

ベトナム社会主義共和国  
建設省

ベトナム国  
地方上下水道セクター  
情報収集・確認調査

報告書  
(要約版)

平成 27 年 1 月  
(2015 年)

独立行政法人  
国際協力機構 (JICA)

日本工営株式会社  
一般財団法人 下水道事業支援センター  
株式会社 ドーガン  
株式会社 日水コン  
株式会社 ウォーターエージェンシー

東大
CR(5)
15-001

ベトナム社会主義共和国  
建設省

ベトナム国  
地方上下水道セクター  
情報収集・確認調査

報告書  
(要約版)

平成 27 年 1 月  
(2015 年)

独立行政法人  
国際協力機構 (JICA)

日本工営株式会社  
一般財団法人 下水道事業支援センター  
株式会社 ドーガン  
株式会社 日水コン  
株式会社 ウォーターエージェンシー

## 目次

1. 調査の概要 .....	1
1.1 調査の背景 .....	1
1.2 調査の目的と概要 .....	1
2. 都市部における上下水道セクターの財政需要予測 .....	3
2.1 人口 .....	3
2.2 上下水道セクターの現状 .....	4
2.3 上下水道セクターの国家マスタープラン .....	5
2.4 上下水道セクターの整備事業量 .....	7
2.5 優先プロジェクト .....	9
3. ODA を活用した資金メカニズムの検討 .....	10
3.1 背景 .....	10
3.2 主要ドナーの動向 .....	10
3.3 水セクターローンのファイナンス・スキームの検討 .....	11
3.4 民間資金の活用 .....	13
4. 下水道研修センター .....	16
4.1 下水道研修センターの目的と基本理念 .....	16
4.2 下水道研修センターのスキーム .....	17
4.3 技術監理部（コンサルテーション部局） .....	18
4.4 研修センター運営の財源制度 .....	21
4.5 技術支援の事業化スケジュール .....	22
5. 上下水道セクターにおけるビジネスマッチング提案 .....	23
5.1 民間企業調査結果の概要 .....	23
5.2 日「ベ」両国企業のビジネスマッチング手法 .....	23
6. 本邦技術の「ベ」国における適用ニーズ調査 .....	25
6.1 高度浄水技術（生物膜プロセス） .....	25
6.2 下水汚泥リサイクル技術 .....	27
7. まとめ .....	29

## 1. 調査の概要

### 1.1 調査の背景

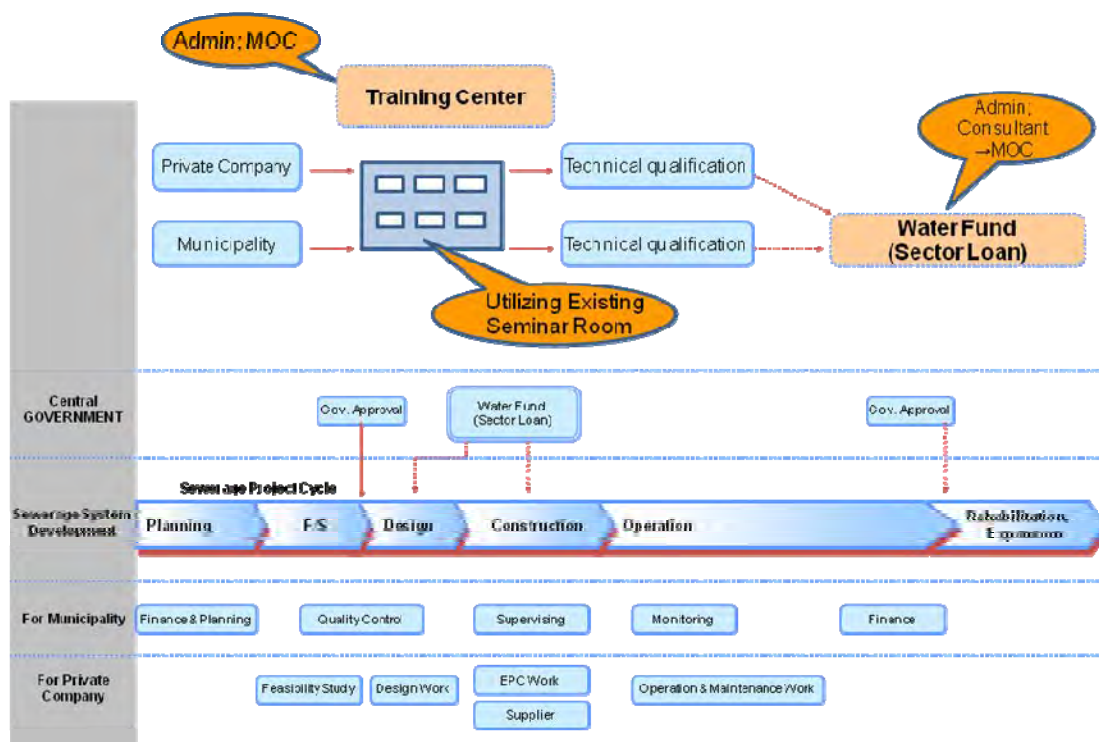
上下水道セクターは、ベトナム社会主義共和国（「ベ」国と称する）において、急速な経済成長と都市化によって、整備することが急務とされている。しかしながら、上下水道セクターの整備に要する予算は、特に「ベ」国の地方自治体において十分ではなく、都市部において深刻な水環境の汚濁と安全な水への不十分なアクセスの原因となっている。

下水道セクターにおいては、下水道サービスと下水道の事業化は、ハノイ市、ホーチミン市、ハロン市、ハイフォン市、ダナン市、フエ市、ホイアン市、ニャチャン市、ブンタウ市およびビンズオンにおいて、援助機関の財政・技術支援によって実施されている。しかしながら、上述の市の全域で下水道サービスが普及しておらず、下水道普及人口は全国で10%以下である。したがって、下水道サービスの整備は大都市のみならず、地方都市においても必要とされている。都市域において2050年に普及率100%を達成させるという国の政策目標の主要な対象都市は、地方都市である。

### 1.2 調査の目的と概要

本調査は、「ベ」国地方都市において、関連する情報を収集し、上下水道セクターの健全な発展のための戦略を調査することを目的とする。

上下水道セクターにおける公的・民間資金の投入および職員・組織の運営管理能力の強化は、上下水道セクターの発展のための基本となるものである。国際協力機構（JICA）は、並行してこれらの課題を解決するための効率的な解決策として、「ベ」国上下水道セクターにおける新たな財政スキームを構築すること並びに下水道研修センターを設置することを検討している。上下水道セクターの健全な発展を促進するために、新たな財政支援は、図 S 1.1に示される研修センターの技術的資格を有する事業実施団体（EAs）に適用されることとしている。



出典: JICA 調査団

図 S1.1 下水道セクターの健全な発展のための実地的な解決策

前述の方策を運用し下水道セクターの健全な発展を促すために、本調査は次の 5 分野で構成する。

- 我が国の ODA における優先的な財政制度
- 運営管理能力の強化とプロジェクト事業化の支援
- 上下水道セクターの財政需要の推測
- 「ベ」国と本邦企業の連携
- 「ベ」国のニーズと日本の技術のマッチング

## 2. 都市部における上下水道セクターの財政需要予測

### 2.1 人口

2009年に実施された最新の人口統計によれば、「ベ」国の総人口は8,602万人であり、都市人口2,559万人、地人口6,040万人である。

ベトナム統計局（General Statistics Office）が刊行する統計によれば、2013年の人口は8,971万人に増加した。男性人口は、国家人口の49.5%、年間増加率1.1%であり、女性人口は50.5%、人口増加率1.0%である。2013年の出生率は女性1人当たり2.1人で、2012年の出生率2.05人より増加している。男性比率は、2013年では女性100人に対して97.91人、2012年では女性100人に対して97.86人である。

2013年の人口は2009年比で4.3%、2012年比で1.1%の増加である。2009年以降年率1.1%の増加である。2013年の人口は、都市人口が2,903万人、地方人口が6,068万人であり、2009年と比較すると、都市人口で13.5%、地方人口0.5%の増加である。2012年と比較すると、都市人口2.4%、地方人口0.4%の増加である。

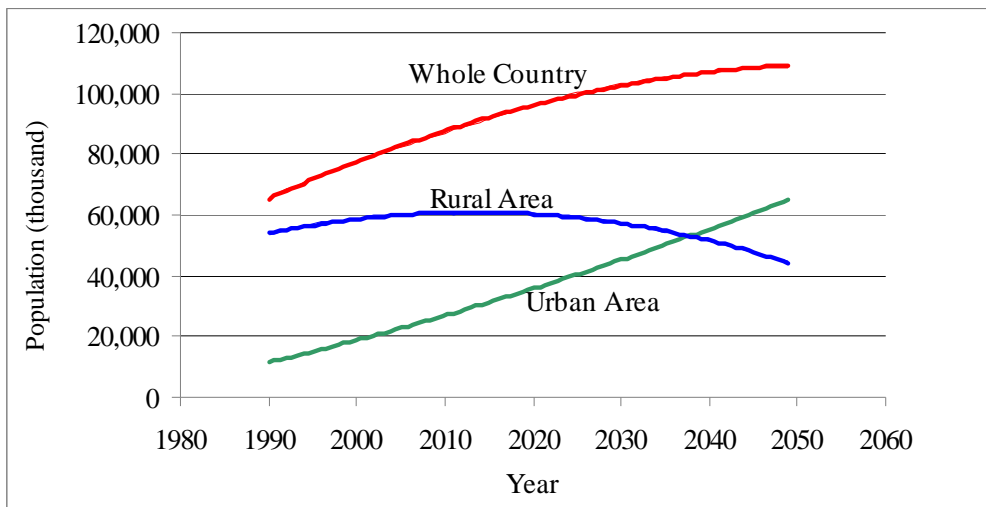
2009年から2049年の人口増加予想は、表 S2.1および図 S2.1に示す。

人口は2049年まで増加するが、2040年から増加率が減少すると予測している。2049年の人口予測値は10,871万人で、都市人口6,392万人、地方人口4,479万人である。都市人口は年率2-3%の増加、地方人口は2015年まで若干増加しその後減少すると予測されている。

表 S2.1 2049年までの全体、都市、地方人口予測値

Year	1995	2000	2005	2009	2010	2013	2015
Whole (1,000 persons)	71,996	77,631	82,392	86,025	86,933	89,709	91,583
Urban (1,000 persons)	14,938	18,725	22,332	25,585	26,516	29,030	30,763
Share(%)	20.7	24.1	27.1	29.7	30.5	32.4	33.6
Rural (1,000 persons)	57,057	58,906	60,060	60,440	60,417	60,679	60,820
Share(%)	79.3	75.9	72.9	70.3	69.5	67.6	66.4
Year	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2049
Whole (1,000 persons)	96,179	100,131	103,117	105,388	107,004	108,165	108,700
Urban (1,000 persons)	35,654	40,743	45,804	50,818	55,674	60,378	63,920
Share(%)	37.1	40.7	44.4	48.2	52.0	55.8	58.8
Rural (1,000 persons)	60,525	59,388	57,312	54,570	51,330	47,787	44,780
Share(%)	62.9	59.3	55.6	51.8	48.0	44.2	41.2

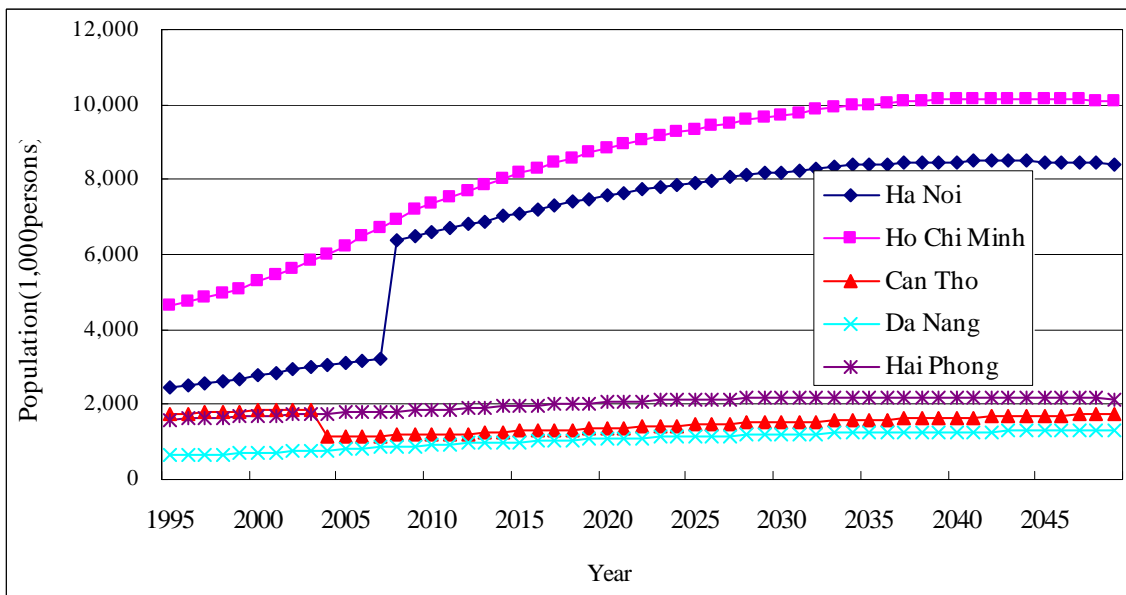
出典：2009-2049年の人口予測値、ベトナム統計局



出典：2009-2049年の人口予測値、ベトナム統計局

図 S2.1 ベトナム国の人口予測値

直轄都市5市の人口変動を、図S2.2に示す。ハノイ市の人口は、2040年まで増加が予想されるが、その後、人口は一定で推移すると予測される。他の市は、若干の増加が予想される。



\*: ハノイ市の2008年の急激な人口増加は、ハタイ省との合併による。

\*\*： カントー省の2004年の急激な人口減は、カントー省はカントー市とハウザン省に分割されたことによる。

出典：2009-2049年の人口予測値、ベトナム統計局

図 S2.2 直轄5市の人口推移予測

## 2.2 上下水道セクターの現状

### (1) 上水道

直轄5都市の浄水場は、55箇所、総浄水能力は3,200,000 m<sup>3</sup>/日であり、「ベ」国の浄水能力のおよそ50%を占める。ホーチミン市の各水道会社の稼働率は100%を超えており、浄水能力の増

強が必要である。他の直轄 4 市における浄水場の稼働率は、およそ 90%またはそれ以上であり、近い将来、浄水能力の増強が必要である。

ベトナム水道データベース 2011 は、直轄都市 5 市の平均水道普及率を 79.4%と報告しており、直轄都市を除く他省の平均値 72.8%を上回っている。第 4 級市および第 5 級市では、各々 80.2%と 27.3%である。直轄都市 5 市の全体の給水人口は、1,114 万人、第 4 級市および第 5 級市の給水人口は各々 1,108 万人、6 万人である。

世界銀行および MOC の報告書 "Vietnam urban water supply database in 2011" によれば、第 5 級市における小規模水会社を除き、83 の水道会社（ジョイントベンチャー会社を含む）がある。調査された 79 の水道会社で、366 の浄水場を運転し、全体の浄水能力は 650 万 m<sup>3</sup>/日である。

無収水の割合は、2000 年の 39%から、幾つかの水会社を除いて 2011 年の 20~30%に減少したと報告されている。ベトナム上下水道協会によれば、ホーチミン市等では、配水網の不十分な改善が漏水の原因となり、無収水率は 30~40%と報告されている。都市部においては、平均 27.1%で、7.3%から 44.9%に分布している。23 の水道会社の無収水率は 20%以下であり、その内 10 の水道会社では 10%以下である。

浄水場における水質は、一般に、保健省（MOH）の飲料水基準 QCVN 01:2009/BYT に適合している。しかしながら、不十分な配水管網と高い無収水率によって、水栓での水質は、飲める水の水質基準に適合していないが、飲料水基準 QCVN 02:2009/BYT に適合している。世界銀行と MOC の報告書によれば、QCVN 01:2009/BYT の水質基準に対して、2011 年時点で、56 の水道会社では 100%、13 の水道会社では 90~99%、10 の水道会社では 90%以下の適合率である。

## (2) 下水道

「ベ」国では、2013 年 9 月現在で、運転中の下水処理場は、21 箇所、処理能力はおよそ 460,000 m<sup>3</sup>/日である。下水処理能力 141,000 m<sup>3</sup>/日の Binh Hung 下水処理場と 200,000 m<sup>3</sup>/日の Yen So 下水処理場は、近代的で最大規模の活性汚泥法の下水処理場が運転している。Kim Lien 下水処理場と Truc Bach 下水処理場は、最初に活性汚泥法の運転を開始した下水処理場で、2005 年の運転開始から 9 年を経ている。

2012 年現在の下水処理は、都市人口 2,836 万人に対して上水給水量 100 ㎥/日を見込むと、およそ 280 万 m<sup>3</sup>/日の汚水が発生している。既存の下水処理能力は 460,000 m<sup>3</sup>/日であり、汚水処理率は 16%である。

1 人当たりの平均汚水量は、ハノイ市、ホーチミン市等の大都市で 225 ㎥/日、他の都市で 121 ㎥/日であり、その内訳は、家庭汚水(70%)、公共、商業・小規模事業場(20%)、及び地下水(10%)である。

## 2.3 上下水道セクターの国家マスタープラン

「ベ」国政府は、2009年に都市部における水道セクターの整備計画（Orientation）を策定した。Decision No.1929/QD-TTg（Nov. 20, 2009）は、「ベ」国の都市部と工業団地における上水道整備計画2025年オリエンテーションおよび2050年ビジョンを策定した。このDecisionは、2050年に向けて以下のことを規定する。



- 都市部および工業団地において、安定的に効率的な方法で良質な水道サービスを提供し、給水需要を満足させる。
- 2025年までに、3段階の目標を制定（表 S2.2）
  - ✓ 1人当たり120 l/日の需要量で、100%の普及率を達成する。
  - ✓ NRW率を15%まで削減する。
  - ✓ 都市部において連続給水（24時間給水）の上水道サービスを行う。

**表 S2.2 都市上水道セクターの改定オリエンテーション**

年	2015		2020		2025	
項目 グレード	普及率・ 水使用量	NRW	普及率・ 水使用量	NRW	普及率・ 水使用量	NRW
中央直轄市	90% および 120LPD	25% 以下	90% および 120LPD	18%以下	100% および 120LPD	15%以下
I						
II						
III						
IV						
V	50%	30%以下	70% および 100LPD	25%以下		

出典: Decision No.1929/QD-TTg

下水道セクターの汚水収集・処理についても 2025 年の目標は、Decision 1930/QD-TTg により制定されている（表 S2.3）。下水道普及率は、第 4 級市以上で 70～80%、第 5 級市およびクラフトビレッジで 50%である。全体の平均普及率は、2025 年で 50～80%の中間値 65%と仮定した。下水道セクターの全体の事業量を決定する際には 2050 年の普及率 100%を採用した。

表 S 2.3 下水道整備目標

Items		2015	2020	2025	2050	
Drainage (rain water discharge)	Flood	To be solved in category II or higher urban areas	To be solved in category IV or higher urban areas	To be solved in all urban areas	Will be solved in all urban areas	
	Service coverage	70-80%	>80%	90-95%,100% in category IV or higher urban areas		
Wastewater discharge	Service coverage of collection and treatment system	40-50% in category III or higher urban areas	60% in category III or higher urban areas	<b>70-80% in category IV or higher urban areas</b>	<b>Will be solved in all urban areas</b>	
		-	40% in categories IV, V urban areas and craft villages	<b>50% in category V urban areas and craft villages</b>		
		-	-	Wastewater treatment plants at different levels of management are located in craft villages		
	Industrial and hospital wastewater	The whole wastewater is treated	-	-	-	-
		All industrial parks have their own discharge system	-	-	-	-
Other items	Public toilets are installed in categories IV or higher urban areas	Pipes, sewers, channels will be upgraded to prevent pollution at concentrated residential areas	20-30% treated wastewater will be reused.	-	-	

出典：JICA2011, Research Report on Vietnam Urban Environment Management

## 2.4 上下水道セクターの整備事業量

上下水道セクターの整備事業量を、表S2.4及び図S2.3に示す。上水道は、現在の普及率が70%と高く下水道よりの事業量が少ないが、普及拡大に加えて、浄水場の更新、無収水対策などの事業が必要である。

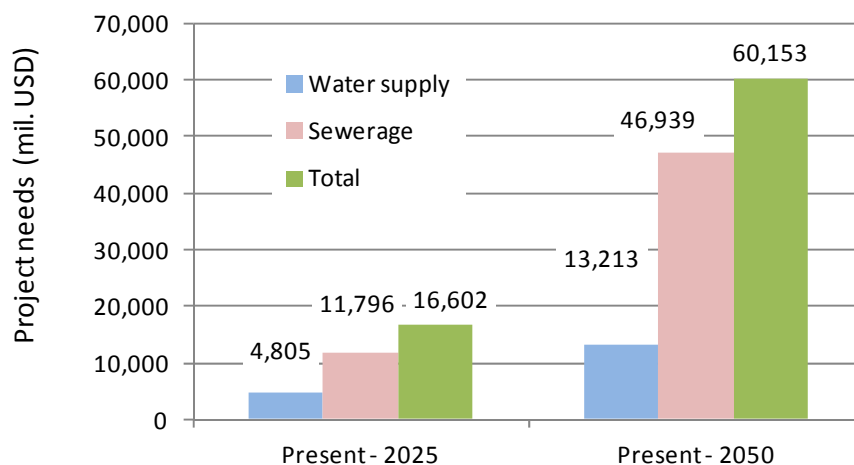
下水道は、全国で施設整備が緊急に求められており、2011-2020年のMPI調査（82.5億USD）を上回る事業量が必要である。本調査では、ハノイ市、ホーチミン市および他都市における大規模プロジェクトの既存のデータを採用した。財政支出を削減するためには、低コスト型技術や優先プロジェクトに絞り込むなどの対策が不可欠である。莫大な資金需要に応えるために、低利で長期の返済・貸付期間である公的資金が緊急に必要である。

表 S 2.4 上下水道セクターの整備事業量

(単位: 百万 USD)

年	現在 - 2025	現在 - 2050
上水道	4,805	13,213
下水道	11,796	46,939
計	16,602	60,153

出典: JICA 調査団



出典: JICA 調査団

図 S2.3 上下水道セクターの整備事業量

## 2.5 優先プロジェクト

優先プロジェクトは、FS実施の有無、我が国のODAおよびPPP事業であるか否かなど、事業化の準備状況に応じて選定した。これらのプロジェクトは、日本企業と同様に受入れ機関の裨益のために、緊急な資金投入を必要としている。

第1バッチおよび第2バッチのプロジェクトは、PPP FSやJICA技術協力が完了し事業化予定のプロジェクトから選定した。ローカルコンサルタントが実施したFSで事業化されるプロジェクトは、JICAの評価を必要とするので、第3バッチに選定した。

表 S2.5 上下水道セクターの優先プロジェクト

投入フェーズ	プロジェクト	分野		概算事業費
		水道/下水道	PPP	
第1バッチ (概算事業費： 300百万USD)	Binh Duong	水道	PPP	118.3-169.8 百万 USD
	Phu Quoc, Kien Giang	水道	PPP	36.7 百万 USD
	Ha Long City, Quang Ninh	下水道		60 百万 USD
	Da Nang City	下水道		97.31 百万 USD
第2バッチ	Ha Nam	上下水道	PPP	-
	Long An (transfer pipe, Ben Luc)	水道	PPP	10 百万 USD
	Binh Duong (Phase-3)	水道		-
	Phu Quoc, Kien Giang	下水道	PPP	58.2 百万 USD
第3バッチ	Long An (Phu My Vinh WTP)	水道	PPP	-
	Hai Phong, Quang Ninh, Khanh Hoa, Tien Giang	水道		-
	Ha Tinh	下水道		-

出典：JICA 調査団

### 3. ODA を活用した資金メカニズムの検討

#### 3.1 背景

「ベ」国における上下水道セクターのインフラ整備に必要となる資金需要への対応は、これまで ODA が中心であったが、今後見込まれる莫大な資金需要に対しては、民間資金の活用の可能性も含めた資金源の多様化が不可欠となっている。

従来「ベ」国における上下水道セクターへの主要ドナーからの借款による ODA 案件では、上水道は中央政府から地方自治体(または上水道事業体)への転貸、下水道は中央政府から地方自治体(または下水道事業体)へのグラントというスキームがそれぞれ通例となっている。しかし、実施中の一部のドナー支援案件では、財政基盤が十分でない地方自治体から中央政府への上水道事業体の債務に係る保証の妥当性等の「ベ」国の財政制度上、明確な規定がない事項についての対応が課題になっている事例もあることから、「ベ」国における現行制度との整合性、プロジェクト実施対象となる地方自治体の財政状況等については留意する必要がある。

「ベ」国では、公共インフラ整備への民間参入促進を目的とする、いわゆる PPP パイロット法 (Decesion 71/2010/QD-TTg) 及び新 BOT 法 (Decree 108/2009/ND-CP) は既に制定され、類似した制度が併存している状況にある。また、2010年に制定された PPP パイロット法は現在改定作業中となっており、具体的なプロセスや判断基準の明確化、優良案件の形成が課題となっている。従って、今後の上下水道インフラ整備に必要となる資金源の多様化のためには、「ベ」国政府及び他ドナー等と連携した包括的な支援が必要である。

#### 3.2 主要ドナーの動向

「ベ」国における上下水道セクターの主要ドナーの1993年以降の支援実績を表 S3.1に示す。JICA は二国間援助機関としては最大ドナーであり、世界銀行、アジア開発銀行 (ADB) 等の多国間援助機関を支援実績額で上回っている。

世界銀行及びADBは、ともに複数のサブプロジェクトを含む地方都市における上下水道セクター支援案件を実施中(世界銀行は「Urban Water Supply and Wastewater Project」(2億ドル:2011年5月承諾)、ADBは「Water Sector Investment Program」(10億ドル:2011年2月承諾)をそれぞれ実施中)であり、ドナー間での援助協調を通じた援助効果の最大化が期待されている。

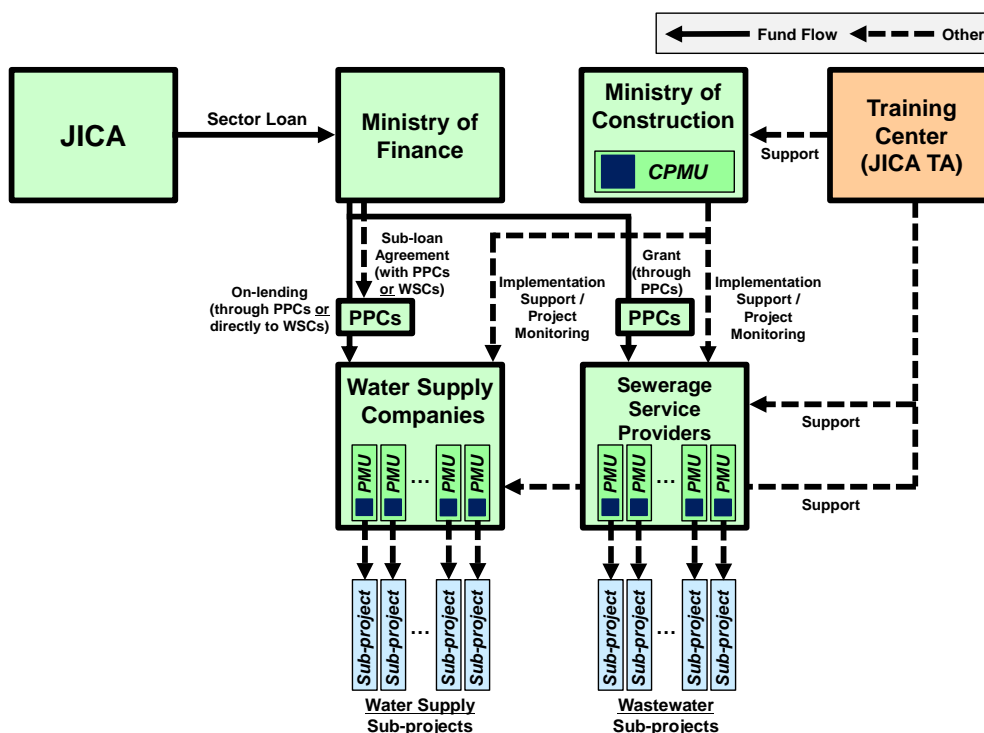
表 S3.1 「ベ」国における上下水道セクターの主要ドナー支援実績（1995 年以降）

期間	ドナー別支援金額（単位：百万ドル）				合計
	世界銀行	ADB	JICA / JBIC	その他	
1995-2000	330.0	278.9	588.0	209.5	<b>1,409.4</b>
Loans	317.0	270.0	588.0	143.0	
Technical Assistance	16.0	8.9	N/A	38.0	
Grants	-	-	N/A	28.5	
2001-2010	1,193.1	393.1	1,943.0	829.9	<b>4,359.1</b>
Loans	1,190.0	364.0	1,943.0	593.0	
Technical Assistance	3.1	26.0	-	27.9	
Grants	-	3.1	N/A	209.0	
2011-Pipeline	1,150.0	778.7	-	1,203.9	<b>3,132.6</b>
Loans	1,150.0	766.0	N/A	1,090.0	
Technical Assistance	-	7.6	N/A	8.9	
Grants	-	5.1	N/A	105.0	
<b>合計</b>	<b>2,676.1</b>	<b>1,450.7</b>	<b>2,531.0</b>	<b>2,243.3</b>	<b>8,901.1</b>

出典：世界銀行（2013 年 12 月）「Vietnam Urban Wastewater Review」

### 3.3 水セクターローンのファイナンス・スキームの検討

今後、「ベ」国の都市部における上下水道インフラ整備をJICAが支援する際のファイナンス・スキームを検討する。「ベ」国政府・自治体資金及びODA等の公的資金活用を前提とした水セクターローンの概念図を図 S3.1に示す。（セクターローンでは、複数のサブプロジェクトで構成される特定セクターの開発計画実施のために必要な資機材、役務およびコンサルティング・サービスの費用が融資対象となる。サブプロジェクトの数・規模によっては、プロジェクト型借款の類型であるプロジェクト借款（エンジニアリング・サービス（E/S）借款を含む）としての案件形成も想定される。）



出典：JICA 調査団

図 S3.1 水セクターローンのスキーム概念図

### (1) 資金フロー

セクターローン資金は、「ベ」国財務省を介して、上水道サブプロジェクトは地方自治体（または上水道事業体）への転貸、下水道サブプロジェクトは地方自治体（または下水道事業体）へのグラントとして供与される。

### (2) 実施体制

中央レベルで MOC 内に Central Project Management Unit (CPMU) が設置され、地方レベルで上水道事業体・下水道事業体に複数の Project Management Unit (PMU) が設置される。CPMU は、個別サブプロジェクトの進捗管理モニタリング、JICA への報告等を担当し、PMU が個別プロジェクトの資機材、役務およびコンサルティング・サービスの調達、契約、施工管理等を担当する。

### (3) 留意事項

#### 1) 水道料金の適正化について

「ベ」国では、社会政策等の観点から、上下水道料金は初期の設備投資費用を賄えない低水準で設定されている。一部の都市において水道料金適正化への動きはあるものの、そのような動きは限定的であり、水道料金の逆ザヤは各事業者が負担することになっているため、上下水道セクター全体の財務健全性の改善は喫緊の課題となっている。上下水道セクターの財務健全性の改善に加え、民間事業者の参入促進の観点からも、水道料金適正化は必要不可欠と言える。なお、前述の世界銀行、ADB がそれぞれ支援する実施中の案件では、水道料金適正化が個別サブプロジェク

