

メキシコ国 ユカタン半島東部沿岸地域 衛生環境管理計画調査

最終報告書

要約

平成16年10月

国際航業株式会社



序 文

日本国政府は、メキシコ国政府の要請に基づき、同国のユカタン半島東部沿岸地域衛生環境管理計画に係る開発調査を行うことを決定し、独立行政法人国際協力機構がこの調査を実施致しました。

当事業団は、平成15年3月から平成16年8月までの間、4回にわたり国際航業株式会社の加藤洋氏を団長とする調査団を現地に派遣しました。

また、国際協力総合研修所国際協力専門員の田中研一氏を委員長とする国内支援委員会を設置し、本件調査に関し専門的かつ技術的な見地から検討・審議が行われました。

調査団は、メキシコ国政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査にご協力とご支援を頂いた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成16年10月

独立行政法人 国際協力機構
理 事 北 原 悦 男

伝 達 状

独立行政法人 国際協力機構
理 事 北 原 悦 男 殿

メキシコ合衆国におけるユカタン半島東部沿岸地域衛生環境管理計画調査が終了致しましたので、ここに最終報告書を提出致します。

本報告書は、ユカタン半島キンタナロー州の南部3郡の衛生環境管理の現況調査、2015年を目標年次とした衛生環境管理マスタープラン及びモデルプロジェクトから構成されております。

ユカタン半島はカルスト地形というその地質的特長により、降雨は地下に浸透してセノーテや洞穴といった地下水脈を形成し、かつこれら地下水脈が沿岸部のマングローブ林や世界で2番目の規模といわれるメソアメリカ珊瑚礁帯などの豊かな沿岸水環境を育んでいること、また衛生環境の観点からは、この地下水が現在調査対象地域で急速に進展している都市化に対して大変脆弱であることが明らかとなりました。

よって、マスタープランでは下水及び廃棄物分野からの環境負荷を抑制し、地下水ならびに沿岸水環境を保全することを基本目標とし、これを実現するための技術システム、法制度、組織、財務計画等の立案を行いました。

さらには、マスタープランで提案した様々な施策の中から緊急性の高いものを抽出し、下水分野から1つ、廃棄物分野では6つ、地下水分野から1つ、そしてこれら分野を横断する環境教育分野から1つ、計9つのモデルプロジェクトを実施しました。これらモデルプロジェクトはメキシコ側により継続及び拡大されております。このように、マスタープランの一部は既に実施に移され、本調査が実を結びつつあります。

本調査を進めるにあたり、貴重なご助言、ご指導を賜りました貴機構を始め、日本国政府外務省、国土交通省、環境省の関係各位に対し深甚なる感謝の意を表するとともに、調査期間中、メキシコ国において格別のご協力を頂きましたメキシコ合衆国政府、日本大使館、JICAメキシコ事務所に対して厚くお礼を申し上げます。

本調査の成果が、調査対象地域のみならずキンタナロー州及びユカタン半島の持続的発展に寄与することを切望致します。

平成16年10月

ユカタン半島東部沿岸地域
衛生環境管理計画調査
調査団長 加藤 洋

計画の概要

1 調査の概要

1.1 調査の目的

- 1) キンタナロー州東部沿岸地域の沿岸水環境保全を上位目標として、2015年を目標年度とする下水ならびに廃棄物処理の包括的な「衛生環境管理マスタープラン」を策定する。
- 2) 上記の「衛生環境管理マスタープラン」に基づいて衛生環境管理に係る優先プロジェクト（モデルプロジェクト）を選定し、そのフィージビリティの検証を行う。
- 3) 本件調査を通じて、メキシコ側カウンターパート（C/P）に技術移転を行う。

1.2 調査対象地域

キンタナロー州東部沿岸地域の3郡（Othón P. Blanco, Felipe C. Puerto, Solidaridad）を調査対象地域とする。

1.3 調査工程

調査はメキシコ政府と日本政府との同意に基づき、2003年3月に開始された。そしてすべてのメキシコ国内における業務が2004年8月に終了した。

調査期間は主に以下の4期に分けられた。

Phase I: 基礎調査(現況調査)、2003年3月～7月

Phase II: 環境衛生管理マスタープランの作成、2003年8月～10月

Phase III: モデルプロジェクト実施、2003年11月～2004年5月

Phase IV: モデルプロジェクト評価、2004年6月～8月

2 マスタープランの概要

2.1 基本コンセプト

2.1.1 理念、基本目的と基本的アプローチ

マスタープランは以下に示すように公共セクター、民間セクター、住民及び観光客の包括的な協調を意図している。

a 理念

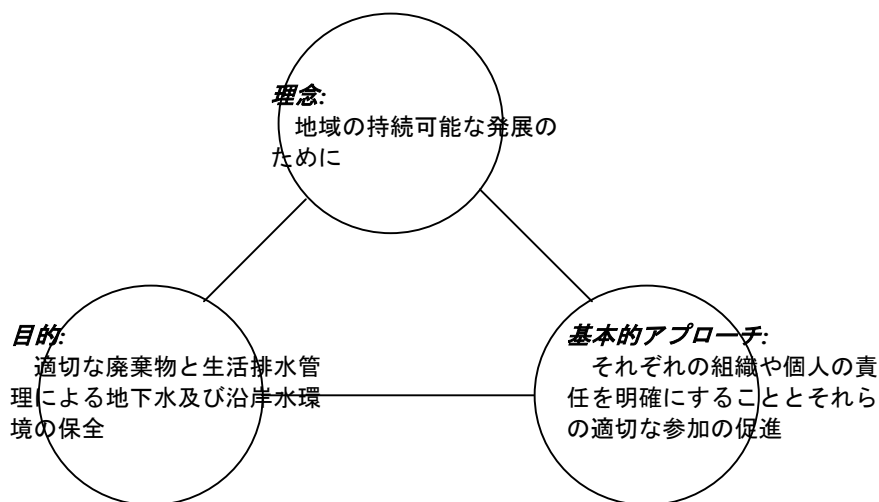
ユカタン半島の持続可能な発展

b 基本目的

キンタナロー州南部、すなわちOthón P Blanco郡、Felipe C Puerto郡及びSolidaridad郡における適切な生活排水管理及び廃棄物管理による調査対象地域の地下水及び沿岸水環境の保全。

c 基本的アプローチ

公共セクター、民間セクター、住民及び訪問者の責務を明確にし、これらの関係者の衛生環境管理への適切な参加を促進する。



2.1.2 マスタープランの目標値

マスタープランの基本目的の数値目標は、

地下水の平均BOD濃度を1mg/litterまたはそれ以下に保つために、2015年における生活排水及び都市廃棄物に由来するBOD排出量を5,200 ton/年以下とすることである。

- 生活排水由来では、BOD排出量を3,100 ton/年以下、
- 都市廃棄物由来では、BOD排出量を2,100 ton/年以下とする。

2.2 生活排水管理マスタープラン

2.2.1 目的、目標値及び目標年

a 基本目的及び目標値

生活排水管理マスタープランの基本目的は、

調査対象地域内の地下水並びに沿岸水環境の保全

目標値は、

2015年における生活排水分野から排出されるBOD量を3,100ton/年以下とする

b 生活排水管理マスタープランの個別目的と目標値

策定するマスタープランは基本目的の達成を目指す、加えて以下に示す生活廃水管理に固有な役割を果たす。

適正技術による住民への健康被害の低減

目的達成に必要なとなる下水道普及率及び処理水質を下表に示す。

表 1: 生活排水管理マスタープランの目標値

項目	郡	現状	2015年のゴール
接続数	Othón P. Blanco	10,288	98,330
	Felipe Carrillo Puerto	114	14,562
	Solidaridad	1,770	107,059
人口ベース下水道普及率	Othón P. Blanco	37,044	413,971
	Felipe Carrillo Puerto	567	72,429
	Solidaridad	6,655	402,529
人口ベース下水処理率	Othón P. Blanco	16.2%	99.7%
	Felipe Carrillo Puerto	0.9%	98.0%
	Solidaridad	4.7%	99.7%

表 2: 集落規模別の処理水準

処理水準I	集落の人口規模	処理目標水質	
		BOD (mg/liter)	SS (mg/liter)
Level 1	100 ~ 1,499人	150	125
Level 2	1,500 ~ 9,999人	75	75
Level 3	10,000 ~ 49,999人	50	50
Level 4	50,000人以上	30	40

c 目標年次

マスタープランの目標年次は2015年とする。

2.2.2 生活排水管理マスタープランの費用

M/P実施に必要なとなる費用を下表に示す。

表 3: マスタープランの全体費用

単位: 百万ペソ

項目 \ 年次	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	合計
Othón P. Blanco	7.382	276.593	60.320	186.677	193.609	199.550	66.678	98.409	102.773	91.251	109.209	128.425	1,520.876
Felipe C Puerto	2.028	17.505	3.264	3.701	17.539	4.514	23.511	43.399	30.525	31.369	32.946	33.956	244.257
Solidaridad	165.711	186.520	56.711	338.476	62.655	209.531	199.490	64.701	62.171	64.418	69.171	58.874	1,538.429
合計	175.121	480.618	120.295	528.854	273.803	413.595	289.679	206.509	195.469	187.038	211.326	221.255	3,303.562

2.2.3 生活排水管理M/Pの財務分析

生活排水管理M/Pの財務指標として、事業期間中の財務的内部収益率（FIRR）、純現在価値（NPV 割引率10%）及び便益費用比率（B/C 割引率10%）を算出した結果を下表に示す。

表 4: 生活排水管理M/Pの財務指標

収入源及び指標	Othón P Blanco 郡	Felipe Carrillo Puerto 郡	Solidaridad 郡	調査対象全域
収入が生活排水処理料金のみの場合				
FIRR (%)	N.A	N.A	20.18	8.35
NPV (百万ペソ、割引率10%)	N.A	N.A	331.45	-84.84
B/C (割引率10%)	N.A	N.A	1.34	0.96
収入を全ての生活排水料金収入と上水道料金余剰分(給水原価:上水道料金の90%)とした場合				
FIRR (%)	N.A	N.A	32.76	17.12
NPV (百万ペソ、割引率10%)	N.A	N.A	644.72	343.79
B/C (割引率10%)	N.A	N.A	1.67	1.18
収入を全ての生活排水料金収入と上水道料金余剰分(給水原価:上水道料金の95%)とした場合				
FIRR (%)	N.A	N.A	28.66	14.62
NPV (百万ペソ、割引率10%)	N.A	N.A	537.06	220.13
B/C (割引率10%)	N.A	N.A	1.56	1.11

2.3 都市固形廃棄物管理マスタープラン

2.3.1 目的、目標値及び目標年

a 基本目的及び目標値

都市固形廃棄物管理マスタープランの基本目的は、

調査対象地域内の地下水並びに沿岸水環境の保全

目標値は、

2015年における都市固形廃棄物分野から排出されるBOD量を2,100ton/年以下とする

b 都市固形廃棄物管理マスタープラン固有の目的と目標値

策定するマスタープランは基本目的の達成を目指す、加えて以下に示す都市固形廃棄物管理固有の役割を果たす。

衛生的な生活環境の提供：ごみ収集による生活環境からの廃棄物の除去(収集)

環境影響の緩和：除去した廃棄物の適正処理、処分(適正処分)

資源の保護：排出削減やリサイクルなどを通じた循環型社会構築への貢献(減量化)

マスタープラン策定においては、基本目的の達成とのバランスを図りながら、上記3点の廃棄物管理固有の目標について数値目標を設定する。下表に各郡別の個々の目標値を示す。

表 5: 各郡別のマスタープランの目標

項目	現状(2003年)		2015年の目標	
減量化	0		調査対象地域全体: 23% OPB: 23% FCP: 15% SOL: 24%	
収集率()内は村落部を含む値	調査対象地域全体: 75% (61%) OPB: 72% (57%) FCP: 29% (18%) SOL: 88% (82%)		調査対象地域全体: 99% (86%) OPB: 99% (82%) FCP: 87% (49%) SOL: 100% (95%)	
最終処分水準	OPB	無管理型及び管理型 投棄	人口規模	処分場の水準
	FCP	無管理型投棄	2,500~7,999	管理型投棄
	SOL	無管理型 及び発生ガス管理埋立	8,000~34,999	囲い込み投棄
			34,999~99,999	発生ガス管理埋立
		100,000 以上	衛生埋立	

OPB, Othon P Blanco郡; FCP, Felipe C Puerto郡, SOL, Solidaridad郡

c 目標年次

マスタープランの目標年次は2015年とする。

目的達成のための戦略は2015年までに段階的に整備を進める必要がある。整備の段階は以下に示す3段階が推奨出来る。

- フェーズ1 : 短期改善 (2004~2007年)
- フェーズ2 : 中期改善 (2008~2011年)
- フェーズ3 : 長期改善 (2012~2015年)

2.3.2 都市固形廃棄物管理マスタープランの費用

マスタープランの実施に必要な費用を以下に示す。

表 6: マスタープラン全体費用

単位:1,000ペソ

項目	短期				中期				長期				合計
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
発生抑制	0	1,193	749	852	1,716	1,121	2,421	3,156	4,768	4,017	4,366	3,957	28,316
収集	34,001	54,560	48,763	58,608	54,670	56,298	57,915	69,421	74,547	67,694	73,876	70,477	720,830
投資	11,187	23,507	13,475	17,545	11,176	10,483	9,724	17,963	23,155	15,378	20,207	14,960	188,760
維持管理	22,814	31,053	35,288	41,063	43,494	45,815	48,191	51,458	51,392	52,316	53,669	55,517	532,070
リサイクル(コンポスト)	0	0	4,818	1,683	2,596	2,596	4,070	4,070	4,983	8,899	7,579	7,579	48,873
投資	0	0	3,135	0	704	352	1,408	704	1,045	4,543	2,101	1,397	15,389
維持管理	0	0	1,683	1,683	1,892	2,244	2,662	3,366	3,938	4,356	5,478	6,182	33,484
最終処分	13,348	15,927	17,949	21,377	25,282	24,167	25,436	33,861	28,118	26,794	27,300	33,446	293,004
投資	0	0	0	0	2,486	0	0	7,600	1,865	0	0	5,700	17,650
維持管理	13,348	15,927	17,949	21,377	22,796	24,167	25,436	26,261	26,253	26,794	27,300	27,746	275,354
小計	47,349	71,680	72,279	82,520	84,264	84,182	89,842	110,508	112,416	107,404	113,121	115,459	1,091,023
投資	11,187	23,507	16,610	17,545	14,366	10,835	11,132	26,267	26,065	19,921	22,308	22,057	221,799
維持管理	36,162	48,173	55,669	64,975	69,898	73,347	78,710	84,241	86,351	87,483	90,813	93,402	869,224
管理費用 (維持管理の10%)	3,616	4,818	5,567	6,498	6,990	7,335	7,872	8,425	8,636	8,748	9,081	9,341	86,927
合計	50,965	76,498	77,846	89,018	91,254	91,517	97,714	118,933	121,052	116,152	122,202	124,800	1,177,950
投資	11,187	23,507	16,610	17,545	14,366	10,835	11,132	26,267	26,065	19,921	22,308	22,057	221,799
維持管理	39,778	52,991	61,236	71,473	76,888	80,682	86,582	92,666	94,987	96,231	99,894	102,743	956,151

2.3.3 都市固形廃棄物管理M/Pの財務分析

財務分析は、各郡及び調査対象地域全域について以下に示す3種類の毎月のごみ料金を仮定して実施した。

- シナリオ1: 家庭系30ペソ/月、事業系100ペソ/月
- シナリオ2: 家庭系40ペソ/月、事業系150ペソ/月
- シナリオ3: 家庭系50ペソ/月、事業系200ペソ/月

結果を下表に示す。

表 7: 都市固形廃棄物管理M/Pの財務分析結果

項目	OPB	FCP	SOL	調査地域
シナリオ	3	2	3	3
FIRR (%)	18.9	37.4	11.4	18.1

2.4 マスタープランの評価

2.4.1 経済評価

a 評価の概念

経済評価では、マスタープランを実施した場合としない場合の差額である増分費用と期待される便益とを比較分析した。

b 費用

マスタープランの実施に伴う増加費用は生活排水管理分野で約3,304百万ペソ、都市固形廃棄物管理分野で約441百万ペソの合計3,745百万ペソとなる。

表 8: マスタープランの実施に伴う増加費用

単位:百万ペソ

年次	生活排水管理	都市固形廃棄物 管理	合計
2004	175	14	189
2005	481	32	513
2006	120	29	149
2007	529	37	566
2008	274	35	309
2009	414	31	445
2010	290	33	323
2011	206	51	257
2012	196	49	245
2013	187	42	229
2014	211	44	255
2015	221	44	265
Total	3,304	441	3,745

c 便益

マスタープランの目的は生活排水と都市固形廃棄物の不適切な管理から調査対象地域の地下水と沿岸水環境を守ることであり、期待される便益は以下のとおり。

- 1) 観光地としての魅力の維持: 環境破壊による観光産業に対する負のインパクトの防止
- 2) 多様な生物の保全: 将来、医薬品や食料として利用可能な資源の損失を避ける
- 3) 飲料水源の保護: 地下水浄水費用の削減と水由来の疾病発生の防止

d 観光収入の定量的経済評価

水質汚染や観光破壊がどの程度観光収入を押し下げるかについて理論的なセオリーは確立されていないが、観光地がそのイメージを一度損なえば繁栄出来ないことは明らかである。キンタナロー州には多くのマヤ文明の遺跡があり、観光客を惹きつけている。しかし、当地の最大の魅力は豊かな地下水に育まれている白い砂浜やトルコイズブルーの

海である。よって、地下水と海域の汚染によって引き起こされる沿岸環境の破壊が、深刻な観光収入の低下をもたらすと考えることは妥当であろう。

経済評価ではマスタープランが実施されない場合に、水質汚染や環境破壊によって2006年以降、毎年観光客の伸び率が予測伸び率に比して1%ずつ減少し2015年では10%減少すると仮定した。

マスタープランが実施された場合とされない場合の観光収入の差がマスタープランの実施によってもたらせられる便益と考えると、2015年における便益は約10,529百万ペソと予測された(下表参照)。また、下表に示すようにマスタープランの純現在価値額(NPV)は2,545百万ペソ、費用便益比率(B/C)は2.06、経済的内部収益率(EIRR)は39.00%と見積もられた。

表 9: マスタープランの定量的経済評価結果

単位:百万ペソ

年次	便益	費用	収支	割引率10%の場合		
				便益	費用	便益-費用
2004	0	189	-189	0	189	-189
2005	0	513	-513	0	466	-655
2006	151	149	2	125	123	-653
2007	317	566	-249	238	425	-840
2008	497	309	188	339	211	-712
2009	691	445	246	429	276	-559
2010	897	323	574	506	182	-235
2011	1,115	257	858	572	132	205
2012	1,344	245	1,099	627	114	718
2013	1,584	229	1,355	672	97	1,293
2014	1,836	255	1,581	708	98	1,903
2015	2,097	265	1,832	735	93	2,545
合計	10,529	3,745	6,784	4,951	2,406	
				NPV=	2,545	
				B/C=	2.06	
				IRR=	39.00%	

また、観光客の伸び率の減少が0.5%/年変化した場合の感度分析結果を下表に示す。減少率が0.5%/年の場合でもマスタープランの純現在価値額(NPV)は68百万ペソ、費用便益(B/C)は1.03、経済的内部収益率(EIRR)は10.87%と見積もられた。

表 10: 0.5%変化した場合の感度分析結果

項目	Case 1(-0.5%)	Case 2 (-1.0%)	Case 3 (-1.5%)
NPV (百万ペソ)	68	2,545	5,020
B/C	1.03	2.06	3.09
IRR	10.87%	39.00%	50.68%

e 結論

マスタープランの実施は観光収入という経済的なロスを防止出来るばかりでなく、多様な生物の保全や住民の健康被害を防止する。これらを考慮に入ればマスタープランの

費用に比べて非常に大きな便益があり、マスタープランの実施は経済的に妥当であると評価出来る。

表 11: マスタープランの経済評価の概要

番号	便益	評価
1	観光地としての魅力の維持：環境破壊による観光産業に対する負のインパクトの防止	観光産業は調査対象地域のみならず国レベルの経済にとっても重要である。M/Pは環境破壊による負の影響を避けることが出来る。定量的な経済評価結果はNPV=2,545 百万ペソ, B/C=2.06, IRR=39.00%
2	多様な生物の保全：将来医薬品や食料として利用可能な資源の損失を避ける	調査対象地域は特異な水性環境や種々の生態系などの生物多様性に富んでおり、M/Pの実施はこれら多様な生物の保全に貢献する。
3	飲料水源の保護：地下水浄水費用の削減と水系感染症発生の防止	ユカタン半島の水系感染症の発症率は全国平均に比べて高く、これは飲料水の汚染に起因していると考えられる。これらの疾病による経済的な損失は大きい。M/Pの実施によってこれらのを避けることが可能となる。

3 結論と勧告

3.1 結論

a 沿岸水環境の保全

地下水によって育まれている沿岸水環境が観光資源かつ生物資源として重要であり、調査対象地域を含むユカタン半島にとって地下水が唯一の飲料水源であることから地下水を保全しなければならない。

ユカタン半島の地下水淡水層圧は、沿岸からの海水侵入により薄く、沿岸部では地表より5から10m程度より下方は塩水が混じってくる。上水取水井戸の多くは沿岸より20から30km離れた内陸部に分布し、そこでは淡水層が深度50m程度までひろがっているが、過剰揚水は井戸周辺の局地的な塩水化を招く恐れもある。

地下水にとっての最大の脅威はホテルなどを含む家庭排水であろう。下水道の普及率はOthón P Blancoで16%、Felipe C Puertoで1%、Solidaridadでは5%と大変低い。また、下水道が普及している地域でさえ、経済的負担などにより家庭排水を公共下水道に接続しないという状況がある。さらに、河川がないために処理した下水は地下の海水層に注入しており、これが地下水を汚染している。

廃棄物収集は、Othon P Blanco及びSolidaridadの都市部について、比較的良好に実施されているが、その処分はオープンダンプングに近く大量の浸出水の発生を招き、ひいては地下水を汚染していると懸念される。

調査対象地域の産業の柱は観光産業を中心としたサービス業で、工業はあまり発達しておらず、農業もそれほど盛んではない。よって、家庭及びサービス産業からの下水及び

廃棄物、つまり住民と観光客から発生する下水及び廃棄物が地下水の主要汚染源と言える。本調査の推計では、下水と廃棄物を起源とする汚濁負荷量の割合は、下水が6割、廃棄物が4割であった。

b 将来起こりうる脅威

調査対象地域では、今後急激な人口と観光客の増加が見込まれている。2003年の調査対象地域全体の推計人口は435,000人であるが、2015年には2倍の893,000人となり、2003年時点で年間1,757,000人と推計された観光客数は、2015年には年間3,156,000人にのぼると予想された。

下水及び廃棄物セクターにおいて、今後新たな施策がとられないとすれば、これらセクターに起因する汚濁負荷により調査対象地域の地下水は2015年には平均で4.9mg/literBODまで汚染が進むと予測された。これは日本の環境基準（河川水質）でクラスCに分類され、上水源としてはもはや適当ではなくなる。このような汚染は観光資源であるセノーテ、洞穴、ひいては沿岸部の環境汚染を引き起こすと予想された。

このような環境悪化が現実のものとなれば、沿岸水環境は観光資源としての魅力を喪失し、生物種は減少し、人々の健康を害することとなる。もし、観光客数が将来予測より毎年1%ずつ減少すれば、観光外貨収入は2015年までに1,052.9億円（10,529 million pesos）失われると推計された。

したがって、下水及び廃棄物に起因する汚濁負荷は地下水を汚染し、沿岸水環境を悪化させ、ひいては調査対象地域の持続可能な発展を妨げると結論づけられた。

3.1.2 マスタープラン

a 下水管理マスタープラン

先に示した目標を達成するために、下水管理マスタープランでは集落の人口規模ごとに大規模集落にはより高度な処理レベル、小規模集落にはより低い処理レベルを設定し、整備を展開することを提言した。投入資金あたりの汚濁負荷削減量は大規模施設で大きい。よって、事業の効率的実施を鑑み、大規模集落の整備を優先する実施スケジュールを提案した。実施主体はキンタナロー州上下水道公社（CAPA）である。

提案したマスタープランのコストは、2015年間までの総額で330億円（3,300 million pesos）であった。財務分析の結果、調査対象地域を一括して捉えた場合、基本的に現行の料金体系でこのコストを賄うことが出来るが、個別に見た場合はOthon P BlancoとFelipe C Puertoで財務的に実現不可能であると予測された。

b 廃棄物管理マスタープラン

廃棄物管理マスタープランでは、集落規模と廃棄物サービスに対する需要との関係を考慮し、2015年に25,000人以上になると予想される都市集落を対象とした。また、都市集落でも人口規模別により大きな集落には高い収集率及び高度な処理方法を提案した。ごみを減らすことは汚濁負荷量の削減のみならず、資源保護にもつながる重要な施策である。よって、減量化に係る施策の実施も提案した。実施主体は各市政府、これを州政府のSEDUMAが指導、支援することとなる。

提案したマスタープランのコストは、2015年までの総額で118億円（1,178 million pesos）であった。ただし、廃棄物サービスは現在実施されているので、マスタープランの実施による増分費用は44億円（441 million pesos）であった。財務分析の結果、118億円を賄うには住民には40から50 peso/month/house、事業所には150から200 pesos/month/entityの料金を課すことで、中央政府や州政府からの補助金などを充当することなく、財務的自立が図れると予測された。

c 便益

マスタープランの実施がもたらす便益として、1) 観光地としての魅力の維持、2) 生物多様性の保全、3) 安全な上水道源の確保、が期待される。このうち、1) について定量的経済評価が試みられた。その結果、EIRR 39.0%、そして10%の割引率のもと現在価値（NPV）2,545 million pesos、費用便益率（B/C）2.06が得られ、マスタープランの実施は経済的に妥当であると評価された。

3.1.3 モデルプロジェクト

調査対象地域の地質水文状況に係る調査、及びマスタープランに挙げられている幾つかの施策をモデルプロジェクトとして実施した。

SolidaridadのPlaya del Carmenにて実施された都市型下水処理モデルプロジェクトは、現在の処理下水地下注入の方法がサイトの地質水文状況に照らして不相当であり、改善の余地のあることを明らかにした。また、サイトの地下水が人為的に汚染されていることがアンモニアの存在によって確認された。

CAPAが公共下水道を整備したとしても、家庭排水の下水道への接続は住民が負担することとなっている。この経済的負担と環境に関する知識の不足が相まって、接続が進んでおらず、実質的な下水道普及率が向上しないという問題があった。これに対し、経済的負担を軽減するための基金の設置と環境教育をまじえた住民説明を村落型下水処理モデルプロジェクトで実施し、接続の推進が図られた。

廃棄物管理ネットワークの構築では、州政府であるSEDUMAと廃棄物サービスの実施主体である各市政府が情報を交換する仕組みづくりを行った。このシステムは新しい連邦

法の要求にも応えるものである。また、このモデルプロジェクトに関連し、SEDUMA内に廃棄物管理マスタープランの実施促進を担当するExecutive Unitの創設の提案、各市にはマスタープランを踏まえた廃棄物管理に係る新たな市条例の制定を提案した。

実施機関の能力強化プログラムでは、Othon P Blanco市政府を対象に、廃棄物サービス費用の管理方法の確立を図った。このモデルプロジェクトは処分場改善と収集改善モデルプロジェクトで得られるデータと連携し、処分場運営及び収集作業の改善に必要な情報をフィードバックする。つまり、統合的廃棄物管理を実現するに核となる能力を強化するものである。費用に係る情報は、廃棄物サービス実施部署でなく、他の部署に散逸しているために、当初はその情報を集めるに困難をきたしたが、プロジェクトの実施を通じて関連部署の中でコミュニケーション・チャンネルが確立され、情報の収集が容易になると共に、職員の意識が変わっていった。

既存処分場の改善では、それまで散逸していたごみが集積かつ覆土され、さらにアクセス道路も設置されて場内の作業性と衛生状況が改善された。その後、重機による転圧と定期的な覆土によるごみ処分方法が確立された。さらに、トラックスケールの設置により、廃棄物管理において最も重要な情報のひとつであるごみ量が把握された。プロジェクト期間中の平均ごみ処分量は約160ton/dayであった。

収集改善はOthon P Blanco及びFelipe C Puertoの両市政府を対象に実施された。これらプロジェクトを通じて、収集ルートの計画、オペレーションデータの記録と評価に係る方法が確立された。結果として、Othon P Blancoでは収集費用削減につながる収集車の稼働時間の短縮、作業員一人当たり収集量の増加などが確認された。Felipe C Puertoではプロジェクト前50%程度だった収集率が80%程度まで改善された。

コスタマヤ地区の廃棄物管理システムの創造では、減量化を狙って設置された分別排出ステーションが、新しく設置されたコミュニティの廃棄物管理委員会によって管理されたり、集められたPETボトルや缶などの引き取りに関して業者との対話が進められるなど、新しいシステムが動き始めた。

環境教育とリサイクル活動の展開においては、ビデオやテキストなどの教材の作成、それらを使用した環境教育方法の確立、新聞紙のリサイクル活動などが実施された。これらの活動は、SEDUMA, CAPA, Othon P Blancoを中心とするカウンターパート自身の手で拡大されている。

3.2 勧告

3.2.1 マスタープラン実施に係る勧告

a 生活排水管理マスタープラン

1. 下水道整備率の向上

- 下水道整備はマスタープランの実施計画に従い、環境への影響度が大きく、事業の実施効果の高い都市部を優先し、順次小規模集落に展開すること。
- 小規模集落での下水道施設の建設・運営にあたっては、村落型下水処理モデルプロジェクトにて作成されたマニュアル及びプロジェクトを通じて得られた経験を参考にすること。
- 下水道整備に必要な初期投資費用については、CNAと連携して連邦政府予算の獲得を図ること。

2. 家庭排水接続の促進

- CAPAは、技術担当、住民コミュニケーション担当など異なる部署の職員からなる家庭排水接続促進に係るプロジェクトチームを結成すること。
- 家庭排水接続促進は、下水道が既に敷設されている地域のみならず、新たに下水道を建設する地域において建設前または建設中の早い段階から実施すること。
- 住民の経済的負担を軽減するために、村落型下水モデルプロジェクトにて設立した基金の拡大とその利用の促進を図ること。
- 住民説明にあたっては、住民の環境意識向上を図るために、環境教育を組み合わせること。

3. 収入改善と費用削減

- 現在の上水道料金の20%という下水道料金を下水道の普及に伴い上げること。
- マイクロメーターの設置を促進し、料金徴収率を向上させること。
- 全費用の50%程度を占める間接費の低減を図ること。

b 廃棄物管理マスタープラン

1. ごみ収集率の向上

- 収集改善モデルプロジェクトにて作成されたマニュアルと得られた経験をもとに、収集作業効率化の継続拡大を図ること。
- 効率化により生じる余力を収集エリアの拡大に振り向けること。

2. 適正処分の推進

- マスタープランの提言に従い、またCalderitasでのモデルプロジェクトを参考に、他の既存処分場の改善を図ること。
- Chetumal、Riviera Maya及びCosta Mayaでは既存処分場の改善を通じてえられるノウハウをもとに、衛生埋立処分場の実現を図ること。

- Costa Mayaでの処分場建設にあたっては、FONATURと連携して必要な初期投資費用を手当てすること。

3. 減量化の促進

- 教育省との連携を強化するなどして、環境教育モデルプロジェクトの普及拡大を図ること。
- 環境教育モデルプロジェクトの紙のリサイクルの拡大を図ること。
- ECOSEと連携し、PETボトルリサイクルを促進すること。
- 街路樹の剪定ごみのコンポスト化に着手すること。

4. 財務的自立の促進

- 財務的自立に向けて、料金徴収を実施すること。
- コスタ・マヤなどの観光地では、観光客からも料金を徴収する仕組みを検討すること。

5. 法制度の強化

- 廃棄物管理の指導及び支援を行うExecutive UnitをSEDUMA内に設置すること。
- 調査団が提案した廃棄物管理条例の制定を検討すること。

3.2.2 地下水保全に係る勧告

1. 地下水モニタリングシステムの構築

- CNAは、地下水の状況を定量的に把握出来るモニタリングシステムを構築すること。
- モニタリング結果をマスタープランの実施にフィードバックさせること。（例えば、ある地区の地下水汚染が進んでいるというモニタリング結果が得られ、その原因が家庭排水であると推定されたならば、その地区の下水道整備を優先させるなどの勧告をする。）

2. 法規制の改善強化

- モニタリング結果を評価し、アクションを起こすことが出来るよう、法規制の改善及び強化を図ること。（例えば、地下水の水質汚染の上限値などが設定されていれば、水質モニタリングによってえられたデータが地下水を保全する上で適当か不適当か判断でき、汚染源に係る調査や指導など、次のアクションが取れる。）
- 都市型下水処理モデルプロジェクトの結果を踏まえ、下水処理の地下注入に係る基準策定に着手すること。

3.2.3 沿岸水環境保全に係る勧告

1. 沿岸海域での水質モニタリング

- 海軍が実施している沿岸海域での水質モニタリングと上で提言した地下水との連携を図り、地下水と沿岸水との関連を調査すること。

- 海軍が実施しているモニタリングの診断、評価を行い、必要であれば改善のための施策を講じること。

2. 他関連プロジェクト及び機関との連携強化

- SEMARNATで実施しているメソアメリカ珊瑚礁帯保全プロジェクトなど他の関連プロジェクトと情報を交換し、必要な連携を図ること。
- キンタナロー大学など沿岸環境保全に取り組んでいる機関と情報を交換し、必要な連携を図ること。

最後に、本調査に参加または協力してくれた全てのメキシコ国及び日本国関係者に謝意を述べたい。そして、本調査を通じてメキシコ側と日本側が共に為した事柄が、調査対象地域、キンタナロー州、及びユカタン半島の持続的発展に寄与することを期待する。

報告書リスト

本調査の成果を記した報告書リストを以下に示す。

和文要約

Volume I	Summary
Volume I (S)	Summary (Spanish Version)
Volume II	Main Report
Volume II (S)	Main Report (Spanish Version)
Volume III	Annex I
Volume III (S)	Annex I (Spanish Version)
Volume IV	Annex II
Volume IV (S)	Annex II (Spanish Version)

