

独立行政法人 国際協力機構 (JICA)

キューバ共和国ハバナ湾浄化国家ワーキンググループ (GTE)

キューバ共和国  
ハバナ湾汚染源対策調査

最 終 報 告 書

和 文 要 約

2004 年 3 月

株式会社 日水コン

## 通貨換算率

本報告書において採用した通貨換算率は、  
原則以下のとおりとする。

米ドル(US\$) 1.00 = キューバペソ (Ps) 1.00  
= 日本円 (¥) 120

ただし、経済・財務分析では、キューバ経済の特殊性（ドル経済とペソ経済の二重構造）を配慮し、上記の公定通貨換算率 US\$1.00=Ps1.00 だけでなく、国内小口取引に利用されている通貨換算率 US\$1.00=Ps 26.00 も採用して分析・評価した。

（2003年3月現在）

## 序文

日本国政府は、キューバ共和国政府の要請に基づき、同国のハバナ湾汚染源対策調査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（旧国際協力事業団）がこの調査を実施致しました。

当機構（旧事業団）は、平成14年7月から平成16年1月までの間、4回にわたり株式会社日水コンの内田晴敏氏を団長とし、同社から構成された調査団を現地に派遣致しました。

また、平成14年7月から平成16年1月までの間、独立行政法人国際協力機構（旧国際協力事業団）国際協力総合研修所国際協力専門員の山本敬子氏を委員長とする作業監視委員会を設置し、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、キューバ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いただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成16年3月

独立行政法人国際協力機構  
理事 松岡 和久

独立行政法人国際協力機構  
理事 松岡 和久 殿

## 伝達状

キューバ共和国のハバナ湾汚染源対策調査に関する最終報告書をここに提出いたします。この報告書は日本政府の関係機関及び貴事業団から頂いた貴重な助言と、最終報告書草案説明協議のために現地ハバナ市で開催された調査監理・調整委員会におけるハバナ湾浄化国家ワーキンググループ(GTE)、水利庁(INRH)、科学技術環境省(CIMA)、外国投資経済協力省(MINVEC)、水道公社及びその他キューバ共和国政府関係者のコメントに基づいて作成いたしました。

最終報告書は、本和文要約を除き、以下の5冊分で構成されています。

- Volume : Executive Summary (英語版)
- Volume : Main Report (英語版)
- Volume : Supporting Report (英語版)
- Volume : Executive Summary (西語版)
- Volume V: Main Report (西語版)

この報告書は、三段階の調査で実施した全ての調査結果をとりまとめたものです。第一段階調査では現況調査、第二段階ではマスタープランの策定及び優先プロジェクトの選定を行いました。第三段階調査では、第一段階調査で選定された優先プロジェクトに係るフィージビリティ調査を中心とした調査を実施しました。

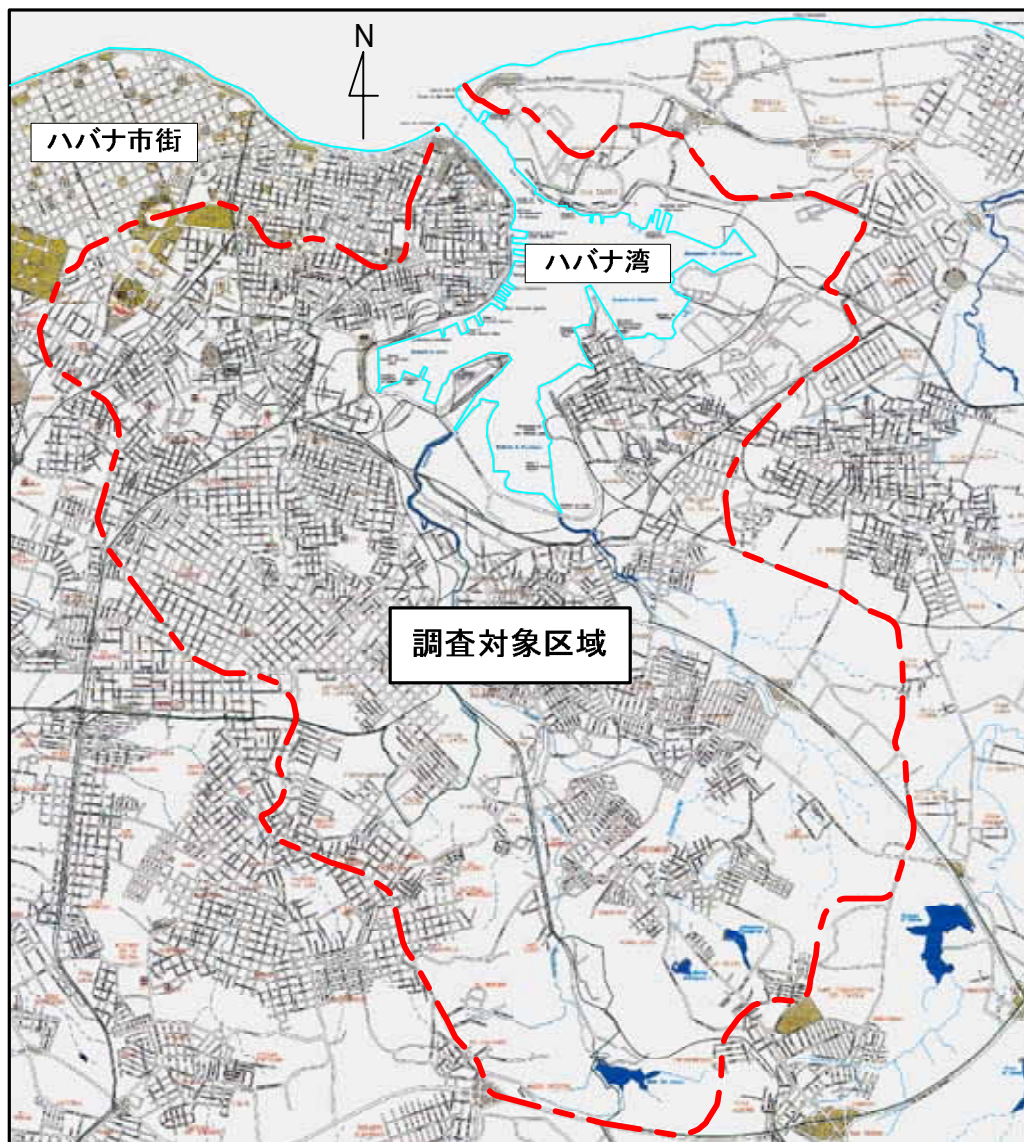
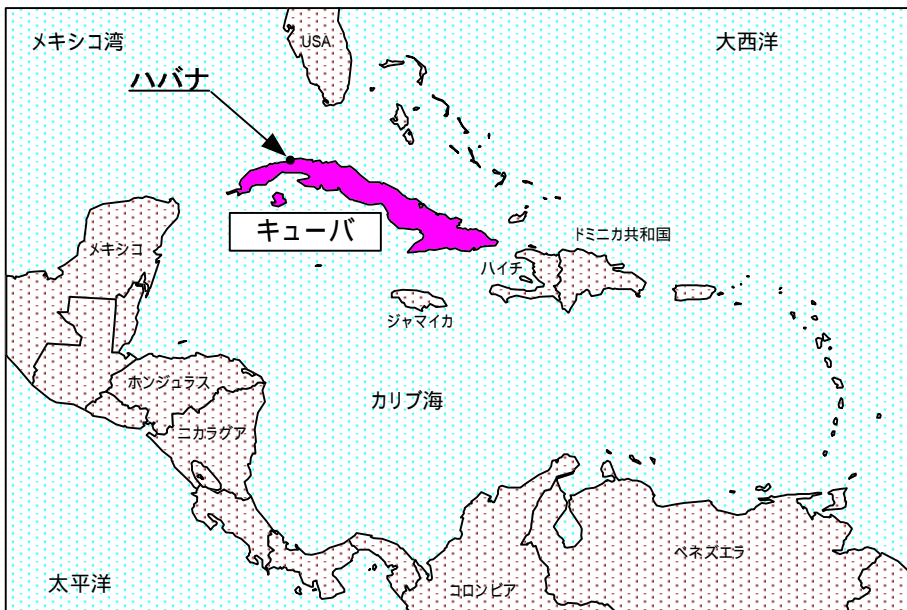
ここに、調査を進めるに当たり貴重な御助言と御指導を賜りました貴機構、日本政府外務省、国土交通省及びその他の機関の関係各位に対し深甚なる感謝の意を表すとともに、調査期間中、特段の御協力を頂いた、キューバ共和国外国投資経済協力省(MINVEC)、ハバナ湾浄化国家ワーキンググループ(GTE)、水利庁(INRH)その他の関係機関及び日本大使館に対し、深く御礼を申し上げます。