トの財務誓約条項として規定されている。

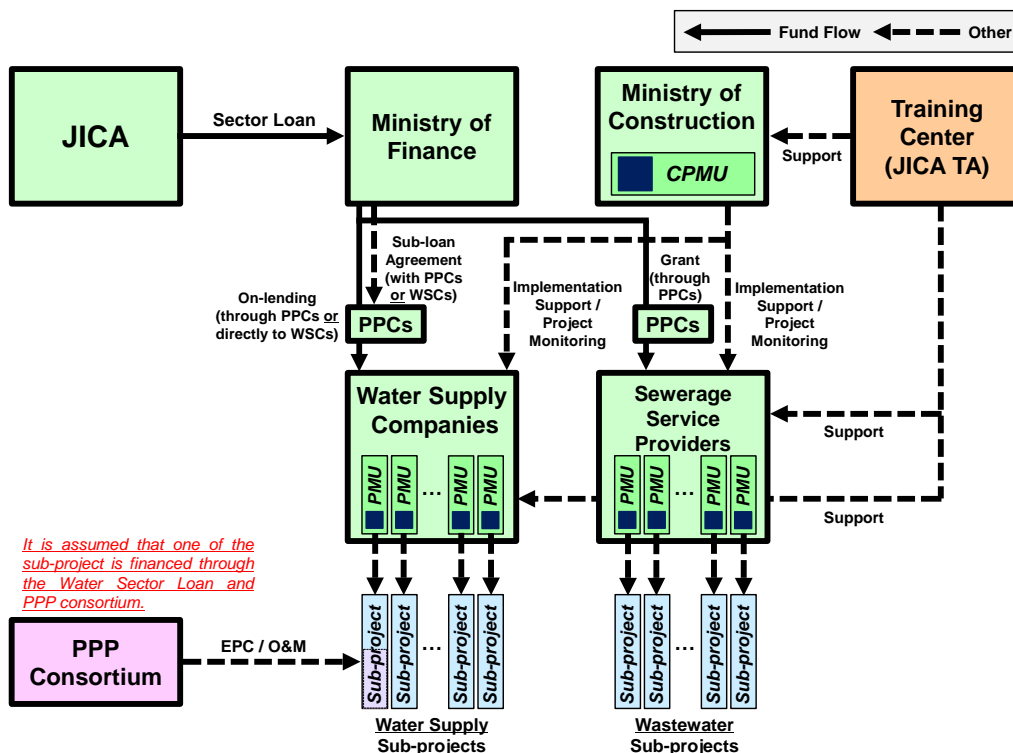
## 2) 地方自治体による債務保証について

中央政府から地方の上水道事業体への転貸を行う場合には、上水道事業体を管轄する地方自治体が中央政府に対して当該融資に係る債務保証を行う場合があるが、財政基盤が十分でない地方自治体からの債務保証の妥当性について実施中の一部のドナー支援案件で争われている。地方自治体による債務保証については、「ベ」国の公共財政管理の法制度上、明確な規定は存在せず、世界銀行による報告書「Assessment of the financing framework for municipal infrastructure in Vietnam」(2013年9月)においても同様の指摘がある。従って、サブプロジェクト実施対象となる地方自治体の財政状況等についても留意が必要である。

## 3.4 民間資金の活用

### (1) PPP

水セクターローンの対象サブプロジェクトの一部を PPP にて実施する場合の概念図を図 S3.2 に示す。上水道サブプロジェクトの一部コンポーネントを PPP にて整備することを想定している。2010年に制定された PPP パイロット法に基づいたインフラ整備事業は、2014年5月現在、実現には至っていないが、具体的なスキーム検討に当たっては、改正後の PPP パイロット法による個別案件のスキームへの影響について、留意が必要である。



出典：JICA 調査団

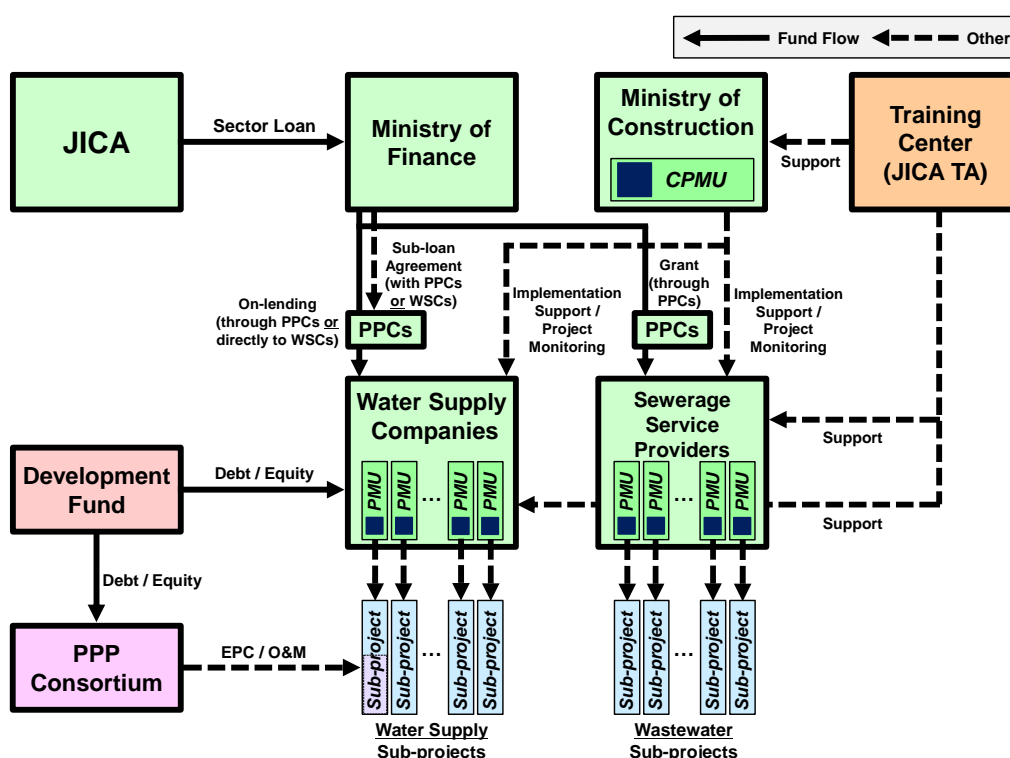
図 S3.2 水セクターローンのスキーム概念図（上水の一部を PPP にて実施）



## (2) PPP 及びファンド

「ベ」国では、地方におけるインフラ開発を目的として、1996 年にホーチミン市でホーチミン市都市開発投資基金（Ho Chi Minh City Urban Development Fund : HIFU）が設立され、これまでに HIFU の他に 29 の地方開発投資基金（Local Development Investment Fund : LDIF）が設立されている。

水セクターローンの対象サブプロジェクトの一部を PPP 及びファンドにて実施する場合の概念図を図 S3.3 に示す。上水道サブプロジェクトの一部コンポーネントについて、ファンドから PPP 及びファンドにて整備することを想定している（ファンドの具体的な設立形態等については、今後の検討課題であり、LDIF の既存スキームに限定するものではない）。



出典：JICA 調査団

図 S3.3 水セクターローンのスキーム概念図（上水の一部を PPP・ファンドにて実施）

## (3) 本邦金融機関との連携

「ベ」国では、本邦企業の海外展開の裾野が大企業から中小企業へ、製造業から様々なサービス業へと広がるなか、本邦金融機関も「ベ」国金融機関との間の資本業務提携等の動きがメガバンク、地銀、信金の幅広いレベルで活発になっている。また、一部の大手金融機関では、国際協力銀行等と連携したアセアン地域を対象とするファンド設立の動きもある。

これらの動きは、本邦企業に対する投資誘致、地場企業の中小企業の育成に力を入れている「ベ」国政府の政策に合致するものであり、ファンド市場が十分に成熟していない「ベ」国の資本市場の活性化にも資するものであると考えられる。

莫大な資金ニーズを抱える「ベ」国の上下水道セクターにおいては、資金源の多様化が不可欠であり、そのためには、上下水道セクター全体の財務健全性が向上し、PPP 法制度の整備等を通して国内外の事業会社、金融機関にとっての事業の安定性、収益性が改善されることが必要条件となる。資金供給スキームの信用補完に加え、投資家として JICA が関与することは、本邦事業会社、本邦金融機関の上下水道事業への積極的な参画を促進する契機になることが期待される。

## 4. 下水道研修センター

### 4.1 下水道研修センターの目的と基本理念

#### (1) 目的

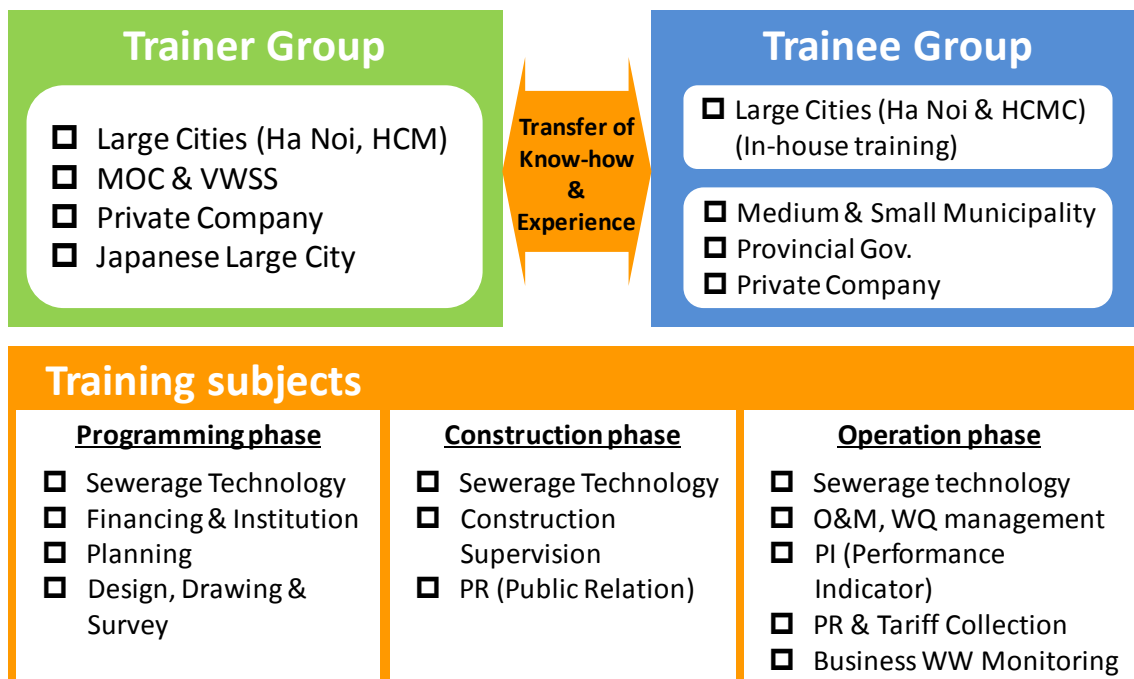
下水道システムの整備・運営に携わる下水道技術者と、関連組織の運営能力強化を目的とした、下水道研修センターの設置を提案する。「ベ」国では、下水道技術者の不足が、持続的な環境保全に必要な下水道システムの建設・運営に支障を与えている。幾つかのプロジェクトは、前述の通り、セクターローンが適用されるであろうが、上記の課題はプロジェクトの健全な事業化に影響を与える。研修センターは、中央・地方自治体と民間企業に対して技術者の数と十分な質を確保することによって、下水道セクターの発展に寄与することが期待できる。

#### (2) 基本理念

研修センターに期待される役割を、以下に示す。

- 1) 下水道プロジェクトに関わる職員が、高水準のエンジニアになるために研修プログラムを提供する
- 2) 公共事業への採用を促すためのサブプロジェクトに適用される新技術の評価と支援
- 3) 技術者の品質を保証するための研修資格の付与

基本理念を達成するための研修講師、研修生および研修プログラムの関係を、図 S4.1 に示す。



出典：JICA 調査団

図 S4.1 研修生・研修講師および研修科目の関連イメージ

## 4.2 下水道研修センターのスキーム

### (1) 研修センターのフレーム

研修センタースキームは、ハノイ市、ホーチミン市、MOC への質問及びインタビューに基づいている。

#### 1) 研修生

想定する研修生は、下水道が事業化されている、または事業化を予定する大都市、省、市町の下水道プロジェクトで経験の浅い技術職員を対象とする。さらに、民間企業の職員は、下水道計画、詳細設計、建設および運転・維持管理に重要な役割を果たすので、研修生として受け入れる。

#### 2) 講師

想定する講師は、主として、長年「ベ」国において下水道セクターで働いてきたエンジニアである。研修プログラムを立ち上げる段階では、国土交通省、大都市、日本下水道事業団および日本下水道協会などの関連機関から日本人講師が派遣される。推進工法技術等の先端技術は、講義として効果的であるので、技術開発を行っている民間企業の技術者を派遣する。講師は異なる組織から派遣されるので、研修期間は最大約 3 週間とする。さらに、研修の品質を確保するため、長期専門家を派遣する。

#### 3) 研修プログラム

研修プログラムは、プロジェクトの進行状況に応じて、計画コース、建設コースおよび維持管理コースで構成し、以下の研修を実施する。

- 計画コース : 基本技術、組織・財政、調査・計画および下水道システムの設計
- 建設コース : 建設工事の監督の要点、下水道システムの広報や住民対策等
- 維持管理コース : 管路・下水処理場の維持管理方法、プロジェクトをモニタリングするための業績評価指標 (PI)、料金制定、広報・公聴等

### (2) カウンターパート機関

研修センターを設置するためのカウンターパート機関として、ベトナム上下水道協会、ハノイ市、ホーチミン市、ハノイ下水道公社、大学が候補として考えられる。調査結果では、MOC の技術インフラ管理局が、下水道事業のプロジェクトと技術を総合的に管理しているので、最もカウンターパートに相応しい機関であると理解している。

加えて、都市建設大学校、ハノイ建築大学とベトナム上下水道協会は、既存の下水道技術の研修を実施している。これらの組織は、下水道研修センターを設置するために実質的な協力関係を必要としている。

### (3) 研修プログラムおよび「ベ」国法に基づく資格認定

研修を修了した技術者の質を担保するために、日本と同様の、法律に基づいた研修の実施及び資格認定に関し法的に根拠づけることを提案する。能力のある技術者は、下水道システムを適切に

発展させるために不可欠であるので、「ベ」国においても下水道プロジェクトに携わる技術者の資格について総合的な指標が必要である。大学、研修を実施する組織や「ベ」国の法律等で認められた組織などが、資格を発行することが期待される。

#### (4) 研修センターの候補地

下水道が事業化され、研修生は実地的な技術と運転方案を実地で学ぶことができるので、ハノイ市を研修センターの候補地として提案する。

全国の主要な都市部での下水道事業の必要性に応じて、第 2 の研修センターおよび地方で定期的実施する研修プログラムに任命する講師グループは、将来の検討課題である。

#### (5) 既存施設の活用

研修センターを設立するための最優先事項は、可能な限り早急に立ち上げることである。既存の施設を研修センターとして活用することは、施設の建設に要する時間を短縮するために重要である。したがって、研修センターとして推奨するベトナム上下水道協会、都市建設大学校、ハノイ建築大学校について、次のような点を考慮して検討した。

- MOC と既存の施設を運営管理する組織との関連性
- MOC と既存の機関との地理的距離
- 既存の教室・実習室の設備
- 下水処理場の建設または既存処理場を実習に使用することの可能性

JICA 調査団としては、各候補機関の中で、都市建設大学が研修センターを設置するために最も推奨できる場所と組織であると**暫定的に**提案する。研修センターの設立場所については、今後の調査や協議に基づいて決定されるものである。

表 S4.1 研修センターの候補地の評価

評価項目	ベトナム上下水道協会	都市建設大学校	ハノイ建築大学
MOC との関係	MOC が専務を任命	MOC の所管	MOC の所管
MOC との地理的距離	近い	車で 1 時間	車で 40 分
教室・実習室	別の場所に確保しなければならない。	既存施設を使用可能	既存施設を使用可能
実習施設としての下水処理場	無し	用地有り	Yen Xa 下水処理場に近接
評価	講師の手配など限定的	本表では最有力である。	実施可能

出典: JICA 調査団

### 4.3 技術監理部（コンサルテーション部局）

研修センターは、技術者の研修を通じて、下水道システムの整備・運営の長期的な手段として下水道プロジェクトをマネジメントする。事業中のプロジェクトの短・中期的なマネジメント機関としての組織も必要である。

JICA 調査団は、サブプロジェクトの形成、事業計画策定、設計・建設、組織・制度の構築に関して、短期・中期に PMU を直接支援する機関として表 S4.2 の機能を有する技術監理部（コンサル

テーション部局) を提案した。

**表 S4.2 技術監理部（コンサルテーション部局）の主な役割**

項目	短期	中・長期
(1) サブプロジェクトの一次評価	-	○
(2) 水セクターローンの財政管理	-	○
(3) サブプロジェクトの技術支援	○	○

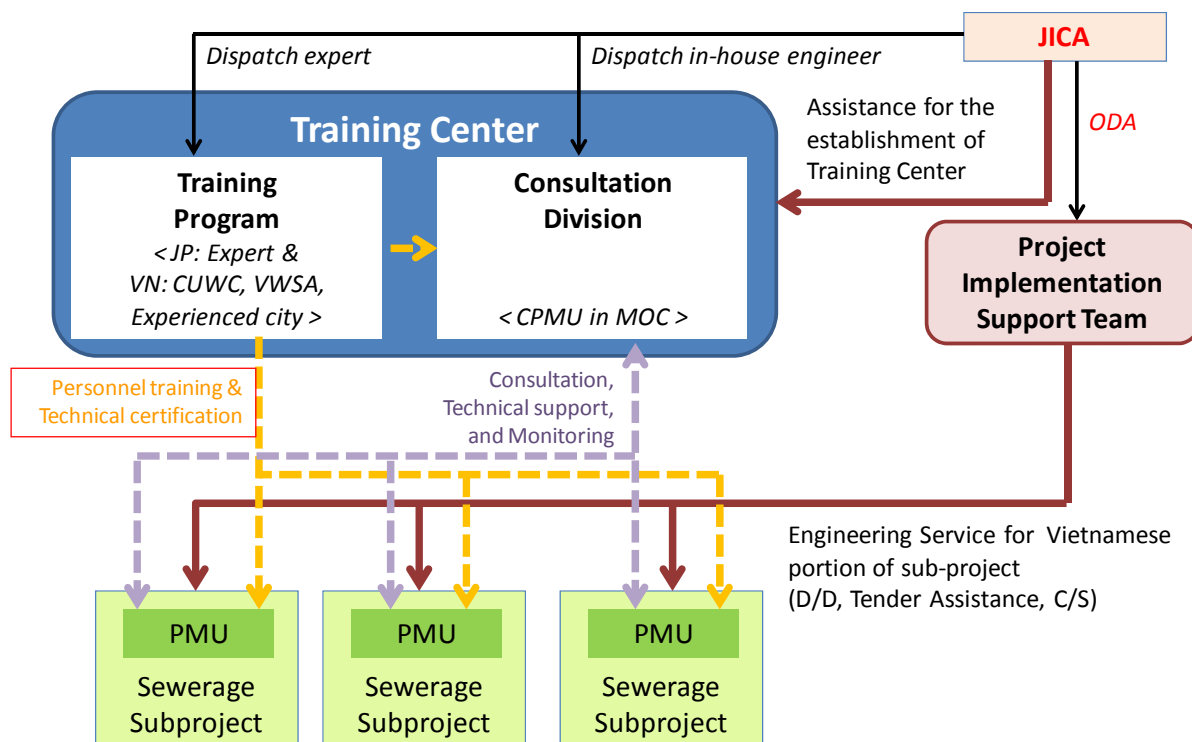
出典：JICA 調査団

### (1) サブプロジェクトへのエンジニアリングサービス

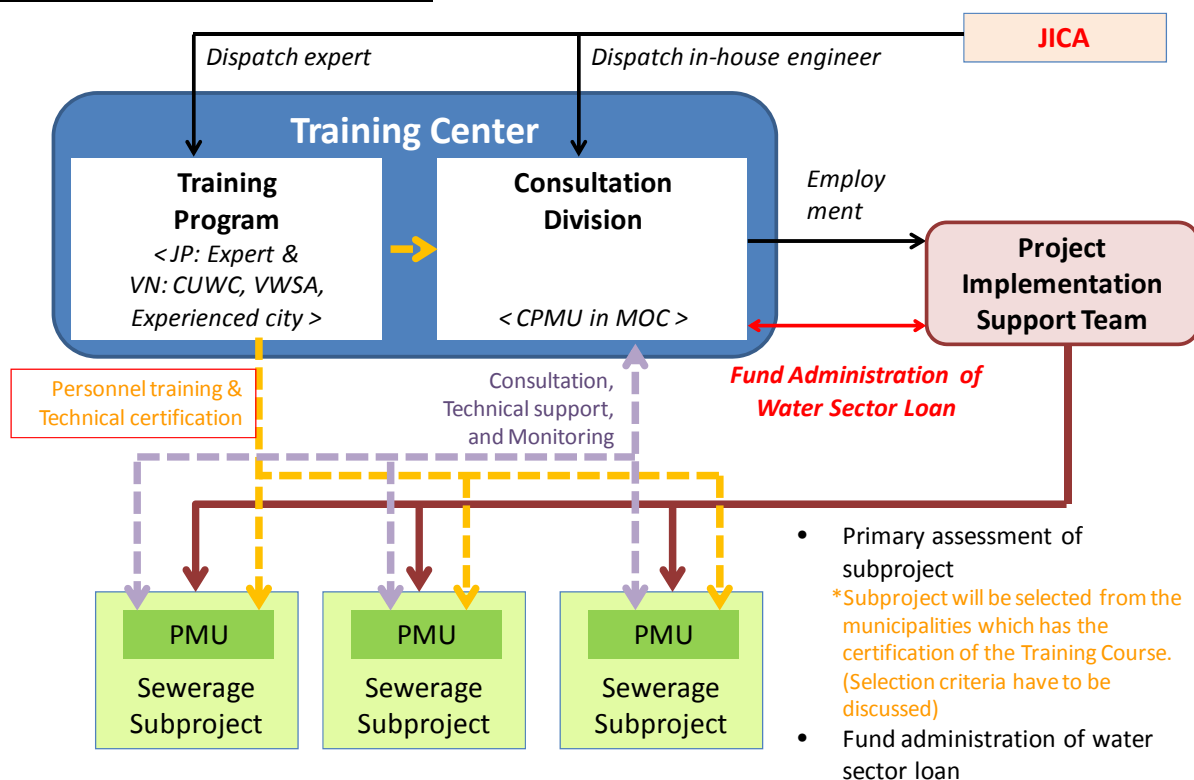
研修センターは、サブプロジェクトに従事する技術者への研修を通じて PMU に終了資格を発行する。セクターローンの初期の段階では、研修センターが設立していないので、JICA によって調達されるコンサルタントが、サブプロジェクトのエンジニアリングサービスを実施するために不可欠である。技術的支援の概要を図 S 4.2 に示す。

サブプロジェクトの事業化段階で PMU が必要とする技術的課題に対するコンサルテーションは、技術監理部（コンサルテーション部局）において実施される機能の一つである。

プロジェクト事業化支援の概念（短期）



プロジェクト事業化支援（中長期）



出典：JICA 調査団

図 S4.2 テクニカルサポート（概念）

## (2) 下水道システムの法規制・基準類の策定支援

設計・建設技術においては、新しいまたは高度な技術が、経常的に開発される。多くの場合、技術の利用はプロジェクトの整備を促進し、サービス品質を向上させる。

これらの状況から、新・高度技術に対する基準作成は、可能な限り早期に対応する必要がある。技術監理部（コンサルテーション部局）が、表 S4.3 に示す基準作成の役割を担う。

表 S4.3 基準策定のための技術支援

項目	JICA (技術支援)	MOC
1) プロジェクト評価マニュアル - 計画区域・人口予測の妥当性 - 水量・水質の妥当性 - 施設計画の妥当性 - 事業実施計画の妥当性 - 料金制度の妥当性等	-	第1バッチプロジェクト審査で策定
2) 計画・設計業務積算基準	-	第1バッチで策定
3) 建設工事積算基準	-	第1バッチで策定
4) 下水処理場、ポンプ場、管路施設の標準設計図	第2バッチで策定	-
5) ガイドライン類 - 計画・設計 - 維持管理計画 - 事業実施計画 - 広報・公聴 - 下水道行財政制度 - 料金制度 - 事業場排水対策 - 都市開発指導	第3バッチで策定	第3バッチ以降改定

出典：JICA 調査団

## 4.4 研修センター運営の財源制度

研修センター運営に要する費用は、設立初期の段階では、JICAのODAおよびベトナム政府の財政支援を受けざるを得ない。しかしながら、中長期的には、その運営費用を、例えば、図 S4.3に示すように提供するサービスの対価から確保するなど、財政的に持続可能でなければならない。したがって、研修センターの計画は、将来見込みうる収入をしっかりと勘案したものでなければならない。研修センターの将来収入見込み等については、次の協力において詳細に検討することを提案する。



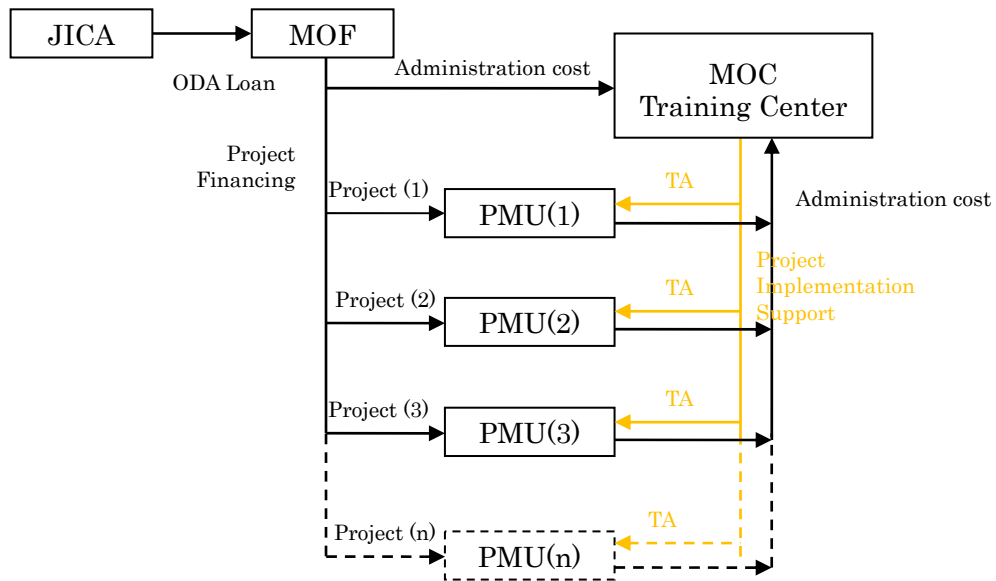


図 S4.3 研修センター運営の財源制度（案）

#### 4.5 技術支援の事業化スケジュール

上下水道セクターローンの2014年L/A締結を前提とした技術支援の事業化スケジュールを、表S 4.4に示す。研修センターを設立するためのプロジェクトは、セクターローンの設立を支援するため、2014年にスタートする。

表 S4.4 技術支援事業化の予備スケジュール

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1) 上下水道セクターローン							
第1バッチ	●	—	—	—	—	—	—
第2バッチ			●	—	—	—	—
第3バッチ			↑		●	—	—
第4バッチ					↑		●
2) 研修センター							
要請書の提出	★						
準備調査	—						
研修事業		●	—	—	—	—	—
3) プロジェクト事業化支援	●	—	—	—	—	—	—

出典: JICA 調査団

## 5. 上下水道セクターにおけるビジネスマッチング提案

### 5.1 民間企業調査結果の概要

#### (1) ベトナム企業

上下水道のプラント建設・運営に関わるベトナムの企業は、一部の大企業を除くと、比較的小規模である。多くの「ベ」国企業は、「ベ」国の Petrol Vietnam や Vinaconex といった大企業のみならず、海外企業からプロジェクトを受託している。他方、「ベ」国企業は日本企業を非常に重要視しており、連携を模索しているが、日本の企業情報および機器情報の入手に苦慮している。「ベ」国企業は、インターネットを介して日本企業の情報を入手しようとしているが、実際のコミュニケーションを求めようとすると、e-mail や電話を受けた日本企業が不審に思い、放置されるという問題がある。したがって、「ベ」国企業は、日本の技術を採用することによって効率的な事業展開の機会を最適化できていない。

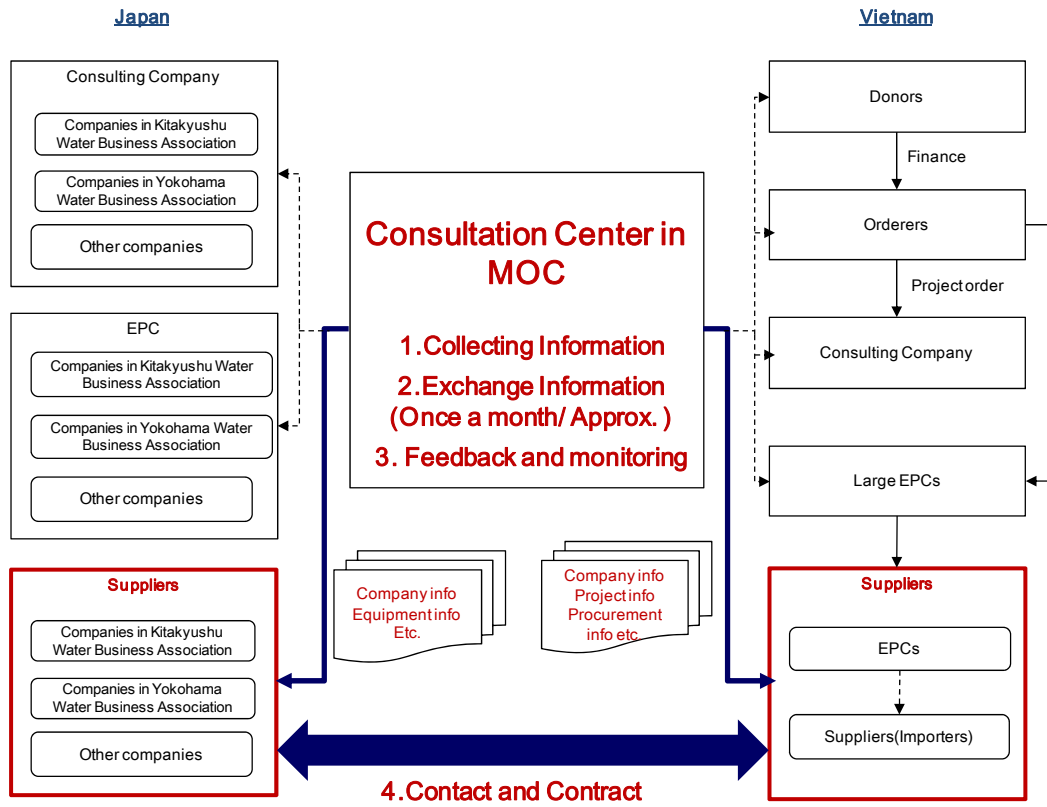
#### (2) 日本企業

多くの日本企業は、「ベ」国の市場に展開したいと希望しており、特に、製品輸出を通じたビジネスを模索している。他方、ビジネス機会を獲得するため、特に「ベ」国で良好なパートナー企業を獲得することが日本企業の第1の課題である。「ベ」国内の輸入業者がプロジェクトの主要なサプライヤーであり、上下水道施設の整備を手掛けているため、日本企業は、彼らにアクセスしなければならない。

### 5.2 日「ベ」両国企業のビジネスマッチング手法

「ベ」国企業と日本のサプライヤーとのビジネスマッチングを、図S5.1に提案する。これらは、実施中の上下水道施設の整備に関わる企業である。このビジネスマッチングスキームでは、上下水道ビジネスに関与しない組織から選ばれた専門家が、重要な役割を担う。専門家は、先述の技術監理部（コンサルテーション部局）の下で、特定の民間企業や組織で雇用される専門家と異なって、日「ベ」両国の利益を最適化する。

専門家の業務は、1) 個々の企業情報についてインタビューや記録シートを作成し情報を収集すること、2) 日「ベ」両国の専門家と情報交換すること、3) 企業へ情報をフィードバックすることである。このスキームは、日「ベ」両国の企業が直面する課題を解決することができ、図中の太い青線で示すビジネス関係を促進する。このように、日本の中小企業が「ベ」国の市場に参入することの手助けとなり、上下水道セクターの整備を促進させることができる。他方、コミュニケーションのスピードが成功の鍵であることに留意しなければならない。それ故、このスキームは企業の最初の接触に焦点を当て、その後のコミュニケーションが双方の企業に委ねられている。加えて、「ベ」国で作られる設備の需要は、プロジェクトによって異なり、このスキームの連続性が重要である。このスキームは、双方の企業に必ず利益をもたらすのみでなく、両国のより良い関係構築に寄与する。



出典：JICA 調査団

図 S5.1 ビジネスマッチングスキームのフローチャート

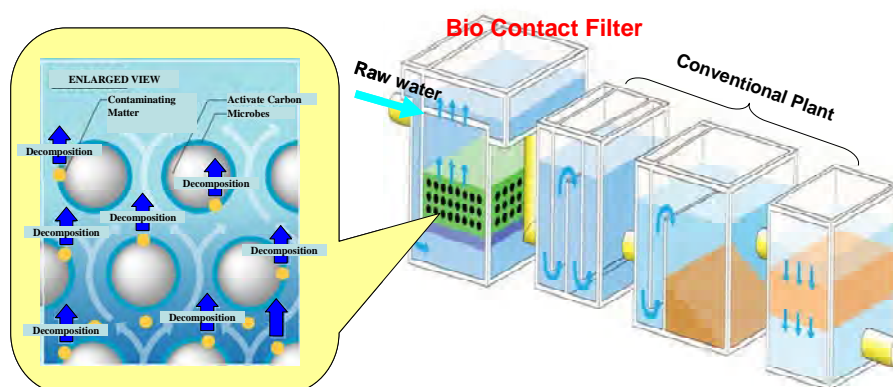
## 6. 本邦技術の「ベ」国における適用ニーズ調査

### 6.1 高度浄水技術（生物膜プロセス）

「ベ」国の多くの都市は、河川の水源に恵まれ、河川水を上水道水源として取水し給水している。しかしながら、河川水は、都市化と工業化の進展によって、未処理下水の排出により水質汚濁が進んでいる。