本報告書は和文要約です。

本報告書では、以下に示す2003年11月時点の為替レートを使用した。

US\$1.00 = 11.00 Mexican pesos = JP¥ 110

メキシコ国ユカタン半島東部沿岸地域衛生環境管理計画調査 対象地位置図

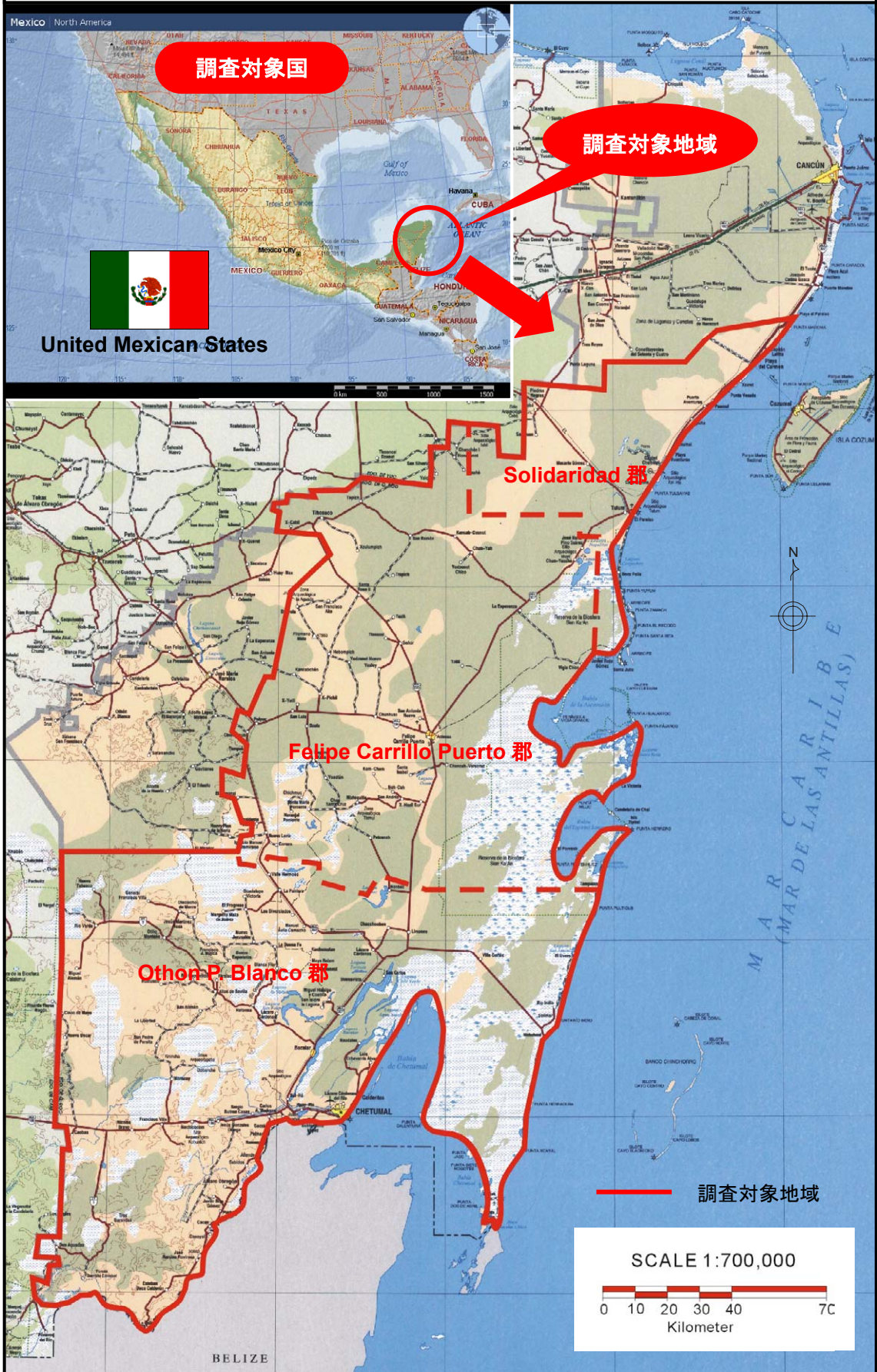
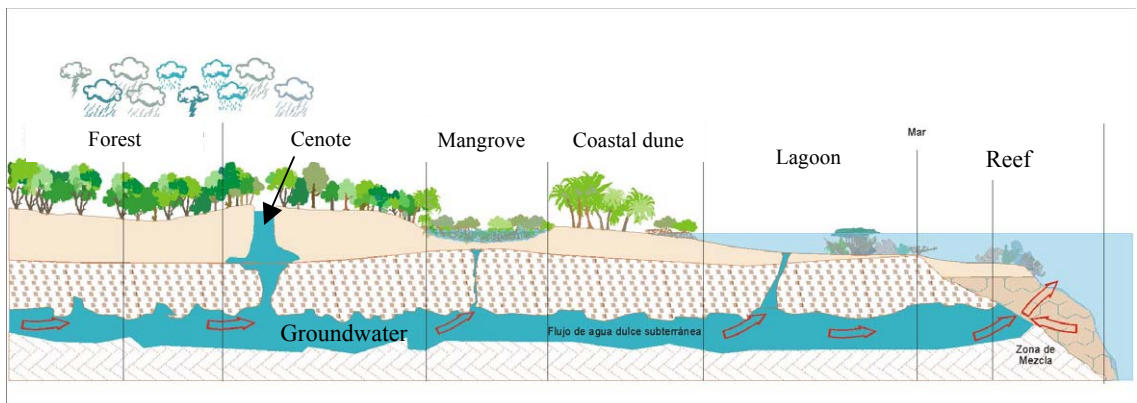


写真 1 調査対象地域の特徴

ユカタン半島は、主に透水性が高くかつ溶けやすい石灰岩からなり、セノーテや洞窟などに代表されるカルスト地形が展開する。そして、地下水流は沿岸のラグーンや岩礁に流出し、その豊かな水環境を育んでいる。



バカラル湖



コスタマヤの海岸

生活排水及び廃棄物の不適切な管理が地下水を汚染し、さらには水環境を悪化させることが危惧されている。調査で提案されたマスタープランは、以下の図に示すように生活排水及び廃棄物からの汚濁負荷量を抑制することを狙っている。

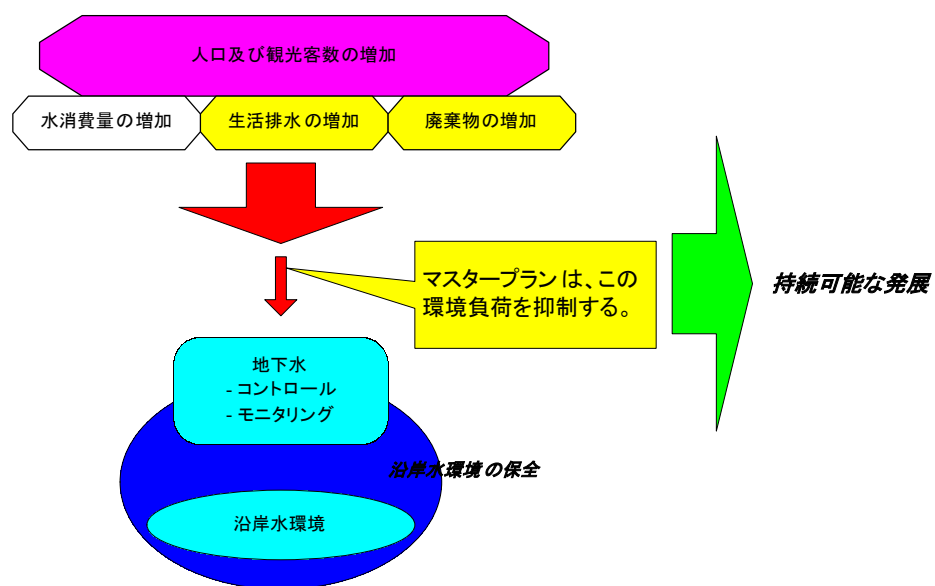


写真 2 会議及びセミナー

会議とセミナーは、メキシコ側カウンターパートとJICA調査団、そしてその他関連機関との間で、情報交換や技術移転を目的に行われた。

定例会議



メキシコ側カウンターパートとJICA調査団の会議は2週間毎に行われた。これら会議は、技術移転や合意形成を行う上で主要な手段となった。

セミナー



調査の節目毎に、セミナーが開催された。調査で今何が行われており、今後何をするのかなどが、主にメキシコ側カウンターパートにより説明された。



セミナーには成人だけでなく、モデルプロジェクトの環境教育やリサイクル活動で活躍した子供達も参加した。

都市型下水処理モデルプロジェクトは、水門地質状況を調査することを目的に、ソリダリダ郡のプラジャ・デル・カルメンにて実施された。

地質物理探査



電磁探査法 (TEM) による物理探査が実施された。調査の基本目的は石灰岩帯水層の構成と分布、また調査地域内での淡水・塩水境界を見極めることであった。

モニタリング井戸



物理探査結果を基に、帯水層の地質構成、亀裂の分布、空洞の有無、淡水・塩水境界、水質などを調査するために様々な深さのモニタリング井戸を設置した。

水質分析



モニタリング井戸から地下水をサンプリングし、汚染の有無を確認するための水質調査が実施された。

写真 4 モデルプロジェクト「村落型下水処理」

村落型下水処理モデルプロジェクトが、小規模村落向けの新しい下水処理施設の適性確認及び宅内生活排水の公共下水接続促進を目的に、Othon P Blanco郡のSubteniente Lopezにて実施された。

下水処理施設



CAPAは小規模集落における生活排水問題解決を目的に、小規模下水処理場を導入した。JICA調査団は施設の維持管理に関する助言やトレーニングを行った。

住民説明



地下水保全の重要性に係る住民の意識を高め、かつ公共下水道への生活排水接続を促進するために住民説明会が実施された。

宅地内接続作業



公共下水道接続のための基金が住民のために設立され、約100件の民家が接続を行った。

写真 5 モデルプロジェクト「固形廃棄物管理ネットワーク構築」 「実施機関の能力強化」

固形廃棄物管理ネットワーク構築のモデルプロジェクトは、関連組織が情報交換を行い、かつ連携を強化していける枠組みを構築することを目的に実施された。このシステムの利用により、提案されたマスタープラン実施のモニタリングが可能となる。

実施機関の能力強化モデルプロジェクトはソフトウェアを用いて、廃棄物管理コストの算出と管理方法を確立する目的でOthon P Blanco郡にて実施された。

メキシコ側カウンターパート事務所に数台のコンピューターが必要なソフトと共に設置され、モデルプロジェクト実施に必要なトレーニングが行われた。



キンタナロー州政府環境開発局 (SEDUMA)



Othon P Blanco郡役所



Felipe C Puerto郡役所

写真 6 モデルプロジェクト「適正技術による既存処分場の改善1」

適正技術による既存処分場の改善モデルプロジェクトでは以下項目が実施された。

- 堰堤の建設、廃棄物の転圧及び覆土、ガス抜き管の設置などからなる既存処分場の改善。
- マニュアルなどを使用した適正処分場運営に係る技術移転。
- トラックスケールの設置と搬入ごみ計量システムの導入。

既存処分場改善



改善前

現場は、廃棄物の散乱、作業用道路の浸水、そして多数のハエや鳥が群がっており、非常に非衛生的な状態であった。



改善中

廃棄物は一箇所に集められ、転圧された後、覆土が行われた。



改善後

衛生状態と現場の作業性が改善され、通常運転への準備が整った。

トラックスケールの設置

トラックスケールが設置され、搬入ごみの計量方法が確立された。廃棄物の量を知ることが廃棄物管理にとって大変重要であり、この情報をもって技術面及び財務面に係る適切な計画及び運営が行えることとなる。



処分場入口にトラックスケールが設置された。運転手以外は橋から降りる、トラックスケールへの乗り降りはゆっくりと行う、などの使用ルールが決められた。



処分場に、トラックスケールの計量データを記録するためのコンピューターが導入された。数名が使用方法に係るトレーニングを受けた。



現場入口にゲートが設置され、許可のない車両や人の侵入を禁じている。

写真 8 モデルプロジェクト「Othon P Blanco 郡及びFelipe C Puerto 郡での収集改善」

Othon P Blanco郡での収集改善モデルプロジェクトはChetumal市にて実施された。基本目的は収集作業の効率を上げ、作業のコスト低減を図ることであった。

Felipe C Puertoの収集改善モデルプロジェクトはFelipe C Puerto市で実施された。この基本目的もまた収集作業の効率を上げ、そして収集サービス範囲の拡大を図ることであった。

現況分析



まず車両を追跡し、収集作業の現状を調査した。

データの分析と計画



調査で集められたデータが分析され、この結果から新しい収集ルートとスケジュールが計画された。

収集作業改善



新たな収集ルートと作業スケジュールが実施され、作業者には説明やトレーニングが行われた。

写真 9 モデルプロジェクト「Costa Maya地区の廃棄物管理システムの創造」

Costa Maya地区の廃棄物管理システム創造モデルプロジェクトが、廃棄物の減量化に係る文化を導入することを目的に、Othon P Blanco市のMahahualにて実施された。

廃棄物管理委員会



Mahahualで廃棄物管理委員会が創設され、Othon P Blanco市に認められた。

海岸清掃



リサイクル



数箇所に分別ステーションが設置された。収集された瓶や缶は、再選別、一時保管を経て、業者に売却された。

写真 10 モデルプロジェクト「環境教育とリサイクル活動」

環境教育とリサイクル活動モデルプロジェクトが、関連機関の協調のもと、子供たちが環境保全とリサイクルの重要性についての知識を得られるような環境教育プログラムの提供を目的として、調査地域内で実施された。

ワークショップ



まずメキシコ側カウンターパートを対象にワークショップが行われ、議論や実験的試行を通じて環境教育手法が確立されていった。次に、カウンターパートはその教育手法の移転を目的に、教師を対象に数回のワークショップを開催した。

学校での環境教育



ワークショップに参加した教師は学校に戻り、環境保全及びリサイクルに係る授業を行った。

リサイクル活動



紙のリサイクルに参加し、リサイクル工場を見学した子供たち。

目次

計画の概要

地図

調査対象地位置図

写真

- 写真1 調査対象地域の特徴
- 写真2 会議及びセミナー
- 写真3 モデルプロジェクト「都市型下水処理」
- 写真4 モデルプロジェクト「村落型下水処理」
- 写真5 モデルプロジェクト「固形廃棄物管理ネットワーク構築」「実施機関の能力強化」
- 写真6 モデルプロジェクト「適正技術による既存処分場の改善1」
- 写真7 モデルプロジェクト「適正技術による既存処分場の改善2」
- 写真8 モデルプロジェクト「Othon P Blanco郡及びFelipe C Puerto郡での収集改善」
- 写真9 モデルプロジェクト「Costa Maya地区の廃棄物管理システムの創造」
- 写真10 モデルプロジェクト「環境教育とリサイクル活動」

頁

1 調査の概要	1
1.1 調査の背景	1
1.2 調査の目的	1
1.3 調査対象地域	1
1.4 調査工程	1
1.5 調査実施のための組織構成	2
1.5.1 調査機関	2
1.5.2 調査団	2
1.5.3 国内支援委員会	3
1.5.4 カウンターパート	3
1.5.5 運営委員会	4
1.6 報告書	5
1.7 技術移転	5
2 衛生環境の現状	6
2.1 調査対象地域の現状	6
2.1.1 自然条件	6
2.1.2 人口	8
2.1.3 地域経済	8
2.1.4 土地利用	9
2.2 衛生環境の現況	11

2.2.1	生活排水管理.....	11
2.2.2	都市固形廃棄物管理.....	13
2.2.3	地下水管理.....	14
2.3	現況の問題点と課題.....	15
2.3.1	生活排水管理.....	15
2.3.2	都市固形廃棄物分野.....	17
2.3.3	地下水管理.....	19
3	マスタープランの策定	20
3.1	計画フレーム.....	20
3.1.1	開発計画.....	20
3.1.2	将来人口.....	20
3.1.3	将来生活排水量及び水質.....	21
3.1.4	将来ごみ量及びごみ質.....	22
3.2	将来の脅威.....	24
3.3	最適技術システムの選定.....	27
3.3.1	基本目標の検討.....	27
3.3.2	生活排水分野の最適技術システムの選定.....	28
3.3.3	都市固形廃棄物分野の最適技術システムの選定.....	28
3.4	マスタープラン.....	29
3.4.1	基本コンセプト.....	29
3.4.2	生活排水管理マスタープラン.....	31
3.4.3	都市固形廃棄物管理マスタープラン.....	43
3.4.4	マスタープランの評価.....	62
3.5	地下水管理に係る提言.....	65
3.5.1	リスクアセスメントと目標の設定.....	65
3.5.2	戦略.....	65
3.5.3	対策案.....	66
4	モデルプロジェクト	67
4.1	都市型下水処理モデルプロジェクト.....	68
4.1.1	概要.....	68
4.1.2	結論.....	68
4.1.3	勧告.....	69
4.2	村落型下水処理モデルプロジェクト.....	70
4.2.1	概要.....	70
4.2.2	成果.....	71

4.2.3	結論と勧告.....	71
4.3	固形廃棄物管理ネットワークの構築.....	72
4.3.1	概要.....	72
4.3.2	成果.....	72
4.3.3	結論と勧告.....	72
4.4	Othón P Blanco郡における廃棄物管理実施機関の能力強化.....	73
4.4.1	概要.....	73
4.4.2	成果.....	74
4.4.3	結論と勧告.....	74
4.5	オトン・ペ・ブランコ郡における既存最終処分場の改善.....	75
4.5.1	概要.....	75
4.5.2	成果.....	75
4.5.3	結論と勧告.....	75
4.6	オトン・ペ・ブランコ郡における収集改善.....	76
4.6.1	概要.....	76
4.6.2	成果.....	76
4.6.3	結論と勧告.....	77
4.7	フェリーペ・カリージョ・プエルト郡における収集改善.....	78
4.7.1	概要.....	78
4.7.2	成果.....	78
4.7.3	結論と勧告.....	79
4.8	コスタ・マヤ地区における廃棄物管理システムの創造.....	80
4.8.1	概要.....	80
4.8.2	成果.....	80
4.8.3	結論と勧告.....	81
4.9	環境教育とリサイクル活動.....	81
4.9.1	概要.....	81
4.9.2	成果.....	82
4.9.3	結論と勧告.....	82
5	結論と勧告	83
5.1	結論.....	83
5.1.1	沿岸水環境の保全.....	83
5.1.2	地下水の保全.....	84
5.1.3	マスタープラン.....	85
5.1.4	モデルプロジェクト.....	86

5.2	勧告	88
5.2.1	マスタープラン実施に係る勧告	88
5.2.2	地下水保全に係る勧告	89
5.2.3	沿岸水環境保全に係る勧告	90

表リスト

表 1: 調査対象地域の平均気温.....	6
表 2: 年間降雨量.....	6
表 3: 調査対象地域の人口.....	8
表 4: Quintana Roo州の観光人口.....	8
表 5: キンタナロー州の地域総生産.....	9
表 6: 連邦政府が管理する自然保護区.....	10
表 7: キンタナロー州が管理する自然保護区.....	11
表 8: 下水道システムの概要.....	11
表 9: 2000年の州内の下水道(汚水)普及率.....	12
表 10: 都市固形廃棄物管理の概要.....	13
表 11: 登録井戸数.....	14
表 12: 生活排水管理分野の現況評価と課題.....	15
表 13: 都市固形廃棄物管理分野の現況の評価と問題点.....	17
表 14: 地下水管理分野の現況評価と課題.....	19
表 15: 将来人口予測.....	20
表 16: 将来観光人口.....	20
表 17: 生活排水発生量.....	21
表 18: 汚濁負荷量と将来水質.....	21
表 19: 家庭系ごみ発生量原単位.....	22
表 20: 将来のごみ発生量.....	23
表 21: 環境中へのBOD排出量.....	24
表 22: 地下水のBOD濃度の推定値.....	25
表 23: 日本の水域(河川)環境基準値.....	25
表 24: 日本の環境基準に於ける水利用用途の定義.....	26
表 25: 2015年におけるセクター別のBOD排出可能量(目標値).....	27
表 26: 規模別目標処理水質.....	28
表 27: 選定された処理方式.....	28
表 28: 都市固形廃棄物管理の技術システム.....	28
表 29: 生活排水管理マスタープランの目標値.....	31
表 30: 集落規模別の処理水準.....	31
表 31: 処理方式.....	32
表 32: 必要最終処分量.....	32
表 33: マスタープランの全体費用.....	33
表 34: Othón P Blanco郡のマスタープランに要する費用.....	34
表 35: Felipe Carrillo Puerto郡のマスタープランに要する費用.....	35
表 36: Cost in Solidaridad郡のマスタープランに要する費用.....	36
表 37: 各郡の収入源別収入と生活排水M/Pの費用.....	37
表 38: 生活排水管理M/Pの財務収支.....	38
表 39: 生活排水管理M/Pの財務指標.....	38
表 40: Othón P. Blanco郡の財務計画.....	39
表 41: Felipe Carrillo Puerto郡の財務計画.....	39
表 42: Solidaridad郡の財務計画.....	40
表 43: 全体の財務計画.....	40
表 44: 2004～2015年の各郡別/処理水準別の単価.....	41
表 45: 調査対象地域全体の年次別目標達成率.....	41
表 46: Othón P. Blanco郡の年次別目標達成率.....	42
表 47: Felipe Carrillo Puerto郡の年次別目標達成率.....	42
表 48: Solidaridad郡の年次別目標達成率.....	42
表 49: 各郡別のマスタープランの目標.....	43

表 50: 都市グループ	44
表 51: マスタープランの都市グループ別目標値.....	44
表 52: 目標減量化率	45
表 53: 戦略と施策	48
表 54: 施策の利害関係者の責任分担.....	49
表 55: マスタープラン全体費用.....	52
表 56: Othón P Blanco郡の費用	52
表 57: Felipe C Puerto郡の費用	53
表 58: Solidaridad郡の費用	53
表 59: マスタープランの概要(全体).....	56
表 60: マスタープランの概要(Othón P Blanco郡).....	57
表 61: マスタープランの概要(Felipe Carrillo Puerto郡)	58
表 62: マスタープランの概要(Solidaridad郡).....	59
表 63: フェーズ1(2004～2007年)の事業実施計画	60
表 64: フェーズ2(2008～2011年)の事業実施計画	61
表 65: フェーズ3(2012～2015年)の事業実施計画	61
表 66: マスタープランの実施に伴う増加費用.....	62
表 67: マスタープランの定量的経済評価結果.....	63
表 68: 0.5%変化した場合の感度分析結果	63
表 69: マスタープランの経済評価の概要.....	64
表 70: 地下水管理に関する対策案.....	66

図リスト

図 1: 調査の組織図	2
図 2: ユカタン半島北部の水理地質断面図.....	7
図 3: POETの位置と範囲.....	10
図 4: 地下水と持続可能な発展との関係.....	24
図 5: マスタープランの目標値.....	30
図 6: モデルプロジェクト位置図.....	67

略語表

AMSLM	Average Mean Sea Level Meters	海拔 メートル
AC	Civil Association	市民連合
APAS	Potable Water, Sewerage and Sanitation	上水、下水、衛生
B/C	Benefit Cost	便益費用
BANOBRAS	National Bank of Public Works and Services (<i>Banco Nacional de Obras y Servicios Públicos</i>)	公共工事銀行
BOD	Biochemical Oxygen Demand	生物化学的酸素要求量
C/P	Counterpart	カウンターパート
CAPA	Commission of Potable Water and Sewerage (<i>Comisión de Agua Potable y Alcantarillado</i>)	キンタナロー州上下水道公社
CECADESU	Training Center for Sustainable Development	持続可能な開発のための訓練センター
CEPIS	Panamerican Center for Sanitary Engineering and Environmental Sciences (<i>Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente</i>)	米州衛生工学／環境科学センター
CNA	National Committee of Water (<i>Comisión Nacional del Agua</i>)	国家水委員会
CNANP	National Committee of Natural Protected Areas (<i>Comision Nacional de Aguas Naturales Protegidas</i>)	自然保護地区委員会
COD	Chemical Oxygen Demand	化学的酸素要求量
COESPO	State Council of Population	キンタナロー州人口統計所
CONAPO	National Council of Population	国家人口統計所
COSEPRE	Cost of Services Provided	サービス費用
DF/R	Draft Final Report	最終報告書 (案)
EAP	Economic Activity Population	経済活動人口
EC	Electric Conductivity	電気伝導度
ECLAC	Economic Commission for Latin America and the Caribbean	ラテンアメリカ及びカリブ地域経済委 員会
ECOSE	Ecology and Business Commitment	生態系と事業
ECOSUR	College of the Southern Border (<i>El Colegio de la Frontera Sur</i>)	南国境大学
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
EIRR	Economic Internal Rate of Return	経済的內部収益率
EM	Electro Magnetic	電磁
F/R	Final Report	最終報告書
F/S	Feasibility Study	実行可能性調査
FCP	Felipe Carrillo Puerto	フェリーペ・カリージョ・プエルト
FIDECARIBE	Caribbean Trusteeship, State Tourism Agency	キンタナロー州観光協会
FONATUR	Tourism National Found (<i>Fondo Nacional para el Turismo</i>)	観光振興財団
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GIS	Geographic Information System	地理情報システム

GNI	Gross National Income	国民総所得
GNP	Gross National Product	国民総生産
GWM	Ground Water Management	地下水管理
HDI	Human Development Index	人間開発指数
IC/R	Inception Report	インセプション・レポート
IEE	Initial Environmental Examination	初期環境影響評価
IIRA	Institute of Environmental Impact and Risk	環境影響局
IMSS	Mexican Institute for Health Insurance	健康保険局
IMTA	Mexican Institute of Water Technology	水利工学研究所
INE	National Ecology Institute	生態学研究所
INEGI	General Census of Population and Housing (<i>Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática</i>)	人口及び家屋統計局
INI	National Institute for Indigenous People	先住民局
ISSTE	Health Insurance Institute for State Workers	州公務員健康保険局
It/R	Interim Report	中間報告書
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人 国際協力機構
LEEPA	Regulation of the Environment Balance and Protection of Quintana Roo State	キンタナロー州環境保護条例
LGEEPA	General Law of Ecological Balance and Environmental Protection	環境保護連邦条例
LGP GIR	General Law for the Prevention and Integral Management of Waste	統合的廃棄物管理条例
M/M	Minutes of Meetings	議事録
M/P	Master Plan	マスタープラン (基本計画)
MBPS	Municipal Bureau of Public Services	公共工事局
MLSS	Mixed-Liquor Volatile Suspended Solids	活性汚泥浮遊物
Mo/P	Model Project	モデルプロジェクト
MPNISP	Model of National and International Practices in Public Service	公共サービスの全国及び国際モデル
NA	Not Available	入手不可
NGO	Non-Governmental Organization	非政府組織
NPV	Net Present Value	純現在価値
O&M	Operating and Maintenance	運営維持管理
OD	Oxygen Demand	酸素要求量
OPB	Othón Pompeyo Blanco	オトン・ペ・ブランコ
P/R	Progress Report	進捗報告書
PDSD	Phased Disposal Site Development	段階的処分場整備
PEDI	Integral Development Strategic Plan	統合的開発計画
PEDU	State Program of Urban Development (<i>Programa Estatal de Desarrollo Urbano</i>)	キンタナロー州都市開発計画
PEMEX	Oil Mexican Company	メキシコ石油会社
PMDU	Urban Development Municipality Programs	郡政府都市開発計画
PND	National Development Plan	国家開発計画
PNDU	National Program of Urban Development	国家都市開発プログラム
POET	Program of Territorial and Ecological Ordinance	生態的土地利用条例

PROFEPA	Federal Environmental Protection Agency	自然保護局
SARH	Secretariat of Agricultural and Hydraulic Resources	農水産省
SEANAP	System Estate of Natural Protected Areas	自然保護地区
SECTUR	Ministry of Tourism	観光省
SEDEMAR	Navy	海軍
SEDENA	National Army Secretariat	陸軍
SEDESOL	Ministry of Social Development (<i>Secretaría de Desarrollo Social</i>)	社会開発省
SEDUE	Secretariat of Urban Development and Ecology	環境開発省
SEDUMA	Ministry of Urban Development and Environment, Government of Quintana Roo State (<i>Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente, Gobierno del Estado de Quintana Roo</i>)	キンタナロー州環境開発局
SEMARNAT	Ministry of Environment and Natural Resources (<i>Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales</i>)	環境天然資源省
SEPLADER	Secretariat of Regional Planning and Development	地域計画開発局
SIGIR	Information System for the Integral Management of Waste	廃棄物管理情報システム
SOL	Solidaridad	ソリダリダ
SS	Suspended Solids	浮遊物
SSA	Secretariat of Health and Assistance	保健省
SVI	Sludge Volume Index	汚泥容量指標
SW	Solid Waste	固形廃棄物
SWM	Solid Waste Management	廃棄物管理
TDEM	Time-Domain Electromagnetic Method	タイムドメイン電磁法
TDS	Total Dissolved Solid	全溶解固形物
TEM	Transient Electromagnetic Method	電磁探査
TS	Total Solid	全固形物
TSS	Total Suspended Solids	全浮遊物
UNEP	United Nation Environment Program	国連環境計画
UNESCO	United Nation Educational, Scientific, and Cultural Organization	ユネスコ
USAID	United States Agency for International Development	米国国際開発局
USMN	Unit of the Meteorological National Service	気象サービス局
VES	Vertical Electric Sounding	垂直電気探査
VSS	Volatile Suspended Solids	揮発性浮遊物
WTP	Water Treatment Plant	下水処理場
WWM	Wastewater Management	下水管理

1 調査の概要

1.1 調査の背景

メキシコ国キンタナロー州（約5万km²、2000年時点人口87万人うち約40万人がカンクン市に居住）に位置するユカタン半島東部沿岸部（約500km）は自然環境が豊かでこの自然資源を利用し生活する少数民族が多く居住している。また歴史的遺跡が多く、観光産業は国家レベルでの外貨獲得手段となっている。しかし、近年環境配慮が不十分のまま観光開発が進められていることに加え、急激に人口が増加しているにもかかわらず、下水・廃棄物処理に係る社会基盤整備が追いついていない町や集落が多いことから、同地域の自然環境が悪化している。これに対しメキシコ国中央・地方両政府は、様々な法整備、戦略を策定するなど対策を施しているが十分な効果はあがっておらず、沿岸環境や住民の生活環境への影響が懸念されている。

2001年3月、JICAは日米共同プロジェクト形成調査団を派遣し、当該沿岸地域の環境保全に係る援助ニーズが高いことが判明した。2002年7月、予備調査を実施し、沿岸環境に大きなインパクトを与えている下水及び廃棄物の処理に関する協力が緊急に必要であることを確認した。これを受けて、2002年10月に事前調査団を派遣して、S/Wを署名・交換した後、国際航業株式会社を本件調査を実施するコンサルタントとして選定した。

1.2 調査の目的

- 1) キンタナロー州東部沿岸地域の沿岸水環境保全を上位目標として、2015年を目標年度とする下水ならびに廃棄物処理の包括的な「衛生環境管理マスタープラン」を策定する。
- 2) 上記の「衛生環境管理マスタープラン」に基づいて衛生環境管理に係る優先プロジェクト（モデルプロジェクト）を選定し、そのフィージビリティの検証を行う。
- 3) 本件調査を通じて、メキシコ側カウンターパート（C/P）に技術移転を行う。

1.3 調査対象地域

キンタナロー州東部沿岸地域の3郡（Othón P. Blanco, Felipe C. Puerto, Solidaridad）を調査対象地域とする。

1.4 調査工程

調査はメキシコ政府と日本政府との同意に基づき、2003年3月に開始された。そしてすべてのメキシコ国内における業務が2004年8月に終了した。

調査期間は主に以下の4期に分けられた。

Phase I: 基礎調査(現況調査)、2003年3月～7月

Phase II: 環境衛生管理マスタープランの作成、2003年8月～10月

Phase III: モデルプロジェクト実施、2003年11月～2004年5月

Phase IV: モデルプロジェクト評価、2004年6月～8月

1.5 調査実施のための組織構成

運営委員会の指導とアドバイスに従い、調査は調査団とメキシコのカウンターパートと共同で行われた。運営委員会はメキシコの政府機関と日本のJICA国内支援委員会によって構成された。

1.5.1 調査機関

調査機関の関係図を以下に示す。

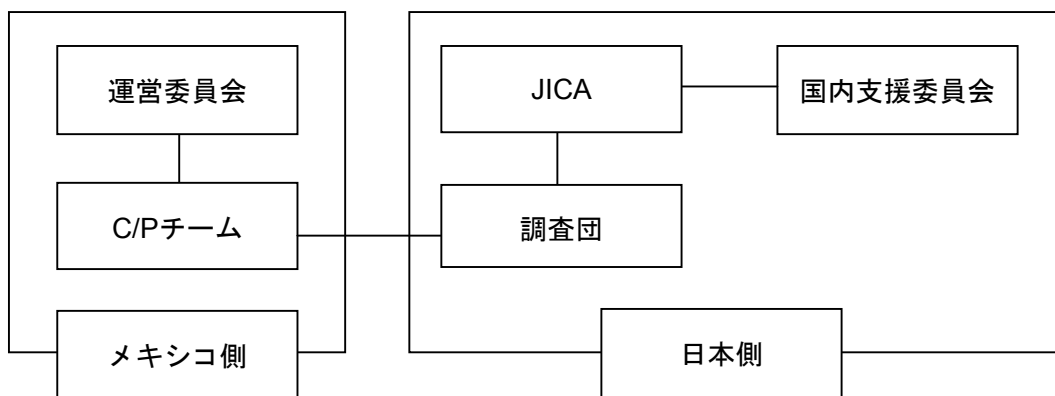


図 1: 調査の組織図

1.5.2 調査団

調査団 15名は以下の表に示す。

担当	名前
総括/衛生環境管理/下水道計画(1)	加藤 洋
下水道計画(2)/水理地質/地下水解析/電磁探査	鎌田 烈
下水道施設計画・設計	名畑 修
副総括/廃棄物処理計画	森 郁夫
廃棄物処理施設計画・設計	Ximena Alegria
組織/法制度/社会調査	Victor Ojeda
経済/財務分析	小原 克
初期環境評価	川田 晋也
地域計画	濱田 利郎
住民参加/環境教育	喜納 政治
モデルプロジェクト	河野 一郎
井戸データ処理	Mario Valle
水収支解析	Peifeng Lei
業務調整(1)	中居 宏行
業務調整(2)	国塚 郁子

1.5.3 国内支援委員会

必要なアドバイスが調査団に提供できるよう、JICA国内支援委員会が以下のように組織された。

職位	名前	所属
委員長	田中 研一	JICA国際総合研修所国際協力専門員
委員	矢橋 毅	(財)日本環境整備教育センター

1.5.4 カウンターパート

調査団と共同作業を行ったカウンターパートを以下の表に示す。

名前	所属組織	職位
1. Environmental Sanitation Management		
Lic. Francisco Hernández Franco	SEMARNAT-QR	Sub delegate of Planning
Lic. Gustavo Hidalgo Sánchez	SEMARNAT-QR	Department of Planning and Foreign Affairs
Ing. Gustavo Olivares Alanis	SEMARNAT-QR	Chief of Planning and Environment Policy Office
2. Hydrology		
Ing. Iván Gamboa Rosas	CNA- Regional Office	Regional Manager
Ing. Carlos Fernando Chable Mendicuti	CNA- Regional Office	In charge of the Technical Area
Ing. Catherine Magnum Burnier	CNA- Regional Office	In Charge of Basin Council Program
Ing. José Luis Acosta Rodríguez	CNA- Regional Office	Technical-Regional Sub Manager
Ing. Anselmo Ordaz Ayala	CNA-México	CNA México
Ing. Eliseo Vázquez	CNA-México	Specialist on Hydraulic
Tte. Roberto Flores Rodríguez	SEDEMAR	Chief of the Sea Contamination Program
3. Eiecromagnetic Sounding Analysis		
Ing. Guillermo Cuevas Landeros	CNA- Regional Office	Specialist on Hydraulic
Ing. Artemio Araujo Mendieta	CNA-México	Specialist on Hydraulic
4. Sewerage System Plannin		
Ing. Juventino Castillo Pinzón	CAPA	Coordinator of Planning and Development
Ing. Jaime Quiñones Baas	CAPA	Chief of Projects
5. Waste Water Treatment Enginnering		
Ing. Roberto Chim Ilerián	CAPA	Head of Operations
M.C. Miguel Angel García Salgado	CONANP	Monitoring Coordinator of the XI Region of CONANP
6. Solid Waste Management		
Biól. Adolfin Bertha Villalobos	SEMARNAT-QR	Chief of the Department of Environmental Impact and Risk
Ing. Carlos Acosta Loría	SEDUMA	Director of Prevention and Pollution Control
José Guerrero	SEDUMA	In Charge of the Department of Monitoring Environment
Ing. Mónica Chargoy Rosas	Municipality of OPB	Specialist on Solid Waste Management
José Méndez García	Municipality of OPB	Chief of the Collection Department
Ing. Eduardo Escalante Rodríguez	Municipality of FCP	Director of Public Works
Manuel Góngora Reyes	Municipality of FCP	Assistant
Biól. Juan Antonio Huerta Illescas	Municipality of Solidaridad	Director of Environment
7. Solid Waste Management Facilities		
Ing. Carlos Acosta Loría	SEDUMA	Director of Prevention and Pollution Control
MVZ. Rodrigo Camín Cardín	Municipality of OPB	Specialist on Solid Waste Management
José Tut Uan	Municipality of OPB	Director of Public Image
Ing. Eduardo Escalante Rodríguez	Municipality of FCP	Director of Public Works
Biól. Juan Antonio Huerta Illescas	Municipality of Solidaridad	Director of Environment
8. Organization, Institution and Legal System		
Lic. Rosa Elena Carbajal Valiente	SEMARNAT-QR	Chief of Legal Affair
9. Financial and Economic Analysis		

