

## 第4章 水道システムの将来計画

### 4.1 水道の将来計画の基本的枠組み

カントー市の将来の水道システムの基本的枠組みは次のとおりである。

- 1) カントー市の将来水道計画の目標年度は2020年とする。
- 2) 基本的にはカントー市2030マスタープランに基づき、将来の水道システムを計画する。同マスタープランでは将来の水需要が区単位で予測されていないため、調査団が区単位の人口予測を実施し、2020年時点の各浄水場での不足容量を算出した。
- 3) 部分的な新規拡張区域は、カントー市建設局、カントー市農業地方開発局、及びカントー市上下水道公社で2012年に合意した拡張計画に基づいて設定した。
- 4) 優先プロジェクトの対象区域は、都市区域中心部のカントーNo.1及びNo.2浄水場の配水区域より選定した。
- 5) 水質に問題がなく、また、塩水遡上問題が致命的な問題としないことを前提に、ハウ川を新規浄水場の水源として選定した。

### 4.2 関連計画及び関連プロジェクト

#### 4.2.1 カントー市2030マスタープラン

カントー市2030マスタープランは2012年度下期にカントー市に承認が行われた。表4.2.1及び図4.2.1に示すとおり、5つの浄水場の新設及び複数の浄水場の拡張がマスタープランで計画されている。

本調査での分析により、水需要予測及び配水区域の設定に関して問題があることが確認された。将来人口の予測及びカントー市内工業団地の開発について、現在の経済状況及び将来の成長に対し過大に予測されているため、マスタープランで提案されている水需要はかなり過大に予測されている。加えて、将来の配水区域及び各浄水場がカバーすべき水需要量がマスタープランでは具体的に記述されていなかった。

表 4.2.1 カントー市 2030 マスタープランの概要

項目	内容																																																																																																																							
目標年度	I 期 (2020 年)、II 期 (2030 年)																																																																																																																							
人口予測	1.04 百万人 (2020 年)、1.5 百万人 (2030 年)																																																																																																																							
水需要	2020 年 : 302,788 m <sup>3</sup> /d (=204,368 (都市区域) + 58,520 (地方区域) + 39,900 (工業団地)) 2030 年 : 485,664 m <sup>3</sup> /d (=354,911 (都市区域) + 73,150 (地方区域) + 57,603 (工業団地))																																																																																																																							
浄水場 開発計画	<table border="1"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>浄水場名</th> <th>2020年 設計容量 (m<sup>3</sup>/day)</th> <th>2030年 設計容量 (m<sup>3</sup>/day)</th> <th>水源 (河川及び水路)</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>カントーNo.1</td><td>50,000</td><td>50,000</td><td>カントー川</td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td>カントーNo.2</td><td>50,000</td><td>60,000</td><td>ハウ川</td><td>拡張</td></tr> <tr><td>3</td><td>コンクン</td><td>30,000</td><td>40,000</td><td>ハウ川</td><td>新設</td></tr> <tr><td>4</td><td>フンフー</td><td>15,000</td><td>15,000</td><td>ハウ川</td><td>拡張</td></tr> <tr><td>5</td><td>フンタン</td><td>10,000</td><td>20,000</td><td>カントー川</td><td>新設</td></tr> <tr><td>6</td><td>バラン</td><td>5,000</td><td>5,000</td><td>カントー川</td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td>ロンホア</td><td>4,000</td><td>4,000</td><td>ピントウイ川</td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td>チャノック</td><td>40,000</td><td>60,000</td><td>ハウ川</td><td>拡張</td></tr> <tr><td>9</td><td>オモン1</td><td>2,500</td><td>2,500</td><td>オモン川</td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td>オモン2</td><td>30,000</td><td>50,000</td><td>ハウ川</td><td>新設</td></tr> <tr><td>11</td><td>トットノット No.1</td><td>20,000</td><td>40,000</td><td>ハウ川</td><td>拡張</td></tr> <tr><td>12</td><td>トットノット No.2</td><td>30,000</td><td>50,000</td><td>ハウ川</td><td>新設</td></tr> <tr><td>13</td><td>タンコイ</td><td>3,000</td><td>7,000</td><td>カイサン水路</td><td>拡張</td></tr> <tr><td>14</td><td>タンアン</td><td>3,000</td><td>6,000</td><td>カイサン水路</td><td>新設</td></tr> <tr><td>15</td><td>コドゥ</td><td>3,000</td><td>7,000</td><td>トットノット川</td><td>拡張</td></tr> <tr><td>16</td><td>トイライ</td><td>3,000</td><td>6,000</td><td>オモン川</td><td>拡張</td></tr> <tr><td>17</td><td>ソンハウ No.1</td><td>-</td><td>50,000</td><td>ハウ川</td><td>新設</td></tr> <tr> <td colspan="2">合計</td> <td><b>298,500</b></td> <td><b>472,500</b></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>注釈：上表の浄水場は都市区域及び工業団地を対象としたものである。 地方区域は地下水を水源とした水道システムにより給水する。</p>						No.	浄水場名	2020年 設計容量 (m <sup>3</sup> /day)	2030年 設計容量 (m <sup>3</sup> /day)	水源 (河川及び水路)	備考	1	カントーNo.1	50,000	50,000	カントー川		2	カントーNo.2	50,000	60,000	ハウ川	拡張	3	コンクン	30,000	40,000	ハウ川	新設	4	フンフー	15,000	15,000	ハウ川	拡張	5	フンタン	10,000	20,000	カントー川	新設	6	バラン	5,000	5,000	カントー川		7	ロンホア	4,000	4,000	ピントウイ川		8	チャノック	40,000	60,000	ハウ川	拡張	9	オモン1	2,500	2,500	オモン川		10	オモン2	30,000	50,000	ハウ川	新設	11	トットノット No.1	20,000	40,000	ハウ川	拡張	12	トットノット No.2	30,000	50,000	ハウ川	新設	13	タンコイ	3,000	7,000	カイサン水路	拡張	14	タンアン	3,000	6,000	カイサン水路	新設	15	コドゥ	3,000	7,000	トットノット川	拡張	16	トイライ	3,000	6,000	オモン川	拡張	17	ソンハウ No.1	-	50,000	ハウ川	新設	合計		<b>298,500</b>	<b>472,500</b>		
No.	浄水場名	2020年 設計容量 (m <sup>3</sup> /day)	2030年 設計容量 (m <sup>3</sup> /day)	水源 (河川及び水路)	備考																																																																																																																			
1	カントーNo.1	50,000	50,000	カントー川																																																																																																																				
2	カントーNo.2	50,000	60,000	ハウ川	拡張																																																																																																																			
3	コンクン	30,000	40,000	ハウ川	新設																																																																																																																			
4	フンフー	15,000	15,000	ハウ川	拡張																																																																																																																			
5	フンタン	10,000	20,000	カントー川	新設																																																																																																																			
6	バラン	5,000	5,000	カントー川																																																																																																																				
7	ロンホア	4,000	4,000	ピントウイ川																																																																																																																				
8	チャノック	40,000	60,000	ハウ川	拡張																																																																																																																			
9	オモン1	2,500	2,500	オモン川																																																																																																																				
10	オモン2	30,000	50,000	ハウ川	新設																																																																																																																			
11	トットノット No.1	20,000	40,000	ハウ川	拡張																																																																																																																			
12	トットノット No.2	30,000	50,000	ハウ川	新設																																																																																																																			
13	タンコイ	3,000	7,000	カイサン水路	拡張																																																																																																																			
14	タンアン	3,000	6,000	カイサン水路	新設																																																																																																																			
15	コドゥ	3,000	7,000	トットノット川	拡張																																																																																																																			
16	トイライ	3,000	6,000	オモン川	拡張																																																																																																																			
17	ソンハウ No.1	-	50,000	ハウ川	新設																																																																																																																			
合計		<b>298,500</b>	<b>472,500</b>																																																																																																																					

出典：カントー市 2030 マスタープラン



(2) ハウ川事業

ハウ川事業は 2020 年を目標としたベトナム国建設省によるメコンデルタ経済区への水供給事業である。本事業は 2010 年 11 月 12 日に承認された Decision No. 2065/QD-TTg に基づく事業であり、表 4.2.3 に概要を示した。本事業に置いて、ハウ川の南西地区の都市において民間投資により浄水場を建設する予定であるが、現状では進展はない。なおカントー市 2030 マスタープランは本事業に準じたものではない。

表 4.2.3 ハウ川事業

項目	内容					
目標年度	計画目標 2020 年、将来ビジョン：2050 年					
対象区域	カントー市、アンザン省、キエンザン省、カマウ省、ソクチャン省、バクリュウ省、ハウザン省					
カントー市 2020 年水需要予測	491,606 m <sup>3</sup> /日 (=207,798 m <sup>3</sup> /day (都市区) + 52,000 m <sup>3</sup> /day (地方区) + 231,808m <sup>3</sup> /day (工業団地))					
提案浄水場	No.	事業	2015年設計容量 (m <sup>3</sup> /day)	2020年設計容量 (m <sup>3</sup> /day)	水源	市もしくは省
	1	No. 1	500,000	1,000,000	ハウ川	カントー市、ソクチャン省、ベントレ、トラビン
	2	No. 2	1,000,000	2,000,000	ハウ川	カントー市、アンザン省、キエンザン省、カマウ省、ハウザン省、バクリュウ省
	3	No. 3	200,000	500,000	ハウ川	アンザン省、キエンザン省
注釈：No.1 事業で建設する浄水場は、カントー市オモン郡 タンタン 区に建設される予定である。						
本首相承認に基づくカントー市の浄水場	No.	浄水場名	2020年設計容量 (m <sup>3</sup> /day)	2050年設計容量 (m <sup>3</sup> /day)	備考	
	1	カントー No. 1	50,000	50,000		
	2	カントー No. 2	80,000	80,000		
	3	チャノック	10,000	10,000		
	4	フンフー	10,000	10,000		
	5	コード	15,000	15,000		

出典：首相承認 No. 2065/QD-TTg (2010 年 11 月), Approving the water supply planning for the MeKong Delta Key Economic Zone to year 2020

### 4.3 水需要予測

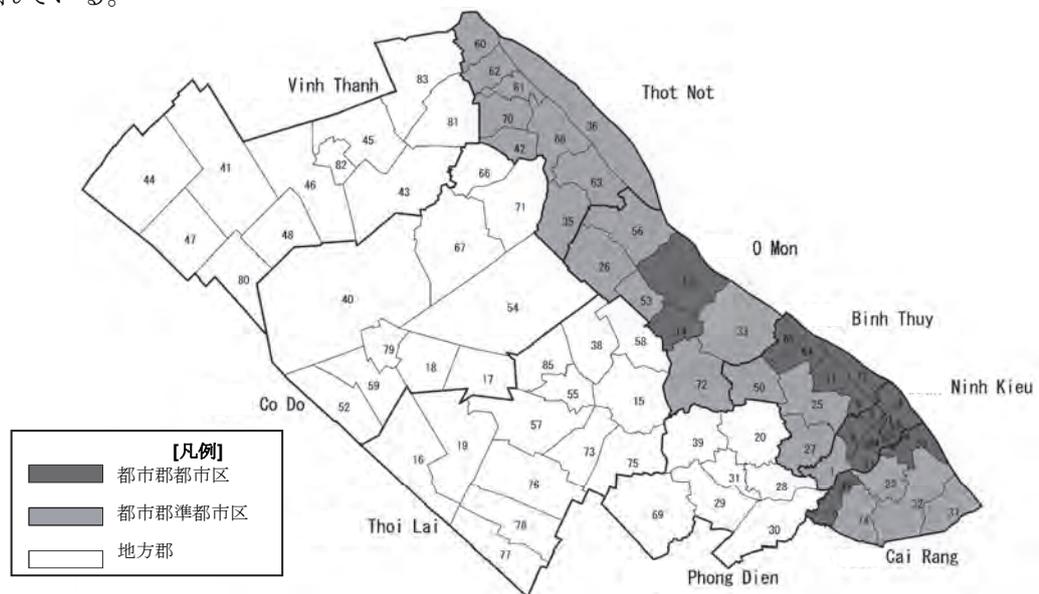
#### 4.3.1 水需要予測の指標

##### (1) 水需要予測の基本的考え方

2020年を目標年度とした水需要予測は、ベトナム国建設省により定められた設計基準 (QCVN 07: 2010、QCVN 01: 2008、TCXDVN 33/2006) に基本的に準拠し実施した。水需要予測に用いられた各指標は、上記設計基準に基づき、かつ、調査地域の実際の水使用状況を参考に修正を行った。

##### (2) 水需要予測のための都市規模分類

設計基準に定められた水需要原単位は、都市規模分類に応じて規定されている。カントー市の都市郡はクラス1に、地方郡はクラス5に分類される。更に、都市郡は都市区と準都市区に区分され、カントー市2030マスタープランでは、図4.3.1に示す区分が定められている。



出典：カントー市人民委員会

図 4.3.1 水需要予測に用いた都市区分

##### (3) 水需要予測に用いる指標

###### 1) 一般家庭用の水利用

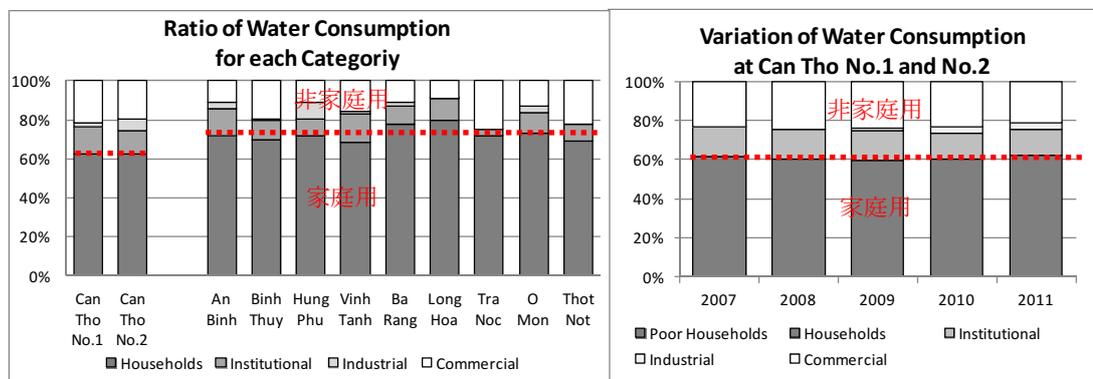
カントー市の現在の水利用状況は3.1.2節に示したとおりである。都市郡内の一般家庭利用の水使用原単位及び接続率は、ベトナム国設計基準 (TCXD VN 33: 2006) に定めた値を本事業の水需要予測に用いた。一方、地方郡の住民はこれまで地下水を多用しており、急激に地下水利用を制限することは難しいと考えられる。従って、地方郡の水使用原単位は設計基準に定められた値を若干修正する方針とし、現在の水需要状況を考慮して100 l/c/dから80 l/c/dに削減した。一般家庭の水使用原単位及び接続率は次のとおり設定した。

- 都市郡都市区： 200 l/c/d、接続率 99%
- 都市郡準都市区： 150 l/c/d、接続率 95%
- 地方郡： 80 l/c/d、接続率 90%

2) 非家庭利用の水使用比率

ベトナム国設計基準 (QCVN 07:2010) では、家庭用水使用量に対する非家庭用水使用比率が 1) 行政利用、2) 散水、道路維持用水、及び消火用水、3) 商業及び都市サービスの 3 区分で定められている。これらはカントー市の基準を調整する必要がある。

3.1.2 節に説明したとおり、カントー市の徴収水量は 1) 家庭利用 (低所得層含む)、2) 行政利用、3) 工業利用、4) 商業利用の 4 区分で記録されており、図 4.3.2 にその概要を示す。左図は 2011 年の各区分の水利用比率を示しており、右図はカントーNo.1 及び No.2 浄水場の配水区域の 2007 年～2011 年の経年変化である。



出典：カントー市上下水道公社 徴収水量データ

図 4.3.2 実際の水利用状況

家庭用に対する非家庭用の平均割合は、表 4.3.1 に示したとおり、ベトナム国基準と実際の水利用状況の間に大きな乖離がある。このため本調査では、実際の水利用状況から計算された割合を用いることがより現実的であると判断した。

表 4.3.1 2011 年水消費量

カントー市 徴収水量 における 区分	2011 年水使用状況		ベトナム 国設基準 〔 QCVN 07 :2010 〕	ベトナム 国基準 における 区分
	カントー No.1& No.2	他地区		
家庭用	100%	100%	100%	家庭用
非家庭用	行政用	20%	15%	10%
				8%
	工業用	5%	0%	8%
	商業用	30%	20%	
計	55%	35%	26%	商業及び都市サービス

注釈：工業団地内での水利用は上表の計算には含めていない

出典：JICA 調査団

3) 工業団地の水使用原単位

チャノックなど既存の工業団地においては、実際の水利用を把握し、水需要予測の原単位を設定することが望ましいが、敷地内の井戸より地下水を利用している工場があるため詳細なデータを入手することは極めて困難である。一方、ベトナム国基準では、工業団地の水使用原単位は  $40 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{day}$ 、接続率は 60%と定められているため、この水使用原単位を本調査に適用した。また、2020 年の接続率については、現状の企業入居状況及び工業団地の開発状況を勘案して、チャノック工業団地 90%、トットノット No.1 工業団地 60%、フンフー工業団地 10%と設定した。

4) 無収水率

2012 年の無収水率は、3.1.2 節に示すとおり、都市郡全体平均で約 34%、地方郡全体平均で約 16%であり、目標年度である 2020 年の無収水率は、首相承認 (Decision 2147 AD-TTg) に準拠した。

5) その他

負荷率は及び浄水場の水損失は、ベトナム国基準 (TCXDVN 33/2006) の中央値を採用して、負荷率は 1.15、浄水場での水損失は 7%と設定した。

6) 結論

水需要予測に関する既存の計画 (マスタープラン 2030)、カントー市上下水道公社の実測データ (2011)、並びにベトナム国の基準を基に、本事業で提案する水需要予測のための計画指標を比較し、表 4.3.2 に取りまとめた。

表 4.3.2 水需要予測に用いる計画指標

Category	Item	Unit	Can Tho Master Plan (2020)	Actual in 2011	National Design Criteria			Adopted for 2020	Note
					QCVN 07:2010	QCVN 01:2008	TCXD VN 33:2006		
I	Urban Class I (Urban District)								
	a. Domestic water use								
	Unit water consumption								
	(Urban area)	l/c/d	150	140	≥ 150		200		
	(Sub-urban area)	l/c/d	120	125	≥ 120		150		
	(Industrial zone)	m <sup>3</sup> /ha/d	30	-	40	20	*1	40	*1: Some industries uses both treated water and groundwater.
	(Industries for food, paper, and textile)	m <sup>3</sup> /ha/d			-	-	45	-	
	(Other industries)	m <sup>3</sup> /ha/d			-	-	22	-	
	Service Ratio								
	(Urban area)	%	100	<99	≥ 80		99	99	
	(Sub-urban area)	%	100	<95	≥ 80		95	95	
	(Industrial zone)	%	70	5~65	≥ 60			90, 60	Tra Noc: 90%, Others: 60%
	V	b. Public works and services	%	10	12, 10	≥ 10			
c. Plantation, road maintenance and fire fighting		%	8	8, 5	≥ 8		10		
d. Commercial and urban service		%	-	35, 28	≥ 8		10		
e. Non-revenue water									
(Upgraded system)		%	15		≤ 20	≤ 30		20	
(New system)		%	15	34	≤ 15	≤ 25			
f. Water loss at treatment plant		%	-	6.1 - 12.1	≥ 4	≥ 4		5	
g. Daily peak factor		-	-		-	-		1.15	
Urban Class V (Rural District)									
a. Domestic water use									
Unit water consumption		l/c/d	80	60	≥ 80		100	80	Thoi Lai WTP Co Do WTP
Service Ratio		%	100	<90	≥ 80		90	90	Vinh Thanh WTP Than An WTP
b. Public works and services		%	10	10	≥ 10			10	
c. Plantation, road maintenance and fire fighting	%	8	5	≥ 8		10	5		
d. Commercial and urban service	%	-	20	≥ 8			20		
e. Non-revenue water									
(Upgraded system)	%	15		≤ 20%	≤ 30				
(New system)	%	15	16	≤ 15%	≤ 25		15		
f. Water loss at treatment plant	%	-	6.1 - 12.1	≥ 4	≥ 4		5		
g. Daily peak factor	-	-		-	-		1.15		

Note: \*1: QCVN 07:2010/BXD, Vietnam Building Code Urban Engineering Infrastructures (Criteria)

\*2: QCVN 01:2008/BXD Vietnam Building Code Regional and Urban Planning and Rural Residential Planning (Criteria)

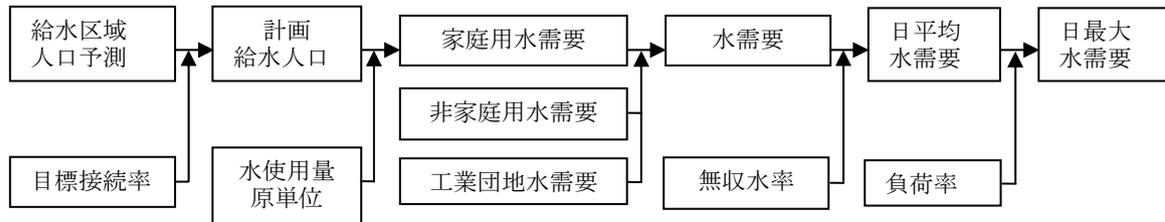
\*3: TCXDVN 33:2006 Water Supply - Distribution System and Facilities Design Standard (Standards)

出典:カンター市マスタープラン 2030

### 4.3.2 2020年を対象とした水需要予測

#### (1) 水需要予測の方法

2.2.2 節に述べた統計総局の人口予測に基づき給水区域人口を予測し、更に、4.3.1 節に述べた水使用量原単位を用いて 2020 年の水需要を予測した。水需要の予測方法は図 4.3.3 に示したとおりである。



出典：JICA 調査団

図 4.3.3 水需要予測の手順

#### (2) 水需要予測

先述の定義、手順に基づいて予測した 2020 年の既存の浄水場を基本とした配水区毎の水需要を表 4.3.3 に示す。

表 4.3.3 2020年における浄水場を基本とした配水区毎の水需要予測

配水区 (浄水場単位)	人口 (千人)	給水人口 (千人)	家庭用 (m <sup>3</sup> /day)	非家庭用水需要			工業団地 水需要 (m <sup>3</sup> /day)	水需要 合計 (m <sup>3</sup> /day)	無収水量 (m <sup>3</sup> /day)	日平均 水需要 (m <sup>3</sup> /day)	日最大 水需要 (m <sup>3</sup> /day)
				行政 (m <sup>3</sup> /day)	公共 (m <sup>3</sup> /day)	商業 (m <sup>3</sup> /day)					
カンターNo.1	173	171	33,932	4,072	2,715	11,876	0	52,595	13,149	65,744	75,606
カンターNo.2	176	174	34,162	4,099	2,733	11,957	0	52,951	13,238	66,189	76,117
チャノック	32	30	5,132	513	257	1,026	10,512	17,440	4,360	21,800	25,070
フンフー	54	52	8,883	888	444	1,777	1,852	13,844	3,461	17,305	19,901
トットノット	55	52	7,800	780	390	1,560	2,496	13,026	3,257	16,283	18,726
オモン	39	38	6,909	691	345	1,382	0	9,327	2,332	11,658	13,407
ボンパン	10	9	1,020	102	51	204	0	1,377	344	1,721	1,979
ロンホア	12	12	1,753	175	88	351	0	2,367	592	2,959	3,403
バラン	24	24	4,736	474	237	947	0	6,394	1,599	7,993	9,192
トイライ	16	14	1,159	116	58	232	0	1,565	276	1,841	2,118
コドゥ	13	12	927	93	46	185	0	1,251	221	1,472	1,693
ビンタン	22	20	1,615	161	81	323	0	2,180	385	2,564	2,949
タンアン	16	15	1,176	118	59	235	0	1,588	280	1,868	2,148

注) 前節の図 3.1.3 に示したように、カンターNo.1 浄水場がカバーする排水区の面積は同じであるが、残りの浄水場はそれぞれがカバーする配水区が拡張されている。

(2012年にカンター市上下水道公社、建設局、カンターPCの間で、2020年における配水区が確定された。)

出典：JICA 調査団

#### 4.4 カントー市水供給改善計画

##### 4.4.1 給水区域

2020年を目標年度とする給水区域は、カントー市建設局、カントー市農業地方開発局、及びカントー市上下水道公社が2012年に決定した計画給水区域図(3.1.2節の図3.1.3参照)に基づいて設定した。上記計画給水区域図に基づいて、各浄水場の配水区域が、カントー市上下水道公社によって拡張される計画である。

##### 4.4.2 浄水場の不足容量

4.3節に示した2020年におけるカントー市の水需要予測より、各浄水場の不足容量は表4.4.1に示すとおりである。カントー市全体の浄水場の容量不足は合計87,000 m<sup>3</sup>/日である。特に都市部の容量不足が顕著であり、カントーNo.1浄水場は21,000 m<sup>3</sup>/日、カントーNo.2浄水場は24,000 m<sup>3</sup>/日の容量が不足する。3.1.2節に示したとおり、現状においても両浄水場の容量は不足し、カントーNo.1浄水場では25%、カントーNo.2浄水場では12%の過剰水生産を行っている状況にある。

表 4.4.1 2020年における浄水場の不足容量

(単位：m<sup>3</sup>/日)

配水区 (浄水場単位)	日平均 水需要	日最大 水需要	浄水場容量(日最大ベース)		
			既存 浄水場	拡張中	不足 容量
カントーNo.1	65,744	75,606	55,000		20,606
カントーNo.2	66,189	76,117	42,500	10,000	23,617
チャノック	21,800	25,070	20,000		5,070
フンフー	17,305	19,901	10,000		9,901
トットノット	16,283	18,726	7,500	2,500	8,726
オモン	11,659	13,407	2,400		11,007
ボンバン	1,721	1,979	2,500		0
ロンホア	2,959	3,403	2,000		1,403
バラン	7,993	9,192	5,000		4,192
トイライ	1,841	2,117	2,500		0
コドゥ	1,472	1,693	480		1,213
ビンタン	2,565	2,949	3,220		0
タンアン	1,868	2,148	720		1,428
<b>計</b>	<b>219,400</b>	<b>252,308</b>	<b>153,820</b>	<b>12,500</b>	<b>87,163</b>

出典：JICA 調査団

##### 4.4.3 水供給改善計画

###### (1) 浄水場の改善

カントー市の水道システムは水需要の増加に伴って、表4.4.2に示す方針で改善する必要がある。なおここでは、カントー市の水道システムが、浄水場単位で管理運営会社が異なることに配慮し、配水区の統廃合は前提としていない。

表 4.4.2 2020 年水供給改善計画

配水区	2020 年水供給改善計画
カントー No.1	浄水場敷地内には拡張用地が無いため、21,000m <sup>3</sup> /日の不足容量は、新規浄水場にて補完する。
カントー No.2	ロンホワ区に給水区域を拡大する計画であり、24,000m <sup>3</sup> /日の増設が必要である。既存の浄水場の敷地内に拡張する。
チャノック	浄水場の容量不足は、チャノック工業団地内の地下水利用規制の適用、及び、近傍に建設予定のオモン工業団地の開発状況に左右される。 6,000 m <sup>3</sup> /日の施設を浄水場の敷地内に拡張する。
フンフー	フンフー工業団地の開発に伴って、配水区域内の都市化が進む可能性を有しており、10,000 m <sup>3</sup> /日の拡張が必要と予想される。 この拡張工事によって、カントー市 2030 マスタープランに定められているフンタン浄水場の整備が不要になる。
トット ノット	9,000 m <sup>3</sup> /日拡張のため、新規に浄水場を建設する必要がある。 トットノット工業団地の企業の入居及び開発状況に応じて、輸出加工工業団地組合と連携して新設浄水場の容量を見直す必要がある。
オモン	区域の拡張とオモン北工業団地の開発により容量の拡張が必要であり、12,000 m <sup>3</sup> /日の新規浄水場が必要である。なお、オモン北工業団地が開発された場合は、新設浄水場の容量を見直す必要がある。
ボンバン	ボンバン浄水場は 2012 年に供用が開始されたところであり、2020 年までは増設が不要である。
ロンホア	2020 年の浄水場容量の不足は約 1,400 m <sup>3</sup> /日である。不足容量は、コンクン浄水場かカントーNo.2 浄水場により補完される必要がある。
バラン	2020 年に向けて 5,000 m <sup>3</sup> /日の浄水場の拡張が必要である。
トイライ	2020 年までの浄水場容量は満足している。
コドゥ	水源が地下水であるため拡張は困難である。 不足容量はハウ川事業により補完することが望まれる。
ビンタン	2020 年までの浄水場容量は満足している。
タンアン	不足容量はハウ川事業により補完することが望まれる。

出典：JICA 調査団

## (2) 無収水率削減対策

### 1) 無収水率削減対策の現状

2012 年上四半期におけるカントー市全体の平均無収水率は 33%となっているが、将来的に 26% (2013)、25% (2015)、18% (2020) へと改善することを目標としている。しかし、具体的なアクションプランはなく、無収水率削減対策にかかる総費用も算出されていない。また、4.2.2 で後述するフランス開発庁によるカントー市への給水計画には無収水率削減対策が盛り込まれる予定だが、この給水計画の実施にも具体的な進展はまだない。

無収水率削減に対する高い設定目標を達成するために、無収水率が 41%、生産水量が 69,000m<sup>3</sup>/day (10%以上の過剰生産) であるカントーNo.1 浄水場の配水区域では特に重

点的に無収水率改善対策を実施する必要がある。

料金収入として回収できない無収水は主に、盗水、漏水、無収公共水、メータ不感水の4つに大別できるが、水道公社では盗水、無収公共水、メータ不感水については正確に把握していないのが現状である。

カントー市上下水道公社の無収水率削減対策部門においては目視、音聴棒、電子式漏水探知器を用いた漏水の確認を 8,000 世帯で実施し、3%に相当する 220 世帯で漏水を確認・修理を行ったが、配水区域内には約 50,000 世帯が存在することから、今後さらに 1000 世帯以上の漏水を修理する必要があると考えられる。

## 2) 無収水率削減対策の提案

無収水率を削減するための手順は対象となる事業者・地域によって異なるため、まず必要なのは、無収水に関してどの程度の状態に置かれているかを把握し、その状態に応じて対策を考えることである。表 4.4.4 に段階的無収水率削減対策を示す。

表 4.4.3 段階的無収水率削減対策

段階	無収水率の目安	無収水削減の主目的	手段
1	35%以上	地上漏水の削減、メータ不感水量の削減	給水管漏水の応急処置、各戸調査、メータ取替、住民啓蒙、(並行して第2段階の準備)
2	35 - 25%	地下漏水の削減、盗水量の削減	正確な管路図の整備、配水管理区画の設定、職員の訓練、高性能機器の採用
3	30 - 25% (2 と重複)	漏水の復元防止	漏水防止作業量の増加、老朽管の更新着手
4	25 - 15%	漏水防止作業の徹底	漏水防止作業の見直し、老朽管更新の加速
5	15 - 5%	漏水防止作業の仕上げ	管路更新の徹底と漏水防止関連部署の合理化
6	5%以下	最低無収水率の維持	必要最小限の無収水削減作業の継続

出典：無収水量管理、水道産業新聞社

この表からわかるように、無収水率が 41%となっているカントーNo.1 浄水場の配水区域のような地域では、給水管漏水の応急処置、メータの取替えを実施するだけでもある程度の無収水率の改善が期待できる。

現在、カントー市上下水道公社では無収水率削減対策への予算が不足しているため、漏水調査などの作業は全て水道公社のスタッフで対応しているが、作業量が膨大であること、漏水調査には熟練の技術を要することから、これらの作業を外部の専門業者に委託し、早急に漏水状況の全容を把握することが重要である。また、それと並行して盗水、無収公共水、メータ不感水に対する削減対策も順次進めていく必要があると考えられる。