本調査は、「ベ」国の北部、中・南部における7都市の水道水源の水質調査を行った。水道原水について携帯型の水質試験器およびベトナム科学技術アカデミーで試験した試験結果を、表S6.1および表S6.2に示す。この結果、ハノイ市を除く殆ど全ての水道原水は、未処理で放流される下水によって汚濁していることを特定した。

北九州市は、2009年4月にハイフォン市と友好・協力に関する協定を取り交わした。上向流式生物接触ろ過法（U-BCF、図 S 6.1）は、An Duong浄水場（能力 100,000 m<sup>3</sup>/日）で実証試験を行った。U-BCFは、低コスト、省エネルギー技術であるので、高度浄水処理に最も適している。



出典：北九州市

図 S6.1 U-BCF の概念図

表 S6.1 原水の水質試験結果（携帯型水質試験器使用）

水質項目	北部地区					中・南部地区		
	Ha Noi	Hai Phong No2	Quang Ninh	Nam Dinh	Hai Duong	Khanh Hoa	Binh Duong	Tien Giang
試験日	Jan. 13	Jan. 9	Jan. 11	Jan. 14	Jan. 15	Jan. 20	Jan. 22	Jan. 22
時間	11:00	15:20	11:05	11:30	16:50	16:15	9:45	16:00
水温. (°C)	19.0	20.2	18	18	-	24	-	-
EC (µS/m)	170	230	20	230	180	40	240	260
Turb. (DEG)	4.1	13	4.3	20	20	13	14	20
Color (DEG)	13	27	41	31	37	50	50	50
pH	7.2	7.5	6.2	7.4	7.6	6.6	6.2	6.8
DO (mg/L)	8	4	9	9	6	4	4	3
COD (mg/L)	3	5	5	7	4	5	11	11
NO <sub>2</sub> -N (mg/L)	<0.005	0.005	<0.005	0.03	<0.005	0.02	0.03	0.03
NO <sub>3</sub> -N (mg/L)	0.5	0.5	<0.2	1	0.6	0.2	0.8	0.8
NH <sub>4</sub> -N (mg/L)	<0.2	0.2	0.3	0.3	<0.2	0.2	0.5	0.6
PO <sub>4</sub> -P (mg/L)	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.2
Fe <sup>2+</sup> (mg/L)	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
Fe <sup>3+</sup> (mg/L)	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Anionic Surfac- tant (mg/L)	0.07	<0.05	0.07	0.08	0.08	0.08	0.08	0.1
Cationic Surfac- tant (mg/L)	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5

出典：JICA 調査団

表 S6.2 原水の水質試験結果（ベトナム科学技術アカデミー）

単位：mg/l

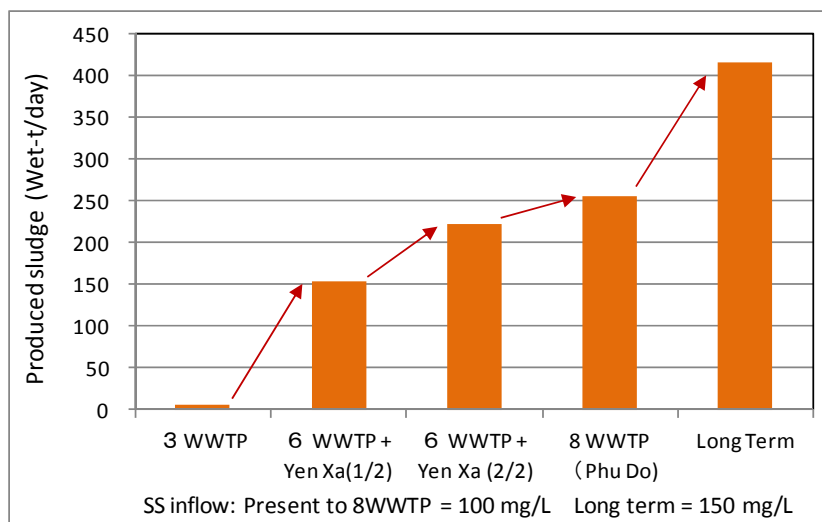
項目	北部地区					中・南部地区		
	Ha Noi	Hai Phong No2	Quang Ninh	Nam Dinh	Hai Duong	Khanh Hoa	Binh Duong	Tien Giang
採水日	12-Jan	12-Jan	12-Jan	16-Jan	16-Jan	27-Jan	27-Jan	27-Jan
NH <sub>4</sub> -N	<0.01	0.09	0.25	0.29	0.12	0.17	0.07	0.44
d-Mn	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
d-Fe	0.03	0.12	0.39	0.79	1.0	0.17	0.20	0.04
THMFP	CHCl <sub>3</sub>	0.008	0.008	0.006	0.022	0.083	0.16	0.42
	CHBrCl <sub>2</sub>	0.002	0.003	0.001	<0.0002	0.005	0.004	0.036
	CHBr <sub>2</sub> Cl	0.0001	0.0004	0.0002	0.0001	0.001	0.0003	0.009
	CHBr <sub>3</sub>	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005
Total	0.010	0.011	0.007	0.022	0.089	0.16	0.44	0.44

出典：JICA 調査団

## 6.2 下水汚泥リサイクル技術

### (1) 下水汚泥処理の現状

ハノイ市エンサ下水処理場建設準備調査（2012年）において、下水汚泥発生量は、図 S6.2 のとおり報告されている。



出典：Ha Noi Yen Xa PPP F/S

図 S6.2 下水汚泥発生量の予測（ハノイ市）

#### 1) ハノイ市の現状

ハノイ市 PMB は、エンサ下水処理場の PPP FS 調査を通じて下水汚泥処理処分の課題を理解している。汚泥の埋立て処分は、下水道システムの整備により発生汚泥量が増大しており、容量が逼迫してきている。ハノイ市の経営部局も下水汚泥問題に関心を有しているが、内部の合意形成には、至っていない。

セプティックタンクは、下水道がインターセプター方式を採用しているため、今後も残される。セプティックタンク汚泥の管理と処分は、下水管理の課題である。さらに、セプティックタンク汚泥は、清掃局のコンポスト施設が受け入れることが出来ず、その処理・処分が課題である。

現在の下水道マスタープランは、下水汚泥管理について考慮していない。PMB は、2030-50 マスタープランで、下水汚泥の再利用を要求している。

- ハノイ市は、「ベ」国において下水汚泥利用の先進都市であることを希望している。
- 下水汚泥利用の経済的なアフォーダビリティを、課題としている。

#### 2) ホーチミン市の現状

- 遠心脱水機による汚泥発生量は、およそ 35m<sup>3</sup>/日である。
- もみ殻を、コンポストの含水率 40%を確保するため水分調整材として利用している。コンポスト化は進んでいる。
- もみ殻を、経済的な理由によって使用しなかった時期に、近隣住民から悪臭問題が生じた。

- コンポスト汚泥は、利用者がなく、埋立て処分としている。
- 現在のコンポスト化施設は、現在の処理施設（処理能力 141,000 m<sup>3</sup>/day）に対して、利用する。下水処理場の増設プロジェクト（Phase-2）では、埋立て処分とする予定である。

**(2) 下水汚泥利用技術**

下水汚泥技術は、表 S6.3 に示すように、3 種類に区分できる。

**表 S6.3 下水汚泥利用**

汚泥利用技術	汚泥性状	利用方法	適用技術
緑農地利用	汚泥肥料 乾燥汚泥	肥料 土壌改良材	コンポスト化 汚泥乾燥
エネルギー利用	乾燥汚泥 炭化汚泥	燃料	乾燥 炭化
建設資材利用	焼却灰 熔融スラグ	道路路盤材 セメント資源化 レンガ・タイル	焼却 熔融

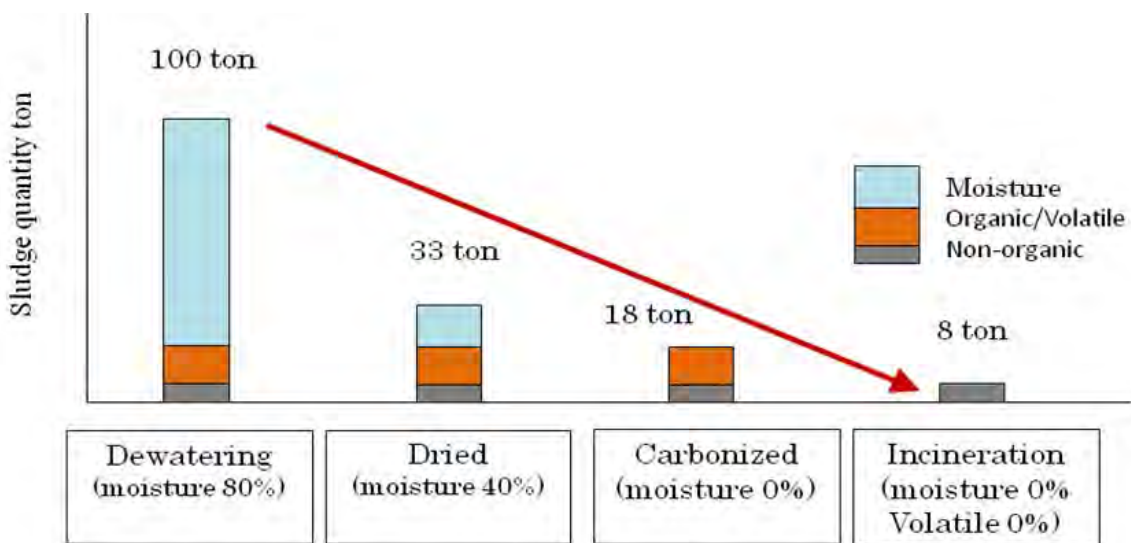
出典：JICA 調査団

**(3) 適用技術の提案**

「ベ」国では、ハノイ市、ホーチミン市等の大都市では、年々人口増加が進んでいる。人口増加によって、下水および下水汚泥発生量も増加する。他方、都市化は周辺地区に徐々に拡大しており、下水汚泥の埋立て処分地を確保することが困難となってきた。

従って、下水汚泥量の削減と下水汚泥利用が、強く望まれている。

下水汚泥のコンポスト化技術は、安価で簡便な技術である。しかしながら、汚泥肥料の利用は、季節による使用量と汚泥性状の影響を受ける。また、工場排水／事業場排水による有害物質を含む場合、汚泥利用は土壤環境汚染により困難となることが予想される。



出典：JICA 調査団

**図 S6.3 汚泥処理プロセスによる汚泥量の変化**

## 7. まとめ

「ベ」国の上下水道セクターは、急速な経済発展、人口増加、都市化の進展によって、都市の衛生と水環境の悪化が深刻である。上下水道整備事業量については、上下水道施設の新設、サービス区域の拡大に加えて、水道水源である河川の水質汚濁対策、上水道の老朽化施設の更新、不明水対策、24時間給水・水質改善等のサービス水準の向上等に要する資金需要が極めて大きい。

上下水道セクターの整備及び効率的な経営を行っていくためには、基礎知識に加えて、技術・ノウハウを有する技術者や経営者が必要である。

しかしながら、国内では40の大学、短期大学、研修センター等の研究・研修機関が上下水道、水資源、環境工学関連の人材育成を行っているものの、水道・下水道セクターの研究・研修機関は4大学、3研修センターに過ぎない。下水道は、多分野に及ぶ知識と実務経験を必要とする事業であるが、実務を研修する研究機関が存在しない。

MOCは、「ベ」国政府、地方自治体・上下水道会社および公的・研究機関、海外ドナーが参加したワークショップを通じて、次のことを総括した。

- (1) 人材とノウハウの不足および事業資金の確保が喫緊の課題で、「ベ」国上下水道セクターの管理能力強化について、過去2年間にわたってJICA本部と検討してきた。日本の官民の技術・ノウハウは、上下水道セクターの発展に不可欠である。
- (2) 研修センターは、地方自治体、国および民間企業の人材育成と下水道プロジェクト支援のために極めて重要な役割を果たす。
- (3) 下水道法が未整備であり、法、Decree・政令、規則・マニュアル、条例等の制度設計、設計・施工、維持管理・経営ノウハウの蓄積と、研修センターを介した普及が重要である。
- (4) 我が国の良質のODA資金（長期、低金利で需要に応える資金量）を活用する公的資金投入メカニズムは、上下水道セクターのニーズに合致し、環境改善および都市の発展に寄与する。
- (5) 研修センター設置に係る技術協力プロジェクトを事業化するためには、研修プログラム、研修生のニーズ、投入施設・投入資源について詳細に検討し、政府の認可を得ることが不可欠である。本調査は、一次情報であり、「ベ」国のローカル資金を支出できるまでの詳細な検討資料に至らない。
- (6) 本調査で得られた成果を早急に実施に移されるよう、政府決定に必要な研修センター詳細計画調査を、JICA資金によって実施することを要求する。

従って、本調査で提案する研修センター詳細計画調査において、研修プログラム、研修生のニーズ、投入施設について詳細に検討し、技術協力プロジェクトに関するMOCとJICAとのMOUを交換し、上下水道の整備促進、プロジェクト事業化支援および研修センター設立の道筋が確立することを、切に望むものである。



# ハロン市水環境改善事業

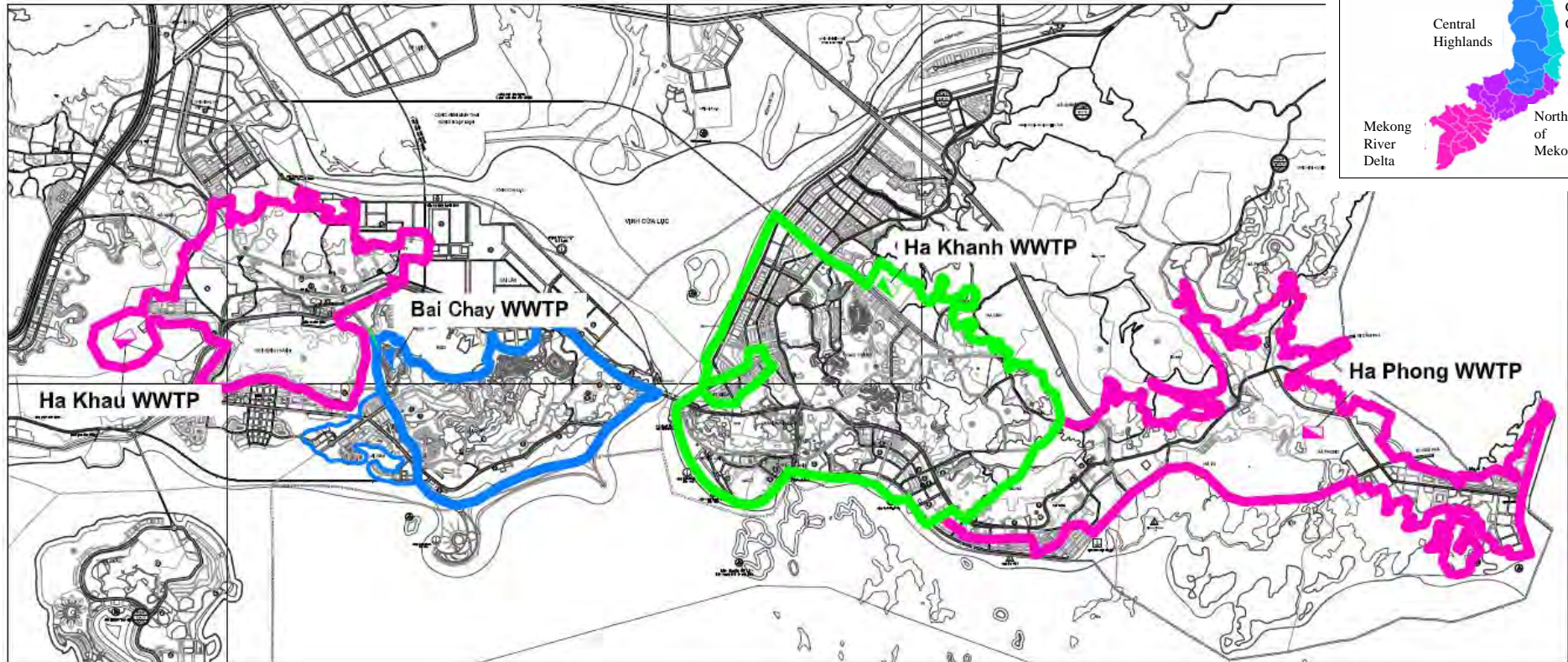
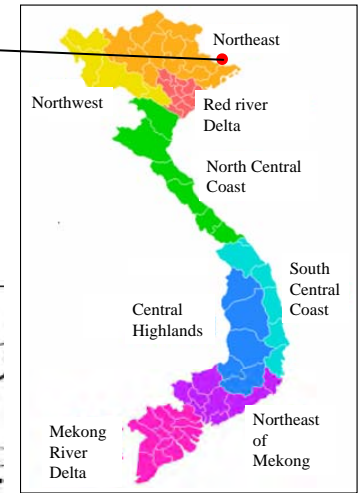
## テクニカルレポート (要約版)

為替レート  
(2014 年 6 月)

USD 1 = JPY 102.6

USD 1 = VND 21,036

クアンニン省ハロン市



**調査対象区域図**

**ハロン市水環境改善事業  
テクニカルレポート(要約版)  
目次**

第1章	プロジェクトの背景	1
第2章	現状の整理	2
2.1	ハロン市における既存の下水道施設	2
2.2	整備計画	3
2.3	現時点における課題	4
2.3.1	下水道の低普及率 (Hon Gai 地区：東部)	4
2.3.2	Bai Chay 下水処理場の処理能力不足	5
2.3.3	防潮扉の整備不良	6
第3章	下水道整備計画案	7
3.1	基本方針	7
3.2	目標年次	7
3.3	対象地区	7
3.4	汚水排除方式	8
3.5	下水処理場の整備規模	8
3.6	本プロジェクトにおける施設整備量	10
3.7	概算事業費	10
3.8	事業実施計画	11

**表一覧**

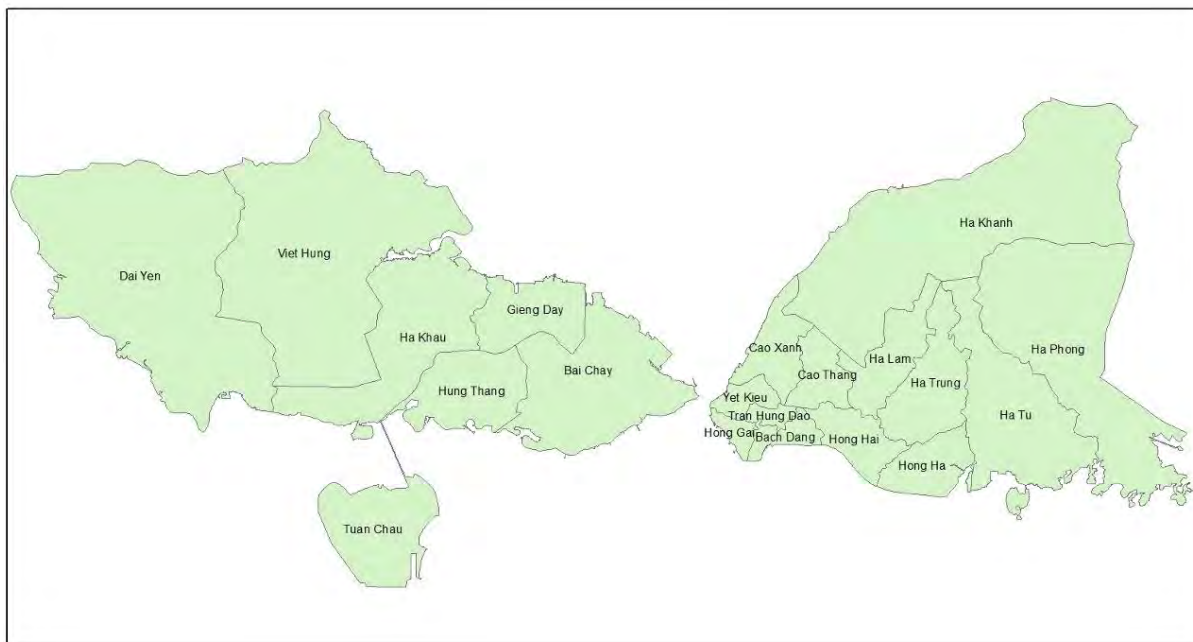
表 2.1	公共下水道の概要	2
表 2.2	民間下水道の概要	3
表 2.3	円借款による下水道整備計画の概要	4
表 3.3	各下水処理場の整備規模	10
表 3.4	本プロジェクトにおける施設整備量	10
表 3.5	本プロジェクトの概算事業費	11
表 3.6	事業実施計画	11

**図一覧**

図 1.1	ハロン市行政区域	1
図 2.1	ハロン市における下水道整備状況 (2014 年時点)	2
図 2.2	円借款による下水道整備対象地域	3
図 2.3	世界銀行プロジェクトにおける下水道整備区域	5
図 2.4	Bai Chay 下水処理場における流入下水水量予測	6
図 3.1	各下水処理場の処理区域	8

## 第1章 プロジェクトの背景

クアンニン省とハロン市（図 1.1）ではハロン湾の水質を改善することが求められている。ハロン市は、2014 年時点 30% である下水道普及率を改善することを計画しており、2008 年にローカルコンサルタントが実現可能性調査（F/S）を行い、既存の下水道普及区域を拡大するための下水道整備計画を策定した。また、この計画に基づいて円借款が要請され、ODA 対象案件に位置付けられており、JICA は要請内容をレビューするために本調査を実施することとした。



出典: JICA 調査団

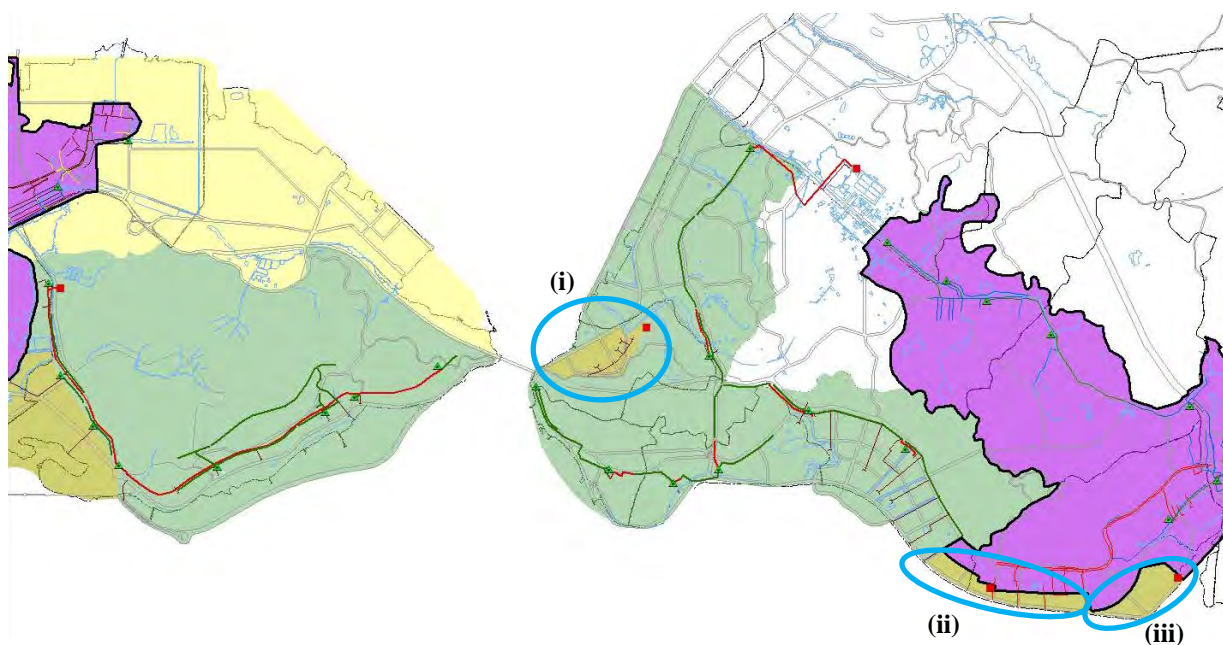
図 1.1 ハロン市行政区域

## 第2章 現状の整理

### 2.1 ハロン市における既存の下水道施設

ハロン市内では、2つの公共下水道と3つの民間下水道（コミュニティプラント）が整備されている。世界銀行のプロジェクトによって、Bai Chay 地区（ハロン市西部）と Hong Gai 地区（ハロン東部）の2つの地域で公共下水道が整備されている。

一方民間下水道は、Hon Gai 地区の都市開発地区で整備されており、2014年7月時点ではうち一か所の下水処理場が試運転の段階である。ハロン市の下水道整備区域を図2.1に、公共下水道の概要を表2.1に、民間下水道の概要を表2.2に示す。



出典: JICA 調査団

図 2.1 ハロン市における下水道整備状況（2014年時点）

表 2.1 公共下水道の概要

地域	西部 (Bai Chay)	東部 (Hong Gai)
計画人口		
住民	25,700 人	108,485 人
観光客	6,000 人	-
計	31,700 人	108,485 人
下水処理場の面積	2.5ha	4.4ha
下水収集方法	合流式（インターセプター）	合流式（インターセプター）
下水処理場	Bai Chay 下水処理場	Ha Khanh 下水処理場
能力（日平均）	3,500 m <sup>3</sup> /day	7,200 m <sup>3</sup> /day
処理方法	回分式活性汚泥法 + 仕上げ池（消毒）	回分式活性汚泥法 + 仕上げ池（消毒）
供用開始時期	2006 年	2010 年
ポンプ場数	7 か所	7 か所

出典: JICA 調査団

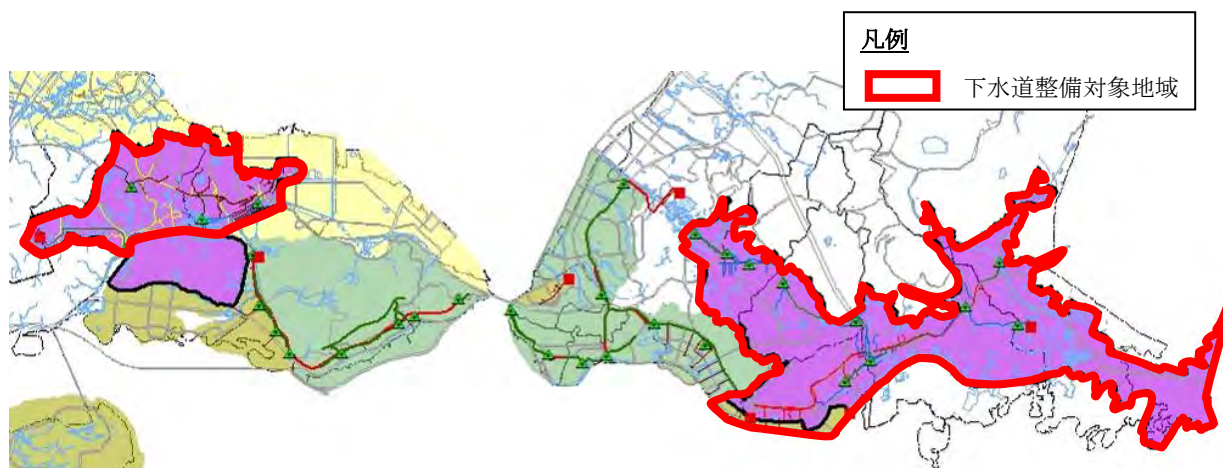
表 2.2 民間下水道の概要

地域	(i)	(ii)	(iii)
会社名	CIENCO5	LICOGI	LICOGI
処理対象面積	27.75ha	33.51ha	不明
計画人口	5,690 人	7,500 人	3,800 人
下水収集方法	分流式下水道	分流式下水道	分流式下水道
下水処理場	CIENCO5 処理場	LICOGI-1 処理場	LICOGI-2 処理場
容量 (日平均)	2,000 m <sup>3</sup> /day	1,200 m <sup>3</sup> /day	1,200 m <sup>3</sup> /day
処理方法	標準活性汚泥法	標準活性汚泥法	標準活性汚泥法
供用開始時期	2011 年 3 月	2011 年 5 月	2014 年 (7 月時点で未供用)

出典: JICA 調査団

## 2.2 整備計画

2008 年にローカルコンサルタントが行った F/S は、クアンニン省人民委員会によって承認 (QNPPC Decision No.1954/QD-UBND) され、円借款が要請されている。本プロジェクトの対象地域を図 2.2 に、その概要を表 2.3 に示す。



出典: Feasibility study report for Ha Long Environment Protection Project, Sub-project on Sewerage and wastewater treatment in Ha Long city

図 2.2 円借款による下水道整備対象地域

表 2.3 円借款による下水道整備計画の概要

地域	西部(Ha Khau)	東部(Ha Phong)
1) 処理対象面積	283.14ha	326.51ha
2) 目標年次	第1期事業：2015年 第2期事業：2020年	第1期事業：2015年 第2期事業：2020年
3) 計画人口		
住民	45,332人	61,083
4) 下水収集方法	合流式（インターセプター）	合流式（インターセプター）
5) 下水処理場	Ha Khau 下水処理場	Ha Phong 下水処理場
容量（日平均）	5,000 m <sup>3</sup> /day	6,500 m <sup>3</sup> /day
処理方法	標準活性汚泥法	標準活性汚泥法
下水処理場施設面積	2.5ha	4.4ha
6) 施工数量		
污水管		
遮集管（自然流下管：D200-500）	25,806m	
遮集管（圧力管：D100-300）	10,405m	
マンホールポンプ	4	10
雨水排水		
管・カルバート	4,484m	
蓋付きコンクリート排水路	20,288m	
排水路浚渫	21,033m <sup>3</sup>	
築堤	2,380m	

出典: Feasibility study report for Ha Long Environment Protection Project, Sub-project on Sewerage and wastewater treatment in Ha Long city

## 2.3 現状における課題

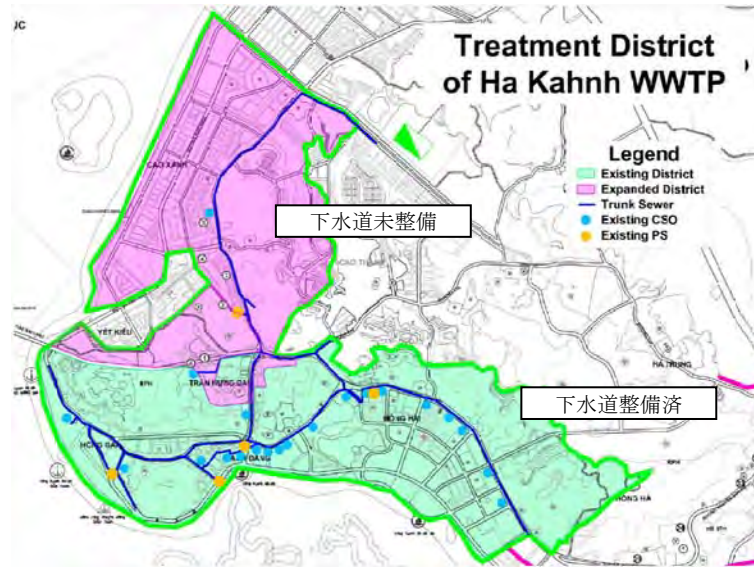
### 2.3.1 下水道の低普及率（Hon Gai 地区：東部）

Ha Khanh 下水処理場への流入下水量は、施設能力に比べて非常に少ない。これは、既存の下水道管渠（遮集管）が Ha Khanh 処理区全体に整備されていないためであり、本下水処理場の処理能力が 7,200m<sup>3</sup>/日あるにも関わらず、2014 年における平均下水流入量は 5,000m<sup>3</sup>/日程度にとどまっている。

世界銀行プロジェクトの F/S によると、Hon Gai 地域（東部）における下水道整備の対象地域は、Hong Gai、Yet Kieu、Tran Hung Dao、Bach Dang、Cao Xanh、Hong Hai の 6 区であり、2013 年時点人口 17,811 人を有する Cao Thang 区は整備対象区域外とされている。また、下水回収率（使用水量に対して下水道で収集できる割合）が 75%、下水道整備率が 60%とされ、Ha Khanh 下水処理区で発生した下水の 45%程度しか収集・処理を行わない計画となっている。

また、主に沿岸地域（Hong Gai、Bach Dang、Hong Hai の 3 区と Tran Hung Dao 区の一部）に対して分水人孔が作られ、他の地域（Yet Kieu、Cao Xanh の 2 区と Tran Hung Dao 区の一部）からの下水は、未処理で放流されている。すなわち、下水道区域のうち全体の 56%（43,000 人）は下水道整備が行われており、44%（33,000 人）は下水道が未整備の状況である。分水人孔の整備地点と下水道整備済区域／未整備区域を図 2.3 に示す。