名前	所属組織	職位
Ing. Gilberto Mena Rivero	CAPA	Director of Project Assessment Area
Arq. Héctor Morín Lázaro	Municipality of OPB	Director of Urban Development and Ecology.
10. Environment Assessment		
Biól. Carlos Llorens Cruset	SEMARNAT-QR	Sub delegate of Environment Protection
Lic. Adrián Neftalí Pérez Zaldivar	Municipality of Solidaridad	Sub-Director of Environmental Norms
Ing Giovanni Contreras Rivero	SEDUMA	Director of Environmental Protection
Biól. Tomás Sánchez Cabrera	Municipality of OPB	Chief of the Department of Ecology
11. Regional Development Planning/Social Survey		
Ing. Gustavo Olivaris Alanis	SEMARNAT-QR	Chief of the Planning and Environment Policy Area
Biól. Cedrela Median Gasca	SEDUMA	Director of Planning and Environmental Policy
Ing. Juventino Cartillo Pinzón	CAPA	Coordinator of Planning and Development
Arq. Roger Alvarado Rivero	Municipality of OPB	Department of Urban Development
12. Community Participation and Environmental Education		
Biól. Teresa Jiménez Almaraz	SEMARNAT-QR	Chief of the Department of Environmental Education
M.C. Bárbara Reveles González	CONANP	Sub director of Chinchorro Shoal Biosphere Reservation and X'calak Reef National Park
Ing. Jorge Jiménez Alvarado	CAPA	Coordinator of Social Participation Area
Ing. Miguel Acopa	CAPA	Chief of Department of Social Participation
Lic. Salim Chamlati	CAPA	Professional Analyst
Biól. Manuel Hernández	SEDUMA	Director of Natural Protection Area, Sanctuary of the Manatee
Ing. José Gabriel McLiberty Pacheco	SEDUMA	Sub Secretary of the Environment Sub Secretary
Ing. Abigail Hernández Santiago	SEDUMA	Responsible of the Environmental Education Program
Alvaro Gorocica Polanco	SEDUMA	Assistant of the Environmental Education Program
Biól. Gonzalo Vidaña Espejo	Municipality of OPB	Director of Ecology
Biól. Lilibeth Arjona Pérez	Municipality of OPB	Chief of Projects and Environmental Office
Ing. Eduardo Escalante Rodríguez	Municipality of FCP	Director of Public Works
Biól. Juan Antonio Huerta Illescas	Municipality of Solidaridad	Director of Environment

1.5.5 運営委員会

運営委員会メンバーを以下の表に示す。

Name	Institution	Responsibility
Ing. José de Jesús Infante de Alba	SEMARNAT	Delegate of Quintana Roo
Lic. Francisco Hernández Franco	SEMARNAT	
Ing. Jorge Mariano Morales Calzada	SEDUMA	Ministry
Ing. Juan Manuel Herrera	Commission of Ecology, Forestry and Fishery	President
Ministro Gerardo Lozano	Ministry of Foreign Affairs	Director of technical cooperation
Ing. Francisco Aranguré Monroy	CNA	Delegate in Quintana Roo
Biól. Alfredo Arellano Guillermo	CONANP	Coordinator
Ing. Andrés Ruiz Morcillo	CAPA	General Director
Lic. Eduardo Espinosa Abuxapqui	Municipality of Othón P Blanco	Municipal President
Prof. Francisco Novelo Ordoñez	Municipality of Felipe Carrillo Puerto	Municipal President
C.P. Gabriel Mendicuti Díaz	Municipality de Solidaridad	Municipal President
Ar. Baltasar Linares Díaz	BANOBRAS	Delegate of Quintana Roo
Ing. María Antonia Hernández Rivas	FONATUR	Coordinator

1.6 報告書

以下の報告書が作成され、メキシコ側に提出された。

レポート名称		言語
インセプションレポート		英語、西語
プログレスレポート（1）		英語、西語
インテリムレポート		英語、西語
プログレスレポート（2）		英語、西語
ドラフトファイナルレポート	要約	英語、西語、和文
	メインレポート	英語、西語
	サポーティングレポート	英語、西語
ファイナルレポート	要約	英語、西語、和文
	メインレポート	英語、西語
	サポーティングレポート	英語、西語

1.7 技術移転

調査期間中以下の技術移転が行われた。

技術移転	ターゲット	内容	頻度
実地訓練	カウンターパート	調査方法、調査結果の評価と分析、問題点の把握、対策、プロジェクトの形成と実施、モデルプロジェクトの形成、実施及び評価、その他	調査期間中必要に応じて実施
技術協議	カウンターパート	調査の方針及び工程、調査の進捗と結果、計画策定手法、計画策定のための選択肢の考え方、最適案の選定手法、プロジェクト評価の手法、日本及び他国の生活排水管理及び都市固形廃棄物管理の事例紹介	2週間に1回
報告書説明	カウンターパートと運営委員会メンバー。	各調査段階での方針及び結果、問題点及び対策等の説明、その他事項の説明	調査期間中5回:IC/R、P/R(1)、IT/R、P/R(2)、DF/R
技術移転セミナー	カウンターパート、運営委員会メンバー、NGO、国際機関等。	調査から得られた知見及び勧告	DF/Rの説明を含めて調査期間中3回
カウンターパート訓練	カウンターパート	日本の衛生環境管理関連施設の訪問(衛生環境管理に関する可能性と問題点の認識の拡大)	2回

2 衛生環境の現状

2.1 調査対象地域の現状

2.1.1 自然条件

a 位置と気候

キンタナロー州はメキシコ国の南東に位置し、緯度は21°37'～17°53'、経度は86°42'～89°20'である。北側はユカタン州とメキシコ湾、東側はカリブ海、南にはチェトマル湾とベリーズ、西にはカンペチェ州とユカタン州に隣接している。¹

調査範囲の気候は亜熱帯湿潤気候または熱帯湿潤気候に分類され、平均気温は25.5℃である。

表 1: 調査対象地域の平均気温

単位:℃

郡名	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	通年
Solidaridad	22.3	22.5	24.1	25.4	26.5	27.0	26.7	26.6	26.5	25.2	23.9	22.5	24.9
FCP	23.4	24.1	25.3	26.8	27.6	27.8	27.6	27.5	27.4	26.3	24.8	23.8	26.0
OPB	22.7	23.4	25.1	26.7	27.8	27.7	27.4	27.6	27.4	26.4	24.7	23.3	25.8
Benito Juárez	23	23	25	26	27.6	27.9	28.1	28.1	27.6	26.3	25	23	25.9
Lázaro Cárdenas	22	22	24	25	26.6	26.9	26.9	26.8	26.6	25.5	24	22	24.9
José Ma. Morelos	23	23	26	27	28.5	28.3	27.8	27.8	27.4	26.4	25	24	26.1
State Average	22.6	23.1	24.5	26.1	27.2	27.5	27.4	27.4	27.1	25.9	24.4	23.1	25.5

出典: CNAの資料を調査団が整理

雨期は6～7ヶ月間（5月～10,11月まで）で、乾期は5～6ヶ月間（11,12月～4月まで）であり、キンタナロー州の平均降水量は全国平均（772mm）より500mmほど多い。

表 2: 年間降雨量

単位: mm

Month	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	通年
Quintana Roo州	66	38	31	34	100	175	121	140	209	165	95	82	1 256
全国平均	26	18	15	19	40	103	138	137	141	74	32	29	772

出典: Estadísticas del Agua en México, Edición 2003, SEMARNAT/CNA

¹ Geostatistical Framework, INEGI, 2000

b 水理地質

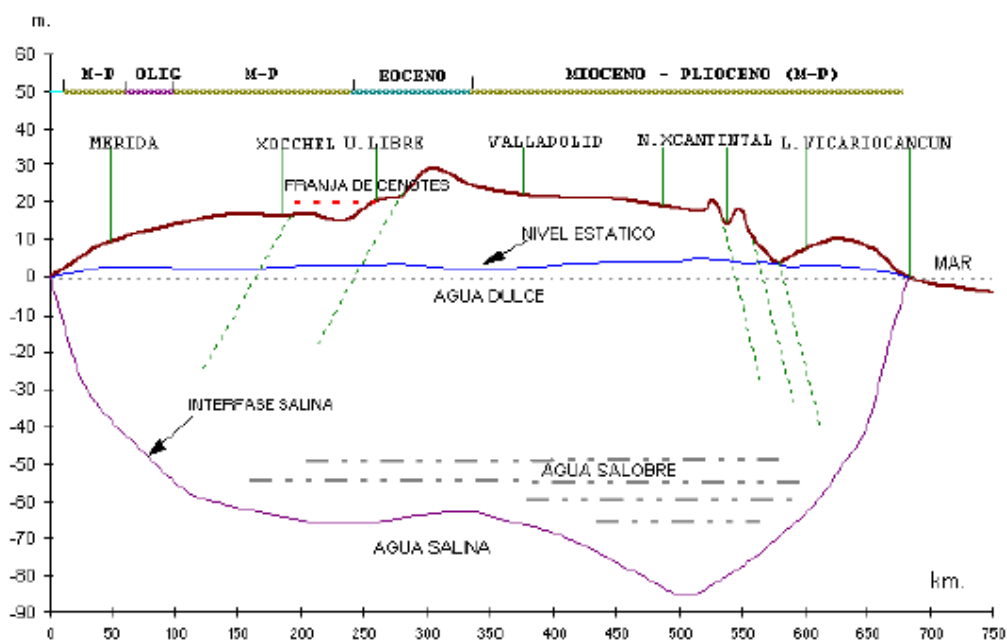
ユカタン半島は、主に浸透性が非常に高くて溶けやすい石灰岩によって構成されているため、雨水の浸透によって岩盤が崩壊しセノーテに特徴づけられるカルスト地形が展開している。

降雨量の多い雨期には、雨水は直接地面から岩盤の亀裂に浸透し多孔性の地盤を通過し、最後に海に流出する。

地質構造分析によると、キンタナロー州には少なくとも2つの帯水層が存在する。1つは州の南部に分布しており、もうひとつの帯水層は主に東部の沿岸から北部に分布している。

帯水層の地下水は塩分含有量の観点から見て淡水層、汽水層及び塩水層の3つに分けられる。塩水地帯の上部では雨水の浸透によってできた淡水層があり海水層の上部を流れる。地下水中の塩分濃度は地中深くなるほど上昇し、塩素イオン濃度は最終的に海水濃度に近くなる。

ユカタン半島のカンクンからメリダ間の水理地質断面図を図 2に示す。



Fuente: CNA

図 2: ユカタン半島北部の水理地質断面図

2.1.2 人口

a 人口

キンタナロー州の2000年時点の全人口は、875,000人であった。その人口が数多くの小さな集落に分布しているという特徴がある。適切な衛生環境管理計画策定のためには、この人口分布の特徴を理解しておくことが重要である。

表 3: 調査対象地域の人口

郡	集落人口規模別人口			合計
	村落部 (1 - 2,499)	準都市域 (2,500 - 14,999)	都市域 (15,000 -)	
Othón P. Blanco	63,307	23,225	121,602	208,134
Felipe Carrillo P.	33,657	8,163	18,545	60,365
Solidaridad	13,406	6,733	43,613	63,752
Number of Communities	1,245	8	3	1,256
合計	110,370	38,121	183,760	332,251
比率	33%	12%	55%	100%

出典: INEGI, 2000, XII Censo General de Población y Vivienda

b 観光人口

キンタナロー州には、史跡と共に熱帯雨林やラグーン、湾が豊富にあり、世界中から観光客を集めている。州の観光省によると、入国旅行者の推移は以下の通りである。

表 4: Quintana Roo州の観光人口

	1999年	2000年	2001年	2002年
Cancun	2,818,326	3,044,682	2,987,841	2,827,406
Cozumel	398,737	421,541	455,620	383,676
Chetumal	157,821	207,582	205,216	204,371
Isla Mujeres	140,534	144,793	141,785	141,548
Riviera Maya	767,541	1,184,249	1,504,052	1,793,864
合計	4,282,959	5,002,847	5,294,514	5,350,865

出典: State Ministry of Tourism, Quintana Roo

2.1.3 地域経済

過去30年におけるキンタナロー州のGRPは観光開発によりかなり向上した。また、メキシコの観光収入の1/3がキンタナロー州で生み出されていると推測される。1993年度の価格基準によるキンタナロー州のGRPは1993年で14,847百万ペソ、2000年で19,555百万ペソである。この成長率は、メキシコ全国の同時期の成長率よりもわずかに高い。分野別では、年間成長率は農業ではマイナス(0.6%減)、工業(1.8%増)とサービス業(4.3%増)であった。すなわち、1993年から2000年までの間、キンタナロー州ではサービス業のシェアが増加し、農業と工業では減少していることが分かる。以下の表に州のGRPの変遷を示す。

表 5: キンタナロー州の地域総生産

セクター	GRP 1993 (Million Pesos)	GRP 2000 (Million Pesos)	1993年のセク ター毎の比率 (%)	2000年のセク ター毎の比率 (%)	1993~2000年 の成長率 (%)
合計	14,847	19,555	100.0	100.0	4.0
農業	275	178	1.8	0.9	-6.0
工業	1,021	1,160	6.9	5.9	1.8
サービス	13,551	18,217	91.3	93.2	4.3

出典: Anuario Estadístico 2002, Quintana Roo, INEGI

2.1.4 土地利用

広大な地域が森林に覆われており、その土地はあまり有効に利用されていない。非常に狭い範囲に土地利用が集中している。キンタナロー州政府によると、州の面積は50,843Km²で、その内2500人以上の都市集落が占める面積はわずか9,832ha (0.2%)でしかない。

土地利用は主に連邦政府 (SEMARNAT), 州 (SEDUMA), そして部分的に郡によって管理されていた。しかし、土地利用管理システムが2000年に改革され、郡政府の管理の権限が強化された。

a POET

沿岸地域のほとんどが、土地利用や制限の詳細を定めたPOET (Programa de Ordenamiento Ecológico)に準じて管理されている。以下の図に、それぞれのPOETの管轄下である地域と、PEOTとANP(National Protected Area)の管轄下である地域の位置を示す。

POET Bacalar は現在策定中であるが、6つのPOETはすでに施行されている。調査地域では以下の3つのPOETが施行されている。

1. Costa Maya area (6 oct. 2000)
2. Sian Ka'an 生態系保護地区 (14 May 2002)
3. Cancun -Tulum ルート (16 Nov.2001)

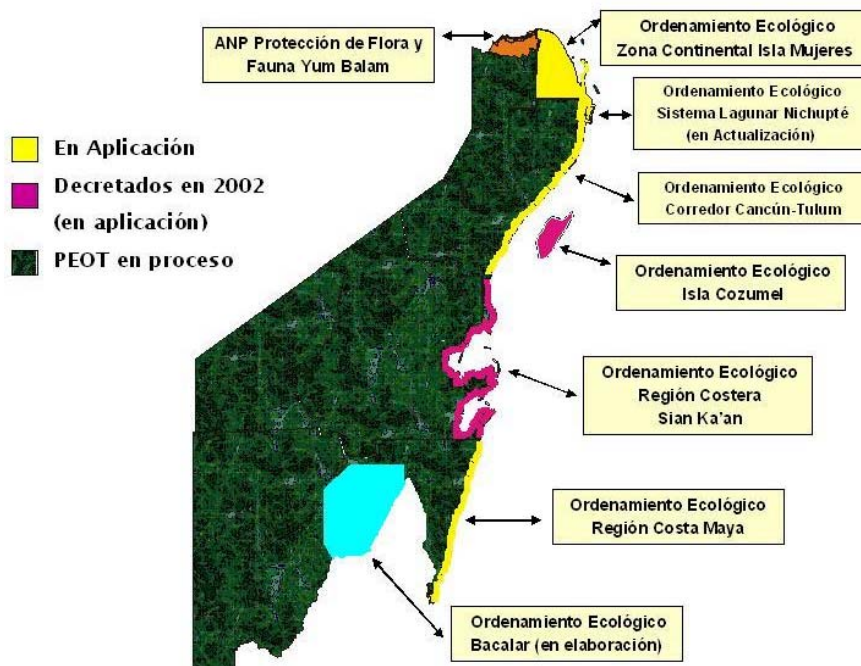


図 3: POETの位置と範囲

b 自然保護区

上記以外に、連邦政府の管理下にある自然保護区が10箇所あり、調査地域ではその内5箇所が含まれる。

表 6: 連邦政府が管理する自然保護区

	分類	位置	制定日	面積 (ha)
1	Archeological monument in Tulum (National Tulum Park)	Solidaridad	15 Dec 19989	691
2	Biosphere reservation of Sian Ka'an	Felipe Carrillo Puerto, Soridaridad	20 Jan 1986	528,147
3	Coral reef reservation of Sian Ka'an	Felipe Carrillo Puerto, Soridaridad	2 Feb 1998	34,927
4	Flora and fauna protection area in Uaymil	Felipe Carrillo Puerto, Othon P Blanco	17 Nov 1994	89,118
5	Biosphere reservation of Chinchorro coral reef	Othon P Blanco	19 Jul 1996	144,360
合計				797,243

出典: Gobierno del Estado de Quintana Roo

また、キンタナロー州政府が指定した自然保護区が6箇所あり、その内の2箇所が調査地域内にある。

表 7: キンタナロー州が管理する自然保護区

	分類	位置	制定日	面積 (ha)
1	Ecological conservation zone, Sea turtle sanctuary	Xcacel-Xcachelito Solidaridad	21 Feb 1998	362
2	Ecological conservation zone, Manatee sanctuary	Chetumal bay Othon P Blanco	24 Oct 1996	281,320
合計				281,682

出典: Gobierno del Estado de Quintana Roo

2.2 衛生環境の現況

2.2.1 生活排水管理

下水道システムの概要及び普及率を以下に示す。

表 8: 下水道システムの概要

項目		Quintana Roo州全域	Othón P. Blanco郡	Felipe C Puerto郡	Solidaridad 郡
1.基本事項					
行政区域名積 (km ²)		50,843	18,760	13,806	4,419
行政区内人口		1,233,490	240,971	65,861	111,533
処理対象区域 (km ²)		76.02	6.35	0.02	13.24
上水生産量 (1,000 m ³ /year)		112,737.78	27,659.70	6,223.25	12,406.35
有収水量(料金徴収量) (1,000 m ³ /year)		45,700.42	7,200.32	1,405.47	3,946.38
給水人口		1,171,816	234,000	57,220	105,600
上水生産量原単位 (l/day/person)		263.58	323.8	297.97	321.88
有収水量原単位(l/day/person)		106.84	84.3	66.39	102.39
計画汚水量原単位 (l/person/day)		75% of water supply amount*			
生活排水汚濁負荷原単位(g/person/day)	BOD	54	54	54	54
	SS	52	52	52	52
2.生活排水処理の現状と計画					
オフサイト下水道システム人口	計画	372,994	38,851	567	37,091
	現状	370,955	37,044	567	6,655
オンサイト下水道システム人口	計画	-	589 (year2002)	0	1,767 (year2002)
	現状	-	0	0	0
ラトリン人口	計画	0	0	0	0
	現状	Not available	Not available	Not available	not available
システム無し人口	計画	-	167,338	56,653	5,006
	現状	800,861	169,045	56,653	35,442
3. オフサイト下水道システム					
所管官庁		C.A.P.A.			
施設建設		C.A.P.A.			
維持管理		ORG. OPER.			
対象面積(km ²)		62.38	5.81	0.02	8.23
対象人口		370,955	37,044	567	6,655
接続戸数		90,698	8,799	114	1,770
人口普及率		30.07	39.23	2.88	25.59
管渠総延長(m)		1,088,376	444,528	6,804	79,860
ポンプ場数		-	12	0	3
下水処理場流入水量(l/秒)		1,251.83	20.48	1.34	64.21
汚水発生量原単位(l/人/日)		291.6	47.8	204.2	2,024,927

項目		Quintana Roo州全域	Othón P. Blanco郡	Felipe C Puerto郡	Solidaridad 郡
下水処理場					
下水処理場数		16	1	1	3
処理方式		活性汚泥法			
定格処理能力 (l/秒)		1,432	137	5	65
年間平均流入水量					
流入水質 (2003年1～6月)	BOD (mg/litre)	-	139	100.8	322.89
	COD (mg/litre)	-	393	249.99	507.27
	SS (mg/litre)	-	265	68.33	455
処理水質 (2003年1～6月)	BOD (mg/litre)	-	1.90	2.15	11.18
	COD (mg/litre)	-	39.90	12.64	55.19
	SS (mg/litre)	-	2.00	6.00	19

出典 : CAPA July 2003, * Manual de Agua Potable, Alcantrillado y Saneamiento Ver 2.0, 2001, CNA

表 9: 2000年の州内の下水道(汚水)普及率

郡	地域	人口	普及率		
			上水道	下水管渠	下水処理能力
SOLIDARIDAD	PLAYA DEL CARMEN	39,005	50%	30%	15%
	TULUM	7,975	79%	0%	0%
	Total	46,980	55%	25%	13%
FELIPE CARRILLO PUERTO	FELIPE CARRILLO PUERTO	17,690	86%	0%	0%
	CHUNHUHUB	4,338	86%	38%	0%
	TIHOSUCO	4,188	93%	0%	0%
	Total	26,216	87%	6%	0%
OTHON P. BLANCO	CHETUMAL	118,553	96%	50%	40%
	BACALAR	9,047	88%	0%	0%
	CALDERITAS	4,617	92%	0%	0%
	INGENIO ALVARO OBREGON	3,331	97%	0%	0%
	NICOLAS BRAVO	3,524	92%	0%	0%
	ALVARO OBREGON	3,019	91%	0%	0%
	SERGIO BUTRON CASAS	2,712	98%	0%	0%
	Total	144,803	95%	41%	33%
州合計		720,567	95%	57%	73%

出典: CAPA Plan Estratégico APAS 2001-2025

2.2.2 都市固形廃棄物管理

以下の表に都市固形廃棄物管理の概要を示す。

表 10: 都市固形廃棄物管理の概要

項目	Othon P Blanco郡	Felipe C Puerto郡	Solidaridad郡
実施機関	自治体	自治体	事業者
サービス地域	Chetumal市を主体としているが、以下の村にも不定期なサービスを提供している。; Subteniengte Lopez, Xul-Ha, Huay-Pix, Rqudales, Laguna Guerrero, Luis Echeverria, Bacalar, Nicolas Bravo, Calderitas, Javier Rojo Gomez, Alvaro Obregon, Mahahual	Felipe C Puerto City	Playa del Carmen, Tulum, 及びその他観光拠点
サービス範囲	57%	18%	82%
排出・貯留	スーパーのビニール袋、プラスチック容器、ドラム缶	袋、ドラム缶	スーパーのビニール袋、ドラム缶、分別排出容器 (Playa del Carmen)
収集頻度	中心地で毎日、住宅地で1週間に1度 (Chetumal)	中心地で毎日、住宅地で1週間に1度	多様; 毎日から1週間に1度
方法	個別収集	個別収集	個別収集
ルートと車両	31の収集ルートと17台の車両、10台の特別収集用車両を保有しているが車両は全体的に整備が行き届いていない	老朽化が進んだ2台の車両を保有	16収集ルートと8台の収集車両
交通	直接運搬	直接運搬	直接運搬
埋立処分	1) 市の中心地から約15kmの所に処分場があり、2台のブルドーザーを保有しているが整備状況がは悪い 2) 村落部には数多くのオープンダンプサイトがある	市の中心地から6kmの所に処分場がある。	1) Playa del Carmen から13kmの所にガス管理を行っている埋め立て処分場がある。 2) Tulumから8kmにオープンダンプサイトがある 3) Akumalには放棄されたオープンダンプサイトがある
街路清掃	Chetumalの50%の大通りは人力または機械によって清掃されている。	中心地は人力で清掃されている。	Playa del Carmen の中心地。
従業員数	収集150人、清掃75人、処分 5人	収集 8人	事業所 79人

2.2.3 地下水管理

a 井戸

以下の表に、調査範囲内にある上水取水井戸と下水注入井戸の登録数を示す。

表 11: 登録井戸数

項目	Othon P Blanco郡	Felipe C Puerto郡	Solidaridad郡
1. 上水取水井戸			
公共給水	147	74	29
農業	658	336	35
サービス	209	4	129
その他		35	29
合計	1,014	449	222
2. 地下注入井戸			
公共下水	2	1	2
サービス	82	20	169
その他	7		13
合計	91	21	184

出典：CNA

b モニタリングの現況

現在、Othon P. Blanco郡にはCNAのモニタリング井戸は無いが、CAPAが定期的に上水水源井戸の水質モニタリングを行っている。モニターされている項目は、CaCO₃塩化物、アルカリ度、酸度、pH、色度、電気伝導度、温度、濁度、TDS、大腸菌群数である。地下水のモニタリングに加えて、海軍はチェトマル湾とバカラール湖地区の表流水のモニタリングを行っている。

CNAは、まだFelipe C Puerto郡にモニタリング井戸を建設していないが、CAPAが6ヶ月おきに上水水源井戸の分析を行っている。

Solidaridad郡ではCNAによって最近モニタリング井戸が30箇所建設されたことにより、同郡の沿岸地域で水位と水質の監視ができるようになった。

2.3 現況の評価と課題

この章では、現況の評価と今後取り組むべき課題について述べる。

2.3.1 生活排水管理

生活排水管理分野の現況の評価と課題を以下の表に記す。

表 12: 生活排水管理分野の現況の評価と課題

No.	評価	課題
10	州レベル	
101	<ul style="list-style-type: none"> 海軍、CNA、CAPA等が独自に水質モニタリングを行っているがこれらの結果は取りまとめられることなく各機関で保管されている。 	<ul style="list-style-type: none"> システムならびに各機関が別々に行っているモニタリングを統合すること
102	<ul style="list-style-type: none"> CNAは、ユカタン半島の特異な地質を考慮して、既存の排水管理基準の改定もしくは新規基準策定の意向を有する。 ホテルは現在最大の水消費産業かつ排水排出産業であるが、必ずしもその排水処理施設が充分とはいえない。 	<ul style="list-style-type: none"> 地下水保全を目的とした生活排水管理に係る基準策定を検討すべきである。
103	<ul style="list-style-type: none"> 上下水の管理に関して、CAPAは技術・財政・管理プロセスにおいて指導的立場であるべきとのポリシーを有している。また、経済的及び財務的に最適な運営を通して当該州の発展に寄与するという意図を有する。 CAPAでは外部コンサルタントに委託して経営改善プログラムを策定し、現在それに準じて経営改善努力を行っている。このことを継続することが効率的な事業経営につながる。 CAPAは様々なデータを保有しており、これを利用した事業運営評価システムを外部コンサルタントは提案している。 	<ul style="list-style-type: none"> CAPAの事業運営の方向は適当であり、今後も計画どおりに実行していくことが勧められる。
11	Othon P Blanco	
111	<ul style="list-style-type: none"> Othon P Balonco郡は3郡のなかで最もBOD発生量と排出量が多い。 チェトマルに郡の6割の人口が住んでいる。 CAPAは約8,800箇所の下水管への接続施設を建設したが、宅内接続が成されたのは約1,500箇所程度と推定される。 	<ul style="list-style-type: none"> チェトマルにおいては、各戸からの下水管渠への接続を早急に促進すべきである。
112	<ul style="list-style-type: none"> 村落エリアにおいては、まだ下水は整備されていないが、今後CAPAは整備していく方向である。しかしチェトマルの状況と同様に、各戸からの下水管渠への接続割合が低いことが予想されるため早急に対策を講ずるべきである。 下水処理システムの設計パラメータは、文献による数値を使用しており、実際の処理結果から導かれていない。今後は施設の運転を通じてパラメータを得ると共に、運営方法を確立すべきである。 上記の下水処理システムはある程度の人口密度を有する街向けのシステムであり、より小さい村落については代替となるシステムを検討すべきである。 	<ul style="list-style-type: none"> 適正技術を用いた村落、準市街地向けの汚濁負荷削減システムを検討すべきである。
113	<ul style="list-style-type: none"> 過去三年間におけるOthon P. Blanco郡の上下水事業は、赤字となっている。 量水器が設置されていないため、適正な料金徴収がおこなわれていない。 資金難のため、今後政府にとって必要な公共サービスを提供することがますます難しくなる。 必要な公共サービスを受取るためには、必要な料金を負担する必要がある。そのためには、そのサービスの質を高め住民に満足を与えることが重要である。 幸いなことにCAPAは今後2年間に各戸への量水器を設置する計画をもっている。 	<ul style="list-style-type: none"> 上下水道事業におけるCAPAの収支状況を改善すべきである。これは、上水サービスの向上、量水器の設置による適正な料金の徴収、漏水の削減、水質の向上によって達成可能となる。これらの努力は適切な管理パラメータによってモニタリングしていくべきである。

No.	評価	課題
114	<ul style="list-style-type: none"> ● 現在、環境教育は各機関（SEDUMA, CAPA, the Municipality of Othon P. Blanco and NGOs）で個別に実施されている。 ● 環境保護を目的とした生活排水管理に着目した環境教育プログラムがいくつかあるが、社会全体としては生活排水が環境に与える影響についてまだ十分に理解していない。このため生活排水管理の重要性を認識している人が限られている。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 様々な機関（SEDUMA, CAPA, the Municipality of Othon P. Blanco and NGOs）で個別に行われている環境教育を有機的に結合し、コミュニティや児童などを巻き込んで実施すべきである。
12	Felipe C Puerto	
121	<ul style="list-style-type: none"> ● 既存の下水処理場は567戸をターゲットとしたもので、郡の人口の3%、州の人口の1%をカバーするに過ぎない。 ● 現在の下水処理場の能力は5 liter/sec (432m3/day)であるが、実際の流入量は27%の1.34 liter/sec (116 m3/day)に過ぎない。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 現在の下水処理場の能力を十分に活用出来るよう、下水管の敷設を進め、流入量を増やすべきである。
122	<ul style="list-style-type: none"> ● 村落部には現在下水道はない。人口100人から2500人の集落が、人口比で州全体の5割を占めるが、この地域の下水処理システムを考えていくべきである。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 適正技術を用いた村落、準市街地向けの汚濁負荷削減システムを考えるべきである。
123	<ul style="list-style-type: none"> ● 過去三年間の間、Felipe Carrillo Puerto郡では上水道事業は赤字となっている。 ● 量水器の設置率が低いことが水道料金の徴収率向上の障害となっている ● 今後政府が公共サービスを負担することが困難になってくる。 ● 必要な公共サービスを受用するためには、必要な料金を負担する必要がある。そのためには、サービスの質を高め住民に満足を与えることが重要である。 ● 幸いなことにCAPAは今後2年間に各戸への量水器を設置する計画をもっている。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 上下水事業におけるCAPAの収支状況を改善すべきである。これは、上水サービスの向上、量水器の設置による適正な料金の徴収、漏水の削減、水質の向上によって達成可能となる。これらの努力は適切な管理パラメーターによってモニタリングしていくべきである。
124	<ul style="list-style-type: none"> ● トイレの設置計画が、過去いくつかの集落で実施されたが、不適切な維持管理のため、その普及は頭打ちとなっている。今までどおり戸外での排便が行われており、伝染病、汚染、胃腸病の原因となっている。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 村落部における適切なトイレ使用方法を普及すべきである。
13	Solidaridad	
131	<ul style="list-style-type: none"> ● Playa del Carmenに郡の人口の約68%が集中している。 ● 下水処理場への流入量が定格流入量に近づいており、早急に下水処理場の拡張もしくは新規処理場の建設が望まれる。現在CAPAはこの需要を満足するために、360 liter/sec (31,110 m3/day)の処理場の建設を計画している。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 新規処理場の建設が早急に望まれる。
132	<ul style="list-style-type: none"> ● 現在、Puerto Aventuras および Akumal in Riviera Mayaにおいて、小規模の下水処理場が建設中である。 ● 下水処理システムの設計パラメーターは、文献による数値を使用しており、実際の処理結果から導かれていない。今後施設の運営を通じてパラメーターを得ると共に、運営方法を確立すべきである。 ● 上記の下水処理システムはある程度の人口密度を有する街向けのシステムであり、より小さい村落については代替システムを検討すべきである。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 村落、市街地向けのシステムを検討すべきである。
133	<ul style="list-style-type: none"> ● 過去3年間の結果では、上下水事業に係る郡の収支は黒字である。 ● これは、量水器の設置割合が56%であることと、132のホテルが立地しており、ここからの料金収入が収支に貢献している。 ● 現在収支が合っているからといって自己満足せずに将来に向けてモニタリングシステムを確立し、さらなるサービスの向上に努めるべきである。 ● 今後CAPAが量水器の設置を更に進めることで、収支は更に改善するはずである。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 現在の良好な収支状況を維持していくべきである。それには量水器の更なる設置、漏水の削減、水質の向上などが重要である。これらの努力は指標を用いてモニタリングしていくべきである。

2.3.2 都市固形廃棄物分野

都市固形廃棄物管理に係る現況の評価と課題を以下の表に記す。

表 13: 都市固形廃棄物管理分野の現況の評価と課題

No.	評価	課題
20	州レベル	
201	<ul style="list-style-type: none"> 経済の発展に伴って、例えば人口の増加による収集サービスの向上、衛生理立、リサイクルなど廃棄物管理に関する様々な新しい要求が発生してくる。しかし州政府はそれらに対し適切に対処する能力には欠けている。 十分に機能しているとはいえないが、州政府がSEDUMAを通じて郡を支援する制度がある。 新しい要求にこたえるためには、多くの資金を必要とするが、郡は州政府を通してのみこの資金源にアクセスすることが出来る。 	<ul style="list-style-type: none"> 新しい要求にこたえるために、州政府と郡が協力して廃棄物管理に当たる制度作りが急務である。
202	<ul style="list-style-type: none"> 郡は最終処分場に対して問題を抱えており、この状況を改善するためにSEDUMAはChetumal、Felipe C Puerto及びTulumに新規衛生理立場を建設する予定である。 Chetumalにおける新規処分場計画は自治体にとってはこのましい事業である。Felipe C Puertoでは新規処分場における高い維持管理費をまかなえないと主張している。またTulumにおいては、新規処分場の近くに重要な地下水層の存在が懸念されている。 どの事業も既存の埋立方法の改善、適正な最終処分場の閉鎖については触れられていない。技術的にも財務的にもステップを追って改善していくべきである。 	<ul style="list-style-type: none"> 自治体の最終処分を改善すべきである。SEDUMAの計画している新規処分場計画を推進すべきである。しかしそれぞれの自治体が抱える問題点、特徴を考慮した計画作りが重要である。 現在の廃棄物管理方法の改善と共に、既存処分場の適正な閉鎖を計画していくべきである。
21	Othon P Blanco	
211	<ul style="list-style-type: none"> 収集作業は概ね満足のいくレベルである。しかし収集ルートの改善や収集車両の適切な維持管理など向上すべき点もある。さらにはスペアパーツの入手に時間がかかることから、収集車両の稼働率が低くなり結果的に余分なコストがかかっている。 既存のCalderitas処分場には、記録によると1日300tのごみが搬入されているはずが、実際には1日120tであった。正確なごみ量を知ることが適正な計画を立てる上で非常に重要であるのみならず、処分費を管理する上でも重要となる。したがって正確な計量が必要である。 2002年のごみ料金収入は、廃棄物管理費用の8%を回収しているに過ぎなかった。廃棄物管理費用は郡の一般会計でまかなわれている現状を、将来的には料金収入でまかなわれるように検討していくべきである。そのためには、正確な作業記録の取得を計るべきであり、この記録は作業の効率性をはかる指標となると同時に廃棄物管理事業全体の効率を向上させるためのモニタリングツールとなる。 	<ul style="list-style-type: none"> 廃棄物管理サービスを向上させるために、注意深い記録と管理指標の導入により担当部署の管理能力の向上を図ることが勧められる。
212	<ul style="list-style-type: none"> Calderitas最終処分場は、衛生的、環境的に深刻なリスクを抱えている。 	<ul style="list-style-type: none"> Calderitas最終処分場を早急に改善すべきである。
213	<ul style="list-style-type: none"> Bacalarなど小さな街には、オープンダンプの処分場が存在する。これらは規模が小さいため環境に与える負荷はCalderitasなどに比べて小さいが、将来的には人口の増加も予想される地域であり、問題の顕在化が懸念される。 	<ul style="list-style-type: none"> 村落部での適正な固形廃棄物管理の確立が望まれる。
214	<ul style="list-style-type: none"> 自治体はコンポストに興味を持っている。これらごみのリサイクルを図ることは重要であるが、経済的に実現可能であり、持続可能な計画を遂行すべき。 	<ul style="list-style-type: none"> コンポストの導入では主に財務面で実現可能性を検討すべきである。
215	<ul style="list-style-type: none"> Costa Maya地区では大規模な観光開発が進行中であり、現在顕在化している問題に加え、新しい問題が発生する可能性が高い。 	<ul style="list-style-type: none"> COSTA MAYA地区の廃棄物管理計画策定にあたっては、観光セクターの参加を促し、その開発計画と合致するものでなけれ