貴機構におかれましては、本計画の推進に向けて、本報告書を大いに活用されることを切望する次第です。

平成 16 年 3 月

株 式 会 社 日 水 コ ン  
キューバ共和国ハバナ湾汚染源対策調査団  
総 括 内 田 晴 敏

# キューバ国位置図



0 1 km

案件位置図

## キューバ国ハバナ湾汚染源対策調査 調査対象地域位置図

# 要 旨

## 1. はじめに

ハバナ湾污染源対策調査で得た結果の要旨を報告する。本調査は、基礎調査（ハバナ湾流域の現況、問題等を既存のデータ・情報の収集・分析、現場実測調査）、下水道マスタープラン策定、優先プロジェクトの妥当性(F/S)検討の3段階で実施した。

## 2. 現況

ハバナ湾および湾流域は、商工業港としてキューバ経済に多大の貢献をしている。ハバナ湾は面積 68 km<sup>2</sup> 流域内人口 80 万人で、ハバナシティ県（Ciudad de La Habana Province）の人口の37%を占めている。ハバナ湾（面積 5.0 km<sup>2</sup>、平均水深 9 m、容積 47 百万 m<sup>3</sup>）は外洋の海水と容易に混合しにくい特徴があり、一般家庭下水や工場排水由来の汚濁負荷が、既存の污水管および雨水排水路、あるいは湾岸の工場等から直接流入しているため、水質汚濁が深刻となっている。

## 3. 下水道マスタープラン

下水道マスタープラン（以下、下水道 M/P と記す）を以下の手順で策定した。

まず、どのような改善方法で、また既存下水道の補修改善および新規の下水道整備によりどの程度まで湾の水質改善が可能かについて検討した。この検討の中で、キューバ側が現在検討中の水質基準案および本調査での水質シミュレーション結果等を参考にして、現行の水利用を確保するために必要となる水質目標値を設定し提案した。また、新規の下水処理施設からの処理水を湾内に放流する場合に求められる処理レベルについても合わせて検討した。

つぎに、既存下水道施設について現在抱えている問題を整理し、問題解決のため、さらにシステムとしての信頼性を高めるための改善計画を提案した。新規の下水道施設については、ハバナ湾および外洋を放流先として全体で6つの代替案を作成し、比較検討を通して、湾への汚濁負荷を効果的効率的に削減可能な下水道計画を作成し提案した。

さらに、目標年次である2020年までに整備する下水道計画を下水道 M/P 対象の施設として選定し、この施設整備に必要な投資額および運転維持管理費用を概算し、実施計画、組織強化案、水質改善効果の検証、感度分析を含む経済・財務分析を行った。これらの結果をまとめて下水道 M/P を策定し、この中から、妥当性検討対象の優先プロジェクトを選定した。

### (1) 水質目標および処理レベルについて

現在の水利用（観光、散策・釣りなどのレクリエーション、商工業港、湾内交通）を確保するために必要な水質を目標として、溶存酸素（DO）3 mg/L 以上（目標 1）、油分 5 mg/L 以下（目標 2）を提案した。このうち前者は下水道、雨水排除、工場に関わる関係者の対応が必要であり、後者は湾岸の工場等の関係者の対応が必要となる。