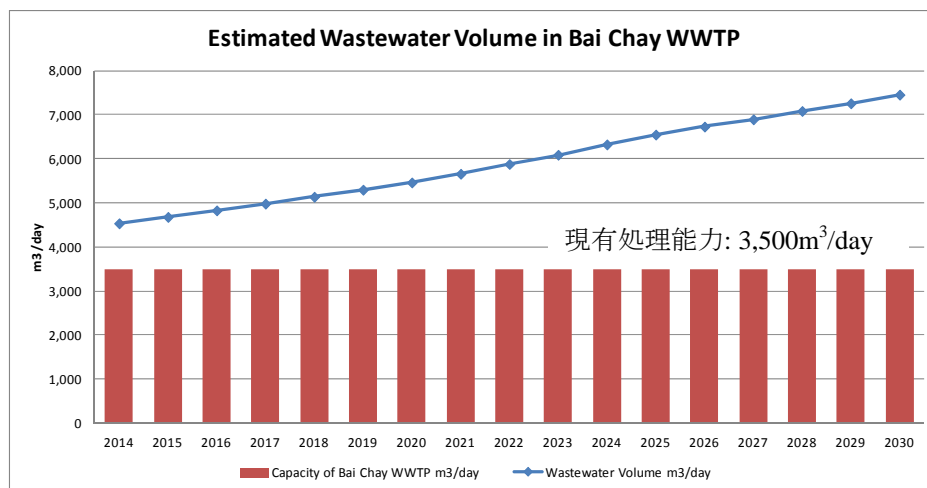
出典: JICA 調査団

図 2.3 世界銀行プロジェクトにおける下水道整備区域

Ha Khanh 下水処理場と遮集管の整備は、Bai Chay 地区（西側）における下水道整備事業（第一フェーズ事業）の残資金を用いて、追加業務（第二フェーズ事業）として行われたため、Hon Gai 地区全域の下水道整備を行うために十分な予算が確保されていなかった。従って、未整備地区と Cao Thang 区に対して、ハロン湾の水環境を改善するため至急下水道を整備することが必要である。

### 2.3.2 Bai Chay 下水処理場の処理能力不足

Bai Chay 下水処理場の能力  $3,500\text{m}^3/\text{日}$  と同量の下水が下水処理場で処理されており、それを超える量の下水は未処理放流されている。現在人口と水使用量より算出した下水量は、2014 年に約  $4,500\text{m}^3/\text{日}$  であり、今後も増加することが予想されている。図 2.4 に示す通り、人口や観光客の増加、経済成長などを考慮すると、Bai Chay 処理区域内での下水量は 2025 年に  $6,500\text{m}^3/\text{日}$  に増加することが予想される。



出典: JICA 調査団

## 図 2.4 Bai Chay 下水処理場における流入下水水量予測

既存の下水処理場は、下水処理方式に回分式活性汚泥法を、消毒に仕上げ池を用いている。Bai Chay 下水処理場の流量調整槽の容量は、日平均汚水流入量の約 1.5 時間分である 220m<sup>3</sup>が確保されているが、雨天時におけるピーク下水流入量は晴天時の 3 倍であるため、雨天時には調整槽の容量は不十分であり、既存の回分式活性汚泥システムは晴天時にのみ機能を果たしている。なお、現状では流入水質が比較的低いため、放流水はベトナムの排水基準を満たしている。

更に仕上げ池に関しては、日光による消毒であるため、晴天日にのみ機能を果たしており、天候に依らず消毒機能を発揮するよう改善することが求められる。

上記の状態を改善するために、下水処理場の処理容量を拡張し、施設を改良する必要がある。ハロン市は、Bai Chay 下水処理場が都市開発マスタープランにおいて規定されている将来の観光地に隣接していることを理由に、新設する Ha Khau 下水処理場に本下水処理場を移転し、観光客への影響を防ぐことを予定している。

### 2.3.3 防潮扉の整備不良

Bai Chay 地域では、満潮時や豪雨時には、下水処理場への海水の流入を防ぐためにポンプ場の運転を止めている。これは防潮扉の不具合によって行われている対応であり、満潮時には海水が容易に遮集管内に流入する状況であり、満潮時に下水管に排水される下水は、適切に処理されずにハロン湾へ直接放流されている。

## 第3章 下水道整備計画案

本章では、2.2 に示した 2008 年度にローカルコンサルタントが策定した F/S のうち、汚水処理に関する事項をレビューした結果を記載する。

### 3.1 基本方針

下水道整備の基本方針を次のとおりとする。

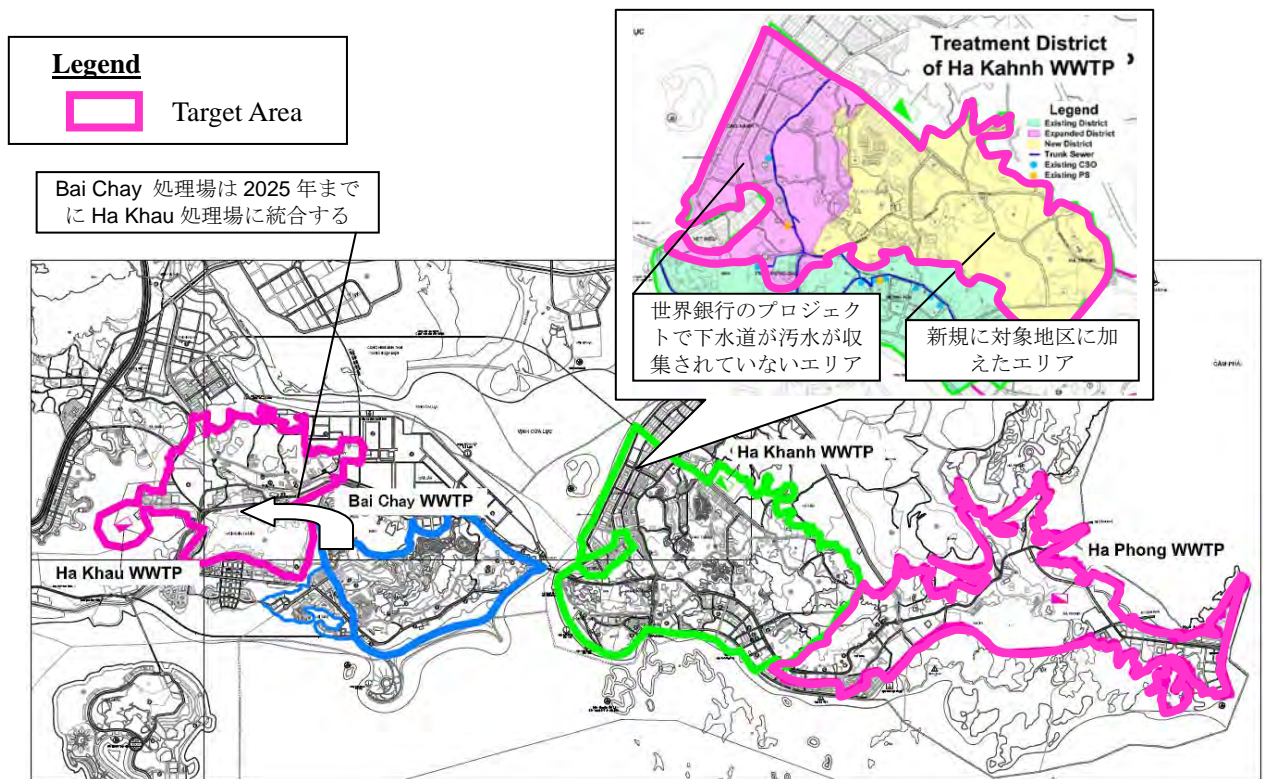
1. クアンニン省とハロン市が提案した下水道整備プロジェクトはハロン市郊外を対象とした下水道整備事業となっているが、ハロン湾の水質改善をより効率的に実現するため、まず初めに既存 Ha Khanh 下水処理区域内の機能改善を行う。Ha Khanh 処理場の処理区域内人口は 75,000 人であり、この地域の下水処理機能改善は不可欠である。
2. 現在下水道整備がなされていない Cao Thang 地区や地形条件から Ha Khanh 処理区に含めることが望ましい Ha Lam 区と Ha Trung 区を対象地区に含めて Ha Khanh 下水処理場の拡張を行う。
3. Bai Chay 処理場は 2025 年までに移転する計画となっているため、既存の Bai Chay 処理場の処理区域と新規下水道整備地区 (Ha Khau 下水処理場の処理区域) を統合する。加えて、Ha Khau 下水処理場の処理区域を、隣接する Hung Thang 区まで拡大する。一般的に、小規模な下水処理場より大規模な下水処理場の方が効率が良いため、処理区域を統合・拡大するこの方針は効率性の観点からも妥当な対応と考えられる。

### 3.2 目標年次

目標年次はプロジェクト開始 (L/A 締結) 10 年後である 2025 年に設定し、供用開始は 2021 年前後を予定する。

### 3.3 対象地区

地理特性を考慮し、Ha Lam 区と Ha Trung 区を通る国道沿いの丘陵地を Ha Khanh 下水処理区とし、Cao Thang 区・Hung Thang 区はそれぞれ、Ha Khanh 下水処理場・Ha Khau 下水処理場の対象領域に含める。見直した処理区域を図 3.1 に示す。



出典: JICA 調査団

図 3.1 各下水処理場の処理区域

### 3.4 汚水排除方式

管路整備は段階的に行われ、当初は合流式下水道の幹線管渠となる遮集管（インターセプター）を整備し、次の段階で分流式下水道へ移行するため枝線管渠を整備することが望ましい。分流式下水道システムへの移行は莫大な資金を必要とするため、クアンニン省の下水道整備の緊急性が高いことを鑑みると、分流化よりは他都市への下水道整備が優先されると思われ、ハロン市ではインターセプター方式を採用する。

### 3.5 下水処理場の整備規模

人口予測と都市ランク 1 のベトナム国計画基準より、目標年次 2025 年における各処理場の必要能力を算出したうえで、本プロジェクトでの各処理場の整備規模を次の通り設定した。

- Ha Khau・Ha Phong の各処理場（新設）は、2025 年の必要能力を本プロジェクトにて拡張する。
- Ha Khanh 下水処理場（拡張）は、世界銀行プロジェクトの改善地域（Yet Kieu 区、Cao Xanh 区、Tran Hung Dao 区の一部）と本プロジェクトで新たに定めた対象地域（Cao Thang 区、Ha Lam 区、Ha Trung 区）の必要能力を本プロジェクトにて拡張する。

設定した処理能力は次の表 3.3 に示す通りである。

表 3.3 各下水処理場の整備規模

	単位	Ha Khau	Bai Chay	Ha Khanh	Ha Phong
現有処理能力	m <sup>3</sup> /日		3,500 [3,500]	7,200 [7,200]	
追加整備 処理能力	m <sup>3</sup> /日	14,800 [19,200]	0	12,600 [16,400]	6,300 [8,200]
合計処理能力	m <sup>3</sup> /日	14,800 [19,200]	0	19,800 [23,600]	6,300 [8,200]
必要処理能力	m <sup>3</sup> /日			24,500 [31,900]	
備考		Bai Chay 下水処理場の処理能力を含む	Ha Khau 下水処理場に移転する	必要処理能力と合計処理能力の差分は将来整備とする	

注釈: 日平均ベースの処理能力と日最大ベースの処理能力を併記し、日最大ベースの処理能力は[ ]内に示した。  
出典: JICA 調査団

### 3.6 本プロジェクトにおける施設整備量

建設工事の内容・数量は、2008年に実施されたF/Sで提案された数値に基本的に準拠し、本調査で新たに提案する追加工事に関して概略数量を追加した。本プロジェクトにおける施設整備量を表3.4に示す。

表 3.4 本プロジェクトにおける施設整備量

項目	単位	Ha Khau 処理場 処理区域	Ha Khanh 処理場 処理区域	Ha Phong 処理場 処理区域	合計
1. 下水処理場	m <sup>3</sup> /day	14,800 [19,200]	12,600 [16,400]	6,300 [8,200]	33,700 [43,800]
2. 下水道					
遮集管	m	21,023	10,000	23,563	54,606
マンホール形式ポンプ場	個所	9	4	6	19
分水人孔	個所	10	6	19	35
取付管	個所	6,120	2,061	6,185	14,366
3. 雨水管					
管・カルバート	m	94,651	0	45,704	140,355
放流管	個所	25	0	2	27
雨水取込み	個所	694	0	297	991
浚渫	m <sup>3</sup>	14,727	0	6,306	21,033

出典: JICA 調査団

### 3.7 概算事業費

表 3.5 に示す通り、本プロジェクトの概算工事費は 86 百万米ドル、付加価値税を含む総事業費は約 154 百万米ドルと試算された。

表 3.5 本プロジェクトの概算事業費

No.	項目	総事業費（付加価値税含む）		
		日本円（円）	ベトナムドン	米ドル
<b>A</b>	<b>建設工事費</b>	<b>5,744,375,867</b>	<b>1,177,765,016,908</b>	<b>55,988,069</b>
1	雨水整備	1,759,873,916	360,825,610,999	17,152,767
2	下水道整備	3,984,501,951	816,939,405,909	38,835,302
<b>B</b>	<b>機器費</b>	<b>3,083,726,022</b>	<b>632,254,002,011</b>	<b>30,055,809</b>
	建設費+機器費計	8,828,101,889	1,810,019,018,919	86,043,878
<b>C</b>	<b>用地整備・補償費</b>	<b>225,333,714</b>	<b>46,200,000,000</b>	<b>2,196,235</b>
<b>D</b>	<b>マネジメント費</b>	<b>780,376,497</b>	<b>160,000,000,000</b>	<b>7,606,009</b>
<b>E</b>	<b>コンサルタント費</b>	<b>1,704,920,040</b>	<b>349,558,459,728</b>	<b>16,617,154</b>
<b>F</b>	<b>その他費用</b>	<b>985,793,344</b>	<b>202,116,459,891</b>	<b>9,608,122</b>
<b>G</b>	<b>予備費</b>	<b>2,359,526,526</b>	<b>483,771,929,825</b>	<b>22,997,335</b>
	総事業費（付加価値税前）	14,884,052,011	3,051,665,868,362	145,068,733
	付加価値税	923,292,440	189,301,947,085	8,998,952
	総事業費	15,807,344,451	3,240,967,815,447	154,067,685

出典: JICA 調査団

### 3.8 事業実施計画

本プロジェクトは表 3.6 に示す通り、2021 年に供用開始を予定している。

表 3.6 事業実施計画

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
借款契約	★						
コンサルタント調達	■						
計画見直し、詳細設計		■					
施工業者調達			■				
建設工事・施工監理				■	■	■	
供用開始							★

出典: JICA 調査団

# ダナン市下水道整備事業

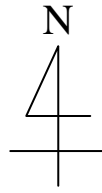
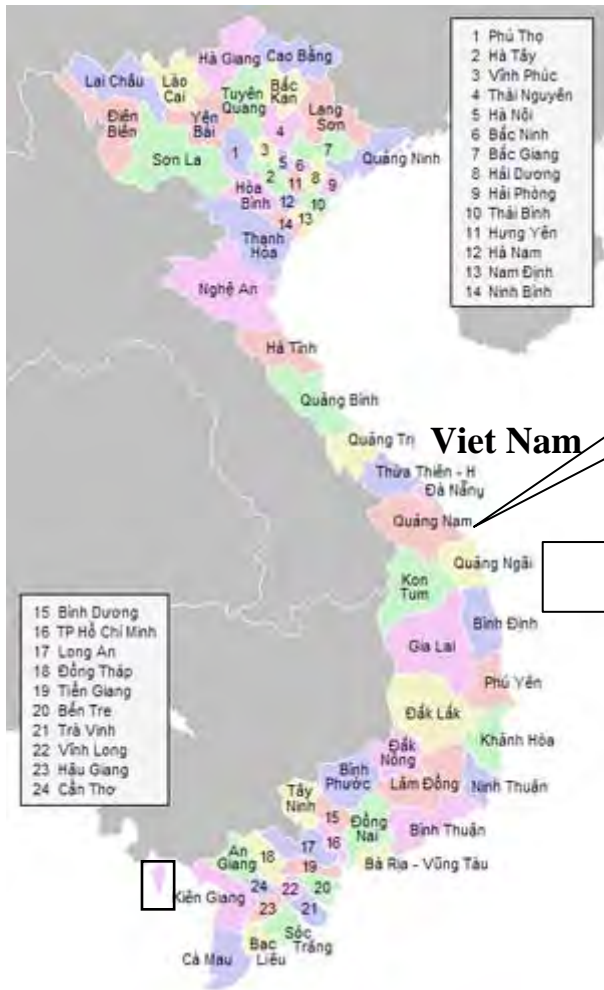
## テクニカルレポート (要約版)



通貨換算率 (2014 年 6 月)

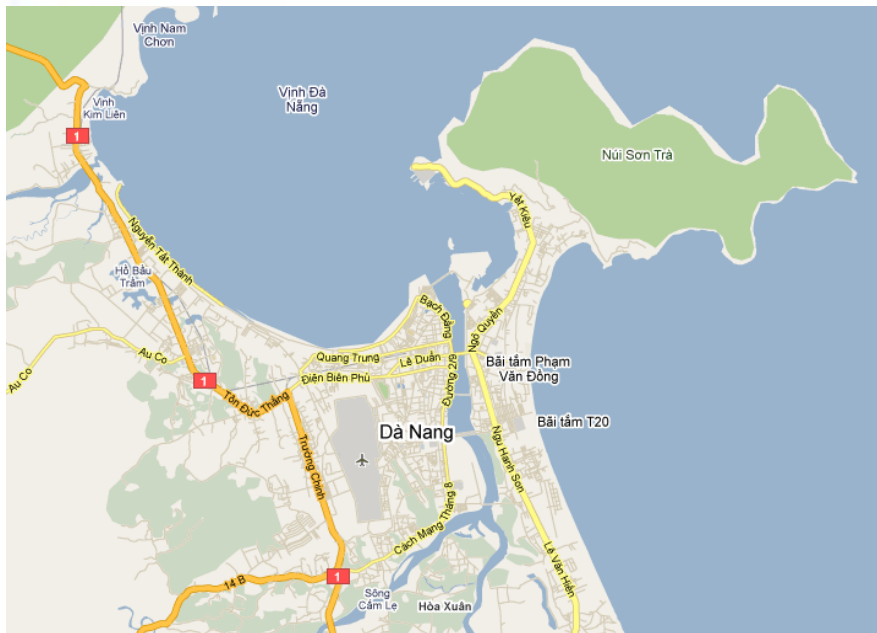
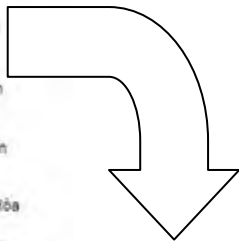
USD 1 = JPY 102.6

USD 1 = VND 21,036



**Danang City**

**Viet Nam**



事業対象地区位置図

ベトナム国地方上下水道セクター情報収集・確認調査  
テクニカルレポート  
ダナン市下水道整備事業  
【和文要約】

目次

事業対象地区位置図

目次

表目次 / 図目次 / 略語

ページ

1. 背景.....	1
2. 調査の目的.....	1
3. 収集データと情報.....	3
4. ダナン市における下水道システムの現状.....	3
4.1 東部沿岸地区の合流式下水道越流水 (CSO) .....	4
4.2 家屋の接続 .....	5
4.3 下水処理場 .....	5
5. 下水道の建設計画及び既存計画 .....	8
5.1 下水道構想 .....	9
5.2 下水処理場整備計画 .....	9
5.3 ダナンハイテクパーク処理場 .....	9
6. 円借款事業の施設候補 .....	8
6.1 東部沿岸地区における合流式下水道改善対策 .....	9
6.2 家屋接続 .....	9
6.3 処理場計画 .....	9
6.3.1 ホアソン処理場 .....	9
6.3.2 ソンチャ処理場 .....	9
6.3.3 ダナンハイテクパーク処理場 .....	10
7. 円借款事業の形成 .....	10

表目次

表 4.1 ダナン市の下水処理場の状況.....	5
表 5.1 世銀の融資による建設予定.....	7
表 5.2 ダナンハイテクパーク処理場.....	8

図・写真目次

図 2.1 調査対象位置図.....	2
図 4.1 既存の汚水収集システム.....	4
図 4.1 東部沿岸地区放流施設 .....	4
写真 4.1 海岸に設置された放流口 .....	5
写真 4.1 海岸に設置された放流口の満潮時の様子.....	5

図 5.1	ダナン市の下水道構造図.....	6
図 5.2	ダナンハイテクパーク下水処理場.....	7
図 5.3	ダナンハイテクパーク処理場の位置.....	8

## 略語

CSO	合流式下水道越流水
DAWACO	Danang Water Supply One Member Limited Company ダナン水道株式会社
DHTP	Danang Hi-Tech Park ダナンハイテクパーク
DHTPMB	Danang Hi-Tech Park Management Board ダナンハイテクパーク管理局
DOC	Department of Construction of Danang ダナン市建設局
DONRE	Department of Natural Resource and Environment ダナン市資源環境局
DOT	Department of Transportation ダナン市交通局
DPI	Department of Planning and Investment of Danang ダナン市計画投資局
DWTC	Drainage and Wastewater Treatment Company of Danang ダナン排水下水処理株式会社
HDPE	高密度ポリエチレン管
JICA	独立行政法人国際協力機構
PIIP	Priority Infrastructure Investment Projects Management Unit ダナン市優先基盤投資事業管理ユニット
SBR	回分式
USD	米ドル
VND	ベトナムドン
WWTP	下水処理場

## 1. 背景

ダナン市は南シナ海沿岸、ハン川の最下流部に位置するベトナム国有数の港湾都市であり、2014年現在、人口百万人を超えており南中央沿岸部で最も大きく、ベトナムの都市の中で5番目に大きな都市である。

国道1Aと14Bが走っており、中央高地及び西側のラオス国のみならず、北に位置するハノイと南のホーチミンへの接続地点となっている。

ダナン市は、他の中央政府直轄都市や他省よりも高い市街化速度により、近年急激に成長してきている。発展は目覚ましく、この10年間で多面的に拡大してきており、ビーチリゾート開発と同様に多くの高層ビルが建設中である。

ダナン市は、他都市に比べて良質の社会基盤を有しており、2025年までにダナン市を「緑の都市」に発展させるよう注力するとしている。また、下水道の持続可能な整備に専心するとしている。

世銀資金により作成された「ダナン市下水維持管理戦略」が2010年にダナン市人民委員会により承認された。この戦略において、維持管理費用は下水道使用料により全て回収するとの基本方針が明確に示されており、家屋接続率を2010年には約10%、2020年までには約30%まで拡大するとしている。

ダナン市は、下水処理場の運転・維持管理同様、家屋接続数や管渠系統の増強とともに、処理場の段階的な増設を「ダナン持続可能な開発事業妥当性調査、2013年、世銀」(世銀調査)に基づき継続している。

上記のような状況下、2014年にダナン市計画投資局は独立行政法人国際協力機構(JICA)に対し、下水道整備への協力、とりわけ東部沿岸のビーチにおける合流式下水道の改善と処理場の建設、改修及び改築に関する支援を要請した。

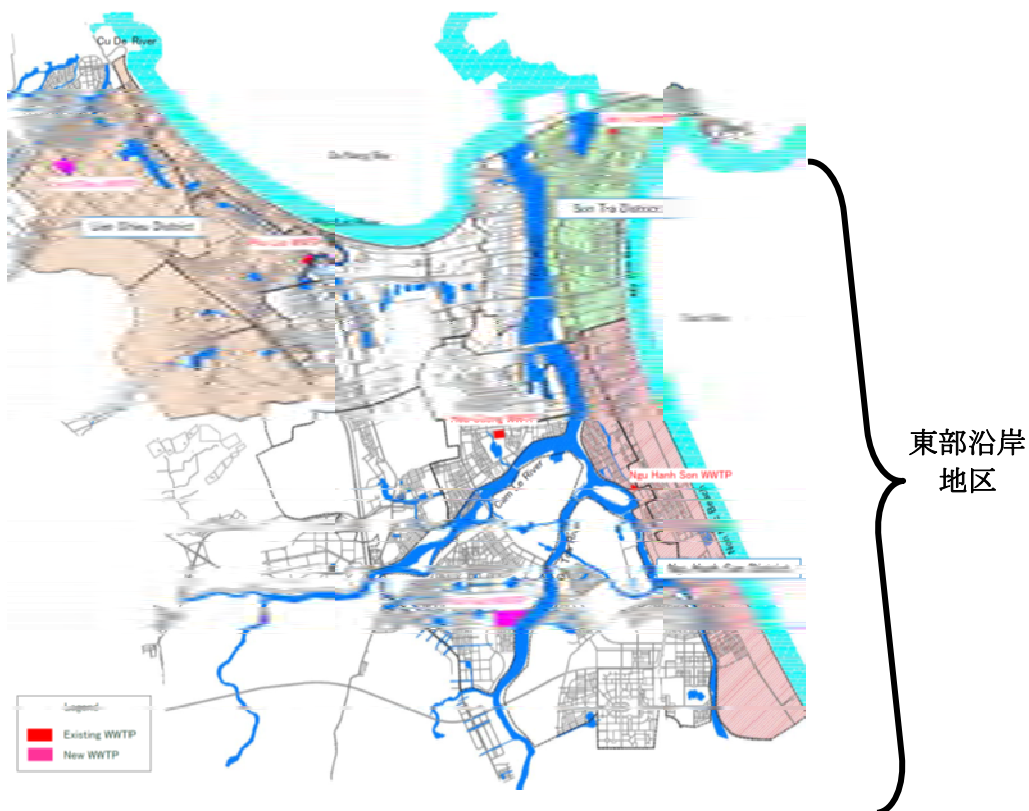
JICAは、ダナン市の要請に対する支援の可能性を検討するため、ダナン市の現況下水道整備状況と市の要請内容の妥当性を確認する調査団を、2014年7月に派遣した。

## 2. 調査の目的

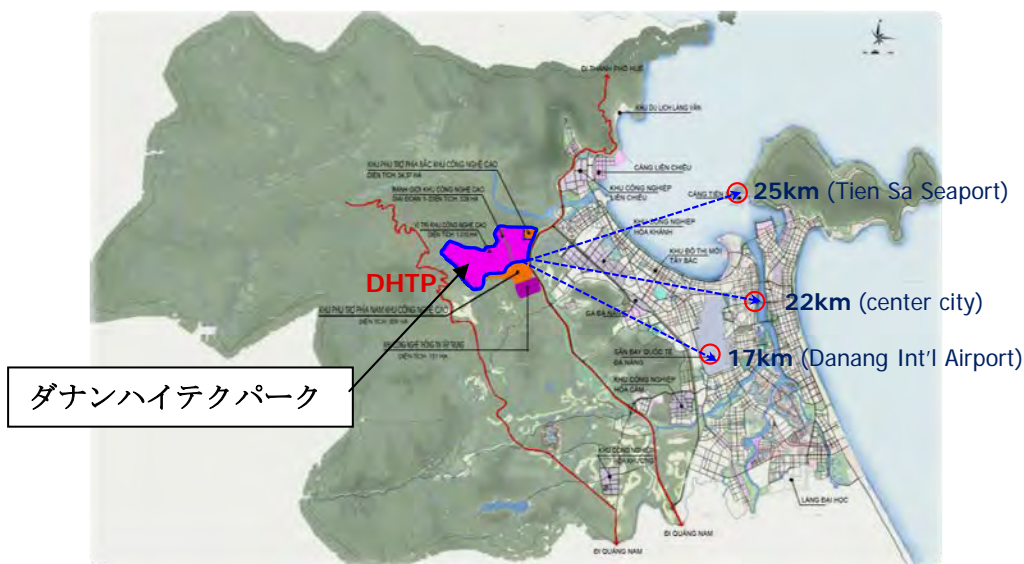
調査の目的は、下水道整備の現状を調査し、円借款事業を形成し促進するために必要な情報を収集することである。

本調査は、ダナン市の最大懸案事項である東部沿岸地区の合流式下水道の改善と、ホアソン、ソンチャ、及びハイテクパーク、3処理場を対象としている。

調査対象地区の位置図を図2.1に示す。



出典：JICA 調査団



出典：ダナンハイテクパーク管理局 (DHTPMB)

図 2.1 調査対象地区位置図

### 3. 収集データと情報

必要データ及び情報収集のため、ダナン市へのヒヤリングと現地調査を7月21日～8月7日と9月14日～9月24日の日程で実施した。

ヒヤリング調査は関係機関（ダナン市計画投資局（DPI）、建設局（DOC）、資源環境局（DONRE）環境保護部、優先都市基盤投資事業管理ユニット（PIIP）、ダナン排水下水処理会社（DWTC）、ダナン水道会社（DAWACO）、ダナンハイテクパーク管理局（DHTPMB））で実施した。その結果のまとめを以下に示す。

- ダナン市における最大の水環境問題は東部沿岸ビーチの合流式下水道、フーロック川、及びフーロック処理場である。
- フーロック処理場については、民間参画型事業による既存処理場の改築を、ダナン市人民委員会が2014年9月に決定した。
- 合流改善の課題解決については、分流式下水道への移行、合流下水越流水のハン川への放流、海洋直接放流等、多くの案が検討されている。しかし、関係当局間で意見が異なる。
- 3つの処理場（ホアソン、ソンチャ、及びハイテクパーク）に関して、現況、将来計画、現状の問題点が確認された。

### 4. ダナン市における下水道システムの現状

ダナン市の合流式下水道は遮集管、ポンプ場と4処理場（ソンチャ、フーロック、ホアコン、グハンソン）からなる図4.1に示すシステムで、2006年に世銀の融資を得て改修され現在に至っている。この遮集管システムの主要な施設は以下の通りである。

自然流下管：15.7 km

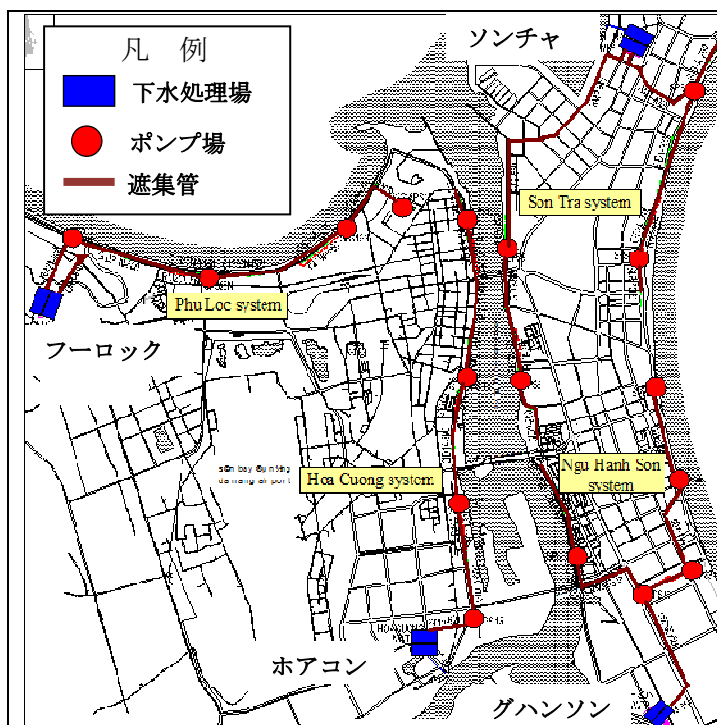
圧送幹線：19.4 km

雨水吐き室：60 箇所

ポンプ場：18 箇所

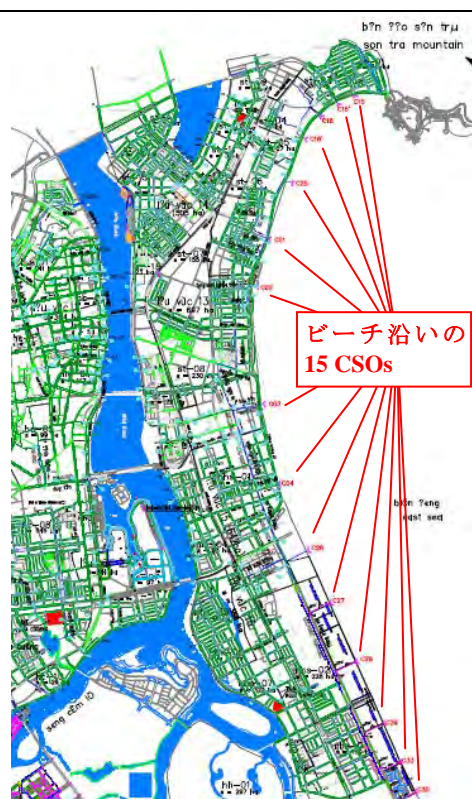
一般的に合流式下水道は雨天時に遮集能力を超える下水が河川又は海域等の公共用水域に放流されるが、ダナン市の60箇所の雨水吐き室の内、東部沿岸地区の遮集管システムは図4.2に示す通り、海岸線に沿って15の放流施設を有し、合流式下水道の越流水（CSO）がビーチを流下する構造となっている。