No.	評価	課題
		ばならない。
216	<ul style="list-style-type: none"> 現在、環境教育は各機関 (SEDUMA, CAPA, the Municipality of Othon P. Blanco and NGOs) で個々に実施されている。廃棄物管理に着目した環境教育プログラムがいくつかあるが、社会全体としては廃棄物が環境に与える影響についてまだ十分に理解されていない。このため環境保護の重要性を認識している人が限られている。 	<ul style="list-style-type: none"> 様々な機関 (SEDUMA, CAPA, the Municipality of Othon P. Blanco and NGOs) で個別に行われている環境教育を有機的に結合し、コミュニティや児童などを巻き込んで実施すべきである。
22	Felipe C Puerto	
221	<ul style="list-style-type: none"> 収集率は50%と低く、その結果として各所に不法投棄が見られる。 収集車両の状態が悪く、これが適切な収集サービス提供を妨げている。 	<ul style="list-style-type: none"> Felipe C Puerto Cityの街の収集率を上げるべきである。
222	<ul style="list-style-type: none"> Felipe C Puerto郡によると、毎日約30トンのごみを収集・処分していることになっているが、実際には約10トンと推定される。この不正確な現状認識が不適切な計画及び運営を招いている。正確なごみ量の把握が必要である。 廃棄物管理に関する資金不足が問題である。Felipe Carrillo Puerto郡は、現在まで廃棄物管理を無料で提供している。このままサービスを続けるには、収入についての対策が必要となる。そして、全てのサービスについての慎重な記録維持を行うことにより、料金の設定ができるようになる。最終的に財務面での改善が期待される。 	<ul style="list-style-type: none"> 安定した効果的な廃棄物管理サービスを提供するにあたり、郡の管理能力を、記録維持や指標導入などにより強化する必要がある。
223	<ul style="list-style-type: none"> 現在の処分場は管理されていない。それにより火事や地下水汚染など、いくつかの問題を引き起こしている。 	<ul style="list-style-type: none"> 現在の処分場を郡の能力不足を考慮に入れて直ちに改善するべきである。
224	<ul style="list-style-type: none"> 医療系廃棄物は普通廃棄物と分別して収集されているが、これらは一緒に処分されている。伝染病を防ぐためにも、医療系廃棄物は慎重に別途処分するべきである。 	<ul style="list-style-type: none"> 医療系廃棄物は慎重に分別処分するべきである。
225	<ul style="list-style-type: none"> Felipe Carrillo Puerto ではいくつかの環境教育活動が行われているが、Felipe Carrillo Puerto 周辺の町では道路や空き地などにプラスチックなどのゴミが散乱している。環境への住民の意識の欠如が原因である。 	<ul style="list-style-type: none"> 環境への住民の意識を向上させる必要がある。
23	Solidaridad	
231	<ul style="list-style-type: none"> 使用されていない処分場が2箇所あり、非常に非衛生的である。 	<ul style="list-style-type: none"> 2箇所の処分場は直ちに適切な方法で閉鎖されなければならない。
232	<ul style="list-style-type: none"> 郡によっていくつかのリサイクル活動が展開したが、資金難のため、そのうちいくつかは失敗に終わった。 	<ul style="list-style-type: none"> 持続的なリサイクル活動を行うにあたり、資金面についての考慮もなされるべきである。
233	<ul style="list-style-type: none"> 廃棄物の料金徴収システムが2003年に導入され、多様な排出者を網羅することが可能と思われた。しかし、この料金システムを導入するに当たり、行政上様々な摩擦、障害があったようだ。また、住民の多くがこのシステムに馴染んでいなく、支払いに意欲的ではない。 	<ul style="list-style-type: none"> 2003年1月に導入されたサービス料金制度により、収入を向上させる必要がある。
234	<ul style="list-style-type: none"> Solidaridad 郡は学校や事業所と共に環境教育、トレーニングや廃棄物管理に関するイベントなどを含むいくつかの活動を実施した。ほとんどの活動はPlaya del Carmen やRiviera Maya 沿岸地域など、廃棄物問題がそれほど深刻でない地域で行われた。しかし、他の地域では廃棄物の散乱が見られ、住民の参加が必要とされることが分かる。 	<ul style="list-style-type: none"> 小さな町での住民の参加を促進すべきである。

2.3.3 地下水管理

地下水管理に係る現況の評価と課題を以下の表に記す。

表 14: 地下水管理分野の現況の評価と課題

No.	評価	課題
301	<ul style="list-style-type: none"> 調査対象地域の井戸の登録はCNAによってコンピューターに記録されているが、登録された井戸の計画や建設時の地質の記録などは記録されていない。これらのデータは、地下水地質図や縦断図、地下水モデル作成など、地下水管理手法を確立する上で重要である。特に注入井戸が重要となる。 	<ul style="list-style-type: none"> 建設時の井戸計画と地質記録のデータは維持されなければならない。
302	<ul style="list-style-type: none"> 井戸の実際の注入量・取水量は記録されていない。最低1年に1度、井戸の利用者は水量・水質の報告を行うべきである。 	<ul style="list-style-type: none"> 実際の井戸の注入量・取水量を記録する必要がある。
303	<ul style="list-style-type: none"> CNA は最低年に1度注入・取水井戸の実際の水量の定期的な検査を行う必要がある。 Cancun-Tulumで地下水モニタリング井戸が最近建設された。水位と水質が6カ月おきに検査されている。現在、全ての井戸に水位と水質を計る設備を設置する必要はないが、いくつかの井戸は自動的に点検できるシステムが必要である。 	<ul style="list-style-type: none"> 井戸の水質の検査とモニタリングシステムを確立すべきである。
304	<ul style="list-style-type: none"> 多くの注入井戸が調査地域で既に稼動しているが、注入基準が設立されていない。 	<ul style="list-style-type: none"> 注入井戸の基準を策定し、施行するべきである。

3 マスタープランの策定

3.1 計画フレーム

3.1.1 開発計画

当該州では2025年までの開発基本計画 (*Programa Estatal de Desarrollo Urbano del Estado de Quintana Roo (PEDU)*) が2002年4月22日の官報に掲載され発効した。この開発基本計画では、現在の州北部の過度な開発がそれら地域をカバーするPOET(*Programa de Ordenamiento Ecológico*)などによって制限され、開発の遅れている州南部はやはりこれら地域をカバーするPOETなどに従いLow impact tourism developmentなどにより環境保全と開発の均衡を図りながら発展するシナリオを描いている。このシナリオのもと州内各地の将来人口、人口密度などが設定されている。従って、本調査計画にて立案するマスタープランにおいても開発基本計画を上位計画と位置づける。

3.1.2 将来人口

a 定住人口

下表に将来人口予測を示す。

表 15: 将来人口予測

郡	2003年	2005年	2010年	2015年
OTHON P. BLANCO郡	228,683	269,647	358,299	415,189
FELIPE CARRILLO PUERTO郡	63,616	66,149	70,661	73,901
SOLIDARIDAD郡	142,666	204,049	311,429	403,704
合計	434,965	539,845	740,389	892,794

b 観光人口

下表に将来観光人口を示す

表 16: 将来観光人口

年	2003年	2005年	2010年	2015年
Costa Maya	80,468	217,000	221,000	225,000
Playa del Carmen	916,396	1,061,244	1,389,659	1,669,924
Aventuras -Akumal	637,791	732,149	873,206	960,403
Tulum	122,838	146,078	215,273	300,318
合計	1,757,493	2,156,471	2,699,138	3,155,645

3.1.3 将来生活排水量及び水質

a 生活排水発生量原単位

生活排水の発生量原単位はCNAの上下水道計画/設計のマニュアル²に記載されている値を用いる。

このマニュアルでは生活排水の発生量原単位は計画給水量原単位の75%を用いることを推奨している。また、計画給水量原単位はメキシコ国内の気候に応じた値を使用することを推奨している。

調査対象地域は高温気候(年間平均気温22℃以上)に属するので、この高温気候に適用される中間の値(230 litre/person/day)を採用する。従って、排水量原単位は、

$$q = 230(l/\text{人}/\text{日}) \times 75\% = 173(l/\text{人}/\text{日})$$

b 生活排水発生量

表 17に発生量原単位と将来人口から求めた生活排水発生量を示す。

表 17: 生活排水発生量

単位: m³/day

郡	2003年	2005年	2010年	2015年
OTHON P. BLANCO	39,813.7	47,326.7	62,676.2	72,529.8
FELIPE CARRILLO PUERTO	11,005.3	11,444.0	12,223.9	12,784.9
SOLIDARIDAD	29,920.0	41,358.4	61,614.6	78,991.5
合計	80,739.0	100,129.1	136,514.7	164,306.2

c 将来水質

CNAのマニュアルでは汚濁負荷量原単位を規定しており、これに排水量原単位を用いて算出した将来水質を下表に示す。

表 18: 汚濁負荷量と将来水質

項目	汚濁負荷量原単位 (g/人/日)	水質 (mg/liter)
BOD	54	312
COD	110	636
SS	52	300
T-N	8	46
T-P	4.60	27

出典: Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, Ver3.0, 2001 CNA II-3.-4.2

² Manual de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento, Ver3.0, 2001 CNA

3.1.4 将来ごみ量及びごみ質

a ごみ発生量原単位

a.1 家庭系ごみ

家庭系ごみ発生量原単位を下表に示す。

表 19: 家庭系ごみ発生量原単位

郡	ごみ発生量原単位 (g/人/日)
OTHON P. BLANCO	970
FELIPE CARRILLO PUERTO	802
SOLIDARIDAD	970

a.2 非家庭系ごみ

非家庭系ごみ発生量原単位は601g/経済活動人口/日と設定する。

a.3 観光人口ごみ発生量原単位

観光客のごみ発生量原単位は家庭系と同値とする。

b 物理組成

物理組成の設定値を下表に示す。

物理組成(湿ベース)

項目	組成(%)
紙	14.08
厨芥	18.74
布	13.52
草木 (庭ごみ)	17.19
プラスチック	5.93
ゴム・皮革	7.31
金属	4.19
硝子	8.67
土砂。陶磁器	7.06
その他	3.32
合計	100.00

c 見かけ比重

発生源における見かけ比重は0.169と設定した。

d 将来ごみ量

下表に将来ごみ量を示す。

表 20: 将来のごみ発生量

分類	年	Othón P Blanco郡	Felipe C Puerto郡	Solidaridad郡	合計
家庭系 (ton/日)	2003	221.83	51.01	138.39	411.22
	2005	261.56	53.05	197.93	512.54
	2010	347.55	56.67	302.09	706.31
	2015	402.74	59.27	391.59	853.60
非家庭系 (ton/日)	2003	42.20	10.60	25.90	78.70
	2005	46.01	11.10	34.20	91.31
	2010	59.44	12.40	55.10	126.94
	2015	72.33	13.40	73.80	159.53
観光客 (ton/日)	2003	1.50	-	29.40	30.90
	2005	3.80	-	33.90	37.70
	2010	4.00	-	43.40	47.40
	2015	4.00	-	51.40	55.40
合計 (ton/日)	2003	265.52	61.61	193.69	520.82
	2005	311.37	64.15	266.03	641.55
	2010	410.99	69.07	400.59	880.65
	2015	479.06	72.67	516.79	1,068.52

3.2 将来の脅威

現在の状況のまま観光開発が進んだ場合、唯一の上水水源であり沿岸水環境と密接に関連している地下水は汚染と枯渇の脅威にさらされる。この概念を下図に示す。

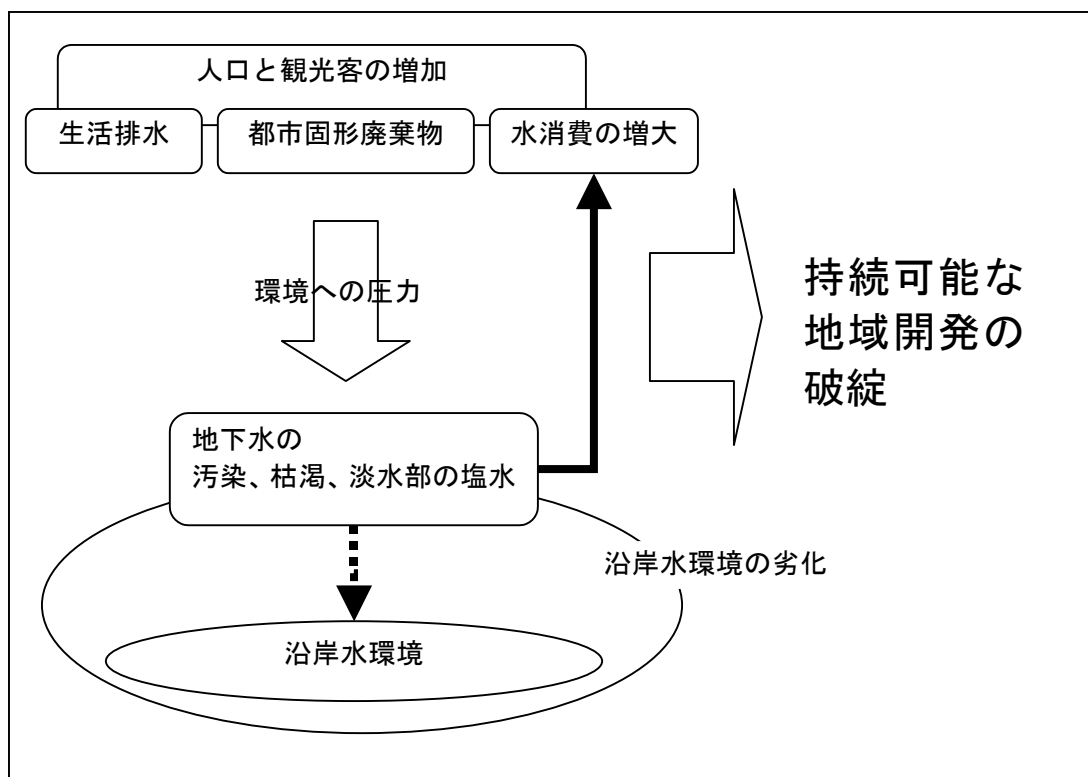


図 4: 地下水と持続可能な発展との関係

生活排水分野及び廃棄物管理分野において新規の対策を取らない場合には環境中へのBODの排出量は2003年で約13,000ton/年、2015年には26,000ton/年となるものと見込まれ、2015年における地下水の平均BOD濃度は4.9mg/litreまで上昇するものと想定される。

表 21: 環境中へのBOD排出量

単位 ton/年

	2003年	2005年	2010年	2015年
生活排水				
OTHON P. BLANCO郡	4,397.1	5,227.5	6,922.2	8,010.5
FELIPE CARRILLO PUERTO郡	1,250.4	1,299.3	1,388.4	1,451.8
SOLIDARIDAD郡	1,446.7	1,999.7	2,979.2	3,819.3
合計	7,094.2	8,526.5	11,289.8	13,281.6
都市固形廃棄物				
OTHON P. BLANCO郡	3,125.8	3,665.0	4,837.7	5,639.2
FELIPE CARRILLO PUERTO郡	725.5	754.7	813.0	855.5
SOLIDARIDAD郡	2,280.0	3,131.0	4,715.3	6,083.3
合計	6,131.3	7,550.7	10,366.0	12,578.0
全体				
OTHON P. BLANCO郡	7,522.9	8,892.5	11,759.9	13,649.7
FELIPE CARRILLO PUERTO郡	1,975.9	2,054.0	2,201.4	2,307.3
SOLIDARIDAD郡	3,726.7	5,130.7	7,694.5	9,902.6
合計	13,225.5	16,077.2	21,655.8	25,859.6

表 22: 地下水のBOD濃度の推定値

単位: mg/litre

	2003	2005	2010	2015
生活排水分野起因				
OTHON P. BLANCO郡	2.4	2.8	3.7	4.3
FELIPE CARRILLO PUERTO郡	0.5	0.5	0.6	0.6
SOLIDARIDAD郡	1.6	2.2	3.3	4.3
合計	1.4	1.6	2.2	2.5
都市廃棄物分野起因				
OTHON P. BLANCO郡	1.7	2	2.6	3
FELIPE CARRILLO PUERTO郡	0.3	0.3	0.3	0.3
SOLIDARIDAD郡	2.6	3.5	5.3	6.8
合計	1.2	1.4	2	2.4
全体				
OTHON P. BLANCO郡	4.0	4.8	6.3	7.3
FELIPE CARRILLO PUERTO郡	0.8	0.8	0.9	0.9
SOLIDARIDAD郡	4.2	5.7	8.6	11.1
合計	2.5	3.1	4.1	4.9

BOD濃度4.9mg/litterという水質について、メキシコ国では水域の環境基準が制定されていないため、日本の環境基準を参考にすると、BOD濃度4.9mg/litterはC類型に限りなく近いB類型となる。C類型は上水水源としては高度な浄水処理を必要とする水質となる。(表 23、表 24参照)

従って、衛生環境管理や生活排水及び都市固形廃棄物に関して対策が施されない場合には地下水汚染が汚染され沿岸水環境が劣化することが想定される。

表 23: 日本の水域(河川)環境基準値

類型	利用目的	pH	BOD mg/ litre	SS mg/litre	DO mg/litre	大腸菌群数 MPN/100ml
AA	<ul style="list-style-type: none"> 水道1級 自然環境保全 A以下の欄に掲げるもの 	6.5~ 8.5	1 以下	25以下	7.5 以上	50 以下
A	<ul style="list-style-type: none"> 水道2級 水産1級 B以下の欄に掲げるもの 	6.5~ 8.5	2以下	25以下	7.5以上	1,000 以下
B	<ul style="list-style-type: none"> 水道3級 水産2級 E以下の欄に掲げるもの 	6.5~ 8.5	3以下	25以下	5以上	5,000 以下
C	<ul style="list-style-type: none"> 水産3級 工業用水1級 D以下の欄に掲げるもの 	6.5~ 8.5	5以下	50以下	5以上	-
D	<ul style="list-style-type: none"> 工業用水2級 農業用水 E以下の欄に掲げるもの 	6.5~ 8.5	8以下	100以下	2以上	-
E	<ul style="list-style-type: none"> 工業用水3 環境保全 	6.5~ 8.5	10以下	ごみ等の浮遊が認められないこと	2以上	-

出典 :水環境行政のあらまし、日本国環境省

表 24: 日本の環境基準に於ける水利用用途の定義

項目	定義
自然環境保全	自然景勝等の環境保全
水道 1 級	ろ過等による簡易な浄水操作を行うもの
水道 2 級	沈殿ろ過等による通常の浄水操作を行うもの
水道 3 級	前処理等を伴う高度の浄水操作を行うもの
水産 1 級	高貧腐水性水域
水産 2 級	貧腐水性水域
水産 3 級	中腐水性水域
工業用水 1 級	沈殿等による通常の浄水操作を行うもの
工業用水 2 級	薬品注入等による高度の浄水操作を行うもの
工業用水 3 級	特殊の浄水操作を行うもの
環境保全	国民の日常生活において不快感を生じない限度

出典 :水環境行政のあらまし、日本国環境省

3.3 最適技術システムの選定

3.3.1 基本目標の検討

調査の基本目標は沿岸水環境の保全のための生活排水分野及び都市固形廃棄物分野に係るM/Pを策定することである。

M/Pの基本目標:水環境の保全

生活排水分野及び都市固形廃棄物分野から発生する汚濁負荷は、調査対象地域の地質的特性から地下水に深刻な環境影響を与えていると考えられる。そして、調査対象地域のセノーテ、鍾乳洞及び珊瑚礁等の沿岸環境は地下水環境と密接に関係しているため、生活排水分野及び都市固形廃棄物分野から発生する汚濁負荷から地下水を守る必要がある。

生活排水分野及び都市固形廃棄物分野から発生する汚濁負荷の指標は数多くあるが、BODは生活関連活動から発生する汚濁物質の最も一般的な指標であり、生活排水及び都市固形廃棄物から発生するBODとその他の汚濁物質(大腸菌、窒素、磷等)との間にはある程度の相関関係があるので、M/PではBODを指標とすることが推奨出来る。従って、BODを管理することは他の汚濁物質をも管理することにつながる。

前述のように日本の水域環境基準では自然環境保護のための水質基準はAA類型として、BOD濃度で言えば1mg/litter以下を基準値としている。従って、本調査では日本の例を参考に、

生活排水及び都市固形廃棄物から自然界へ排出されるBOD量が全て均一に調査対象地域内の地下水へ溶解したと仮定して、地下水のBOD濃度を1mg/litre以下に抑えることを目標とする。

以上より、M/Pでは生活排水分野からのBOD排出量の上限值は3,123.3ton/年、都市固形廃棄物分野からは2,104.7ton/年を提案する。

表 25: 2015年におけるセクター別のBOD排出可能量(目標値)

項目	BOD排出量の上限值(ton/年)
生活排水分野	3,132.3
都市固形廃棄物分野	2,104.7
合計	5,237.0

3.3.2 生活排水分野の最適技術システムの選定

2015年における生活排水分野から排出されるBODの総量を3,100ton/年以下とするための必要最小限の処理水準と処理方式を検討し、集落規模に応じた処理水準を設定した。

表 26: 規模別目標処理水質

集落の人口規模	必要処理水質 (BOD mg/liter)	処理水準
100 未満	312.1	Level 0(No sewer system)
100~1,499	150	Level 1
1,500~9,999	75	Level 2
10,000~49,999	50	Level 3
50,000 以上	30	Level 4

表 27: 選定された処理方式

処理水準	集落の人口規模	処理方式
Level 1	100 ~ 1,499人	腐敗槽 + 消毒
Level 2	1,500 ~ 9,999人	腐敗槽 + 接触酸化 + 消毒
Level 3	10,000 ~ 49,999人	サニテーション + 消毒
Level 4	50,000人 以上	活性汚泥法 + 消毒

3.3.3 都市固形廃棄物分野の最適技術システムの選定

2015年における都市固形廃棄物分野から排出されるBODの総量を2,100ton/年以下とするために必要となるC/Pと調査団の合意した技術システムを下表に示す。

表 28: 都市固形廃棄物管理の技術システム

技術システム	シナリオ
1. 発生抑制	バックヤードコンポスト、紙とその他のリサイクル及び環境教育による消費パターンの変更
2. 収集運搬	集落規模に応じて収集率を80~100%とする。
3. 中間処理	剪定ごみのコンポスト化
4. 最終処分	集落規模に応じた最終処分場水準の設定

3.4 マスタープラン

3.4.1 基本コンセプト

3.4.1.1 理念、基本目的と基本的アプローチ

マスタープランは以下に示すように公共セクター、民間セクター、住民及び観光客の包括的な協調を意図している。

a 理念

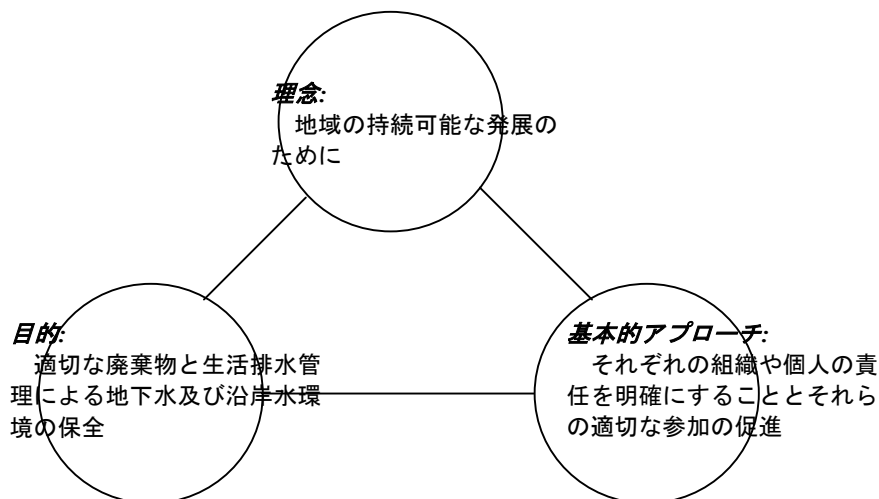
ユカタン半島の持続可能な発展

b 基本目的

キンタナロー州南部、すなわちOthón P Blanco郡、Felipe C Puerto郡及びSolidaridad郡における適切な生活排水管理及び廃棄物管理による調査対象地域の地下水及び沿岸水環境の保全。

c 基本的アプローチ

公共セクター、民間セクター、住民及び訪問者の責務を明確にし、これらの関係者の衛生環境管理への適切な参加を促進する。



3.4.1.2 マスタープランの目標値

マスタープランの基本目的の数値目標は、

地下水の平均BOD濃度を1mg/literまたはそれ以下に保つために、2015年における生活排水及び都市廃棄物に由来するBOD排出量を5,200 ton/年以下とすることである。

- 生活排水由来では、BOD排出量を3,100 ton/年以下、
- 都市廃棄物由来では、BOD排出量を2,100 ton/年以下とする。

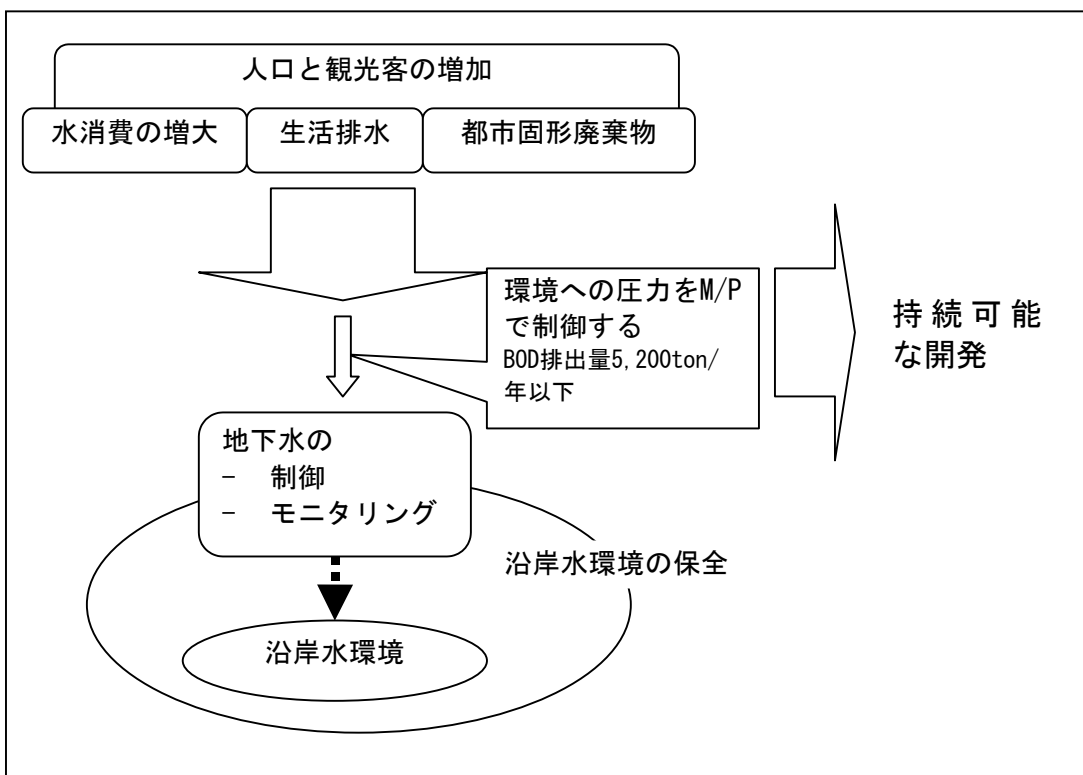


図 5: マスタープランの目標値

3.4.2 生活排水管理マスタープラン

3.4.2.1 目的、目標値及び目標年

a 基本目的及び目標値

生活排水管理マスタープランの基本目的は、

調査対象地域内の地下水並びに沿岸水環境の保全

目標値は、

2015年における生活排水分野から排出されるBOD量を3,100ton/年以下とする

b 生活排水管理マスタープランの個別目的と目標値

策定するマスタープランは基本目的の達成を目指す、加えて以下に示す生活廃水管理に固有な役割を果たす。

適正技術による住民への健康被害の低減

目的達成に必要な下水道普及率及び処理水質を下表に示す。

表 29: 生活排水管理マスタープランの目標値

項目	郡	現状	2015年のゴール
接続数	Othón P. Blanco	10,288	98,330
	Felipe Carrillo Puerto	114	14,562
	Solidaridad	1,770	107,059
人口ベース下水道普及率	Othón P. Blanco	37,044	413,971
	Felipe Carrillo Puerto	567	72,429
	Solidaridad	6,655	402,529
人口ベース下水処理率	Othón P. Blanco	16.2%	99.7%
	Felipe Carrillo Puerto	0.9%	98.0%
	Solidaridad	4.7%	99.7%

表 30: 集落規模別の処理水準

処理水準I	集落の人口規模	処理目標水質	
		BOD (mg/liter)	SS (mg/liter)
Level 1	100 ~ 1,499人	150	125
Level 2	1,500 ~ 9,999人	75	75
Level 3	10,000 ~ 49,999人	50	50
Level 4	50,000人以上	30	40

c 目標年次

マスタープランの目標年次は2015年とする。

3.4.2.2 対策案

a 生活排水処理方式

表 30に示す処理水準を達成するための処理方式を下表に示す。

表 31: 処理方式

処理水準	集落の人口規模	処理方式
Level 1	100 ~ 1,499人	腐敗槽 + 消毒
Level 2	1,500 ~ 9,999人	腐敗槽 + 接触酸化 + 消毒
Level 3	10,000 ~ 49,999人	柱状イオン交換 + 消毒
Level 4	50,000人 以上	活性汚泥法 + 消毒

b 汚泥管理計画

将来、生活排水処理の普及に伴い余剰汚泥の発生が増大し、その処理処分の対策が必要となる。下表に含水率85%で埋立処分を行うことを想定した場合の必要処分量を下表に示す。

表 32: 必要最終処分量

単位: m³/年

Year	OTHON P. BLANCO郡				FELIPE CARRILLO PUERTO郡			SOLIDARIDAD郡			
	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Level 1	Level 2	Level 3	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4
2003	0	0	0	6,947	0	0	107	0	0	0	19,733
2004	0	0	0	6,947	0	0	107	0	0	0	19,733
2005	0	0	0	12,167	0	0	393	0	0	0	22,487
2006	133	487	1,367	16,600	0	0	700	0	0	1,613	27,540
2007	260	967	2,733	21,033	0	0	1,007	0	0	3,233	32,600
2008	393	1,453	4,100	25,467	0	0	1,313	0	0	4,847	37,653
2009	520	1,940	5,467	29,900	0	0	1,620	0	0	6,460	42,193
2010	1,173	2,420	6,827	34,340	327	440	1,927	173	0	8,073	47,767
2011	1,820	3,873	7,320	35,380	867	880	2,233	347	347	8,673	50,153
2012	2,473	5,327	7,807	36,420	1,413	1,313	2,547	520	693	9,267	52,547
2013	3,120	6,780	8,293	37,467	1,953	1,753	2,853	693	1,040	9,867	54,933
2014	3,773	8,233	8,780	38,507	2,500	2,193	3,160	947	1,387	10,460	57,320
2015	5,073	10,167	9,273	39,547	3,040	3,073	3,467	1,207	1,740	11,060	59,707
Total	18,740	41,647	61,967	340,720	10,100	9,653	21,433	3,887	5,207	73,553	524,367

余剰汚泥の処理処分方法には、埋立、乾燥、焼却等の方法があるが、埋立処分以外は高度な技術を用いた乾燥、焼却施設が必要であり、それらの施設のための投資及び維持管理に要する費用や技術と調査対象地域の現状を考えると、乾燥または焼却施設の導入は困難である。従って、本計画では余剰汚泥の処分は脱水後埋立処分を行うこととする。

3.4.2.3 費用積算

M/P実施に必要なとなる費用を下表に示す。

表 33: マスタープランの全体費用

単位:百万ペソ

年次 項目	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	合計
Othón P. Blanco	7.382	276.593	60.320	186.677	193.609	199.550	66.678	98.409	102.773	91.251	109.209	128.425	1,520.876
Felipe C Puerto	2.028	17.505	3.264	3.701	17.539	4.514	23.511	43.399	30.525	31.369	32.946	33.956	244.257
Solidaridad	165.711	186.520	56.711	338.476	62.655	209.531	199.490	64.701	62.171	64.418	69.171	58.874	1,538.429
合計	175.121	480.618	120.295	528.854	273.803	413.595	289.679	206.509	195.469	187.038	211.326	221.255	3,303.562