湾内で現在最も汚濁が進行している湾奥部の Atares での DO 濃度を 3 mg/L 以上確保するためには、新規下水道計画の全ての処理区で処理施設を整備し二次処理を実施することが必要である。

## (2) 下水道施設計画

既存下水道施設の改善計画として、誤接続問題解消策の調査と実施、能力不足の污水幹線管きょの改善、故障中のスクリーン施設の補修、カサブランカ中継ポンプ場のポンプ機器交換と機能改善、幹線污水管 Colector Sur の信頼性確保と補修を可能とする污水幹線管きょシステム（Matadero ポンプ場、圧送管、污水管）の新設、幹線污水管 Colector Sur の補修、既存トンネルの簡易な補修、再揚水ポンプ場の新設、外洋放流管の交換を含む。これらの改善計画は、湾内への汚濁負荷を効果的にしかも効率よく削減できるため、下水道 M/P の一部として提案した。

新規の下水道計画は、外洋放流案 1 案を含む 6 案の代替案の比較検討を実施して行った。4 つの下水処理区からなる下水道計画案を最適案として選定したが、Luyanó-Martín Pérez 処理区を 2020 年までに整備することでハバナ湾への汚濁負荷を効果的かつ効率的に削減できることから、この処理区の下水道整備案を下水道 M/P の一部として提案した。

なお、下水道 M/P 策定の過程で、数多くの代替案やオプションを提示したが、将来諸条件が変わった場合にも有用な代替案・オプションとなるものであり、策定した下水道計画を将来見直す際には活用できるように報告書に取りまとめた。

## (3) 下水道 M/P

下水道 M/P（図 1 に施設概要を示す）の実施により、1) 下水道サービス人口は、ハバナ湾流域内で 591,500 人、流域外人口 159,100 人を合わせて合計 750,600 人。湾内の人口普及率は約 74%となる。2) 流域内で発生する汚水量 256,900 m<sup>3</sup>/日の約 80%に当たる 204,600 m<sup>3</sup>/日を収集する。3) 流域内の BOD 発生汚濁負荷量換算で、石油精製所からの負荷量を含めた総発生負荷量の約 55% を受け入れ、外洋放流あるいは二次処理後湾内放流する。

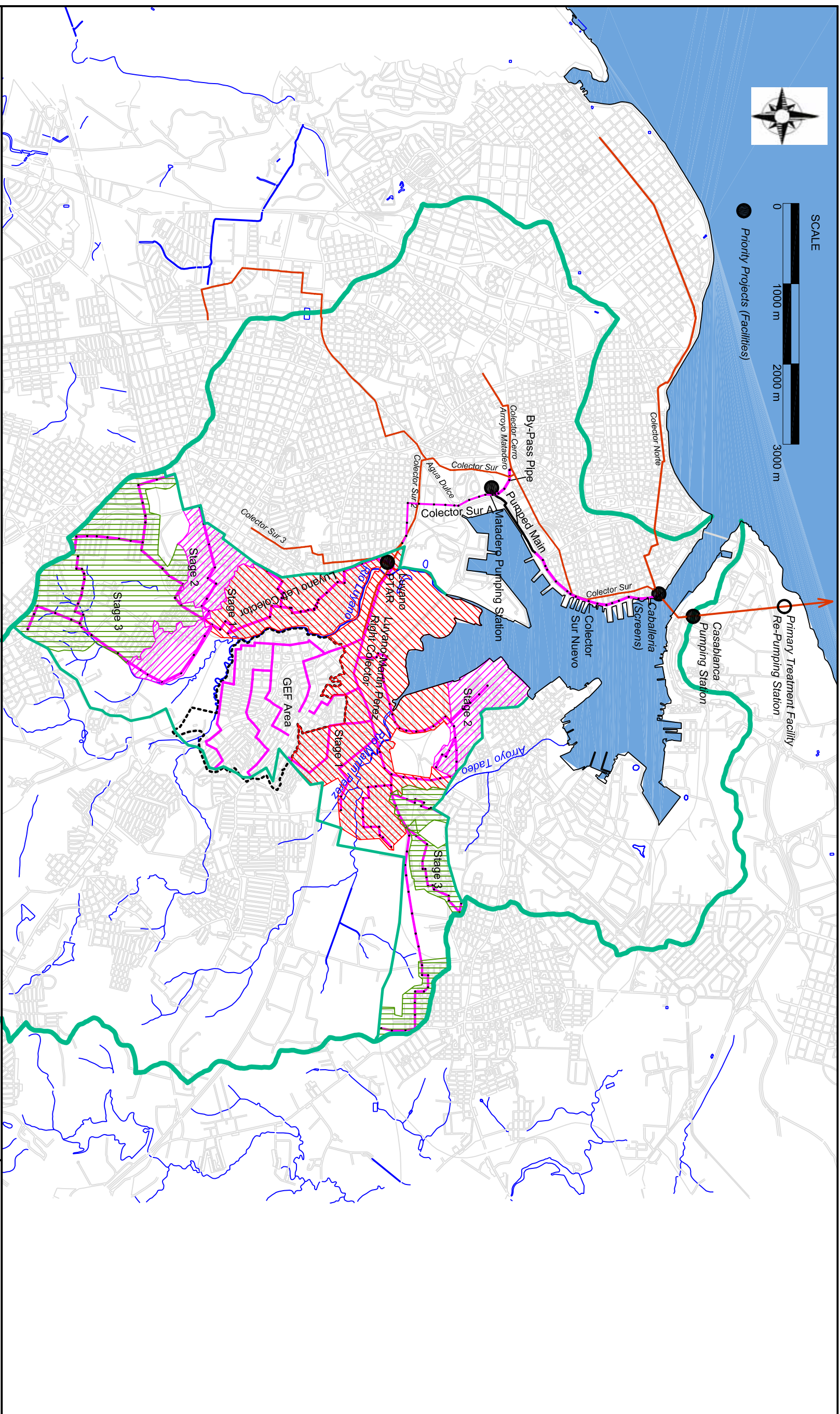
下水道 M/P で整備する新下水道施設（生物学的二次処理）によって削減可能な汚濁負荷量を表 1 に示した。GEF 及び M/P 実施による汚濁負荷削減量は、下水道 M/P 対象外となった新規下水道も考慮した全汚濁負荷削減可能量との比較、下表の項目(D+E)/B から 51%となった。