ダナン市の下水道システムはダナン排水下水処理会社（DWTC）が運転、維持管理を行っている。



出典：世銀調査

図 4.1 既存の汚水収集システム



出典：JICA 調査団

図 4.2 東部沿岸地区放流施設

#### 4.1 東部沿岸地区の合流式下水道越流水（CSO）

東部沿岸地区の遮集管システムは、平坦な地形により自然流下での下水収集が困難であることから、6つのポンプ場による圧送方式が採用されている。遮集管は、各家屋からの汚水量（ $Q$ ）に従って設計されており、遮集量は $1Q$ であり雨水を遮集しない構造となっている。また、降雨時には、ポンプ場は自動的に停止され、汚水を含むすべての下水は、合流式下水道の越流水（CSO）として、雨水吐き室の堰を超えてビーチを通過し、海に流入する。

この未処理越流水は、主要な観光資源である海岸の観光客に対し、景観を損ね悪臭をもたらしている。これに対し、ダナン市はこの未処理越流水問題を緊急課題として取り組む姿勢を示している。

写真 4.1 は東部沿岸の比較的大規模な放流口であり、写真 4.2 は満潮時の放流口の状況を示している。写真から、東部沿岸における放流口では満潮時、放流口の高さよりも海面高が高くなっていることが分かる。放流施設への逆流を防止するため、放流口には逆流防止ゲートが設置されている。





#### 4.2 家屋の接続

遮集管方式で整備されているため、下水道計画区域内でも既存の下水管路への接続を行っていない家庭が多くある。接続率を上げるため、世銀の支援によるパイロットプロジェクトによって600戸の家庭から既存管路に接続させる取組みが、主に東部沿岸地区で行われている。

このパイロットプロジェクトによれば、家屋の接続費用は200～500米ドル/戸である。このパイロットプロジェクトに引き続いて、40,000戸を対象とする家屋接続事業が2015年に世銀の融資により開始される予定となっており、その後、合流式下水道から分流式下水道への移行が予定されている。

#### 4.3 下水処理場

フーロック、ソンチャ、ホアコン及びグハンソンの4つの処理場は供用中であり、ホアソン処理場は2014年9月に供用を開始した。現状の処理場の状況を表4.1に示す。

表 4.1 ダナン市の下水処理場の状況

現状	処理場名	処理能力(m <sup>3</sup> /日)	水処理方式	備考
稼働中	フーロック	40,000	嫌気性池	放流基準を満足していない。能力不足。
	ソンチャ	15,000	嫌気性池	放流基準を満足していない。能力不足。
	グハンソン	10,000	嫌気性池	
	ホアコン	30,000	嫌気性池	
	ホアソン	20,000	回分式 (SBR)	2104年9月供用開始
計画	リエンチュウ	20,000	-	世銀融資により建設予定
	ダナンハイテク パーク	18,000 (第1期:4,500)	-	2014年9月現在、建設資金源未定

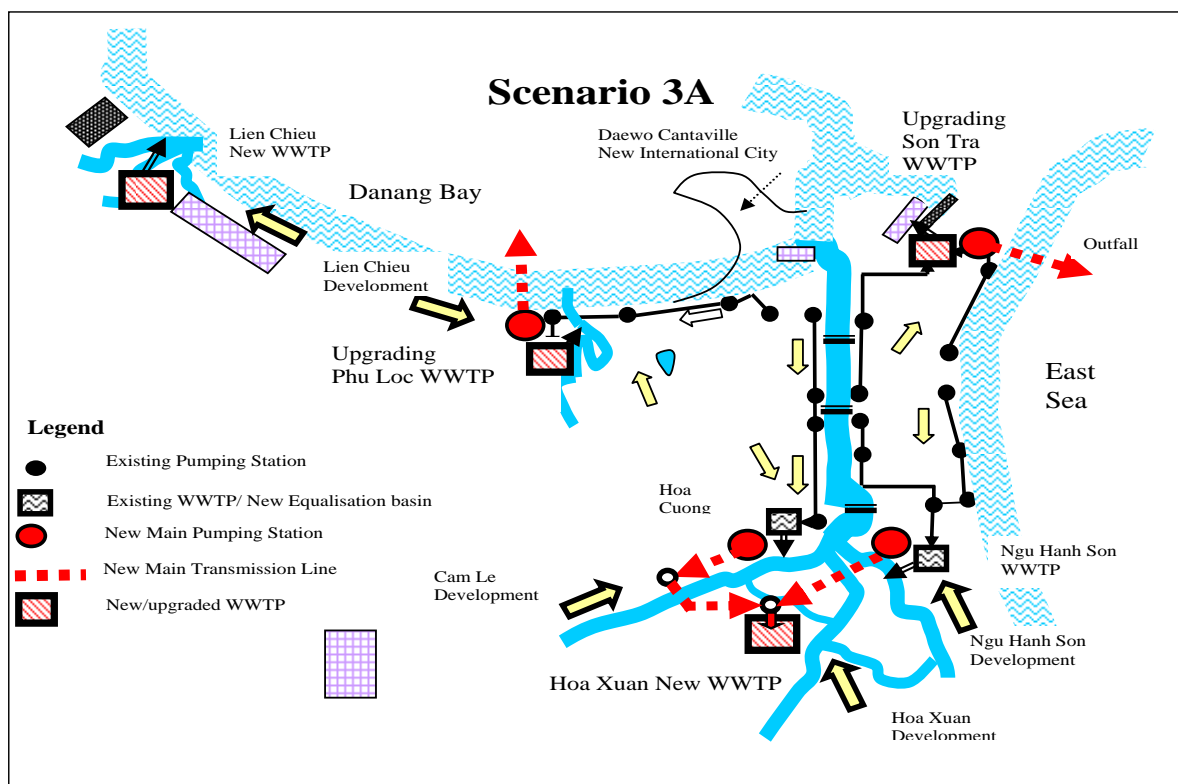
出典：JICA 調査団

## 5. 下水道の建設計画及び既存調査

### 5.1 下水道構想

「ダナン市下水維持管理戦略」が2009年4月に世銀により策定され、2010年に(1866/QD-TT, 2010年10月)にダナン市人民委員会で承認されている。この戦略によれば、2020年までに100%の汚水収集を行うことを目標としている。「ダナン市下水維持管理戦略」における下水道整備構想は以下の通りであり、構想図を図5.1に示す。

- リエンチュウ新下水処理場の建設
- フーロック、ソンチャ処理場の改築、更新
- ホアソン処理場の拡張、ホアコン、グハンソン処理場の廃止



出典：ダナン市下水維持管理戦略（2009）

図 5.1 ダナンの下水道構想図

### 5.2 下水処理場整備計画

下水道構想ならび世銀調査によれば、ダナン市は世銀の融資のもと表5.1に示す施設の建設や改修を計画している。

表 5.1 世銀の融資による建設予定

施設	内容	建設期間	備考
グハンソンシステムの海洋放流管	2ヶ所 内径 1200mm x 2 HDPE L=各 200m	2016 - 2018	概算建設費：百万米ドル
各戸接続 (主に東部沿岸地区)	40,000 世帯	2015 - 2018	
ソンチャ処理場	処理能力 25,500 m <sup>3</sup> /日の改修	2015 - 2017	
ホアソン処理場	20,000 m <sup>3</sup> /日から 40,000 m <sup>3</sup> /日への拡張	2016 - 2018	
リエンチュウ処理場	20,000m <sup>3</sup> /日の新設	2016- 2018	

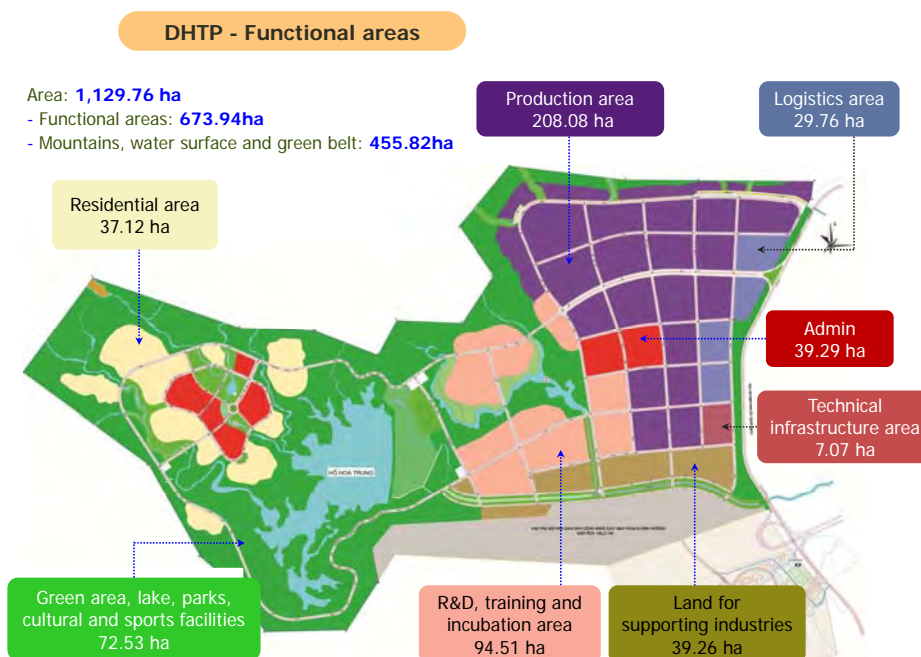
出典：JICA 調査団

### 5.3 ダナンハイテクパーク下水処理場

ダナン市の中心部から北西 22km の位置に、ダナンハイテクパーク (DHTP) が建設中である。

ダナンハイテクパークは、1998 年のホアロックハイテクパーク、2002 年のサイゴンハイテクパークに続く、3 番目の国家ハイテクパーク事業である。ダナンハイテクパークは、2010 年にダナン人民委員会に首相命により設置されたダナンハイテクパーク管理局 (DHPMB) が管理している。

ダナンハイテクパークの開発区域は湖沼、緑樹帯の 456ha を含む約 1,130ha であり図 5.2 に示す通りである。

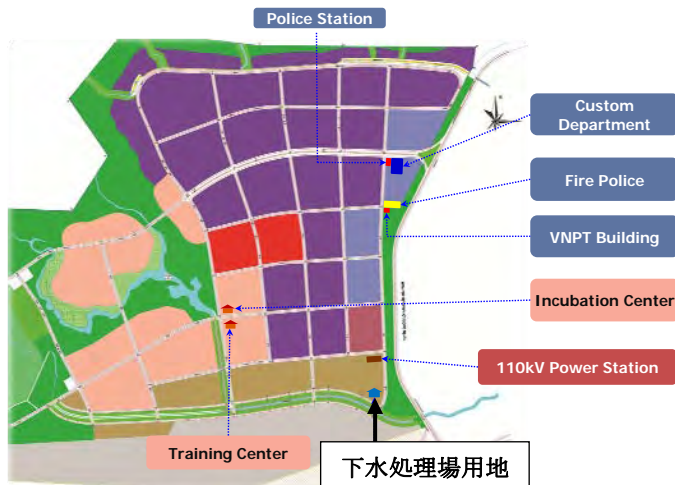


出典: DHTPMB

図 5.2 ダナンハイテクパーク一般図

ダナンハイテクパークの第1期地区における汚水収集システムは、他の地下占用物件と共に現在建設中である。しかし、**図 5.3** に示す基盤施設建設位置に建設予定の下水処理場の資金源が未定である。一方、第1期地区の建設は2015年に完成する工程が組まれており、150haの開発地域は日本の2企業を含む投資企業に引き渡し済みである。

▶ Planned projects in DHTP



出典: DHTPMB

図 5.3 ダナンハイテクパーク処理場の位置

DHTPMB により策定された妥当性調査によれば、ダナンハイテクパーク処理場の概要は**表 5.2** に示す通りである。

表 5.2 ダナンハイテクパーク処理場

項目	第1期 (2013 - 2015)	第2期 (2016 - 2018)	第3期 (2019 - 2020)	計
放流基準	コラム B, QCVN 40:2011/BTNMT (係数 $k_q = 0.9$ , $k_f = 0.9$ )			
DHTPMB の提案	コラム A, QCVN 40:2011/BTNMT (係数 $k_q = 0.9$ , $k_f = 0.9$ )			
水処理方式	MBR (活性汚泥・膜分離併用処理)			
処理能力 (m <sup>3</sup> /日)	4,500 m <sup>3</sup>	9,000 m <sup>3</sup>	4,500 m <sup>3</sup>	18,000 m <sup>3</sup>
建設費 (USD)	11.22 百万	5.75 百万	3.05 百万	20.02 百万

注: 財務局の2013年8月の為替レート: 1USD = 21,036 VND

出典: DHTPMB

## 6. 円借款事業の施設候補

ダナン市計画投資局 (DPI) は下記のダナン市下水道事業を提案し、ダナン市人民委員会はこのに関する円借款事業形成の要望書を JICA に送付している。

- 東部沿岸地区の合流式下水道改善対策
- 東部沿岸地区の家屋接続
- 処理場の建設、拡張、改築

## 6.1 東部沿岸地区における合流式下水道改善対策

ダナン市は、合流式下水道の改善の緊急対策を検討しているが、関連部局の合意が得られていない。効果的な事業構成、利害得失、実施工程、費用効率などの分析がもとめられるが、未着手である。

上記のような状況を踏まえ、ダナン市は JICA の更なる調査において、以下の観点を考慮するよう要請している。

- 家屋接続の工事継続と 2030 年までの分流式下水道への移行
- 分流式下水道への移行前に必要な合流下水道対策
- 分流式下水道への移行後も未処理放流水が海岸を通過しない対策

## 6.2 家屋接続

ダナン市は、世銀の融資のもと、40,000 戸の家屋接続事業のあと、追加で 30,000 戸の家屋接続を継続するつもりであり、腐敗槽の廃止により下水道に直接接続するよう計画している。しかし、下水管への接続ならびに、分流化への移行の具体的な取り組みは未だ決定していない。更なる家屋接続事業は、当該地区の合流下水道緊急対策と上水使用状況を勘案して調査される必要がある。

## 6.3 処理場計画

事業対象施設の候補として、ホアソン下水処理場の拡張、ソンチャ処理場の改築、ダナンハイテクパーク処理場の建設の 3 つの事業が挙げられる。

### 6.3.1 ホアソン下水処理場

- 処理容量 20,000 m<sup>3</sup>/日（回分式:SBR 法）が、世銀の融資のもと第 1 期事業として、2014 年 9 月に完成している。当初、水処理方式として、オキシデーションディッチで計画されていたが、応札者の提案が承認され回分式で建設された。
- 追加容量として、20,000 m<sup>3</sup>/日（SBR 法、合計 40,000 m<sup>3</sup>/日）が世銀の融資のもと第 2 期として、2017 年か 2018 年までに建設予定である。
- ホアソン処理場は、最終的には処理容量 320,000 m<sup>3</sup>/日で計画されている。しかし、第 2 期以降の具体的な計画は決定されていない。
- 既存のグハンソンとホアコン処理場は、ホアソン処理場が十分な処理容量を有した時点で廃止される予定である。廃止時期はホアコンの拡張状況次第となっている。

### 6.3.2 ソンチャ処理場

- 家庭汚水用の 20,500 m<sup>3</sup>/日の拡張と、漁業関連汚水、5,000 m<sup>3</sup>/日の改修は世銀の融資のもと、2018 年までに終了の予定である。

- ソンチャ処理場は、最終的には処理容量 51,000 m<sup>3</sup>/日 (41,000 m<sup>3</sup>/日は家庭汚水用、10,000 m<sup>3</sup>/日は漁業関連汚水用)まで拡張される計画である。しかし、世銀の融資による改修後の具体的な計画は未定である。

### 6.3.3 ダナンハイテクパーク処理場

- DHTP 処理場は、第 1 期として処理容量 4,500 m<sup>3</sup>/日を 2015 年までに建設する工程としている。
- DHTPMB は、誘致企業を募っており、既に登録を済ませた 2 つの日本企業同様、諸外国の企業、多くの日本企業が関心を示している状況である。

## 7. 円借款事業の形成

合流式下水道改善対策の円借款事業形成のためには、必要性の評価、緊急性、効果、不確定要素を勘案した更なる調査が必要である。世銀融資による 40,000 戸の家屋接続が東部沿岸地区に集中して実施されれば、当該地区のほとんど全戸が既設管に接続されることになり、汚濁負荷は激増し、状況は悪化する。この場合、分流式下水道への移行が急がれることになる。

汚水枝線管路を建設し遮集ポンプ場への接続を家屋接続と同時平行的に行う必要がある。この汚水管建設費用は、世銀融資で行われる予定であったフーロック処理場からリエンチュウ処理場への幹線管路の建設費、フーロックポンプ場建設費、及びリエンチュウ処理場の容量削減に伴う建設費の減少部分で賄うことが出来ると考えられる。従って、当該地域における緊急対策の動向や、各戸接続の状況等に関する情報を収集して、分析する必要がある。

世界融資による 2 ヶ所の放流施設の建設を含む事業の状況を参考に、更なる環境改善事業が形成されるべきである。例えば、合流式下水道から分流式下水道への移行に伴う新規放流施設の建設などはビーチの衛生と美観の向上効果が期待される。

ソンチャ処理場の次期における 25,500 m<sup>3</sup>/日の改修とダナンハイテクパーク処理場の建設が必要である。ダナンハイテクパークの処理場建設は、多くのベトナム市民のみならず、日本企業の DHTP への投資を促すという意味においても、円借款事業として適していると考えられる。一方、ホアソン処理場の拡張は、既存のホアコンとグハンソン処理場の廃止の必要性と緊急性によると考えられる。

# フーコック島上水道整備事業

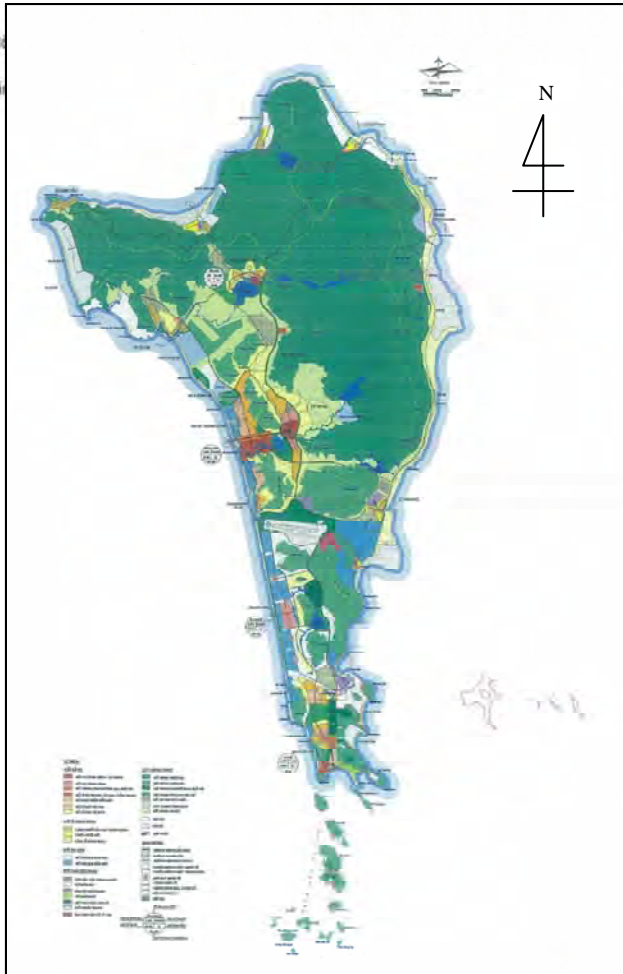
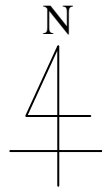
## テクニカルレポート (要約版)

通貨換算率 (2014 年 6 月)

USD 1 = JPY 102.6

USD 1 = VND 21,036





事業対象地区位置図

ベトナム国地方上下水道セクター情報収集・確認調査  
テクニカルレポート  
フーコック島上水道整備事業

【和文要約】

目次

事業対象地区位置図

目次

表目次 / 図目次 / 略語

ページ

1.	背景と目的.....	1
2.	事業の目的.....	1
3.	PPP 事業導入の必要性.....	2
4.	上水道事業計画.....	2
4.1	給水対象区域.....	2
4.2	水需要予測.....	3
4.3	水道施設計画.....	5
4.3.1	段階的な整備方針.....	5
4.3.2	Cua Can 貯水池.....	6
4.3.3	浄水場.....	7
4.3.4	送配水施設.....	10
5.	円借款事業の施設候補.....	10
5.1	事業の官民分担.....	10
5.2	円借款事業の範囲.....	11
5.3	事業計画と事業費.....	12
5.3.1	実施計画.....	12
5.3.2	事業費.....	13
5.4	運転維持管理.....	14

**表目次**

表 4.1	水需要予測(2020 年).....	4
表 4.2	水需要予測(2030 年).....	5
表 4.3	貯水池の計画諸元.....	6
表 5.1	フーコック島上水道整備事業第 1 期の円借款による事業.....	11
表 5.2	JICA 準備調査における建設費(2012 年 2 月価格).....	13
表 5.3	補正後の建設費(2014 年 6 月価格).....	13
表 5.4	エンジニアリングサービス(2014 年 6 月価格).....	14

**図目次**

図 4.1	給水対象区域.....	3
図 4.2	リポート開発および都市開発区域位置図.....	4
図 4.3	第 1 期と第 2 期の給水対象区域.....	6

図 4.4	Cua Can 貯水池と浄水場の位置図.....	7
図 4.5	浄水場平面図.....	8
図 4.6	浄水場水位高低図.....	9
図 4.7	送配水システムの概略図.....	10
図 5.1	建設の官民分担.....	11
図 5.2	フーコック島上水道整備事業第 1 期施設配置図.....	11
図 5.3	実施工程.....	12

## 略語

BOO	建設、運転、所有
BOT	建設、運転、所有権移転
DARD	Department of Agriculture and Rural Development 農業・地方開発局
HDPE	高密度ポリエチレン管「
JICA	独立法人国際協力機構
KIWACO	Kien Giang Water Supply and Drainage One Member Limited Company キエンザン水道・排水株式会社
KGPPC	Kien Giang Provincial People's Committee キエンザン省人民委員会
PC	人民委員会
PPP	官民連携
SPC	特別目的会社
VND	ベトナムドン
WTP	浄水場

## 1. 背景と目的

フーコック島は、東南アジア地域の中心部に位置し、タイ湾におけるベトナム最大の島（593平方キロメートル）である。同島は、ベトナム南部のキエンザン省に属しているが、実際にはカンボジア国境に近くわずか18kmの距離にある。フーコック島の持つ地理的な有利性や島自体の豊かな自然環境と観光資源を背景に、2005年にフーコック島の開発のためのマスタープランが作成され、2005年から2009年のGDP成長率は16%～23%という高い値を維持している。こうした地域経済への貢献のみならず国の経済発展においてもさらに重要な役割を担うことが期待されている。

こうした背景の中、2005年マスタープランが見直され、2010年に修正マスタープラン (Amended General Construction Master Plan for Phu Quoc Island, Kien Giang by 2030) が策定され、2010年5月11日の首相認可 (Decision No. 633/QĐ-TTg) を受けて、同島開発の一層の努力が進められているところである。(以下、この修正マスタープランを「マスタープラン」と呼ぶ)

同島におけるこれまでの主なインフラ整備事業としては、マスタープランに則り、新国際空港の建設 (2012年12月開港) や島内主要幹線道路の建設が既に進められている。また、同島への本土からの電力供給事業の計画が既に進められている。

上水道整備計画の概要では、2020年の島全体の必要水供給量を70,000m<sup>3</sup>/日、2030年では約120,000m<sup>3</sup>/日と見込んでおり、この必要量に対応するため、既存の Duong Dong 貯水池の拡張に加え、新たな水源開発として4つの新規貯水池建設が計画されている。

2020年までに島全体として、給水能力68,000m<sup>3</sup>/d (島全体の水需要の65%) を確保するとし、2030年には計画給水能力を103,000m<sup>3</sup>/日にし、島全体の水需要120,000m<sup>3</sup>/日のおよそ85%を確保するとしている。

こうした背景から、独立行政法人国際協力機構 (JICA) は本島の上下水道事業を官民連携事業として実施する上での妥当性調査、「キエンザン省フーコック島上下水道システム準備調査、2013年7月」(JICA 準備調査) を実施した。

本テクニカルレポートは上記準備調査の対象である上水道整備事業に関し、官民の事業分担が基本的に合意されたことを受け、公的資本の投入に関し、日本政府の有償資金協力事業として形成促進する目的で作成されている。

## 2. 事業の目的

マスタープランで示された同島の開発方針に従い、観光リゾート等の多くの開発プロジェクトが計画されており、人口および観光客数の大幅な増加が見込まれている。こうした島の発展を支えていくには、膨大なインフラ整備事業や観光事業への投資が必要となるが、限られた政府資金の中、事業を早期にかつ効率的に実施するためには、民間資金の導入も視野に入れ、事業の実現を進める必要がある。

本件事業は、フーコック島の上水道整備を官民連携事業として、優先地域を対象に整備を進めることを目的とするものである。

### 3. PPP 事業導入の必要性

2020年までに、91,000人の島の人口は2倍の約200,000 - 230,000人となり、旅行者の数は約10倍の200,000人から2 - 3,000,000人に増加すると考えられる。急速な社会環境の変化を伴うこの予測によると、重大で集中的なインフラ投資や旅行産業の発展が必要となる。

近年、新国際空港が開港し、主要道路や港の建設が進んでいる。いくつかの建設プロジェクトは、国内のインフラ整備を対象とした政府予算の不足により遅延が生じている。そのため、政府は民間資本の活用の方針転換している。水供給事業は財政的に独立しているため、BOTとBOOスキームにおける民間資金の導入が可能であり、その事業実施は外国企業に開放されている。水道インフラ整備は旅行産業の発展にも寄与するため、民間投資による本島における水道インフラ整備への投資の早期実施が望まれる。

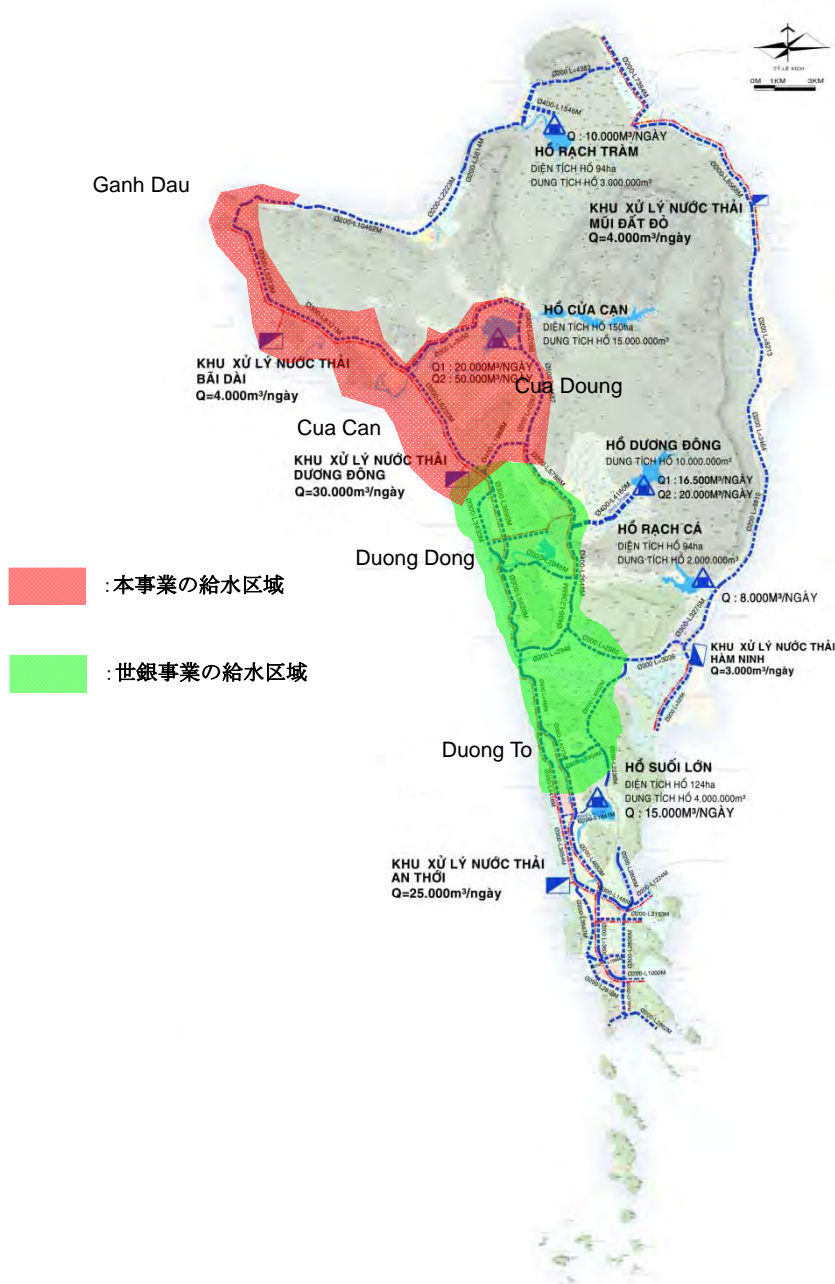
### 4. 上水道事業計画

#### 4.1 給水対象区域

フーコック島には既に島中央部の Duong Dong 地区を対象とした給水システム(給水能力 5,000m<sup>3</sup>/日)が 2006 年から稼働しているが、近郊に新空港の建設や新規リゾート地区の開発が進められていることから、Duong Dong 地区とその南の Duong To 地区への給水の拡張計画が世銀の融資により進められている。この計画は現在の給水能力の 5,000m<sup>3</sup>/日を 16,500m<sup>3</sup>/日に拡張するものである。

一方、Duong Dong 地区の北側に位置する Cua Can 地区や Ganh Dau 地区の西側海岸沿いにも多くの観光リゾート開発や住宅開発の投資計画が提案され、認可手続きが進められている。本事業は、主にこれらの地区に給水を行うものである。

図 4.1 に本事業の対象とする給水区域と世銀プロジェクトによる給水区域を示す。ただし、世銀プロジェクトの給水区域では、将来的には水源水量の制約から給水量不足が予想されており、本事業で整備される水道システムから不足分を用水供給で賄う予定である。



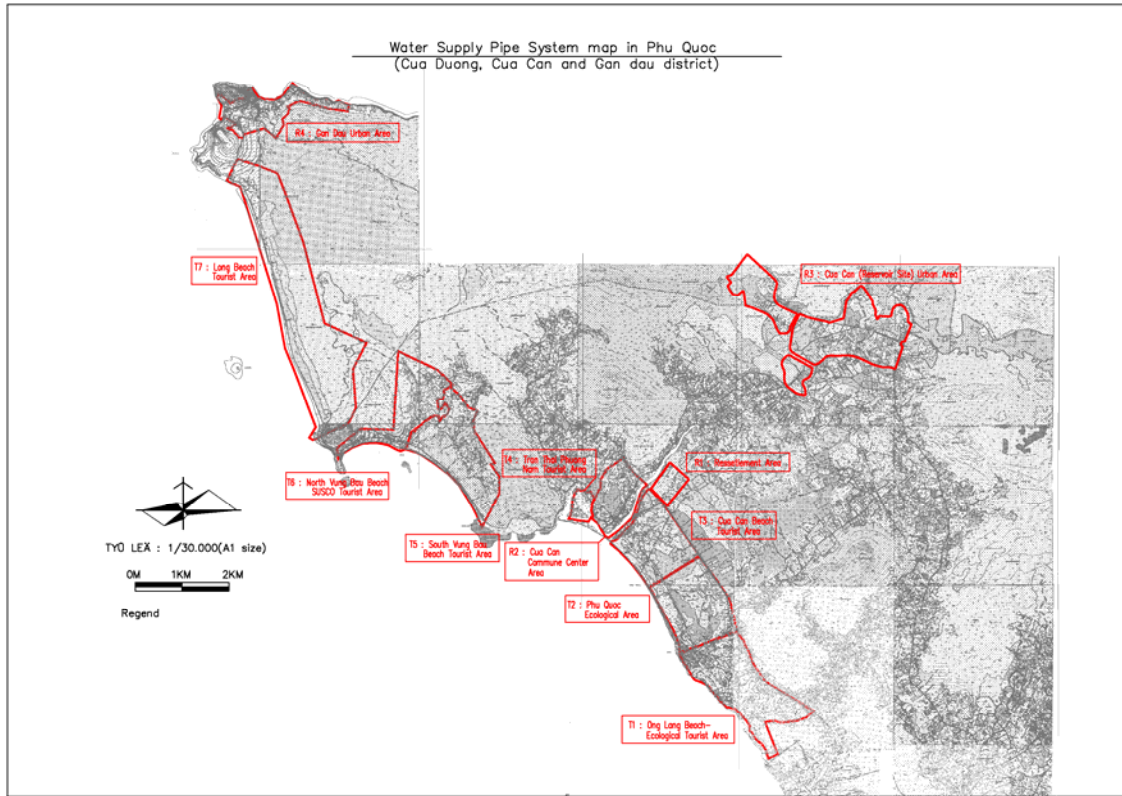
出典: JICA 準備調査

図 4.1 給水対象区域

## 4.2 水需要予測

本事業が対象とする Cua Can、Cua Dong および Ganh Dau 地区の 2008 年の人口は、15,903 人であり、ここ数年の自然増のトレンドでは概ね年 3%の伸びを示している。しかし、この地域には、リゾート開発計画が数多く提案されていることから、水需要予測は、過去のトレンドによる水需要増と観光リゾート開発事業や都市開発事業による水需要増の両方を加味して推計されている。リゾートや都市開発エリアの水需要は、開発事業者がキエンザン省に提出し承認された開発プランにおける水需要量を参考としている。