表 34: Othón P Blanco郡のマスタープランに要する費用

単位:百万ペソ

項目	水準	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	合計
管渠														
建設費用	Level 1	0	0	2.546	2.452	2.388	2.344	11.419	12.651	10.447	10.296	11.734	21.356	87.633
	Level 2	0	0	10.61	8.912	2.026	12.523	2.266	18.467	21.638	12.345	19.323	23.171	131.281
	Level 3	0	10.491	10.491	10.491	10.491	10.491	3.76	3.76	3.76	3.76	3.76	0	71.255
	Level 4	0	0	14.169	14.241	14.241	14.241	3.647	3.647	3.647	3.647	3.647	0	75.127
	合計	0	10.491	37.816	36.096	29.146	39.599	21.092	38.525	39.492	30.048	38.464	44.527	365.296
設計管理費用	Level 1	0	0.076	0.074	0.072	0.07	0.343	0.38	0.313	0.309	0.352	0.641	0	2.63
	Level 2	0	0.318	0.267	0.061	0.376	0.068	0.554	0.649	0.37	0.58	0.695	0	3.938
	Level 3	0.315	0.315	0.315	0.315	0.315	0.113	0.113	0.113	0.113	0.113	0	0	2.14
	Level 4	0	0.425	0.427	0.427	0.427	0.109	0.109	0.109	0.109	0.109	0	0	2.251
	合計	0.315	1.134	1.083	0.875	1.188	0.633	1.156	1.184	0.901	1.154	1.336	0	10.959
維持管理費	Level 1	0	0	0.127	0.25	0.368	0.486	1.056	1.691	2.213	2.725	3.313	4.382	16.611
	Level 2	0	0	0.532	0.978	1.077	1.707	1.818	2.737	3.82	4.437	5.402	6.564	29.072
	Level 3	0	0	0.524	1.049	1.574	2.099	2.623	2.812	2.999	3.187	3.375	3.563	23.805
	Level 4	0.662	1.021	1.734	2.442	3.154	3.866	4.578	4.761	4.943	5.126	5.308	5.49	43.085
	合計	0.662	1.021	2.917	4.719	6.173	8.158	10.075	12.001	13.975	15.475	17.398	19.999	112.573
管渠合計		0.977	12.646	41.816	41.69	36.507	48.39	32.323	51.71	54.368	46.677	57.198	64.526	488.828
処理施設														
建設費用	Level 1	0	0	2.15	2.071	2.019	1.98	9.645	10.687	8.825	8.698	9.912	18.042	74.029
	Level 2	0	0	4.071	5.178	1.177	7.276	1.316	10.728	12.571	7.172	11.226	13.462	74.177
	Level 3	0	38.561	0	38.561	0	38.561	0	0	0	0	0	0	115.683
	Level 4	0	215.68	0	81.431	134.25	81.431	0	0	0	0	0	0	512.789
	合計	0	254.24	6.221	127.24	137.44	129.25	10.961	21.415	21.396	15.87	21.138	31.504	776.678
設計管理費用	Level 1	0	0.065	0.062	0.061	0.059	0.289	0.321	0.265	0.261	0.297	0.541	0	2.221
	Level 2	0	0.122	0.155	0.035	0.218	0.039	0.322	0.377	0.215	0.337	0.404	0	2.224
	Level 3	0.578	0.578	0.578	0.578	0.578	0.578	0	0	0	0	0	0	3.468
	Level 4	3.235	3.235	1.221	3.235	2.014	1.221	0	0	0	0	0	0	14.161
	合計	3.813	4	2.016	3.909	2.869	2.127	0.643	0.642	0.476	0.634	0.945	0	22.074
維持管理費	Level 1	0	0	0.107	0.211	0.311	0.411	0.892	1.429	1.869	2.302	2.798	3.701	14.031
	Level 2	0	0	0.3	0.553	0.608	0.964	1.027	1.547	2.159	2.507	3.052	3.709	16.426
	Level 3	0	0	1.44	1.993	2.411	2.759	3.064	3.166	3.265	3.361	3.453	3.543	28.455
	Level 4	1.799	4.338	6.338	8.267	9.977	11.409	12.796	13.12	13.442	13.762	14.08	14.396	123.724
	合計	1.799	4.338	8.185	11.024	13.307	15.543	17.779	19.262	20.735	21.932	23.383	25.349	182.636
処理施設合計		5.612	262.58	16.422	142.17	153.62	146.92	29.383	41.319	42.607	38.436	45.466	56.853	981.388
汚泥処理														
処分費用	Level 1	0	0	0.016	0.032	0.047	0.062	0.135	0.216	0.282	0.348	0.422	0.558	2.118
	Level 2	0.029	0.031	0.09	0.166	0.183	0.29	0.309	0.467	0.651	0.757	0.921	1.118	5.012
	Level 3	0	0	0.15	0.301	0.451	0.601	0.751	0.805	0.859	0.912	0.966	1.02	6.816
	Level 4	0.764	1.338	1.826	2.314	2.801	3.289	3.777	3.892	4.006	4.121	4.236	4.35	36.714
	合計	0.793	1.369	2.082	2.813	3.482	4.242	4.972	5.38	5.798	6.138	6.545	7.046	50.66
総計														
管渠		0.977	12.646	41.816	41.69	36.507	48.39	32.323	51.71	54.368	46.677	57.198	64.526	488.828
処理施設		5.612	262.58	16.422	142.17	153.62	146.92	29.383	41.319	42.607	38.436	45.466	56.853	981.388
汚泥処理		0.793	1.369	2.082	2.813	3.482	4.242	4.972	5.38	5.798	6.138	6.545	7.046	50.66
総合計		7.382	276.59	60.32	186.68	193.61	199.55	66.678	98.409	102.77	91.251	109.21	128.43	1,520.88

表 35: Felipe Carrillo Puerto郡のマスタープランに要する費用

		単位:百万ペソ												
項目	水準	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	合計
管渠														
建設費用	Level 1	0	0	0	0	0	0	5.444	11.974	7.827	9.188	9.476	8.605	52.514
	Level 2	0	0	0	0	0	0	1.637	0.015	1.625	0.944	0.863	1.774	6.858
	Level 3	1.584	3.219	2.274	2.248	2.274	2.274	2.248	2.274	2.274	2.248	2.274	0	25.191
	Level 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	合計	1.584	3.219	2.274	2.248	2.274	2.274	9.329	14.263	11.726	12.38	12.613	10.379	84.563
設計管理費用	Level 1	0	0	0	0	0	0.163	0.359	0.235	0.276	0.284	0.258	0	1.575
	Level 2	0	0	0	0	0	0.049	0	0.049	0.028	0.026	0.053	0	0.205
	Level 3	0.097	0.068	0.067	0.068	0.068	0.067	0.068	0.068	0.067	0.068	0	0	0.706
	Level 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	合計	0.097	0.068	0.067	0.068	0.068	0.279	0.427	0.352	0.371	0.378	0.311	0	2.486
維持管理表	Level 1	0	0	0	0	0	0	0.273	0.872	1.263	1.722	2.195	2.626	8.951
	Level 2	0	0	0	0	0	0	0.082	0.083	0.164	0.211	0.254	0.343	1.137
	Level 3	0.018	0.097	0.258	0.372	0.484	0.598	0.712	0.824	0.938	1.052	1.164	1.278	7.795
	Level 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	合計	0.018	0.097	0.258	0.372	0.484	0.598	1.067	1.779	2.365	2.985	3.613	4.247	17.883
管渠合計			3.384	2.599	2.688	2.826	3.151	10.823	16.394	14.462	15.743	16.537	14.626	104.932
処理施設														
建設費用	Level 1	0	0	0	0	0	0	4.689	10.311	6.74	7.913	8.16	7.41	45.223
	Level 2	0	0	0	0	0	0	5.69	0.053	5.65	3.283	2.999	6.168	23.843
	Level 3	0	13.574	0	0	13.574	0	0	13.574	0	0	0	0	40.722
	Level 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	合計	0	13.574	0	0	13.574	0	10.379	23.938	12.39	11.196	11.159	13.578	109.788
設計管理費用	Level 1	0	0	0	0	0	0.141	0.309	0.202	0.237	0.245	0.222	0	1.356
	Level 2	0	0	0	0	0	0.171	0.002	0.17	0.098	0.09	0.185	0	0.716
	Level 3	0.204	0.204	0	0.204	0.204	0	0.204	0.204	0	0	0	0	1.224
	Level 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	合計	0.204	0.204	0	0.204	0.204	0.312	0.515	0.576	0.335	0.335	0.407	0	3.296
維持管理表	Level 1	0	0	0	0	0	0	0.235	0.751	1.088	1.483	1.89	2.261	7.708
	Level 2	0	0	0	0	0	0	0.285	0.287	0.57	0.734	0.883	1.192	3.951
	Level 3	0.113	0.3	0.588	0.698	0.791	0.873	0.947	1.015	1.078	1.137	1.193	1.246	9.979
	Level 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	合計	0.113	0.3	0.588	0.698	0.791	0.873	1.467	2.053	2.736	3.354	3.966	4.699	21.638
処理施設合計			14.078	0.588	0.902	14.569	1.185	12.361	26.567	15.461	14.885	15.532	18.277	134.722
汚泥処理														
処分費用	Level 1	0	0	0	0	0	0	0.034	0.111	0.161	0.219	0.279	0.334	1.138
	Level 2	0	0	0	0	0	0	0.081	0.081	0.161	0.208	0.25	0.338	1.119
	Level 3	0.012	0.043	0.077	0.111	0.144	0.178	0.212	0.246	0.28	0.314	0.348	0.381	2.346
	Level 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	合計	0.012	0.043	0.077	0.111	0.144	0.178	0.327	0.438	0.602	0.741	0.877	1.053	4.603
総計														
管渠		1.699	3.384	2.599	2.688	2.826	3.151	10.823	16.394	14.462	15.743	16.537	14.626	104.932
処理施設			14.078	0.588	0.902	14.569	1.185	12.361	26.567	15.461	14.885	15.532	18.277	134.722
汚泥処理			0.043	0.077	0.111	0.144	0.178	0.327	0.438	0.602	0.741	0.877	1.053	4.603
総合計		2.028	17.505	3.264	3.701	17.539	4.514	23.511	43.399	30.525	31.369	32.946	33.956	244.257

表 36: Cost in Solidaridad郡のマスタープランに要する費用

単位:百万ペソ

項目	水準	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	合計
管渠														
建設費用	Level 1	0	0	0	0	0	0	3.395	3.358	3.016	3.085	2.954	3.878	19.686
	Level 2	0	0	0	0	0	0	0	0.867	0.045	0.045	0.708	0.594	2.259
	Level 3	0	11.438	11.438	11.438	11.438	11.438	4.174	4.174	4.174	4.174	4.174	0	78.06
	Level 4	9.38	20.291	20.383	20.383	18.498	22.176	9.186	9.186	9.186	9.186	9.186	0	157.041
	合計	9.38	31.729	31.821	31.821	29.936	33.614	16.755	17.585	16.421	16.49	17.022	4.472	257.046
設計管理費用	Level 1	0	0	0	0	0	0.102	0.101	0.09	0.093	0.089	0.116	0	0.591
	Level 2	0	0	0	0	0	0	0.026	0.001	0.001	0.021	0.018	0	0.067
	Level 3	0.343	0.343	0.343	0.343	0.343	0.126	0.126	0.126	0.126	0.126	0	0	2.345
	Level 4	0.608	0.611	0.611	0.555	0.665	0.276	0.276	0.276	0.276	0.276	0	0	4.43
	合計	0.951	0.954	0.954	0.898	1.008	0.504	0.529	0.493	0.496	0.512	0.134	0	7.433
維持管理費	Level 1	0	0	0.05	0.052	0.053	0.055	0.216	0.374	0.516	0.661	0.801	0.984	3.762
	Level 2	0	0	0.019	0.021	0.024	0.026	0.028	0.061	0.062	0.064	0.091	0.113	0.509
	Level 3	0	0	0.572	1.144	1.716	2.287	2.859	3.068	3.277	3.486	3.694	3.903	26.006
	Level 4	3.63	4.099	5.114	6.133	7.152	8.077	9.186	9.644	10.104	10.563	11.023	11.482	96.207
	合計	3.63	4.099	5.755	7.35	8.945	10.445	12.289	13.147	13.959	14.774	15.609	16.482	126.484
管渠合計			36.782	38.53	40.069	39.889	44.563	29.573	31.225	30.876	31.776	32.765	20.954	390.963
処理施設														
建設費用	Level 1	0	0	0	0	0	0	2.8	2.767	2.487	2.543	2.435	3.198	16.23
	Level 2	0	0	0	0	0	0	0	3.301	0.172	0.171	2.696	2.262	8.602
	Level 3	0	38.734	0	38.734	0	38.734	0	0	0	0	0	0	116.202
	Level 4	138.94	98.931	0	237.87	0	98.931	138.94	0	0	0	0	0	713.598
	合計	138.94	137.67	0	276.6	0	137.67	141.74	6.068	2.659	2.714	5.131	5.46	854.632
設計管理費用	Level 1	0	0	0	0	0	0.084	0.083	0.075	0.076	0.073	0.096	0	0.487
	Level 2	0	0	0	0	0	0	0.099	0.005	0.005	0.081	0.068	0	0.258
	Level 3	0.581	0.581	0.581	0.581	0.581	0.581	0	0	0	0	0	0	3.486
	Level 4	3.568	1.484	3.568	3.568	1.484	3.568	2.084	0	0	0	0	0	19.324
	合計	4.149	2.065	4.149	4.149	2.065	4.233	2.266	0.08	0.081	0.154	0.164	0	23.555
維持管理費	Level 1	0	0	0.041	0.043	0.044	0.045	0.178	0.308	0.425	0.545	0.661	0.812	3.102
	Level 2	0	0	0.071	0.08	0.09	0.098	0.108	0.231	0.238	0.244	0.345	0.43	1.935
	Level 3	0	0	1.24	1.717	2.077	2.377	2.639	2.726	2.809	2.888	2.966	3.041	24.48
	Level 4	6.47	7.506	9.443	11.841	13.777	15.157	16.783	17.461	18.132	18.796	19.455	20.11	174.931
	合計	6.47	7.506	10.795	13.681	15.988	17.677	19.708	20.726	21.604	22.473	23.427	24.393	204.448
処理施設合計			147.24	14.944	294.43	18.053	159.58	163.71	26.874	24.344	25.341	28.722	29.853	1,082.64
汚泥処理														
処分費用	Level 1	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.029	0.051	0.07	0.089	0.108	0.133	0.522
	Level 2	0.018	0.021	0.024	0.028	0.031	0.034	0.037	0.08	0.082	0.084	0.12	0.149	0.708
	Level 3	0	0	0.177	0.356	0.533	0.711	0.888	0.954	1.019	1.085	1.151	1.217	8.091
	Level 4	2.171	2.474	3.029	3.586	4.142	4.641	5.254	5.517	5.78	6.043	6.305	6.568	55.51
	合計	2.196	2.502	3.237	3.977	4.713	5.393	6.208	6.602	6.951	7.301	7.684	8.067	64.831
総計														
管渠		13.961	36.782	38.53	40.069	39.889	44.563	29.573	31.225	30.876	31.776	32.765	20.954	390.963
処理施設			147.24	14.944	294.43	18.053	159.58	163.71	26.874	24.344	25.341	28.722	29.853	1,082.64
汚泥処理			2.502	3.237	3.977	4.713	5.393	6.208	6.602	6.951	7.301	7.684	8.067	64.831
総合計		165.71	186.52	56.711	338.48	62.655	209.53	199.49	64.701	62.171	64.418	69.171	58.874	1,538.43

3.4.2.4 マスタープランの財務分析

a 財務分析

a.1 収入と費用

生活排水処理に関する収入源は、(1)生活排水処理料金、(2)上水道料金の余剰分、(3)観光産業負担金を考える。これらの収入は定住人口、観光客数及び観光客の滞在または訪問日数を用いて見積もった。

CAPAによれば生活排水処理料金は1.42ペソ/m³であるので、この値に生活排水発生量を乗じて求めた。

第二番目の収入源である上水道料金の余剰分は、CAPAの上水料金の7.11ペソ/m³の90%または95%が給水原価と仮定して見積もった。

第三番目の収入源である観光産業からの収入は観光客の上水使用量の割合を用いて算出した。

上記の仮定に基づいて算出した徴収可能額と生活排水処理に要する費用を下表に示す。

表 37: 各郡の収入源別収入と生活排水M/Pの費用

単位:百万ペソ

収入源	Othón P Blanco郡	Felipe Carrillo Puerto 郡	Solidaridad 郡	調査対象全域
生活排水処理料金	1,170.07	130.75	2,847.86	4,148.67
上水道料金余剰分(給水原価: 上水道料金の90%)	176.93	18.23	439.16	634.31
上水道料金余剰分(給水原価: 上水道料金の95%)	88.46	9.11	219.58	317.16
観光産業負担金	34.41	0	142.37	176.78
M/Pの費用	1,521.00	244.20	1,538.50	3,303.70

a.2 生活排水管理M/Pの財務収支

生活排水管理M/Pの財務収支(収入と費用の差)は、調査対象地域内の郡別の観光人口により大きく異なる。大量の観光客が流入するSolidaridad郡の収支は黒字であるばかりでなくOthón P. Blanco郡及びFelipe Carrillo Puerto郡の赤字分もカバー出来る。この結果を下表に示す。

表 38: 生活排水管理M/Pの財務収支

単位:百万ペソ

収入	Othón P Blanco郡	Felipe Carrillo Puerto 郡	Solidaridad 郡	調査対象全域
収入が生活排水処理料金のみの場合	-350.93	-113.45	1,309.36	844.97
収入を全ての生活排水料金収入と上水道料金余剰分(給水原価:上水道料金の90%)とした場合	-139.59	-95.23	1,890.88	1,656.07
収入を全ての生活排水料金収入と上水道料金余剰分(給水原価:上水道料金の95%)とした場合	-228.05	-104.34	1,671.30	1,389.77

以上のように、Othón P. Blanco郡及びFelipe Carrillo Puerto郡では、収入が生活排水処理量金のみの、収入を生活排水料金収入と上水道料金余剰分(給水原価90%と95%)及び観光産業の負担金を考えた場合でも財務収支は赤字となる。

a.3 生活排水管理M/Pの財務指標

生活排水管理M/Pの財務指標として、事業期間中の財務的内部収益率 (FIRR)、純現在価値 (NPV 割引率10%) 及び便益費用比率 (B/C 割引率10%) を算出した結果を下表に示す。

表 39: 生活排水管理M/Pの財務指標

収入源及び指標	Othón P Blanco 郡	Felipe Carrillo Puerto 郡	Solidaridad 郡	調査対象全域
収入が生活排水処理料金のみの場合				
FIRR (%)	N.A	N.A	20.18	8.35
NPV (百万ペソ、割引率10%)	N.A	N.A	331.45	-84.84
B/C (割引率10%)	N.A	N.A	1.34	0.96
収入を全ての生活排水料金収入と上水道料金余剰分(給水原価:上水道料金の90%)とした場合				
FIRR (%)	N.A	N.A	32.76	17.12
NPV (百万ペソ、割引率10%)	N.A	N.A	644.72	343.79
B/C (割引率10%)	N.A	N.A	1.67	1.18
収入を全ての生活排水料金収入と上水道料金余剰分(給水原価:上水道料金の95%)とした場合				
FIRR (%)	N.A	N.A	28.66	14.62
NPV (百万ペソ、割引率10%)	N.A	N.A	537.06	220.13
B/C (割引率10%)	N.A	N.A	1.56	1.11

b 財務計画

前述のようにSolidaridad郡では生活排水管理M/Pの実施に必要な収入が見込めるが、Othón P. Blanco郡では約614百万ペソ、Felipe Carrillo Puerto郡では約98百万ペソの追加収入が必要である。Othón P. Blanco郡では2009年まで追加収入が必要でありそれ以降は黒字に転換する。Felipe Carrillo Puerto郡では2014年まで追加収入が必要となる。

Solidaridad郡では2004年、2005年及び2007年の単年度の収支は赤字となるが、M/P期間中の総収益は約1,890百万ペソとなり、前述のようにOthón P. Blanco郡及びFelipe Carrillo Puerto郡の不足収入を賄うことが出来る。

各郡の費用と収入源の詳細を以下に示す。

表 40: Othón P. Blanco郡の財務計画

単位:百万ペソ

項目	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	合計
費用	7.4	276.6	60.3	186.7	193.6	199.6	66.7	98.4	102.8	91.3	109.2	128.4	1,521.0
収入	8.7	276.6	60.3	186.7	193.6	199.6	137.8	160.1	173.8	184.6	198.2	215.4	1,381.4
処理料金	5.5	11.9	25.1	43.5	59.7	87.3	119.8	140.2	152.3	162.0	173.8	189.0	1,170.1
上水料金補填	2.8	4.8	7.2	9.7	11.9	14.6	17.1	18.7	20.3	21.6	23.2	25.2	176.9
観光産業	0.4	13.6	2.0	4.6	3.8	3.3	0.9	1.3	1.2	1.0	1.1	1.2	34.4
その他の資金	0.0	246.4	26.0	129.0	118.1	94.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	614.0
収支	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	71.1	61.7	71.0	93.3	89.0	87.0	474.5

表 41: Felipe Carrillo Puerto郡の財務計画

単位:百万ペソ

項目	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	合計
費用	2.0	17.5	3.3	3.7	17.5	4.5	23.5	43.4	30.5	31.4	32.9	34.0	244.2
収入	2.0	17.5	3.3	3.7	17.5	4.5	23.5	43.4	30.5	31.4	32.9	36.7	149.0
処理料金	0.1	0.4	0.9	1.7	2.5	3.7	8.5	13.0	18.1	22.5	26.9	32.4	130.7
上水料金補填	0.0	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	1.2	1.7	2.4	3.0	3.6	4.3	18.2
観光産業	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
その他の資金	1.9	17.0	2.1	1.6	14.5	0.2	13.7	28.7	10.0	5.9	2.4	0.0	98.0
収支	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.7	2.9

表 42: Solidaridad郡の財務計画

単位:百万ペソ

項目	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	合計
費用	165.7	186.5	56.7	338.5	62.7	209.5	199.5	64.7	62.2	64.4	69.2	58.9	1,538.5
収入	62.9	78.5	96.8	170.4	186.6	262.7	343.9	386.0	416.1	443.2	473.8	508.5	3,429.4
処理料金	23.7	37.5	70.4	113.9	151.3	212.1	289.7	337.0	363.9	387.8	414.7	445.9	2,847.9
上水料金補填	11.9	15.0	20.1	25.3	30.3	35.4	41.4	44.9	48.5	51.7	55.3	59.5	439.2
観光産業	27.3	26.0	6.3	31.3	5.1	15.2	12.9	4.0	3.7	3.7	3.8	3.1	142.4
その他の資金	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
収支	-102.8	-108.0	40.1	-168.1	123.9	53.2	144.4	321.3	353.9	378.8	404.6	449.6	1,890.9

表 43: 全体の財務計画

単位:百万ペソ

項目	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	合計
費用	175.1	480.6	120.3	528.9	273.8	413.6	289.7	206.5	195.5	187.1	211.3	221.3	3,303.7
収入	73.6	372.6	160.4	360.9	397.7	466.8	505.2	589.5	620.3	659.3	704.9	760.6	4,959.8
処理料金	29.3	49.7	96.5	159.1	213.5	303.1	418.0	490.2	534.2	572.4	615.4	667.3	4,148.7
上水料金補填	14.7	19.9	27.6	35.4	42.7	50.5	59.7	65.4	71.2	76.3	82.1	89.0	634.3
観光産業	27.7	39.6	8.2	35.8	8.9	18.5	13.8	5.3	4.9	4.7	5.0	4.4	176.8
その他の資金	1.9	263.4	28.1	130.6	132.6	94.7	13.7	28.7	10.0	5.9	2.4	0.0	712.0
収支	-101.5	-108.0	40.1	-168.0	123.9	53.2	215.5	383.0	424.8	472.2	493.6	539.3	2,368.1

3.4.2.5 事業実施計画

事業実施は費用対効果の高い順序で行う。表 44にBOD除去量あたり費用を示す。この表から、Solidaridad郡が最も費用対効果が高く、次いでOthón P Blanco郡、Felipe Carrillo Puerto郡の順位となる。処理水準という視点からはLevel4が最も費用対効果が高く、以下Level 3, Level 2 and Level 1の順となる。表 45、表 46、表 47及び表 48に費用対効果を考慮した各郡の年次別目標達成計画を示す。

表 44: 2004~2015年の各郡別/処理水準別の単価

処理水準	合計投資額	BOD除去量 (ton)	BOD 除去単価 (ペソ/ton)
OTHON P. BLANCO			
Level 1	166.513	1,960.8	84,921
Level 2	211.62	4,996.0	42,358
Level 3	192.546	6,752.6	28,514
Level 4	604.328	37,119.5	16,281
合計	1,175.007	50,828.9	23,117
FELIPE CARRILLO PUERTO			
Level 1	100.668	1,056.0	95,330
Level 2	31.622	1,115.3	28,353
Level 3	67.843	2,323.6	29,197
合計	200.133	4,494.9	44,524
SOLIDARIDAD			
Level 1	36.994	482.4	76,687
Level 2	11.186	705.5	15,855
Level 3	200.093	8,015.6	24,963
Level 4	894.393	56,121.2	15,937
合計	1,142.666	65,324.7	17,492

表 45: 調査対象地域全体の年次別目標達成率

年次	目標下水処理量 (m ³ /day)					達成率				
	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	合計	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	合計
2003	91.0	472.3	115.7	27,934.1	28,613.1	0.6%	2.7%	0.4%	26.9%	17.5%
2004	94.3	524.2	115.7	27,934.1	28,668.3	0.6%	2.9%	0.4%	26.9%	17.6%
2005	97.7	575.3	432.0	36,279.4	37,384.4	0.6%	3.2%	1.6%	34.9%	22.9%
2006	341.5	1,273.1	4,055.0	46,216.9	51,886.5	2.2%	7.1%	15.5%	44.5%	31.8%
2007	576.4	2,152.7	7,678.0	56,154.4	66,561.5	3.8%	12.1%	29.3%	54.0%	40.8%
2008	805.4	2,381.0	11,301.0	66,091.9	80,579.3	5.3%	13.4%	43.1%	63.6%	49.4%
2009	1,030.1	3,598.8	14,924.0	75,489.9	95,042.8	6.8%	20.2%	56.9%	72.6%	58.2%
2010	2,945.2	4,743.7	18,546.6	85,966.7	112,202.2	19.4%	26.6%	70.7%	82.7%	68.8%
2011	5,590.4	6,971.7	20,080.4	89,558.8	122,201.3	36.7%	39.1%	76.6%	86.2%	74.9%
2012	7,603.1	9,930.2	21,614.2	93,150.9	132,298.4	50.0%	55.8%	82.4%	89.6%	81.1%
2013	9,736.8	11,637.8	23,148.0	96,743.0	141,265.6	64.0%	65.4%	88.3%	93.1%	86.6%
2014	12,021.0	14,323.0	24,681.8	100,335.1	151,360.9	79.0%	80.4%	94.1%	96.5%	92.8%
2015	15,220.1	17,807.9	26,215.8	103,927.7	163,171.5	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

表 46: Othón P. Blanco郡の年次別目標達成率

年次	目標下水処理量 (m ³ /day)					達成率				
	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Total	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	Total
2003	0	314.7	0	7,273	7,587	0.0%	2.5%	0.0%	17.6%	10.5%
2004	0	327.7	0	7,273	7,600	0.0%	2.6%	0.0%	17.6%	10.5%
2005	0	340.5	0	12,737	13,078	0.0%	2.7%	0.0%	30.8%	18.1%
2006	240.6	1,003.0	1504.9	17,380	20,129	2.9%	8.1%	14.7%	42.0%	27.8%
2007	472.4	1,845.6	3009.8	22,023	27,351	5.7%	14.9%	29.5%	53.2%	37.8%
2008	698.3	2,037.1	4514.7	26,666	33,916	8.4%	16.4%	44.2%	64.4%	46.9%
2009	919.9	3,221.0	6019.6	31,309	41,470	11.1%	26.0%	58.9%	75.6%	57.3%
2010	1,999.3	3,435.1	7524.4	35,953	48,911	24.1%	27.7%	73.7%	86.8%	67.6%
2011	3,195.3	5,180.8	8062.5	37,044	53,483	38.6%	41.7%	78.9%	89.5%	74.0%
2012	4,182.9	7,226.4	8600.6	38,135	58,145	50.5%	58.2%	84.2%	92.1%	80.4%
2013	5,156.3	8,393.4	9138.7	39,227	61,915	62.2%	67.6%	89.5%	94.7%	85.6%
2014	6,265.5	10,220.1	9676.8	40,318	66,481	75.6%	82.3%	94.7%	97.4%	91.9%
2015	8,284.5	12,410.6	10214.9	41,410	72,320	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

表 47: Felipe Carrillo Puerto郡の年次別目標達成率

年次	目標下水処理量 (m ³ /day)				達成率			
	Level 1	Level 2	Level 3	合計	Level 1	Level 2	Level 3	合計
2003	0.0	0.0	115.7	115.7	0.0%	0.0%	3.0%	0.9%
2004	0.0	0.0	115.7	115.7	0.0%	0.0%	3.0%	0.9%
2005	0.0	0.0	432.0	432.0	0.0%	0.0%	11.3%	3.4%
2006	0.0	0.0	770.6	770.6	0.0%	0.0%	20.2%	6.1%
2007	0.0	0.0	1,109.2	1,109.2	0.0%	0.0%	29.1%	8.9%
2008	0.0	0.0	1,447.8	1,447.8	0.0%	0.0%	37.9%	11.6%
2009	0.0	0.0	1,786.4	1,786.4	0.0%	0.0%	46.8%	14.3%
2010	514.7	894.4	2,125.0	3,534.1	10.4%	23.9%	55.7%	28.2%
2011	1,646.6	902.7	2,463.6	5,012.9	33.2%	24.1%	64.5%	40.0%
2012	2,386.5	1,790.9	2,802.2	6,979.6	48.1%	47.8%	73.4%	55.7%
2013	3,255.2	2,306.9	3,140.8	8,702.9	65.6%	61.6%	82.3%	69.5%
2014	4,151.0	2,778.3	3,479.4	10,408.7	83.6%	74.1%	91.1%	83.1%
2015	4,964.4	3,747.9	3,817.9	12,530.2	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

表 48: Solidaridad郡の年次別目標達成率

年次	目標下水処理量 (m ³ /day)					達成率				
	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	合計	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	合計
2003	91.0	157.6	0.0	20,661.5	20,910.1	4.6%	9.6%	0.0%	33.0%	26.7%
2004	94.3	196.5	0.0	20,661.5	20,952.3	4.8%	11.9%	0.0%	33.0%	26.8%
2005	97.7	234.8	0.0	23,542.4	23,874.9	5.0%	14.2%	0.0%	37.7%	30.5%
2006	100.9	270.1	1,779.5	28,836.8	30,987.3	5.1%	16.4%	14.6%	46.1%	39.6%
2007	104.0	307.1	3,559.0	34,131.2	38,101.3	5.3%	18.6%	29.2%	54.6%	48.6%
2008	107.1	343.9	5,338.5	39,425.6	45,215.1	5.4%	20.9%	43.8%	63.1%	57.7%
2009	110.2	377.8	7,118.0	44,180.5	51,786.5	5.6%	22.9%	58.4%	70.7%	66.1%
2010	431.2	414.2	8,897.2	50,014.2	59,756.8	21.9%	25.1%	73.0%	80.0%	76.3%
2011	748.5	888.2	9,554.3	52,514.9	63,705.9	38.0%	53.8%	78.4%	84.0%	81.3%
2012	1,033.7	912.9	10,211.4	55,015.6	67,173.6	52.4%	55.3%	83.8%	88.0%	85.8%
2013	1,325.3	937.5	10,868.5	57,516.3	70,647.6	67.2%	56.8%	89.2%	92.0%	90.2%
2014	1,604.5	1,324.6	11,525.6	60,017.0	74,471.7	81.4%	80.3%	94.6%	96.0%	95.1%
2015	1,971.2	1,649.4	12,183.0	62,517.8	78,321.4	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

3.4.3 都市固形廃棄物管理マスタープラン

3.4.3.1 目的、目標値及び目標年

a 基本目的及び目標値

都市固形廃棄物管理マスタープランの基本目的は、

調査対象地域内の地下水並びに沿岸水環境の保全

目標値は、

2015年における都市固形廃棄物分野から排出されるBOD量を2,100ton/年以下とする

b 都市固形廃棄物管理マスタープラン固有の目標と目標値

策定するマスタープランは基本目的の達成を目指す、加えて以下に示す都市固形廃棄物管理固有の役割を果たす。

衛生的な生活環境の提供：ごみ収集による生活環境からの廃棄物の除去(収集)

環境影響の緩和：除去した廃棄物の適正処理、処分(適正処分)

資源の保護：排出削減やリサイクルなどを通じた循環型社会構築への貢献(減量化)

マスタープラン策定においては、基本目的の達成とのバランスを図りながら、上記3点の廃棄物管理固有の目標について数値目標を設定する。下表に各郡別の個々の目標値を示す。

表 49: 各郡別のマスタープランの目標

項目	現状(2003年)		2015年の目標	
減量化	0		調査対象地域全体: 23% OPB: 23% FCP: 15% SOL: 24%	
収集率()内は村落部を含む値	調査対象地域全体: 75% (61%) OPB: 72% (57%) FCP: 29% (18%) SOL: 88% (82%)		調査対象地域全体: 99% (86%) OPB: 99% (82%) FCP: 87% (49%) SOL: 100% (95%)	
最終処分手準	OPB	無管理型及び管理型 投棄	人口規模	処分場の水準
	FCP	無管理型投棄	2,500~7,999	管理型投棄
	SOL	無管理型 及び発生ガス管理埋立	8,000~34,999	困い込み投棄
			34,999~99,999	発生ガス管理埋立
		100,000 以上	衛生埋立	

OPB, Othon P Blanco郡; FCP, Felipe C Puerto郡, SOL, Solidaridad郡

表 50 に都市グループを表 51に各都市グループ別の目標値を示す。また、表 52には減量化の施策を示す。

表 50: 都市グループ

都市グループ	郡名	集落名
1	OPB	CALDERITAS, CHETUMAL, XUL-HA
2	OPB	ALVARO OBREGON, INGENIO ALVARO OBREGON, SERGIO BUTRON CASAS
3	OPB	NICOLAS BRAVO
4	OPB	BACALAR, LIMONES, MAYA BALAM
5	OPB	MAHAHUAL, PUNTA PULTICUB, XAHUACHOL, XCALAK
6	FCP	FELIPE CARRILLO PUERTO, SENOR
7	FCP	CHUNHUHUB
8	FCP	TEPICH, TIHOSUCO
9	SOL	CIUDAD CHEMUYIL, NUEVO AKUMAL, PLAYA DEL CARMEN, TULUM
10	SOL	COBA

表 51: マスタープランの都市グループ別目標値

都市グループ	人口		減量化		収集率		最終処分水準	
	2003	2015	2003	2015	2003	2015	2003	2015
1	137,355	172,488	0%	25%	90%	100%	管理型投棄	衛生埋立
2	9,558	12,474	0%	15%	0%	90%	無管理型投棄	囲い込み投棄
3	3,893	4,854	0%	15%	0%	80%	無管理型投棄	管理型投棄
4	19,106	43,418	0%	15%	0%	95%	無管理型投棄	衛生埋立
5	626	108,215	0%	25%	0%	100%	無管理型投棄	衛生埋立
6	21,784	25,009	0%	15%	44%	90%	無管理型投棄	囲い込み投棄
7	4,582	5,410	0%	15%	0%	80%	無管理型投棄	管理型投棄
8	6,659	7,854	0%	15%	0%	80%	無管理型投棄	管理型投棄
9	128,061	379,664	0%	25%	89%	100%	発生ガス管理埋立	衛生埋立
10	1,704	3,000	0%	15%	0%	80%	無管理型投棄	管理型投棄
合計	333,328	762,386	-	-	-	-	-	-

表 52: 目標減量化率

都市グループ	人口	減量化率		手法
	2015 年	発生抑制	コンポスト化	
1	172,488	15%	10%	環境教育、バックヤードコンポスト、剪定枝コンポスト
2	12,474	15%	0%	環境教育、バックヤードコンポスト
3	4,854	15%	0%	環境教育、バックヤードコンポスト
4	43,418	15%	0%	環境教育、バックヤードコンポスト
5	108,215	15%	10%	環境教育、バックヤードコンポスト、剪定枝コンポスト
6	25,009	15%	0%	環境教育、バックヤードコンポスト
7	5,410	15%	0%	環境教育、バックヤードコンポスト
8	7,854	15%	0%	環境教育、バックヤードコンポスト
9	379,664	15%	10%	環境教育、バックヤードコンポスト
10	3,000	15%	0%	環境教育、バックヤードコンポスト、剪定枝コンポスト
合計	762,386	-	-	-

c 目標年次

マスタープランの目標年次は2015年とする。

目的達成のための戦略は2015年までに段階的に整備を進める必要がある。整備の段階は以下に示す3段階が推奨出来る。

フェーズ1	:	短期改善	(2004～2007年)
フェーズ2	:	中期改善	(2008～2011年)
フェーズ3	:	長期改善	(2012～2015年)

3.4.3.2 戦略

目的達成のための以下8つの戦略を以下に示す。

1. 都市域に重点を置く
2. 集落規模に応じた都市固形廃棄物管理システムの構築
3. 廃棄物減量化の導入と促進
4. 財務面での自立
5. 行政3レベル(郡、州、連邦)の協調
6. 制度システムの構築
7. 都市固形廃棄物管理実施機関の能力強化
8. コスタ・マヤ地区における新しい都市固形廃棄物管理システムの構築

1. 都市域に重点を置く

調査対象区域内には多くの集落が点在しているものの人口が集中している集落は限られている。2015年における人口2,500人以上の集落数は僅か24箇所て人口の85%を占める。

一方、村落部では少量の固形廃棄物しか排出されないため、これらの村落部では自家処理が可能である。

従って、都市固形廃棄物マスタープランは廃棄物管理の需要と費用対効果を考えて都市部に重点を置く。

2. 集落規模に応じた都市固形廃棄物管理システムの構築

都市域に関しても人口規模は千差万別であるので、これら人口規模の異なる集落に同一の都市固形廃棄物管理システムを持ち込むことは合理的ではない。例えば、人口規模の小さい集落で100%の収集率及び高度な最終処分システムを持ち込むことは合理的ではない。従って、マスタープランでは人口規模に応じた種々の廃棄物管理システムを適用する。

3. 廃棄物減量化の導入と促進

調査対象地域での都市固形廃棄物発生量原単位は先進国と大差ない。また、連邦の新しい法律(Ley General para la Prevencion y Gestion Integral de los Residuos)では廃棄物の減量化政策の推進を謳っている。これらを受けて、調査対象地域においても廃棄物の減量化の導入と促進を行う。