## 第5章 BOT 事業に向けた優先事業の選定

### 5.1 優先事業の条件設定

#### 5.1.1 対象区域の選定

4.1 節に示したとおり、優先事業の目標年度は2020年である。事業の実現可能性を確認するために、事業対象区域は次の点を優先的に考慮して選定した。

- 浄水場の容量が大きく不足している地域
- 人口密度が高い地域
- 浄水場からの送配水管に要する投資費用を極力少なくできる地域

2020年の水需要及び人口密度は表5.1.1に示すとおりである。

表 5.1.1 2020年の水需要及び人口密度

配水区域 (浄水場単位)	人口 (千人)	面積 (km <sup>2</sup> )	人口密度 (人/ha)	浄水場 不足容量 (m <sup>3</sup> /日)
カントー No. 1	171	10.8	158	20,606
カントー No. 2	175	38.9	45	23,617
チャノック	31	9.8	32	5,070
フンフー	54	24.1	22	9,901
オモン	39	19	21	11,007
トットノット	54	15.5	35	8,726
ボンバン	10	5.5	18	0
ロンホア	12	6.5	18	1,403
バラン	24	6.9	35	4,192
トイライ	16	12.1	13	0
コドウ	13	8.6	15	1,213
ビンタン	22	19.6	11	0
タンアン	16	13.9	12	1,428
<b>合計</b>	<b>637</b>	<b>191.2</b>	<b>3.3</b>	<b>87,163</b>

出典：JICA 調査団

先述の条件を考慮し、カントーNo.1、カントーNo.2、フンフー、チャノックの各浄水場の配水区域を優先事業の対象地域として選定した。加えて、新設浄水場がオモン地区に建設された場合に限り、オモン浄水場の配水区域を対象区域として加える方針とした。一方、トットノットはこれら市の中心に近い区域と離れており、送水管延長も長くなるため優先プロジェクトの選定対象区域から除いた。更にその他の浄水場については、浄水場の不足容量が少ないために対象区域から除いた。

#### 5.1.2 浄水場候補地の選定

浄水場候補地は次の条件に基づいて選定した。

(1) ハウ川の状況の評価

本調査で実施したオモン 地区の水質調査と、カントー No.1、カントー No.2、フンフー、チャノックの各浄水場の原水の水質調査結果に基づくと、ハウ川沿いの 5 か所の水源水質に大きな問題点は確認されず、水源水質に関する限りこれらの地点は新設浄水場の候補地として問題ないことが明らかとなった。

また、ハウ川の塩水遡上に対しては、過去の記録や 2.1 節に示したメコン委員会の報告に基づくと、これら浄水場に対する影響はないと判断される。

一方、ハウ川の乾季流量は約 1,000m<sup>3</sup>/秒であり、新設浄水場が完成し取水を開始した後もハウ川の維持流量には重要な影響を及ぼすものではないことも検証された。

(2) 浄水場の候補地の選定

一般の私有地や他の公共機関の土地利用と比較すると、カントー市上下水道公社の土地を利用することが望ましく、住民移転問題もなくなるというメリットがある。ただし、カントー市上下水道公社の所有地は、浄水場の建設に利用できる面積が限られるため、浄水場候補地の選定にあたっては、カントー市上下水道公社が所有する土地の利用と私有地の利用とを双方検討した。

カントー市上下水道公社の土地については、調査団はカントー市上下水道公社の処理場候補地としてカントーNo.2、フンフー、チャノックの各浄水場用地を選定した。

一方私有地については、1) 土地の取得可否、2) 移転住民の数、3) 土地開発計画を考慮して、ビントゥイ 郡とオモン郡のハウ川沿いの私有地を浄水場候補地として選定した<sup>1</sup>。

これらの候補地の利用可能な面積及び建設可能な最大浄水容量を表 5.1.2 に示す。

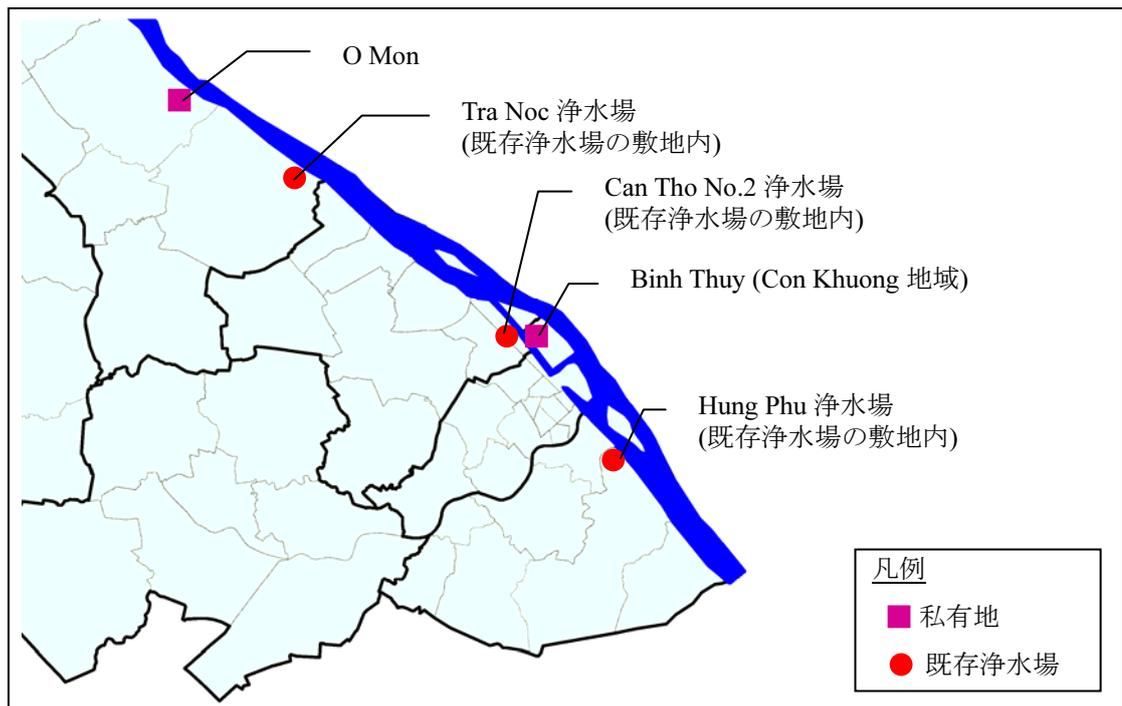
表 5.1.2 各候補地の面積と最大浄水容量

項目	単位	ビントゥイ 郡 私有地	オモン郡 私有地	カントー No.2 浄水場	チャノック 浄水場	フンフー 浄水場
面積	ha	>3.0	>2.5	1.0	0.6	1.0
最大容量	m <sup>3</sup> /day	>100,000	>100,000	50,000	20,000	40,000

出典：JICA 調査団

浄水場の候補地として選定された 5 か所の位置図を図 5.1.1 に示す。

<sup>1</sup> 2012 年 10 月に承認された都市計画において、オモン地域の浄水場候補地としていた私有地は、宅地開発が行われることが決定した。本報告書では、検討実施時どおり同地区を浄水場候補地として、水道システムの比較検討を行う。



出典：JICA 調査団

図 5.1.1 浄水場候補地

### 5.1.3 最適な水道システムのためのケーススタディ

最適な水道システムの確立のため、適正な配水区を考慮して表 5.1.3 にケーススタディを設定した。

ケース 1 及びケース 2 は、浄水場をハウ川近傍の民地に新たに浄水場を建設する場合であり、ケース 3 からケース 5 までは、既存浄水場の敷地内に新たに浄水場を建設する場合である。また、対象地域に浄水を供給するため、送水管を提案した。送水管の延長は表 5.1.3 に示す通りである。

表 5.1.3 最適な浄水システムのためのケーススタディ

ケース	浄水場の場所	浄水場容量 (m <sup>3</sup> /day)	配管延長 (km)	配水地域				
				オモン	チャノック	カントー No.1	カントー No.2	フンフー
1	オモン	70,000	46.5	○	○	○	○	○
2	ビントウイ	60,000	18.2		○	○	○	○
3	カントーNo.2 浄水場内	50,000	14.8		○	○	○	
	フンフー浄水場内	10,000	-					○
4	カントーNo.2 浄水場内	45,000	11.0			○	○	
	チャノック 浄水場内	5,000	-		○			
	フンフー 浄水場内	10,000	-					○
5	カントーNo.2 浄水場内	45,000	11.0			○	○	

出典：JICA 調査団

#### 5.1.4 各ケースの概算事業費の算定

##### (1) 概算事業費算定の目的

2020 年を計画年次とする優先事業として選定した 5 つのケースより最適案を抽出するため技術的評価と共に経済的な評価が必要であり、そのため、概算事業費を算定する必要がある。

##### (2) 積算方法

###### 1) 建設費

###### a) 施設工事費

各ケースの施設位置、施設能力、計画給水量、及び管路ルートに基づき、施設工事費を概算した。概算においては、以下に示すベトナムでの最近の類似水道施設建設工事の工事契約額を参考とした。

- i) タンロン 2 工業団地建設事業 (フンエン省, フェーズ 1 : 2007~2009、及びフェーズ 2 : 2010~現在)
- ii) ノンチャック給水事業 (ドンナイ省, 2007~現在)

###### b) その他費用

- 設計・施工管理費として施設工事費の 5%を計上
- 物理的予備費として、施設工事費と設計・施工管理費の 5%を計上
- 下記想定に基づく補償費を計上:
  - i) 送水管建設 1km 当たりに 10 件
  - ii) 1 件当たりの補償費は 3,000 万ドン (ノンチャック給水事業の例を適用)

###### c) 施設更新費用を以下の想定に基づき計上:

- i) 機械・電気機器の耐用年数は 15 年とする
- ii) 施設工事費に対する更新費用の比率は下記の通りとする:
  - ポンプ、電気機器: 100%
  - 機械設備: 50-75%
  - 配管フィッティング: 5-20%

###### 2) 運転・維持管理費

###### a) 電気代

電気代は必要な電力に運転時間と電力単価を掛けて算出した。各施設の 1 日当たり運転時間は下記の通りとした。

- i) 取水ポンプ: 24 時間

- ii) 浄水施設の電気機器: 10 時間 (平均運転時間)
- ii) 送水ポンプ: 3 台 x 18 時間, 1 台 x 6 時間

電力単価は WSSC の予算を参照して、1kWh 当たり 2,600 ドンとした。

b) 薬品費

薬品費は計画原水量に単位当たり薬品注入量と薬品単価を掛けて算定した。単位当たり薬品注入量と薬品単価は WSSC の予算を参照して表 5.1.4 に示すように設定した。

表 5.1.4 薬品費単価

薬品	薬品注入量 (原水 1m <sup>3</sup> 当たり kg)	薬品単価 (VND/kg)
PAC	0.009	11,760
Cl <sub>2</sub>	0.0021	14,740
Lime	0.0004	4,000

出典: JICA 調査団

c) メンテナンス費

年間メンテナンス費として、電気・機械設備機器費の 0.1~1.0% を計上した。

d) 人件費

人件費は現在の WSSC の予算を参考に算定した。各種手当及び事務所経費を含む人件費単価は以下の通りである。

- i) 浄水場運転スタッフ: 133 百万ドン/年/人
- ii) 送水管路メンテナンス要員及び補助要員: 124 百万ドン/年/人
- iii) マネージャー: 310 百万ドン/年/人

e) 乾燥污泥処分費

乾燥污泥処分費は乾燥污泥発生量 (原水量の 0.01% と想定) に残土処分単価を掛けて算定した。

(3) 各ケースの概算事業費

各ケースの概算事業費を表 5.1.5 に示す。

表 5.1.5 各ケースの概算事業費

ケース	項目	費用 (十億ドン)
ケース 1 (70,000 m <sup>3</sup> /day)	1) 建設費	1,477
	取水施設及び浄水場 70,000 m <sup>3</sup> /day	483
	中継ポンプ場	76
	送水管路 46.5 km	647
	その他費用	167
	施設更新費 (現在価値換算)	104
	2) 運転維持管理費 (22年間の費用合計を現在価値換算)	566
	計	2,043
	30.2 百万ドン/(m <sup>3</sup> /day)	
ケース 2 (60,000 m <sup>3</sup> /day)	1) 建設費	804
	取水施設及び浄水場 60,000 m <sup>3</sup> /day	429
	送水管路 18.2 km	201
	その他費用	95
	施設更新費 (現在価値換算)	79
	2) 運転維持管理費 (22年間の費用合計を現在価値換算)	261
		計
	18.8 百万ドン/(m <sup>3</sup> /day)	
ケース 3 (60,000 m <sup>3</sup> /day)	1) 建設費	748
	取水施設及び浄水場 50,000 m <sup>3</sup> /day, 10,000 m <sup>3</sup> /day	454
	送水管路 14.8 km	137
	その他費用	70
	施設更新費 (現在価値換算)	87
	2) 運転維持管理費 (22年間の費用合計を現在価値換算)	314
		計
	18.7 百万ドン/(m <sup>3</sup> /day)	
ケース 4 (60,000 m <sup>3</sup> /day)	1) 建設費	782
	取水施設及び浄水場 45,000 m <sup>3</sup> /day, 10,000 m <sup>3</sup> /day, 5,000 m <sup>3</sup> /day	504
	送水管路 11.0 km	107
	その他費用	72
	施設更新費 (現在価値換算)	99
	2) 運転維持管理費 (22年間の費用合計を現在価値換算)	353
		計
	20.0 百万ドン/(m <sup>3</sup> /day)	
ケース 5 (45,000 m <sup>3</sup> /day)	1) 建設費	570
	取水施設及び浄水場 45,000 m <sup>3</sup> /day	345
	送水管路 11.0 km	107
	その他費用	54
	施設更新費 (現在価値換算)	64
	2) 運転維持管理費 (22年間の費用合計を現在価値換算)	220
		計
	18.3 百万ドン/(m <sup>3</sup> /day)	

備考：本ケーススタディの現在価値換算の割引率は、過去の類似案件を参考にして年6%とした。

出典：JICA 調査団

### 5.1.5 最適システムの決定

以下の観点からケース 5 を最適システムとして決定した。

- i) 「総費用÷浄水場容量」の指標値（単位建設費）を計算し、ケース 5 が 5 つの選択肢の中では最も事業効率性が高いとの結果が得られた。
- ii) 新設浄水場がカントーNo.2 浄水場敷地内に提案されており、用地取得及び住民移転が不要となる。
- iii) 工業団地開発の進捗を政府組織がコントロールできないことから、状況に応じて大きく水需要が変動し水需要に関するリスクがあるが、本ケースにはフンフー及びチャノック工業団地が含まれていないため、水需要に関するリスクが少ない。

表 5.1.6 に比較の詳細を示す。

表 5.1.6 最適水道システム選定のための比較表

		ケース 1	ケース 2	ケース 3	ケース 4	ケース 5
模式図						
概要		オモン地区に浄水場を建設し、オモン、チャノック、カンターNo.2、カンターNo.1、フンフー地区に送水する。 非常に長い管路敷設を要し、多大な管路コストを要する。また土地収用に期間を要する。	浄水場をビントゥイ地区(カンターNo.2 浄水場の対岸)に建設し、チャノック、カンターNo.2、カンターNo.1、フンフー地区に送水する。送水管路延長はケース1よりはやや短くなるが、カンター川を横断する水管橋は依然必要	既存カンターNo.2 浄水場とフンフー浄水場の敷地内にそれぞれ浄水場を建設する。カンターNo.2 敷地内の浄水場からはチャノック、カンターNo.2、カンターNo.1 地区に送水する。送水管延長はやや短くなる。	既存チャノック、カンターNo.2 及びフンフー浄水場内にそれぞれ浄水場を建設する。カンターNo.2 敷地内の浄水場からはカンターNo.2、そしてカンターNo.1 地区に送水する。送水管延長はやや短くなる。	既存チャノック、カンターNo.2 浄水場内に浄水場を建設し、カンターNo.2、そしてカンターNo.1 地区に送水する。送水管延長はやや短くなる。
対象区域及び2020年の不足容量	O Mon	11,000 m <sup>3</sup> /日	-	-	-	-
	Tra Noc	5,000 m <sup>3</sup> /日	5,000 m <sup>3</sup> /日	5,000 m <sup>3</sup> /日	5,000 m <sup>3</sup> /日	-
	CT-1	20,600 m <sup>3</sup> /日	20,600 m <sup>3</sup> /日	20,600 m <sup>3</sup> /日	20,600 m <sup>3</sup> /日	20,600 m <sup>3</sup> /日
	CT-2	23,600 m <sup>3</sup> /日	23,600 m <sup>3</sup> /日	23,600 m <sup>3</sup> /日	23,600 m <sup>3</sup> /日	23,600 m <sup>3</sup> /日
	Hung Phu	9,900 m <sup>3</sup> /日	9,900 m <sup>3</sup> /日	9,900 m <sup>3</sup> /日	9,900 m <sup>3</sup> /日	-
	計	70,100 m <sup>3</sup> /日	59,100 m <sup>3</sup> /日	59,100 m <sup>3</sup> /日	59,100 m <sup>3</sup> /日	44,200 m <sup>3</sup> /日
浄水場の位置及び容量	オモン	70,000 m <sup>3</sup> /日	ビントゥイ	60,000 m <sup>3</sup> /日	カンター No.2	45,000 m <sup>3</sup> /日
				フンフー	10,000 m <sup>3</sup> /日	
				チャノック	5,000 m <sup>3</sup> /日	
浄水場用地	3.5 ha	2.5 ha	3.0 ha	3.5 ha	2.5 ha	
面積 (ha)	新設浄水場： 30,000 m <sup>2</sup> 増圧ポンプ場： 5,000 m <sup>2</sup>	新設浄水場： 25,000 m <sup>2</sup>	浄水場(カンターNo.2)： 10,000 m <sup>2</sup> 浄水場(カンターNo.2汚泥処分場)： 15,000 m <sup>2</sup> 浄水場(Hung Phu)： 5,000 m <sup>2</sup>	浄水場(カンターNo.2)： 10,000 m <sup>2</sup> 浄水場(カンターNo.2汚泥処分場)： 15,000 m <sup>2</sup> 浄水場(Tra Noc)： 5,000 m <sup>2</sup> 浄水場(Hung Phu)： 5,000 m <sup>2</sup>	浄水場(カンターNo.2)： 10,000 m <sup>2</sup> 浄水場(カンターNo.2汚泥処分場)： 15,000 m <sup>2</sup>	
用地取得	必要(3.5 ha)	必要(約 2.5 ha)	必要(約 1.5 ha)	必要(約 1.5 ha)	必要(約 1.5 ha)	
現状の土地利用	民地/農業用地	民地/農業用地	カンター市上下水道公社用地/浄水場 民地/農業用地	カンター市上下水道公社用地/浄水場 民地/農業用地	カンター市上下水道公社用地/浄水場 民地/農業用地	
用地補償	必要	必要	若干量必要	若干量必要	若干量必要	
配管	送水管	D300 - D800 L=32.5 km	-	-	-	-
	配水管	D400 - D900 L=14 km	D400 - D900 L=18.2 km	D400 - D800 L=14.8 km	D400 - D800 L= 11.0 km	D400 - D800 L=11.0 km
	合計	計 46.5 km	計 18.2 km	計 14.8 km	計 11.0 km	計 11.0 km
費用 (十億ベトナムドン)	取水施設及び浄水場	483	429	454 (367 (CT2)+ 87 (Hung Phu))	504 (345 (CT2)+72 (Tra Noc)+ 87 (Hung Phu))	345
	中継ポンプ場	76	-	-	-	-
	送水管路	647	201	137	107	107
	エンジニアリング	167	95	70	72	54
	施設更新	104	79	87	99	64
	運転・維持管理	566 (22年間)	261 (22年間)	314 (22年間)	353 (22年間)	220 (22年間)
	Total	2,043	1,065	1,062	1,135	790
Total Cost / Capacity		30.2 百万 VND/ m <sup>3</sup>	18.8 百万 VND/ m <sup>3</sup>	18.7 百万 VND/ m <sup>3</sup>	20.0 百万 VND/ m <sup>3</sup>	18.3 百万 VND/ m <sup>3</sup>
評価		5位	3位	2位	4位	1位

出典：JICA 調査団

## 5.2 計画浄水場の設計

### 5.2.1 設計概要

計画浄水場は、既存のカントー No.2 浄水場に隣接する場所に建設する。建設予定場所は、現在カントー No.2 浄水場の汚泥の排出先として一部使用されており、面積は 0.95 ha である。

計画浄水場の処理量は、水需要予測を基に算出し 45,000 m<sup>3</sup>/日とした。水処理プロセスは、カントー市の既存の浄水場と同じ急速ろ過方式を採用、その他の主要施設は表 5.2.1 に、水処理施設配置は図 5.2.1 に示す。

表 5.2.1 浄水場の主要施設

設備名称	数量	仕様
取水ポンプ	3 台	容量: Q=16.5 m <sup>3</sup> /min (2 台 + 1 台 予備, 回転数制御タイプ)
着水井	1 井	流出堰による急速攪拌
フロック形成池	4 池	迂流式
沈殿池	4 池	上向流式 傾斜管付き , 底部ホッパータイプ
塩素混和地	1 池	迂流式
急速ろ過池	8 池	一定流入, 自然平衡形, 自己逆流洗浄タイプ
浄水池	2 池	フラットスラブ構造 V=7,500 m <sup>3</sup>
配水ポンプ	3 台	容量: Q=23.5 m <sup>3</sup> /min (2+1 予備)
逆洗排水槽	1 基	V=400 m <sup>3</sup>
汚泥貯留槽	1 基	V=35 m <sup>3</sup>
天日乾燥床	10 床	コンクリート構造 , 30 m x 45 m x 1.2 m x 10 床
管理事務棟	1 棟	事務所、分析室、機械室、会議室、薬品室、その他

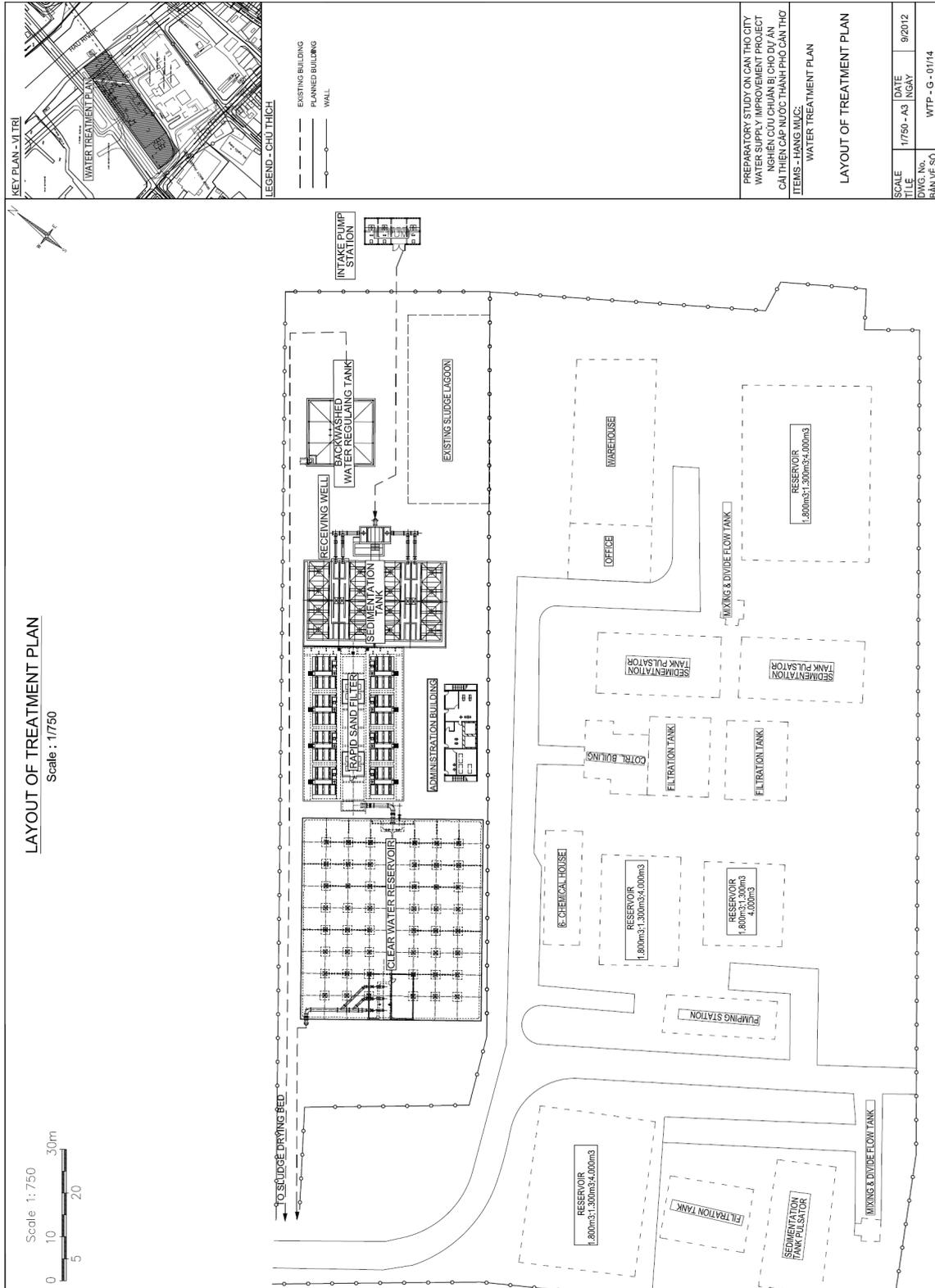


図 5.2.1 計画浄水場 配置平面図

出典：JICA 調査団

### 5.2.2 自然条件

ハウ川は干潮河川であり、その水位差は最高水位（標高）+2.05m から最低水位-1.55m までとなっている。これに対し、本調査で実施した地形測量では用地内の地盤は標高+0.7m から+3.18m の範囲で変化している。したがって、浄水場内の施工基面は場内のほぼ平均高さである+2.20m に設定した。

計画浄水場内では、2か所でボーリング調査を実施した。ボーリングで得られた土質柱状図を図 5.1 に示す。地表の標高+2.30m から - 30.7m までは極めて軟弱な粘土層が続いている。この層の標準貫入試験による N 値は 0~1 であり、粘着力も 0.6~0.7 t/m<sup>2</sup> と小さい。-30.7m 付近で土層は砂交じり粘土に変化し N 値は 7 から 9 を示す。最初の硬い層は - 38.7m で現われ、土質は細砂で N 値は 29~35、その層厚は約 6 m である。-44.7m で再び軟らかい地盤に変わり N 値は 6 にまで低下する。この層は - 49.7m まで続きその層厚は約 5 m である。この層の下に N 値 42~46 の層があるが、その層厚は 2m しかない。

このような土質条件の下では、構造物は自重による圧密沈下を防ぐためコンクリート杭で支持する必要がある。杭の支持地盤は-38.7m より深い土層で N 値 30 を設計に採用した。なお、地表から-30.7m の間の摩擦力は杭の設計に考慮すべきではない。この土質条件に基づき、配水池や排水池のように深い位置まで掘削する必要のある構造物では、鋼矢板などの土留めが必要である。

### 5.2.3 プロセスのフロー

計画浄水場のプロセスのフローを図 5.2.3 に示した。

# HÌNH TRỤ HỐ KHOAN (BORING LOG)

Công trình(Project) : NHÀ MÁY NƯỚC CẦN THƠ (CAN THO CITY WATER SUPPLY IMPROVEMENT)

Ngày khoan(Boring date) : 08-09/8/2012

Hố khoan(Bore hole) : HK1 Tỷ lệ(Scale) : 1/350

Giám sát bên A(Supervisor) : NGUYỄN THẾ KHOA

Cao độ(Altitude) : 2.293m

Giám sát bên B(Supervisor) : Taisuke WATANABE

Máy khoan(Drilling machine) : XY-1

Phương pháp khoan xoay sử dụng bentonite

Mức nước tĩnh(Elevation ground water) : -0.56m

(Drilling method Percussion & Revolve used Bentonite)

Tỷ lệ(Scale) (m)	Tên lớp(Stratum No)	Cao độ(Altitude)	Độ sâu lớp (Depth) (m)	B-dày lớp(Thickness)	TRỤ CẮT (STRATUM LOG)	Số hiệu và độ sâu mẫu (Sample No-Samp. depth)	MÔ TẢ (DESCRIPTION OF MATERIAL)	THÍ NGHIỆM XUYỀN TIÊU CHUẨN (STANDARD PENETRATION TEST)					Số hiệu và độ sâu SPT (Sampling and depth SPT)					
								Số búa tưng với 15cm (Blows per reach 15cm)			N	Biểu đồ SPT (CHART SPT)						
								15cm	15cm	15cm		10		20	30	40	50	
0.0		2.293	0.00					0	0	0	0							SPT1-1 2.0 - 2.45
3.5								0	0	0	0							SPT1-2 4.0 - 4.45
7.0						HK1-UD1 7.5 - 8.0		0	0	0	0							SPT1-3 6.0 - 6.45
10.5								0	0	1	1							SPT1-4 8.0 - 8.45
14.0								0	0	0	0							SPT1-5 10.0 - 10.45
17.5	1		33.0				Bùn sét lẫn cát, màu xám xanh Organic clay with sand, greenish grey $C=0.61t/m^2, \Phi=5.0^\circ, \gamma=1.63t/m^3$	0	0	0	0							SPT1-6 12.0 - 12.45
21.0						HK1-UD2 19.5 - 20.0		0	0	1	1							SPT1-7 14.0 - 14.45
24.5								0	0	0	0							SPT1-8 16.0 - 16.45
28.0								0	0	0	0							SPT1-9 18.0 - 18.45
31.5						HK1-UD3 29.5 - 30.0		0	0	1	1							SPT1-10 20.0 - 20.45
35.0	2	-30.707	33.00				Sét - Sét lẫn cát, màu xám xanh Trạng thái dẻo mềm Clay - Clay with sand, greenish grey Medium stiff $C=1.7 t/m^2, \Phi=7.4^\circ, \gamma=1.73t/m^3$	0	0	1	1							SPT1-11 22.0 - 22.45
38.5						HK1-UD4 39.5 - 40.0		0	0	0	0							SPT1-12 24.0 - 24.45
42.0								0	0	0	0							SPT1-13 26.0 - 26.45
45.5	3	-38.707	41.00			HK1-D5 44.5 - 45.0	Cát hạt mịn, màu xám xanh, kết cấu chặt Fine grained sand, greenish grey, dense	0	0	1	1							SPT1-14 28.0 - 28.45
49.0	4	-44.707	47.00			HK1-UD6 49.5 - 50.0	Sét, màu xám xanh, trạng thái dẻo mềm Clay, greenish grey, medium stiff $C=2.0t/m^2, \Phi=6.8^\circ, \gamma=1.74t/m^3$	0	0	1	1							SPT1-15 30.0 - 30.45
52.5	TK	-49.707	52.00				Sét, màu xám xanh, trạng thái cứng Clay, greenish grey, hard	1	3	4	7							SPT1-16 32.0 - 32.45
56.0	5	-51.707	54.00			HK1-UD7 54.5 - 55.0	Sét - Sét lẫn cát, màu xám nâu, xám xanh Trạng thái dẻo cứng Clay - Clay with sand, brownish grey greenish grey, stiff $C=3.5t/m^2, \Phi=14.5^\circ, \gamma=1.95t/m^3$	1	3	4	7							SPT1-17 34.0 - 34.45
59.5								1	3	4	7							SPT1-18 36.0 - 36.45
63.0		-57.707	60.0			HK1-UD8 59.5 - 60.0		1	4	4	8							SPT1-19 38.0 - 38.45
								2	4	5	9							SPT1-20 40.0 - 40.45
								8	10	19	29							SPT1-21 42.0 - 42.45
								9	13	21	34							SPT1-22 44.0 - 44.45
								10	15	20	35							SPT1-23 46.0 - 46.45
								2	3	3	6							SPT1-24 48.0 - 48.45
								2	3	3	6							SPT1-25 50.0 - 50.45
								14	19	27	46							SPT1-26 52.0 - 52.45
								14	18	24	42							SPT1-27 54.0 - 54.45
								7	7	8	15							SPT1-28 56.0 - 56.45
								5	5	6	11							SPT1-29 58.0 - 58.45
								5	7	9	16							SPT1-30 60.0 - 60.45