表 1 下水道 M/P における新下水道施設による汚濁負荷削減量

項目	汚濁負荷			
	BOD <sub>5</sub>	T-N	T-P	SS
1. 新下水道施設を全て(4 処理区)整備した場合				
発生汚濁負荷量(A) kg/d	22,794	3,481	892	22,794
二次処理導入の場合の汚濁負荷削減量(B)kg/d	20,515	522	134	20,515
2. M/P 対象の新下水道施設を整備した場合				
発生汚濁負荷量(C) kg/d	11,723	1,779	460	11,723
GEF/UNDP プロジェクトによる汚濁負荷削減量 (D) kg/d	2,546	64	17	2,546
下水道 M/P 実施による汚濁負荷削減量 (E) kg/d	8,005	203	52	8,005
GEF 及び M/P 実施による汚濁負荷削減量 (D+E) kg/d	10,551	267	69	10,551
削減比 E/A	35 %	6 %	6 %	35 %
削減比(D+E)/A	46 %	8 %	8 %	46 %

水質シミュレーション結果によると、ハバナ湾内で水質が最も劣悪な Atares での DO





THE DEVELOPMENT STUDY OF THE IMPROVEMENT OF SEWERAGE AND DRAINAGE SYSTEM FOR THE HAVANA BAY

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

図1  
下水道マスタープランの概要図



濃度が下水道 M/P 実施により、キューバの水質基準（案）Class F (2 mg/L 以上)を達成可能となる。ただし、将来の目標値である DO 濃度 3mg/L 以上を達成するには下水道を全て整備して二次処理施設を導入する必要があるが、下水道 M/P の完全実施はその目標達成のための重要な第一歩であると位置づけられる。

下水道施設は三期に分けて建設することを提案した。各期の対象施設概要を表 2 に、これらの施設建設に必要な投資総額（直接工事費 + 間接費）を外貨と内貨に分けて概算した結果を表 3 に示す。運転維持管理費として人件費、電力費、薬品費を計上し、施設が供用開始となる 2011 年では外貨分 (17,000 US\$) 内貨分 (1,142,000 pesos)が必要となり、下水流入量増加に伴い増大し、2030 年には 外貨分 (249,000 US\$) 内貨分 (1,658,000 pesos)が必要であると見積もった。

表 2 下水道 M/P 対象の下水道施設等

工期	既存施設の改善計画	新規下水道整備計画
<b>第 1 期</b> 2008 年 ~ 2010 年	Dran Matadero 排水区を対象とした誤接続管の詳細調査および技術的解決策の検討。 サイフオンの詳細調査の実施。必要に応じて補修方法その他の検討。 Dren Matadero 排水区を対象とした誤接続管解消策の実施。 Caballeria にあるスクリーン施設の補修など。 カサブランカポンプ場のポンプ機器の交換 4 台設置 (Q=1.75 m <sup>3</sup> /s, H=8 m) 予備 1 台を含む。 Matadero ポンプ場の新設。  既存幹線污水管 Colector Cerro と Matadero ポンプ場との連絡管新設。 圧送管と新幹線污水管 Colector Sur Nuevo の新設 (Matadero ポンプ場と Caballeria スクリーン施設間)。	幹線污水管 Luyanó-Martín Pérez Right Colector の新設。 幹線污水管 Luyanó Left Colector の新設。 Luyanó 下水処理場に、処理能力 207 L/s の二次処理施設を建設。 GEF/UNDP Project で建設する分を含めると、処理能力は合計 407 L/s または 35,200 m <sup>3</sup> /d となる。 Luyanó-Martín Pérez 処理区の面整備管の新設。
<b>第 2 期</b> 2011 年 ~ 2015 年	Dran Agua Dulce 排水区を対象とした誤接続管の詳細調査および技術的解決策の検討。 Dren Agua Dulce 排水区を対象とした誤接続管解消策の実施。 Colector Sur の補修。 Colector Sur A の建設。 再揚水ポンプ場の新設。4 台ポンプ設置 (Q =1.75 m <sup>3</sup> /s, H=5 m) 1 台予備含む。 トンネルの簡易補修。 外洋放流管の交換。	幹線污水管 Luyanó-Martín Pérez Right Colector の延伸。 幹線污水管 Luyanó Left Colector の延伸。 Luyanó 処理場の能力をさらに 207 L/s 増強し、処理能力は 614 L/s または 53,100 m <sup>3</sup> /d となる。 Luyanó-Martín Pérez 処理区の面整備管の増設。
<b>第 3 期</b> 2016 年 ~ 2020 年	Dren Agua Dulce 排水区を対象とした誤接続管解消策の実施。	幹線污水管 Luyanó-Martín Pérez Right Colector の延伸。 幹線污水管 Luyanó Left Colector の延伸。 Luyanó 処理場の能力をさらに 207 L/s 増強し、処理能力は 821 L/s または 71,000 m <sup>3</sup> /d となる。 Luyanó-Martín Pérez 処理区の面整備管の増設。

表 3 下水道 M/P 実施に必要な投資額 (単位:外貨分千 US\$, 内貨分千キューバ Pesos)