4. 財務面での自立

調査対象地域3郡での都市固形廃棄物管理費用はそのサービス料金では賄いきれておらず、郡の一般財源や州や連邦政府の補助金によって成り立っている。都市固形廃棄物管理の責任は郡にあるが、州や連邦政府の廃棄物に対する財務面での政策が変更された場合には、現在の都市固形廃棄物管理は瓦解するリスクがあることを郡は認識する必要がある。都市固形廃棄物管理事業が郡の一般財源で運営されている現状では、サービスの質やその収入には注意が払われない。その結果、都市固形廃棄物管理にかかるコスト意識が希薄となり、不適正な業務やサービスの質の低下を招き、都市固形廃棄物管理の費用は市民全体の負担となる。このような状況を改善し、自立した財務体質を確立することがマスタープランの財務計画上の目標である。

5. 行政3レベル(郡、州、連邦)の協調

近年、都市固形廃棄物管理に関する要求が多様化及び高度化しており（衛生埋立、減量化、官民協調、有害廃棄物管理、その他）、今後さらにその度合いは高まると予想される。これら事項は単に郡レベルで解決出来る問題ではない。そのため、これら事項に対処するために、郡、州及び連邦の行政3レベルが協調できる枠組みを確立すべきである。

6. 制度システムの構築

都市固形廃棄物管理にかかる関係者は、サービス提供者または監理者である行政、個人や事業者などの排出者、サービスを提供する民間事業者、行政と市民をつなぐNGO等々多様である。これら関係者の適切な都市固形廃棄物管理への参画は必要不可欠であり、そのための制度システムの構築を行う必要がある。

7. 都市固形廃棄物管理実施機関の能力強化

都市固形廃棄物管理者の実施機関には廃棄物管理にかかる新しい課題（衛生埋立、廃棄物の減量化、観光開発に伴い急速に進む都市開発）への対応能力強化が求められている。ここに示す全ての戦略は実施機関の能力強化を図るものであるが、これらを個々に実施するのではなく、統合的に実施することが求められる。これら戦略の実施を通じて、実施機関は経験と知識の蓄積を行う必要があり、これ無しには継続的な能力強化は出来ない。

8. コスタ・マヤ地区における新しい都市固形廃棄物管理システムの構築

コスタ・マヤ地区では観光開発のための電力や道路等の社会基盤の整備が成されており、観光客数も増加の傾向にある。しかし、公共サービスに関してはその整備が遅れている。都市固形廃棄物管理は集落民によって細々と成されているが、このシステムでは将来の開発には対応不可能である。美しい自然環境の保全のためには、適切な都市固形廃棄物管理システムの構築が必要不可欠である。

3.4.3.3 対応策

a 対応策

戦略に沿った施策を下表に示す。

表 53: 戦略と施策

戦略	施策
1. 都市域に重点を置く	11. 都市域に重点を置く
2. 集落規模に応じた都市固形廃棄物管理システムの構築	21. 柔軟な収集率の設定 22. 柔軟な最終処分方法の設定
3. 廃棄物減量化の導入と促進	31. 減量化のための環境教育 311. 学校での環境教育およびリサイクル活動 312. 集落での環境教育およびリサイクル活動 313. 公共機関およびマスメディアを通じてごみ減量化の重要性を周知 32. バックヤードコンポストの奨励 321. 庭ごみのコンポスト化のための資料の準備と提供 322. コンポスト化システムの巡回指導 333. 公共機関でのコンポスト化のデモンストレーション 33. 剪定枝のコンポスト化 34. 廃棄物減量化率の設定
4. 財務面での自立	41. 収入の改善 411. サービス料金の一般化 412. 現実的な料金設定 413. 時宜にかなった請求と支払機関 414. 料金徴収の管理 415. 収入の目的に合致した使用 42. 費用の低減 421. ごみ収集業務の改善 422. 常時監視
5. 行政3レベル(郡、州、連邦)の協調	51. 統合的廃棄物管理情報システムの構築
6. 制度システムの構築	61. 群の都市固形廃棄物管理規則の制定 62. 官民協同のルール制定
7. 都市固形廃棄物管理実施機関の能力強化	71. SEDUMAに都市固形廃棄物管理に特化した部署の創設 72. 郡の都市固形廃棄物管理の実施部署の再構築
8. コスタ・マヤ地区における新しい都市固形廃棄物管理システムの構築	81. 組織制度フレームの確立 82. ごみ減量化文化の導入 83. 都市固形廃棄物管理企業設立準備

b 施策の責任分担

提案した施策の実施のステークホルダーの責任分担を下表に示す。

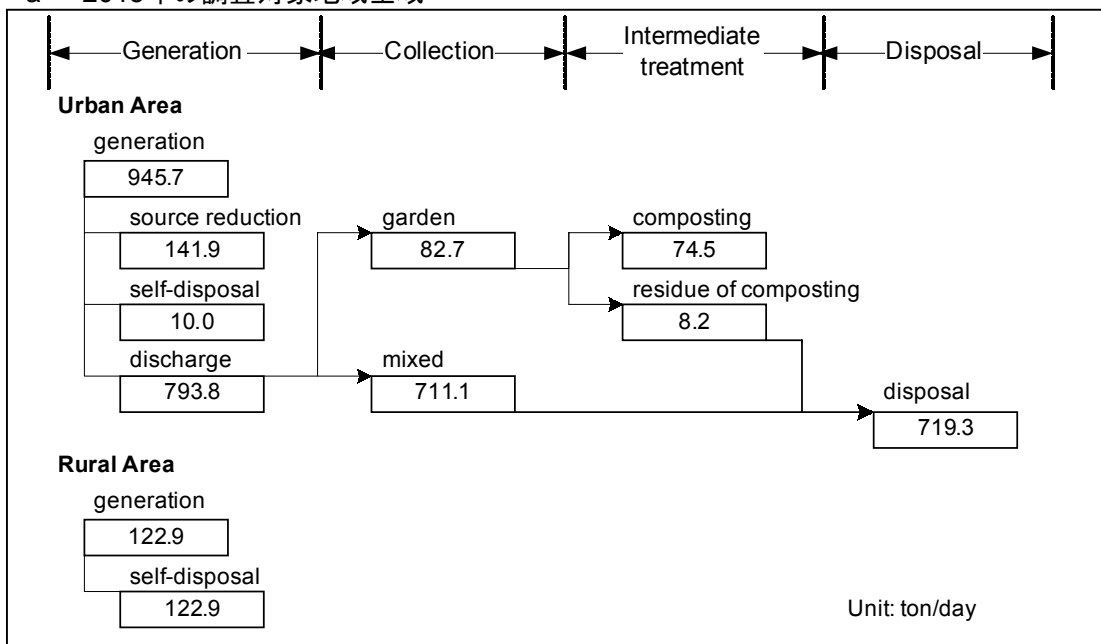
表 54: 施策の利害関係者の責任分担

施策	ステークホルダー	連邦	州	郡	私企業/NGO	市民
	凡例	R 責任, S 支援, P 参加/協力				
11. 都市域へ重点を置く				R		
21. 柔軟な収集率の設定				R		
22. 柔軟な最終処分方法の設定				R		
31. 減量化のための環境教育 311. 学校での環境教育およびリサイクル活動 312. 集落での環境教育およびリサイクル活動 313. 公共機関およびマスメディアを通じてごみ減量化の重要性を周知			R	R	P	P
32. バックヤードコンポストの奨励 321. 庭ごみのコンポスト化のための資料の準備と提供 322. コンポスト化システムの巡回指導 333. 公共機関でのコンポスト化のデモンストレーション			S	R	P	P
33. 剪定枝のコンポスト化			S	R	P	
34. 廃棄物減量化率の設定			S	R		
41. 収入の改善 411. サービス料金の一般化 412. 現実的な料金設定 413. 時宜にかなった請求と支払機関 414. 料金徴収の管理 415. 収入の目的に合致した使用				R	P	P
42. 費用の低減 421. ごみ収集業務の改善 422. 常時監視				R	P	
51. 廃棄物管理のための包括的な情報システムの構築	R		R	R		
61. 郡の都市固形廃棄物管理規則の制定			S	R		
62. 官民協同のルール制定			S	R		
71. SEDUMAに都市固形廃棄物管理に特化した部署の創設			R			
72. 郡の都市固形廃棄物管理の実施部署の再構築				R		
81. 組織制度フレームの確立 82. ごみ減量化文化の導入 83. 都市固形廃棄物管理企業設立準備			S	R	P	P

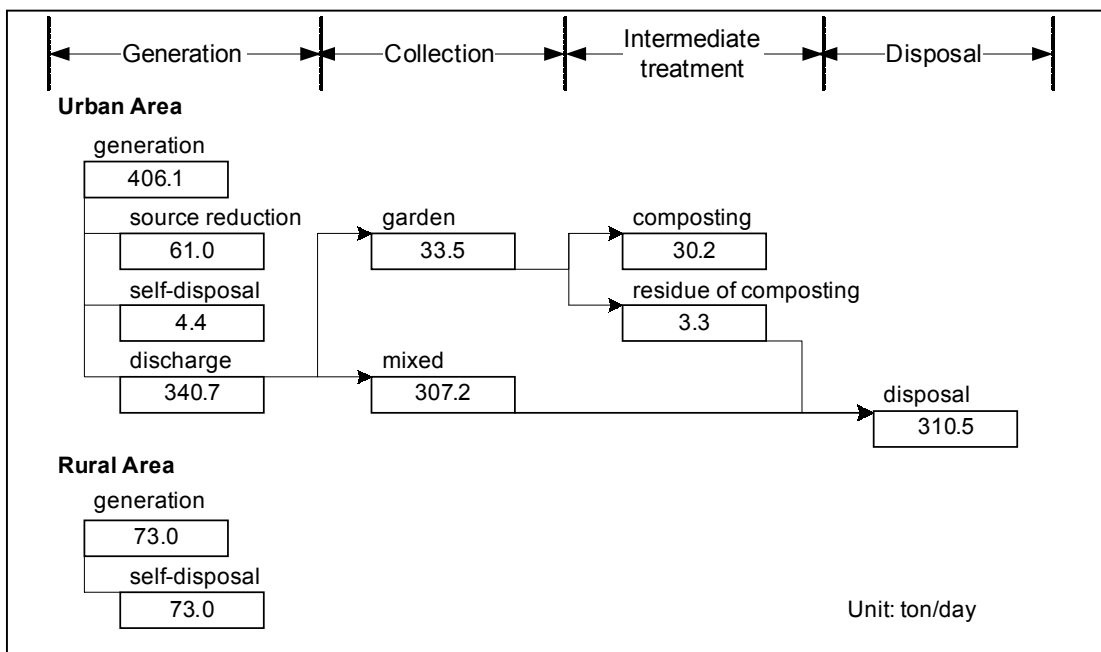
3.4.3.4 ごみの流れ

マスタープランのごみの流れを示す。

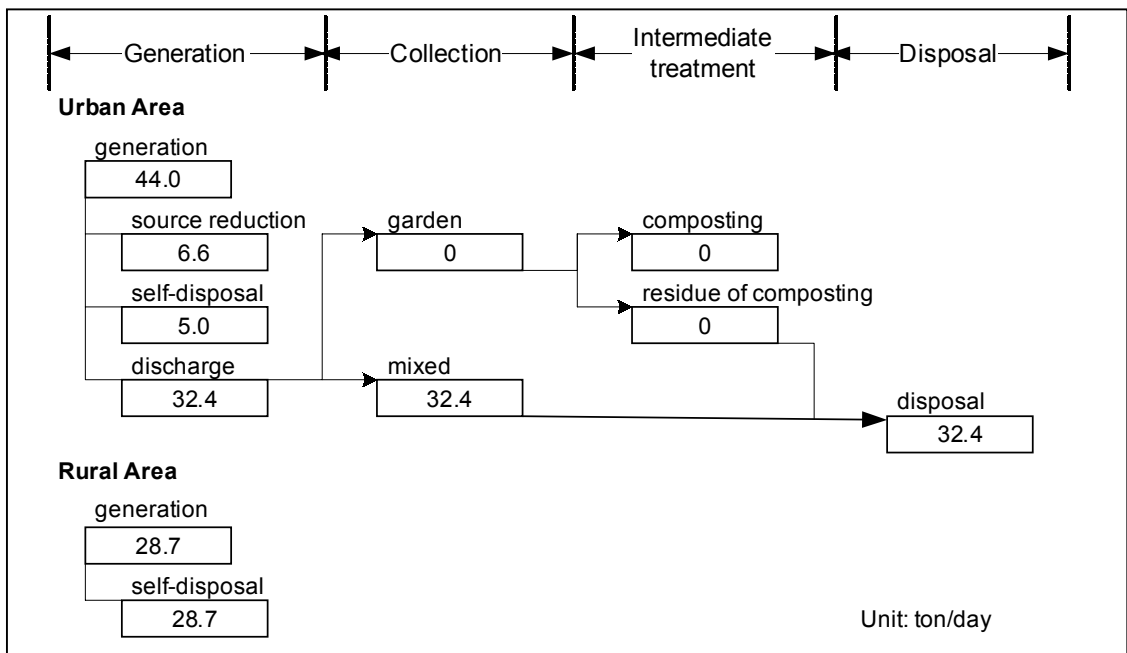
a 2015年の調査対象地域全域



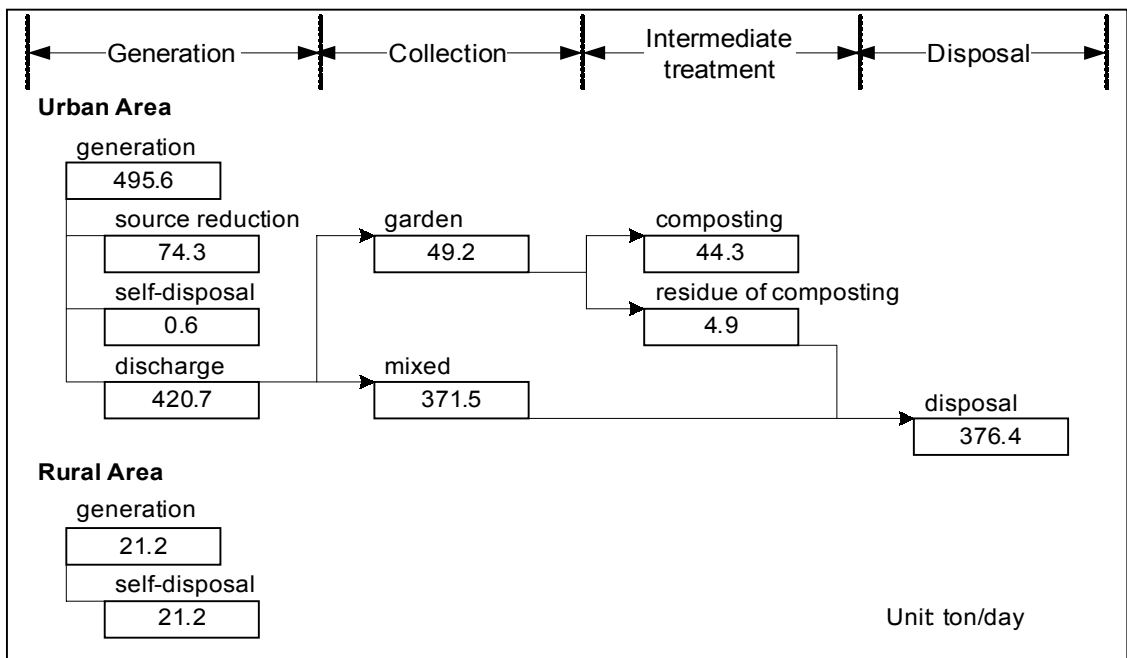
b 2015年Othón P Blanco



c 2015年のFelipe Carrillo Puerto



d 2015年のSolidaridad



3.4.3.5 費用積算

マスタープランの実施に必要な費用を以下に示す。

表 55: マスタープラン全体費用

単位:1,000ペソ

項目	短期				中期				長期				合計
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
発生抑制	0	1,193	749	852	1,716	1,121	2,421	3,156	4,768	4,017	4,366	3,957	28,316
収集	34,001	54,560	48,763	58,608	54,670	56,298	57,915	69,421	74,547	67,694	73,876	70,477	720,830
投資	11,187	23,507	13,475	17,545	11,176	10,483	9,724	17,963	23,155	15,378	20,207	14,960	188,760
維持管理	22,814	31,053	35,288	41,063	43,494	45,815	48,191	51,458	51,392	52,316	53,669	55,517	532,070
リサイクル(コスト)	0	0	4,818	1,683	2,596	2,596	4,070	4,070	4,983	8,899	7,579	7,579	48,873
投資	0	0	3,135	0	704	352	1,408	704	1,045	4,543	2,101	1,397	15,389
維持管理	0	0	1,683	1,683	1,892	2,244	2,662	3,366	3,938	4,356	5,478	6,182	33,484
最終処分	13,348	15,927	17,949	21,377	25,282	24,167	25,436	33,861	28,118	26,794	27,300	33,446	293,004
投資	0	0	0	0	2,486	0	0	7,600	1,865	0	0	5,700	17,650
維持管理	13,348	15,927	17,949	21,377	22,796	24,167	25,436	26,261	26,253	26,794	27,300	27,746	275,354
小計	47,349	71,680	72,279	82,520	84,264	84,182	89,842	110,508	112,416	107,404	113,121	115,459	1,091,023
投資	11,187	23,507	16,610	17,545	14,366	10,835	11,132	26,267	26,065	19,921	22,308	22,057	221,799
維持管理	36,162	48,173	55,669	64,975	69,898	73,347	78,710	84,241	86,351	87,483	90,813	93,402	869,224
管理費用 (維持管理の10%)	3,616	4,818	5,567	6,498	6,990	7,335	7,872	8,425	8,636	8,748	9,081	9,341	86,927
合計	50,965	76,498	77,846	89,018	91,254	91,517	97,714	118,933	121,052	116,152	122,202	124,800	1,177,950
投資	11,187	23,507	16,610	17,545	14,366	10,835	11,132	26,267	26,065	19,921	22,308	22,057	221,799
維持管理	39,778	52,991	61,236	71,473	76,888	80,682	86,582	92,666	94,987	96,231	99,894	102,743	956,151

表 56: Othón P Blanco郡の費用

単位:1,000ペソ

項目	短期				中期				長期				合計
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
発生抑制	0	576	356	402	805	516	1,138	1,460	2,177	1,819	1,962	1,748	12,959
収集	13,552	26,378	24,156	30,019	29,238	27,082	28,413	29,073	35,365	31,306	35,442	35,244	345,268
投資	3,355	12,309	8,239	11,187	8,943	6,358	6,721	6,017	12,309	8,250	11,957	10,835	106,480
維持管理	10,197	14,069	15,917	18,832	20,295	20,724	21,692	23,056	23,056	23,056	23,485	24,409	238,788
リサイクル(コスト)	0	0	3,212	1,122	1,122	1,122	2,035	2,035	1,683	4,686	3,509	3,157	23,683
投資	0	0	2,090	0	0	0	704	352	0	2,794	1,056	352	7,348
維持管理	0	0	1,122	1,122	1,122	1,122	1,331	1,683	1,683	1,892	2,453	2,805	16,335
最終処分	6,107	6,891	7,541	9,616	12,899	11,023	11,598	13,469	13,626	11,903	12,035	13,328	130,036
投資	0	0	0	0	2,486	0	0	1,593	1,865	0	0	1,195	7,139
維持管理	6,107	6,891	7,541	9,616	10,413	11,023	11,598	11,876	11,761	11,903	12,035	12,133	122,897
小計	19,659	33,845	35,265	41,159	44,064	39,743	43,184	46,037	52,851	49,714	52,948	53,477	511,946
投資	3,355	12,309	10,329	11,187	11,429	6,358	7,425	7,962	14,174	11,044	13,013	12,382	120,967
維持管理	16,304	21,536	24,936	29,972	32,635	33,385	35,759	38,075	38,677	38,670	39,935	41,095	390,979
管理費用 (維持管理の10%)	1,630	2,154	2,494	2,997	3,264	3,339	3,576	3,808	3,868	3,867	3,994	4,110	39,101
合計	21,289	35,999	37,759	44,156	47,328	43,082	46,760	49,845	56,719	53,581	56,942	57,587	551,047
投資	3,355	12,309	10,329	11,187	11,429	6,358	7,425	7,962	14,174	11,044	13,013	12,382	120,967
維持管理	17,934	23,690	27,430	32,969	35,899	36,724	39,335	41,883	42,545	42,537	43,929	45,205	430,080

表 57: Felipe C Puerto郡の費用

単位:1,000ペソ

項目	短期				中期				長期				合計
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
発生抑制	0	94	49	50	101	54	150	199	259	210	214	169	1,549
収集	2,090	5,302	1,936	3,542	2,420	2,420	2,420	5,148	4,664	2,420	3,542	2,420	38,324
投資	1,122	3,366	0	1,122	0	0	0	2,233	2,244	0	1,122	0	11,209
維持管理	968	1,936	1,936	2,420	2,420	2,420	2,420	2,915	2,420	2,420	2,420	2,420	27,115
リサイクル(コンポスト)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
投資	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
維持管理	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
最終処分	151	225	379	465	461	514	516	583	570	570	570	568	5,572
投資	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
維持管理	151	225	379	465	461	514	516	583	570	570	570	568	5,572
小計	2,241	5,621	2,364	4,057	2,982	2,988	3,086	5,930	5,493	3,200	4,326	3,157	45,445
投資	1,122	3,366	0	1,122	0	0	0	2,233	2,244	0	1,122	0	11,209
維持管理	1,119	2,255	2,364	2,935	2,982	2,988	3,086	3,697	3,249	3,200	3,204	3,157	34,236
管理費用 (維持管理の10%)	112	226	236	294	298	299	309	370	325	320	320	316	3,425
合計	2,353	5,847	2,600	4,351	3,280	3,287	3,395	6,300	5,818	3,520	4,646	3,473	48,870
投資	1,122	3,366	0	1,122	0	0	0	2,233	2,244	0	1,122	0	11,209
維持管理	1,231	2,481	2,600	3,229	3,280	3,287	3,395	4,067	3,574	3,520	3,524	3,473	37,661

表 58: Solidaridad郡の費用

単位:1,000ペソ

項目	短期				中期				長期				合計
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
発生抑制	0	523	344	400	810	551	1,133	1,497	2,332	1,988	2,190	2,040	13,808
収集	18,359	22,880	22,671	25,047	23,012	26,796	27,082	35,200	34,518	33,968	34,892	32,813	337,238
投資	6,710	7,832	5,236	5,236	2,233	4,125	3,003	9,713	8,602	7,128	7,128	4,125	71,071
維持管理	11,649	15,048	17,435	19,811	20,779	22,671	24,079	25,487	25,916	26,840	27,764	28,688	266,167
リサイクル(コンポスト)	0	0	1,606	561	1,474	1,474	2,035	2,035	3,300	4,213	4,070	4,422	25,190
投資	0	0	1,045	0	704	352	704	352	1,045	1,749	1,045	1,045	8,041
維持管理	0	0	561	561	770	1,122	1,331	1,683	2,255	2,464	3,025	3,377	17,149
最終処分	7,090	8,811	10,029	11,296	11,922	12,630	13,322	19,808	13,922	14,321	14,695	19,550	157,396
投資	0	0	0	0	0	0	0	6,006	0	0	0	4,505	10,511
維持管理	7,090	8,811	10,029	11,296	11,922	12,630	13,322	13,802	13,922	14,321	14,695	15,045	146,885
小計	25,449	32,214	34,650	37,304	37,218	41,451	43,572	58,540	54,072	54,490	55,847	58,825	533,632
投資	6,710	7,832	6,281	5,236	2,937	4,477	3,707	16,071	9,647	8,877	8,173	9,675	89,623
維持管理	18,739	24,382	28,369	32,068	34,281	36,974	39,865	42,469	44,425	45,613	47,674	49,150	444,009
管理費用 (維持管理の10%)	1,874	2,438	2,837	3,207	3,428	3,697	3,987	4,247	4,443	4,561	4,767	4,915	44,401
合計	27,323	34,652	37,487	40,511	40,646	45,148	47,559	62,787	58,515	59,051	60,614	63,740	578,033
投資	6,710	7,832	6,281	5,236	2,937	4,477	3,707	16,071	9,647	8,877	8,173	9,675	89,623
維持管理	20,613	26,820	31,206	35,275	37,709	40,671	43,852	46,716	48,868	50,174	52,441	54,065	488,410

3.4.3.6 財務分析

a シナリオ

財務分析は、各郡及び調査対象地域全域について以下に示す3種類の毎月のごみ料金を仮定して実施した。

シナリオ1: 家庭系30ペソ/月、事業系100ペソ/月

シナリオ2: 家庭系40ペソ/月、事業系150ペソ/月

シナリオ3: 家庭系50ペソ/月、事業系200ペソ/月

また、料金の徴収率は年々増加するものと仮定した。

b 分析結果

b.1 Othón P Blanco郡

料金を家庭系では50ペソ/月、事業系では200ペソ/月(シナリオ3)として、事業所数は世帯数の15%とした。料金徴収率を漸増し、2009年以降は90%とした。この場合、都市固形廃棄物管理は会計面で自立可能であり、その際の財務的内部収益率(FIRR)は18.9%であった。

b.2 Felipe Carrillo Puerto郡

料金を家庭系では40ペソ/月、事業系では150ペソ/月(シナリオ2)として、事業所数は世帯数の15%とした。料金徴収率を漸増し、2009年以降は90%とした。この場合、都市固形廃棄物管理は会計面で自立可能であり、その際の財務的内部収益率(FIRR)は37.4%(事業系を100ペソ/月とした場合には10.7%)であった。

b.3 Solidaridad郡

料金を家庭系では50ペソ/月、事業系では200ペソ/月(シナリオ3)として、事業所数は世帯数の15%とした。料金徴収率を漸増し、2009年以降は90%とした。この場合、都市固形廃棄物管理は会計面で自立可能であり、その際の財務的内部収益率(FIRR)は11.4%であった。

b.4 調査対象地域全域

料金を家庭系では50ペソ/月、事業系では200ペソ/月(シナリオ3)として、事業所数は世帯数の15%とした。料金徴収率を漸増し、2009年以降は90%とした。この場合、都市固形廃棄物管理は会計面で自立可能であり、その際の財務的内部収益率(FIRR)は18.1%であった。

c 財務の自立性

前述のように、提案されたマスタープランは財務的に自立可能であり、事業運営に一般財源を充てるか否かは前述の結果を考慮して政策面と管理面に配慮して決定する必要がある。財務分析は、基本的なごみ料金の設定は低いものの、全てのごみ排出者に料金の支払いを課すものと仮定した。もし、一般財源を利用するとしてもマスタープランを実施しない場合のように全てをこれに頼るのでなく、想定された料金収入と費用との差を補填するに留めるべきである。この場合、都市固形廃棄物管理に係る財務の自立性はマスタープランが実施されなかった場合に比べて改善される。

3.4.3.7 都市固形廃棄物マスタープランの概要

ここでは、前述の都市固形廃棄物マスタープランを取りまとめてその概要を以下に示す。

表 59: マスタープランの概要(全体)

項目	単位	現状	短期					中期				長期			
		2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
1. 人口															
人口		333,328	364,986	431,638	468,473	505,308	543,476	581,644	619,811	648,326	676,841	705,356	733,871	762,386	
世帯数		78,615	86,082	101,801	110,489	119,176	128,178	137,180	146,182	152,907	159,632	166,358	173,083	179,808	
2. ごみ量															
1) 発生源															
発生量	ton/日	426.1	465.5	539.7	583.4	627.7	673.8	720.4	767.5	802.6	838.1	873.5	909.6	945.7	
発生抑制	ton/日	0	0	10.9	17.5	25	40.5	50.5	61.5	72.2	100.6	113.5	127.3	141.9	
自家処理	ton/日	106.2	124.3	100.9	71.3	26.7	26.9	20.5	17.3	9.9	9.8	9.8	9.9	10	
排出	ton/日	319.9	341.2	427.9	494.6	576	606.4	649.4	688.7	720.5	727.7	750.2	772.4	793.8	
2) 収集															
混合ごみ	ton/日	319.9	341.2	427.9	489.7	565.3	589.1	624.5	655.5	678.6	676.7	689.3	701	711.1	
庭ごみ	ton/日	0	0	0	4.9	10.7	17.3	24.9	33.2	41.9	51	60.9	71.4	82.7	
3) 処分															
処分量	ton/日	319.9	341.2	427.9	490.3	566.4	590.8	627	658.8	682.7	681.9	695.5	708.1	719.3	
3. 減量化率	%	0	0	2	4	6	9	10	12	14	18	20	22	24	
発生抑制率	%	0	0	2	3	4	6	7	8	9	12	13	14	15	
リサイクル率	%	0	0	0	1	2	3	3	4	5	6	7	8	9	
4. 技術システム															
1) 発生抑制															
実施率(家庭系)	%	0%	0%	11%	16%	21%	32%	37%	43%	48%	64%	69%	75%	80%	
実施世帯数	-	0	10,860	17,679	25,424	41,018	51,214	62,370	73,395	102,166	115,341	129,236	143,848		
ごみ容器購入数	-	0	10,860	6,819	7,745	15,594	10,196	22,016	28,704	43,335	36,514	39,685	35,964		
2) 収集															
収集率	%	75	73	81	87	96	96	97	98	99	99	99	99	99	
必要収集車両数(コンパクト)	台	-	47	64	70	81	86	89	93	97	96	97	98	100	
必要収集車両数(ダンプ)	台	-	0	0	3	4	4	6	7	10	11	12	14	16	
コンパクト購入台数	台	-	10	21	10	15	10	8	8	14	20	11	16	12	
ダンプ購入台数	台	-	0	0	3	1	0	2	1	3	1	4	3	2	
3) リサイクル(コンポスト)															
ホイルローダー必要台数	台	-	0	0	3	3	4	4	6	6	7	9	11	11	
破砕機必要台数	台	-	0	0	3	3	3	4	4	6	7	7	9	11	
ホイルローダー購入台数	台	-	0	0	3	0	1	0	2	0	1	5	2	1	
破砕機購入台数	台	-	0	0	3	0	0	1	0	2	1	3	2	2	
4) 最終処分															
最終処分水準			集落人口規模により異なる												
5. 費用															合計
発生抑制	1,000ペソ	-	0	1,193	749	852	1,716	1,121	2,421	3,156	4,768	4,017	4,366	3,957	28,316
収集率	1,000ペソ	-	34,001	54,560	48,763	58,608	54,670	56,298	57,915	69,421	74,547	67,694	73,876	70,477	720,830
リサイクル(コンポスト)	1,000ペソ	-	0	4,818	1,683	2,596	2,596	4,070	4,070	4,983	8,899	7,579	7,579	8,873	
最終処分	1,000ペソ	-	13,348	15,927	17,949	21,377	25,282	24,167	25,436	33,861	28,118	26,794	27,300	33,446	293,004
小計	1,000ペソ	-	47,349	71,680	72,279	82,520	84,264	84,182	89,842	110,508	112,416	107,404	113,121	115,459	1,091,023
管理費用	1,000ペソ	-	3,616	4,818	5,567	6,498	6,990	7,335	7,872	8,425	8,636	8,748	9,081	9,341	86,927
合計	1,000ペソ	-	50,965	76,498	77,846	89,018	91,254	91,517	97,714	118,933	121,052	116,152	122,202	124,800	1,177,950
6. 収入(1)															
家庭系	1,000ペソ	-	5,165	18,324	33,147	50,054	65,371	74,077	78,938	82,570	86,201	89,833	93,465	97,096	774,241
事業系	1,000ペソ	-	21,693	29,319	35,799	38,613	41,530	44,446	47,363	49,542	51,721	53,900	56,079	58,258	528,263
その他	1,000ペソ	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合計	1,000ペソ	-	26,858	47,643	68,946	88,667	106,901	118,523	126,301	132,112	137,922	143,733	149,544	155,354	1,302,504
7. 収支															
収支	1000ペソ		-24,107	-28,855	-8,900	-0,351	15,646	27,007	28,587	13,180	16,870	27,580	27,342	30,554	124,553

注記:(1) 料金は家庭系50ペソ/月、事業系200ペソ/月と仮定

表 60: マスタープランの概要(Othón P Blanco郡)

項目	単位	現状	短期					中期				長期			
		2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
1. 人口															
人口		170,538	189,359	208,179	224,676	241,173	257,670	274,167	290,664	300,821	310,978	321,135	331,292	341,449	
世帯数		40,221	44,660	49,099	52,990	56,880	60,771	64,662	68,553	70,948	73,344	75,739	78,135	80,530	
2. ごみ量															
1) 発生源															
発生量	ton/日	208.4	229.1	250	268.5	287	306	325.1	344.2	356.3	368.7	380.9	393.6	406.1	
発生抑制	ton/日	0	0	5	8	11.5	18.4	22.8	27.6	32	44.3	49.4	55	61	
自家処理	ton/日	58.3	77	55.8	40.5	14.4	14.8	10.8	7.5	4.1	4.1	4.2	4.3	4.4	
排出	ton/日	150.1	152.1	189.2	220	261.1	272.8	291.5	309.1	320.2	320.3	327.3	334.3	340.7	
2) 収集															
混合ごみ	ton/日	150.1	152.1	189.2	217.8	256.4	265.2	280.7	294.8	302.4	298.9	302.1	305.1	307.2	
庭ごみ	ton/日	0	0	0	2.2	4.7	7.6	10.8	14.3	17.8	21.4	25.2	29.2	33.5	
3) 処分															
処分量	ton/日	150.1	152.1	189.2	218.1	256.9	265.9	281.8	296.2	304.1	301.1	304.7	308	310.5	
3. 減量化率	%	0	0	2	4	6	8	10	12	14	18	20	21	23	
発生抑制率	%	0	0	2	3	4	6	7	8	9	12	13	14	15	
リサイクル率	%	0	0	0	1	2	2	3	4	5	6	7	7	8	
4. 技術システム															
1) 発生抑制															
実施率(家庭系)	%	0%	0%	11%	16%	21%	32%	37%	43%	48%	64%	69%	75%	80%	
実施世帯数	-	0	5,238	8,478	12,135	19,448	24,141	29,249	34,055	46,941	52,512	58,341	64,425		
ごみ容器購入数	-	0	5,238	3,240	3,657	7,313	4,693	10,346	13,284	19,783	16,541	17,835	15,885		
2) 収集															
収集率	%	72	66	77	84	95	95	96	98	99	99	99	99	99	
必要収集車両数(コンパクト)	台	-	21	29	31	37	40	40	42	43	43	43	43	44	
必要収集車両数(ダンプ)	台	-	0	0	2	2	2	3	3	5	5	5	6	7	
コンパクター購入台数	台	-	3	11	6	10	8	5	6	4	11	6	10	9	
ダンプ購入台数	台	-	0	0	2	0	0	1	0	2	0	2	1	1	
3) リサイクル(コンポスト)															
ホイローダー必要台数	台	-	0	0	2	2	2	2	3	3	3	4	5	5	
破砕機必要台数	台	-	0	0	2	2	2	2	3	3	3	4	5	5	
ホイローダー購入台数	台	-	0	0	2	0	0	0	1	0	0	3	1	0	
破砕機購入台数	台	-	0	0	2	0	0	0	0	1	0	2	1	1	
4) 最終処分															
最終処分水準			集落人口規模により異なる												
5. 費用															合計
発生抑制	1,000ペソ	-	0	576	356	402	805	516	1,138	1,460	2,177	1,819	1,962	1,748	12,959
収集率	1,000ペソ	-	13,552	26,378	24,156	30,019	29,238	27,082	28,413	29,073	35,365	31,306	35,442	35,244	345,268
リサイクル(コンポスト)	1,000ペソ	-	0	0	3,212	1,122	1,122	1,122	2,035	2,035	1,683	4,686	3,509	3,157	23,683
最終処分	1,000ペソ	-	6,107	6,891	7,541	9,616	12,899	11,023	11,598	13,469	13,626	11,903	12,035	13,328	130,036
小計	1,000ペソ	-	19,659	33,845	35,265	41,159	44,064	39,743	43,184	46,037	52,851	49,714	52,948	53,477	511,946
管理費用	1,000ペソ	-	1,630	2,154	2,494	2,997	3,264	3,339	3,576	3,808	3,868	3,867	3,994	4,110	39,101
合計	1,000ペソ	-	21,289	35,999	37,759	44,156	47,328	43,082	46,760	49,845	56,719	53,581	56,942	57,587	551,047
6. 収入(2)															
家庭系	1,000ペソ	-	2,680	8,838	15,897	23,890	30,993	34,917	37,019	38,312	39,606	40,899	42,193	43,486	358,730
事業系	1,000ペソ	-	11,254	14,141	17,169	18,429	19,690	20,950	22,211	22,987	23,763	24,539	25,316	26,092	246,541
その他	1,000ペソ	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合計	1,000ペソ	-	13,934	22,979	33,066	42,319	50,683	55,867	59,230	61,299	63,369	65,438	67,509	69,578	605,271
7. 収支															
収支	1000ペソ		-7,355	-13,020	-4,693	-1,837	3,355	12,785	12,470	11,454	6,650	11,857	10,567	11,991	54,224