出典: JICA 調査団

図 5.2.2 計画浄水場予定地のボーリングデータ

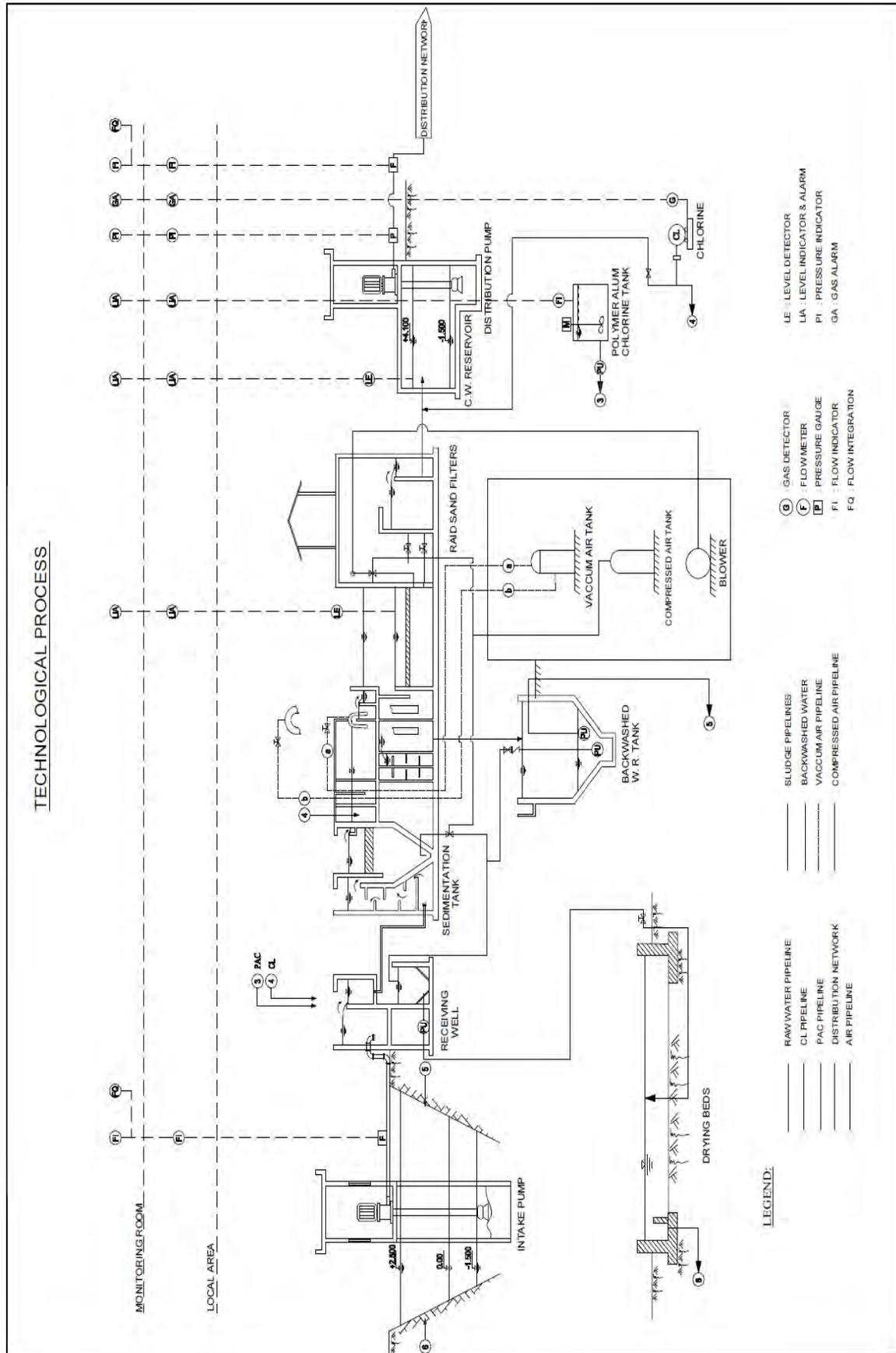


図 5.2.3 計画浄水場 フローシート

出典：JICA 調査団

### 5.2.3 水処理設備

#### (1) 取水ポンプ及び取水設備

取水設備は、既設浄水場の取水設備が設置されているカイルオン運河上流に設置する。設備の建屋はコンクリートで建設し、運河に杭で固定する。取水設備には、ポンプ3台（内1台予備）及びコントロール盤を設置し、取水配管は建屋内に敷設する。取水設備から浄水場までは桁橋を架けることとする。

ポンプ容量は3台共同じ  $16.5 \text{ m}^3/\text{min} \times 15 \text{ m}$  とする。固定スピードタイプと電圧可変周波数制御 (VVVF) タイプを使用した場合の技術面及び経済性を比較した結果、VVVF 制御を採用することとした。選定理由は下記の通り。

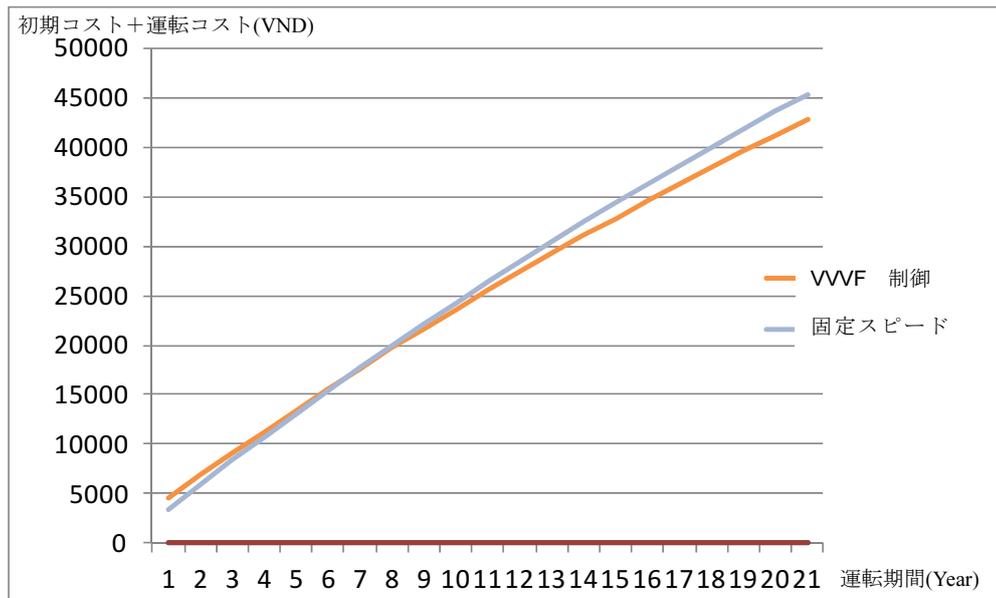
運河の水位は潮の満ち引きによって異なり最大で 3.5 m の差ができるが、この差はポンプの最大揚程の 23% にあたる。一般的に VVVF 制御タイプの初期コストは高いが、固定スピードタイプでは、満潮時など水位が上昇した場合吐出流量を下げるために流量コントロール弁で制御するためエネルギー損失が生ずるが、VVVF 制御では流量の変動をモーターの回転数で制御するためエネルギー損失は小さくなり、その結果電気代が節約できる。固定スピード制御タイプと VVVF タイプのコスト比較を表 5.2.2 に示す。詳細は添付資料 B5 を参照。

表 5.2.2 固定スピードタイプと VVVF 制御タイプのコスト比較表

比較項目	VVF 制御タイプ	固定スピードタイプ
初期コスト	2,232,1x10 <sup>6</sup> VND	850.3x10 <sup>6</sup> VND
必要電気量	86.1 ~ 110.3kWh	112kWh
電気消費量	897,700kW/年	984,500kW/年
電気料金	2,600VND/kW	2,600VND/kW
年間の電気代	2,334.1x10 <sup>6</sup> VND	2,560.2 x10 <sup>6</sup> VND
コストの損益分岐点	6 ~ 7 年後 (図 5.2.4 参照)	

出典: JICA 調査団

この比較表の初期コストには、ポンプやモーターなどの両制御で共通となる項目は除外し、それ以外の項目を初期コストとし、現在価値で評価し割引率は 2% とした。コストの損益分岐点は運転開始後 6~7 年となる。



出典: JICA 調査団

図 5.2.4 累積現在価値コスト

(2) 導水管

導水管の口径は 700mm、材質は铸铁管とし、取水設備から着水井へ敷設される。原水流量計は超音波タイプとし、流量は管理事務棟にある モニタリング室にあるモニターで監視する。PAC の注入率はこの流量値を基に調整する。

(3) 着水井

着水井の滞留時間は 1.5 分である。オーバーフロー管を設置し水が水槽から溢れる事を防ぐ。

着水井に入った原水は、堰で流量を 2 分する。凝集剤 PAC は堰の上で注入し水の落下するエネルギーを用いて急速攪拌を行う。前塩素は藻の発生を防ぐために季節によって注入管理する。

(4) フロック形成池

フロック形成池は 4 池あり、凝集剤を混和した水は着水井から送られる。各池には水平迂流を起こすためにバッフル壁が設置した長い水路があり滞留時間は 15 分とした。フロック形成は、バッフル壁により生じる迂流よって起こる。水路を流れる流速は 10～25cm/秒である。この流速によりフロックや浮遊物 (SS) は水路に溜まることなく流れるが、水路の底はテーパになっているため汚泥が蓄積しやすく水で洗い流す必要がある。排水や排泥は自然流下で逆洗排水槽へ流出される。

フロック形成池は、2つのフロック形成池と 2つの沈殿池が一体化した構造物となっており、これらの構造は杭基礎で支持される。

(5) 沈殿池

カントー市上下水道公社では、パルセーターやアクセレーターと呼ばれる沈殿池を運転している。計画浄水場にこのタイプの沈殿池を適用すると沈殿池の表面積は 650 m<sup>2</sup> 必要であり、表面負荷は 50mm/min となる。しかし、計画浄水場の敷地面積は十分になく沈殿池のサイズを小さくするために、沈降装置を設置する。沈降装置には傾斜管を設置した。

この沈殿池の長所は、パルセーターに比べて、底部にホッパーがあるため汚泥が濃縮され、排水・排泥量が小さくなり水の損失量が少ないこと、機械（駆動）装置を設置しないこと、運転やメンテナンスが容易なことである。

(6) 中間塩素混和池

中間塩素混和池は、沈殿池と急速ろ過池との間に設置される。滞留時間は 15 分とし、塩素混和池には水平迂流を起こすためにバツフル壁が設置され、バツフル壁により生じる迂流によって塩素を混和する。

中間塩素を行うことにより、ろ過池内の生物の増殖を防ぐことや、塩素によるマンガンの酸化が起こり、ろ過池でのマンガン除去が期待できる。急速ろ過池は自己逆流洗浄タイプのため、塩素を含んだろ過水で逆洗することができ、集水装置の汚染防止にもなる。塩素混和池と急速ろ過池は一体構造となっている。

(7) 急速ろ過池

急速ろ過池には、グリーンリーフ・フィルターと呼ばれる自然平衡形、自己逆流洗浄タイプのろ過設備を採用する。ろ過速度は 150 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/日及び逆洗速度は 0.8 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/分とした。空気逆洗設備及び逆洗排水トラフが各々のろ過池に設置される。流入や逆洗排水はサイホン設備によって行われる。

ろ過設備の特徴を下記に述べる。

- i) 逆洗ポンプが不必要のため、O&M コストが低減される。
- ii) ろ過水の流入量調節設備が不必要であり一定流入は自然に行われる。ろ過水位はろ過池での水頭損失によって上昇し、ある水位に達した時に手動で逆洗をおこなう。又ろ過水位が高水位に達した時は自動的に流入を停止する。
- iii) 流入及び逆洗排水用に 2 種類のサイホンがろ過池に設置されている。これらのサイホンは小さい真空ポンプと真空タンクでコントロールする。このシステムはバルブによって行われる他のシステムよりも、トラブルが少ない。
- iv) 短所は、通常のろ過池に比べて 1.0 m 程余分に高さが必要となるが、大きな問題とはならないし O&M が容易となる。
- v) ろ過池には其々水位計が設置され、その水位および高水位等の警報は管理事務棟に

あるモニタリング室で監視することができる。浄水場の運転員はそれらの情報もとに逆洗のタイミングを決める。

(8) 浄水池

浄水池はフラットスラブ構造とし、仕切壁で2池に分かれている。滞留時間は4時間、容量は7500 m<sup>3</sup>とした。サイズは45 m x 20 m x 4.2 m H x 2 (池)である。最低必要滞留時間は、3.5時間とした。詳細検討結果は添付資料 B6 を参照。

後塩素は浄水池に注入される。浄水池への流入口近くには、バッフル壁を設け塩素の攪拌を行うようにした。流入口には壁に仕切られた小さな部屋があり、2つの開口が設置され、2池の浄水池と繋がっている。流出側にも壁に仕切られた部屋があり、同様に其々の池と繋がっており、流出を止めたい場合、開口を角落として閉じることができる。この部屋には配水ポンプを上部に設置した。

浄水池にはオーバーフロー管を設置し、越流水は川へ自然流下で流れるようにした。浄水池の排水は、浄水池の底面が川の水面より低いいため、仮設水中ポンプなどを設置して排水することとした。また、浄水池には水位計を設置し、水位を管理事務棟にあるモニタリング室で監視するようにした。

(9) 配水ポンプ

配水ポンプ3台(内1台予備)は配水ポンプの建屋に設置した。ポンプの仕様は23.5 m<sup>3</sup>/分 x 40 m、斜流式縦型タイプの電圧可変周波数制御 (VVVF) とする。水圧は、配水ポンプが一日を通して最低送水圧力である0.1MPaとなるよう制御を行う。

配水ポンプについても、固定スピードタイプ及び VVVF 制御タイプについて比較検討を行った。水圧条件は管網計算より、運転についてはトットノット 浄水場のデータを参考に検討した。固定スピードタイプと VVVF 制御タイプのコスト比較を表 5.2.3 に示す。詳細は添付資料 B7 を参照。

表 5.2.3 固定スピードタイプと VVVF 制御タイプのコスト比較表

比較項目	VVVF 制御タイプ	固定スピードタイプ
初期コスト	4251x10 <sup>6</sup> VND	1275x10 <sup>6</sup> VND
必要電気量	86.5 – 110.3kWh	199kWh
電気消費量	1,646,800kW/年	3,050,670kW/年
電気料金	2,600VND/kW	2,600VND/kW
1年間の電気代	4,281x10 <sup>6</sup> VND	7,931x10 <sup>6</sup> VND
コストの損益分岐点	1年	

出典: JICA 調査団

VVVF 制御のコストの損益分岐点は運転開始後 1 年となり、また VVVF 制御タイプの電気代は固定スピードタイプの 54%程度であった。流量計及び圧力計は浄水場内に敷設される配水配管に設置され、その値は管理事務棟にあるモニタリング室で監視することとした。

#### (10) 逆洗排水槽

逆洗排水槽は、急速ろ過池からの逆洗排水を受け入れる。水槽の容量は 1 回の逆洗排水量と同じ 400 m<sup>3</sup> とした。排水は数時間槽に滞留し、水槽内に設置した 2 台の水中ポンプによって排水される。2 台の水中ポンプの内 1 台は、水槽の中間に設置し上澄水を運河へ放流することとした。ポンプの運転は水槽の水位やタイマーの自動運転とした。残りの 1 台は水槽の底に設置し汚泥を手動運転にて汚泥貯留槽へ送る。

#### (11) 汚泥貯留槽

汚泥貯留槽は着水井と一体構造となっており、水槽の容量は 35 m<sup>3</sup> とした。沈殿池からの汚泥は定期的に水槽へ排泥される。汚泥ポンプは 2 台設置 (内 1 台予備)、一軸ネジタイプとし、着水井の下部のポンプ室に設置する。ポンプは水槽の水位によって自動運転する。

#### (12) 汚泥乾燥床

汚泥貯留槽の汚泥は汚泥乾燥床へ送られる。汚泥は太陽の光や風などで脱水される。汚泥乾燥床はコンクリート構造であり、コンクリートの仕切壁で幾つかの乾燥床に分かれる。乾燥床の底部は地下水を防ぐために砂層にし、乾燥をし易くする。

### 5.2.4 薬品及び貯蔵室

#### (1) 凝集剤

既設浄水場では、粉体 PAC (酸化アルミ含有率 30%) を使用しているが、今回下記の利点から液体 PAC (酸化アルミ含有率 10%) の使用を計画した。

- i) 運用にかかるコストが安い。コストの比較は表 5.2.4. 参照。
- ii) 粉体 PAC と比較して、フロックの沈降速度が高く、適正注入率が低い。
- iii) 粉を溶かす作業が不必要になるなど取扱が容易になる。
- iv) 粉の袋などからのゴミが PAC 貯留槽に入ることがなくなるため、PAC 注入ポンプの詰りがなくなる。

表 5.2.4 粉体 PAC と液体 PAC のコスト比較表

PAC	単 価 (VND/kg)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Cost (VND/kg)	運 賃 (VND/kg)	(3)=(1)+(2) (VND/kg)
粉 体 (30%)	11,760	39 200	67	39,267
液 体 (10%)	3,000	30,000	200	30,200

出典 JICA 調査団

容量 20 m<sup>3</sup> の PAC 貯留槽 2 台を管理事務棟の薬品室に設置する。貯留槽の貯留時間は、雨期で 15 日間、乾期で 45 日間とした。PAC 注入ポンプはダイヤフラムタイプとし、着水井へ注入される。

## (2) 消毒剤

計画浄水場では消毒剤として液化塩素を使用する。液化塩素は 1 トンボンベで浄水場の管理事務棟にある塩素室に設置される。塩素室の床は 0.5m 低くなっており、塩素ガスが漏れた時にも一定時間室内に滞留する構造とした。塩素ガスが漏れた時は、ガス漏洩検知器が感知して、事務管理棟にあるモニタリング室に通報する。塩素室には、ボンベ用の計量機を設置して、塩素ガスの残量を監視する。

## 5.2.5 管理事務棟

管理事務棟は 1) 機械室、2) 作業所、3) 薬品室、4) 塩素室、5) モニタリング室、6) 水質分析室、7) 事務所、8) 会議室、9) その他で構成される。機械室には、逆洗用ブロワー及び空気作動弁用のエアーコンプレッサを設置する。

管理事務棟は 2 階建てとし、1 階には機械室、作業所、薬品室、塩素室、2 階にはモニタリング室、水質分析室、事務所、会議室及びトイレを設置する。また管理事務棟から急速ろ過池へ渡る歩廊を設置する。

## 5.2.6 電気及び機械設備

### (1) ポンプ設備

取水ポンプ及び配水ポンプはこの計画浄水場の主要な機器であり制御方法には VVVF 制御タイプを採用する。この制御方法については前項で比較検討を行っている。メンテナンスのために、取水設備に電動チェーンブロック (3 トン、3.5 トン) を設置する。

急速ろ過池の空気逆洗用にルーツタイプのブロワーを機械室に設置する。

容量は 10.8 m<sup>3</sup>/min x 60kPa x 18.5kW である。

逆洗排水槽の水中ポンプは 1 台は上澄み排出用、もう 1 台は排泥用とする。

汚泥貯留槽に設置するポンプは、汚泥濃度 2% 以上の汚泥を天日乾燥床へ排出するために一軸ネジポンプとする。

PAC 注入ポンプはダイアフラムタイプとし、ストロークにより注入量を調整する。PAC は強酸性薬品のため、ポンプの本体及び部品類の材質はステンレス等の耐防食性とし配管材質は PVC とする。

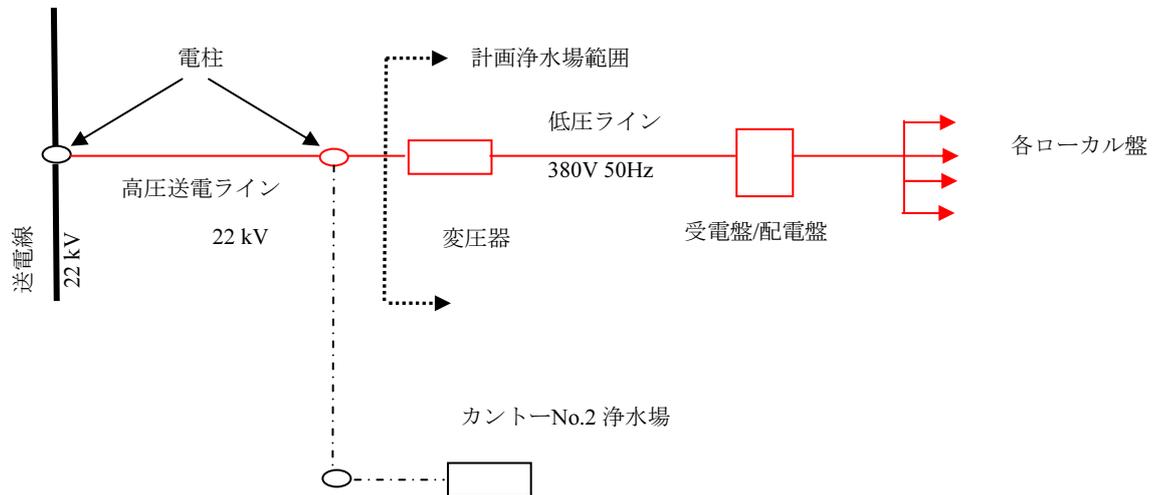
(2) 受電設備

計画浄水場はカントー電力公社より電源を供給される。2012 年 7 月 10 日に JICA 調査団とカントー電力公社と打ち合わせを行い下記のことを確認した。

- i) 計画浄水場の最大電気負荷は概ね 700kW である
- ii) 計画浄水場への電源供給ラインは、カンマンタン No.8 通りに敷設されている 22 kV 高圧線又はカントー No.2 浄水場の既存送電線から分岐される。
- iii) 電源供給ラインは上記分岐店から計画浄水場内に設置される受電点までは高圧の 22 kV で送電される。
- iv) 供給電源は計画浄水場内に設置される変圧器によって低圧の 380V に変圧される。
- v) 上記 iv) 項までの全ての設置工事はカントー電力公社にて実施され、iv) 項以降は特別目的会社によって実施される。

受電用変圧器は電気室近傍にある浄水池の上部に設置される。380V に変圧された主電源は電気室内に設置される受電盤に接続された後、各設備に配電される。各設備には、個別機器の負荷開閉や制御が行われるローカル盤を設置される。

図 5.2.5 に概略の系統を示す



出典: JICA 調査団

図 5.2.5 電源供給系統図

(3) 非常電源供給設備

2009 年から 2011 年の記録によると、カントー市では時々停電が起きている。よって停

電時でも浄水場が適切な運転をするためには、発電機が必要である。

発電機からは下記機器へ電気を供給する。

表 5.2.5 非常電源設備の電気負荷リスト

機器名称	数 量	容量 (kW)
取水ポンプ	1 台	60
配水ポンプ	1 台	220
薬品機器類	1 式	5
事務所その他	1 式	15
合計		300

出典: JICA 調査団

無停電電源装置 (UPS) をモニタリング室に設置し、計装設備及び運用記録システムなどに電源を供給する。

#### (4) 制御と監視システム

計画浄水場は 7 つの設備に分けられる。1) 取水ポンプ設備、2) 着水井設備、3) 沈殿池設備、4) 急速ろ過池設備、5) 配水ポンプ設備、6) 汚泥処理設備、7) 薬品注入設備、これらの設備の運転状態はモニタリング室のモニターで監視することができる。塩素の漏れなど運転員や近隣への危険事象の警報もモニタリング室へ送られる。詳細な情報は図 5.2.2 参照。

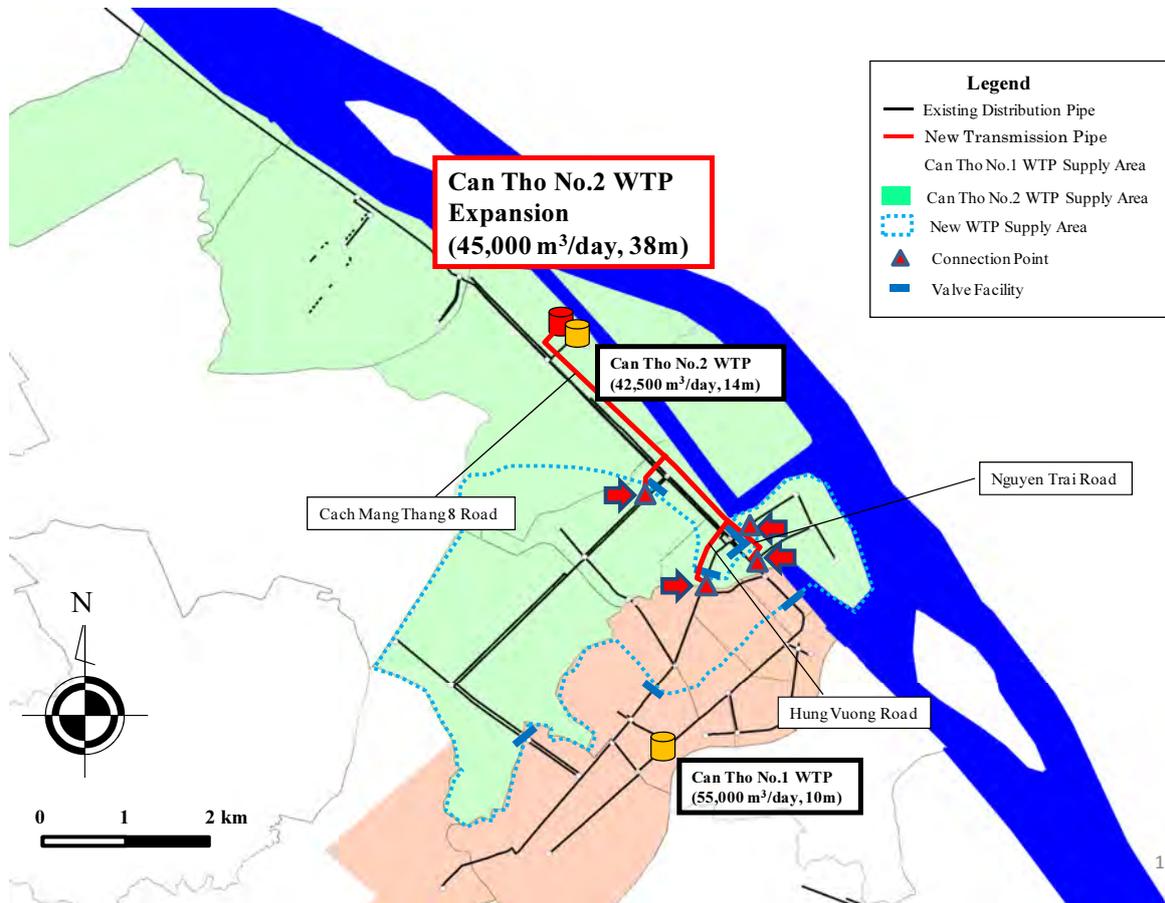
其々設備の機器はローカル盤から手動で運転または調整する。ただし、取水ポンプ及び配水ポンプの一部自動運転する。取水ポンプは流量一定制御とし、設定した流量となるよう回転数制御を行う。配水ポンプは、流量と水圧から、配水地区の水圧が最低 0.1MPa となるよう回転数制御を行う。

急速ろ過池の逆洗開始は手動で行うが、逆洗工程は自動で進む。

### 5.3 送水システム

#### 5.3.1 送水システムの概要

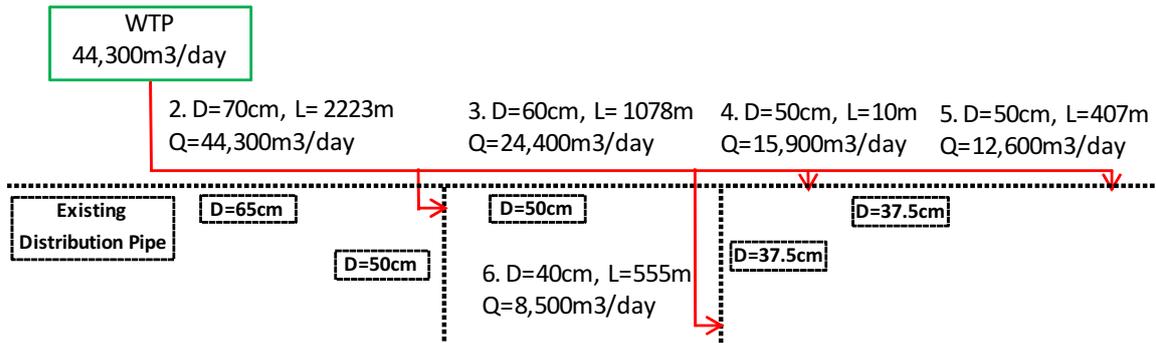
本事業の新規送水システムでは提案する浄水場から既存のカントーNo.1 浄水場及びカントーNo.2 浄水場の配水区域の一部に送水することとする。図 5.3.1 に新規送水システムの概要図を示す。



出典：JICA 調査団

図 5.3.1 新規送水システムの概要図

新規送水システムでは、提案する浄水場からの送水によって既存配水区域の水圧を高め、かつ既存浄水場からの水供給を妨げないためバルブで区画分けを行う等の対策を施した。また、損失水頭を減らし、敷設費用を安くするために送水管路の延長は極力短くし、水理計算と経済比較から最適な管径を算出した。図 5.3.2 に新規送水管路の諸元を示す。



出典：JICA 調査団

図 5.3.2 新規送水管路の諸元

### 5.3.2 送水管路の敷設

#### (1) 敷設ルート

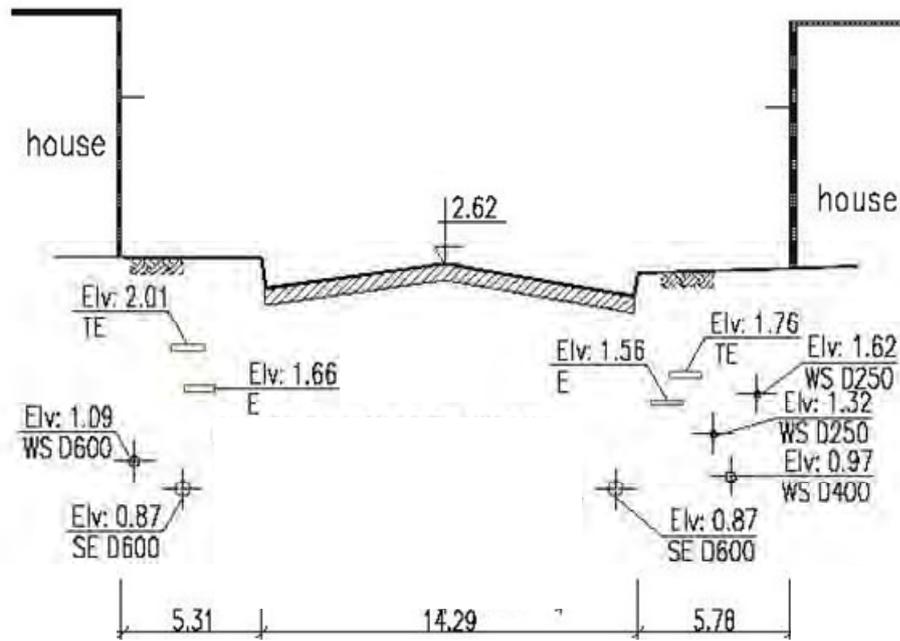
送水管路は浄水場より、国道カクマンタン No.8 通りに沿って敷設し、トイビン区の交差点で分岐する。一方は国道グエンタイ通り、もう一方は国道フンブン通りに沿って敷設し、合計 4 箇所の接続点から既設配水管路に送水をおこなうこととした。送水管路の全体配置図は別添図面集の G-1/1 に示した。

#### (2) 既存地下埋設物

上述した国道の道路幅は 13m ~ 18m、歩道幅は 5 m となっており、地下には電話線、配水管、下水管、送電線が埋設されている。これらの埋設深は以下の通りである。