項目	既存施設 改善計画		新規下水道 整備計画		合計	
	外貨分	内貨分	外貨分	内貨分	外貨分	内貨分
<b>M/P 投資額合計</b>						
直接工事費	27,406	16,484	80,826	49,717	108,232	66,201
間接費	5,759	3,973	16,166	11,435	21,925	15,409
合計	33,165	20,457	96,992	61,152	130,157	81,610
<b>期別投資額</b>						
第一期事業	14,869	9,111	37,027	23,676	51,895	32,788
第二期事業	14,116	8,491	26,968	16,553	41,086	25,043
第三期事業	4,180	2,855	32,997	20,923	37,176	23,779

キューバ国の外国為替取引では、二重為替レートが用いられている。対外貿易用公定レート(米ドル 1 対キューバペソ 1)と、内国個人取引用公認レート(2004 年 3 月時点で米ドル 1 対キューバペソ 26)である。プロジェクトの財務・経済分析は、外貨分と内貨分を合算して行うのが通常であり、外貨と内貨を合算するための為替レートには、公定レートが用いられる。しかし、キューバにおいては公定レートが実質為替レートを適正に反映しておらず、それゆえ国内市場で 1 対 26 の公認レートが存在していることは無視できない事実であり、事業の費用、便益の一部にも、この公認レートが結果的に適用される可能性は大きい。こうした為替レートの不確定事情に鑑み、幅広い状況をカバーするため、4 通りの財務・経済分析を行った。(1) 為替レートを適用せず外貨分のみを対象とした分析、(2) 同様に内貨分のみを対象とした分析、(3) キューバ側事業実施体にとって有利な条件となる公定レート(1 対 1)で外貨と内貨を合算した額を対象とした分析、(4) 逆に事業実施体にとって厳しい条件となる公認レート(1 対 26)で外貨と内貨を合算した額を対象とした分析、の 4 通りである。これら 4 通りのうち、外貨と内貨を公定レートまたは公認レートで合算した上記(3)と(4)の 2 通りの分析結果を表 4 に示す。財務分析では下水道料金の値上げ(ペソ払いの一般家庭や事業所は 6 倍、ドル支払いの事業所には 2.3 倍程度)と観光税(2 ドル)の導入による収入を見込んだ。一方、経済分析では支払い意志額(WTP)を一般家庭からは簡易調査に基づく月 11 ペソ、事業所・工場からは下水道料金同等、観光客は観光税同等と設定して、経済便益を見込んだ。

より厳しい条件設定下である米ドル 1 対キューバペソ 26 の場合には、財務評価指標はいずれも厳しい結果を示しており、経済面でも同様に EIRR 7.6%、B/C 0.8 と一般的な目標率 10%以上、B/C>1.0 の条件を満足しない結果となっている。しかし、下水道案件としては比較的高い値を示しており、経済面から下水道事業を実施する意義は高い。現実の経済状況を反映した為替レートを適用可能であれば、上記の財務経済評価指標は米ドル 1 対キューバペソ 1 の場合に得られた結果へシフトし、経済的価値はより高くなる。

表4 下水道 M/P に関する財務・経済分析結果指標

指 標	米ドル対キューバペソ 1対1の場合	米ドル対キューバペソ 1対26の場合	備 考
<b>財務分析</b>			割引率
財務的内部収益率 (FIRR)	21.0%	1.8%	US\$ 6%
B/C 比	2.1	0.6	Pesos 8%
現在価値 (NPV)	(Ps) 135,728	(Ps) -877,044	
<b>経済分析</b>			割引率
経済的内部収益率 (EIRR)	54.6%	7.6%	US\$ 10%
B/C 比	4.9	0.8	Pesos 10%
現在価値 (NPV)	(Ps) 309,814	(Ps) -210,707	