注記:(2) 料金は家庭系50ペソ/月、事業系200ペソ/月と仮定

表 61: マスタープランの概要(Felipe Carrillo Puerto郡)

項目	単位	現状	短期				中期				長期				
		2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
1. 人口															
人口		33,025	33,630	34,232	34,699	35,166	35,633	36,100	36,568	36,909	37,250	37,591	37,932	38,273	
世帯数		7,789	7,932	8,074	8,184	8,294	8,404	8,514	8,625	8,705	8,785	8,866	8,946	9,027	
2. ごみ量															
1) 発生源															
発生量	ton/日	37.1	37.9	38.6	39.1	39.9	40.4	41.1	41.8	42.3	42.7	43.2	43.7	44	
発生抑制	ton/日	0	0	0.8	1.2	1.5	2.4	2.9	3.4	3.8	5.1	5.7	6.2	6.6	
自家処理	ton/日	26.3	25.4	19.1	16.4	11.5	11.3	8.9	9	5.2	5.1	5	5	5	
排出	ton/日	10.8	12.5	18.7	21.5	26.9	26.7	29.3	29.4	33.3	32.5	32.5	32.5	32.4	
2) 収集															
混合ごみ	ton/日	10.8	12.5	18.7	21.5	26.9	26.7	29.3	29.4	33.3	32.5	32.5	32.5	32.4	
庭ごみ	ton/日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3) 処分															
処分量	ton/日	10.8	12.5	18.7	21.5	26.9	26.7	29.3	29.4	33.3	32.5	32.5	32.5	32.4	
3. 減量化率	%	0	0	2	3	4	6	7	8	9	12	13	14	15	
発生抑制率	%	0	0	2	3	4	6	7	8	9	12	13	14	15	
リサイクル率	%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4. 技術システム															
1) 発生抑制															
実施率(家庭系)	%	0%	0%	11%	16%	21%	32%	37%	43%	48%	64%	69%	75%	80%	
実施世帯数		-	0	862	1,310	1,769	2,689	3,178	3,679	4,178	5,623	6,147	6,680	7,222	
ごみ容器購入数		-	0	862	448	459	920	489	1,363	1,809	2,352	1,903	1,942	1,532	
2) 収集															
収集率	%	29	33	49	57	70	70	77	77	86	86	87	87	87	
必要収集車両数(コンパクタ)	台	-	2	4	4	5	5	5	5	6	5	5	5	5	
必要収集車両数(ダンプ)	台	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
コンパクター購入台数	台	-	1	3	0	1	0	0	0	2	2	0	1	0	
ダンプ購入台数	台	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3) リサイクル(コンポスト)															
ホイローダー必要台数	台	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
破砕機必要台数	台	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
ホイローダー購入台数	台	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
破砕機購入台数	台	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4) 最終処分															
最終処分水準			集落人口規模により異なる												
5. 費用															合計
発生抑制	1,000ペソ	-	0	94	49	50	101	54	150	199	259	210	214	169	1,549
収集率	1,000ペソ	-	2,090	5,302	1,936	3,542	2,420	2,420	2,420	5,148	4,664	2,420	3,542	2,420	38,324
リサイクル(コンポスト)	1,000ペソ	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
最終処分	1,000ペソ	-	151	225	379	465	461	514	516	583	570	570	570	568	5,572
小計	1,000ペソ	-	2,241	5,621	2,364	4,057	2,982	2,988	3,086	5,930	5,493	3,200	4,326	3,157	45,445
管理費用	1,000ペソ	-	112	226	236	294	298	299	309	370	325	320	320	316	3,425
合計	1,000ペソ	-	2,353	5,847	2,600	4,351	3,280	3,287	3,395	6,300	5,818	3,520	4,646	3,473	48,870
6. 収入(3)															
家庭系	1,000ペソ	-	0,381	1,163	1,964	2,787	3,429	3,678	3,726	3,761	3,795	3,830	3,865	3,900	36,279
事業系	1,000ペソ	-	1,499	1,744	1,989	2,015	2,042	2,069	2,096	2,115	2,135	2,154	2,174	2,194	24,226
その他	1,000ペソ	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
合計	1,000ペソ	-	1,880	2,907	3,953	4,802	5,471	5,747	5,822	5,876	5,930	5,984	6,039	6,094	60,505
7. 収支															
収支	1000ペソ		-0.473	-2.940	1.353	0.451	2.191	2.460	2.427	-0.424	0.112	2.464	1.393	2.621	11.635

注記:(3) 料金は家庭系40ペソ/月、事業系150ペソ/月と仮定

表 62: マスタープランの概要(Solidaridad郡)

項目	単位	現状	短期					中期				長期			
		2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
1. 人口															
人口	nos.	129,765	141,997	189,227	209,098	228,969	250,173	271,377	292,579	310,596	328,613	346,630	364,647	382,664	
世帯数	nos.	30,605	33,490	44,629	49,316	54,002	59,003	64,004	69,004	73,254	77,503	81,752	86,002	90,251	
2. ごみ量															
1) 発生源															
発生量	ton/day	180.6	198.5	251.1	275.8	300.8	327.4	354.2	381.5	404	426.7	449.4	472.3	495.6	
発生抑制	ton/day	0	0	5.1	8.3	12	19.7	24.8	30.5	36.4	51.2	58.4	66.1	74.3	
自家処理	ton/day	21.6	21.9	26	14.4	0.8	0.8	0.8	0.8	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	
排出	ton/day	159	176.6	220	253.1	288	306.9	328.6	350.2	367	374.9	390.4	405.6	420.7	
2) 収集															
混合ごみ	ton/day	159	176.6	220	250.4	282	297.2	314.5	331.3	342.9	345.3	354.7	363.4	371.5	
庭ごみ	ton/day	0	0	0	2.7	6	9.7	14.1	18.9	24.1	29.6	35.7	42.2	49.2	
3) 処分															
処分量	ton/day	159	176.6	220	250.7	282.6	298.2	315.9	333.2	345.3	348.3	358.3	367.6	376.4	
3. 減量化率															
減量化率	%	0	0	2	4	6	9	11	13	15	19	21	23	25	
発生抑制率	%	0	0	2	3	4	6	7	8	9	12	13	14	15	
リサイクル率	%	0	0	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
4. 技術システム															
1) 発生抑制															
実施率(家庭系)	%	0%	0%	11%	16%	21%	32%	37%	43%	48%	64%	69%	75%	80%	
実施世帯数	nos.	-	0	4,760	7,891	11,520	18,881	23,895	29,442	35,162	49,602	56,682	64,215	72,201	
ごみ容器購入数	nos.	-	0	4,760	3,131	3,629	7,361	5,014	10,307	13,611	21,200	18,070	19,908	18,547	
2) 収集															
収集率	%	88	89	89	95	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
必要収集車両数(コンパクト)	nos.	-	24	31	35	39	41	44	46	48	48	49	50	51	
必要収集車両数(ダンプ)	nos.	-	0	0	1	2	2	3	4	5	6	7	8	9	
コンパクト購入台数	nos.	-	6	7	4	4	2	3	2	8	7	5	5	3	
ダンプ購入台数	nos.	-	0	0	1	1	0	1	1	1	1	2	2	1	
3) リサイクル(コンポスト)															
ホイルローダー必要台数	nos.	-	0	0	1	1	2	2	3	3	4	5	6	6	
破砕機必要台数	nos.	-	0	0	1	1	1	2	2	3	4	4	5	6	
ホイルローダー購入台数	nos.	-	0	0	1	0	1	0	1	0	1	2	1	1	
破砕機購入台数	nos.	-	0	0	1	0	0	1	0	1	1	1	1	1	
4) 最終処分															
最終処分水準			集落人口規模により異なる												
5. 費用															
発生抑制	1000pesos	-	0	523	344	400	810	551	1,133	1,497	2,332	1,988	2,190	2,040	13,808
収集率	1000pesos	-	18,359	22,880	22,671	25,047	23,012	26,796	27,082	35,200	34,518	33,968	34,892	32,813	337,238
リサイクル(コンポスト)	1000pesos	-	0	0	1,606	561	1,474	1,474	2,035	2,035	3,300	4,213	4,070	4,422	25,190
最終処分	1000pesos	-	7,090	8,811	10,029	11,296	11,922	12,630	13,322	19,808	13,922	14,321	14,695	19,550	157,396
小計	1000pesos	-	25,449	32,214	34,650	37,304	37,218	41,451	43,572	58,540	54,072	54,490	55,847	58,825	533,632
管理費用	1000pesos	-	1,874	2,438	2,837	3,207	3,428	3,697	3,987	4,247	4,443	4,561	4,767	4,915	44,401
合計	1000pesos	-	27,323	34,652	37,487	40,511	40,646	45,148	47,559	62,787	58,515	59,051	60,614	63,740	578,033
6. 収入(4)															
家庭系	1000pesos	-	2,009	8,033	14,795	22,681	30,092	34,562	37,262	39,557	41,852	44,146	46,441	48,736	370,166
事業系	1000pesos	-	8,439	12,853	15,978	17,497	19,117	20,737	22,357	23,734	25,111	26,488	27,865	29,241	249,417
その他	1000pesos	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
合計	1000pesos	-	10,448	20,886	30,773	40,178	49,209	55,299	59,619	63,291	66,963	70,634	74,306	77,977	619,583
7. 収支															
収支	1000pesos		-16,875	-13,766	-6,714	-0,333	8,563	10,151	12,060	0,504	8,448	11,583	13,692	14,237	41,550

注記:(4) 料金は家庭系50ペソ/月、事業系200ペソ/月と仮定

3.4.3.8 事業実施計画

マスタープランの事業実施計画を下表に示す。

表 63: フェーズ1(2004~2007年)の事業実施計画

項目	Othón P Blanco郡	Felipe C Puerto郡	Solidaridad郡
1. 基本戦略	<ul style="list-style-type: none"> 都市域に重点を置く 		
2. 技術システム			
1) 発生抑制	<ul style="list-style-type: none"> 全ての都市域でバックヤードコンポストを開始 		
2) 収集運搬	<ul style="list-style-type: none"> 収集区域の拡大 収集業務の改善 		
3) 中間処理	1及び5番の都市グループで剪定枝のコンポスト化を開始	無し	9番の都市グループで剪定枝のコンポスト化を開始
4) 最終処分	<ul style="list-style-type: none"> 都市グループ1番で衛生埋立処分場の建設 都市グループ2番で処分場を囲い込み投棄に改善 都市グループ4番で処分場を囲い込み投棄に改善 都市グループ5番で処分場をtガス管理型処分に改善 	<ul style="list-style-type: none"> 都市グループ6番で処分場を囲い込み投棄に改善 	<ul style="list-style-type: none"> 既存の処分場を運営
3. 管理システム			
1) 計画と維持管理	<ul style="list-style-type: none"> M/Pに基づく計画策定と管理の実施 マニュアルの遵守及びモデルプロジェクトの結果を実務に反映させる 		
2) 財務と経営	<ul style="list-style-type: none"> 収入の改善の開始 		
3) 管理	<ul style="list-style-type: none"> SEDUMA内に管理に特化した部署を設置 各郡の都市固形廃棄物管理組織の再構築 		
4) モニタリング	<ul style="list-style-type: none"> 都市固形廃棄物管理指標に基づくモニタリングの開始 		
4. 組織制度システム	<ul style="list-style-type: none"> 都市固形廃棄物管理に関する包括的な情報システムの構築 都市固形廃棄物管理に関する郡条例の制定 		
5. 官民協働	<ul style="list-style-type: none"> 既存の官民協働状況の見直し 必要に応じて官民協働のルール策定を行う 		
6. 住民参加	<ul style="list-style-type: none"> 発生抑制に関する住民教育の開始 		
7. 新規の都市開発区域	<ul style="list-style-type: none"> コスタ・マヤ地区における新しい都市固形廃棄物管理システムの創設 	無し	無し

表 64: フェーズ2(2008～2011年)の事業実施計画

項目	Othón P Blanco郡	Felipe C Puerto郡	Solidaridad郡
1. 基本戦略	● 都市域に重点を置く		
2. 技術システム			
1) 発生抑制	● 全ての都市グループにバックヤードコンポストを普及		
2) 収集運搬	● 収集区域の継続的拡大 ● 収集業務の継続的改善		
3) 中間処理	● 1及び5番の都市グループで剪定枝のコンポスト化の拡大	無し	● 9番の都市グループで剪定枝のコンポスト化の拡大
4) 最終処分	● 都市グループ1番で衛生埋立処分場の運営開始 ● 都市グループ5番で衛生埋立処分場の建設及び運営開始	● 最初処分場の運営の継続	● 都市グループ9番で衛生埋立処分場の建設及び運営
3. 管理システム			
1) 計画と維持管理	● M/Pに基づく計画策定と管理の実施 ● マニュアルの遵守及びモデルプロジェクトの結果を実務に反映させる		
2) 財務と経営	● 収入の改善の継続		
3) 管理	● SEDUMAの管理に特化した部署の運営 ● 再構築された各郡の都市固形廃棄物管理組織の運営		
4) モニタリング	● 都市固形廃棄物管理指標に基づくモニタリングの継続		
4. 組織制度システム	● 都市固形廃棄物管理に関する包括的な情報システムの運営 ● 都市固形廃棄物管理に関する郡条例に基づく管理監督		
5. 官民協働	● 既存の官民協働状況の見直し ● 必要に応じて官民協働のルールを策定を行う		
6. 住民参加	● 発生抑制に関する住民教育の継続		
7. 新規の都市開発区域	● コスタ・マヤ地区における都市固形廃棄物管理システムを安定的運営	無し	無し

表 65: フェーズ3(2012～2015年)の事業実施計画

項目	Othón P Blanco郡	Felipe C Puerto郡	Solidaridad郡
1. 基本戦略	● 都市域に重点を置く		
2. 技術システム			
1) 発生抑制	● 全ての都市グループにバックヤードコンポストを普及		
2) 収集運搬	● 収集区域の継続的拡大 ● 収集業務の継続的改善		
3) 中間処理	● 1及び5番の都市グループで剪定枝のコンポスト化の拡大	無し	● 9番の都市グループで剪定枝のコンポスト化の拡大
4) 最終処分	● 最終処分場の運営の継続		
3. 管理システム			
1) 計画と維持管理	● M/Pに基づく計画策定と管理の実施 ● マニュアルの遵守及びモデルプロジェクトの結果を実務に反映させる		
2) 財務と経営	● 収入の改善の継続		
3) 管理	● SEDUMAの管理に特化した部署の運営 ● 再構築された各郡の都市固形廃棄物管理組織の運営		
4) モニタリング	● 都市固形廃棄物管理指標に基づくモニタリングの継続		
4. 組織制度システム	● 都市固形廃棄物管理に関する包括的な情報システムの運営 ● 都市固形廃棄物管理に関する郡条例に基づく管理監督		
5. 官民協働	● 既存の官民協働状況の見直し ● 必要に応じて官民協働のルールを策定を行う		
6. 住民参加	● 発生抑制に関する住民教育の継続		
7. 新規の都市開発区域	● コスタ・マヤ地区における都市固形廃棄物管理システムを安定的運営	無し	無し

3.4.4 マスタープランの評価

3.4.4.1 経済評価

a 評価の概念

調査対象地域の課題は、豊かな沿岸環境の保全と観光開発をバランスさせながら、持続可能な発展を図ることである。ユカタン半島のカルストという特異な地質条件により、不適切な生活排水管理と都市固形廃棄物管理は深刻な地下水汚染を招き、ひいては沿岸環境の破壊を招く。このように沿岸環境が一度破壊されれば、観光産業、多様な生物種、唯一の飲料水源である地下水、そして人々の健康に深刻な悪影響を与えることとなる。マスタープランの実施がもたらすと期待される便益は、これら悪影響を防ぐことである。経済評価では、マスタープランを実施した場合としない場合の差額である増分費用と期待される便益とを比較分析した。

b 費用

マスタープランの実施に伴う増分費用は生活排水管理分野で約3,304百万ペソ、都市固形廃棄物管理分野で約441百万ペソ、合計3,745百万ペソとなる。

表 66: マスタープランの実施に伴う増加費用

単位:百万ペソ

年次	生活排水管理	都市固形廃棄物管理	合計
2004	175	14	189
2005	481	32	513
2006	120	29	149
2007	529	37	566
2008	274	35	309
2009	414	31	445
2010	290	33	323
2011	206	51	257
2012	196	49	245
2013	187	42	229
2014	211	44	255
2015	221	44	265
Total	3,304	441	3,745

c 便益

マスタープランの目的は生活排水と都市固形廃棄物の不適切な管理から調査対象地域の地下水と沿岸水環境を守ることであり、期待される便益は以下のとおり。

- 1) 観光地としての魅力の維持: 環境破壊による観光産業に対する負のインパクトの防止
- 2) 多様な生物の保全: 将来、医薬品や食料として利用可能な資源の損失を避ける
- 3) 飲料水源の保護: 地下水浄水費用の削減と水由来の疾病発生の防止

d 観光収入の定量的経済評価

水質汚染や観光破壊がどの程度観光収入を押し下げるかについて理論的なセオリーは確立されていないが、観光地がそのイメージを一度損なえば繁栄出来ないことは明らかである。キンタナロー州には多くのマヤ文明の遺跡があり、観光客を惹きつけている。しかし、当地の最大の魅力は豊かな地下水に育まれている白い砂浜やトルコイズブルーの海である。よって、地下水と海域の汚染によって引き起こされる沿岸環境の破壊が、深刻な観光収入の低下をもたらすと考えることは妥当であろう。

経済評価ではマスタープランが実施されない場合に、水質汚染や環境破壊によって2006年以降、毎年観光客の伸び率が予測伸び率に比して1%ずつ減少し2015年では10%減少すると仮定した。

マスタープランが実施された場合とされない場合の観光収入の差がマスタープランの実施によってもたらせられる便益と考え、2015年における便益は約10,529百万ペソと予測された(下表参照)。また、下表に示すようにマスタープランの純現在価値額(NPV)は2,545百万ペソ、費用便益比率(B/C)は2.06、経済的内部収益率(EIRR)は39.00%と見積もられた。

表 67: マスタープランの定量的経済評価結果

単位:百万ペソ

年次	便益	費用	収支	割引率10%の場合		
				便益	費用	便益-費用
2004	0	189	-189	0	189	-189
2005	0	513	-513	0	466	-655
2006	151	149	2	125	123	-653
2007	317	566	-249	238	425	-840
2008	497	309	188	339	211	-712
2009	691	445	246	429	276	-559
2010	897	323	574	506	182	-235
2011	1,115	257	858	572	132	205
2012	1,344	245	1,099	627	114	718
2013	1,584	229	1,355	672	97	1,293
2014	1,836	255	1,581	708	98	1,903
2015	2,097	265	1,832	735	93	2,545
合計	10,529	3,745	6,784	4,951	2,406	
				NPV=	2,545	
				B/C=	2.06	
				IRR=	39.00%	

また、観光客の伸び率の減少が0.5%/年変化した場合の感度分析結果を下表に示す。減少率が0.5%/年の場合でもマスタープランの純現在価値額(NPV)は68百万ペソ、費用便益(B/C)は1.03、経済的内部収益率(EIRR)は10.87%と見積もられた。

表 68: 0.5%変化した場合の感度分析結果

項目	Case 1(-0.5%)	Case 2(-1.0%)	Case 3(-1.5%)
NPV (百万ペソ)	68	2,545	5,020
B/C	1.03	2.06	3.09
IRR	10.87%	39.00%	50.68%

e 結論

マスタープランの実施は観光収入という経済的なロスを防止出来るばかりでなく、多様な生物の保全や住民の健康被害を防止する。これらを考慮に入ればマスタープランの費用に比べて非常に大きな便益があり、マスタープランの実施は経済的に妥当であると評価出来る。

表 69: マスタープランの経済評価の概要

番号	便益	評価
1	観光地としての魅力の維持：環境破壊による観光産業に対する負のインパクトの防止	観光産業は調査対象地域のみならず国レベルの経済にとっても重要である。M/Pは環境破壊による負の影響を避けることが出来る。定量的な経済評価結果はNPV=2,545 百万ペソ, B/C=2.06, IRR=39.00%
2	多様な生物の保全：将来医薬品や食料として利用可能な資源の損失を避ける	調査対象地域は特異な水性環境や種々の生態系などの生物多様性に富んでおり、M/Pの実施はこれら多様な生物の保全に貢献する。
3	飲料水源の保護：地下水浄水費用の削減と水系感染症発生の防止	ユカタン半島の水系感染症の発症率は全国平均に比べて高く、これは飲料水の汚染に起因していると考えられる。これらの疾病による経済的な損失は大きい。M/Pの実施によってこれらのを避けることが可能となる。

3.4.4.2 総合評価

マスタープランの目的は、調査対象地域内の地下水及び沿岸水環境の保全である。地下水汚染やこれらの環境破壊は観光収入の減少、医療費用の増大、雇用機会の減少及び多様な生物の減少などを招く結果となる。これらのことによる経済的損失はマスタープランの実施に要する費用に比較して非常に大きい。従って、マスタープランの実施は経済的に妥当である。

生活排水管理マスタープランは、現在のCAPAの料金制度に基づけば財務的に実行可能である。しかし、Othón P Blanco郡及びFelipe C Puerto郡を個々に見た場合には困難があるが、3郡を全体として捕らえれば生活排水管理マスタープランは財務的に妥当である。

調査対象地域内のごみ料金は、Solidaridad郡を除いて適切に課金されていない。都市固形廃棄物管理マスタープランはごみ料金の改定という政治的判断を行えば財務面からは実行可能となる。

マスタープランの実施は住民と観光客の健康保護に貢献し、調査対象地域の唯一の飲料水源である地下水の保全につながる。また、マスタープランは世界的にも貴重な生態系の保全に貢献出来る。

CAPAは調査対象地域の生活排水管理を担当している組織であり、マスタープランを実施するための技術面での能力を備えている。一方、都市固形廃棄物管理を担当する各郡はモデルプロジェクトの実施によってマスタープランを実施する能力と知識が備わった。

そのため、技術面からはマスタープランの実施は可能と判断でき、組織面ではマスタープランの実施に伴ってその能力が備わるものと考えられる。

以上のように総合的にマスタープランは実行可能である判断できる。そして、マスタープランの実施は調査対象地域の将来の持続可能な発展の礎となると判断される。

3.5 地下水管理に係る提言

本調査は、メキシコ政府と日本政府の合意した本調査に係るS/Wにて、生活排水管理及び都市固形廃棄物管理に焦点を絞ったものである。しかし、調査対象地域の地質的特徴から生活排水管理及び都市固形廃棄物管理は地下水管理と密接に関連しているため、ここでは地下水管理にかかる提言を取りまとめた。

3.5.1 リスクアセスメントと目標の設定

地下水開発と利用は多くの場合、社会経済状況を背景に特定の目的に沿ってなされるが、一般的には目的に適合する最高の水質の水を最小費用で手に入れることを目的としている。

ユカタン半島の地下水の特性と増大する観光客により、将来の地下水の状況は危機的な状況となる。現状評価により明らかとなったリスクとそれらリスクを回避するための目標を以下に示す。

- リスク1 : 過剰揚水による塩水化
- リスク2 : 生活排水、動物のし尿、肥料、農薬等による地下水汚染
- 目標 1 : 永続揚水可能量の評価にも基づく揚水量管理
- 目標 2 : 生活系、産業系、農業計等の汚染から地下水を保全する

3.5.2 戦略

目標達成のための戦略を以下に示す

- 戦略1: 地下水管理データベースの構築
- 戦略2: 地下水モニタリング網の整備
- 戦略3: 注入井戸に関する設計、施工及び維持管理基準の確立

3.5.3 対策案

前述の戦略に基づく対策案を下表に示す。

表 70: 地下水管理に関する対策案

戦略	対策案
地下水管理データベースの構築	<p>地下水管理データベースは地下水源管理の計画、実施、モニタリング及び評価に必要不可欠であるのでこれの構築を行う。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 既存井戸のデータ収集 <ul style="list-style-type: none"> ● 井戸掘削会社及びユーザーからのデータ収集 ● 井戸台帳の整備 2) 関係資料の収集並びに地理情報システム(GIS)の構築 <ul style="list-style-type: none"> ● 地理情報システムのための情報(自然条件、土地利用、人口、給水量、その他) ● 井戸台帳とリンクした地理情報システムの構築 3) 地理情報システムとリンクしたデータベースを利用した報告、監視、分析及び評価システムの構築 <ul style="list-style-type: none"> ● 組織制度の確立 ● データベースの維持管理(データベースのアップデート及び改良)
地下水モニタリング網の整備	<p>地下水モニタリング網は地下水の水位低下及び汚染防止のために改善と拡張を行う</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 既存井戸の自動化 <ul style="list-style-type: none"> ● 井戸の構造、水位及び水質の検討 ● 既存モニタリングステーションの自動化 ● 観測機器の定期的な維持管理 2) モニタリング網の拡大と整備 <ul style="list-style-type: none"> ● 既存の井戸データの解析 ● 剪定された既存井戸の水位測定 ● 地質状況の解析 ● 地質調査 ● モニタリング用のボーリングを実施し、地質のサンプルを拾得する ● 水質分析 ● 観測機器類の設置 ● モニタリング記録の収集及びその処理システム構築 ● モニタリング結果の年報の発行 3) モニタリング結果の評価 <ul style="list-style-type: none"> ● CNAIによる年次評価会の開催 ● 評価結果に基づく管理の指導 ● 現地調査
注入井戸に関する設計、施工及び維持管理基準の確立	<p>淡水地下水層の汚染防止のための注入井戸の設計、施工及び維持管理の技術基準の確立。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 既存の注入井戸及び井戸施工会社の調査 <ul style="list-style-type: none"> ● 選定した既存井戸の施工法、構造、注入水質及び注入量、注入記録の調査 ● 井戸施工会社の掘削機器の保有状況、井戸築造方法、材料、経験等の調査 2) 注入井戸周辺の井戸の水位及び水質のモニタリング <ul style="list-style-type: none"> ● 定期的な水位観測及び水質分析 ● データ解析 3) 技術水準の準備 <ul style="list-style-type: none"> ● 注入水の海水層内の挙動の解明 ● 現地調査及び試験注入井戸の設置 ● 注入井戸の設計標準及び施工標準確立 ● モニタリング結果に基づく維持管理標準の確立 ● CNAIによる管理運営面及び技術面の指導

4 モデルプロジェクト

調査期間中、以下の項目に重点をおいた9種のモデルプロジェクトが行われた。

- マスタープランで挙げられた施策の実証検証
- マスタープランの実施着手
- 実施機関のマスタープランへのオーナーシップ確立
- マスタープラン実施にあたって必要なシステムの設立と能力の獲得

プロジェクト実施場所を以下の図に示す。



図 6: モデルプロジェクト位置図

4.1 都市型下水処理モデルプロジェクト

4.1.1 概要

ソリダリダ郡プラジャ・デル・カルメンにて、以下の内容を含む都市型下水処理モデルプロジェクトが実施された。

1. 地質調査（電磁探査）
2. モニタリング井戸の建設
3. 地下水質解析
4. 地下水数値シミュレーション

上記調査から得られた結果をもとに、以下に結論と提言を述べる。

4.1.2 結論

a 石灰岩層の構成及び特徴

- 地下地質構造は、地表から深さ200mまでの間でU1～U3の3種類の比抵抗値層に大別される。これら比抵抗値層は、プロジェクトサイト周辺に広く分布する。
- U1層は地表から深さ20～25m間に分布している。この層はリーフ石灰岩と石灰質砂岩で構成されている。割れ目や空洞が多く見られ、淡水帯水層を形成する。
- U2層はカルスト形成によって出来た多くの割れ目や空洞を有する石灰岩層である。比抵抗値は4 Ω m以下である。割れ目や空洞は海水で満たされ、海水帯水層を形成する。層厚さはおよそ50mほどである。
- U3層は石灰岩、または泥状の石灰岩で構成され、比抵抗値は4～100 Ω mを示す。低い比抵抗値層(4～25 Ω m)は、ところどころに分布し、硬軟双方の石灰岩で構成されている。高い比抵抗値(more than 25 Ω m)はカルストでは成長せず、堅い泥上の石灰岩で構成される。この高い比抵抗値は調査地域では60から110mの間の層に分布している。下水処理場にて実施した井戸掘削では(Boring P4)では62mの深さでこの層に遭遇した。この層は固く凝縮されており、調査地域では不浸水層または半不浸水層の水理地質地盤を構成する。

- ボーリング箇所における地下水位は地表から深さ4～8m程度の位置にある。淡水層厚は約20mだが、地質調査によると内陸になるにつれて40mとなる。海水層は内陸の淡水層下部にも広く存在する。
- 透水試験によると、U1層とU2層の透過係数は1.1～22.0 cm/secと推測できる。

b 汚水プルームの挙動

- CNAによると、ソリダリダ郡における注入井戸の総数は登録されているものだけで184箇所ある。1日における注入量は73,051 m³、ひとつの井戸あたり平均397 m³/dayである。
- プラジャ・デル・カルメンでは、処理された汚水はCAPAの下水処理場の注入井戸に1日3,880 m³ (45 l/s)注入されているが、それに加えて未処理の汚水も他の井戸に注入されている。
- 調査地域のほぼ全ての注入井戸は下水処理場も含めてU2層（海水帯水層）にスクリーンがある。U2層と上部のU1層（淡水帯水層）の間には不浸水層はない。よって注入された汚水は淡水帯水層に上昇している可能性がある。
- 密度流モデルによると、地下100mの海水帯水層に注入された汚水でも淡水層まで上昇し、影響を与える。

c 水質の状況

- モニタリング井戸の水質とWHOの飲料水用ガイドライン値を比べると、全ての井戸でCl, Na と TDSの値が高かった。高濃度のNH₄が下水処理場のモニタリング井戸で検出された。この井戸は、上流部に位置する注入井戸のために汚染されている。下水道システムのないColonia Ejidal内のモニタリング井戸は、人為的汚染を示す高濃度のNH₄が検出された。高濃度のSO₄もまた下水処理場のモニタリング井戸で検出された。
- トリクロロエチレンや重金属による汚染は観察されなかった。

4.1.3 勧告

- 淡水帯水層での地下水汚染は、汚水注入によって都市部沿岸地域で進行している。地下水は最終的に沿岸部に流出するため、海水域環境は将来汚染が進

行する可能性がある。水域環境への汚染負荷を軽減するには、地下注入に係る基準を確立し、適切に監視されなければならない。

- 汚水は泥状で固い層で形成された最下部の地層以下に注入されなければならない。そこ隔層と考えられており、不透水性地層、または半不透水性地層である。反対に注入層には十分な透水性と、過度な圧力をかけなくても汚水の注入が行えるような十分な厚みが必要である。注入層は均一な地質であることが理想的である。
- 適切な注入層を選択するにあたり、地質調査を行う必要がある。調査は以下の項目を含む。
 - 1) データ収集、水文地質マップの作成
 - 2) 物理探査：比抵抗値構成と淡水・塩水境界に係る調査
 - 3) ボーリング調査と物理検層調査：ボーリング速度、比抵抗値、地層の自然電位、温度、伝導率等の調査。ボーリング深さは400m。
- 注入井戸は浅い淡水層に汚水が流れ込まないように、設計・建設されるべきである。
- 作業のモニタリングと報告のシステム、注入井戸の管理と注入ゾーンの規制、井戸の構造、注入量や質等に係る基準を確立する必要がある。

4.2 村落型下水処理モデルプロジェクト

4.2.1 概要

これまでチェトマルやプラジャ・デル・カルメンなどの大規模集落にて下水道が整備されてきたが、小規模集落を対象とした下水道の整備はなされていなかった。一方、下水道が整備された大規模集落でも、家庭から公共下水道への接続が、経済的理由または浄化槽の利用により、進んでいなかった。

よって、これまでの大規模な公共投資は便益を生み出すことなく、地下水は汚染され続けている。このような問題を解決するため、村落型下水処理モデルプロジェクトが提案され、オトン・ペ・ブランコ郡のスブテニエンテ・ロペスにて実施された。

下水処理場及び下水管渠はCAPAによって建設された。このモデルプロジェクトでは、CAPAがこの小規模村落向けの下水システムを他の集落にも適用出来るだけの十分な経験を得られるよう、彼らをサポートすることに重点を置いた。以下の項目がプロジェクトに含まれた。

- 新しい処理場の性能診断
- 処理場運営と維持のマニュアル作成
- 処理場運営と維持のためのCAPAの人材トレーニング
- 家庭排水から公共排水へ接続を促進する基金の設立
- 接続を促進するための環境教育

4.2.2 成果

- モデルプロジェクトを通じて、99家庭が公共下水道に接続をした。接続を促進するに、住民説明と共に環境教育が行われた。また、住民を財務的にサポートする基金がCAPAに設立された。
- 一方、小規模下水道運営維持管理マニュアルが作成された。このマニュアルによって運営維持管理や設計、建設について、CAPAの人材に指導が行われた。CAPAは技術的知識を得た。
- CAPA管轄下の下水道システム建設は遅滞した。そのため、当初予定されていた生物学的処理法の調整作業は実施されなかった。

4.2.3 結論と勧告

下水システム建設の遅滞により、当初予定されていたいくつかの作業は実施されなかった。しかし、現在CAPAは問題解決のための能力を備えており、経験を元に調査地域全体でマスタープランにしたがってプロジェクトを進めていくことができる。

a 宅内接続

CAPAは、現在モデルプロジェクトから得た住民契約に関する手法を実践しながら、JICAから得た技術を利用していく段階にある。これにより、下水システム改善のために家庭接続作業をモデルプロジェクトの範囲内だけでなく、広範囲にわたる調査地域で行うことが提案される。

このモデルプロジェクトでは、CAPAによって宅内接続が設計された。しかし、住民との間で作業計画に同意が得られず、結果施工時に問題を招いた。この問題はより頻繁に住民説明を行うことによって、またCAPA内部に宅内接続、設計・監理などを一括して実施する新しい部署を設立することによって解決できる。

b 処理施設

CAPA管轄下の下水道システム建設に大きな遅滞が生じたため、調査団が処理場の性能評価を実施することは不可能であった。CAPA自身で調査団が作成したマニュアルを使用してモニタリングを行い、性能評価を行い、必要であれば処分場の設計見直しを行うことを強く推奨する。

工事遅滞を避けるためには、いくつかの考慮、対策が必要である。たとえば、作業者の能力だけでなく、設計や施工以前の調査方法や調査結果をいかに施工計画に反映させるか、また施工計画に基づいた見積もりや契約後の検査が重要となる。これらはPDCI (Plan, Do, Check, Improvement) サイクルの繰り返しによって改善できる。

4.3 固形廃棄物管理ネットワークの構築

4.3.1 概要

廃棄物の削減ならびに管理に関する新しい法律によって統合的廃棄物管理情報システムの構築が義務づけられた。この主目的は、責任の共有、排出抑制、廃棄物管理の統合を目的として、3つの行政レベルでの連携と情報交換の枠組みを確立することである。