- 電話線 : 1.0 - 1.2 m
- 配水管 : 0.7 - 1.5 m
- 下水管 : 0.3 - 2.0 m
- 送電線 : 1.0 - 1.2 m

国道の既存地下埋設物の例を図 5.3.3 に示す。



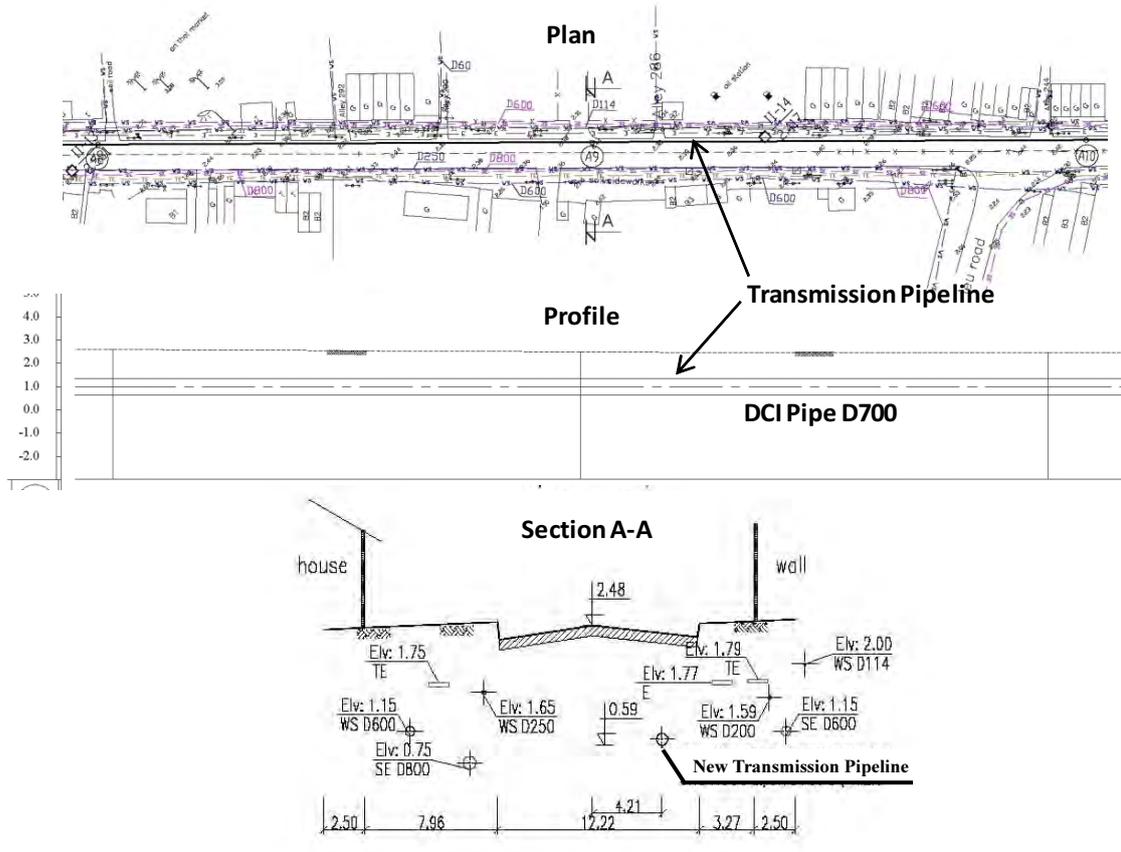
備考：TE:電話線、WS:配水管、SE:下水管、E:送電線、Elv:管底高  
出典：JICA 調査団

図 5.3.3 国道の既存地下埋設物

上図に示すように国道の下には既に地下埋設物が多数設置されており、新規送水管を歩道下に敷設するのは困難であるため、基本的に車道の下に敷設することとした。なお、敷設予定地の国道カクマンタン No.8 通りでは道路拡張計画が存在するが、予算不足のため近年は作業が全く行われていない。

### 5.3.3 送水管路の平面、縦断線形計画

新規送水管は車道端部、道路の中心から 4~5m の占用位置に敷設する。ベトナム国の設計基準に準拠して新規送水管路の土被りは既設管との交差箇所を除き、基本的に 1.2m とする。管路の平面、縦断図を別添図面集の PL-1/12~12/12 に、送水管路配置例を図 5.3.4 に示す。



備考：TE:電話線、WS:配水管、SE:下水管、E:送電線、Elv:管底高  
出典：JICA 調査団

図 5.3.4 送水管路配置例

### 5.3.4 管種の選定

新規送水管の管種の選定のため表 5.3.1 に示す比較検討を行った。

表 5.3.1 管種の比較検討結果

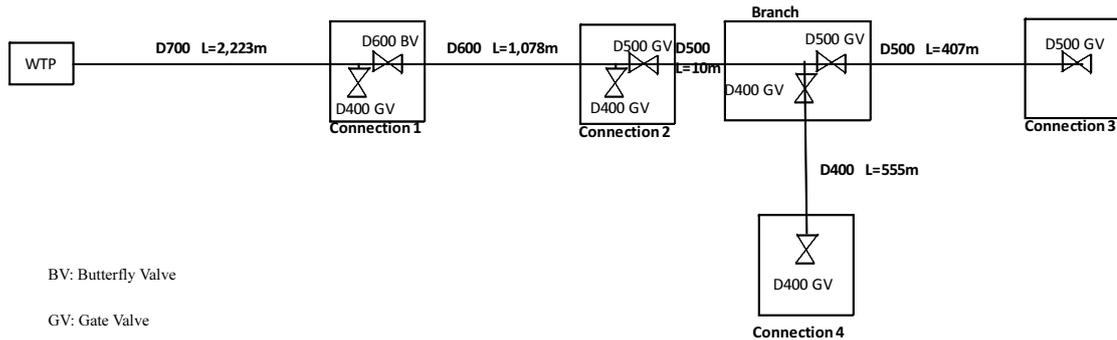
	ダクタイル鋳鉄管	鋼管
施工性	- 施工性がよい - 特殊な技術、機具を必要としない	- 溶接技術者が必要 - 厳格な品質管理が必要 - 乾燥状態での施工が必要
	◎	△
材料単価 (管径 400 mm)	3,250,000 VND/m	1,907,000 VND/m
	○	◎
敷設・土工単価 (管径 400 mm)	1,200,000 VND/m	2,100,000 VND/m
	◎	△
耐久性	- 高い耐久性を有する	- 電食に対する防護が必要
	◎	△
WSSC での使用実績	管径 250mm 以上の管路ではダクタイル管が標準的に使用されている。	ベトナム国では高水圧区間や河川横断等の特殊区間を除き、使用される例が少ない。
	◎	△
総合評価	◎	△

出典：JICA 調査団

ダクタイル鋳鉄管は WSSC における使用実績が多数あり (管径 300mm 以上の管の 90% がダクタイル鋳鉄管)、また WSSC もダクタイル鋳鉄管の使用を基本方針としていることから、新規送水管にはダクタイル鋳鉄管を採用することとした。

### 5.3.5 バルブ施設

新規送水管と既設配水管との接合部及び分岐部においてはバルブを設置した。小口径の場合は仕切弁の方が安価であるため、管径 500mm 以下には仕切弁を、管径 600mm 以上には機能的にバタフライバルブを使用することとした。バルブ配置図を図 5.3.5 に示す。



出典：JICA 調査団

図 5.3.5 バルブ配置図

### 5.3.6 水理解析

#### (1) 目的と実施手順

新規浄水場から既存配水管に送水した際の各流出点の水圧の変化を確認し、既存配水管への影響と適正なバルブの位置を検討するため水理解析を行った。解析の手順を以下に示す。

#### 1) 既存配水管網のモデル化

既存配水管の管路位置、延長、口径、材質、各流出点の水需要量、既存浄水場からの供給水量、水圧、バルブの位置のデータを基に水理解析モデルを作成した。モデル化の詳細な手法は Appendix C に示した。

#### 2) 既存配水管網の管網計算

水理解析ソフト EPANET Ver.2 を使用して管網計算を行い、各流出点の水圧を算出した。

#### 3) 新規配水管路網のモデル化

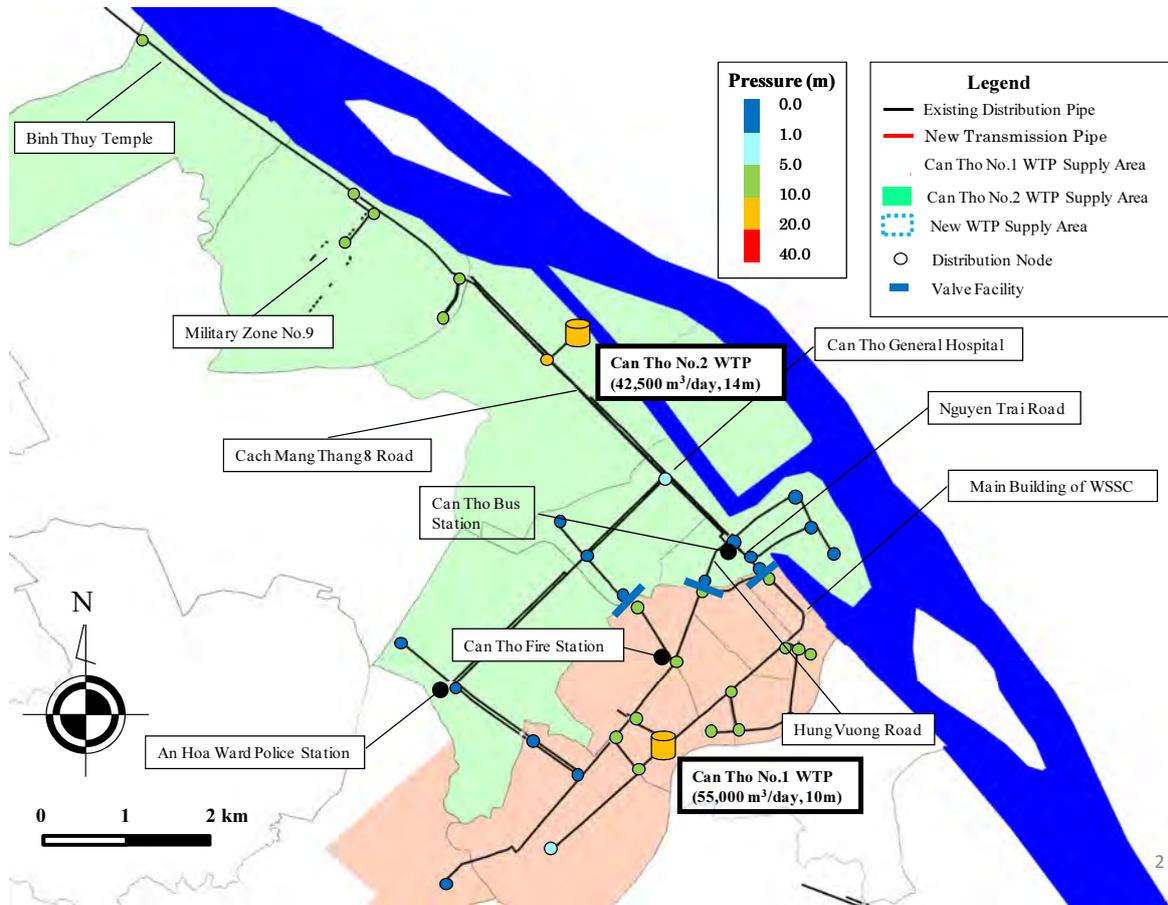
新規配水管の管路位置、延長、口径、材質、各流出点の将来水需要量、接続点の位置、バルブの位置、新規浄水場からの供給水量、水圧のデータを既存配水管網のモデルに追加し、新規配水管路網の水理解析モデルを作成した。

#### 4) 新規配水管網の管網計算

管網計算を行い、各流出点の水圧を算出した。試行錯誤的に計算を繰り返し、既存配水管網の水圧の変化が最も小さくなるようバルブと接続点の位置を設定した。

(2) 既存配水管網の水理解析

既存配水管網の水理解析結果を図 5.3.6 に示す。



出典：JICA 調査団

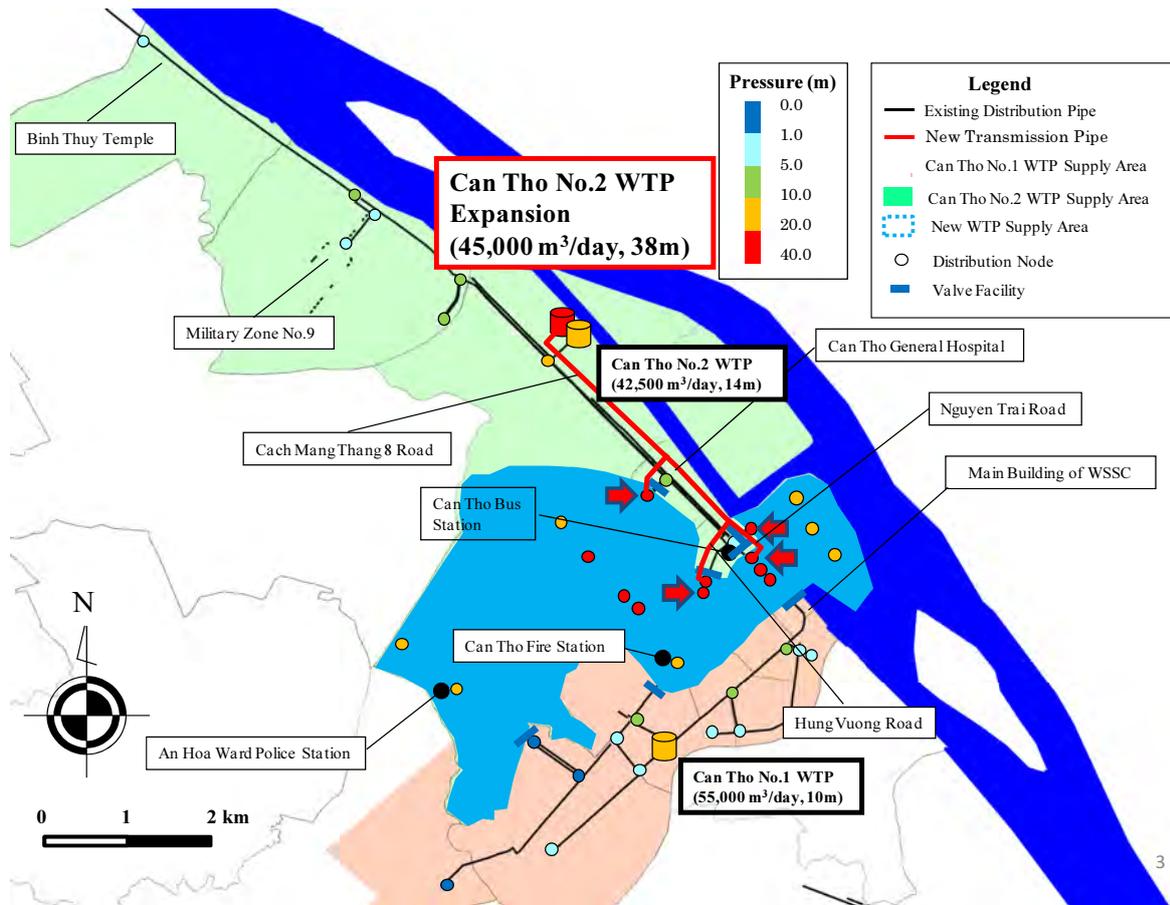
図 5.3.6 既存配水管路網の水圧状況

ベトナム国の設計基準では配水管の最小動水圧は 10m 以上であるが、図に示すように現状では配水管路網全域に渡って管内の水圧は 10m 以下となっている。特に浄水場から離れている地域では水圧が非常に低く、1m に満たない地域が点在している。

(3) 新規配水管網の水理解析

既存配水管網の水理解析結果、及び将来の水需要予測に基づき、新規配水管網の水理解析を行った。

カントー No.1 浄水場、カントー No.2 浄水場、及び新規浄水場各浄水場が分担する給水区域をバルブによって明確に分離することで各浄水場からスムーズに給水できるようにした。新規配水管網の水理解析結果を図 5.3.7 に示す。



出典：JICA 調査団

図 5.3.7 新規配水管路網の水圧状況

図に示すように新規浄水場の給水区域内の最小動水圧は 10m 以上となったが、既存浄水場の給水区域では、特に浄水場から離れた場所では水圧が 10m 以下のままであった。これは既存浄水場からの水圧が低いことが原因であり、今後既存浄水場の送水ポンプの水圧を上げることが必要となる。

## 第6章 事業費積算及び建設スケジュール

### 6.1 事業費積算

#### 6.1.1 施設概要

本事業で建設する施設は以下の通りである。

- i) 取水施設及び浄水施設 (45,000 m<sup>3</sup>/日)
- ii) 浄水施設から既存配水管への送水管路

表 6.1.1 に施設概要を示す。

表 6.1.1 施設概要

施設	概要
A. 取水施設	形式：栈橋形式、ポンプ室建屋：RC 及びコンクリートブロック造 取水ポンプ：縦型斜流ポンプ 16.5m <sup>3</sup> /min x 15m x 60kW 3 台 トロリー付チェーンホイスト 3ton
B. 浄水施設	
凝集沈殿池	上向流式、傾斜管付き、4 系列
急速ろ過池	自己洗浄式、8 池、サイホン式、 逆洗ブロー、ルーツタイプ、10.8 m <sup>3</sup> /min x 60kPa x 18.5kW 2 台
浄水池及び送水 ポンプ設備	総容量：7,500m <sup>3</sup> 、2 系統 送水ポンプ：縦型斜流ポンプ 24m <sup>3</sup> /min x 40m x 220kW 3 台 場内給水施設：渦巻きポンプ 0.2m <sup>3</sup> /min x 25m x 1.5kW 1 台 トロリー付チェーンホイスト 3.5ton
排水処理設備	逆洗水タンク 350m <sup>3</sup> 排水ポンプ：水中ポンプ 1.25m <sup>3</sup> /min x 15m x 5.5kW 2 台 排泥調整タンク 50m <sup>3</sup> 排泥ポンプ：一軸ねじポンプ 0.23m <sup>3</sup> /min x 15m x 0.75kW 2 台
薬品設備	PAC 注入設備 ダイアフラムタイプ 2.9 lit./min x 0.75kW 2 台 塩素注入設備 4kg/h 3 台 バルブ作動用コンプレッサー 240 lit./min x 0.83MPa x 2.2kW トロリー付チェーンホイスト 1.5ton
電気設備	受電盤、制御盤、計装設備、ケーブル 緊急用発電機：3 相 4 線 750kVA
排泥乾燥床	10,000m <sup>2</sup> (50m x 50m, 4 箇所)
C. 送水管路	
送水管	DCI パイプ D700 - D400 延長 4.3km
既設管との接続	4 箇所

出典：JICA 調査団

#### 6.1.2 積算条件

##### (1) 事業費の算定条件

事業費は以下の前提条件で算出した。

- 1) 価格レベル：2012 年 5 月
- 2) 為替レート：1 円 = 266 ドン (2012 年 5 月 31 日 Vietcombank Selling Rate)

(2) 事業費の構成

事業費は建設費 (CAPEX) と運転・維持管理費 (OPEX) からなる。

1) 建設費 (CAPEX)

建設費は「ベトナム建設省通達 No.04/2010/TT-BXD 2010年5月26日付」に則り、以下の構成で積算されている。

- a) 土木工事費
- b) 機械・電気設備費
- c) 補償費
- d) マネジメント費
- e) 設計・施工監理費
- f) その他
  - 地雷、不発弾撤去
  - 工事保険
  - 建設機械の移動
  - 交通安全対策
  - 支障物の移設・復旧
  - その他事業実施に必要な費用
- g) 予備費 : 上記の5%

2) 運転・維持管理費 (OPEX)

運転・維持管理費は以下のものからなる。

- a) 電力費
- b) 薬品費
- c) メンテナンス費
- d) 人件費
- e) 乾燥汚泥処分費

(3) 工事費の積算条件

1) 土木工事費

土木工事はベトナム国の施工業者によって行われ、工事に必要な労務、材料、建設機械はベトナム国内にて調達されるものとする。

2) 機械・電気設備工事費

機械・電気設備に使用される機器は主に国外のサプライヤー／製造業者から調達されるものとする。輸入関税は BOT に関するベトナム国法令 (Decree 108-2009-ND-CP、改正 Decree 24-2011-ND-CP) に基づき、免税とする。

6.1.3 建設費

(1) 土木工事費

1) 土木工事費の構成

ベ国建設省通達 No.04/2010/TT-BXD に則り、土木工事費は表 6.1.2 に示される項目に沿って積算された。

表 6.1.2 土木工事費の構成

項目	内容	算定方法
I. 直接費		
1) 直接工事費	労務費、資材費、建設機械費	設計図面から算出される工事数量に基づき必要量を算定
2) その他直接費	環境保護費、水替工、等	上記 1) の 2.5% を計上
直接費		$T = 1) + 2)$
II. 現場管理費	現場施工管理費用	$C = T \times 6.5\%$
III. 一般管理費等	一般管理費及び利益	$TL = (T + C) \times 5.5\%$
税抜き土木工事費		$G = T + C + TL$
IV. VAT	付加価値税	$GTGT = G \times 10\%$
V. 建設管理費	仮設宿舍、工事管理業務費用	$Gxdnt = G \times 2\% \times 1.1$
計		$G + GTGT + Gxdnt$

出典：Circular No.04/2010/TT-BXD

2) 直接工事費の算出

工事費は基本的に工事数量 x 工事単価にて積算された。工事単価は基本単価すなわち、労務単価、材料単価、機械レンタル単価から構成される。使用した基本単価を添付 D の表 D1.1 に示す。基本単価を元に設定した工事単価を添付 D の表 D1.2 及び表 D1.3 に示す。

3) 土木工事費

土木工事費を表 6.1.3 に示す。直接工事費の内訳を添付 D の表 D1.4 に示す。

表 6.1.3 土木工事費

項目	金額 (百万ドン)	備考
I. 直接費		
取水施設	6,723	
浄水施設	126,130	
送水管路	46,547	
他直接費	4,485	2.5% of above
直接費	183,884	T
II. 現場管理費	11,952	$C = T \times 6.5\%$
III. 一般管理費等	10,771	$TL = (T+C) \times 5.5\%$
税抜き土木工事費	206,607	$G=T+C+TL$
IV. 付加価値税	20,661	$GTGT=G \times 10\%$
税込土木工事費	227,268	$G+GTGT$
V. 建設管理費	4,545	$G \times 2\% \times 1.10$
<b>土木工事費計</b>	<b>231,813</b>	

出典：JICA 調査団

(2) 機械・電気設備工事費

ベ国建設省通達 No.04/2010/TT-BXD に則り、機械・電気設備工事費は以下で構成される。

- 1) 機械・電気機器調達費
- 2) 技術移転費
- 3) 機器設置、作動試験・調整費
- 4) 付加価値税

工事費は主要な機器についてサプライヤー／製造業者からの見積に基づき積算した。

工事費を表 6.1.4 に示す。機械・電気機器調達費の内訳を添付 D の表 D1.5 に示す。機器は主にベトナム国外のサプライヤー／製造業者から調達することを想定している。従ってコストは外貨（円）にて積算された。

表 6.1.4 機械・電気設備費

項目	金額 (百万円)
I. 機械・電気機器調達費	627
II. 技術移転費	(III.に含む)
III. 機器設置、作動試験・調整費	211
計 (税抜き)	838
付加価値税(10%)	84
<b>総計</b>	<b>922</b>

出典：JICA 調査団

(3) 土木及び機械・電気設備工事費の施設ごとの表示

土木及び機械・電気設備工事費を施設ごとに示したものを表 6.1.5 に示す。

表 6.1.5 土木及び機械・電気設備工事費の概要

	土木工事費		機械・電気設備工事費		計	
	10億 ドン	(百万円 換算)	10億 ドン	(百万円 換算)	10億 ドン	(百万円 換算)
<b>A 取水施設 (47,500 m<sup>3</sup>/day)</b>	<b>9</b>	<b>33</b>	<b>66</b>	<b>247</b>	<b>74</b>	<b>279</b>
<b>B 浄水施設 (45,000m<sup>3</sup>/day)</b>	<b>164</b>	<b>612</b>	<b>180</b>	<b>675</b>	<b>343</b>	<b>1,288</b>
凝集沈殿池	36	136	40	150	76	285
急速ろ過池	27	101	57	216	84	317
浄水池及びポンプ設備	56	212	13	50	70	262
排水処理設備	16	58	2	9	18	68
薬品設備	6	21	7	26	13	47
電気設備	6	22	60	224	65	246
場内整備	17	63	0	0	17	63
<b>C 送水管路</b>	<b>60</b>	<b>226</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>60</b>	<b>226</b>
送水管 D700-D400 延長4.2km	59	220	0	0	59	220
既設管との接続 4箇所	2	6	0	0	2	6
<b>Total</b>	<b>232</b>	<b>871</b>	<b>245</b>	<b>922</b>	<b>477</b>	<b>1,793</b>

出典：JICA 調査団

(4) 補償費

本事業においては浄水場及び汚泥乾燥床はカントー市より無償貸与される土地に建設する。また送水管路は公道下に敷設される。このため補償費は発生しない。

(5) プロジェクトマネジメント、設計・監理費及びその他費用

ベ国建設省通達 No.04/2010/TT-BXD に則り、コストは土木工事費及び機械・電気設備工事費の合計の7%とした。

(6) 予備費

土木工事費、機械・電気設備工事費、補償費、プロジェクトマネジメント、設計・監理費及びその他費用の合計の5%を予備費として計上した。

(7) 建設費総括

上記をとりまとめた総括表を表 6.1.6 に示す。

表 6.1.6 建設費総括表

1円 = 266 ドン

	外貨 (FC Portion) (億ドン)	内貨 (LC Portion) (億ドン)	計		
			(億ドン)	円換算 (百万円)	
1. 土木工事費	34	198	232	871	VAT(付加価値税)含む
2. 機械・電気設備工事費	62	183	245	922	VAT(付加価値税)含む
3. 補償費	0	0	0	0	
4. プロジェクトマネジメント費	20	13	33	126	7 % of (1.+2.)
5. 設計・施工監理費					
6. その他費用					
7. 予備費	6	20	26	96	5 % of (1. - 6.)
<b>初期建設費</b>	<b>122</b>	<b>414</b>	<b>536</b>	<b>2,015</b>	

出典：JICA 調査団

#### 6.1.4 運転・維持管理費

##### (1) 算定方法

##### 1) 電力費

電力費は計画した電力使用量に電力単価を乗じて算出した。また、年間想定停電時間に対する発電機運転用燃料費も計上した。

##### 2) 薬品費

計画薬品使用量に薬品単価を乗じて算出した。

##### 3) メンテナンス費

機械・電気設備工事費の 1.3%を年間メンテナンス費用として計上した。

##### 4) 人件費

人件費はスタッフ給料と事務所経費からなる。スタッフは3交代の計30名体制とした。

##### 5) 乾燥汚泥処分費

計画汚泥発生量に処分単価を掛けて算定した。乾燥汚泥運搬距離は 6km とした。

##### (2) 運転・維持管理費

上記により算定した年間運転・維持管理費を表 6.1.7 に示す。

表 6.1.7 年間運転・維持管理費

	単位	数量	単価(ドン)	金額 (十億ドン)	備考
<b>電力費</b>					
電気代	kWh	2,989,350	2,600	7.77	8,616時間 /年 x 347kW
発電機燃料費	lit	15,510	21,850	0.34	144 時間/年 x 108 lit/時間
			Sub-total	8.11	
<b>薬品費</b>					
PAC (粉末)	kg	288,228	11,760	3.39	原水: 15,038,000m <sup>3</sup> /年 注入率: 19.17g/m <sup>3</sup>
塩素 (gas)	kg	66,467	14,740	0.98	注入率: 4.42g/m <sup>3</sup>
			Sub-total	4.37	
<b>メンテナンス費</b>					
メンテナンス費	Ls	1	Sub-total	3.50	機械・電気設備工事費の1.37%
<b>人件費</b>					
事務所経費	month	12	125,000,000	1.50	
マネージャー	MM	36	23,000,000	0.83	3 人 x 12カ月
オペレーター	MM	300	15,000,000	4.50	25 人 x 12カ月
ガードマン	MM	24	4,000,000	0.10	2 人 x 12カ月
運転指導員	MM	1	370,000,000	0.37	日本人
			Sub-total	7.30	
<b>汚泥処分費</b>					
汚泥処分	ton	3,022	54,000	0.16	乾燥汚泥: 3,022 ton/year
			Sub-total	0.16	
			<b>計</b>	<b>23.44</b>	

出典：JICA 調査団

## 6.2 建設スケジュール

本事業はカントー市人民委員会/水道公社と投資家により設立される SPC との間で締結される BOT 事業契約により実施される。BOT 契約締結後、建設工事は SPC と EPC コントラクターとの間で締結される EPC 契約のもとで行われる。

EPC 契約は 2014 年の半ば頃に締結されることが想定されている。その後 EPC コントラクターは施設の詳細設計を行う。設計の承認後、建設工事が開始される。

建設工事は準備工事から始まり、その後取水施設の栈橋工事が開始される。浄水場の土木工事と送水管路工事は 2015 年初めに開始されることが想定されている。

工事完了後、施設の試運転が行われる。

詳細設計及び試運転期間を含めた工事期間は 32 カ月を予定しており、2016 年末に施設引き渡しを想定している。工事スケジュールを図 6.2.1 に示す。

建設工事費の年度ごとの支出額は 20% (2014 年)、40% (2015 年)、40% (2016 年) と想定している。

Tasks	2014			2015				2016			
	2nd	3rd	4th	1st	2nd	3rd	4th	1st	2nd	3rd	4th
Preparation of Detail Design	■										
Approval of Detail Design		■									
Mobilization			■								
Site Preparation				■							■
Intake Pier construction				■	■						
Earth work and Structure work				■	■	■	■	■	■		
Installation of M&E Equipment and piping						■	■	■	■	■	
Transmission Pipeline				■	■	■	■	■	■		
Commissioning Test and Hand over											■

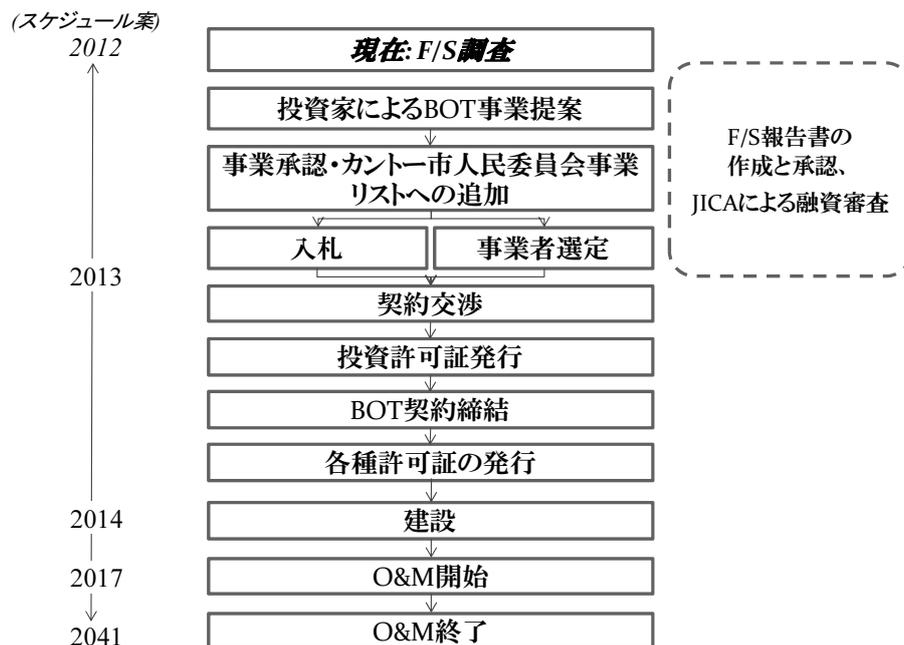
出典：JICA 調査団

図 6.2.1 工事スケジュール

## 第7章 事業実施計画

### 7.1 事業全体スケジュール

図 7.1.1 は、本調査の提案事業について、事業組成、建設、O&M を含む事業全体のスケジュールを示したものである。事業組成期間とは、現在の F/S 実施期間から事業に関連する各種契約の締結が完了するまでの期間を想定しており、2014 年初頭までを見込んでいる。その後建設期間が始まり、2016 年に完工する予定である。2017 年に開始する O&M の期間は 25 年を見込んでおり、2041 年に終了する想定である。