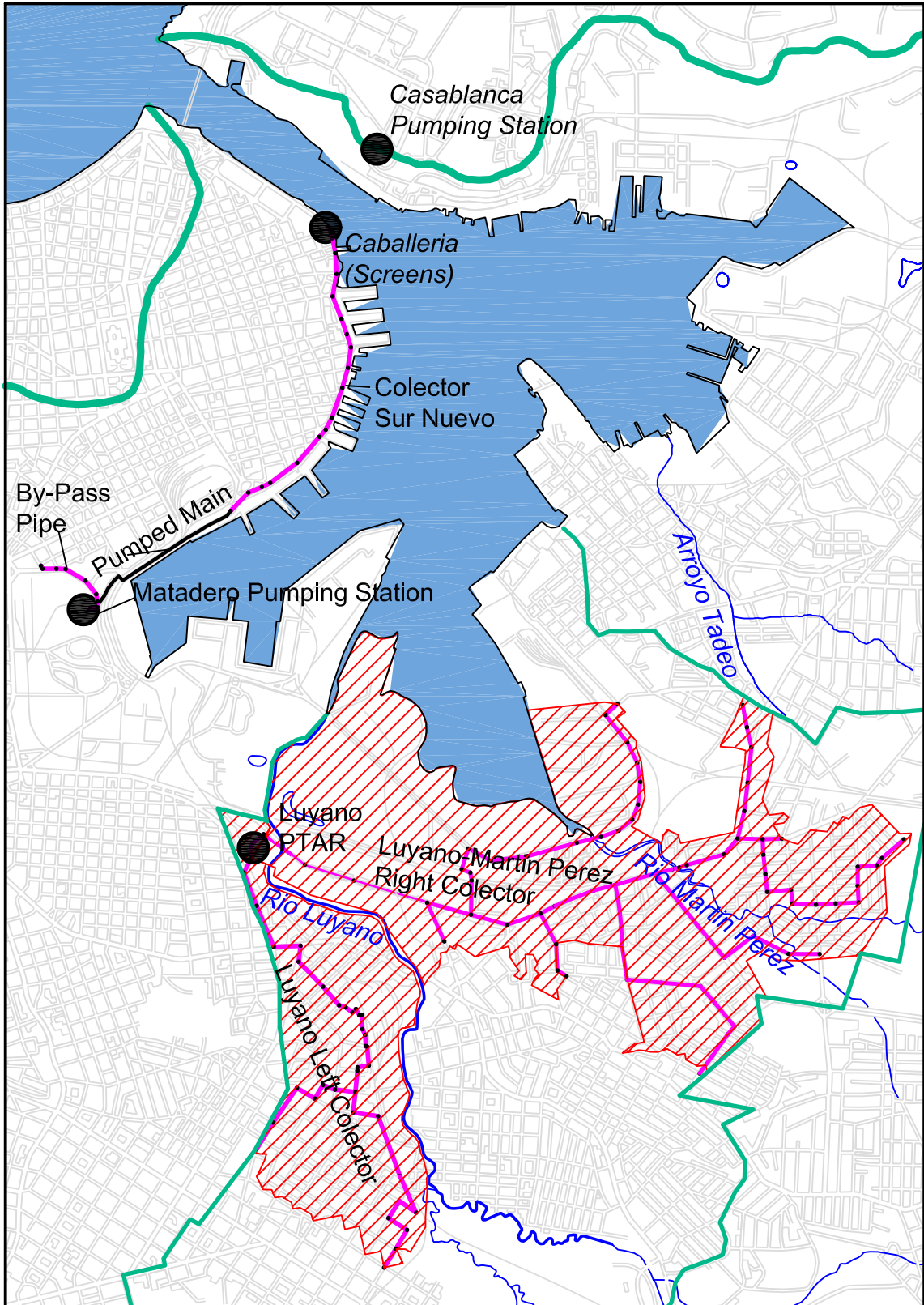
#### 4. 優先プロジェクトの妥当性(F/S)検討

##### (1) 優先プロジェクト

表2 および図2 に示した第一期事業対象の下水道施設を優先プロジェクトの対象とした。この第一期事業実施に必要な投資額を表3 に示す。運転維持管理費用は施設が供用開始となる2011年では外貨分17,000 US\$、内貨分1,142,000 pesosが必要となり、その後は流入下水量増加に伴い増大し2020年には外貨分83,000 US\$、内貨分1,209,000 pesosが必要であると見積もった。

優先プロジェクトは既存施設を最大限利用し、新規の下水道施設整備と一体となって八バナ湾に放流されている汚濁負荷を効果的に効率的に削減する計画となっている。密集地域を対象とした下水道施設計画が立案され、収集施設は自然流下方式を基本とし、処理施設はコストに見合った効果が得られるものを採用した。

下水道 M/P 実施による湾奥部の Atares と Guasabacoa での DO 濃度予測が 2.0 ~ 2.5 mg/L であったのに比べると、優先プロジェクト実施では 1.5 ~ 2.0 mg/L と小幅な改善である。しかし、Atares での DO 濃度が 1.0 mg/L 以下とほとんど嫌気状態である現況と比較すれば、かなり改善されるものと期待される。



THE DEVELOPMENT STUDY OF THE IMPROVEMENT OF SEWERAGE AND DRAINAGE SYSTEM FOR THE HAVANA BAY

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

図2  
優先プロジェクト概要図



## (2) 財務・経済評価

優先プロジェクトについて実施した財務・経済分析結果の一部を表5に示す。

表5 優先プロジェクトに関する財務・経済分析結果指標

指 標	米ドル対キューバペソ 1対1の場合	米ドル対キューバペソ 1対26の場合	備 考
<b>財務分析</b>			割引率
財務的内部収益率 (FIRR)	28.1%	7.3%	US\$ 6%
B/C 比	3.6	1.1	Pesos 8%
現在価値 (NPV)	(Ps) 172,020	(Ps) 87,185	
<b>経済分析</b>			割引率
経済的内部収益率 (EIRR)	55.3%	13.4%	US\$ 10%
B/C 比	7.1	1.3	Pesos 10%
現在価値 (NPV)	(Ps) 292,477	(Ps) 226,272	

### 1) 財務評価

より厳しい設定条件である米ドル1対キューバペソ26を用いた場合においても、FIRRは7.3%と一般的な目標利益率をほぼ超える値であり、B/Cで1.0以上、NPVも正の値を確保した。さらに建設費20%増加の場合と収入20%減少の場合について行ったFIRRの感度分析結果でも、FIRRを5%以上確保できた。下記の為替レートで述べるように、実質為替レートは米ドル対キューバペソで1対1と1対26の間にあるであろうことを考慮すると、上記の財務分析指数もさらに良好な値が期待される。したがって、設定した下水道使用料金および観光税による収入で優先プロジェクトの建設費の返済と運営維持管理費を賄うことが可能であり、財務的に可能なプロジェクトであると言える。なお、優先プロジェクトは建設期間(短期間)中に多額の建設資金が不可欠であるため、外部からの資金調達は必要である。

財務分析で設定した主な仮定を以下のとおり検証して、財務分析の評価を行った。

**為替レート:** キューバ国の対外貿易用公定レート(米ドル1対キューバペソ1)は、実質為替レートを反映しているとはいえず、内国個人取引用公認レート(2004年3月時点で米ドル1対キューバペソ26)が存在している。プロジェクト費用の外貨分と内貨分を合算して財務・分析を行う場合、公定レート(1対1)を用いると、キューバ側事業実施体にとって有利になるが、公認レート(1対26)を適用すると、逆に最も厳しい条件となる。現実には、事業費用、便益項目の全てが公定レートにより発生するのではなく、一部の項目については公認レートが適用される可能性が高い。しかしながら公定レート分と公認レート分の比率を推定することは、不確定要素が入り込む余地が大きい。本報告では、事業実施体にとって有利な条件となる公定レートと、厳しい条件となる公認レート両方の為替レートをを用いて行った経済・財務分析結果を示し、両条件下での数値を相対的に比較判断した。

**一般家庭の下水道料金:** 6倍もの下水道料金の値上げを7年間で段階的に実施するよう提案しているが、以下の点から妥当な設定であると考え。現行の料金は一人当たり年間6ペソ、一家庭当たりに変換すると2ペソ/月/家庭であり、簡易調査で得た一家庭当たりの月収760ペソの0.26%である。6倍に値上げしても12ペソ/月/家庭、家計収