モデルプロジェクトは新しい法律で規定された情報システムの設立を図ることを目的としており、同様にそのシステムをマスタープラン実施状況をモニタリングする手段とすることであった。

4.3.2 成果

- 統合的廃棄物管理情報システム (SIGIR) がSEDUMA、 Othon P. Blanco、 Felipe Carrillo Puertoで確立された。
- 3つの機関の人材は情報の処理および記録に係る訓練を受けた。
- SEDUMAはこのシステムに関するホームページを作成する予定である。
- 処理された情報はNational System of Environmental Information and Natural Resourcesに送られる。残念なことにシステムはまだ稼動していなが、カウンターパートにより情報は処理され、Quintana Roo州のSEMARNAT事務所に送られることになっている。
- このシステムを通して、マスタープランの実施を促進するとの合意が、カウンターパートとの間でなされている。この作業は政府支出金によって始められる。
- このシステムはマスタープラン実施のモニタリング手段となる。
- FONATUR、BANOBAS、CAPA、CNA等の他機関もこのシステムへの参加に興味を示した。

4.3.3 結論と勧告

a 結論

- SIGIRの確立は、新しい法律に対し教訓を与え、3つの政府レベルでそれぞれ統合された廃棄物管理を実施するために、より協働することの重要性を明らかにした。

- SIGIRでつながった組織は、その重要性について理解した。
- SIGIRは、責任の共有、廃棄物排出抑制、廃棄物管理などを実行するうえで、情報公開のための最適なツールであることを認識した。

b 勧告

- それぞれの参加機関は、SIGIRオペレーターを永続的に配置することが必要。
- 継続的に情報を更新する。この情報の管理はSEMARNATが行うべきである。
- 本マスタープランが実施される際にはそのモニタリングに使用するべきである。
- SIGIRは他の組織においても利用されるべきである。
- SIGIRは本マスタープランの実施責任機関すべてにリンクされるべきで、特に地下水域の保全に利用されるべきである。
- SIGIRは、マスタープランの実施状況を監視するためのツールとして最適である。
- 将来的には、JICAはSIGIRとリンクし、支援活動を継続させることが望まれる。

4.4 Othón P Blanco郡における廃棄物管理実施機関の能力強化

4.4.1 概要

OPBの廃棄物管理は予算が不安定である。一般的に、不安定な予算の原因は収入の低下や高いコスト、または両方である。収入に関する予算の問題は行政面で解決できる。2003年10月8日に連邦法 (Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos) が承認され、廃棄物管理サービス利用者は全て料金を支払うことが義務付けられた。調査団は新しい連邦法に添って調査地域の廃棄物管理に関する自治体の条例を提案した。そしてこの条例が通過したら、家庭も含む全ての利用者が料金を支払うことになる。もしこの料金が適正に設定され、定期的に改定されるのであれば、廃棄物管理にかかる収入面での改善は著しいものとなる。

現状の問題点として、(1) 廃棄物管理に関する原価会計の欠落していること、(2) 廃棄物管理の原価管理に会計部署の特別な作業が必要になること、(3) 費用予測が予算に基づいていること、(4) 定量化指標の欠如により支出費用の評価が難しいこと、(5) 費用に係る指標がないために改善策の立案が出来ないこと、が挙げられた。よって、調査団はOPB関係者が廃棄物管理コストに関しての理解を深めることに高い優先順位を置くべきと判断した。

以上を踏まえ、このモデルプロジェクトではCOSEPREを導入し、廃棄物管理にかかるコストの算出と管理に係る方法を確立することを目的とした。

4.4.2 成果

- 必要なデータを集める構造が確立された。モデルプロジェクト実施期間中、コミュニケーションチャンネルが開かれ、関連部署の連携が大幅に改善された。
- 集められたデータはアプリケーションソフトにインプットされる前に前処理が必要である。そのため、適切な表や形式が作成された。
- データ処理をする上でいくつかの基準が必要であった。これらの基準が市職員に技術移転された。

4.4.3 結論と勧告

a 結論

- 廃棄物管理にあたり、財源確保の重要性が自治体関係者に認識された。
- COSEPREはOthon P. Blanco郡の都市開発事務所で利用されている。
- 自治体の中で他部署とのコミュニケーションと協力がはかられた。
- 得られた結果は分析され、廃棄物管理サービス改善に利用されることとなる。

b 勧告

- COSEPRE は他の職員にも利用されるべきである。そして、ソフトの利用に関して、学ぶ機会が与えられるべきである。
- COSEPRE のデータ収集システムは、オペレーターの経験の蓄積に添って継続して改善されなければならない。
- 得られた結果は廃棄物管理、財務、会計、人事、都市開発と教育の責任者の間で審議されなければならない。
- 多くの職員の間で連携と情報交換を行うこと。
- “Costos de MRS”はMicrosoft Access で書かれている。今後、蓄積される経験とニーズに応じてこれを改善していくべきである。。

4.5 オトン・ペ・ブランコ郡における既存最終処分場の改善

4.5.1 概要

チェトマル市で発生した全ての廃棄物は、現在カルデリータス処分場に搬入されている。適切な処分がなされていないために廃棄物は周辺に散乱し、また覆土が施されていないために雨水は廃棄物と接触した後、浸出水となって地下に浸透し、地下水の汚染していた。

また、処分場には運び込まれる固形廃棄物の重量を測る施設が無かった。廃棄物の重さなど基礎データの不足のため、現況の評価さらには改善に向けた取り組みを実施することが難しかった。

JICA調査団の専門家とカウンターパートの共同作業でこれらの問題を解決するためにモデルプロジェクトが計画された。以下事項がプロジェクトに含まれた。

- 1) 堤防の建設、廃棄物の締め固めや土による表面のカバー、ガス抜き取り管の設置による現在の処分場の改善。
- 2) 作業マニュアルによる適切な埋め立て作業の技術移転。
- 3) トラックスケール設置による廃棄物計量システムの導入。

4.5.2 成果

以下に主な成果を記す。

- 廃棄物の転圧・覆土により、浸出水発生量が減少した。
- 周辺道路の設置により、処分場内のアクセスが改善した。
- トラックスケールの利用により、廃棄物搬入量が明らかとなった。
- 処分場が改善し、ハエや鳥の数が劇的に減少した。

4.5.3 結論と勧告

a 結論

このプロジェクトは成功のうちに完結した。改善前と改善後の違いは明らかである。モデルプロジェクトを通じて、作業員たちは適切な埋め立て作業のスキルや知識を得ると共に、郡及び他機関の関係者はその重要性を認識した。

廃棄物の搬入量は100 ton/day、容量にして転圧後200 m³/dayと見積もられていたが、実際の搬入量は平均で162 ton/day (324 m³/day)であった。当初、5.1年と見積もられていた処分場の残存年数は、これより短期間で満杯となることが分かった。

調査期間内におけるモデルプロジェクトは成功したが、受け渡し後もこの埋め立て作業が継続されるには、郡政府の適切な予算措置が必要となろう。

b 勧告

処分場容量を最大限利用するには、十分な転圧作業を行う必要がある。作業用機械には、定期的な検査とメンテナンスが必要である。

モデルプロジェクト導入により、郡政府の処分場運営能力は強化された。これは、彼らが衛生処分場を運営する技術的能力を身に着けたことを示している。現処分場に隣接して新規衛生埋立処分場を建設するという、延期されているプロジェクトをもう一度検討するに良い時期である。

4.6 オトン・ペ・ブランコ郡における収集改善

4.6.1 概要

概して、現在の廃棄物収集サービスは、収集地域で発生するほとんど全ての廃棄物を収集しており、効果的であると言える。しかし一方では、機材や人員の不適切な使用及び配置などの非効率性が、費用を押し上げている。

この非効率性は、主に作業計画の欠落に起因する。予算が不足しているために、費用の増加は収集地域の拡大を阻んでいる。

この状況を克服するために、プロジェクトは現在の収集サービスの改善に焦点をあて、短期的にはコスト削減とサービス向上を目的とした。また、適切な機材及び人員等の配置に係る組織改善がなされた。これらを通じて、収集地域の拡大が図れることとなる。

以下事項がモデルプロジェクトの活動として計画された。

- 1) 収集ルート計画のマニュアル作成
- 2) マニュアルに添って収集ルート計画の技術移転
- 3) 廃棄物収集運営データの確立

4.6.2 成果

- ルートの最適化を通じて、全トラック運転時間が11%削減され、作業者の勤務時間も11%削減された。1時間あたり収集された廃棄物は平均3%、最高10%増加した。また、作業員一人当たり収集する量が最高8%、平均で3%増加した。これらはサービスの直接経費削減につながる。
- 全収集ルートでの作業情報入力フォーマット（ルートシート）の使用を導入した。得られた情報を処理するための2つの計算書式がエクセルにて作成された。これらの書式により、ルートや車両の情報が整理され、必要資源（人材や車両）

が算出できるようになった。この方法がモデルプロジェクト対象ルートだけでなく全ての収集ルートで利用されている。

- 全ルートにて作業品質指標が適用されるようになった。目標値がそれぞれのルート毎に設定され、ルート最適化の活動の優先順位づけがなされた。
- 担当部署は、効率性の分析も含めた収集サービス運営の詳細報告する月報を作成することとした。その目的は、サービスの評価、先行事例情報の蓄積、継続的改善及び予算編成に利用することである。
- 収集サービス改善のためのマニュアルが作成された。また、データ記録方法と計算書式使用方法が指導された。人材は2つの書類を使用してトレーニングを受けた。
- 郡政府と集落との連携が強化された。参加組織間で協調会議が行われ、技術部署が設立された。集落がルートシートを使用し、ルートのモニタリングが実施され、郡政府担当部署にデータが送られた。担当部署はサービス向上のために集落に対して技術的助言を行った。

4.6.3 結論と勧告

a 結論

モデルプロジェクトは、合理的収集計画を通じた収集サービス改善の可能性を示した。これにより、収集サービスの質や効率の向上だけでなく、必要な競争力を養い、コストを削減することが出来る。

プロジェクト実施期間中に、サービスの質と効率性に影響を与えるいくつかの問題点が浮き上がった。これらの問題は収集ルートの設計にかかわる問題ではなく、運転手や作業員の行動に由来する問題である。これら問題は、収集ルートの効率化を通して、解決されなければならない。

収集サービスの効率性向上に加えて、タイムテーブルに沿った収集や、収集頻度の増加など、その質も改善された。収集サービス実施後、路上での廃棄物の散乱は見られなくなった。これらの成果は、担当部署の全ての職員のモデルプロジェクトへの継続的参加、及びトレーニングプログラムから得られた知識の適用によってもたらされたものである。適切な計画と日々のデータ管理は、収集ルートの継続的改善、作業の効率化を実現した。

担当部署は、収集サービス向上と料金徴収の必要性を認識している。郡政府も収集サービスの改善に理解を示しており、目標達成のために担当部署をサポートすることが出来るであろう。

b 勧告

効率的人員の活用を図るため、給与支払いシステムを変更することが望ましい。新しい収集システムのもとでは、収集に必要な時間があらかじめ明らかとなるからである。

また車両毎に決まった量のガソリンを割り当てるべきではない。最近では、同じ車両でも消費に20%以上のばらつきがあり、これはサービスコストに大きな影響を与える。

収集を確実に実行するため、作業管理をより頻繁に行うべきである。

収集量の増大と圧縮部の故障を防ぐために、家庭から排出される一般廃棄物と草木などの剪定ごみは分けるべきである。

小型車両などは効率も悪いため、新しい車両に変更する必要がある。

4.7 フェリーペ・カリージョ・プエルト郡における収集改善

4.7.1 概要

廃棄物管理予算（市全予算の10～12%）は大変不足しており、収集車両は老朽化し、収集サービスは十分な計画なしで実施され、その結果フェリーペ・カリージョ・プエルト市の廃棄物（家庭、商業、事業所など）の収集サービスは狭い範囲に限られていた。

収集サービスの計画が存在せず、サービスの監査や基礎調査が的確に実行されていなかったのは明確である。収集サービス向上を目的としたプログラムが導入されることにより、この状況は改善できる。計画されたモデルプロジェクトの内容は以下のとおりであった。

- 1) 収集サービスの設計
- 2) 収集ルートの改善
- 3) 収集地域拡大計画の策定
- 4) 他地域でも基本資料として使用できるようなマニュアルの作成

4.7.2 成果

- 新しい収集サービスがフェリーペ・カリージョ・プエルト（FCP）市で実施された。
- 新しい収集サービス利用者は16,000人以上で、FCP市の78%の人口を占める。
- ルートシートの使用により現場の情報を集めることが出来るようになった。また、このデータ管理のためにコンピューターが導入された。
- 管理指標の使用が義務付けられ、ルート毎に目標値が定められ、かつ評価が実施されるようになった。郡当局は担当部署の公共事業局と協働して現場情報を管理し、指標を使った最適ルートの評価を月報としてまとめるようになった。
- 労働時間と収集トリップ数が減少した。

- 担当部署の職員が収集サービス計画を実施するためのトレーニングを受け、他の地域や村落にまでその経験を広げることができるようになった。
- 収集サービス計画とルート最適化のための作業手順マニュアルが作成された。データの記録とスケジュールの管理が実施され、職員がトレーニングを受けた。

4.7.3 結論と勧告

a 結論

- 郡政府の高級官僚は、適切な廃棄物管理が生活環境を改善して病気を削減し、また水環境への悪影響を軽減することを理解した。
- モデルプロジェクト実施により、コミュニティと担当部署に適切な廃棄物管理が根付いた。コミュニティは廃棄物の適切な管理と、自治体との共同作業の重要性を理解した。
- 担当部署に導入された新システムにより、郡政府はサービス料金徴収を検討するためのデータを得ること出来ることとなった。
- 収集サービスの適切な計画と実施管理が収集エリアの拡大につながることを示した。

b 勧告

- 料金徴収実施に必要な調査を行い、これを早急に実現すべきである。まず事業所などの大口排出者を対象とし、順次一般家庭に広げていくことが適当であろう。一般家庭については低所得者を考慮し、クロスサブシディなどを検討すべきである。
- 郡政府は、調査団により提案された清掃条例（Regulation for the Rendering of the Public Service of Integral Management of Urban Solid Waste）を近々に承認かつ適用することが勧められる。
- コンパクター車を2台購入すること。
- 収集区域の拡大に伴い、最終処分場の改善も同時に図ること。
- 現在、収集区域が限られており、未収集ごみは環境に深刻なリスクを与えている。これを解消するに、定期的に収集機材の拡充を図ることが勧められる。

4.8 コスタ・マヤ地区における廃棄物管理システムの創造

4.8.1 概要

コスタ・マヤ地区はキンタナロー州の南部に位置し、今後この地域の経済発展を支えるとみられている観光開発が始まったところである。

コスタ・マヤ開発プロジェクトは環境にやさしい観光開発を目指しており、保護地区やビーチ、さんご礁や遺跡、自然の中に建てられたホテルなどを訪れる少人数グループの旅行者を対象とする。すなわち、この観光開発計画のポリシーは持続可能な開発である。

実施されたモデルプロジェクトはごみ減量化の導入を図ったものであり、新しい法律に規定されている責任分担、ごみの発生抑制などへの第一歩となるものであった。

計画されたモデルプロジェクトの内容は以下のとおりであった。

- 1) 廃棄物管理に係る行政的枠組みの形成
- 2) リサイクルやコンポスト化など、ごみ減量化の導入
- 3) 現在の廃棄物投棄場の改善

4.8.2 成果

- 地元住民から成る“マハウアル廃棄物管理委員会”が結成され、オトン・ペ・ブランコ郡政府はこれを承認した。
- 郡政府はコスタ・マヤ地区の開発を担当する部局を立ち上げる決定を下した。
- 観光客が利用できるよう、大通りでは廃棄物分別ボックスが5箇所に取り付けられた。
- 有機系廃棄物管理プログラムを開始するために、いくつかのレストランにコンポスト容器が2個ずつ設置されたが、廃棄物の含水量が高いため、この実験からは良い結果が出なかった。一方、地元の学校ではレストランから廃棄物を回収し、堆肥をつくった。
- ECOCE Company はペットボトル回収のため、廃棄物管理委員会と交渉を開始した。
- 手作業型のごみ処分場が整備された。郡政府はこの運営の任務を負う。
- 郡政府は、衛生理立処分場建設資金を得るために、FONATURとともに手続きを開始した。
- 郡政府はごみ収集サービスに係る料金徴収を、Puerto Costa Mayaでクルーザーを所有している店や事業所を対象に開始した。

4.8.3 結論と勧告

a 結論

- マスタープランで提案された戦略と施策は実施されている。
- マハウアル地区は固形廃棄物の減量化に協力している。
- 3つの行政レベルで、廃棄物の減量化がコスタ・マヤ地区の水環境保護に効果的であることが理解された。
- 3つの行政レベル間での情報の共有や協調性はまだ弱い。

b 勧告

- マスタープランの実施は、3つの行政レベルにて検討することが勧められる。また、“General Law for the Prevention and Integral Management of Urban Solid Waste”の適用が勧められる。各郡政府は提案された“Regulation for the Rendering of the Public Service of Integral Management of Urban Solid Waste”を検討することが勧められる。これらはCosta Mayaにおける固形廃棄物管理の礎となろう。
- 郡政府はマハウアル都市開発プログラムを見直し、マスタープランの提言をこれに盛り込むことが勧められる。
- 郡政府は廃棄物管理委員会を支援し、“Community Regulation for the Collection, Management and Final Disposal of Solid Waste in Mahahual”を導入することが勧められる。
- 衛生埋立処分場及び中継基地建設に係るFONATURによる投資の実現を支援すること。
- ECOCEの例にもあるように、廃棄物減量化活動への民間事業者の参加を促す。
- 固形廃棄物管理に必要なコストの徴収。

4.9 環境教育とリサイクル活動

4.9.1 概要

キンタナロー州には、環境教育に関係した条例がいくつかある。環境教育プログラムを行っている機関は多いが、組織間での調整がとれていない。また、ごみや生活排水に焦点を当てた環境教育が普及していない。州レベルでのリサイクル活動は無く、これらは専らインフォーマルセクターに委ねられている。

このような状況下で、このモデルプロジェクトは異なる組織間が連携して、子供たちが資源の保全やリサイクルの重要性などの知識を得るような環境教育プログラムを目指した。計画されたモデルプロジェクトは、以下の通りである。

- 1) 環境教育プログラムの策定
- 2) ビデオ、テキスト、ポスターなど、教材の作成
- 3) 環境教育プログラムを実施するカウンターパートへのトレーニング
- 4) 小学校での環境教育授業の実施
- 5) 小学校へのリサイクル活動の導入

4.9.2 成果

- 州政府環境開発局（SEDUMA）、オトン・ペ・ブランコ（OPB）、州上下水道公社（CAPA）の人材によって作業チームが形成され、彼ら主導で環境教育のモデルプロジェクトとリサイクル活動が行われた。
- カウンターパート機関(OPB、FCP、CAPA、SEDUMA)の人材は作業やワークショップを通じて環境教育の経験を積み、小学校教師に対して環境教育授業に係るトレーニングを行った。その後、学校にて環境教育授業が実施された。
- 小学校で紙のリサイクル活動が始まった。

4.9.3 結論と勧告

a 結論

- モデルプロジェクトは継続的に実施されている。
- モデルプロジェクトを通じて、各機関が経験を共有し、環境教育を発展させられるよう作業委員会が設置された。
- 作業委員会（環境教育実施機関）は環境教育活動（教師へのワークショップ、実験的授業やその他の活動）の短期プログラムを完了した。
- 学校では紙のリサイクル活動を通じて廃棄物の減量化に参加している。
- 民間事業者、学校や機関との連携はまだ弱い。

b 勧告

- SEDUMAが調整機関としてプログラムを継続、強化すること。
- 環境教育プログラムとリサイクル活動のモニタリングシステムの実行すること。
- 実施機関のひとつとして、教育省との連携を図ること。
- 州レベルでのリサイクル活動の推進と制度化を図ること。
- 環境教育活動強化のため資金を民間業者から募ること。

5 結論と勧告

5.1 結論

5.1.1 沿岸水環境の保全

a 沿岸水環境とは

ユカタン半島の浸透性が高く溶解しやすい石灰岩地形（カルスト地形）は、岩礁、ラグーン、マングローブ林、洞窟、セノーテといった独特な沿岸水環境を創り出している。調査対象地域にはベリースとの国境を流れるリオ・オンド以外に地表を流れる河川は無く、降雨は大地を浸透し、地下を流れ、沿岸部に流出する。すなわち、地下水は沿岸水環境と直接に連絡し、この豊かな環境を育んでいる。

したがって調査対象地域では、地下水までも含めて沿岸水環境と把握することが適当である。

b 沿岸水環境の価値

キンタナロー州ではカンクンからコスタ・マヤまで、先に述べた水環境がカリブ海沿岸部に伸びている。この沿岸水環境は観光資源として、かつ多様な生物の生息地として重要である。そして、地下水は唯一の飲料水源として、人々の生活および観光を中心とする産業を支えている。

観光産業は同州にとって重要であるのみならず、メキシコ国にとっても重要である。観光産業による外貨収入は、石油、出稼ぎに次いで3番目に重要で、2000年には8,300億円（8,300 million dollars）の収入があり、そのうちの3分の1がキンタナロー州からもたらされたものである。また、観光産業は多くの雇用機会を創出しており、地域経済にとっても重要である。

同州には670種の動物と1,500種もの植物が生息し、中には絶滅危惧種であるマナティー、ジャガー、青海がめなどを含む。このように、独特な沿岸水環境は多様な生物を保全している。

c 沿岸水環境にとっての脅威

上に述べたような価値ある沿岸水環境は、観光開発に伴う急激な都市化の脅威に晒されている。それらは、宅地開発、道路建設、ホテル建設など直接的な環境破壊と、上水の過剰取水、下水や廃棄物の不適正処理に起因する地下水の汚染などの間接的環境破壊に大別できる。

直接的破壊の防止に関しては、同国の土地利用規制のひとつである生態的土地利用規制（POET; Programa de Ordenamiento Ecologico Territorial）が有効なツールとして働いてい

る。調査対象地域内ではコスタ・マヤ、シアンカーン自然保護区、そしてカンクーン・トゥルム回廊の3地区で制定されており、バカラール地区での策定が現在進んでいる。

一方、急激な人口増加及び観光客数の増加に伴い、上水、下水処理、廃棄物処理に対する需要も上昇しているが、州及び各郡の施策はこれに追いつくことが出来ず、間接的環境破壊の進行が懸念されている。

本調査の目的はユカタン半島に位置するキンタナロー州カリブ海沿岸の水環境保全を狙った下水セクターと廃棄物セクターからなる衛生環境管理マスタープランを策定することであり、この間接的環境破壊に対処しようというものであった。

5.1.2 地下水の保全

a 地下水にとっての脅威

地下水によって育まれている沿岸水環境が観光資源かつ生物資源として重要であり、調査対象地域を含むユカタン半島にとって地下水が唯一の飲料水源であることから地下水を保全しなければならない。

ユカタン半島の地下水淡水層厚は、沿岸からの海水侵入により薄く、沿岸部では地表より5から10m程度より下方は塩水が混じってくる。上水取水井戸の多くは沿岸より20から30km離れた内陸部に分布し、そこでは淡水層が深度50m程度までひろがっているが、過剰揚水は井戸周辺の局地的な塩水化を招く恐れもある。

地下水にとっての最大の脅威はホテルなどを含む家庭排水であろう。下水道の普及率はOthon P Blancoで16%、Felipe C Puertoで1%、Solidaridadでは5%と大変低い。また、下水道が普及している地域でさえ、経済的負担などにより家庭排水を公共下水道に接続しないという状況がある。さらに、河川がないために処理した下水は地下の海水層に注入しており、これが地下水を汚染している。

廃棄物収集は、Othon P Blanco及びSolidaridadの都市部について、比較的良好に実施されているが、その処分はオープンダンピングに近く大量の浸出水の発生を招き、ひいては地下水を汚染していると懸念される。

調査対象地域の産業の柱は観光産業を中心としたサービス業で、工業はあまり発達しておらず、農業もそれほど盛んではない。よって、家庭及びサービス産業からの下水及び廃棄物、つまり住民と観光客から発生する下水及び廃棄物が地下水の主要汚染源と言える。本調査の推計では、下水と廃棄物を起源とする汚濁負荷量の割合は、下水が6割、廃棄物が4割であった。

b 将来起こりうる脅威

調査対象地域では、今後急激な人口と観光客の増加が見込まれている。2003年の調査対象地域全体の推計人口は435,000人であるが、2015年には2倍の893,000人となり、2003年

時点で年間1,757,000人と推計された観光客数は、2015年には年間3,156,000人にのぼると予想された。

下水及び廃棄物セクターにおいて、今後新たな施策がとられないとすれば、これらセクターに起因する汚濁負荷により調査対象地域の地下水は2015年には平均で4.9mg/litterBODまで汚染が進むと予測された。これは日本の環境基準（河川水質）でクラスCに分類され、上水源としてはもはや適当ではなくなる。このような汚染は観光資源であるセノーテ、洞穴、ひいては沿岸部の環境汚染を引き起こすと予想された。

このような環境悪化が現実のものとなれば、沿岸水環境は観光資源としての魅力を喪失し、生物種は減少し、人々の健康を害することとなる。もし、観光客数が将来予測より毎年1%ずつ減少すれば、観光外貨収入は2015年までに1,052.9億円（10,529 million pesos）失われると推計された。

したがって、下水及び廃棄物に起因する汚濁負荷は地下水を汚染し、沿岸水環境を悪化させ、ひいては調査対象地域の持続可能な発展を妨げると結論づけられた。

5.1.3 マスタープラン

a 基本コンセプト

提案されたマスタープランは、「ユカタン半島の持続可能な発展に貢献する」ことを基本理念とし、「適切な下水と廃棄物の管理を通じて調査対象地域の沿岸水環境を保全する」ことを主目的とする。そして、その実施にあたっては「関係機関及び関係者の責任を明確にし、かつ彼らの適切な参加を促すこと」を基本姿勢とする。

数値目標としては、地下水のBOD濃度を1mg/litter以下に抑えるために、2015年までに下水セクターに起因する汚濁負荷量を3,100 ton/year(BOD)、廃棄物からを2,100 ton/year(BOD)、計5,200 ton/year(BOD)未満に抑えることを掲げた。

b 生活排水管理マスタープラン

先に示した目標を達成するために、下水管理マスタープランでは集落の人口規模ごとに大規模集落にはより高度な処理レベル、小規模集落にはより低い処理レベルを設定し、整備を展開することを提言した。投入資金あたりの汚濁負荷削減量は大規模施設で大きい。よって、事業の効率的実施を鑑み、大規模集落の整備を優先する実施スケジュールを提案した。実施主体はキンタナロー州上下水道公社（CAPA）である。

提案したマスタープランのコストは、2015年間までの総額で330億円（3,300 million pesos）であった。財務分析の結果、調査対象地域を一括して捉えた場合、基本的に現行の料金体系でこのコストを賄うことが出来るが、個別に見た場合はOthon P BlancoとFelipe C Puertoで財務的に実現不可能であると予測された。

c 廃棄物管理マスタープラン

廃棄物管理マスタープランでは、集落規模と廃棄物サービスに対する需要との関係を考慮し、2015年に25,000人以上になると予想される都市集落を対象とした。また、都市集落でも人口規模別により大きな集落には高い収集率及び高度な処理方法を提案した。ごみを減らすことは汚濁負荷量の削減のみならず、資源保護にもつながる重要な施策である。よって、減量化に係る施策の実施も提案した。実施主体は各郡政府、これを州政府のSEDUMAが指導、支援することとなる。

提案したマスタープランのコストは、2015年までの総額で118億円（1,178 million pesos）であった。ただし、廃棄物サービスは現在実施されているので、マスタープランの実施による増分費用は44億円（441 million pesos）であった。財務分析の結果、118億円を賄うには住民には40から50 peso/month/house、事業所には150から200 pesos/month/entityの料金を課すことで、中央政府や州政府からの補助金などを充当することなく、財務的自立が図れると予測された。

d 便益

マスタープランの実施がもたらす便益として、1) 観光地としての魅力の維持、2) 生物多様性の保全、3) 安全な上水道源の確保、が期待される。このうち、1) について定量的経済評価が試みられた。その結果、EIRR 39.0%、そして10%の割引率のもと現在価値（NPV）2,545 million pesos、費用便益率（B/C）2.06が得られ、マスタープランの実施は経済的に妥当であると評価された。

5.1.4 モデルプロジェクト

調査対象地域の地質水文状況に係る調査、及びマスタープランに挙げられている幾つかの施策をモデルプロジェクトとして実施した。

SolidaridadのPlaya del Carmenにて実施された都市型下水処理モデルプロジェクトは、現在の処理下水地下注入の方法がサイトの地質水文状況に照らして不相当であり、改善の余地のあることを明らかにした。また、サイトの地下水が人為的に汚染されていることがアンモニアの存在によって確認された。

CAPAが公共下水道を整備したとしても、家庭排水の下水道への接続は住民が負担することとなっている。この経済的負担と環境に関する知識の不足が相まって、接続が進んでおらず、実質的な下水道普及率が向上しないという問題があった。これに対し、経済的負担を軽減するための基金の設置と環境教育をまじえた住民説明を村落型下水処理モデルプロジェクトで実施し、接続の推進が図られた。

廃棄物管理ネットワークの構築では、州政府であるSEDUMAと廃棄物サービスの実施主体である各郡政府が情報を交換する仕組みづくりを行った。このシステムは新しい連邦法の要求にも応えるものである。また、このモデルプロジェクトに関連し、SEDUMA内

に廃棄物管理マスタープランの実施促進を担当するExecutive Unitの創設の提案、各郡にはマスタープランを踏まえた廃棄物管理に係る新たな郡条例の制定を提案した。

実施機関の能力強化プログラムでは、Othon P Blanco郡政府を対象に、廃棄物サービス費用の管理方法の確立を図った。このモデルプロジェクトは処分場改善と収集改善モデルプロジェクトで得られるデータと連携し、処分場運営及び収集作業の改善に必要な情報をフィードバックする。つまり、統合的廃棄物管理を実現するに核となる能力を強化するものである。費用に係る情報は、廃棄物サービス実施部署でなく、他の部署に散逸しているために、当初はその情報を集めるに困難をきたしたが、プロジェクトの実施を通じて関連部署の中でコミュニケーション・チャンネルが確立され、情報の収集が容易になると共に、職員の意識が変わっていった。

既存処分場の改善では、それまで散逸していたごみが集積かつ覆土され、さらにアクセス道路も設置されて場内の作業性と衛生状況が改善された。その後、重機による転圧と定期的な覆土によるごみ処分方法が確立された。さらに、トラックスケールの設置により、廃棄物管理において最も重要な情報のひとつであるごみ量が把握された。プロジェクト期間中の平均ごみ処分量は約160ton/dayであった。

収集改善はOthon P Blanco及びFelipe C Puertoの両郡政府を対象に実施された。これらプロジェクトを通じて、収集ルート計画、オペレーションデータの記録と評価に係る方法が確立された。結果として、Othon P Blancoでは収集費用削減につながる収集車の稼働時間の短縮、作業員一人当たり収集量の増加などが確認された。Felipe C Puertoではプロジェクト前50%程度だった収集率が80%程度まで改善された。

コスタマヤ地区の廃棄物管理システムの創造では、減量化を狙って設置された分別排出ステーションが、新しく設置されたコミュニティの廃棄物管理委員会によって管理されたり、集められたPETボトルや缶などの引き取りに関して業者との対話が進められるなど、新しいシステムが動き始めた。

環境教育とリサイクル活動の展開においては、ビデオやテキストなどの教材の作成、それらを使用した環境教育方法の確立、新聞紙のリサイクル活動などが実施された。これらの活動は、SEDUMA, CAPA, Othon P Blancoを中心とするカウンターパート自身の手で拡大されている。

5.2 勧告

5.2.1 マスタープラン実施に係る勧告

a 下水管理マスタープラン

1. 下水道整備率の向上

- 下水道整備はマスタープランの実施計画に従い、環境への影響度が大きく、事業の実施効果の高い都市部を優先し、順次小規模集落に展開すること。
- 小規模集落での下水道施設の建設・運営にあたっては、村落型下水処理モデルプロジェクトにて作成されたマニュアル及びプロジェクトを通じて得られた経験を参考にすること。
- 下水道整備に必要な初期投資費用については、CNAと連携して連邦政府予算の獲得を図ること。

2. 家庭排水接続の促進

- CAPAは、技術担当、住民コミュニケーション担当など異なる部署の職員からなる家庭排水接続促進に係るプロジェクトチームを結成すること。
- 家庭排水接続促進は、下水道が既に敷設されている地域のみならず、新たに下水道を建設する地域において建設前または建設中の早い段階から実施すること。
- 住民の経済的負担を軽減するために、村落型下水モデルプロジェクトにて設立した基金の拡大とその利用の促進を図ること。
- 住民説明にあたっては、住民の環境意識向上を図るために、環境教育を組み合わせること。

3. 収入改善と費用削減

- 現在の下水道料金の20%という下水道料金を下水道の普及に伴い上げること。
- マイクロメーターの設置を促進し、料金徴収率を向上させること。
- 全費用の50%程度を占める間接費の低減を図ること。

b 廃棄物管理マスタープラン

1. ごみ収集率の向上

- 収集改善モデルプロジェクトにて作成されたマニュアルと得られた経験をもとに、収集作業効率化の継続拡大を図ること。
- 効率化により生じる余力を収集エリアの拡大に振り向けること。

2. 適正処分の推進

- マスタープランの提言に従い、またCalderitasでのモデルプロジェクトを参考に、他の既存処分場の改善を図ること。
- Chetumal、Riviera Maya及びCosta Mayaでは既存処分場の改善を通じてえられるノウハウをもとに、衛生埋立処分場の実現を図ること。
- Costa Mayaでの処分場建設にあたっては、FONATURと連携して必要な初期投資費用を手当てすること。

3. 減量化の促進

- 教育省との連携を強化するなどして、環境教育モデルプロジェクトの普及拡大を図ること。
- 環境教育モデルプロジェクトの紙のリサイクルの拡大を図ること。
- ECOSEと連携し、PETボトルリサイクルを促進すること。
- 街路樹の剪定ごみのコンポスト化に着手すること。

4. 財務的自立の促進

- 財務的自立に向けて、料金徴収を実施すること。
- コスタ・マヤなどの観光地では、観光客からも料金を徴収する仕組みを検討すること。

5. 法制度の強化

- 廃棄物管理の指導及び支援を行うExecutive UnitをSEDUMA内に設置すること。
- 調査団が提案した廃棄物管理条例の制定を検討すること。

5.2.2 地下水保全に係る勧告

1. 地下水モニタリングシステムの構築

- CNAは、地下水の状況を定量的に把握出来るモニタリングシステムを構築すること。
- モニタリング結果をマスタープランの実施にフィードバックさせること。（例えば、ある地区の地下水汚染が進んでいるというモニタリング結果が得られ、その原因が家庭排水であると推定されたならば、その地区の下水道整備を優先させるなどの勧告をする。）

2. 法規制の改善強化

- モニタリング結果を評価し、アクションを起こすことが出来るよう、法規制の改善及び強化を図ること。（例えば、地下水の水質汚染の上限値などが設定されていれば、水質モニタリングによってえられたデータが地下水を保全する上で適当か不適当か判断でき、汚染源に係る調査や指導など、次のアクションが取れる。）
- 都市型下水処理モデルプロジェクトの結果を踏まえ、下水処理の地下注入に係る基準策定に着手すること。

5.2.3 沿岸水環境保全に係る勧告

1. 沿岸海域での水質モニタリング

- 海軍が実施している沿岸海域での水質モニタリングと上で提言した地下水との連携を図り、地下水と沿岸水との関連を調査すること。
- 海軍が実施しているモニタリングの診断、評価を行い、必要であれば改善のための施策を講じること。

2. 他関連プロジェクト及び機関との連携強化

- SEMARNATで実施しているメソアメリカ珊瑚礁帯保全プロジェクトなど他の関連プロジェクトと情報を交換し、必要な連携を図ること。
- キンタナロー大学など沿岸環境保全に取り組んでいる機関と情報を交換し、必要な連携を図ること。

以上