出典：JICA 調査団

図 7.1.1 事業全体スケジュール

### 7.2 詳細スケジュール

#### 7.2.1 事業組成期間

事業組成期間は、1) 事業設計、2) 事業承認、3) 契約交渉及び締結の 3 フェーズに分かれる。図 7.2.1 は各フェーズにおける主要なタスクとそれぞれの実施時期を示す。

フェーズ	主なタスク	2012			2013			2014			
		4-6	7-9	10-12	1-3	4-6	7-9	10-12	1-3	4-6	...
事業設計	F/S調査及びカントー市人民委員会との協議	■									
	事業設計についてカントー市人民委員会と調査団間で基本合意			■							
事業承認	JICAによる融資審査			■							
	投資家による事業提案とカントー市人民委員会による事業承認				■						
	F/S報告書の承認					■					
契約交渉及び締結	株主間契約					■					
	SPCとカントー市人民委員会間のBOT契約 (投資許可証の発行含む)					■					
	融資契約と直接(ステップイン)契約						■				
	EPC契約とO&M契約 (下請企業の選定を含む)							■			

出典：JICA 調査団

図 7.2.1 事業組成スケジュール

(1) 事業設計

事業設計フェーズにおいては、本調査団（投資家）が F/S を実施する。同時にカントー市人民委員会及び主な関係省と協議を進め、事業の範囲、スキーム、スケジュール等に関する基本的な考え方について意見交換を行う。2012 年度末頃には、カントー市人民委員会及び主な関係省と調査団間で、事業設計について基本的な同意に至ることを目標とし進める。

(2) 事業承認

事業承認フェーズでは、JICA が F/S レポート（ドラフトファイナル）の審査を行い、PSIF の活用について一次的な判断を行う。これを受け、投資家は BOT 法の手続きに則り、本事業の提案書をカントー市人民委員会に提出する。事業が最後に一般公示されてから 30 営業日以内に他の投資家による登録がない場合、提案を行った投資家が契約交渉の対象企業として選定される。同時期に、投資家は F/S 報告書を最終化してカントー市人民委員会に提出し、2013 年の中旬までに評価・承認を得る。

(3) 契約交渉及び締結

契約交渉及び締結フェーズでは、まず投資家が株主間契約を結び事業実施について合意する必要がある。また、事業契約の書類作成及びカントー市人民委員会との詳細条件に関する交渉を行い、投資許可証の発行を申請する。投資家とカントー市人民委員会間の事業契約書（BOT 契約書）の締結は 2013 年度末を見込んでいる。また、2014 年の第 1 四半期のうちに、SPC は融資契約を締結し、カントー市人民委員会と JICA はステップインを認める直接契約を締結する想定である。下請企業の選定と契約は、2014 年の 4～5 月頃に完了する想定である。

7.2.2 建設期間

建設期間は詳細設計フェーズと建設フェーズを含み、2014年に開始する予定である。当該期間は3年を想定しており、2016年度末に完工となる予定である。(建設期間の詳細スケジュールについては第6章2を参照)

7.2.3 O&M 期間

O&M は図 7.2.2 に示す通り、2017年に開始する想定である。当該事業の O&M 期間は25年を見込んでおり、2041年に終了する。新浄水場の供用開始後、水需要と実際の浄水生産量は徐々に増加する想定であり、この為、浄水場が100%の稼働率で運転開始するまでには数年かかる見込みである。O&M 期間の終了後、SPC は BOT 法の規定に基づき WSSC に浄水場施設を無償で譲渡する想定である。(施設譲渡の詳細については第3章 1.3(4)を参照)

フェーズ	タスク	2017- 2018	2019- 2020	2021- 2022	2023- 2024	2025- 2026	2027- 2028	2029- 2030	2031- 2032	2033- 2034	2035- 2036	2037- 2038	2039- 2040	2041
O&M	運営	[Solid bar]												
	定期補修	[Solid bar]	[Solid bar]											

出典：JICA 調査団

図 7.2.2 O&M スケジュール

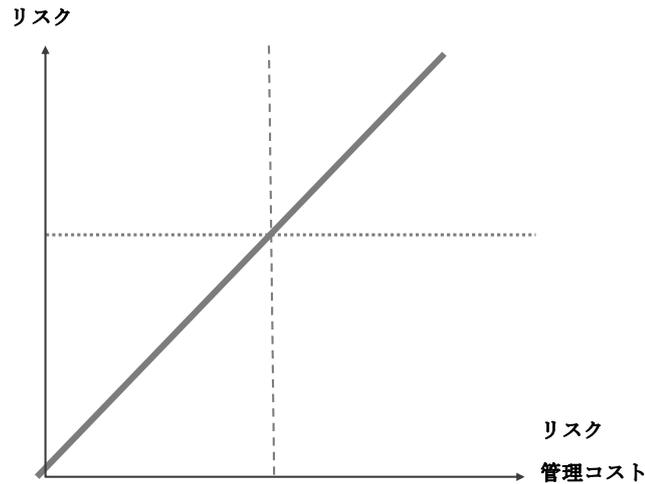
## 第8章 リスク分析

### 8.1 リスク分析及びリスク対策の検討

#### 8.1.1 リスク分担

事業に係るリスクについては、事業関係者間における適切な分担の在り方と、リスク顕在化に備えた具体的な対策を事業組成時に検討しておく必要がある。特に、リスク分担においては、各リスクを最も効率的・効果的に管理できる者が負う構造にすることが重要である。例えば、発注者である政府は、施設の建設が遅延するリスクを特別目的会社 (SPC) に移転し、遅延により生じる追加コストは全て民間が負担するといった契約を結ぶ事例がある。これを受け SPC 側では、設計調達建設 (EPC) 下請企業との間で、遅延による追加コストは EPC 下請企業が負担する契約を結び、リスクを更に移転する例が多い。これは EPC 下請企業が、こうした建設に係るリスクを最も効率的に管理できる立場にある為である。同じように、法規制の変更が事業に影響を与えるリスクについては、そうした事象を最もコントロールしやすい立場にある政府が負担し、法規制の改正により事業に悪影響が生じる場合には、当該事業を新規制の対象外とする条件を設けるか、或いは生じた悪影響について SPC に賠償金を支払うといった対応を求める体制が考えられる。

リスク分担を適切且つ明確に設計することは、事業コストを抑え、また各事業関係者がリスクの顕在化を防止する為に最大限努力することに繋がるという意味で、政府・民間事業者双方にとって重要である。図 8.1.1 が示すように、リスクが高いほど、通常リスク管理にかかるコストは高くなるが、上述の二事例では、いずれの場合も SPC はリスクを他者に移転した分、建設状況のモニタリングや保険購入費用等のリスク管理コストを削減することが可能である。事業コストの削減は SPC が提供するサービス価格を抑えることにも繋がり、サービスのオフテイカー (多くの場合、政府がオフテイカーとなる) にとっても有益である。同時に、例えば一事例目の EPC 下請企業のように、リスクを負った企業は遅延が発生しないよう最大限の努力をするインセンティブが働く為、リスク顕在化そのものを最小限に抑えることができるという利点がある。



出典：JICA 調査団

図 8.1.1 リスクのレベルと管理コストの関係

### 8.1.2 BOT インフラ事業における一般的なリスク

BOT インフラ事業において一般的に検討が必要となるリスクは、下記の図 8.1.2 のように商業要因や財務要因、外部要因により生じるものに分類される。事業のリスク管理体制を検討するにあたっては、これらリスクをそれぞれ分析し、適切な分担と対策方法を決定する必要がある。

商業要因	財務要因	外部要因
<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 収入リスク</li> <li>- オフテイカーリスク</li> <li>- 料金リスク</li> <li>- 為替変動リスク</li> <li>- 競合リスク</li> <li>- 技術リスク</li> <li>- 需要変動リスク</li>   <li>・ 費用リスク</li> <li>- 物価変動リスク</li> <li>- 為替変動リスク</li> <li>- 設計リスク</li> <li>- 建設・完工リスク</li> <li>- O&amp;M リスク</li> <li>- 用地確保リスク</li> <li>- 第三者賠償リスク</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 資金調達リスク</li> <li>- スポンサーリスク</li> <li>- 為替変動リスク</li> <li>- 金利変動リスク</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 法制度リスク</li> <li>- 許認可リスク</li> <li>- 社会・環境リスク</li> <li>- カントリーリスク</li> <li>- 現地インフラリスク</li> <li>- 下請企業リスク</li> <li>- 契約リスク</li> </ul>

出典：JICA 調査団

図 8.1.2 BOT 事業における一般的なリスク

### 8.1.3 提案事業において想定されるリスク及びリスク管理手法

表 8.1.1 は提案事業において想定されるリスク及び、各リスクに対するリスク管理手法をマトリクスに示したものである。これらは事業のフェーズに伴い 1) フェーズ共通、2) 事業組成、3) 建設、4) 運転維持管理 (O&M) フェーズの順に、それぞれのフェーズで想定されるリスクを記載しており、また上記の図 8.1.2 に示すリスク要因毎に分類している。表の右側の列には関係者間でのリスク分担を示している。各関係者の役割や、当該リスク分担に基づき決定されることになる。マトリクスではリスク管理手法の一つとして保険の適用有無も示しており、BOT 事業で加入される一般的な保険については、表下に説明している。

表 8.1.1 リスクマトリクス

**凡例**  
**<保険の適用有無>**  
 ○: 発生する全コストをカバーする保険の適用有り  
 △: 発生するコストを一部カバーする保険の適用有り  
**<事業関係者>**  
 ○: リスクについて責任を負う関係者  
 △: 保険でカバーされない残コストについて責任を負う関係者

\*政府…ベトナム中央政府又はカンター市人民委員会

\*\*オフテイカーが負うリスクは間接的にカンター市人民委員会も負担

No	事業フェーズ	リスク	リスク詳細	(SPC/下請企業による)リスク管理手法		リスクが顕在化した際の対応策	事業関係者								
				リスクの軽減・移転・分担	保険の適用有無		SPC	投資家	政府*	カンター市人民委員会**	オフテイカー	EPC事業者	O&M事業者	金融機関	保険会社
1	共通	金利変動リスク	金利変動により、SPC による利息の支払が増加する可能性がある。	・JICAより融資を受けた現地銀行からではなく、JICAより直接固定金利で融資を受ける。		JICA が固定価格で融資する場合、JICA 自身も固定金利にて資金調達しており、当該リスクの顕在化は想定されない。	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	共通	外貨交換リスク	銀行が十分な外貨を保有していない場合、SPC が VND を JPY や他の交換可能通貨に交換できない可能性がある。(通常、貿易赤字国は外貨準備が不足しがちである。)	・海外送金に対する政府保証を取得する。 ・日本貿易保険(NEXI)の海外投資保険(本表下の本文参照)のように、VND から海外通貨への交換ができないことにより株式等の譲渡代金や配当金の収受に生じた損失をカバーする保険を購入する(但し、NEXI 海外投資保険は、融資金への損失はカバーしない。)	△	NEXI の海外投資保険でカバーされない分の追加費用については、ベトナム政府が負担する。			△						○
3	共通	送金リスク	SPC は、ベトナム国外へ JPY 又はその他通貨建て資金を送金できない可能性がある。	・海外送金に対する政府保証を取得する。 ・NEXI の海外投資保険(本表下の本文参照)のように、株式等の譲渡代金や配当金の送金リスクをカバーする保険を購入する。(但し、NEXI 海外投資保険は、融資金への損失はカバーしない。)	△	NEXI の海外投資保険でカバーされない分の追加費用については、ベトナム政府が負担する。			△						○
4	共通	法規制改正リスク	税法を含む法規制の改正は、納税費用増加等、当該プロジェクトにマイナスの影響を及ぼす可能性がある。	・オフテイク契約上、税率の改定を含む規制改正により生じた費用増加は売水価格(オフテイク料)の価格に反映される旨の条件を盛り込む。		当該リスクに関する費用は、オフテイカーが負担する。					○				
5	共通	水源における水量不足リスク	水源における水量変化(水不足)により、SPC の売水量が激減しオペレーション不可能となる可能性がある。	・オフテイク契約上、「Capacity payment(固定料金)」及び「Variable payment(変動料金)」を含む価格算定手法により売水価格を決定する旨の条件を盛り込む。 当該価格算定手法では、SPC は実際の売水量に係らず、初期投資の回収を含む「Capacity Payment」による収入を確保することができる。但し「Variable Payment」は実際の売水量に応じ変動する為、オペレーションできない場合はゼロとなる。		当該リスクに関する費用は、オフテイカーが負担する。					○				
6	共通	水源における水質悪化リスク	水源における水質劣化により、SPC は契約上同意された品質・量の水を提供できなくなる可能性がある。	・上述の価格算定手法を用い、水質悪化により売水事業が差止めとなった場合においても、SPC は「Variable Payment」を受け取ることができなくなるものの、「Capacity Payment」の収入は確保できるようにする。 ・オフテイク契約上、水質悪化により生じた追加費用は売水価格(オフテイク料)の価格に反映される旨の条件を盛り込む。		当該リスクに関する費用は、オフテイカーが負担する。					○				

No	事業フェーズ	リスク	リスク詳細	(SPC/下請企業による)リスク管理手法		リスクが顕在化した際の対応策	事業関係者								
				リスクの軽減・移転・分担	保険の適用有無		SPC	投資家	政府*	カンター市 人民委員会** オフテイク EPC事業者	O&M事業者	金融機関	保険会社		
7	共通	政府方針の変更リスク	政府の方針が変更され、当該事業にマイナスの影響を及ぼす可能性がある。	・政府と密なコミュニケーションを維持し、事業にとって追加コストが発生するような状況の発生を防止、或いは影響を最小限に抑えるよう努める。 ・上記に係らず追加費用が発生した場合に備え、オフテイク契約上に政府方針の変更により生じた追加コストは売水価格(オフテイク料)に反映される旨の条件を盛り込む。		当該リスクに関する費用は、オフテイクが負担する。					○				
8	共通	不可抗力リスク	不可抗力事象が発生し、当該事業にマイナスの影響を及ぼす可能性がある。  不可抗力には、天災、政府又は政府当局による行為、法規制・命令への準拠、火災、嵐、洪水、又は地震、戦争(宣戦布告の有無に係わらず)、反乱、革命、暴動、委託業者による履行の遅延・不履行、ストライキ又はロックアウトを含むがこれらに限られない。	・日本貿易保険(NEXI)の海外投資保険(本表下の本文参照)のように、天災やストライキ、経済制裁等の不可抗力事由により、株式等の譲渡代金や配当金の収受において損失を被るリスクをカバーする保険を購入する。 ・オフテイク契約上、保険で損失の全額をカバーできない場合、政府が残額を賠償する旨の条件を盛り込む。		海外投資保険によりカバーされない分の追加費用はオフテイクが負担する。					△				○
9	共通	現地インフラリスク	既存インフラに問題があり、当該事業に影響を及ぼす可能性がある。	・オフテイク契約上、既存インフラの問題により生じた追加費用はオフテイクが補償する旨の条件を盛り込む。		当該リスクに関する費用は、オフテイクが負担する。					○				
10	共通	下請企業の債務支払リスク	下請企業による債務支払上の不履行により、当該事業の進捗にマイナスの影響を及ぼす可能性がある。	・契約締結前に、潜在的な下請企業候補の財務状況を調査し、また十分な経験を有する企業を選定するようにする。		当該リスクに関する費用は、SPC並びに投資家が負担する。	○	○							
11	共通	電気・ガス等の供給リスク	電気・ガス等の供給に問題が生じ、当該事業に影響を及ぼす可能性がある。	・オフテイク契約上、当該リスクにより生じた追加費用は売水価格(オフテイク料)に反映する旨の条件を盛り込む。		当該リスクに関する費用は、オフテイクが負担する。					○				
12	共通	情報漏洩リスク	個人情報情報が漏洩し、SPCが影響を受けた者に対し、補償を支払わなければならない可能性がある。	・個人情報に関し、適切な管理体制を構築する。 ・個人情報漏洩保険(本表下の本文参照)に加入する。当該保険では、影響を受けた個人への賠償等、個人情報漏洩の結果生じた費用がカバーされる。	○	当該リスクに関する費用は、左記の保険にてカバーされる。									○
13	事業組成	資金調達リスク	SPCは、当該事業の実行にあたり、十分な資金を調達できない可能性がある。	・事業がパンカブルなものであれば JICA より優先ローンが融資される。投資家は株主間契約の条項に基づき、資金が不足する場合には出資或いは劣後ローンを提供することになる。 ・優先ローンの融資契約及び株主間契約上、資金が不足する場合における補償に関する条項を盛り込む。		当該リスクに関する費用は金融機関或いは投資家が負担する。		○						○	
14	事業組成	提携先の債務支払リスク	コンソーシアムのメンバー企業に債務不履行が生じ、出資持分を含め、当該事業の実施に影響を及ぼす可能性がある。	・SPCの経営計画及び管理の効率性を維持する為、株主の数を予め制限する。 ・資本送金の遅延又はこれに関する不履行による損害賠償の請求権を規定した株主間契約を事前に締結する。		投資家は持分の出資金を提供する義務があり、他の投資家は持分送金を履行しない、又は送金が遅延した者に対して損害賠償を請求する。		○							
15	事業組成	契約締結遅延リスク	契約締結が遅延し、事業の全体スケジュールに影響を及ぼす可能性がある。	・事業組成の初期段階より、契約条件について関連当事者間で交渉を開始する。 ・正式な契約を締結する前に、関連当事者間で覚書を締結する。		当該リスクに関する費用は、SPC並びに投資家が負担する。	○	○							
16	事業組成	用地取得リスク	土地取得、現場整理及び施設の敷設権取得に遅延が生じ、又は失敗し、SPCがスケジュール通り事業を開始できない可能性がある。	・BOT 契約上、政府が用地取得に関連する手続きを実施し、SPCがスケジュール通りに事業用地を賃借できるようにする責任を有している旨の条件を盛り込む。当該手続きの遅延・失敗により生じた追加費用は政府が補償することとする。 ・上記条項に関し、政府保証を取得する。		当該リスクに関する費用は、政府が負担する。			○						

No	事業フェーズ	リスク	リスク詳細	(SPC/下請企業による)リスク管理手法		リスクが顕在化した際の対応策	事業関係者								
				リスクの軽減・移転・分担	保険の適用有無		SPC	投資家	政府*	カンター市 人民委員会** (カンター市 オフテイク)	EPC事業者	O&M事業者	金融機関	保険会社	
17	事業組成	許認可取得リスク	SPCが、当該事業を開始するために必要な許認可を取得できない可能性がある。	・BOT契約上、必要とされる許認可を政府が速やかに発行する責任を有する旨の条件を盛り込む。		当該リスクに関する費用は、SPC、投資家、政府が負担を分担する。	○	○	○						
18	建設	完工遅延リスク	建設の完工が遅延し、事業全体のスケジュールに影響を及ぼす可能性がある。	・EPC契約上、EPC請負会社が当該遅延について責任を有する旨を規程する。 ・操業開始遅延保険(本表下の本文参照)を購入する。当該保険では、物的損害による操業開始の遅延による損失がカバーされる。		操業開始遅延保険でカバーされない分の追加費用については、EPC請負会社が負担する。					△				○
19	建設	第三者賠償リスク (建設期間中)	SPCは建設から生じた問題に基づき、第三者に補償を支払わなければならない可能性がある。	・第三者賠償責任保険(本表下の本文参照)を購入する。第三者賠償責任保険は、SPCに対して生じうる第三者からの賠償請求をカバーする。	○	当該リスクに関する費用は、左記の保険にてカバーされる。									○
20	建設	建設現場における損害リスク	EPC請負会社は、建設現場における事故により生じた損害をカバーしなければならない可能性がある。	・建設工事保険、及び請負業者賠償責任保険(本表下の本文参照)を購入する。 建設工事保険は事故や天災(洪水、台風など)により生じた物的損害をカバーする。 請負業者賠償責任保険は、建設中における人身障害・財物損壊に係わる賠償責任をカバーする。	○	当該リスクに関する費用は、左記の保険にてカバーされる。									○
21	建設	事業施設における瑕疵リスク	建設された事業施設に欠陥があり、その運営やサービス提供に支障をきたす可能性がある。	・EPC契約上、建設された事業施設の品質についてEPC請負企業が責任を有する旨の条件を盛り込み、また瑕疵保証期間を設定する。		当該リスクに関する費用は、保証期間の間においてEPC企業が負担し、保証期間終了後においてはSPCが負担する。	△					○			
22	建設	設計・建設費増加リスク	事業施設の設計・建設費が、当初予想よりも増加する可能性がある(建設資材価格の上昇等)。	・EPC契約上、EPC業務対価を固定価格とする旨の条件を盛り込む。		当該リスクに関する費用は、EPC企業が負担する。						○			
23	O&M	オフテイクに関する信用リスク	オフテイクは、SPCにより提供される業務に対し、対価支払を実行できない可能性がある。	・オフテイク契約の履行について政府保証を取得する。		当該リスクに関する費用は、政府が負担する。			○						
24	O&M	販売量変動リスク	水の販売量が低下し、SPCの売上が減少する可能性がある。	・オフテイク契約上、「Capacity payment(固定料金)」及び「Variable payment(変動料金)」を含む価格算定手法により売水価格を決定する旨の条件を盛り込む。 ・当該価格算定手法では、SPCは実際の売水量に係らず、初期投資の回収を含む「Capacity Payment」による収入を確保することができる。但し「Variable Payment」は実際の売水量に応じ変動する。		「Variable Payment」の減少分については、オフテイク及びSPCが負担を分担する。但し、オフテイクは「Capacity Payment」については全額を支払う。	△				○				
25	O&M	外為変動リスク	VND-JPYの為替レートが変動し、SPCの売上低下をもたらす可能性がある。	・オフテイク契約上、「Capacity payment(固定レート)」及び「Variable Payment(変動レート)」を含む様に価格決定メカニズムを規定する。 当該価格算定方法では、外為レートの変動は売水価格に反映される。		当該リスクに関する費用はオフテイクが負担する。						○			
26	O&M	競合リスク	競合他社の市場参入により、SPCの売上低下をもたらされる可能性がある。	・オフテイク契約上、対象エリア・業務について、SPCがオフテイクの唯一の業務提供者となることを規定する条項を盛り込む。		オフテイク契約が遵守される限りにおいて、当該リスクの顕在化は想定されない。	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27	O&M	O&M期間中における事業施設	O&M期間中に事業施設に採用されたテクノロジーについて問題が発見される可能性がある。	・F/S調査時に、同様の技術が採用された過去事例も参照しつつ、採用技術の適切性を十分に確認する。		請負業者賠償責任保険によりカバーされない分の費用については、SPC及び投資家が負担	△	△							○

No	事業 フェーズ	リスク	リスク詳細	(SPC/下請企業による)リスク管理手法		リスクが顕在化した際の対応策	事業関係者								
				リスクの 軽減・移転・分担	保険の 適用 有無		SPC	投資家	政府*	カンター市 人民委員会***) オフテイク EPC事業者	O&M事業者	金融機関	保険会社		
		の技術的リスク		・請負業者賠償責任保険を購入する。当該保険は、O&M 期間における人身障害・財物損壊に係わる賠償責任をカバーする。		する。									
28	O&M	第三者賠償リスク (O&M 期間中)	SPC は O&M から生じた問題に基づき、第三者に補償を支払わなければならない可能性がある。	・第三者賠償責任保険(本表下の本文参照)を購入する。第三者賠償責任保険は、SPC に対して生じうる第三者からの賠償請求をカバーする。	○	当該リスクに関する費用は、左記の保険にてカバーされる。									○
29	O&M	技術の陳腐化リスク	当該事業施設又は機器に適用された技術が事業期間中に陳腐化し、SPC による更新のための追加投資を要する可能性がある。	・事業契約上、既存技術が陳腐化した場合、販売する水の品質が担保されている限りにおいては、SPC が新規技術を導入する義務を免除される旨の条件を盛り込む。		オフテイク契約が遵守される限りにおいて、当該リスクの顕在化は想定されない。	-	-	-	-	-	-	-	-	-
30	O&M	インフレリスク	インフレにより、SPC の支出が増加する可能性がある。	・オフテイク契約上、「Capacity payment (固定レート)」及び「Variable Payment (変動レート)」を含む様に価格決定メカニズムを規定する。 当該価格算定方法では、インフレは売水価格に反映される。		当該リスクに関する費用はオフテイクが負担する。					○				
31	O&M	外為変動リスク	VND-JPY の為替レートの変動により、SPC の支出が増加する可能性がある。	・オフテイク契約上、「Capacity payment (固定レート)」及び「Variable Payment (変動レート)」を含む様に価格決定メカニズムを規定する。 当該価格算定方法では、外為レートの変動は売水価格に反映される。		当該リスクに関する費用はオフテイクが負担する。					○				

4 出典：JICA 調査団

5

以下に、BOT 事業において加入されることが多い主要な保険を示す。

(1) 海外投資保険

上記マトリクス記載の海外投資保険は、(独)日本貿易保険 (NEXI) により提供されている。当該保険は海外においてジョイントベンチャー (この場合 SPC) に出資する日本企業が被った損失をカバーするものである。SPC が戦争やテロ、天災等の不可抗力事由により事業を継続できなくなった場合の損失や、対象国における外貨交換・海外送金に対する制約により配当金の収受において生じた損失等が対象となる。但し、当該保険では、事業カウンターパート (カンター市上下水道公社やカンター市人民委員会) の信用リスクはカバーされず、例えばカウンターパートの財政難等の影響で生じた損失などは補填対象外である。

(2) 操業開始遅延保険

当該保険は、様々な保険会社より提供されており、加入条件・補填対象の詳細は保険会社によって異なる。一般的には、当該保険では建設期間中の物的損害による操業開始の遅延による損失がカバーされる。

(3) 建設工事保険

当該保険は、様々な保険会社より提供されており、加入条件・補填対象の詳細は保険会社によって異なる。一般的には、当該保険では建設場で起こった事故や天災等により、施設や人、その他資産に生じた損害に係る全ての費用がカバーされる。

(4) 請負業者賠償責任保険

当該保険は、様々な保険会社より提供されており、加入条件・補填対象の詳細は保険会社によって異なる。一般的には、当該保険では事業契約の履行に関する施設や人、その他資産に生じた損害に係わる賠償責任をカバーする。

(5) 第三者賠償責任保険

当該保険は、様々な保険会社より提供されており、加入条件・補填対象の詳細は保険会社によって異なる。通常、当該保険は建設期間を対象とするものと O&M 期間を対象とするものに分かれている為、事業期間全体をカバーする為には、両方に加入する必要がある。一般的には、当該保険では事業における建設や O&M 業務が原因で第三者より賠償を求められた際にかかる全費用がカバーされる。

## 8.2 事業スキーム案

### 8.2.1 事業関係者と役割

本調査が対象とする事業においては、1) カントー市、2) オフテイカー、3) スポンサー/SPC、4) 融資者（金融機関）、5) 保険会社、6) 下請企業が係ることを想定している。現時点で想定している各関係者の基本的な役割については、以下の通りである。

#### (1) カントー市

カントー市とは、ここではカントー市人民委員会、カントー市建設局（DOC）、計画投資局（DPI）、天然資源環境局（DONRE）、財務局（DOF）、科学技術局（DOST）を想定している。

これらの機関は主として事業提案及び F/S の評価と承認、投資家の選定を担う。また、売水価格等の事業に係る詳細な条件について投資家と交渉を行い決定する立場にある。事業条件を定めた BOT 契約書は、カントー市人民委員会と SPC との間で締結されることになる想定される。また、カントー市人民委員会は SPC に対し、カントー市において事業を行う上で必要となる各種許認可・ライセンス等の発行を行う。

#### (2) オフテイカー

オフテイカーとは、SPC が提供するサービスを購入する主体を指す。当該事業では、カントー市上下水道公社（WSSC）が、SPC が提供する浄水を購入するオフテイカーとなる可能性がある。この場合、WSSC が現在行っている水道料金の徴収は、引き続き彼らの役割として変更しない想定である。

#### (3) スポンサー/SPC

スポンサー（事業の投資家）は、SPC に出資し株主となる想定である。スポンサーの間では、それぞれの出資比率や SPC の経営体制、株主間の利害対立や破産等の非常時に求められる対応等を規定した「株主間契約」を締結する必要がある。

当該事業においては、本調査を実施する日本工営株式会社、水 ing 株式会社、三菱商事株式会社が投資家となる可能性が考えられる。これら企業は国内外において水分野での建設・運営事業の経験を有しており、事業を効果的に遂行する上で必要となる能力を有している。カントー市における長期の水事業経験を経営に活かすという意味では、WSSC も SPC 株主となり、事業運営に携わるということも考えられる。

#### (4) 融資者（金融機関）

SPC は金融機関と融資契約を締結し、事業に必要な長期資金を調達する必要がある。

日本の投資家が事業スポンサーとなる場合、JICA が海外投融資（PSIF）を提供することが考えられる。PSIF は SPC に対し直接提供されるか、或いは現地金融機関を介して提供されることとなる（PSIF の詳細については第9章を参照）。

(5) 保険会社

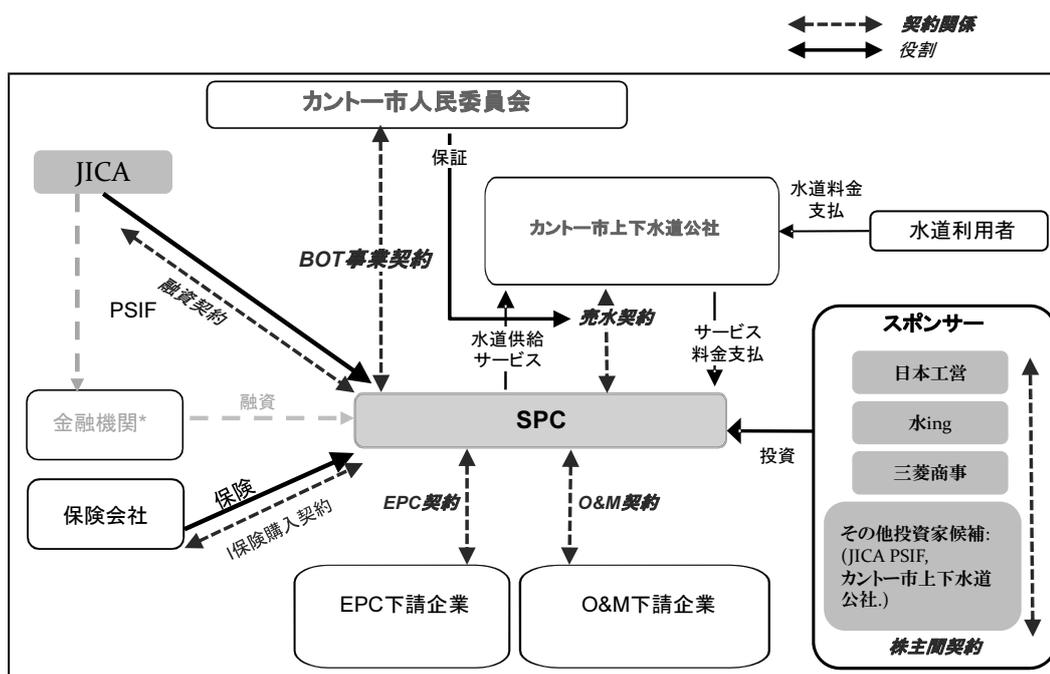
スポンサー/SPC は保険会社と保険購入契約を締結し、事業に係る様々なリスクをヘッジする保険を購入する必要がある。日本の投資家の場合、NEXI が提供する海外投資保険を付保することも可能である。NEXI の保険は、一般的にカバーされるリスクの範囲が幅広く、例えば政治リスクなど民間保険会社が通常提供する保険ではカバーされにくいリスクも対象となっている。

(6) 下請企業

SPC は下請企業と EPC 契約及び O&M 契約を締結する。EPC 下請企業としては、水 ing 株式会社も候補として考えられる。SPC は、これら下請企業が期日や要求水準を遵守しつつ業務を遂行することを契約に規定し、違反がある場合にはそれにかかる費用を負担するよう求めるなど、リスク分担について合意を取ることが一般的である。