図 4.2 にリゾート開発および都市開発区域の位置図を示す。また、表 4.1 および表 4.2 に 2020 年と 2030 年の水需要予測を示す。



注) T1 - T7: リゾート開発区域  
 R1 - R4: 都市開発区域  
 出典: JICA 準備調査

図 4.2 リゾート開発および都市開発区域位置図

表 4.1 水需要予測 (2020年)

				Domestic				Resort							Urban Area & Resettlement Area				total	Distribute	Total			
				Cua Can	Cua Duong	Ganh Dau	Total <A>	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	Total <B>	R1	R2	R3	R4	Total <C>	<D>	Other Area <E>	<A>+<D>+<E>	
Person	Calculation	(1)	(person)	4,889	11,543		16,432												4,659					
	resettlement	(2)	(person)	※1 2,330	※1 2,329		4,659																	
	Total	(3)=(1)+(2)	(person)	2,559	9,214	0	11,773																	
per capita demand				(4)	(l/pcd)	120	120	120																
Domestic				(5)=(3)*(4)/1000	(m <sup>3</sup> /day)	307	1,106	0	1,413	785	1,214	2,950	960	0	0	5,909	1,346	639	0	0	1,985	7,894	5,682	14,989
Water Consumption				(6)=(5)*0.03	(m <sup>3</sup> /day)	9	33	0	42	(1,570)	(1,214)	(2,950)	(960)	(2,200)	(3,960)	(7,000)	(19,854)	(1,819)	(1,278)	(3,975)	(1,782)	(8,854)	(28,708)	42
Institutions				(7)=(5)*0.05	(m <sup>3</sup> /day)	15	55	0	71															71
Total				(8)=(5)+(6)+(7)	(m <sup>3</sup> /day)	332	1,194	0	1,526	785	1,214	2,950	960	0	0	5,909	1,346	639	0	0	1,985	7,894	5,682	15,102
Leaking				(9)=(8)*0.10	(m <sup>3</sup> /day)	33	119	0	153	79	121	295	96	0	0	591	135	64	0	0	198	790	568	1,511
Total				(10)=(8)+(9)	(m <sup>3</sup> /day)	365	1,314	0	1,679	864	1,335	3,245	1,056	0	0	6,500	1,481	703	0	0	2,183	8,684	6,250	16,612
Peak factor				(11)		1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
Max daily demand				(12)=(10)*(11)	(m <sup>3</sup> /day)	438	1,576	0	2,014	1,037	1,602	3,894	1,267	0	0	7,800	1,777	844	0	0	2,666	10,421	7,500	19,935
Peak factor				(13)		1.5	1.5	1.5	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.5	1.5	1.0	1.5	1.5	1.0	1.0	1.0
Max hourly demand				(12)*(13)	(m <sup>3</sup> /day)	656.7	2,364.4	0.0	3,021	1,037.0	1,602.0	3,894.0	1,267.0	0.0	0.0	7,800	2,665.5	1,266.0	0.0	0.0	3,931.5	11,731.5	7,500	22,253
				(14)=(12)*(13)/24	(m <sup>3</sup> /hr)	27.4	98.5	0	126	43	67	162	53	0	0	325	111	53	0	0	164	489	313	928
				(12)*(13)/86400	(m <sup>3</sup> /s)	0.0076	0.0274	0.0000	0.0350	0.0119	0.0186	0.0450	0.0147	0.0000	0.0000	0.0000	0.0308	0.0147	0.0000	0.0000	0.0358	0.0869	0.0277	

出典: JICA 準備調査

表 4.2 水需要予測 (2030年)

		Domestic				Resort							Urban Area & Resettlement Area					total <D>	Distribute Other Area <E>	Total <A>+<D>+<E>							
		Cua Can	Cua Duong	Ganh Dau	Total <A>	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	Total <B>	R1	R2	R3	R4				Total <C>						
Person	Calculation (1)	(person)	6,570	15,513	8,389	30,472																					
	resettlement (2)	(person)	3,130	3,131		6,261																					
	Total	(3)=(1)+(2)	(person)	3,440	12,382	8,389	24,211																				
per capita demand (4)		(lpcd)	150	150	150																						
Domestic Water Consumption		(5)=(3)x(4)/1000	(m3/day)	516	1,857	1,258	3,632	1,570	1,214	2,950	960	2,200	3,960	7,000	19,854	1,819	1,278	3,975	1,782	8,854	28,708	5,682	38,022				
Commercial Institutions		(6)=(5)x0.03 (7)=(5)x0.05	(m3/day)	15 26	56 93	38 63	109 182																				
Total		(8)=(5)+(6)+(7)	(m3/day)	557	2,006	1,359	3,922	1,570	1,214	2,950	960	2,200	3,960	7,000	19,854	1,819	1,278	3,975	1,782	8,854	28,708	5,682	38,312				
Leaking		(9)=(8)x0.10	(m3/day)	56	201	136	392	157	121	295	96	220	396	700	1,985	182	128	398	178	886	2,871	568	3,831				
Total		(10)=(8)+(9)	(m3/day)	613	2,206	1,495	4,314	1,727	1,335	3,245	1,056	2,420	4,356	7,700	21,839	2,001	1,406	4,373	1,960	9,740	31,579	6,250	42,144				
Peak factor		(11)		1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2				
Max daily demand		(12)=(10)*(11)	(m3/day)	736	2,648	1,794	5,177	2,072	1,602	3,894	1,267	2,904	5,227	9,240	26,206	2,401	1,687	5,248	2,352	11,688	37,894	5,000	48,072				
Peak factor		(13)		1.0	1.5	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.5	1.5	1.0	1.5	1.0	1.5	6	6	1.0				
Max hourly demand		(12)*(13)	(m3/day)	1,103	3,972	2,691	7,766	2,072	1,602	3,894	1,267	2,904	5,227	9,240	26,206	3,602	2,531	5,248	3,528	14,908	41,114	5,000	53,880				
		(14)=(12)/(13)/24	(m3/hr)	46	165	112	324	86	67	162	53	121	218	385	1,092	150	105	219	147	621	1,713	208	2,245				
		(12)*(13)/86400	(m3/s)	0.0128	0.0460	0.0311	0.0899	0.0239	0.0186	0.0450	0.0147	0.0336	0.0606	0.1069	0.3033	0.0417	0.0292	0.0608	0.0408	0.1725	0.4758	0.0578	0.6235				

出典：JICA 準備調査

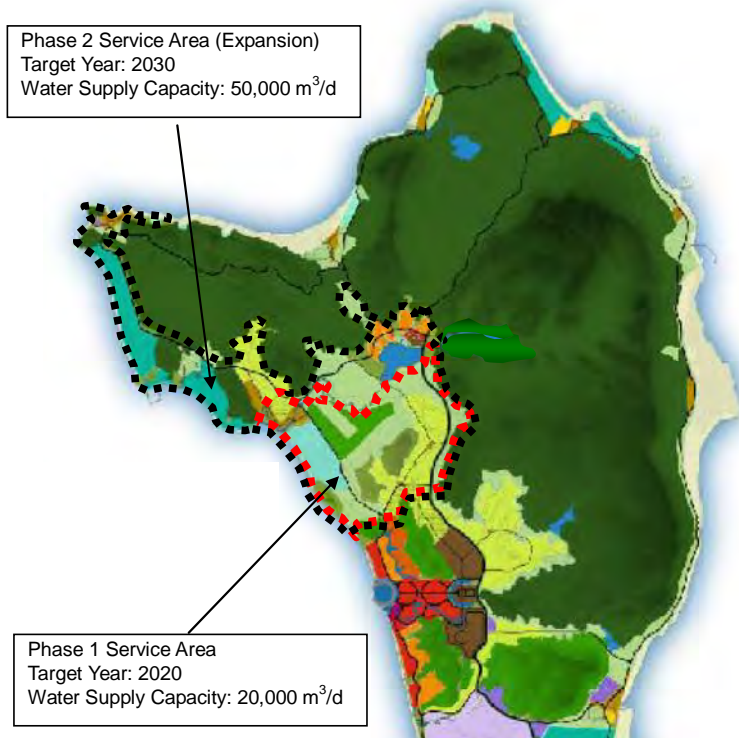
### 4.3 水道施設計画

#### 4.3.1 段階的な整備方針

水道施設の整備は、水需要量の伸びと利用者の面的な広がりについて、開発事業者の認可手続きの進捗や道路建設の進捗等、他のインフラ整備状況を勘案し、整備の優先度を判断して、段階的に整備を進める計画としている。こうした開発手続きが先行して2020年までに整備が見込まれる地区を第1期の対象区域として優先的に整備するものである。図4.3に第1期と第2期の給水対象区域を示す。

- 第1期
  - ・ 目標年次 2020年
  - ・ 計画対象地域 Cua Can、Cua Duong、Duong Dong 地区（用水供給）
  - ・ 計画水量（日最大） 20,000m<sup>3</sup>/日
- 第2期
  - ・ 目標年次 2030年
  - ・ 計画対象地域 第1期区域に、Ganh Dau 地区を編入
  - ・ 計画水量（日最大） 50,000m<sup>3</sup>/日





出典：JICA 準備調査

図 4.3 第 1 期と第 2 期の給水対象区域

#### 4.3.2 Cua Can 貯水池

本事業の水源は、Cua Can 川中流に新規に建設される面積およそ 200ha の Cua Can 貯水池で、その上流には国立公園が広がっている。建設予定地は平坦な地形で標高が+10m 以下の低地に建設される貯水池である。貯水池の諸元と貯水容量は表 4.3 の通りである。

表 4.3 貯水池の計画諸元

番号	項目	単位	第 1 期	第 2 期
1	貯水池底標高	m	7.0	7.0
2	堆積高	m	7.07	7.36
3	最小水位	m	7.6	7.9
4	最高水位	m	9.2	12.5
5	無効容量	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	1.13	1.69
6	有効容量	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	3.02	8.77
7	容量計	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	4.15	10.47

出典：JICA 準備調査

Cua Can 川から貯水池への貯水は、ポンプ取水により行われる。本貯水池は掘削による溜め池式の貯水池の建設となる。同川から貯水池への流入を自然流下方式にし、貯水池の上流側の地域が現状レベル以上の洪水位にならないようにするには、貯水池の掘削深度をより深くする必要があるが、そうすると貯水池底部にあたる地層の透水性が高くなることが土質調査で判明した。また、その場合、掘削土量が膨大な量となりその保管のための土地の確保及び掘削土の輸送・処分に多大なコストがかかることになる。従って、貯水池底部の標高は不透水層のある高いレベルを維持する必要があり、結果として、貯水方式としてはポンプ取水が選定された。

貯水池周囲の堤体の高さは+14.0mであり、貯水池北側に開発予定のCua Can 都市地区の現地盤高とほぼ同じかやや高い程度であるので、景観上も問題とならない。

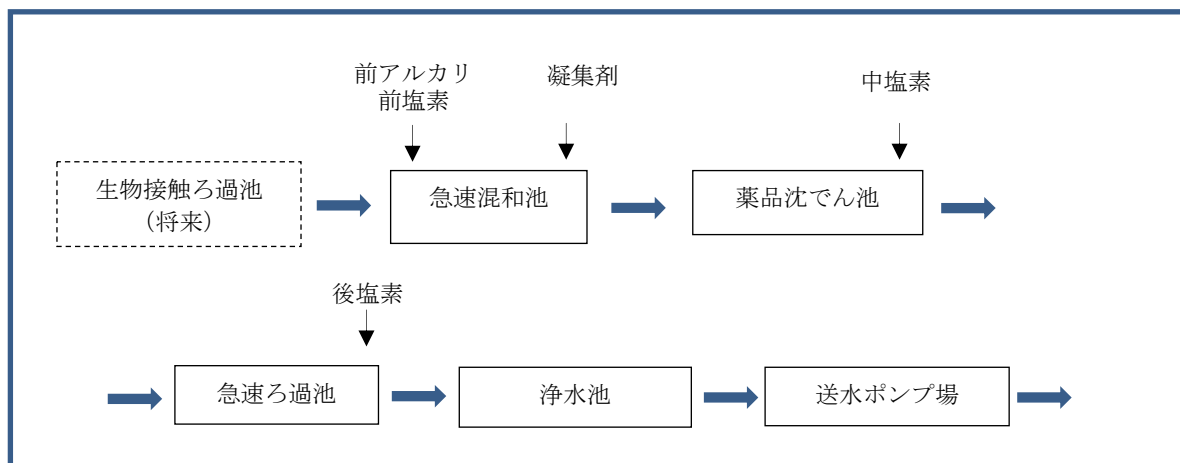


出典：JICA 準備調査

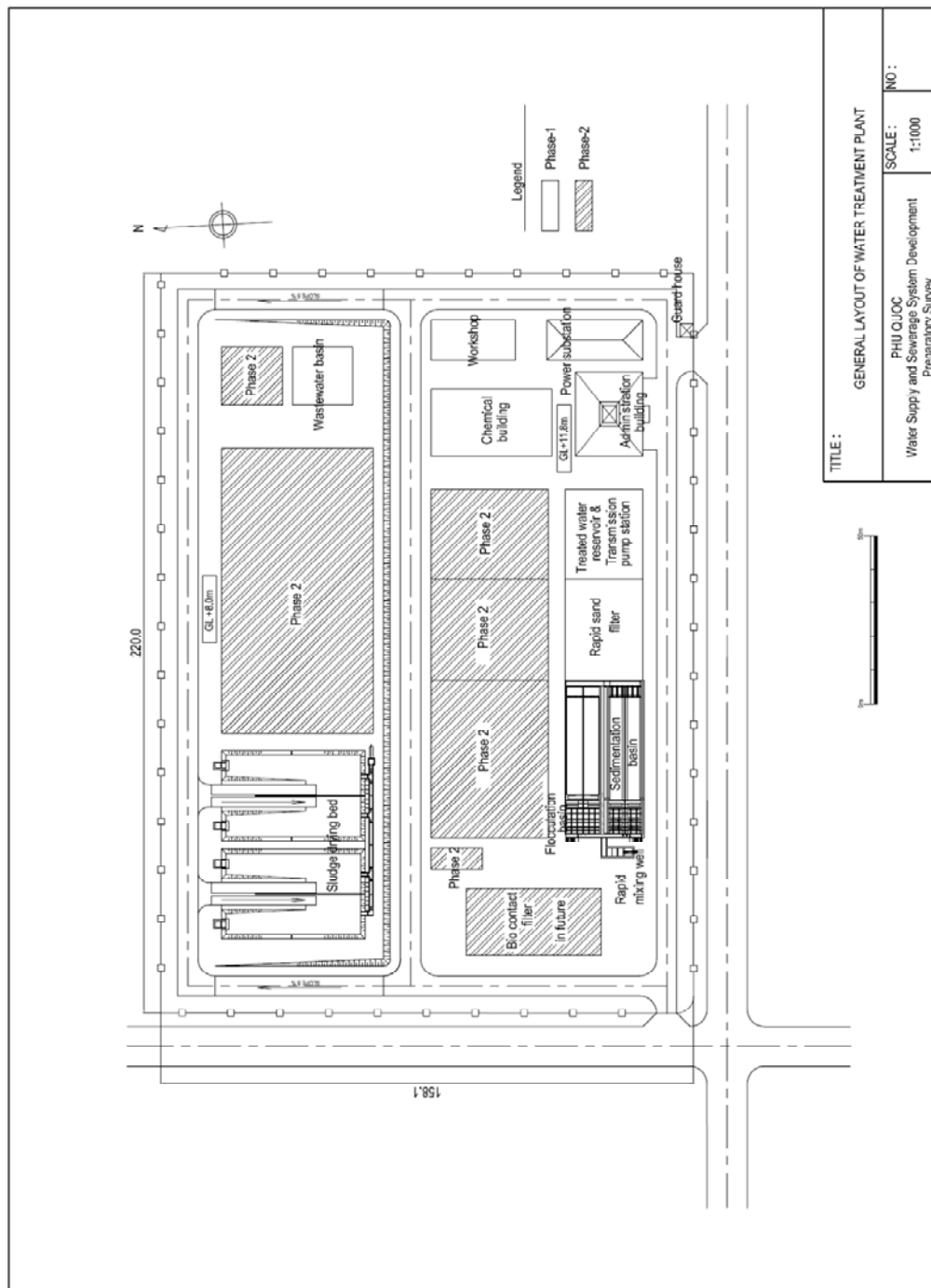
図 4.4 Cua Can 貯水池と浄水場の位置図

### 4.3.3 浄水場

貯水池近傍に浄水場を建設し、処理方式は貯水池からポンプアップした原水を一般的な以下のフローに示す急速ろ過システムにより行う方式とした。



浄水場建設用地の整地地盤は+11.8mで、第2期の拡張分も含め用地面積は約3.5ha 必要となる。  
図 4.5 に、浄水場の平面図を、図 4.6 浄水工程の水位高低図と示す。



出典 : JICA 準備調査

図 4.5 浄水場平面図

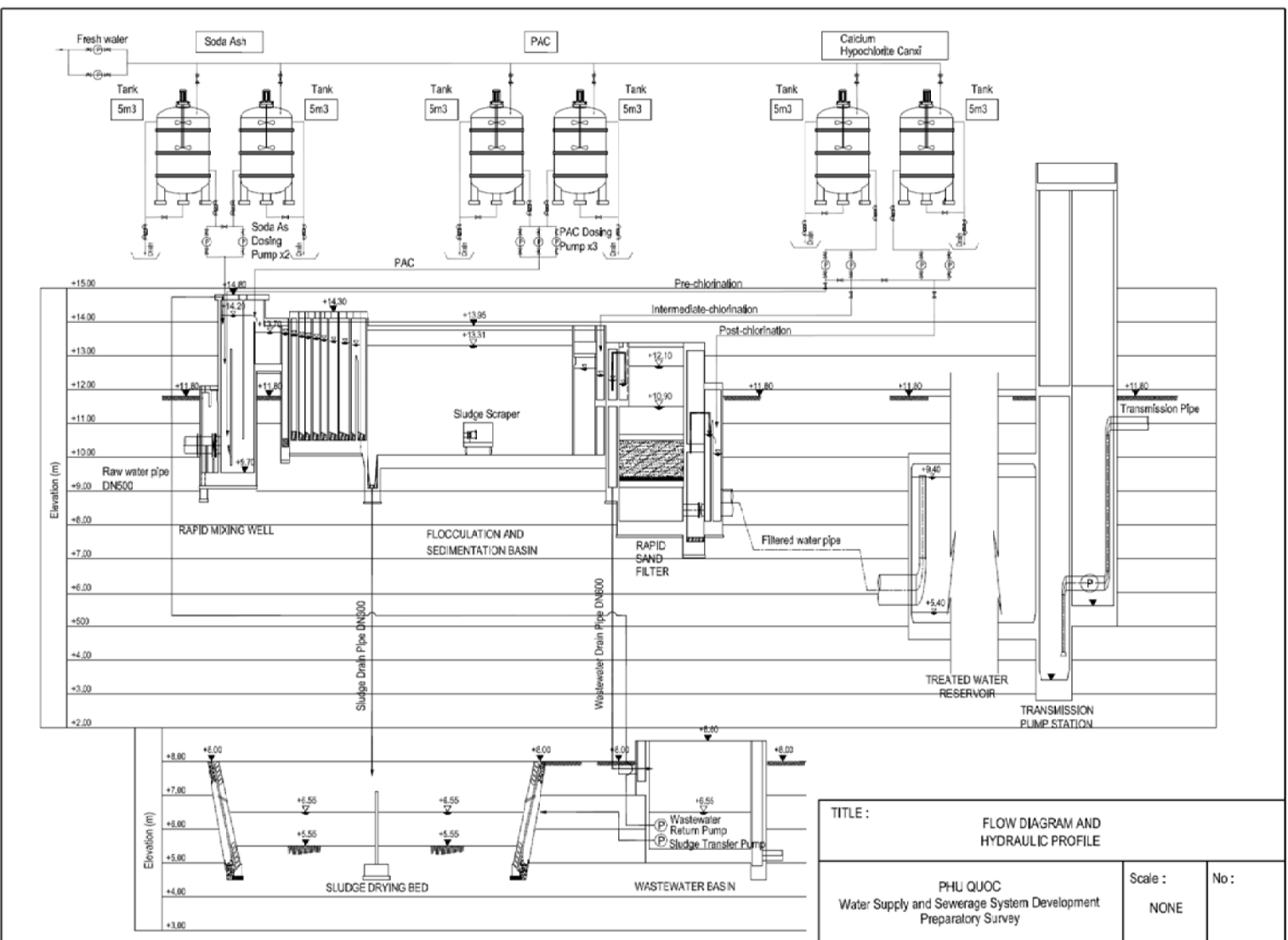


図 4.6 浄水場水位高低図

出典：JICA 準備調査

#### 4.3.4 送配水施設

第1期では、浄水場からの上水は、送水ポンプにより南側のルートから一旦配水池に送られ、そこから自然流下で配水される方式としている。一方、第2期では、浄水場から北側の配管ルートを通して、直接ポンプ配水する方式とした。図4.7に送配水システムの概略図を示す。

観光リゾート開発区域（図中の T1～T7）には、配水管からバルク給水を行い、同開発区域内の配水管網については開発者が負担し整備する方針としている。また、送配水管の管種には HDPE 管を使用する。

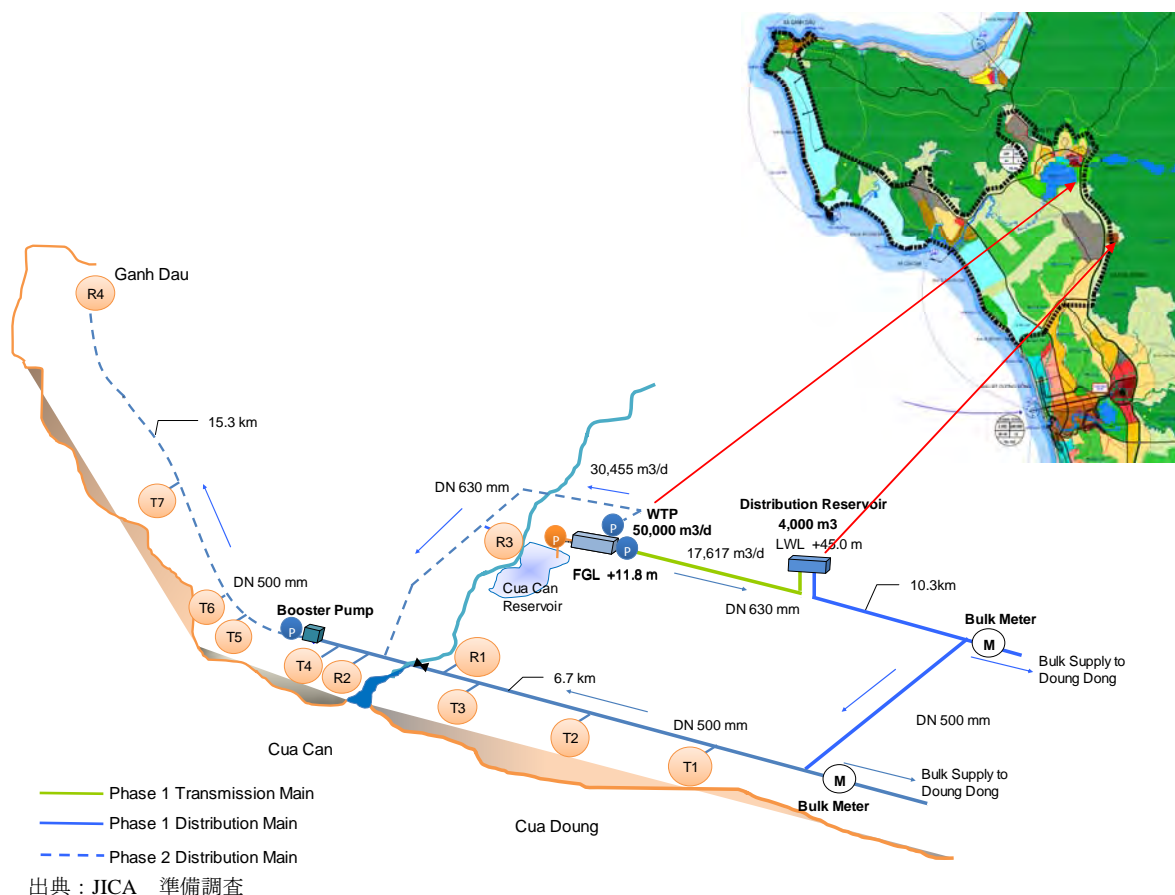


図 4.7 送配水システムの概略図

## 5. 円借款事業の施設候補

### 5.1 事業の官民分担

本事業のスコープは、貯水池（原水供給施設）、浄水施設及び配水施設の3つに分けることができるが、2012年4月17日にラックザーで行われたKGPPCとの会議において、それぞれの事業についての官民の分担が協議され、貯水池建設については全額政府資金により建設を進める方針が示されている。また、2014年7月には、配水施設もKGPPCが建設することが合意されている。

従って、本事業の官民分担は図 5.1 に示す通りとなる。

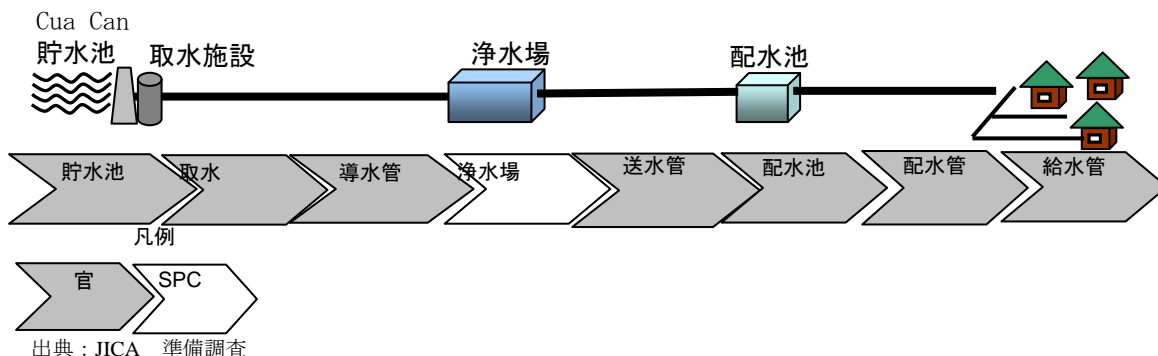


図 5.1 建設の官民分担

民である SPC（特別目的会社）が浄水場の建設を行い、運営維持管理については取水施設から浄水場までを分担するもので、官はそれ以外の施設の建設を分担するものである。水道原水は官と SPC との間で結ばれる原水供給契約に従い SPC に供給され、浄水場で処理の後、浄水場出口あるいは配水池出口で KIWACO に用水供給契約に基づき用水供給する。KIWACO は、用水供給を受けた地点から各戸の給水までの運営維持管理を行い、利用者から料金を徴収する。

上記のビジネス協定により、2014 年度にベトナム政府は原水供給施設と配水システム建設のため日本の円借款を要請した。

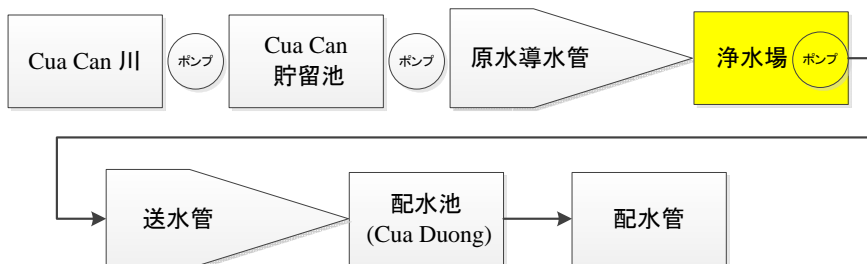
## 5.2 円借款事業の範囲

フーコック島上水道整備事業第 1 期の円借款による事業の対象は、原水貯水池、取水及び導水管、送水管、配水池、配水管、給水管となる。概要を表 5.1 及び図 5.2 に示す。

表 5.1 フーコック島上水道整備事業第 1 期の円借款による事業

施設	規模	数量	備考
Cua Can 貯水池	4,150,000m <sup>3</sup>	1	
Cua Can 川からの河川水の揚水ポンプ	ポンプ ( PL 7065/735) ポンプ ( LL 3300 LT) ポンプ ( NL 3300 LT) ポンプ (PL 7065/735)	1 2 1 1 (予備)	
原水導水管 取水施設 ポンプ 導水管	取水ゲート幅：9.0 m 10,500 m <sup>3</sup> /日 x 16.5 m x 37 kW 内径 700 mm ( HDPE)	1 2+1 (予備) 250m	
送水管	内径 560mm ( HDPE)	4,240m	Cua Duong/Cua Can 配水池
配水池 (Cua Duong)	4,000m <sup>3</sup>	1	鉄筋コンクリート
配水管及び給水管 配水管	内径 140mm ( HDPE) 内径 400mm ( HDPE) 内径 500mm ( HDPE) 内径 630mm ( HDPE)	3,940m 5,050m 2,000m 7,240m	
給水管 家屋接続	内径 63mm	18,230m 2,617 戸	

出典：JICA 調査団



注：浄水場 ■ は民間担当のため表 5.1 には含まれていない。  
出典：JICA 調査団

図 5.2 フーコック島上水道整備事業第 1 期施設配置図

### 5.3 実施計画と事業費

#### 5.3.1 実施計画

フーコック島上水道整備事業第 1 期の円借款による事業の実施工程を図 5.3 に示す。

項目	2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021		2022		期間 (月)
	H1	H2	H1	H2	H1	H2	H1	H2	H1	H2	H1	H2	H1	H2	H1	H2			
PMUの設置		☆																	-
F/S報告書の作成		■■■■■■■■																	
F/S報告書の承認			☆		08/2015														
EIA 報告書の作成		■■■■■■■■																	
EIA 報告書の承認			☆		08/2015														
Cua Can貯水池の用地取得																			-
事業審査			☆		4/2015														-
L/Aの調印			☆		08/2015														-
エンジニアリングサービス																			
コンサルタントの選定			■■■■				07/2016												11
詳細設計					■■■■■■			07/2017											12
入札支援							■■■■		01/2018				01/2020						14
工事監理							■■■■■■■■												24
建設業者の選定							■■■■												14
建設																			
Cua Can 貯水池								■■■■■■■■											21
導水、排水システム								■■■■■■■■											24
給水システム								■■■■■■■■					01/2020						24
瑕疵担保期間													■■■■			01/2021			12

出典：JICA 調査団

図 5.3 実施工程

### 5.3.2 事業費

#### (1) 建設費

JICA 準備調査における貯水池、導水、配水システムの建設費を表 5.2 に示す。

表 5.2 JICA 準備調査における建設費(2012年2月価格)

項目	建設費		
	外貨 1,000 円	内貨 百万 VND	計 1,000 円
1 Cua Can 貯水池 建設	64,010	184,391	746,257
作業場の設置	0	9,804	36,275
貯水池アースダム	0	148,867	550,808
河川調整堰	0	17,463	64,613
ポンプ場	64,010	8,257	94,561
用地取得と補償	0	262,000	969,400
小計	64,010	446,391	1,715,657
2 原水供給導水、配水システム 建設	65,948	164,668	675,220
取水施設	40,776	8,188	71,072
原水導水管	7,725	2,923	18,540
送水管	0	31,580	116,846
配水池	17,447	11,003	58,158
配水管	0	97,854	362,060
給水管	0	13,120	48,544
用地取得と補償	0	0	0
小計	65,948	164,668	675,220
計	129,958	611,059	2,390,876

US\$ 1.0 = 76.6 円, US\$ 1.0 = VND 20,703, VND 1.0 = 0.0037 円

出典：JICA 準備調査

建設費は、「JICA 準備調査」では 2012 年 2 月時点を基本価格として算出している。本調査では 2014 年 6 月の価格基準で算出するため、キエンザン省、メコンデルタ、ベトナム国内で利用可能な消費者物価指数を参考に補正を行った。現地貨の物価上昇率は 2012 年 2 月から 2014 年 6 月の間で 10% と算出された。従って、「JICA 準備調査」で算出されて内貨分に 10% 上乗せした値とし、外貨は顕著な物価上昇がないものとして補正は行わない。

補正後の建設費は表 5.3 に示す通りである。また、2014 年 6 月における貨幣換算レートとして以下を適用した。

- US\$ 1.0 = JPY 102.6
- US\$ 1.0 = VND 21,036
- VND 1.0 = JPY 0.0048774

表 5.3 補正後の建設費(2014年6月価格)