入の 1.58%であり、この比率は一般に妥当な上下水道料金設定比率 5%（水道 3.5%、下水道 1.5%）の範囲にある。また、今後家計収入の増加も期待されることから提案した料金値上げは可能な範囲である。

**官公庁や事業所の下水道料金（ペソ払い）：**7年で5倍と、一般家庭よりも少ない値上げ率を設定している。

**外資系企業、団体への下水道料金（ドル払い）：**7年で83%の上げ幅は他より低く抑えている。

**外国人観光客への観光税：**ハバナシティー県を訪れる外国人観光客から一人当たり2米ドルを徴収する設定を行っている。この徴収額2米ドルは、キューバ滞在中の平均消費額の0.2%と軽微な金額であり、観光諸物価と比しても高くないため、徴収可能である。

## 2) 経済評価

経済的内部収益率 EIRR は、表5に示したように、厳しい為替レート条件下である米ドル1対キューバペソ26の場合でも、EIRRは13.4%と一般的な目標率10%以上を超え、B/C比1.3、NPVでも正の高い値が得られた。EIRRについては、建設費20%増加の場合と収入20%減少の場合での感度分析結果においても10%が確保され、安定している。為替レートでも述べたように、実質為替レートは米ドル対キューバペソで1対1と1対26の間にあるであろうことを考慮すると、上記の経済分析指数もさらに良好な値が期待され、本事業の経済価値は高いと考えられる。

その他、経済分析評価の対象とならなかったものの期待される経済便益を表6に示す。

表6 分析対象外の経済便益

項目	便 益
疾病の減少	水系疾病や腸関連の病気は減少する。医療費の節約が期待される。
旧式の衛生施設との交換	セプティックタンクや簡易トイレを下水道システムに交換することにより、ある一定期間後の移設が不要となり、比較的高い維持管理費も節約可能となる。
余暇や観光活動の増加	湾の環境改善により、より多くの環境客が訪れ、住民の余暇だけでなく観光に関する様々な活動も盛んとなる。
土地の価値の上昇	下水道サービス対象地域および周辺地域の土地の価値が上昇する。
動植物の保護	湾に生息する魚類その他の動植物相が保護される。
副産物による収入	下水処理場で発生する汚泥を農業還元利用が可能。
生活の質的向上	湾の環境が見た目にも改善されることにより、住民の生活の質的な向上が期待される。

## (3) 環境影響評価 (EIA)

環境影響評価の調査を実施し、優先プロジェクトは環境面で妥当であるとの結果を得た。しかしながら、下水道施設で発生する汚泥と悪臭の問題に関連して適切な配慮や対策が取られない場合問題が発生することが指摘された。また、建設中の影響も一部懸念された。環境影響調査報告で提案されている防止策および緩和策が優先プロジェクト実施の際に実施されることを推奨する。

# キューバ国八バナ湾汚染源対策調査

## 和文要約目次

調査対象地域、位置図  
要旨

### 第 I 部 基礎調査

<b>1.1 緒言</b> .....	<b>J-1</b>
1.1.1 調査の背景 .....	J-1
1.1.2 調査概要 .....	J-1
1.1.3 報告書の構成 .....	J-2
<b>1.2 調査対象地域概要</b> .....	<b>J-2</b>
1.2.1 自然などの条件 .....	J-2
1.2.2 社会経済 .....	J-3
1.2.3 都市整備基盤 .....	J-5
<b>1.3 八バナ湾</b> .....	<b>J-6</b>
1.3.1 水理学的特性 .....	J-6
1.3.2 水質上の特性 .....	J-6
1.3.3 底質の特性 .....	J-7
<b>1.4 現在の汚濁負荷</b> .....	<b>J-7</b>
<b>1.5 誤接続問題</b> .....	<b>J-8</b>
1.5.1 概説 .....	J-8
1.5.2 最初の調査 .....	J-8
1.5.3 追加調査 .....	J-9

### 第 部 下水道マスタープラン

<b>2.1 緒言</b> .....	<b>J-11</b>
<b>2.2 八バナ湾における水質汚濁防止の戦略</b> .....	<b>J-13</b>
2.2.1 水質目標像 .....	J-13
2.2.2 求められる下水処理レベル .....	J-14
<b>2.3 下水道の計画諸元</b> .....	<b>J-19</b>
2.3.1 下水道計画対象地域 .....	J-19
2.3.2 人口 .....	J-19
2.3.3 下水発生量 .....	J-20

2.3.4	汚濁負荷 .....	J-22
2.3.5	浸入水/浸透水 .....	J-22
<b>2.4</b>	<b>下水道施設の改善計画および新規整備計画の検討 .....</b>	<b>J-23</b>
2.4.1	緒言 .....	J-23
2.4.2	既存施設の改善計画 .....	J-23
2.4.3	目標年次 2020 年までの新下水道整備計画 .....	J-25
<b>2.5</b>	<b>下水道マスタープラン .....</b>	<b>J-29</b>
2.5.1	下水道施設計画 .....	J-29
2.5.2	実施計画 .....	J-29
2.5.3	組織強化 .....	J-32
2.5.4	概算事業費 .....	J-33
2.5.5	下水道 M/P 実施による水質改善効果 .....	J-38
2.5.6	財務力の検討 .....	J-39
2.5.7	財務評価 .....	J-42
2.5.8	経済評価 .....	J-44
2.5.9	F/S 調査対象の優先プロジェクト .....	J-48
<b>2.6</b>	<b>提言 .....</b>	<b>J-49</b>
2.6.1	既存施設の改善計画 .....	J-49
2.6.2	新下水道整備計画 .....	J-49
2.6.3	八バナ湾の水環境 .....	J-49
2.6.4	その他 .....	J-50
<b>第 部 優先プロジェクトの妥当性 (F/S) 検討</b>		
<b>3.1</b>	<b>緒言 .....</b>	<b>J-52</b>
<b>3.2</b>	<b>優先プロジェクト .....</b>	<b>J-52</b>
3.2.1	設計諸元 .....	J-52
3.2.2	既存下水道施設の改善計画 .....	J-53
3.2.3	新規の下水道施設整備計画 .....	J-54
<b>3.3</b>	<b>実施計画 .....</b>	<b>J-56</b>
3.3.1	実施スケジュール .....	J-56
3.3.2	概算事業費積算 .....	J-56
3.3.3	組織と法制度 .....	J-60
<b>3.4</b>	<b>プロジェクトの評価 .....</b>	<b>J-65</b>
3.4.1	技術面の評価 .....	J-65
3.4.2	財務評価 .....	J-65
3.4.3	経済評価 .....	J-68
3.4.4	環境評価 .....	J-70