8.2.2 事業スキーム案における組織構造

図 8.2.1 は、上記 8.2.1 に示した各事業関係者の役割と関係性の構造を示すものである。PSIF は、現時点では SPC に対し直接提供される想定としている。



\*2STEPとする場合、PSIFは現地金融機関を介してSPCに提供される。

出典：JICA 調査団

図 8.2.1 事業スキーム案

### 8.3 各種契約書の一般的な記載項目

#### 8.3.1 BOT 事業契約

表 8.3.1 は、Circular No.03/2011/TT-BKHDT に規定される BOT 事業契約書の基礎項目のうち、主要なものを要約したものである（同 Circular に規定される全項目については、Appendix B2.7 を参照）。また、各項目に対する留意事項として、現在想定されている本邦投資家が本事業において期待する条件（リスク分担や保証等）や、その他一般的な留意事項を記載している。

表 8.3.1 BOT 事業契約の一般的な規定項目

項目	一般的な規定内容	留意事項
事業実施の 目的、場所、期間	-事業実施の目的と内容、場所に関する説明 -事業の実施期間及び延長 または短縮する場合の条件	-本件の事業権期間締結直後から、操業開始後 25 年間までとする。
事業範囲、 施設の設計 及び技術の水準等	-新施設の事業範囲 -設計、建設方法、技術に係る要求水準	-BOT 契約では一般的に、事業期間中に、競合となる他事業を承認することを制約する趣旨の条件が盛り込まれており、本事業においてもこれを規定する想定である。
投資額及び 資金調達計画	-総投資額、出資額、融資額	下記の資金調達条件を規定する（詳細は第10章参照）。 -総投資額：653 十億 VND（24.5 億円） -JICA からの融資:457 十億 VND（17.2 億円） -出資金:196 十億 VND（7.4 億円）
土地の利用条件、 主な土木事業	-事業実施場所、必要と想定される土地の広さ、土地利用権の獲得時期とスケジュール	日本投資家は、以下の条件を求める想定である： (a)用地取得手続きの遅延による損失や追加費用については、関係政府機関による賠償を求める。 (b)用地取得、用地整理、施設の敷設権取得に係る手続きは、政府により実施されるものとする。当該手続きの遅延や失敗により SPC に生じた損失や追加費用は、所轄省庁に賠償を求めると共に、本来想定されていた操業開始時期以降については、（遅延により実際に操業が開始されていなかったとしても）約束された売水価格のうち、固定料金部分（Capacity Payment）の支払いは開始されるものとする。 (c)WSSC 既存浄水場用地内敷地にて必要な面積を本事業用地として、無償で利用可能とすること。 （本事業では、WSSC が既に所有し、住民移転も不要な空き地を事業用地として利用する為、本条件は政府側にとっても受け入れやすいと考えられる。2013 年 1 月時点のカントー市人民委員会との協議においても、先方から事業に係る用地準備について必要なサポートをするとの発言を得ている。）
環境保護に関する 規定	-環境影響評価の報告書（EIA）を承認する Decision（政府決定）の内容を遵守	第 11 章記載の方針に基づき、EIA を実施する想定である。

項目	一般的な規定内容	留意事項
	する為、各事業関係者が取るべき義務事項	
新施設の建設スケジュール	-建設準備、現場の障害物除去、住民移転に関するスケジュール	特に該当なし。
新施設の建設監督、品質管理、点検、完工に係る規定	-建設における各事業関係者の権利と責任 -建設下請企業の選定基準 -品質管理、監督、点検に関する体制	-入札法に基づき、WSSC 側出資が総投資額の 30%を超過しない限りは建設下請け企業の選定については、入札の手続きによらず投資家らが指名できることを規定。 -事業期間中の施設所有は SPC が行うため、品質管理、監督、点検に関しては、SPC 側で責任を持って実施することを規定。
新施設の運営・維持管理に係る規定	-新施設の運営・維持管理、サービスまたは商品の提供における各事業関係者の権利と責任	-入札法に基づき、WSSC 側出資が総投資額の 30%を超過しない限りは運営・維持管理業務下請け企業の選定については、入札の手続きによらず投資家らが指名できることを規定。
施設の移転に係る規定	-事業移転に関する条件と手続き -施設のコンディションを確認する方法、施設と事業の引き継ぎに関する手続き	日本投資家は、以下の条件を求める想定である： 事業終了時の資産価値は税務上の観点からゼロとし、政府は SPC に対し移転時に資産の欠損や損傷に関する賠償を求めないものとする。
適用されるインセンティブ、保証等	-投資家または SPC に適用されるインセンティブ内容 -その他政府が提供するサポート・保証等の内容	-BOT 契約の履行に対する政府保証 -オフテイク契約に対する政府保証 -事業用地取得並びに用地整理に対する政府保証 -BOT 法 (Decree 108、第 38 条) に基づく事業用地にかかる土地税や土地賃料の支払いの免除 -資産を抵当に入れる権利の取得 -Decree 124/2008/NC-DP に基づく法人税の優遇措置 -共通投資法に基づく SPC に出資或いは株式購入した投資家が、配当として受け取った所得にかかる所得税額に対する優遇 -BOT 法、共通投資法に基づく事業に必要な部品、資材、運送機械、その他物品の輸入にかかる関税の免除 -共通投資法に基づく投資家が税務機関と税決算を実施後、赤字となった場合、赤字額を翌年度に繰り越し、翌年度の課税所得からの控除 (5 年間)。
当該契約に記される権利・義務の譲渡に係る規定	-投資家或いは SPC が当該契約に記される権利・義務の一部或いは全てを他者に譲渡する場合の条件と手続き -融資、保証、他者への事業引き継ぎに関連する全ての契約について、締結する場合の条件と手続き	-レンダーとなる JICA による、本事業に関連する一連の権利義務への各種担保権の設定を行うこととし、譲渡そのものに掛けられた制限が不合理でないことに留意する。

項目	一般的な規定内容	留意事項
当該契約の有効期間と終了に係る規定	-当該契約の有効期間 -契約を延長または短縮する場合、及び解除する場合の条件	日本投資家は、以下の条件を求める想定である： BOT 契約期間は、別途契約者間の合意及び契約規定に基づき延長や途中解約がされない限りにおいて、締結直後から、操業開始後 25 年間までとする。
不可抗力に関する規定	-不可抗力の定義 -不可抗力に該当する事象が発生した場合における各事業関係者の権利と義務	日本投資家は、以下の条件を求める想定である： [(a) オフテイカーの帰責による途中解約について]： 債務返済（融資契約の途中解約によるペナルティ利息含む）、株式配当、その他追加費用や損失（余剰者解雇手当、EPC 契約・O&M 契約等の途中解約費用など）はオフテイカーが SPC に対して賠償責任を負うものとする。また、オフテイカーは、Fixed Charge (Capacity Payment) の未払残高について、事前に指定された率で割り引いた現在価値を SPC に対し支払うものとする。 [(b) 不可抗力による途中解約について]： オフテイカーは、Fixed Charge (Capacity Payment) の未払残高について、事前に指定された率で割り引いた現在価値を SPC に対し支払うものとする。 (「Fixed Charge」の詳細については 10 章を参照)
紛争解決手段	-事業関係者間の紛争を解決する手段	-双方が調停人を選任し、選任された 2 人の調停人が 3 人目の調停人を選任し、調停を行う等、公平なルールになっていることを確認する。

出典：JICA 調査団

### 8.3.2 EPC 契約

表 8.3.2 は、BOT インフラ事業において一般的に必要とされる EPC 契約書の規定項目を整理したものである。また、各項目に対し、本事業特有の留意事項や、その他一般的な注意事項を記載している。

表 8.3.2 EPC 契約の一般的な規定項目

項目	一般的な規定内容	留意事項
建設期間、完工時期	-建設スケジュール -保証完工日（完工が当該時期を過ぎると、遅延損害金が発生するタイミング）	一般的に、BOT 事業における EPC 契約は「date-certain」契約であり（つまり完工時期が明記・保証されている）、本事業においてもこれを採用する想定である。
契約価格	-EPC 業務に関して同意された価格（固定価格）	-一般的に、BOT 事業における EPC 契約は仕様変更が無い限りは固定価格、インフレ無しの条件となっており、本事業においてもこれを採用する想定である。なお、本事業では円貨調達分は円貨固定額での契約とする想定で

項目	一般的な規定内容	留意事項
		ある(EPC 事業者)に為替リスクを移転しない。
引き渡しに関する規定	-EPC 業務の完了後、施設の引き渡しに関するスケジュールと手続き	一般的に、BOT 事業における EPC 契約は、「ターンキー契約」であり、施設建設後、合意された期間中テスト操業を実施した上で、引き渡すことになっている。本事業においてもこれを採用する想定である。
履行保証に係る規定	-履行保証の内容・条件	EPC 契約上の履行保証条件は、オフテイク契約上求められている履行保証条件をカバーできる内容となっている必要がある。
保険に係る規定	-EPC 業務に係るリスクをヘッジする為、購入する保険の内容・条件	以下の保険への加入を規定する。 -建設工事保険 -第三者賠償責任保険 -請負業者賠償責任保険
仕様変更に係る規定	-設計、使用する部品/材料、採用技術等に関する仕様変更を受け入れる際の条件と手続き	-仕様変更の手続きについて規定。 -SPC の帰責事由に拠らない変更によって費用負担が発生しないよう規定。
遅延損害金に係る規定	-完工が遅延した場合の損害金額（一日あたりの金額）	SPC 帰責の場合上限金額、遅延時に SPC が負担しなければならないコストをカバーできる金額を規定する。
瑕疵担保に係る規定	-施設に対する瑕疵担保の内容・条件	BOT 契約であり施設の所有者は SPC となるため、詳細は EPC 契約にて規定する。
当該契約に記される権利・義務の移転に係る規定	-当該契約に記される権利・義務の一部或いは全てを他者に譲渡する場合の条件と手続き	当該規定は、SPC の債務不履行時に、金融機関による事業への「ステップイン」が円滑に実施できる条件となっている必要がある。

出典：JICA 調査団

### 8.3.3 O&M 契約

表 8.3.3 は、BOT インフラ事業において一般的に必要とされる O&M 契約書の規定項目を整理したものである。また、各項目に対し、本事業特有の留意事項や、その他一般的な注意事項を記載している。

表 8.3.3 O&M 契約の一般的な規定項目

項目	一般的な規定内容	留意事項
O&M 業務内容	-O&M 業務の内容と範囲	BOT 事業契約・オフテイク契約で SPC に要求されるオペレーター業務がすべて盛り込まれていることが必要。
業務開始に係る規定	-業務開始の条件と手続き	O&M 請負企業に対する支払いは、

項目	一般的な規定内容	留意事項
		SPC がオフテイカーからの支払いを受取り開始するまで、実行されない条件とする。
契約期間	-O&M 期間	事業権契約・オフテイク契約で規定される事業の期間をカバーすることが必要。
業務開始遅延の場合の取り扱い	-業務開始遅延が SPC 帰責、O&M 下請企業帰責、不可抗力、法令変更等と見なされる場合 -上記それぞれのケースにおける対応条件・手続き	-オフテイク契約と少なくともミラーの条件になっていることが必要。 -施設の運営・維持管理業務に係るリスクは、SPC から O&M 請負事業者に移転する形で条件規定する。
O&M 業務の条件と要求事項	-求められる運営・サービスの品質と、それらを維持する方法	-オフテイク契約と少なくともミラーの条件になっていることが必要。
業務対価支払いに係る規定	-O&M 業務に対する対価支払いの条件	-オフテイク契約と少なくともミラーの条件になっていることが必要。
契約解除に係る規定	-契約解除が SPC 帰責、O&M 下請企業帰責、不可抗力、法令変更等と見なされる場合 -上記それぞれのケースにおける解除条件・手続き	現在想定される本邦投資家が求める途中解除の条件については、上記 BOT 事業契約 (8.3.1) の「留意事項」を参照。
事業終了時引継支援に係る規定	-業務の引き継ぎに関する手続き	-業務マニュアル、譲渡対象となる資産リストを整備し、契約終了時に SPC に譲渡することを規定。 -BOT 契約終了に伴う施設譲渡手続き支援に係る条件を規定。
当該契約に記される権利・義務の移転に係る規定	-当該契約に記される権利・義務の一部 或いは全てを他者に譲渡する場合の条件と手続き	当該規定は、SPC の債務不履行時に、金融機関による事業への「ステップイン」が円滑に実施できる条件となっている必要がある。

出典：JICA 調査団

### 8.3.4 株主間契約

表 8.3.4 は、BOT インフラ事業において一般的に必要とされる株主間契約書の規定項目を整理したものである。また、各項目に対し、本事業特有の留意事項や、その他一般的な注意事項を記載している。

表 8.3.4 株主間契約の一般的な規定項目

項目	一般的な規定内容	留意事項
契約者	-株主名	本事業の出資者としては、本邦投資家並びに WSSC が想定されている。
ジョイントベンチャー (SPC) 設立の合意	-ジョイントベンチャー (SPC) を設立することに合意する条項	特になし。

項目	一般的な規定内容	留意事項
SPC 企業情報	-株主間契約に基づき設立される SPC の名称 -SPC の会社形態 (有限会社または株式会社) -SPC 所在地 -業態	特になし。
根拠法令	-SPC 設立の根拠となりまた設立手続きを規定する法定	特になし。
創業者情報	-姓名 -住所 -国籍 -その他基本情報	特になし。
株式持分に関する規定	-発行可能株式総数 -会社設立時発行株式 -株式の種類及び議決権 -出資比率割合 -株式の担保提供に係る条件 -株式譲渡制限 -出資償還に関する規定 -配当条項	-融資者に株式譲渡を求められた場合に備え、株式の譲渡を認める条項を規定する。 -一部株主が事業から Exit する必要が生じた場合において、譲渡価格を巡って株式譲渡が進まないリスクを回避する為、「価格合意できない場合の最終的価格」を定めておくことが望ましい。 -株式譲渡に関し、融資契約、BOT 契約との整合を確認 -融資契約において定められる配当制限とミラーになっていることを確認。 -融資契約において質権設定が行われることが想定されるため、質権設定に関する合意規定を盛り込む。
株主総会に関する規定	-権利と義務 -決議方法	-重要な事項については厳格な要件になっているか等を確認することが必要。
組織形態	-取締役会 -社長、会長、監査役、その他 -役員人数、任命条件、就任期間 -監査委員会 -役員人数、任命条件、就任期間	(本調査においては WSSC との売水単価価格合意に至らなかったため、組織形態の詳細条件については検討されていない。)
取締役会に関する規定	-権利と義務 -意思決定方法	-本邦投資家の合意を必須条件とする。 -スムーズな意思決定ができるルールとなっているか確認。
監査委員会	-権利と義務 -意思決定方法	(本調査においては WSSC との売水単価価格合意に至らなかったため、組織形態の詳細条件については検討されていない。)
会計年度	-SPC の会計年度	特になし。
設立日	-SPC 設立日	特になし。
事前合意を必要とする事項	-定款の変更 -合併、破産の申し立て -出資比率の引下げ	融資契約上求められる条件が含まれているか確認。
資金調達	-資金調達の責任者の任命	現地の出資者も想定していることから、出

項目	一般的な規定内容	留意事項
	-資金調達方法	資リスクを鑑み、本事業における出資・融資の払込みについては、Equity First を採用する想定である。

出典：JICA 調査団

### 8.3.5 オフテイク契約

表 8.3.5 は、BOT インフラ事業において一般的に必要とされるオフテイク契約書の規定項目を整理したものである。また、各項目に対する留意事項として、現在想定されている本邦投資家が本事業において期待する条件（リスク分担や保証等）や、その他一般的な注意事項を記載している。

表 8.3.5 オフテイク契約の一般的な規定項目

項目	一般的な規定内容	留意事項
事業スキーム	-業態 -事業スキーム (BOT) -各事業参加者の役割	JICA は、海外投融資 (PSIF) 供与の前提条件として、カンター人民委員会によるオフテイク契約に対する政府保証を求める。
事業スケジュール	-事業全体スケジュール -建設期間、O&M 期間 -オフテイク契約が発効するための要件	BOT 契約とミラーになっていることを確認。 -発効要件、発効期限が無理のないものであることを確認する必要あり。 -発効期限は設けないよう交渉することも考えられる。
設計変更の取扱い	-設計変更の手続き -変更により発生する追加コストの取扱い (オフテイク料への反映要否に関する判断方法含む)	-設計変更の手続きについて規定。 -SPC の帰責事由に拠らない変更によって費用負担が発生しないよう規定。
建設開始の要件	-オフテイカーによる設計内容の確認、必要な許認可の取得等、建設開始の要件	必要な許認可、土地取得等に関するオフテイカーの協力義務を規定。
完工の確認	-完工の確認手続き	-事業期間中の施設所有は SPC が行うため、完工に関しては、SPC 側で責任を持って実施することを規定。
完工遅延に関する規定	-遅延により発生する追加コストの取扱い	-SPC 帰責以外の場合は料金への転嫁(または難しいが追加コスト分一括払い)、SPC 帰責の場合は「上限金額があるか」「コントラクターからミラーで回収できるか」「予備費が十分か」がチェックポイントとなると思われる。
売水の条件	-販売する水の品質、量、履行地等	日本の投資家は以下の条件を申請する想定である： SPC がオフテイク契約に定められた条件での売水が可能である状態である限りにおいて、実際の売水量に係らず、オフテイカーは SPC に一定の売水料金を支払うものとする。SPC は、水源における水不足・水質悪化や、電気・ガスの供給における問題、その他不可抗力による問題については責任を負わないものとし、こうした事象により SPC のサービスに問

項目	一般的な規定内容	留意事項
		題が生じた場合も、Fixed Charge (Capacity Payment) 及びその他の追加費用のうち保険でカバーされない分については、オフテイクカーより SPC に支払われるものとする。 (「Fixed Charge」の詳細については10章を参照)
売水価格の条件	-売水価格の決定方法	日本の投資家は以下の条件を申請する想定である： 売水料金には、Fixed Charge (Capacity Payment) 及び Variable Charge が含まれるものとする。 Fixed Charge は初期投資回収にかかる費用 (減価償却費や、融資に対する金利、投資家に対する妥当な配当金と、税金) 及び人件費などの固定費をカバーするものである。 Variable Charge は実際の稼働率に応じて変動する電力や使用薬剤、汚泥処理等にかかる変動費をカバーする。 Fixed Charge は実際の売水量に係らず一定の金額が支払われる一方、 Variable Charge は実際の売水量に応じた金額が支払われる。 水道料金はオフテイク契約に示された価格決定方法に基づき、毎年、インフレや為替変動、税率、その他コスト増に繋がり得る法規制の変更等を反映し見直されるものとする。 (「Fixed Charge」及び「Variable Charge」の詳細については10章を参照)
日々の売水オペレーションについての規定	-日々の売水量の決め方、変更についての決定ルール	オペレーションに無理がないか、規定ニア用につき予定されている O&M 契約締結企業に十分な確認をさせる。
報告義務	-KPI や運営計画等に基づいた SPC の運営状況報告書の発行義務	KPI が無理なものとなっていないかを確認することが必要。
契約解除	-SPC 帰責、オフテイクカー帰責、不可抗力など、ケース別の契約取消事由とその場合の帰結	現在想定される本邦投資家が求める途中解除の条件については、上記 BOT 事業契約 (8.3.1) の「留意事項」を参照。
オフテイク期間終了後の措置	-オフテイク期間終了時に対象資産に求められる条件 -上記条件を満たしているかの確認方法 -資産及び事業引き継ぎの方法	現在想定される本邦投資家が求める施設移転の条件は、上記 BOT 事業契約 (8.3.1) の「留意事項」を参照。
当該契約に記される権利・義務の移転に係る規定	-当該契約に記される権利・義務を移転する場合の条件	当該規定は、SPC の債務不履行時に、金融機関による事業への「ステップイン」が円滑に実施できる条件となっている必要がある。
紛争解決手段	-当事者間に紛争が発生した場合の解決方法	-双方が調停人を選任し、選任された2人の調停人が3人目の調停人を選任し、調停を行う等、公平なルールになっていることを確認する。

出典：JICA 調査団

## 第9章 事業モデルスキーム

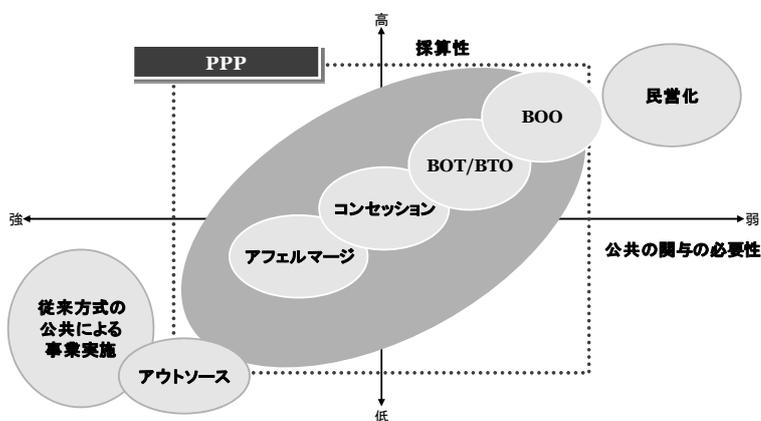
### 9.1 公共事業における官民連携 (PPP) 手法の導入

第2章に記載の通り、カントー市の財政はインフラ整備への資本需要のために赤字化しており、インフラ整備の投資資金をベトナム開発銀行から資金調達をしている。

世界的に資本投資が必要な国は、必要なインフラ投資コストと利用可能資金源との差を補い、かつ可能な限り効率的、費用対効果を最大化させるため、インフラを整備に官民連携スキーム (PPP) を採用していることが多い。PPP とはインフラ整備やサービス提供に係る資金調達・建設・修繕・維持管理を実施するための官民協力の形態である。

「PPP」という用語は1990年代からヨーロッパで一般的に使用されるようになったが、広く合意された単一の定義やモデルはない。図9.1.1に示すように「PPP」とは民間セクターが公共事業や公共サービスを提供する場合の様々な手法を総称している。

PPPと従来の調達方法との主な違いは、PPPでは施設の稼働状況や商品/サービスの品質によって、契約期間中の民間事業者の収益が変動する点である。民間事業者は、資産の引渡しだけでなく、プロジェクト管理、事業実施、長期の維持管理・運営等事業全体において責任を負う。これにより、従来の公共事業よりも要求水準達成に対するインセンティブが働くという点において利点がある。



出典：JICA 調査団

図 9.1.1 事業形態別 PPP 手法のマッピング

#### 9.1.1 主な PPP 事業方式

「PPP」とは民間セクターが公共事業や公共サービスを提供する場合の様々な手法を指す。事業の発注者は事業採算性に基づいて、適切なスキームと公共セクターの関与度合いを検討するものとする。以下にPPPによる主な事業方式を示す。

(1) BOO (建設・所有・操業)方式

BOO 方式は事業への民間投資・設計・建設・事業完了後の運営を組み合わせたスキームである。事業の運営と所有は公共セクターに移転されることなく実施される。その観点では、BOO 方式は自由市場の考えに近い。BOO 方式では、民間事業者は施設利用者からの料金回収によって、総投資額・運営費・維持管理費を回収し、相応の収益を獲得することが許容されている。

(2) BOT (建設・所有・移転方式) 方式

本提案事業で採用予定の BOT 方式もまた、民間事業者によるインフラ事業の設計・建設・運営・資金調達を伴う。しかし、BOO 方式とは異なり、事業所有権は民間セクターに帰属しない。ホスト国政府が民間主体による建設・運営に対して性能に基づいた支払を行うため、サービス品質をコントロールするに当たり、ホスト国政府はより強い権限を持つ。したがって、この方式では、民間事業者によって提供されるべきサービスの品質を担保できるメリットがある。民間事業者には一定期間の事業運営権が与えられ、期間内に事業収入から事業投資額と維持管理費、相応の収益を回収する。BOO 方式との違いは、契約期間満了時にホスト国政府に事業が移転される点である。

(3) BTO (建設・移転・所有) 方式

BTO 方式もまた、民間事業者によるインフラ事業の設計・建設・運営・資金調達を伴う。しかし、BOT 方式とは異なり、民間セクターは完工時に資産を移転し、建設費と収益は運営の性能に関係なく支払われることになる。民間事業者は一定期間の事業運営権が与えられ、期間内に事業収入から事業投資額と維持管理費、相応の収益を回収する。

(4) コンセッション方式

コンセッション方式は民間事業者によるインフラ事業の設計・建設・運営・資金調達を伴う。しかし、BOT 方式とは異なり、民間セクターは一定期間、利用者から直接料金回収を行う権利が与えられる。民間セクターによる資本投資のための借入は回収された料金によって支払われる。契約期間満了時、事業権はホスト国政府に移転される。

(5) アフェルマージ方式

アフェルマージ方式は一定期間、民間事業者に事業運営権と直接料金回収を行う権利が与えられる。コンセッション方式とは異なり、ホスト国政府が必要な設備を建設する。契約期間満了時、事業権はホスト国政府に移転される。

▼提案スキーム

	従来方式 による調達	アフェルマー ジ	BTO	コンセッショ ン	BOT	BOO	民営化
所有権	官	官	官	官	官*	民	民
資金調達	官	官	民	民	民	民	民
運営	官	民	民	民	民	民	民
サービス 提供責任**	官	官	官	官	官	官	民

民間の関与・  
事業採算性

低 ←————→ 高

\* 事業契約期間中、民間セクターが所有権を持ち、満了時所有権は移転される  
\*\*サービスの量と質の要求水準を設定する

出典：JICA 調査団

図 9.1.2 事業方式別の官民の役割分類

特に BOT 方式とコンセッション方式は、高いサービス品質と費用対効果が期待されるために、水セクターで用いられることが多い。なお、BOT 方式では公益性を担保するため、ホスト国政府に料金水準決定権が残されることが多い。

## 9.2 資金調達スキーム

事業から生じる収益は返済原資となるため、事業採算性は資金調達スキームに強く影響する。一般的に、収益性の低い事業は長期融資を、収益性の高い事業は短期融資を必要とする。図 9.2.1 の横軸は、事業収益性と必要な返済期間の関係を示す。したがって、事業費が料金を介してエンドユーザーに影響を与える場合においては特に、資金調達源は事業収益性との関係で決定されることが望ましい。

外国人投資家にとっては、現地の商業環境、法律や規制の不確実性により想定外の巨額の損失が発生する恐れがあるため、現地経験を有することは事業成功の重要な要因であり、外国人投資家が十分な現地経験を持つ場合にのみ、現地企業からの援助なしに単独で投資でき得る。本提案事業においては、カントー市上下水道公社 (WSSC) の現地における事業経験・ノウハウを事業に活かす為、WSSC も出資し、事業に参画することが望ましい。

初期費用が多額である場合、事業スキームの検討にあたっては、資金調達源をどうするかという問題は非常に重要なポイントである。

### 9.2.1 資金調達源のオプション

浄水場の初期投資資金の調達先としては、次のような財源が考えられる。

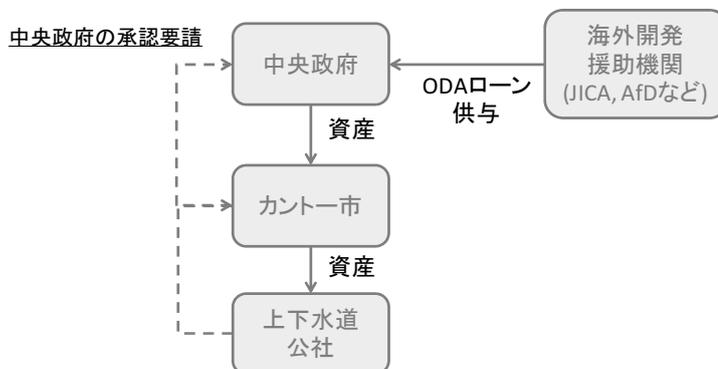
(1) 政府開発援助 (ODA) ローン

ODA ローンは外国政府または多国間支援組織によって提供される長期融資である。ODA ローンの利用は原則的に政府に限定される。そのため、ODA ローンが財源として選択された場合、ベトナム政府は ODA ローンを受け、浄水場を建設し（もしくはカントー市人民委員会に建設を委託し）、完工時にカントー市人民委員会に資産を譲渡しなければならない。

本調査では、日本政府から資金を得る可能性を検討している為、当該オプションの場合には JICA の円借款を利用することが考えられる。円借款の特徴は図 9.2.1 の通りである。

**ODAローン**

- ODA ローンは国家債務として計上される。
- 国会は公的債務を増加させないという方針がある為、事業に ODA ローンを利用するには中央政府による承認が必要となる。
- 中央政府は国にとっての重要性を考慮し、事業に ODA を適用するか決定する。



出典：JICA 調査団

図 9.2.1 ODA ローンの概要

(2) JICA による PSIF (海外投融資)

第二に、金融機関が（全面的でないにしても）一定の商業リスクを負担する長期プロジェクトファイナンスが考えられる。ベトナムの銀行は長期資金を提供するのに十分な財務基盤を有していない為、（海外金融機関よりバックファイナンスを受けない限りは）地場銀行からのプロジェクトファイナンスを受けられる可能性は限定される。

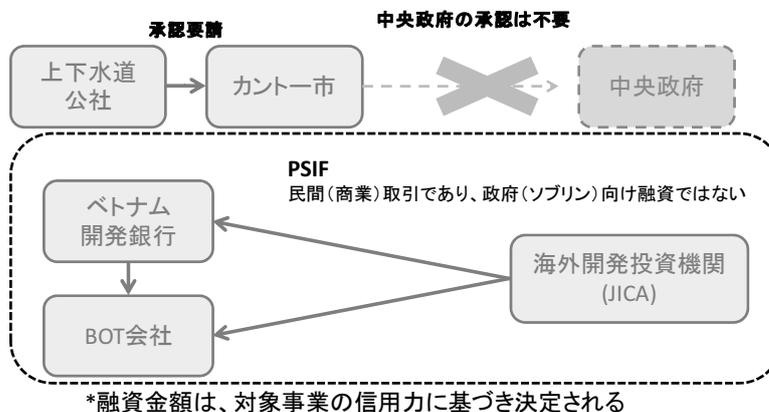
一方で 2011 年、JICA は民間事業者に対して、長期融資や出資を行う PSIF 事業を再始動し、その融資期間 (Tenor) は 10 年間の据置期間を含み、最大 25 年と言われている。株式投資の場合には、PSIF を通じた JICA の株式保有率は最大 25% を上限としている。また PSIF は円建てのみであるが、必ずしも、円建てで民間企業に提供される訳ではない。JICA は民間企業への融資を提供する地場銀行に PSIF を提供することもでき、このスキームは「2 ステップローン」と呼ぶ。2 ステップローンでは、地場銀行による融資は現地通貨建となる可能性がある。

PSIF を浄水場の初期投資の資金調達に活用する場合、まず浄水場の建設・運営を行う特別目的会社 (SPC) を設立し、当該 SPC が PSIF による融資または出資を受けること

になる。それぞれのスキームは図 9.2.2 と図 9.2.3 に示す通りである。

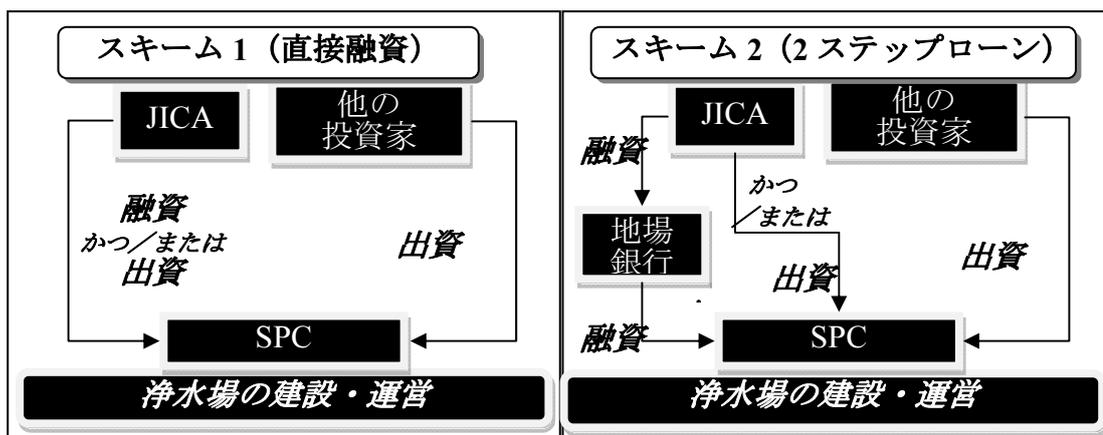
**JICAによるPSIF**

- JICAによるPSIFは国家債務には計上されない。
- JICAはBOT会社またはベトナム開発銀行に対し(政府向け融資ではなく)、直接融資を行う
- カントー市や上下水道公社は、中央政府の承認を得る必要はない。
- 融資金額はBOT会社が投資する事業の信用力に応じて決定されるものとする。



