に洗浄）により、一般生菌数を 10 の 3 乗（千）オーダーから 2 乗（百）オーダーまで減少させることが出来た。本事業における事業コア会社の加工場において、滅菌水による洗浄や作業員の手洗い等の徹底した衛生管理が必要であることが明らかになった。

## (6) 低温耐性試験

観察の結果、水温が 20℃を下回った 19.5℃の段階で、活動の低下などの異常が観られるようになり、その後、水温が低下するのに伴って衰弱が進行した。そして、水温が 15℃を下回った 14.5℃の段階で衰弱による活動停止、12℃には水面に浮かび上がるに至った。その後、逆に徐々に温度を上げることにより、23℃に達した頃より魚が正常に活動を再開した。

通常の養殖池では熱容量が大きいいため、本実験のような急激な水温低下は起こりにくいが、水温監視・対策の判断基準として、魚の衰弱が激しくなった 16℃にまで水温が低下した場合には温水の補給等による低温対策をとる必要がある。

## (7) 魚体重の内臓重量比の調査

聞き取り調査によれば、内臓比率は 8.5～12%程度であり、成長するにつれて低下するとの事であったが、今回計測した循環式水槽の育成試験における斃死魚の体重 600-850g の範囲における、測定結果及び相関係数はバラつきが多く相関は見られなかった。

## (8) 餌料の浮遊性能試験

パクーは浮遊している餌は食べるが沈降した餌は食べない摂餌行動パターンをもつため、パクーに与える配合飼料は、長時間浮遊する餌ほどパクーが摂餌しやすくなる。同じメーカーであっても、サイズにより浮揚性が大きく異なることが本実験により判明した。

同じメーカーの商品でも明らかに品質管理（製造時の空気混入量）に問題があることが判明し、購入時にその性能をチェックするほか、保管についても注意を払うことの重要性が明らかになった。