<b>3.5 結論と提言</b> .....	<b>J-74</b>
3.5.1 結論 .....	J-74
3.5.2 提言 .....	J-74

## 表リスト

表 1.1	八バナ湾流入河川の特徴 .....	J-2
表 1.2	人口統計データと推定値 .....	J-3
表 1.3	八バナ湾流域内人口推定（2000年） .....	J-3
表 1.4	GDP データ .....	J-4
表 1.5	観光客数と観光産業収入（単位：百万） .....	J-4
表 1.6	現在の土地利用 .....	J-5
表 1.7	汚濁負荷に関する発生負荷量（推定値）と 排出負荷量（実測値）の比較 .....	J-8
表 1.8	最初の誤接続調査の結果 .....	J-8
表 2.1	海岸や湾岸での水質基準案 .....	J-13
表 2.2	各分野の目標と責任 .....	J-14
表 2.3	下水道計画対象地域（2020年） .....	J-19
表 2.4	八バナ湾内の人口予測 .....	J-19
表 2.5	下水道計画人口（2020年） .....	J-20
表 2.6	下水発生量 .....	J-20
表 2.7	将来の下水発生量原単位 .....	J-21
表 2.8	下水発生量総括表 .....	J-21
表 2.9	一人当たりの汚濁負荷原単位 .....	J-22
表 2.10	トイレ用水および生活雑排水中の一人当たり汚濁負荷原単位 .....	J-22
表 2.11	既存の下水道システムの改善計画 .....	J-24
表 2.12	目標年次 2020年までの新下水道整備計画概要 .....	J-26
表 2.13	下水道マスタープランの概要 .....	J-30
表 2.14	政府機関に対する組織強化のための提言 .....	J-32
表 2.15	下水処理場およびポンプ場の運転管理に必要な職員 .....	J-33
表 2.16	下水道マスタープラン実施に必要な本部での下水道関連職員 .....	J-33
表 2.17	投資額の構成要素 .....	J-34
表 2.18	下水道 M/P 実施に必要な総投資額 .....	J-34
表 2.19	既存下水道施設の改善計画に必要な投資額 .....	J-35
表 2.20	新下水道整備に必要な投資額 .....	J-36
表 2.21	下水道 M/P の下水道施設の必要な年間運営維持管理費 .....	J-37
表 2.22	新下水道整備計画による汚濁負荷削減 .....	J-38
表 2.23	既存下水道改善計画による汚濁負荷削減 .....	J-38
表 2.24	ケース 1-現況(2002年) .....	J-39
表 2.25	ケース M/P (下水道 M/P 実施の場合) .....	J-39
表 2.26	汚濁者と便益者の分析 .....	J-40
表 2.27	八バナ市での基本的料金例 .....	J-41
表 2.28	下水道料金と観光税 .....	J-43

表 2.29	財務分析結果	J-44
表 2.30	下水道 M/P の財務評価に関する感度解析結果	J-44
表 2.31	経済分析に関する変換係数	J-45
表 2.32	土地の経済価値	J-46
表 2.33	下水道 M/P の経済分析結果	J-47
表 2.34	下水道 M/P の経済評価に関する感度解析結果	J-47
表 2.35	下痢疾患による経済損失	J-48
表 3.1	優先プロジェクト対象の計画人口	J-52
表 3.2	優先プロジェクト関連の計画水量	J-53
表 3.3	優先プロジェクトにおける既存下水道施設の改善計画概要	J-53
表 3.4	優先プロジェクトにおける新規下水道整備計画概要	J-54
表 3.5	投資額積算の項目	J-56
表 3.6	優先プロジェクトに必要な投資額	J-56
表 3.7	優先プロジェクトに関わる年間運営維持管理費	J-59
表 3.8	下水道利用者と外国人旅行者からの収入データ	J-66
表 3.9	キャッシュフロー分析による財務指標結果	J-66
表 3.10	優先プロジェクトの財務評価に関する感度分析結果	J-67
表 3.11	優先プロジェクトの経済分析結果	J-69
表 3.12	優先プロジェクトの EIRR に関する感度分析	J-69

## 図リスト

図 1.1	汚水管の能力不足のため、汚水管マンホールから 雨水管マンホールへ誤接続例	J-10
図 2.1	下水道マスタープラン策定手順	J-12
図 2.2	ハバナ湾内における現況の溶存酸素 (DO) 濃度 (2002 年) と キューバ国の水質環境基準案との比較	J-15
図 2.3	下水処理レベル別溶存酸素 (DO) 予測結果	J-18
図 2.4	LUYANÓ 下水処理場の処理施設能力の段階的増強案	J-28
図 2.5	実施スケジュール	J-31
図 3.1	優先プロジェクト一般図	J-55
図 3.2	優先プロジェクトの実施スケジュール	J-57
図 3.3	提案した運営委員会の組織関係図	J-62
図 3.4	設計と工事監理に関わる組織体制案	J-64
図 3.5	BOD <sub>5</sub> に関する発生汚濁負荷量と汚濁負荷削減量の比較	J-72
図 3.6	下水道マスタープラン (M/P) および優先プロジェクト (F/S) を 実施した場合の DO 改善効果比較	J-73