出典：JICA 調査団

図 9.2.2 JICA による海外投融資概要



出典：JICA 調査団

図 9.2.3 PSIF スキーム図

当該オプションを使用する場合、BOT 方式（またはその他 PPP 手法）であることが前提となる。SPC は政府と長期の事業契約を締結し、契約に基づいて SPC が設計、建設、資金調達、浄水場の維持管理を行うものとする。

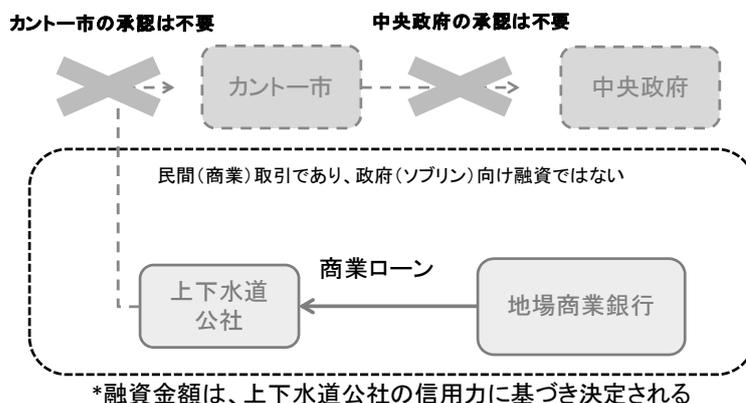
(3) 地場銀行による商業ローン（カントー市上下水道公社(WSSC)による自己借入）

第三に、WSSC 自身が国内外の銀行、または他の投資家から、浄水場の初期投資のための借入を受けることが考えられる。この場合、国内外の銀行や投資家は、当該浄水場事業からのキャッシュフローに限らず、WSSC が手掛ける他のビジネスや投資事業のキャッシュフローも原資として、融資/投資を回収する。

WSSCは現時点では外資の銀行・投資家から借入を受けていない為、この場合の貸し手は国内銀行になることが想定され、スキームは図 9.2.4 に示す通りである。

### 地場銀行による商業ローン

- 地場銀行による商業ローンは国家債務には計上されない。
- 中央政府による承認は不要だが、融資条件(融資期間、利率、融資額等)は不利になる。
- 融資額は上下水道公社の信用力によって決定される。



出典：JICA 調査団

図 9.2.4 地場銀行による商業ローン概要

## 9.2.2 資金調達源オプションに関する考察

表 9.2.1 は、想定される資金調達源オプションの比較である。本事業への適格性の観点から、項目別に各財源を評価し色分けしている。なお、図 9.2.3 に示すように、海外投融资は直接融資と2ステップローンに分類している。

円借款は有効な資金源の一つと考えられる。長期かつ低利による融資が可能であり、ベトナム政府がインフラ事業の資金を調達するのに最も一般的な方法でもある。

但し、円借款を活用するためには、借款契約の前にフィージビリティ・スタディを完了する必要があり、また事業がベトナム政府によって優先度の高い事業として承認される必要があるなどの条件がある。また、円借款はベトナム政府の債務となる。

一方、PSIF によるプロジェクトファイナンスも有効な資金調達源とみなすことができる。特に円借款ほど申請に時間がかからないという点で有利である為、事業の開始スケジュールを考えると、PSIF が最も有効な資金調達源であると評価することが妥当である。直接融資と2ステップローンのいずれを選択するかについては、詳細な財務条件が確定した段階で、後に分析を行う。

表 9.2.1 資金調達源比較

	円借款	長期プロジェクト・ファイナンス		WSSC 自己借入 (国内銀行より)
		PSIF (SPC へ直接融資)	PSIF (2ステップ)	
融資期間 (Tenor)	超長期 (最大 40 年間)	長期 (最大 25 年間)	長期 (最大 25 年間)	短~中期 (事業期間より)

	円借款	長期プロジェクト・ファイナンス		WSSC 自己借入 (国内銀行より)
		PSIF (SPCへ直接融資)	PSIF (2ステップ)	
			ただし、地場銀行に依存する)	も短期となることがある)
通貨	円建て	円建て	ドン建て	ドン建て
利率	超低利 (1%程度)	低利 (3~5%程度)	中~高利 (13~15%程度)	高利 (15%以上)
利用前提条件	ベトナム政府により優先事業と認められること	事業に経済性が認められる限り取得可能	事業に経済性が認められ、地元銀行に受入れられれば取得可能	(融資先の特定により時間を要する可能性がある)
申請・審査期間	長期 (4~5年程度)	中期 (1~2年程度)	中期 (1~2年程度)	短~中期
その他	ローンはベトナム政府の債務となる	為替変動リスクはWSSCが負担することとなる	地場銀行に事業経験がなければ困難となる	地場銀行に事業経験がなければ困難となる

出典：JICA 調査団

- 注：
- \* 円借款に係るデータは JICA ホームページによるもの
  - \* PSIF 金利は、ベース金利+利ざやを見込んだ直接融資におけるレート。ベース金利は財務省ホームページ掲載の 2013 年 2 月以降適用の貸付金利 (25 年間の財政融資資金貸付、据置期間 5 年における金利) を参照しており、利ざやを加えるとおよそ 3~5%程度になると想定される。2ステップ融資の場合、上記に加えて現地銀行の利ざやとして、およそ 10%ほどが加算されると考えられる。
  - \* 上記データは現状の金融市場からの推定であり、変化する可能性がある。上記条件による資金調達が確実であることを示唆するものではない。
  - \* 色分けの凡例はそれぞれ次の通りである

最も好ましい	好ましい	どちらでもない	好ましくない
--------	------	---------	--------

### 9.3 その他前提条件

事業実施場所が発展途上国である場合には特に、インフレ率や為替レートなどのマクロ経済指標が通常高くなり、これらに示される経済状況が事業採算性に大きく影響するため、事業採算性を分析する前提条件には、適切なマクロ経済指標を用いることが重要である。

#### (1) 税務に係る前提条件

##### 1) 所得税

毎事業年度の所得税率は第3章.1.3(5)に記載のインセンティブに基づいて次の通りとなる。

各年度の所得税算出後に発生した損失は、次の5年間に繰り越され、各年度の課税所得と相殺される。

供用開始後	
1~4年目	0%
5~9年目	5%
10~15年目	10%
16年目以降	25%

## 2) 関税

関税は免除となる。(BOT法 38条)

## 3) 付加価値税 (VAT)

水事業における付加価値税 (VAT) は5%に低減されているため (正規率は10%)、受取付加価値税は支払付加価値税よりも低くなることもある。付加価値税は建設費にのみ反映した。

## (2) 料金

### 1) 水利権

水資源の利用に使用料が求められるとする法令があるが、カントー市より当該事業の為に土地税やインフラ整備等、必要な補助を提供するとの発言があり、当該使用料も免除される可能性が高いと判断し、当該費用は財務分析に加味しないこととした。

### 2) 土地利用料

土地利用料は BOT 法のもとでは免除され、財務分析上は計上されない。(BOT法 38条 3項)

## (3) 履行保証金 (BOT法 23条)

履行保証金は下記 a と b の合計以上となる。

-総投資額のうち、1兆 5,000 億 VND 分について 2%

-総投資額のうち、1兆 5,000 億 VND を超えた部分については、当該超過分の 1%

## (4) インフレ

VND ベースで年 8.5%のインフレを見込んでいる (調査団が想定する投資家の社内基準にて定められている値を採用)。

## (5) 通貨下落

年 3.78%の円に対する VND の下落を見込んでいる (調査団が想定する投資家の社内基準にて定められている値を採用)。

## (6) 減価償却

会計・税務の計算上、建設費や大規模修繕費は完工、修繕の終了時に固定資産として計上し、減価償却については、事業期間満了時に完全償却するように事業期間の残りの年

数にわたって償却させる。

## 9.4 事業組織

### 9.4.1 SPCの経営組織

当該事業で設立される SPC は、有限会社 (Limited Liability Company) 或いは株式会社 (Joint Stock Company) の形態を取ることが想定される。同国の企業法 (Law No. 60/2005/QH11) では、有限会社および株式会社について、それぞれ表 9.4.1 の経営組織を有することが求められている。各役職の役割の詳細については、定款上にて明確化されることになる。

表 9.4.1 企業形態別の経営組織

企業形態	必要とされる経営組織機関	主な機能
有限会社 (Limited Liability Company)	1) 社員総会	会社の最高意思決定機関であり、会社の戦略や事業計画、社長の待遇、その他経営に関する事項について決定を行う。
	2) 社員総会会長	社員総会の会長は、総会にて決定・指名される。会長は総会の議題・資料作成等の開催準備を実施或いは指揮し、総会で決定された事項の実行について監督する役割を担う。
	3) 社長	社長は社員総会にて決定される。総会で決定された事項を実行・指揮する役割を担い、またそれに関連する日々の経營業務における意思決定を行う。
	4) 監視委員会 (11人以上の社員を有する企業が対象)	当該機関の役割・義務については、定款上で決定する (企業法では具体的役割が規定されていない)。
株式会社 (Joint Stock Company)	1) 株主総会	会社の最高意思決定機関であり、発行株式の数・種類の決定、取締役会及び監視委員会の役員選定/除名の決定、毎年度の財務報告書の承認等の役割を担う。
	2) 取締役会	会社の経営を担う機関であり、会社の戦略や事業計画、組織形態、株式発行、その他経営に係ることで、株主総会による意思決定事項の範疇に入らない事項について意思決定を行う。また、社長による日々の経營業務に対する監督も行う。

企業形態	必要とされる経営組織機関	主な機能
	3) 取締役会会長	取締役会の会長は株主総会又は取締役会により任命され、定款にて別途規定がない限り、社長と兼任となる。会長は取締役会の開催に向け、議題や資料作成等の準備を実施或いは指揮し、取締役会での決定事項の実行について調整・監督する役割を担う。
	4) 社長	社長は取締役会により任命される。取締役会の決議事項を実行し、それに関連する日々の経營業務における意思決定を行う。
	5) 監視委員会 (11人以上の株主を有する企業又は単独で50%以上を有する株主が存在する企業が対象)	委員会のメンバーは取締役会/社長から独立した立場で、取締役会/社長による経営・事業方針の妥当性を監督・評価する。

出典：企業法 (Law No. 60/2005/QH11) を元に JICA 調査団が作成

有限会社と株式会社いずれの場合においても、会社の法的代表者 (representative-at-law) はベトナム国の永住者である必要があり、当該代表者が 30 日以上国を離れる場合には、不在時の代行者を書面で任命し設置することが求められている。有限会社の場合は社員総会の会長または社長、株式会社の場合は取締役会の会長または社長が、当該代表者となる資格を有する。当該代表者以外のポジションについては、日本人を配置することが可能である。

#### 9.4.2 運転維持管理 (O&M) 業務の実行組織

##### (1) 業務実施計画

###### 1) 基本方針

本設備は河川原水を浄化するシステムであり、流入水質及び流入水量を的確に把握することが重要である。流入水質・水量は、1日・1週間・季節毎に大きく変化するものであり、その都度運転調整を必要とする。その運転調整方法をマニュアル化し、通常の流入において常に安定した給水水質を維持することを基本方針とする。また、濁度上昇等水質悪化時の運転方法、洪水時の運転方法等を確立する。施設保全からの観点として、点検・保守を適切に行い、施設延命化を図る。最終的には、ベトナム国に適した運転・点検・保守管理方法を確立し、技術移転を円滑に行うものとする。

## (2) 業務内容

### 1) 運營業務

- 各業務の実施計画等の策定、業務の統括及び総合的管理
- 施設稼働の担保
  - 運転計画の実施及び 365 日・24 時間運転の担保（個別機器の故障は除く）
- 天災及び外部要因（テロ、劇毒物の流入等）による施設機能損傷は除く
- 浄水場の施設、設備及び機器の機能保持
- 従業員の労務及び安全の管理、技術移転を含む教育訓練
- 運営状況（運転状況、保守状況、環境計測、技術移転の教育状況等）の定期報告
- 委託者、関係機関との連絡調整等

### 2) 運転監視操作業務

- 浄水場の各種設備及び機器の運転操作及び制御
- 浄水場の各種設備及び機器の調整及び整備
- 浄水場の運転状況（水量、水質等）の終日監視及び記録
- 廃棄物（汚泥等）搬出の立会い

### 3) 保守点検業務

- 浄水場の施設、設備及び機器の巡視及び巡回
- 浄水場の施設、設備及び機器の日常点検及び定期点検
- 浄水場の設備及び機器の定期自主検査
- 浄水場の設備及び機器の汎用消耗品の交換
- 浄水場の設備のベトナム法令等で定める検査、点検及び立会い
- 自家用発電機の定期運転及び定期点検

### 4) 施設の運転に関する計測業務

- 運転管理上必要となる定期的な水質分析及び汚泥性状分析等
- 水質分析（ベトナムの法令による水質分析）
- 分析結果の解析、記録及び報告
- 化学薬品の保管・管理
- 廃液管理

### 5) ユーティリティ・物品管理業務

- 業務遂行に必要な電話、燃料、消耗品、薬品、資材、油脂類、分析器具、分析用薬品等の調達及び管理
- 浄水場場内の照明器具等部品の調達、交換及び管理
- 納入物品の管理

### 6) 施設管理業務

- 浄水場の施設内及び場内の清掃
- 浄水場施設の警備、盗難防止
- 浄水場内の緑地管理

7)その他の業務

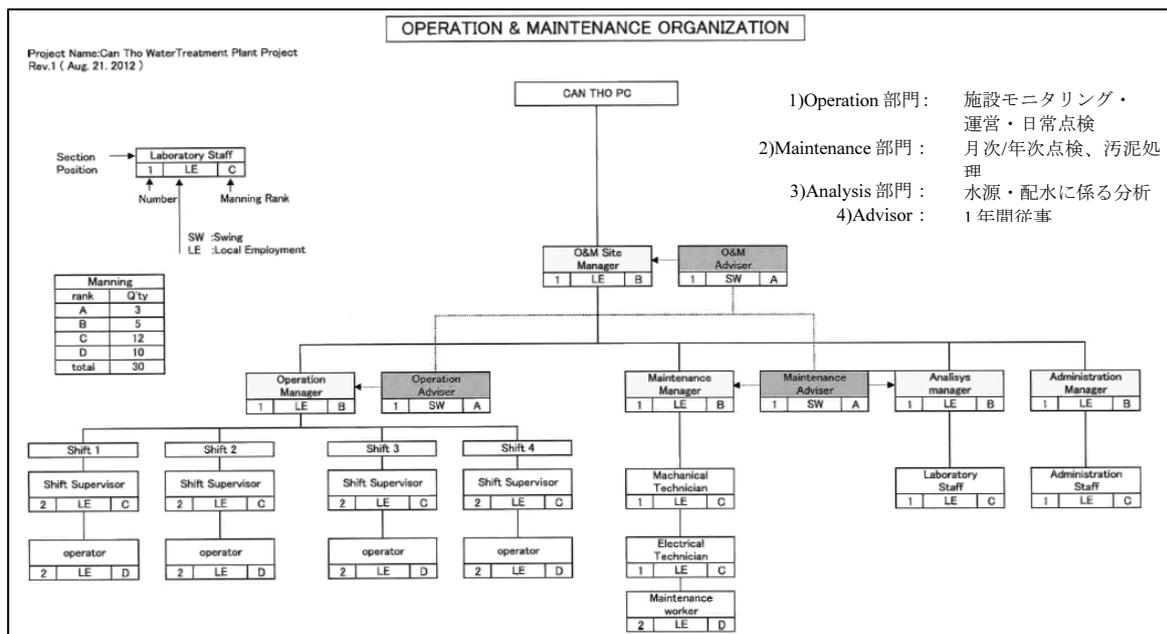
- 災害等緊急時の一時対応及び客先との協議に基づくその後の対応
- 住民への対応(折衝及び協議を除く)
- 契約時及び契約終了時における処理場等の機能確認
- 客先が行う増設・更新・補修工事、精密保守点検等の協力及び立会い
- 見学者対応及び安全管理
- 図書類の整理
- 諸室(事務室等)の自主管理

(3) 業務実施体制

1)基本体制

当該事業の O&M 体制は、図 9.4.1 に示される通り、運営部門、維持管理部門（運転・保守）、分析部門の 3 部門から成っており、初年度 10 ヶ月間はそれぞれの部門に対する日本人アドバイザー（3 名）が従事する。また、各マネージャーは運営部門も兼務する。

次年度以降日本人アドバイザー1名で1年の内1ヶ月間のチェック業務及びローカルスタッフへの指導を行う。



出典：JICA 調査団

図 9.4.1 O&M 請負企業の組織体制 (案)

2)各部門担当責任者の役割

(a)共通事項

- 緊急時の一次対応（現場確認、連絡、予備機運転等）
- 各担当業務のマニュアル作成

### 〔運営部門〕

#### (i)総括責任者

- 組織の統括的責任者
- 従業員の人事労務管理および労働安全衛生管理
- 客先との連絡協議

#### (ii)技術責任者

- 浄水場施設の統括的運営管理
- 業務計画書の策定（技術移転計画を含む）
- 安全衛生管理の指導・監督業務（従業員の健康管理、作業上の事故の未然予防等）
- 文書管理業務
- 場内清掃指導・監督業務
- 客先との連絡協議（補佐）
- 各機器の運転状況確認及び点検整備・保守管理業務

#### (iii)事務所運営管理責任者

- 運営事務所に関する総務業務
- 会計業務
- ローカルスタッフの人事・労務管理業務

### 〔維持管理部門〕

#### (i)運転担当責任者

- 各コントロール室からの運転監視
- 業務日誌、故障報告書などの各種書類作成
- 燃料、薬品の受入・管理（残量確認）

#### (ii)機械・電気保守担当責任者

- 機械設備の点検整備
- 受変電設備、自家発設備、各電機設備の点検整備
- 計装機器の清掃・保守等
- 月例及び年間整備の実施管理
- 日常、週間及び月例点検データの分析
- 機器の軽微な補修

#### (iii)調達/QC/ロジスティックス/税務/法務/セキュリティー担当責任者

- 薬品・スペアパーツ等の調達・輸送・品質管理
- O&Mに関するベトナム法規等の調査及び対応
- ベトナム法に従う会計、税務等の調査
- 浄水場施設、運営事務所に関わるセキュリティー対策全般

### 〔分析部門〕

#### (i)分析担当責任者

- 日常水質検査

- 定期水質検査
- 環境測定（騒音等）
- 各種データの分析・運転調整サポート

(4) バックアップ体制

本業務にあたり、本事業管理事務所へのバックアップ体制を表 9.4.2 に示す。水 ing（本社）はハノイに現地法人事務所 SWING WATER VIETNAM（SVC）を有し、技術者も常駐しており、非常時における人・資材に対する支援を迅速に実施可能である。また、当社本社技術部門には点検・補修に関する知識を有した技術者を有している為、非常時は全社をあげて技術支援を実施する。

表 9.4.2 バックアップ体制（例）

支援先	支援内容
SVC	緊急時等における工事、薬品・材料手配等
SVC	緊急時、その他事業継続に係る人的支援
本社オペレーション業務室業務部	教育支援、運転技術支援、労務管理支援
本社オペレーション業務室技術部	業務効率化提案、コスト削減提案
本社上水技術室、電気計装設計室	設備・運転技術支援
本社メンテナンス技術室	設備機器突発故障に関する技術支援

出典：JICA 調査団

運営期間の各年度における人員は、表 9.4.3 に示す通り計画している。日本の O&M 実施会社より派遣するアドバイザーについては、運営開始直後の数年間に重点的に配置し、現地雇用者のトレーニングを実施する。トレーニングを受けた現地雇用者は、運営期間の最終年度まで、主体的に運営維持管理業務を担う想定である。

表 9.4.3 O&M 請負企業の人員配置計画（案）

Staff (MM)		Manning Rank	Number of working month for every year																								
			0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
SWING	J1 O&M Adviser	A	2	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	J2 O Adviser	A	2	10																							
	J3 M Adviser	A	2	10																							
	sub total		6	30	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Local Manager	LM1 O&M Site	B	2	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	LM2 Operation	B	2	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	LM3 Maintenance	B	2	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	LM4 Analysis	B	2	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	LM5 Admi M	B	2	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
sub total		10	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60
Supervisor and Technician	LS1 Operation	C	16	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96
	LS2 Maintenance	C	4	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
	LS3 Analysis	C	2	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	LS4 Admi S	C	2	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
sub total		24	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144	144
Working Staff	LW1 operator	D	16	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96	96
	LW2 Maintenance	D	4	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
sub total		20	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120	120

出典：JICA 調査団

## 第10章 提案事業スキームに関する財務評価

### 10.1 提案事業スキームの財務計画

本調査では、提案する事業スキーム案について、財務分析を実施した。本分析では調査団が想定する投資家が求める諸条件を前提として分析を行った。

#### 10.1.1 財務分析における前提条件

財務分析の前提条件には、1) 事業計画（事業範囲とスケジュール）、2) 税務、3) 資金調達、4) 事業組成及び建設費用、5) O&M 費用、6) 収益、7) 準備金預金の7つが含まれる。分析時の単位にはベトナムドン（VND）を用いている。

##### (1) 事業計画に係る前提条件

###### 1) 事業スキーム

第9章で示した通り、当該事業は BOT スキームによる実施を計画しており、民間の投資家が SPC を設立し、SPC が事業契約に基づき設計、建設、資金調達、運営・維持管理を行う想定である。BOT 事業又は BOT スキームでは通常、O&M 期間は長期となる。

###### 2) 事業計画

事業の実施計画は表 10.1.1 の通り予定している。

表 10.1.1 事業計画

SPC の設立	2013 年
建設開始	2014 年
完工	2016 年
施設供用開始	2017 年
O&M 期間の終了	2041 年 (O&M 期間は 25 年)

出典：JICA 調査団

###### 3) 施設概要/稼働率等

施設概要については、取水施設及び浄水施設（設計容量 45,000m<sup>3</sup>/日）並びに浄水施設から既存配水管への送水管路が整備対象となる（詳細は第6章を参照のこと）。稼働率については2017年の施設供用開始から100%稼働を想定する。ただし、日平均は約39,000 m<sup>3</sup>/日である。

##### (2) 税務に係る前提条件

付加価値税（VAT）は建設費に関して加味した。

法人税については第9章で示した税率にて分析に加味している。

固定資産税については加味していない。

(3) 資金調達に係る前提条件

1) 資金調達先

初期投資額（建設費、建設期間中の利子払い等を含む）の70%については JICA の PSIF により融資を受ける想定である。残り 30%については、出資の形で民間投資家により投資される想定である。

2) 融資条件

融資の条件は表 10.1.2 に示すように想定している。

表 10.1.2 融資条件

融資形態		PSIF
通貨		日本円
利子率		3%
融資期間	引出期間	3年
	据置期間	2年
	返済期間	20年
	合計	25年

出典：JICA 調査団

3) EIRR

当該分析にて使用する EIRR とは、株主が SPC に出資する額に対する、毎年の配当による内部収益率を指す。一般的に株主への配当は融資の返済に優先されることはないため、そのリターンは融資金利より高く、投資家によって異なる。通常、プロジェクトの収益性を判断する場合にはプロジェクトカンパニーたる SPC にとっての EIRR を判断の基準とすることが一般的であるが、本分析では、スポンサーにとって保守的な事業性を確保するため、SPC にとっての EIRR ではなく、その出資者であるスポンサー別に最終的受取金額を配当と見做し、当該スポンサー出資金額に対してどれだけの収益率であったかを試算し、スポンサー別 EIRR と定義し分析に活用した。財務分析においては、売水価格は目標 EIRR を達成できるよう計算し設定されるアプローチを採っているが、目標 EIRR をこのスポンサー別 EIRR とし、各スポンサーが求める水準以上の事業性を確保する売水単価を分析した。

なお、上記の分析アプローチを採用する場合、各スポンサーにとっての最終的受取金額を算出するための控除費目及び金額は異なるため、言わば、スポンサー別に EIRR 計算式が定義されることとなる。しかしながら、報告書上ターゲット値とする EIRR の定義がスポンサー別に異なると、読み手に混乱を生じさせる恐れがあるため、本報告書においてはスポンサー別 EIRR を、SPC にとっての EIRR に換算し直し、これをターゲット値として分析を行った。

スポンサー別 EIRR を SPC にとっての EIRR に換算すると、日本円で 15%~25%と算定されたが、全スポンサーの要求を満たすためにはこのうち最も高い EIRR をターゲット値とする必要があることから、本財務分析では日本円で 25%の SPC にとっての EIRR を

ターゲット値として採用した。

(4) 事業組成及び建設費用に係る前提条件

1) 建設費用

建設費用の条件は表 10.1.3 に示すように想定している（詳細は第 6 章を参照のこと）。

表 10.1.3 建設費用の内訳 (2012 年価格)

(十億 VND、億円)

内訳	VND	JPY
土木工事費	232	8.7
機械・電気設備工事費	245	9.2
プロジェクトマネジメント費、設計・施工監理費、その他費用	33	1.3
予備費	26	0.9
計	536	20.1

出典：JICA 調査団

これに加え、建設費用のうち円貨調達部分については、2012 年時点の想定為替レート 1JPY=266VND にてベトナムドン換算されており、本財務分析では毎年 3.78%の割合でベトナムドンが円に対して減価していく想定を置いているため、2016 年の完工までの 4 年間に当該円貨調達部分はベトナムドン表示金額で増加していくこととなる。これによる費用増加は 160 億 VND (2012 年価格、約 0.6 億円) である。

2) 事業組成費用

当該分析においては、事業組成費用として、520 億 VND (2012 年価格、約 2 億円) を見積もっている。このうち 260 億 VND (2012 年価格、約 1 億円) は JICA からのヒアリングにより JICA 対する融資組成費用 (デューデリジェンス費用等) の支払いを見積もり、残りの 260 億 VND (2012 年価格、約 1 億円) は他事例を参照し、SPC 側費用として SPC 設立費用、建設期間中の SPC 運営費用等を見積もった。

3) 建中金利

建設期間中の JICA からの借入れ金利として 50 億 VND (2012 年価格、約 2 千万円) を見積もっている。2016 年に初回の融資実行を想定しているため、2016 年から 2017 年の建設期間中に約 17 億円の融資が逐次実行され、その残高に対して金利 3%分の利息が発生する前提で計算している。

(5) O&M 費用に係る前提条件

O&M 費用については、234.4 億 VND/年 (2012 年価格、約 8,800 万円/年) を見積もっている (詳細は第 6 章を参照のこと)。このうち、電力費は 81 億 VND/年、薬品費は 43.7 億 VND/年、乾燥汚泥処分費は 1.7 億 VND/年となりその合計である 126.4 億 VND/年が変動費、メンテナンス費は 35 億 VND/年、人件費は 73 億/VND となり、その合計である 108 億 VND/年が固定費である。

加えて、SPC 運営費用として他事例を参考に、毎年の事務費用、監査費用等に 53.2 億 VND/年（2012 年価格、約 2,000 万円/年）分を見積もっている。

(6) 収益に係る前提条件

SPC の収入としては、WSSC から受領する売水収入と手元現預金等を銀行に預けている間加算されることとなる預金利子収入を想定しており、その詳細は以下のとおりである。

1) 売水収入

本プロジェクトにおいてカントー市上下水道公社から SPC に対して支払われる水卸売の対価は、表 10.1.4 のとおりである。

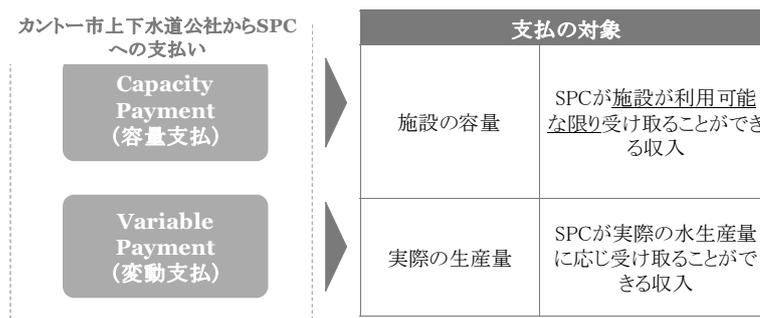
表 10.1.4 売水収入

(十億 VND、億円)

	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026
VND	182	188	205	211	217	237	244	251	276	284
JPY	5.6	5.6	5.9	5.8	5.8	6.1	6.0	5.9	6.3	6.2
	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
VND	292	323	332	340	379	388	398	446	457	468
JPY	6.2	6.6	6.5	6.4	6.8	6.8	6.7	7.2	7.1	7.0
	2037	2038	2039	2040	2041					
VND	527	539	552	625	639					
JPY	7.6	7.4	7.3	8.0	7.9					

出典：JICA 調査団

表 10.1.4 の毎年の SPC の売水収入は、図 10.1.1 に示される「Capacity Payment」（容量支払）部分と「Variable Payment」（変動支払）部分より構成される「テイクオアペイ」方式という支払いメカニズムに基づき算定されており、以下「テイクオアペイ」方式の考え方について説明を記述する。



出典：JICA 調査団

図 10.1.1 「テイクオアペイ」方式の概要

a. 導入の背景

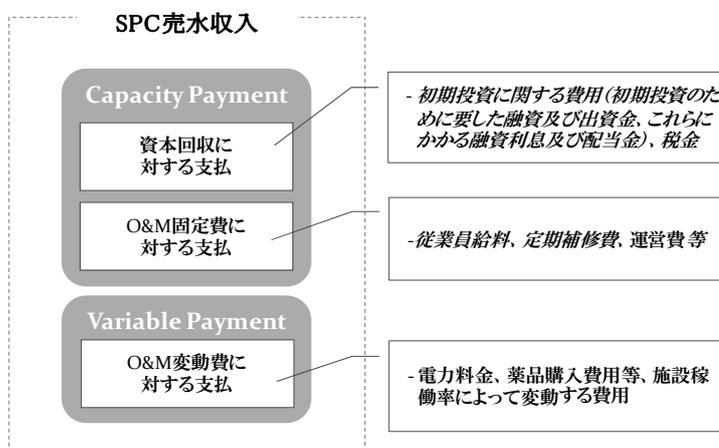
「テイクオアペイ」方式とはプロジェクトファイナンスを用いるインフラプロジェクトにおいて世界中で広く一般的に利用される支払いメカニズムであり、官民の間で予め合意され、契約に規定されたインフレ、為替減価などに関するリスク分担に従い SPC の収入を保証するものである。

借入人としての収入を返済原資とすることができるコーポレートファイナンスと異なり、プロジェクトファイナンスでは対象プロジェクトから発生する収入のみが返済の原資として充てられるため、プロジェクトファイナンスを採用する場合には、適切なリスク分担に基づいてプロジェクトの収入が保証されることは銀行にとって重要である。

そのため、プロジェクトファイナンスで資金調達を行おうとする場合は、銀行から資金調達を行うため、適切なリスク分担を検討しそれを具現化する支払メカニズムを構築、採用する必要がある、このような支払メカニズムの採用が必須条件となる。

b. 収入の構成

「テイクオアペイ」方式を採用する場合、SPCの収入は、図10.1.2に示す通り「Capacity Payment」（容量支払）部分は投下資本回収部分と O&M 固定費回収部分から構成され、「Variable Payment」（変動支払）は O&M 変動費から構成される。