項目	建設費		
	外貨 1,000 円	内貨 百万 VND	外貨 1,000 円
1 Cua Can 貯水池 建設	64,010	1,053,294	1,053,284
作業場の設置	0	10,784	52,599
貯水池アースダム	0	163,754	798,685
河川調整堰	0	19,209	93,691
ポンプ場	64,010	9,083	108,310



	用地取得と補償	0	1,405,667	1,405,653
	小計	64,010	491,030	2,458,937
2	原水供給導水、配水システム			
	建設	65,948	949,415	949,406
	取水施設	40,776	9,007	84,705
	原水導水管	7,725	3,215	23,407
	送水管	0	34,738	169,429
	配水池	17,447	12,103	76,479
	配水管	0	107,639	524,995
	給水管	0	14,432	70,390
	用地取得と補償	0	0	0
	小計	65,948	181,135	949,406
	計	129,958	672,165	3,408,375

出典：JICA 準備調査

## (2) エンジニアリングサービス費

エンジニアリングサービス費は、詳細設計と入札支援及び工事監理の2つのステージに区分して表5.4に示す通り2014年6月の価格水準で算出した。

表5.4 エンジニアリングサービス費(2014年6月価格)

段階	費用		
	外貨(円)	内貨(VND)	計(円)
詳細設計と入札支援	336,580,000	21,755,514,000	442,690,344
工事監理	345,705,000	20,409,200,000	445,248,832
計	682,285,000	42,164,714,000	887,939,176

## 5.4 運転維持管理

### (1) 運転維持管理の現状

2006年よりKIWACOが開始した水供給事業は、Duong Dong township地区のみ対象としている。水源はDuong Dong調整池であり、Duong Dongより約5km北上した所に位置している。原水はDuong Dong浄水場で処理されている。既設の施設能力は、5,000 m<sup>3</sup>/日でDuong Dong township地区の41%に給水している。

Duong Dong調整池は、DARDが所有し管理している。導水から配水管網までの施設は、KIWACOにより運転、維持管理されている。

### (2) 本事業における維持管理計画

本事業では、DARDは原水供給契約により、原水をSPCに供給する。SPCは、処理水供給契約により、浄水場からあるいは配水池からKIWACOへ浄水を供給する。

原水調整池はDARDにより運転、維持管理される。

KIWACOは独立採算制である。運転維持管理費、ローン返済、減価償却費を含むKIWACOの費用は基本的には料金収入によって賄われる。施設建設費は中央政府からのサブローンとして、ODAローン等によって賄われる。

KIWACO の財政状況は 2006 年から 2010 年まで良好であるが、負債額は増加している。そのため、KIWACO は収益性を維持し、新規ローンを慎重に評価する必要がある。

ベトナムの水道料金は電気代、薬品代、人件費及び手当、減価償却費、設備更新費、運営費といった浄水に必要な全てのコストに基づき設定される。

上記は KIWACO のも適用され、全ての施設の減価償却費を含む必要なコストにより料金が設定される。上記に基づく料金改定計画は、キエンザン省人民委員会に提案されている。

# ビンズオン省上下水道整備事業

## テクニカルレポート (要約版)

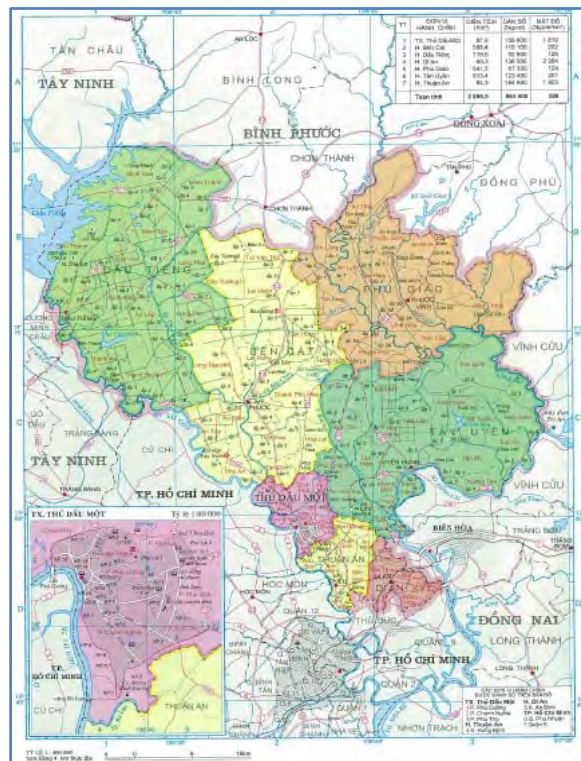
ビンズオン省  
北部新都市・工業地域上水道整備事業

**【和文要約】**

通貨換算率 (2014 年 6 月)

USD 1 = JPY 102.6

USD 1 = VND 21,036



事業対象地区位置図

ベトナム国地方上下水道セクター情報収集・確認調査  
テクニカルレポート  
ビンズオン省北部新都市・工業地域上水道整備事業

【和文要約】

目次

事業対象地区位置図

目次

表目次 / 図目次 / 略語

ページ

1. 事業の背景 .....	1
2. テクニカルノートの目的 .....	1
3. 官民連携による都市基盤整備事業開発の必要性.....	1
4. ビンズオン省における水道事業の現況 .....	2
4.1 ビンズオン省の既設浄水場 .....	2
4.2 ビンズオン省北部の新都市及び工業地域における水道事業の現状 .....	3
5. 北部新都市・工業地域水道整備事業の概要(第1期) .....	3
5.1 水需要 .....	3
5.2 ビンズオン省北部、新都市及び工業地域への給水施設(第1期) .....	5
6. 円借款事業の施設候補 .....	11
6.1 事業の範囲 .....	11
6.2 実施スケジュールと事業費 .....	11
6.2.1 実施計画 .....	11
6.2.2 事業費 .....	12
6.3 運転管理 .....	13

表目次

表 4.1 ビンズオン省の浄水場の上水生産能力と生産記録 .....	2
表 5.1 水需要予測 .....	4
表 5.2 浄水場拡張計画 .....	4
表 5.3 処理場能力と原水貯留池容量 .....	6
表 5.4 貯留池ポンプ場 .....	6
表 5.5 原水導水管 .....	7
表 5.6 生産水量と処理能力 .....	7
表 5.7 第1期における設計容量 .....	7

表 5.8	配水幹線(第1期).....	10
表 6.1	円借款事業の施設候補.....	11
表 6.2	「JICA 準備調査」で算出された建設費(2013年3月価格).....	12
表 6.3	補正後の建設費(2014年6月価格).....	13
表 6.4	エンジニアリングサービス費(2014年6月価格).....	13

## 図・写真目次

図 4.1	既存の主要浄水場と配水幹線管.....	2
図 5.1	北ビンズオン浄水場の給水計画.....	3
図 5.2	水需要予測.....	4
図 5.3	ビンズオン省北部新都市・工業地域への給水施設(第1期).....	5
写真 5.1	フォック・フォア・ダウティエン運河の既設取水施設.....	6
図 5.4	北ビンズオン浄水場の配置計画図(第1期).....	8
図 5.5	北ビンズオン浄水場の水位計画図.....	9
図 5.6	既設及び計画配水幹線.....	10
図 6.1	実施工程.....	12
図 6.2	BIWASE の組織図.....	14

## 略語

BIWASE	ビンズオン上下水道・環境株式会社
FRP	ファイバーグラス補強プラスチックモルタル管
F/S	妥当性調査
JICA	独立行政法人 国際協力機構
JPY	日本円
NBDWTP	北ビンズオン浄水場
NRW	無収入水
PMU	事業管理ユニット
PPP	官民連系
SP	鋼管
SPC	特別目的会社
USD	米ドル
VND	ベトナムドン
WB	世界銀行
WTP	浄水場



## 1. 事業の背景

ビンズオン省は、ホーチミン市の北に位置し、ベトナム南部の重要な拠点機能を果たしている。地勢的な優位性から、150 を越える日本企業を含む 2,000 を越える企業が、省内の 28 の工業団地において操業している。ビンズオン省はさらなる新都市の開発、工業団地の誘致を推進しており、人口増加および産業発展による水需要が浄水能力を上回りつつある。

このような状況において、2012 年 11 月よりビンズオン省北部の新都市及び工業団地における給水のための準備調査が実施されている(JICA 準備調査)。この調査は、事業の必要性、実行可能性及び持続可能性を、技術的、財政的、環境社会面から明確にする事に加え、官民連携による水供給施設の建設と維持管理を、民間資本や公的資本を活用しつつ推進することを目的としている。

上記準備調査の過程で、公的機関と民間セクターとの間で BOT 構造を導入した最適な分担の在り方に関する基本合意が、以下の通りなされた。

公的機関 : 原水貯留池、原水導水管、及び配水幹線の建設  
民間セクター: 貯留池ポンプ場及び浄水場の建設

## 2. テクニカルレポートの目的

このテクニカルレポートは、ビンズオン省北部の新都市及び工業地域における上水供給事業への公的資本の投入に関し、日本政府の有償資金協力事業として形成促進する目的で作成する。

## 3. 官民連携による都市基盤事業開発の必要性

ベトナム政府は、水道供給エリアの拡大と漏水率の低下を 2009 年の「決定：1929/2009/QD-TTg」の中で掲げている。目標とする水道普及率は、人口 5 万人以上の都市部において、2015 年までに 90%、2025 年までに 100% である。また、ビンズオン省では、2015 年までに水道普及率を、都市部において 97% まで増加させることを、ビンズオン省経済開発計画(2011～2015)で、目標として設定している。

ビンズオン省北部における新都市及び工業地域水道事業は、上記の国家目標とビンズオン省の開発計画の達成に寄与すると考えられる。

近年、ビンズオン省では新都市及び工業地域の開発が急ピッチで実施されるとともに、主要道路の建設が進行中である。建設事業の多くは、国中で見られる急激な都市基盤整備の要請への対応から、国家予算で十分な対応ができないため、建設計画の工程が遅れぎみになる状態にある。

本事業のような水供給ビジネスは、財務的に独立することができうる素地が確立されており、官民連携などの民間資本の導入が期待される事業である。

## 4. ビンズオン省における水道事業の現況

### 4.1 ビンズオン省の既設浄水場

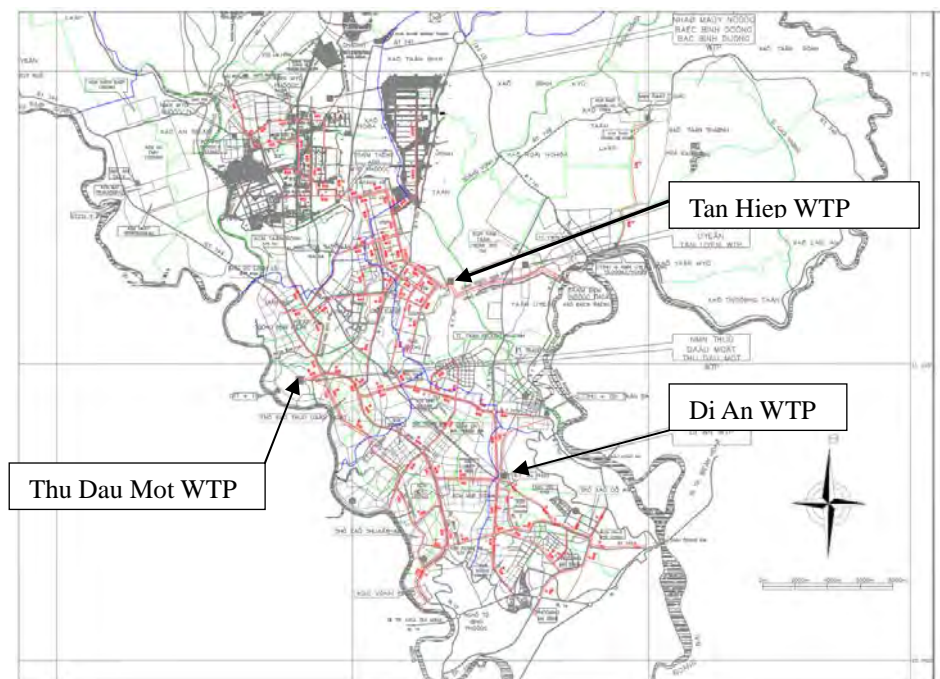
ビンズオン省ではビンズオン上下水道・環境株式会社（BIWASE）が水道事業主体であり、現在、6つの水道給事業体を有している。

ビンズオン省内には、3つの主要な浄水場とその他複数の小規模浄水場がある。浄水場における2012年の水道水生産能力と生産記録を表4.1に示す。主要3浄水場の位置と現在の配水管網を図4.1に示す。

表 4.1 ビンズオン省の浄水場の上水生産能力と生産記録 (m<sup>3</sup>/日)

番号	浄水場名	生産能力		
		日平均	日最大	生産記録 日平均
1	Thu Dau Mot	21,600	21,906	18,868
2	Di An	90,000	117,000	105,000
3	Tan Hiep	60,000	18,124	14,155
4	My Phuoc I, II, III	29,000	35,230	31,600
5	Bau Bang	1,200	671	581
6	Uyen Hung	5,000	2,100	1,550
7	South Tan Uyen	3,000	3,900	3,500
8	Phuoc Vinh	1,200	1,900	1,000
9	Dau Tieng	1,000	2,600	1,800
計		<b>211,000</b>	<b>203,431</b>	<b>178,054</b>

出典：BIWASE



出典：BIWASE

図 4.1 既存の主要浄水場と配水幹線管

## 4.2 ビンズオン省北部の新都市及び工業地域における水道事業の現状

ビンズオン省北部における上水給水システムに関しては、「ビンズオン省及びホーチミン市の都市部における上水サービス拡張及び更新に関する調査報告書、2011年4月14日」（世銀調査）が世界銀行の融資により取りまとめられている。この報告において、新たな浄水場（北ビンズオン浄水場）により、ビンズオン省全体の給水システムの強化と、省北部の新都市及び工業地域へ給水が計画されている。

ビンズオン省人民委員会は、BIWASE が ADB の支援で建設された運河から取水し、導水管により貯留池を経て北ビンズオン浄水場に原水を供給する事業の事業者となることを承認し、BIWASE に対して投資計画報告書を準備するよう、2008年2月20日付け「決定:No. 399/UBND-SX」により指示している。

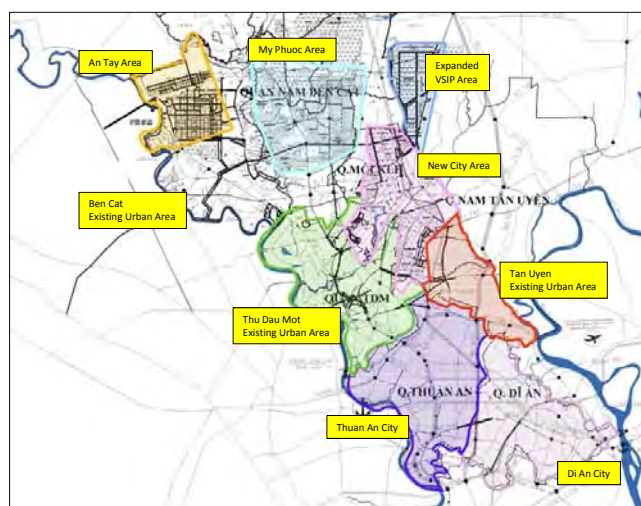
これらの背景から、「JICA 準備調査」では、「世銀調査」の内容を技術的、経済的及び環境社会配慮に関する面から再検討し、官民連携事業としての案件の形成を検討している。

## 5. 北部新都市・工業地域水道整備事業の概要(第1期)

### 5.1 水需要

北ビンズオン浄水場は、既存給水区域と将来の水需要が予想される浄水場の北側の、以下の地域を対象エリアとしている。対象エリアの位置図を図 5.1 に示す。

- トダウモット、ベンキャット、タンウイン、テュアンアン、ディアンの既存給水エリア
- 以下に示す、新興住宅地と工業団地  
アンタイ、マイフオック、VSIP の拡張エリア、新市街地



出典：JICA 準備調査

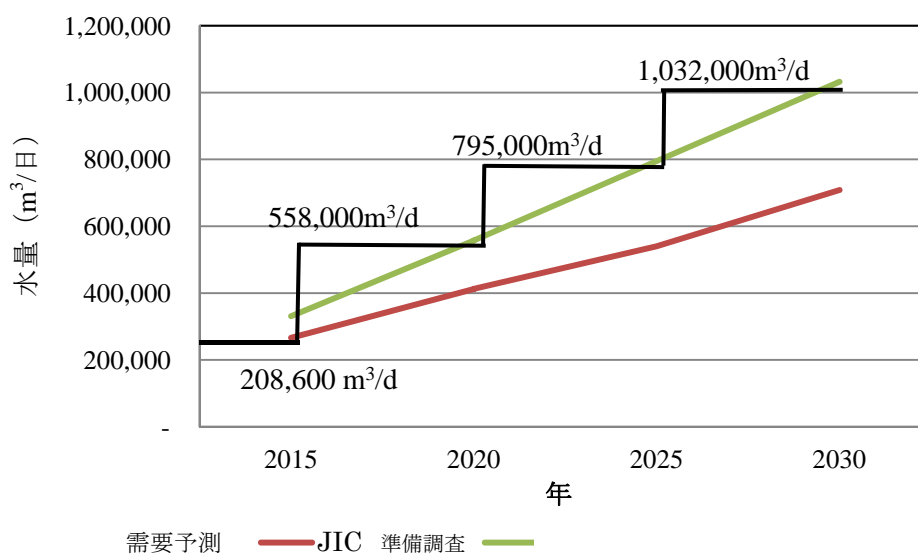
図 5.1 北ビンズオン浄水場の給水区域

水需要予測は、給水人口の伸びだけでなく、新都市、工業地域の開発状況に基づき「JICA 準備調査」で見直しが行われている。見直し結果を表 5.1 及び図 5.2 に示す。

表 5.1 水需要予測 (m<sup>3</sup>/日)

調査	2020	2025	2030
JICA 準備調査	412,566	540,135	708,526
世銀調査	557,648	-	1,032,267

出典：JICA 準備調査



出典：JICA 準備調査

図 5.2 水需要予測

調査地域における既存浄水場の処理能力の合計は、2013 年現在、208,600 m<sup>3</sup>/日であり、表 5.2 に示す通り、2015 年には 238,600 m<sup>3</sup>/日までの拡張が予定されている。

表 5.2 浄水場拡張計画(m<sup>3</sup>/日)

浄水場名	2012	2015
Thu Dau Mot	21,600	21,600
Di An	90,000	90,000
Tan Hiep	60,000	90,000
My Phuoc I, II, III	29,000	29,000
Uyen Hung	5,000	5,000
South Tan Uyen	3,000	3,000
計	208,600	238,600

出典：JICA 準備調査

現時点の建設計画によれば、最優先項目は Tan Hiep 浄水場の 120,000 m<sup>3</sup>/日、Di An 浄水場の 150,000m<sup>3</sup>/d の拡張となっている。しかし、上記 2 つの浄水場の拡張を 2020 年までに拡張し、総給水量を 328,600 m<sup>3</sup>/日としてもなお、2020 年においては給水不足となる。不足量は、「JICA 準備調査」の需要予測において 84,000m<sup>3</sup>/日、「世銀調査」の予測においては 229,000m<sup>3</sup>/日であり、需要予測に従えば、北ビンズオン浄水場は、2020 年までに少なくとも部分的に運

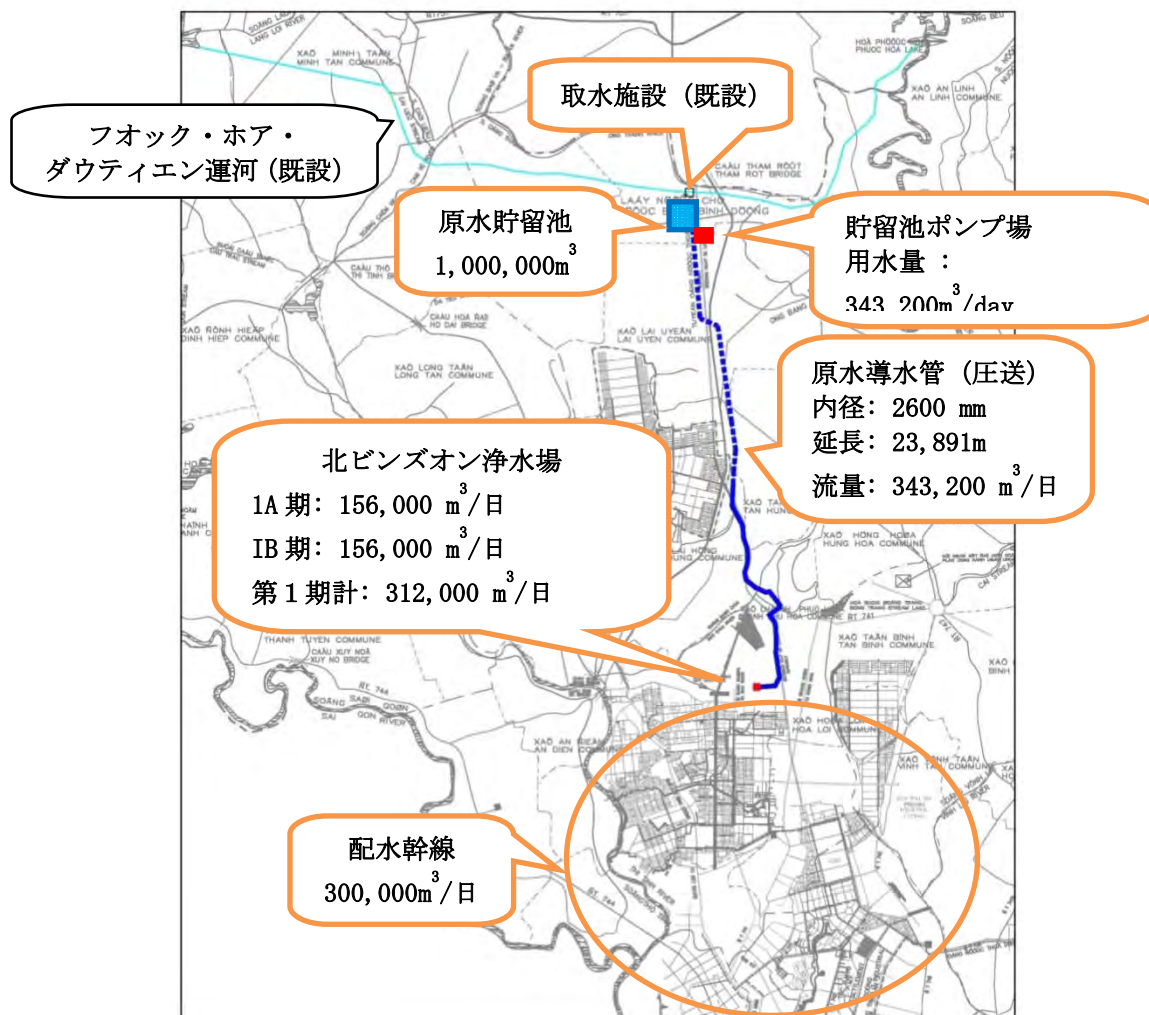
転を開始することが求められる。

一方、ビンズオン省における水需要の伸びは、既存給水エリアにおける給水人口の伸びや BIWASE が実施してきた給水エリアの拡張と接続率の増加に対する努力のみならず、工業地域や新都市における管路整備と接続の増加に基づくものである。そのため、工業地域や新都市の整備や入居状況と整合が取れた事業の推進を実施していく必要がある。

2014 年時点で、工業地域や新都市の整備の状況を勘案し、BIWASE は北ビンズオン浄水場の建設を 2020 年に開始することで計画を進める意向である。

## 5.2 ビンズオン省北部、新都市及び工業地域への給水施設(第 1 期)

本事業（第 1 期）の概要は図 5.3 に示す通りである。第 1 期事業は需要の伸びに合わせて、1A 期と 1B 期、各 150,000m<sup>3</sup>/日に分割されている。



出典：JICA 準備調査

図 5.3 ビンズオン省北部新都市・工業地域への給水施設(第 1 期)

### (1) 取水施設

原水は、写真 5.1 に示す既設運河に建設された取水施設から取水される。既存取水施設は、高さ 3.4m × 幅 4.0m である。



出典：JICA 準備調査

写真 5.1 フォック・ホア・ダウティエン運河の既設取水施設

### (2) 原水貯留池

水理事業投資建設管理委員会 No.9 の承認に基づき、2012 年 5 月 23 日に、農業及び地方開発省の決定 No. 307 QD-BQL9 が署名されたが、この決定によれば、フォック・ホア・ダウティエン運河の検査、維持管理に伴う原水供給停止が承認されている。従って、この運河の原水供給停止時であっても、ビンズオン省北部への安定かつ連続的な給水を確保するため、2 日～3 日の容量を有する貯留池が計画されている。

貯留池容量は表 5.3 に示す通りである。

表 5.3 処理場能力と原水貯留池容量

期	処理場能力	原水貯留池容量
第 1 期	312,000 m <sup>3</sup> /day	1,000,000 m <sup>3</sup>
最終期	1,000,000 m <sup>3</sup> /day	2,000,000 m <sup>3</sup>

出典：JICA 準備調査

### (3) 貯留池ポンプ場

浄水場の処理能力 300,000 m<sup>3</sup>/日に対し、第 1 期の取水ポンプ場は送水能力、343,200 m<sup>3</sup>/日として、表 5.4 に示す仕様である。また、ポンプ場には変電施設と非常用電源が設置される。

表 5.4 貯留池ポンプ場

送水量	3.97m <sup>3</sup> /秒 = 343,200m <sup>3</sup> /日
ポンプ台数	3 ポンプ (予備 1 を含む、第 1 期) 2 ポンプ増設 (最終期)
ポンプ揚程	13.3 m
ポンプ場規模	幅 24.0m x 長さ 36.0m

出典：JICA 準備調査

貯留池ポンプ場には、水撃作用の影響緩和のため着水井を設け、原水導水管は静水圧で流下する圧送管構造としている。

#### (4) 原水導水管

第1期で建設される導水管は、次期の浄水場処理能力 600,000 m<sup>3</sup>/日に対応できるものとし、表 5.5 に示す規模で建設される。

表 5.5 原水導水管

範囲	内径及び延長	備考
取水施設から原水貯留池	内径 2600 mm: 32 m、FRPM	
原水貯留池から浄水場	内径 2600 mm: 23,759 m、FRPM 内径 2600 mm: 100 m、SP (国道横断部)	

出典：JICA 準備調査

#### (5) 北ビンズオン浄水場 (NBDWTP)

NBDWTP の計画生産水量は 300,000m<sup>3</sup>/日である。処理容量の4%が処理過程で失われるものとし処理能力を算定している。

表 5.6 生産水量と処理能力

生産水量(m <sup>3</sup> /日)	処理能力 (m <sup>3</sup> /日)
300,000	312,000

出典：JICA 準備調査

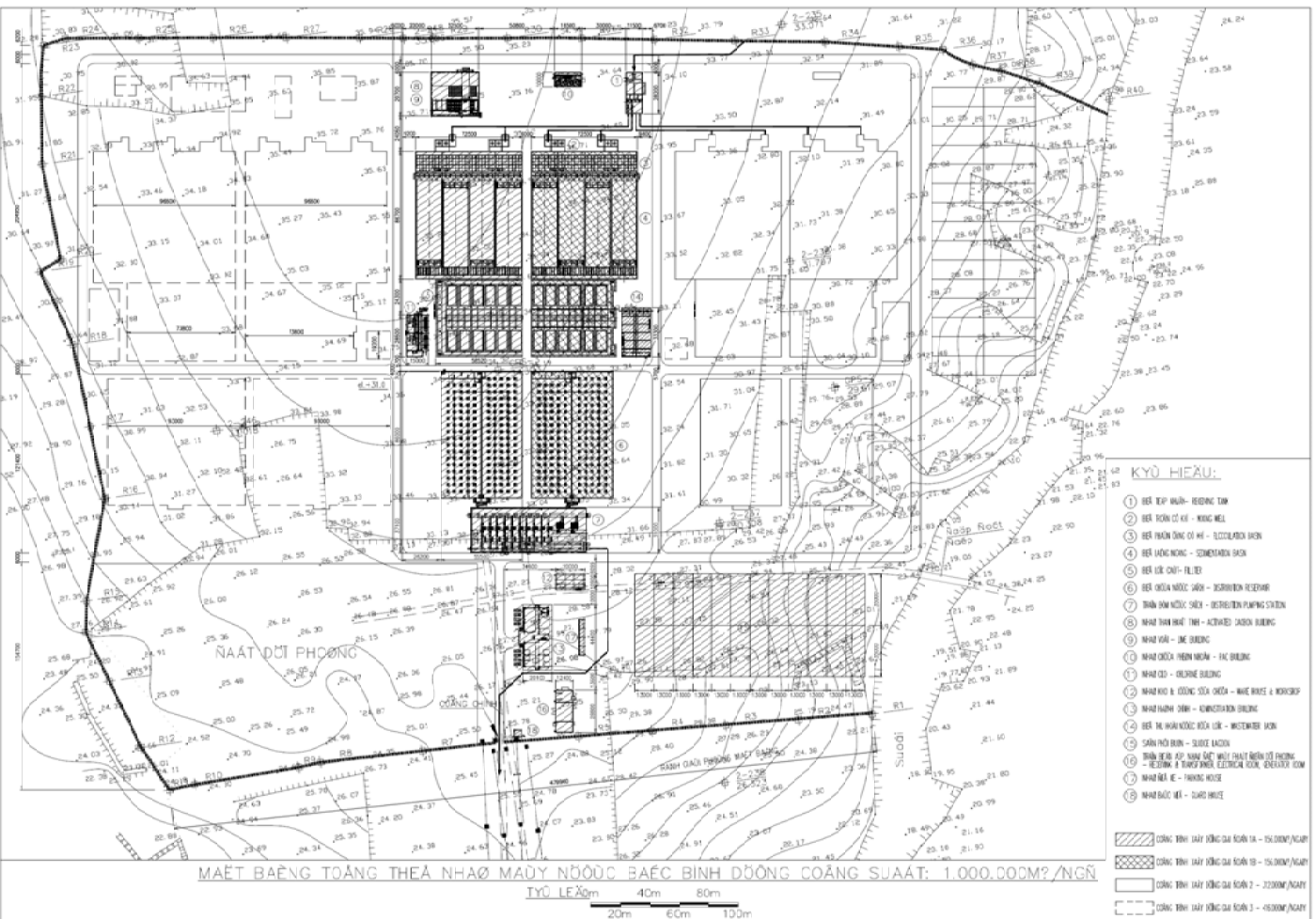
第1期の水処理施設は、2段階で建設され、156,000 m<sup>3</sup>/日を1A期において、更に156,000 m<sup>3</sup>/日を1B期において建設する計画である。水処理施設の多くは、表 5.7 に示す通り、維持管理性の効率や拡張の容易さを考慮して1A期において建設される。

表 5.7 第1期における設計容量

施設名	設計容量	
	1A期	1B期
a) 受水・分配槽	624,000 m <sup>3</sup> /日	-
b) 急速混和池	156,000 m <sup>3</sup> /日	156,000 m <sup>3</sup> /日
c) 薬品混和池	156,000 m <sup>3</sup> /日	156,000 m <sup>3</sup> /日
d) 沈澱池	156,000 m <sup>3</sup> /日	156,000 m <sup>3</sup> /日
e) 急速濾過池	156,000 m <sup>3</sup> /日	156,000 m <sup>3</sup> /日
f) 排水池	312,000 m <sup>3</sup> /日	-
g) 汚泥乾燥床	312,000 m <sup>3</sup> /日	-
h) 塩素注入施設	156,000 m <sup>3</sup> /日	156,000 m <sup>3</sup> /日
i) 管理棟	312,000 m <sup>3</sup> /日	-
j) 配水池	156,000 m <sup>3</sup> /日	156,000 m <sup>3</sup> /日
k) 配水ポンプ場	624,000 m <sup>3</sup> /日	-
l) 配水ポンプ	156,000 m <sup>3</sup> /日	156,000 m <sup>3</sup> /日

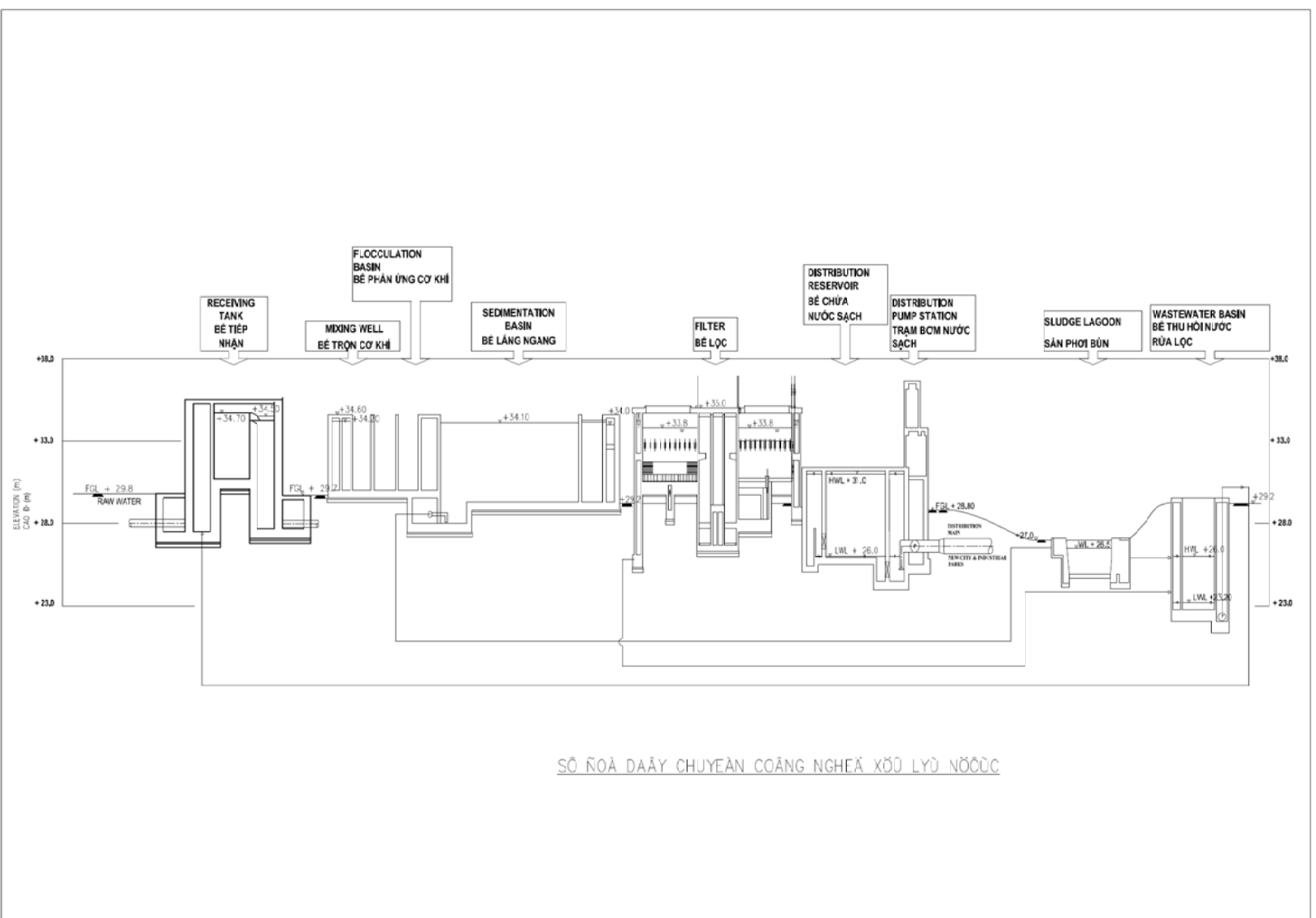
出典：JICA 準備調査

NBDWTP の建設予定地は、BIWASE により 31.3ha が買収される予定である。用地は処理容量 1,000,000 m<sup>3</sup>/日に対応したものである。NBDWTP の建設用地の標高は 29.8m~27.0m の範囲であり、NBDWTP の配置計画及び水位関係図を図 5.4 及び図 5.5 に各々示す。



出典：JICA 準備調査  
 図 5.4 北ベトナム浄水場の配置計画図 (第1期)





出典：JICA 準備調査  
 図 5.5 北ビンズオン浄水場の水位計画図 (第1期)

(6) 配水幹線

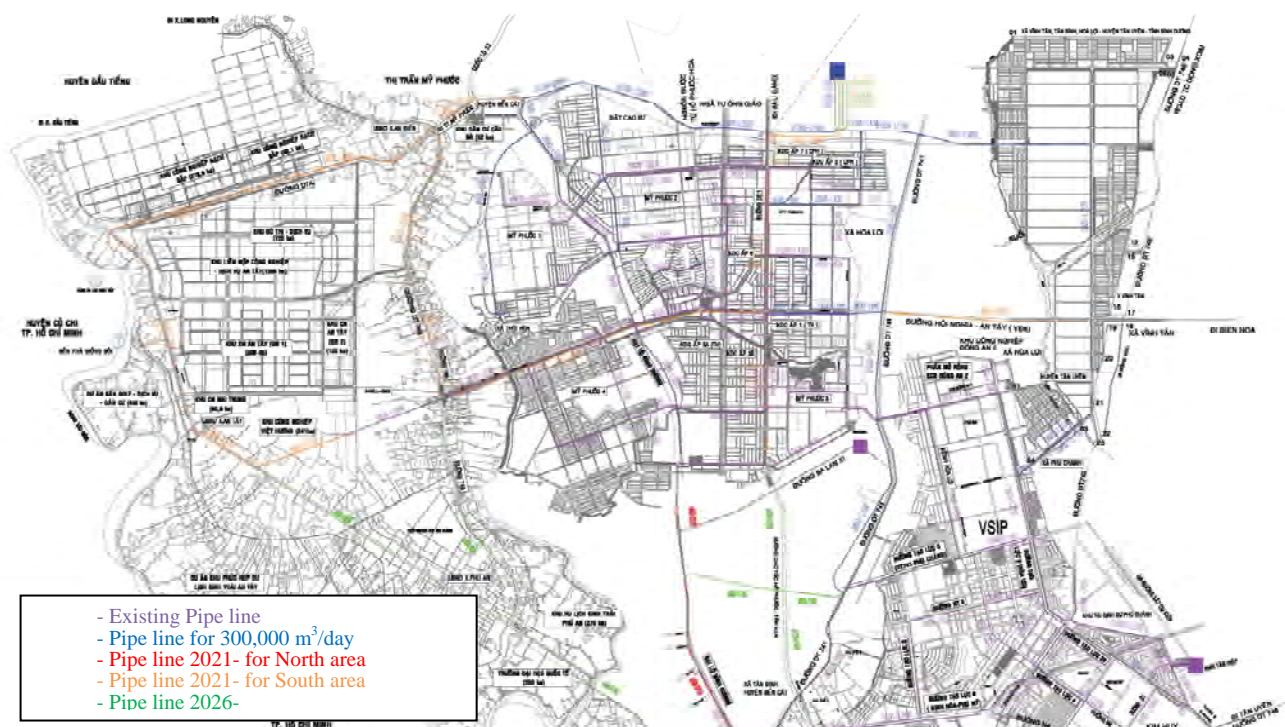
配水幹線はBIWASEで現在採用されている口径別管種に從うものとし、高密度ポリエチレン管を管径300mm~600mmに、ダクトイル鋳鉄管を管径600mm以上の管路に適用する。

NBDWTP の処理容量、300,000m<sup>3</sup>/日における第1期で必要となる配水幹線を表 5.8 及び図 5.6 に示す。

表 5.8 配水幹線 (第1期)

内径(mm)	延長(m)				計
	Type 1	Type 2	Type 3	水管橋	
400	4,220	2,126	0	0	6,348
500	2,497	0	0	0	2,497
600	3,400	11,581	1,743	0	16,724
800	3,496	3,137	0	0	6,633
1000	0	6,426	0	0	6,426
1200	0	1,478	0	0	1,478
1500	6,170	2,254	0	50	8,474
1800	0	0	0	0	0
2500	0	0	0	0	0
Total	19,785	27,002	1,743	50	48,580

注: 舗装区分; Type3: 国道、 Type2: 主要道、 Type1: その他  
出典: JICA 準備調査



出典: JICA 準備調査

図 5.6 既設及び計画配水幹線

## 6 円借款事業の施設候補

### 6.1 事業の範囲

ビンズオン省北部新都市・工業地域上水道整備事業第1期の円借款部分は表6.1に示すとおり原水貯留池、原水導水管及び配水幹線により構成される。貯留池ポンプ場と北ビンズオン浄水場（第1A期）は民間業者によって建設されることとなる。

表 6.1 円借款事業の施設候補

施設	諸元	数量	備考
原水貯留池	606m x 606m	1,000,000 m <sup>3</sup>	
原水導水管	内径 2,600 mm	23,891m	圧送管
配水幹線	内径 400 mm	6,348 m	
	内径 500 mm	2,497 m	
	内径 600 mm	16,724 m	
	内径 800 mm	6,633 m	
	内径 1,000 mm	6,426 m	
	内径 1,200 mm	1,478 m	
	内径 1,500 mm	8,474 m	
	計	48,580m	

出典：JICA 準備調査

### 6.2 実施スケジュールと事業費

#### 6.2.1 実施計画

ビンズオン省新都市・工業地域水道整備事業(第1期)の円借款事業部分は、3つの要素により構成される。A. 建設工事、B. エンジニアリングサービス、および C. 事業主による準備工である。これらの要素と関連する作業項目は以下の通りである。

#### A. 建設工事

A1: 原水貯留池の建設

A2: 原水導水管の建設

A3: 配水幹線の建設

#### B. エンジニアリングサービス

B1: 詳細設計、入札支援と工事監理

#### C. 事業主による準備工

C1: EIA 報告書の作成、F/S 報告書の作成及び施工許可の取得

C2: PMU の設置

C3: 原水貯留池、原水導水管の用地取得

上記の作業の遂行のため必要となる実施工程は図6.1に示す通りである。

項目	2015		2016		2017		2018		2019		2020		2021		2022		2023		期間 (月)
	H1	H2	H1	H2	H1	H2	H1	H2	H1	H2	H1	H2	H1	H2	H1	H2	H1	H2	
E/N取り交わし					☆	02/2017													-
F/S の作成			■	■	■	■													
F/S の承認					☆	02/2017													
EIA 報告書の作成			■	■	■	■													
EIA 報告書の承認					☆	02/2017													
用地取得		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	-
事業審査					☆	10/2016													-
L/Aの調印					☆	03/2017													-
エンジニアリングサービス																			
コンサルタントの選定					■	■	■	■	02/2018										11
詳細設計							■	■	01/2019										12
入札支援								■	■	12/2020									14
工事監理										■	■	■	■	■	■	■	■	12/2022	36
建設業者の選定								■	■										14
建設																			
原水貯留池										■	■	■	■	■	■	■	■		24
原水導水管										■	■	■	■	■	■	■	■		36
配水幹線										■	■	■	■	■	■	■	■	12/2022	36

出典：JICA 準備調査

図 6.1 実施工程

## 6.2.2 事業費

### (1) 建設費

「JICA 準備調査」で算出された上記の事業範囲の建設費は表 6.2 に示す通りである。

表 6.2 「JICA 準備調査」で算出された建設費(2013年3月価格)

項目		外貨 (JPY)	内貨 (VND)	計 (JPY)
1.	建設			
(1)	原水貯留池	0	131,654,829,007	579,281,248
(2)	原水導水管	0	1,297,485,434,792	5,708,935,913
(3)	配水幹線	0	1,024,650,920,958	4,508,464,052
	施設建設費計	0	2,453,791,184,757	10,796,681,213
2.	用地費	0	354,594,175,000	1,560,214,370
	建設費計	0	2,808,385,359,757	12,356,895,583

US\$ 1.0 = 91.84 JPY, VND 1.0 = JPY 0.0044

出典：JICA 準備調査

建設費は、「JICA 準備調査」では 2013 年 3 月時点を基本価格として算出している。本調査では 2014 年 6 月の価格基準で算出するため、ビンズオン省、南東ベトナム、ベトナム全体で利用可能な消費者物価指数を参考に補正を行った。現地貨の物価上昇率は 2013 年 3 月から 2014 年 6 月の間で 5%と算出された。従って、「JICA 準備調査」で算出されて内貨分に 5%上乗せした値とし、外貨は顕著な物価上昇がないものとして補正は行わない。

補正後の建設費は表 6.3 に示す通りである。また、2014 年 6 月における貨幣換算レートとして以下を適用した。

- US\$ 1.0 = JPY 102.6
- US\$ 1.0 = VND 21,036
- VND 1.0 = JPY 0.0048774

表 6.3 補正後の建設費(2014 年 6 月価格)

項目	外貨 (JPY)	内貨 (VND)	計 (JPY)
1. 建設			
(1) 原水貯留池	0	138,237,570,457	674,239,926
(2) 原水導水管	0	1,362,359,706,532	6,644,773,233
(3) 配水幹線	0	1,075,883,467,006	5,247,514,022
施設建設費計	0	2,576,480,743,994	12,566,527,181
2. 用地費	0	372,323,883,750	1,815,972,511
建設費計	0	2,948,804,627,744	14,382,499,691

出典：JICA 調査団

## (2) エンジニアリングサービス費

エンジニアリングサービス費は、詳細設計と入札支援及び工事監理の 2 つのステージに区分して表 6.4 に示す通り 2014 年 6 月の価格水準で算出した。

表 6.4 エンジニアリングサービス費(2014 年 6 月価格)

段階	費用		
	外貨 (円)	内貨 (VND)	計(円)
詳細設計と入札支援	321,600,000	26,783,260,000	452,232,672
工事監理	498,140,000	32,319,200,000	655,773,666
計	819,740,000	59,102,460,000	1,108,006,338

出典：JICA 調査団

## 6.3 運転・管理

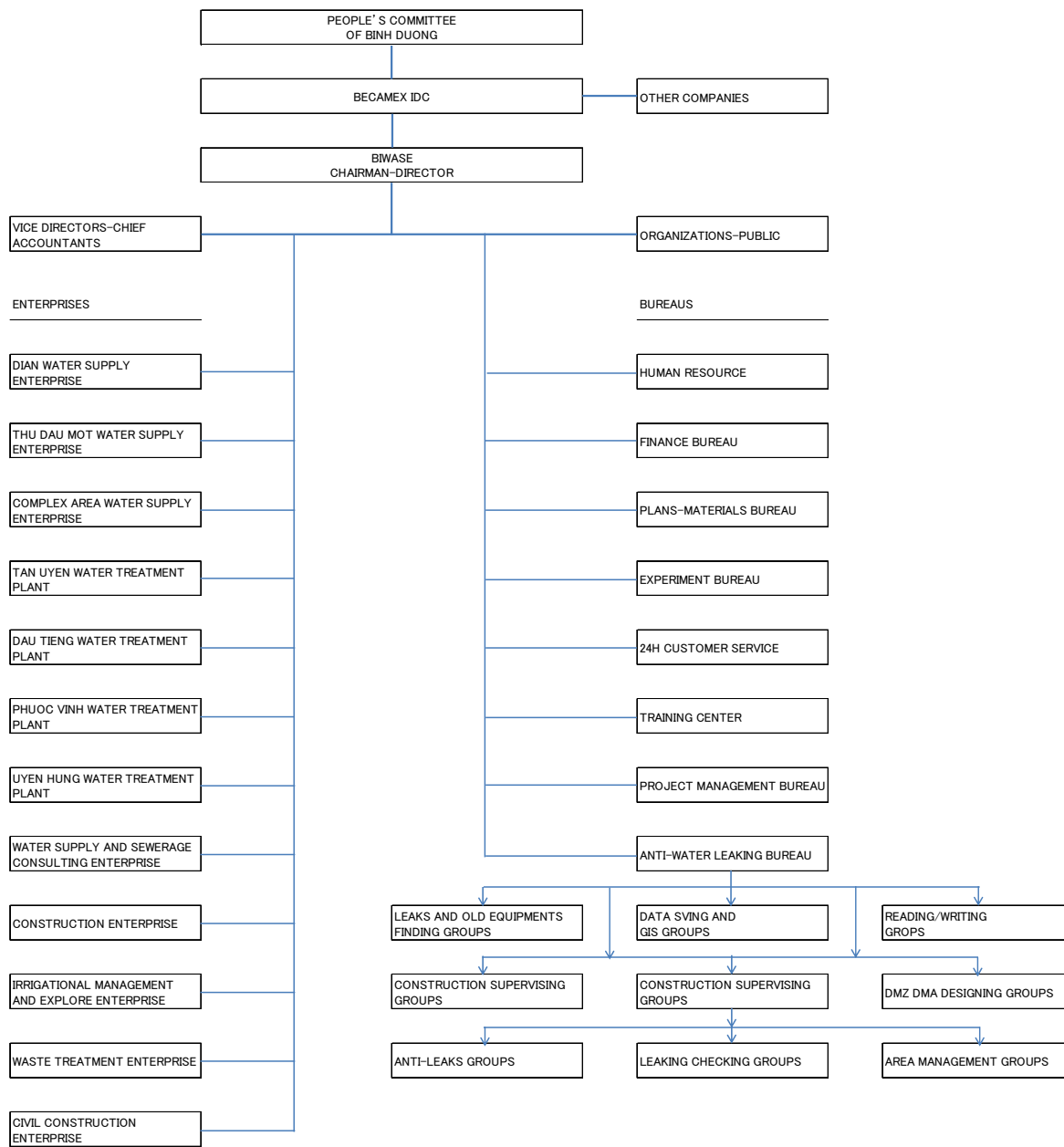
### (1) 運転・維持管理の現状

BIWASE は、2013 年 3 月時点において、ビンズオン省で飲料水分野において 6 つの水供給会社を有するサービス提供者である。同社は、図 6.2 に示した組織構造で、環境、灌漑、上水、廃棄物処分、下水、土木、建設産業分野のコンサルタント、建設、管理サービスを提供している。

BIWASE は、2012 年において 79,000 を超える接続先への給水を行っており、年間約

10,000~15,000ヶ所の新規接続を実施している。

同社は効率のよい管理体制にあり、高品質の飲料水を比較的低い無収水率(10%以下)で供給している。



出典：BIWASE

図 6.2 BIWASE の組織図

(2) 当該事業の運転、維持管理

当該プロジェクトでは、ダウティエン-フオク灌漑・鉱業合同会社が、フオク・ホア-ダウティ

エン運河から SPC に対して原水の供給を原水供給契約に基づいて行い、SPC は処理水を BIWASE に、処理水供給契約に基づいて供給するものである。

原水貯留池は、BIWASE により運転管理が行われる予定である。貯留池管理は、緊急時の原水の持続的な供給のため、また貯水の安全性確保のために実施される。一方、BIWASE は貯留池以外の水道施設の運転管理経験を十分有しているが、現状の水源が河川と地下水であるため、大規模な貯留池の管理の経験が浅い。従って、貯留施設の管理に関する研修等が必要であると考えられる。

BIWASE は、自立的な財政システムにより管理されており、費用は運転、維持管理、債務返済、減価償却費であり、基本的には水道料金徴収によりカバーされている。

施設の建設は、主に海外の ODA ローンで中央政府からのサブローンにより賄われている。

ベトナムにおける水道料金は、基本的には水道給水にかかる全てのコスト、電気代、薬品代、人件費、減価償却費、材料費及び機器費、修理費、管理コスト、販売手間などを基本的にはカバーするように計算されている。

同様の条件が、BIWASE にも適用されるため、定期的な料金改定は、同社の持続的な運転に不可欠の要素である。

ビズオン省南部水環境改善事業  
第3期  
ディアンタウン

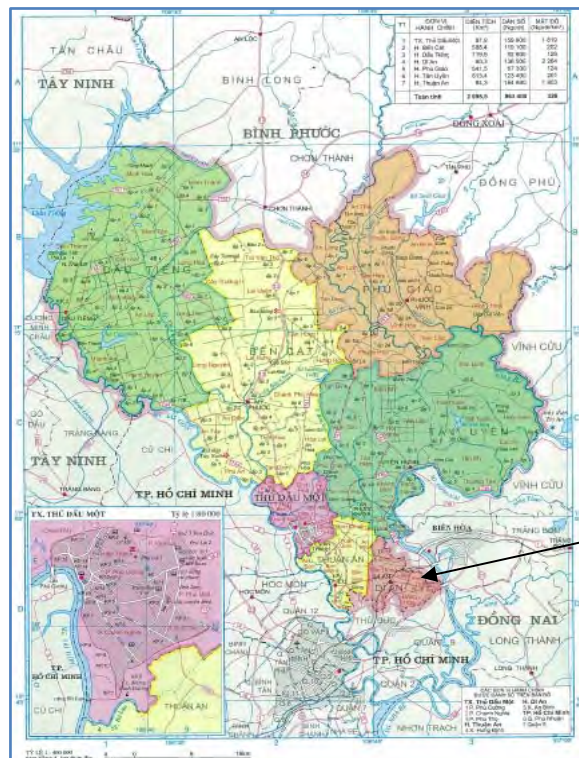
【和文要約】



通貨換算率 (2014 年 6 月)

USD 1 = JPY 102.6

USD 1 = VND 21,036



事業対象地区位置図

ベトナム国地方上下水道セクター情報収集・確認調査  
テクニカルレポート  
ビンズオン省南部水環境改善事業  
第3期  
ディアータウン  
【和文要約】

事業対象地区位置図

目次

表目次 / 図目次 / 略語

目次

ページ

1. はじめに .....	1
2. ディアータウンにおける汚水処理の現状 .....	2
2.1. 工業団地、工業地帯、および工業施設の汚水処理の現状 .....	2
2.2. 住居地域における汚水処理の現状 .....	2
3. 円借款事業の施設候補 .....	2
3.1. 事業の範囲 .....	2
3.2. 実施スケジュール .....	2
3.3. 事業費 .....	3
3.4. 土地取得費・補償費 .....	4
3.5. 運転・維持管理 .....	4

表目次

表 3.1 第3期事業の主要施設 .....	2
表 3.2 実施プログラム .....	3
表 3.3 事業費 .....	4

図目次

図 3.1 南ビンズオン水環境改善事業(ディアータウン)一般図 .....	2
---------------------------------------	---

## 1. はじめに

テクニカルレポートは、ディアンタウンを対象とする「南ビンズオン省水環境改善事業(第3期)」を日本政府の有償資金協力事業として形成促進する目的で作成されている。

このテクニカルレポートの内容は、上記第3期事業のためにビンズオン上下水道・環境株式会社により作成された投資計画報告書の要約である。

## 2. ディアンタウンにおける汚水処理の現状

### 2.1 工業団地、工業地帯、および工業施設の汚水処理の現状

- 汚水収集管路と処理施設は、工業開発プロジェクトにおいて計画されている標準的な仕様に適合するように計画されており、処理水は公共用水に放流される。工業団地、ソン・タン1と2には、上記に従い設計された汚水収集のための下水管網と処理施設がある。
- 部分的に汚水を処理する処理施設を敷地内に持っている工場もある。汚水は、浸透用の樹または雨水排施設に放流されている。多くの工場施設は良好な汚水処理を持っていないため、多くの水路や周辺の住居地域で汚濁を引き起こしている。

### 2.2 住居地域における汚水処理の現状

ディアンタウンの住居地域には汚水排水施設や処理場は無い。トイレからの汚水は浸透型で処理されるか、あるいは雨水排水施設に排水されている。特に、タンビンコミューンのムユ水路は汚染が著しい。

## 3. 円借款事業の施設候補

### 3.1 事業の範囲

ディアンタウンとトゥアンタウンの形成に関する決議 No. 4/NQ-CP (2011年1月13日)によれば、ディアンタウンの面積は6,010haで7地区、ディアン、アンビン、タンドンハイプ、ドンホア、タンビン、ビンアン、ビンタンにより形成されている。

地形や交通体系および近年の開発状況を勘案し、第3期の計画はタンビン区、ドンホア区、ビンアン区の一部、タンドンハイプ区、ディアン区の一部の面積1,600haで普及人口89,000人として提案されている。

円借款事業としての第3期事業は表3.1に示す下水処理場、下水管渠、およびポンプ場で構成されており、その位置を図3.1に示す。

表 3.1 第3期事業の主要施設

施設	細目	数量	備考
幹線管渠	高密度ポリエチレン管 呼び径 300 - 400	41,916 m	
	ポリウレタン塗装ダクタイル 鋳鉄管 呼び径 500 - 1000	11,028 m	
	高密度ポリエチレン管 呼び径 1086/1200	1,499 m	
	高密度ポリエチレン管 呼び径 150 - 500	5,300 m	
ポンプ場		9ヶ所	
下水処理場	回分法(連続流入方式)	15,000 m <sup>3</sup> /day	1)

1) 2020年時の処理場容量は15,000 m<sup>3</sup>/day、処理場用地は計画全量 60,000 m<sup>3</sup>/day に対するもの。

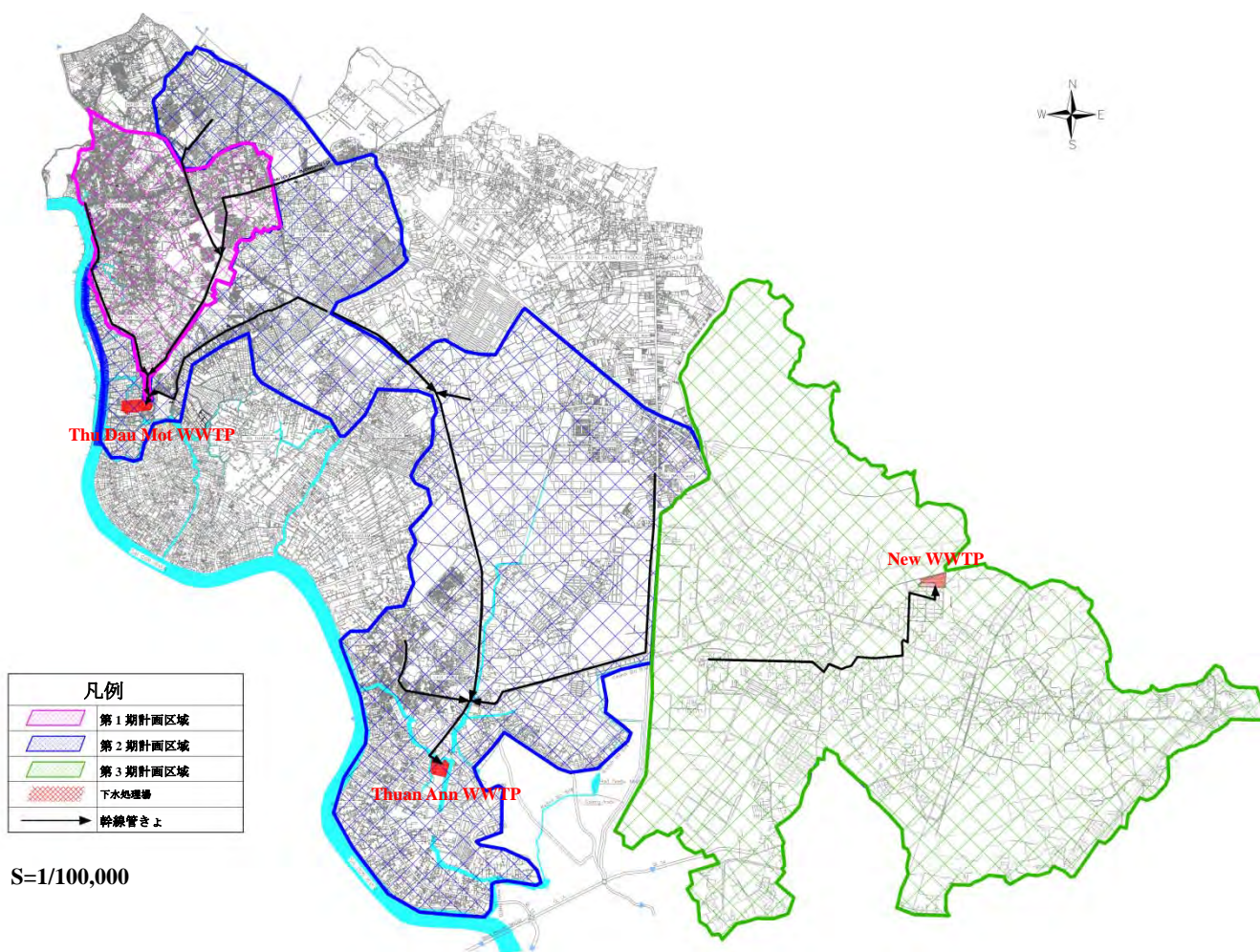


図 3.1 第3期 南ビンズオン水環境改善事業 (ディアインタウン) 一般図

### 3.2 実施スケジュール

第3期事業の整備計画は表 3.2 に示すとおり準備工、投資計画の承認を経て、試運転まで 84 ケ月である。

表 3.2 実施プログラム

項目	2013		2014		2015		2016		2017		2018		2019		2020		期間 (月)
	H1	H2	H1	H2	H1	H2	H1	H2	H1	H2	H1	H2	H1	H2	H1	H2	
F/S レポート作成	■	■	■	■													12
F/S レポート承認			☆	03/2014													
コンサルタント選定			■	■	03/2015												6
土地収用				■	■	06/2015											9
詳細設計						■	■	06/2016									12
建設業者選定							■	■	■								3
建設								■	■	■	■	■	■	■	■	12/2019	42
試運転・運転研修															■	03/2020	3

注：投資計画報告書のスケジュールであり、見直される予定である。

### 3.3 事業費

プロジェクトコストは、以下の条件に基づき、ベトナムドンで 29,590 億ドン、日本円で 136 億円と見積もられており、表 3.3 に要約を示す。

- 交換レート
  - USD 1 = 21,000 ベトナムドン
  - VND 1 = 0.0046 日本円
- 物価上昇率
  - 外貨 : 1.6% / 年.
  - 内貨 : 12.6% / 年.
- 物理的予備費  
 基本的には 5% (事業計画、設計、費用算定の精度により決定される)
- コンサルティングサービスへの報酬
  - エキスパートグループ A: 2,591,000 日本円 / 人 / 月 ±10%
  - エキスパートグループ B: 49,000,000 ベトナムドン / 人 / 月 ±10%
  - エキスパートグループ C: 25,000,000 ベトナムドン / 人 / 月 ±10%
- 関税と付加価値税
  - 外貨による購入及び建設費用の各々、輸入税 3%、付加価値税 10%とする。
  - 内貨による購入及び建設費用の 10%を付加価値税とする。
  - コンサルティングサービスの税: コンサルティングサービスの 15%
- 基準年次: 2013 年 6 月
- プロジェクトコスト算定の手順
  - (1) 基本費用
  - (2) 基本費用 x 物価上昇率
  - (3) = ((1)+(2)) x 予備費率
  - プロジェクトコスト = (1) + (2) + (3)

表 3.3 事業費

番号	項目	プロジェクトコスト	
		ベトナムドン	日本円換算
1	水準測量、フェンス(処理場用)	23.000.000.000	106.029.873
2	処理場建設費 (容量 15,000 m <sup>3</sup> /日処理場)	400.285.000.000	1.845.311.636
3	管路網整備	1.179.647.300.000	5.438.167.527
4	物価上昇予備費	320.586.460.000	1.477.901.807
5	物理的予備費	192.351.876.000	886.741.084
6	コンサルティングサービス	224.410.522.000	1.034.531.265
7	用地買収費	118.600.000.000	546.745.344
8	管理費	160.293.230.000	738.950.904
9	付加価値税	160.293.230.000	738.950.904
10	関税	8.014.662.000	36.947.547
11	コンサルティングサービス税	28.852.781.000	133.011.161
12	建設期間中の利子	84.955.412.000	391.643.979
13	手数料	32.058.646.000	147.790.181
14	接続費用(資本回収費)	26.000.000.000	119.859.856
15	合計	<b>2.959.349.000.000</b>	<b>13.642.583.000</b>

事業への総投資額は、2,959,349,000,000 ベトナムドン、または 13,642,583,000 日本円である。投資のための資本は以下を含む。

- 日本資本(JICA): 日本円で 11,596,195,550, 総投資額の 85%にあたる。
- 対応資本: ベトナムドンで 443,902,000,000, 投資額の 15%にあたり、省の予算から拠出され、ベトナム法規に従って、準備投資、報酬、土地関連費等の費用にあてられる。

### 3.4 土地取得費・補償費

第3期事業により、約 10 ヘクタールの地域が影響を受ける。用地取得は 2013 年に既に開始されている。影響を受ける住民は、第3期事業の方針に従って、支援や補償を受けることとなる。

用地の補償費や整地にかかる費用は 1,186 億ベトナムドンと見積もられる。

住民移転の実施予算は、自費で賄われる(ビンズオン省人民委員会から拠出される)。

### 3.5 運転・維持管理

第3期事業で投資される処理施設、新污水収集システムを含む当該タウンの排水システムの維持管理のため管理ユニットが設置される。排水システムのための管理ユニットの機能と業務

は以下の通りである。

- 市街地の下水と雨水排水システム、郊外の排水路と雨水調整池、および水門の維持管理。定期的な浚渫および修理。
- 処理場の維持管理、管理区域の工場排水の試験、排水基準に従って制御し都市排水施設または河川に放流させる。住宅及び事業所からの汚水はこの管理ユニットにより監視され、排水システムへの排水も、管理ユニットにより許可される。
- 町の景観創生と環境制御のため、公園、樹木、湖沼、植栽の建設や維持管理を行う。
- 下水処理場を用いる環境整備のため、料金を徴収する。

管理ユニットの人員構成は、技術管理人員として15人、普通作業員として30人が予定される。