出典：JICA 調査団

図 10.1.2 SPC の売水収入構成

c. 計算方法

「テイクオアペイ」方式のもと、SPCの収入は図10.1.3のとおり計算される。

SPCの収入 = 「Capacity Payment」（容量支払） + 「Variable Payment」（変動支払）

- ・ 「Capacity Payment」（容量支払） = 資本回収への支払い + O&M 固定費への支払い
- ・ 「Variable Payment」（変動支払） =  $m^3$  当たり O&M 変動費 × 実際の売水量
- ・ 1年当たりの資本回収への支払い = (融資額 + 出資額 + 支払利息 + 配当 + 税金) ÷ 運営期間  
= 2,946 billions VND ÷ 25年  
= 117.84 billions VND
- ・ 1年当たりの O&M 固定費への支払い = 108 billions VND
- ・ 1年当たり 「Variable Payment」（変動支払） = 126.4 billions VND
- ・ 実際の売水量 =  $0 m^3 \sim 39,000 m^3$

出典：JICA 調査団

図 10.1.3 SPC 収入の計算式

「Capacity Payment」(容量支払)は、新設する浄水場が、オフテイカーが求める浄水生産キャパシティを有していることに対して支払われる金額である。この為 SPC は、施設の不具合や供用開始の遅延等、契約上求められる生産キャパシティを維持できない状況に陥らない限り、合意された支払金額を全額受け取ることが可能であり、実質的に定額の収入と言える。一方、「Variable Payment」(変動支払)は施設の実際の稼働率に応じて変動するものであり、水需要の低下等により稼働率が落ちるような場合には、当該部分に係る収入額は想定を下回る可能性がある。

d. 価格改定要素

「テイクオアペイ」方式のもと、図 10.1.3 で示される SPC 収入の計算においてはこれら構成要素それぞれについて、インフレ率や為替下落率が加味される。表 10.1.5 は SPC 収入の計算において加味されるべき価格の改定要素をまとめたものである。

表 10.1.5 に示すとおり、SPC の収入のうち、O&M 費用に対する支払いに相当する部分については、O&M 費用が毎年インフレの影響で変動するものであるため、一律にインフレ調整の対象とされる。一方、SPC の収入のうち、外貨で支払われる費用に相当する部分についても、為替レートは毎年変動するため、為替調整が行われる。本事業では、表 10.1.6 に示すとおり、O&M 費用のうち外貨部分と投下資本の回収に関して為替調整が行われるものと想定した。投下資本の通貨については、回収金額の大半が借入金の返済に充てられることとなるため、借入通貨により判断されることが一般的であり、本分析では円建てでの資金調達を想定されているため、外貨調達部分と見做し、為替調整の対象と整理した。

「テイクオアペイ」方式では、上記のインフレと為替による対価の改定は、原則的には毎年実施されることが一般的だが、本分析ではインフレによる価格改定部分に関しては、現地の売水単価の改定が3年毎であることを考慮し、受け入れられやすいスキームとするため、3年ごとにインフレの影響を反映させるスキームとした。本分析では、第9章で説明された、インフレ率8.5%、年3.78%の円に対する VND の下落の想定を用い計算を行っているが、事業開始後は実際のインフレ率や為替レートに基づき調整が行われることとなる。なお、これらの価格改定要素を考慮した場合の事業期間平均での価格上昇率は5.2%となり、想定上のインフレ率8.5%よりも低い価格上昇率となる。

表 10.1.5 価格改定要素

SPC の収入	構成要素		対価改定要素	
			インフレ	為替
Capacity Payment (容量支払)	投下資本		×	○
	O&M 固定費	外貨部分	○	○
		内貨部分	○	×
Variable Payment (変動支払)	O&M 変動費	外貨部分	○	○
		内貨部分	○	×

出典: JICA 調査団

これらの要素に加え、「テイクオアペイ」方式では法令変更(例: 税制変更)も対価の改定に反映されることが一般的である。このような価格改定の仕組みについてはオフテ

イク契約及び BOT 契約において規定される必要がある。

## 2) その他の収入

SPC は下記において説明される準備金を口座に預金しておく必要が発生するが、この預金金額に対しては利子収入が発生することが想定される。本分析においては、5%/年の利子収入を見込んだ。

また、SPC が全ての必要資金を常に現金により手元に置いておくことは考えられないため、SPC は準備金口座の他に、日常業務の実施において利用する預金口座を開設することが想定される。この口座への預金金額（引出し条件付きでないもの）については、3%/年の利子収入を見込んでいる。

### a. 準備金口座に係る前提条件

準備金の預金口座としては、将来の借入返済（利子および元金返済）に充てる口座と、将来の設備交換等の大規模修繕に充てるものの2種類を見込んでいる。これら2口座は、同類の事業において一般的に設置されるものである。

#### ・ リプレースメント・リザーブ・アカウント (RRA)

RRA には、将来の大規模修繕資金として使用する現金を預金する。各年の RRA への預金額は、毎年の現預金勘定残高が実質的に一定となるような金額で決定する。

#### ・ デット・サービス・リザーブ・アカウント (DSRA)

DSRA には、借入返済（利子及び元金返済）の為に現金が不足することがないように、6 か月分までの返済資金を預金する。

## 10.2 提案事業スキームの財務分析結果

上記の前提に基づき財務分析を行ったところ、下記の結果が算出された。

### 10.2.1 投資家が求める諸条件を前提とした財務分析結果

2012 年の売水単価は約 8,638VND/m<sup>3</sup>、借入期間全体での平均デット・サービス・カバレッジ・レシオ (DSCR) は 4.32、最低 DSCR は 3.62 となった。

売水単価に関しては、2012 年から適用が予定されているカントー市の平均の小売水単価が 5,584VND/m<sup>3</sup>であることを考慮すると、卸売価格は当該金額以下である必要があるものと考えられ、調査団の提案する卸売価格とカントー市上下水道公社が受け入れられる卸売価格との間に、相当の価格差があることが確認できる。カントー市上下水道公社からのヒアリングによると、新たな売水単価のもとで受け入れ可能な卸売価格は 4,100VND/m<sup>3</sup>であり、調査団が試算した結果はその2倍以上となる。

表 10.2.1 は前述の前提条件のうち、建設期間中の資金調達と資金使途に関して一覧にまとめたものである。

表 10.2.1 資金調達金額と建設期間中の資金使途

(十億 VND、億円)

資金使途	VND	JPY	資金調達	VND	JPY
建設費用	536	20.1	JICA からの融資	457	17.2
建設費用に係る円貨調達為替増加分	16	0.6	出資金	196	7.4
その他費用	52	2.0			
建中金利	5	0.2			
手元現預金	32	1.2			
完工保証金	12	0.5			
計	653	24.5	計	653	24.5

出典 JICA 調査団

\*1JPY =266VND の 2012 年価格にて換算

表 10.2.2 は、前述の前提条件を用い、O&M 期間中の SPC の収入と支出を一覧にしたものであり、毎年の想定為替レートにて円建てにて換算している。

表 10.2.2 25 年間の O&M 期間中計の支出と収入

(十億 VND、億円)

支出	VND	JPY	収入	VND	JPY
O&M 費用	2,773	48.0	売水収入	9,001	164.5
SPC 運営費用	448	8.0	預金金利	126	0.1
税金	840	13.1	完工保証金の払い戻し	12	
利息	242	5.6	手元現預金の取り崩し	32	
JICA への融資返済	769	14.9			
出資金償還	196	2.3			
配当	3,903	72.6			
計	9,170	164.6	計	9,170	164.6

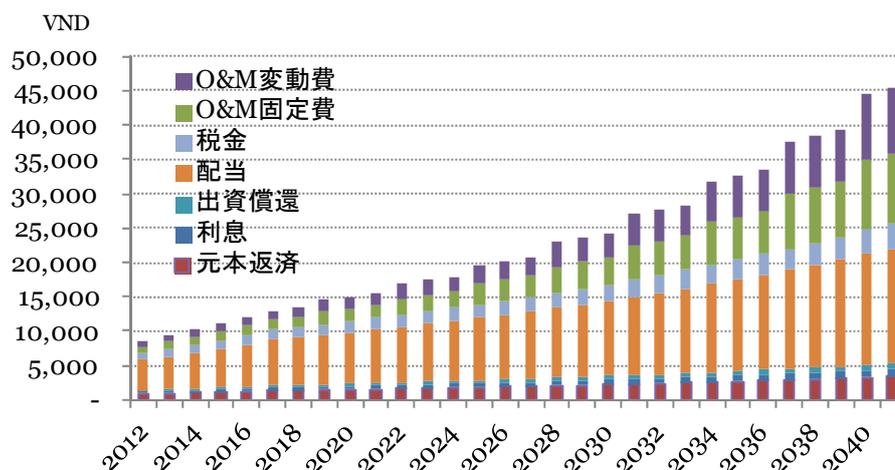
出典: JICA 調査団

\* O&M 費用 : 234.4 億 VND/年、約 8,800 万円/年 (2012 年価格)

\* SPC 運営費用 : 毎年の事務費用、監査費用等に 53.2 億 VND/年、約 2,000 万円/年 (2012 年価格)

\*毎年の想定為替レートにて換算

図 10.2.1 は O&M 期間中の SPC の収入を売水量で除算し、1 m<sup>3</sup> 当たりの売水価格を算出し、グラフにしたものである。「テイクオアペイ」方式を採用する場合、事業開始時は、現在の価格との比較では割高に見える売水単価が算出されるが、事業期間全体での売水単価平均伸び率はインフレ率より低く後年度割安な価格となることが多い。本分析でも売水単価の事業期間平均伸び率は 5.2% となり、想定上のインフレ率 8.5% よりも低くなった。



出典 JICA 調査団

図 10.2.1 m<sup>3</sup>当り卸売水価格の内訳

### 10.2.2 その他の分析

分析の結果は、下記パラメーターを動かすことで変更させることができる。

- a. 初期投資額
- b. O&M 費用
- c. 目標 EIRR
- d. 各資金調達先の割合 (優先ローン/劣後ローン/出資)
- e. 各借入金の利子率 (優先ローン/劣後ローン)
- f. VND 下落率 (対 US ドル/日本円)
- g. インフレ率
- h. 配当率(大規模修繕前/後)

調査団が想定する投資家が求める条件では、カントー市上下水道公社が求める売水単価との乖離が大きいため、上記パラメーターのうち、初期投資金額が減少させた場合、目標 EIRR を変更した場合の 2 ケースについて、以下、感度分析を行った。

#### (1) 初期投資金額が減少された場合

本章の 1.1 で示した前提条件のうち、初期投資金額について表 10.2.3 の金額に変更を行い、売水単価を試算した。

ケース 1 の場合の 2012 年売水単価は 8,057VND/m<sup>3</sup>、ケース 2 の場合の 2012 年売水単価は 7,596VND/m<sup>3</sup>、ケース 3 の場合の 2012 年売水単価は 7,165VND/m<sup>3</sup>となったが、それでもカントー市上下水道公社が求める 4,100VND/m<sup>3</sup>に対して 1.7 倍から 2 倍の水準となっている。

表 10.2.3 建設費用の内訳 (2012 年価格)

(十億 VND、億円)

内訳	ケース 1 (10%減)		ケース 2 (20%減)		ケース 3 (30%減)	
	VND	JPY	VND	JPY	VND	JPY
土木工事費	209	7.8	185	7.0	162	6.1
機械・電気設備工事費	221	8.3	196	7.4	172	6.5
プロジェクトマネジメント費、設計・施工監理費、その他費用	30	1.1	27	1.0	23	0.9
予備費	23	0.9	20	0.8	18	0.7
計	482	18.1	429	16.1	375	14.1

出典：JICA 調査団

(2) 目標 EIRR を下げた場合

本章の 1.1 で示した前提条件のうち、EIRR については日本円で 25%をターゲットとしていたところ、投資家に変更され目標値が 15%となると仮定し、売水単価を試算した。試算の結果、EIRR15%の場合には 2012 年売水単価は 6,382VND/m<sup>3</sup>となったが、カントー市上下水道公社が求める 4,100VND/m<sup>3</sup>に対しては 1.7 倍の水準となった。

10.2.2 財務分析に関する所見

調査団は前述の提案事業スキームの分析結果をもって、カントー市上下水道公社及びカントー市関係者と協議を重ねたが、調査団が提示する売水単価はカントー市上下水道公社が求める水準の 2 倍以上となるため、受け入れ可能な水準ではないとの回答であった。現状の調査団が想定する投資家構成ではこれ以上の売水単価減少は難しいため、合意に至ることは非常に困難であるものと考えられる。

一方で、ベトナムでの水道料金は、第 3 章で説明されているとおり、「Joint Circular No.75/2012/TTLT-BTC-BXD-BNNPTNT (Joint Circular Guiding Principles and Method of Determination and Competence to Decide Water Consumption Price in the Urban Areas, Industrial Zones and Rural Areas)」により、水処理及び・売水に係る総費用を基本に計算されているため、今後カントー市上下水道公社及びカントー市関係者が民間資金の活用を検討する場合には、現在のカントー市上下水道公社が供給する水の殆どはカントー市により整備された浄水場施設により生産されているために、施設整備に係る費用が考慮されず低い水道料金が設定されている可能性があることを理解することが必要と考えられる。

本調査では、調査団がカントー市側関係者と売水単価の合意に至ることは難しいが、民間資金の活用は、経済発展とともに増加するインフラ整備需要に対応するため有効な手法であり、事業そのもののメリットとデメリットについて十分な理解・検討を重ねた上で検討が進められるべきである。

### 10.3 経済的費用便益分析

本経済的費用便益分析は ADB により発行された「水道事業プロジェクトの経済分析のためのハンドブック」(2009年)(以下「ADB ハンドブック」)を参照している。経済的費用便益分析は、事業を実施した場合(“with Project”)と、事業を実施しない場合(“without Project”)の費用と便益を想定し、事業を実施した場合に対象地域経済にもたらされる便益を分析し、事業実施の経済的妥当性を評価するものである。評価指標としては一般に経済的内部収益率(Economic IRR)や経済的現在価値(ENPV)、費用便益比(B/C)などが用いられるが、本分析では Economic IRR を求めることとする。

#### 10.3.1 経済的費用の計算

##### (1) 提案事業の市場価格

本事業のプロジェクト費用想定は表 10.3.1 のとおりである。プロジェクト費用が一企業に対して発生する費用であるのに対し、経済的費用は経済全体に影響を与える費用を表す為、移転資本(税金、関税、補助金)や運転資本(借入金の借入・返済など)はここでは除外する。

表 10.3.1 初期投資費用と O&M 費用の想定

(十億 VND)

年	支出			年	支出		
	CAPEX	OPEX	計		CAPEX	OPEX	計
2014	65.87	0.00	65.87	2028	0.00	23.44	23.44
2015	235.04	0.00	235.04	2029	0.00	23.44	23.44
2016	235.04	0.00	235.04	2030	0.00	23.44	23.44
2017	0.00	23.44	23.44	2031	0.00	23.44	23.44
2018	0.00	23.44	23.44	2032	0.00	23.44	23.44
2019	0.00	23.44	23.44	2033	0.00	23.44	23.44
2020	0.00	23.44	23.44	2034	0.00	23.44	23.44
2021	0.00	23.44	23.44	2035	0.00	23.44	23.44
2022	0.00	23.44	23.44	2036	0.00	23.44	23.44
2023	0.00	23.44	23.44	2037	0.00	23.44	23.44
2024	0.00	23.44	23.44	2038	0.00	23.44	23.44
2025	0.00	23.44	23.44	2039	0.00	23.44	23.44
2026	0.00	23.44	23.44	2040	0.00	23.44	23.44
2027	0.00	23.44	23.44	2041	0.00	23.44	23.44

出典：JICA 調査団

経済全体への影響を加味する為、プロジェクト費用には以下の 1)~3)を考慮する必要があるが、本事業においては発生しないものと考えられる。

##### 1) 土地の機会費用

土地の使用にかかる機会費用は経済的費用として計上すべきである。しかしながら、当該事業の浄水場建設に利用されるカントーNo.2浄水場に隣接する0.9ヘクタールの土地は現在空き地となっており、何らの代替利用計画もないため、機会費用はゼロと考えら

れる。

## 2) 原水利用の機会費用

既に他の目的で使用されている水源を本事業の原水に充てる場合で、結果として現行の目的で水を利用できなくなる場合、原水の機会費用を計上する必要があるが、本プロジェクトの水源は水量豊富な河川水であるため機会費用はゼロと考えられる。

## 3) 外部効果

例えば事業による環境汚染等、対象地域への影響が想定される場合は、当該影響を定量化し費用として加算する必要があるが、当該事業では汚泥処理の実施など環境への影響を最小化させる配慮が行われており、特段の外部効果は発生しないものとみなす。

## (2) 経済的費用の評価

次に当該プロジェクト費用額を「経済的価値」にする為の調整を行う。経済的価値とは、政府による市場への介入・市場価格の歪曲等による影響を取り除いた、財・サービスの正当な経済的価値である。上記のプロジェクト費用（市場価値）からこうした介入の影響を除外し、経済的価値に換算するため、以下の「換算係数（conversion factor）」を利用する。

### 1) 非熟練労働者賃金

労働市場において政府が最低賃金を設定していることがあるが、このような政府による干渉は経済性分析においては排除する。労働賃金の市場価格を経済価値に換算するため、「影の労働賃金換算係数（Shadow Wage Exchange Rate; SWER）」を使用する。但し、本調査ではこのような最低賃金規制により給与を保証される非熟練労働者を雇用する予定はないため、SWERは1とする。

### 2) 為替換算率

プロジェクト費用は外貨建て分と非外貨建て分を含むが、外貨建て分は関税や輸出補助などの政府干渉の影響を受けており、これを経済的価値に換算する為、影の為替レート割合(Shadow Exchange Rate Factor; SERF)を利用する。SERFはADBによるベトナムにおける事業報告書（*Proposed Multitranches Financing Facility Socialist Republic of Viet Nam: Mong Duong 1 Thermal Power Project*, 2007）を参照し、1.1と設定した。（なお、SERFは経済費用換算係数（Standard Conversion Factor; SCF）の逆数であり、SERF=1.1とする場合、SCF=0.9となる。）当該SERFに基づき外貨建てのプロジェクト費用の市場価格を経済的価値に換算する。

### 3) 電気代

電気代は、燃料代、労働賃金、原料代などの構成費用ごとに、換算係数を乗じて調整するべきとされている。しかしながら、このような電気代の構成費用についてはデータが入手困難であり、本調査では電気代の経済的調整は行わないこととする。

(4) プロジェクト費用の経済的費用への換算

上記条件を加味し、提案プロジェクトの費用を経済的費用に換算したものが表 10.3.2<sup>1</sup>である。当該表の費用が、事業を実施する場合 (with Project) の費用として想定される。

表 10.3.2 提案プロジェクトの費用 (経済的費用への換算後)

(十億 VND)

年	支出							収入		差引
	CAPEX 外貨分	CAPEX 内貨分	CAPEX 計	OPEX 外貨分	OPEX 内貨分	OPEX 計	合計	売水		
2014	27.00	41.32	68.32	0.00	0.00	0.00	68.32	0.00	-68.32	
2015	53.99	185.95	239.95	0.00	0.00	0.00	239.95	0.00	-239.95	
2016	53.99	185.95	239.95	0.00	0.00	0.00	239.95	0.00	-239.95	
2017	0.00	0.00	0.00	2.01	21.61	23.62	23.62	70.14	46.52	
2018	0.00	0.00	0.00	2.01	21.61	23.62	23.62	70.14	46.52	
2019	0.00	0.00	0.00	2.01	21.61	23.62	23.62	70.14	46.52	
2020	0.00	0.00	0.00	2.01	21.61	23.62	23.62	70.14	46.52	
2021	0.00	0.00	0.00	2.01	21.61	23.62	23.62	70.14	46.52	
2022	0.00	0.00	0.00	2.01	21.61	23.62	23.62	70.14	46.52	
2023	0.00	0.00	0.00	2.01	21.61	23.62	23.62	70.14	46.52	
2024	0.00	0.00	0.00	2.01	21.61	23.62	23.62	70.14	46.52	
2025	0.00	0.00	0.00	2.01	21.61	23.62	23.62	70.14	46.52	
2026	0.00	0.00	0.00	2.01	21.61	23.62	23.62	70.14	46.52	
2027	0.00	0.00	0.00	2.01	21.61	23.62	23.62	70.14	46.52	
2028	0.00	0.00	0.00	2.01	21.61	23.62	23.62	70.14	46.52	
2029	0.00	0.00	0.00	2.01	21.61	23.62	23.62	70.14	46.52	
2030	0.00	0.00	0.00	2.01	21.61	23.62	23.62	70.14	46.52	
2031	0.00	0.00	0.00	2.01	21.61	23.62	23.62	70.14	46.52	
2032	0.00	0.00	0.00	2.01	21.61	23.62	23.62	70.14	46.52	
2033	0.00	0.00	0.00	2.01	21.61	23.62	23.62	70.14	46.52	
2034	0.00	0.00	0.00	2.01	21.61	23.62	23.62	70.14	46.52	
2035	0.00	0.00	0.00	2.01	21.61	23.62	23.62	70.14	46.52	
2036	0.00	0.00	0.00	2.01	21.61	23.62	23.62	70.14	46.52	
2037	0.00	0.00	0.00	2.01	21.61	23.62	23.62	70.14	46.52	
2038	0.00	0.00	0.00	2.01	21.61	23.62	23.62	70.14	46.52	
2039	0.00	0.00	0.00	2.01	21.61	23.62	23.62	70.14	46.52	
2040	0.00	0.00	0.00	2.01	21.61	23.62	23.62	70.14	46.52	
2041	0.00	0.00	0.00	2.01	21.61	23.62	23.62	70.14	46.52	

出典：JICA 調査団

10.3.2 経済的便益の計算

(1) 水供給プロジェクトにおける経済便益の定量化と評価について

1) 増分便益と非増分便益

水供給プロジェクトからの総便益は、増分便益 (Incremental Benefit) と非増分便益 (Non-Incremental Benefit) とを特定することで推定することができる。このうちまず非増分便益とは、既存の水供給源が新しい水供給システムに置き換えられることによりもたらされる便益である。例えば、給水地域で現状井戸水、河川水、あるいは購入した飲料水を利用している住民が、新しく当該プロジェクトの水道水に切り替えた場合、こうした置き換えられた消費分が非増分と見なされる。一方で、新しい水供給システムの供

<sup>1</sup> OPEX の外貨/内貨の内訳は、維持管理費用については 25 年間総額の外貨相当分と VND 建相当分の比率から、人件費と事務所運営費については保険代を控除した 25 年間総額の外貨相当分と VND 建相当分の比率から算出している。

給水量のうち、水使用量の上昇等による増加需要に対応する部分は増分便益である。

本調査では、ベースライン調査（第11章および付録- E1 参照）の結果を参考に、水消費量と利用価格、及び経済便益は下記の通り試算した。

①非増分便益 (Non-Incremental Benefit)

対象となる水消費量（既存の水供給源から新水供給システムに置き換わる分）：

新給水システムへの接続意思がある非水道利用者の「without Project」の消費量

-非水道利用世帯の一世帯あたり平均水消費量： $13 \text{ m}^3/\text{月}$

-新給水システムへの接続意思があると想定される世帯数： $7,706 \text{ 世帯}(*1)$

-対象となる水消費量  $= 13 * 12 * 7,706 = \underline{1,202,179 \text{ m}^3/\text{年}}$

水利用価格：

非水道利用者の「without Project」の平均水利用価格

-現在使用している水（井戸水・ペットボトル等）の平均利用価格： $\underline{11,006 \text{ VND}/\text{m}^3}$

**非増分便益：**

$-1,202,179 \text{ m}^3 * 11,006 \text{ VND}/\text{m}^3 = \underline{13 \text{ billion VND}/\text{年}}$

②増分便益 (Incremental Benefit)

対象となる水消費量（水使用量上昇等による需要量増加）：

新給水システムの供給量（「with Project」の消費量）から上記非増分消費量を差し引いた水量

-プロジェクトからの供給水量： $38,435 \text{ m}^3/\text{日} * 365 = \underline{14,028,696 \text{ m}^3/\text{年}}$

-対象となる水消費量  $= 14,028,696 \text{ m}^3 - 1,202,179 \text{ m}^3(\text{非増分}) = \underline{12,826,517 \text{ m}^3/\text{年}}$

水利用価格：

「without Project」および「with Project」の場合における平均需要価格であり、「with Project」の価格は住民の平均支払意志額（Willingness to Pay）

-住民の支払意志額：5,550VND/ m<sup>3</sup> (\*2)

-平均需要価格 = 1/2 (5,550 VND + 11,006 VND) = 8,278VND/m<sup>3</sup>

**増分便益:**

12,826,517 m<sup>3</sup> \*8,278VND/ m<sup>3</sup>= 106billion VND/年

③合計便益 (Total Benefit)

13 billion VND +106 billion VND = 119 billion VND/年

\*1 ベースライン調査において接続意思があると回答した非水道利用世帯数は Can Tho No.1 及び Can Tho No.2 浄水場の給水地区では 31 世帯。ベースライン調査総サンプル数 516 世帯は、ターゲット世帯数 136,327 世帯(ターゲット人口である 586,204 人と 1 世帯あたり平均世帯人数 4.6 人より算出)の 0.4% であり、上記計算では、非水道水利用者中の新規接続見込み世帯数を 31/0.4%=7,706 世帯と想定した。

\*2 現在の非水道利用者の支払意志額を採用。但し増分便益には非水道利用者が水道水に切り替えることで水使用量が増すことに加え、人口増加による需要増加も見込まれる。増加人口の支払意志額は不明であるが、参考値としての現在の水道利用者による支払意志額 (6,560VND/ m<sup>3</sup>) を非水道利用者の支払意志額と加重平均することで加味することも考えられるが、増分消費量に占める水使用量増加分と人口増加分の割合が不明であることから、ここでは保守的により低額である前者の支払意志額を採用し計算した。

注) 上記計算は市場価格。本来、経済的価値に変換する必要があるが、当該補正を行うには、既存の水供給減である井戸水や販売飲料水の生産経費内訳 (例えば生産価格に含まれる外貨建て分 (traded equipments) と内貨建て分 (non-traded equipments) の内訳) 等の情報が必要であり、こうした内訳に関するデータ入手は困難なことから、及び既存給水コストの中で外貨調達ポジションは僅少であろうと想定されることから、今回、補正は実施しなかった。

出典：JICA 調査団

2) 無収水からの便益

無収水は、給水管からの漏水のような技術的ロス、及び盗水やメーター未整備などによる非技術的ロスの 2 種類から発生する。財務分析において、無収水 (の便益) は除外されるが、経済的便益分析においては、無収水のうち非技術的ロスに起因する部分は、当該部分が実際には地域住民によって消費されているものであることから、経済的便益の中に含まれる。これは、経済的便益分析が、地域社会の全ての参加者に関しての経済分析であるためである。

無収水率は 2012 年では平均 37% (Can Tho No.1 及び Can Tho No.2 地区における) であ

るが2020年で20%とすることが目標とされている(表4.3.2参照)。当該計算においては簡易的に、無収水率を事業開始の2017年時点で26%、2018年で24%、2019年で22%、2020年以降を20%と仮定して計算する。このうち非技術的ロスの割合について、WSSC等への聞き取り調査を元に、調査団としてはおおよそ40%程度と類推し、下記の通り算出した。

無収水からの便益(非技術的ロス)：

消費量想定:

-売水量想定:  $38,435 \text{ m}^3/\text{day} \times 365 = 14,028,696 \text{ m}^3/\text{年}$

-無収水想定：

2017年:	3,647,482 m <sup>3</sup>
2018年:	3,366,906 m <sup>3</sup>
2019年:	3,086,331 m <sup>3</sup>
2020年以降:	2,805,755 m <sup>3</sup> /年

-無収水消費量(非技術的ロス)想定:

2017年:	<u>1,458,993 m<sup>3</sup></u>
2018年:	<u>1,346,762 m<sup>3</sup></u>
2019年:	<u>1,234,532 m<sup>3</sup></u>
2020年以降:	<u>1,122,302 m<sup>3</sup>/年</u>

価格想定:

-非増分(9%)及び増分(91%)の給水価格加重平均価格を採用:

$(11,006 \text{ VND} \times 9\%) + (8,278 \text{ VND} \times 91\%) = \underline{\underline{8,512 \text{ VND}/\text{m}^3}}$

便益:

2017年:	<u>12 billion VND</u>
2018年:	<u>11 billion VND</u>
2019年:	<u>10.5 billion VND</u>
2020年以降:	<u>9.5 billion VND /年</u>

出典：JICA 調査団

### 10.3.3 Economic IRR の計算

毎年の経済的費用と上記で計算した経済的便益を組み合わせ、Economic IRR を計算したのが表10.3.3である。ADBハンドブックにおいては、プロジェクトが経済的に viable であると判断されるための最低のEconomic IRRを12%としているところ、提案プロジェクトにおけるEconomic IRRは17%と当該値を上回る結果となっている。従って、提案プロジェクトは想定する地域に対し便益をもたらすことが見込みうる、というのが、経済的費用便益分析結果である。

表 10.3.3 プロジェクトの Economic IRR 試算

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041			
Contributed Water Amount (m³)	Nonincremental	0	0	0	1,202,179	1,202,179	1,202,179	1,202,179	1,202,179	1,202,179	1,202,179	1,202,179	1,202,179	1,202,179	1,202,179	1,202,179	1,202,179	1,202,179	1,202,179	1,202,179	1,202,179	1,202,179	1,202,179	1,202,179	1,202,179	1,202,179	1,202,179	1,202,179	1,202,179		
	Incremental	0	0	0	12,826,517	12,826,517	12,826,517	12,826,517	12,826,517	12,826,517	12,826,517	12,826,517	12,826,517	12,826,517	12,826,517	12,826,517	12,826,517	12,826,517	12,826,517	12,826,517	12,826,517	12,826,517	12,826,517	12,826,517	12,826,517	12,826,517	12,826,517	12,826,517	12,826,517	12,826,517	
	Total (m³)	0	0	0	14,028,696	14,028,696	14,028,696	14,028,696	14,028,696	14,028,696	14,028,696	14,028,696	14,028,696	14,028,696	14,028,696	14,028,696	14,028,696	14,028,696	14,028,696	14,028,696	14,028,696	14,028,696	14,028,696	14,028,696	14,028,696	14,028,696	14,028,696	14,028,696	14,028,696	14,028,696	
Non-technical loss(41% of NRW)	NRW	0	0	0	1,488,883	1,488,883	1,488,883	1,488,883	1,488,883	1,488,883	1,488,883	1,488,883	1,488,883	1,488,883	1,488,883	1,488,883	1,488,883	1,488,883	1,488,883	1,488,883	1,488,883	1,488,883	1,488,883	1,488,883	1,488,883	1,488,883	1,488,883	1,488,883	1,488,883	1,488,883	
	Total (m³)	0	0	0	15,517,579	15,517,579	15,517,579	15,517,579	15,517,579	15,517,579	15,517,579	15,517,579	15,517,579	15,517,579	15,517,579	15,517,579	15,517,579	15,517,579	15,517,579	15,517,579	15,517,579	15,517,579	15,517,579	15,517,579	15,517,579	15,517,579	15,517,579	15,517,579	15,517,579	15,517,579	
Economic Benefits (Billion VND)	Non-incremental	0	0	0	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	
	Incremental	0	0	0	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106	106
	Non-Revenue	0	0	0	12	11	11	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
	Total (Billion VND)	0	0	0	132	131	130	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129	129
Economic Cost (Billion VND)	CAPEX	68	240	240	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	OPEX	0	0	0	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
	Total (Billion VND)	68	240	240	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24
Net Economic Benefit (Billion VND)	(68)	(240)	(240)	108	107	106	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105	105

Economic IRR 17%

出典：JICA 調査団

## 第11章 環境社会配慮

### 11.1 ベースライン調査

水道計画作成の参考資料とするため、カントー市における現在の水使用状況、特に水道、井戸、河川や運河の水など様々なソースの利用状況や衛生状況を分析、また既存の水道に対する満足度、「支払い意志額 (Willingness to Pay)」の調査等を目的としたベースライン調査を実施した。2012年6月から7月にかけて、合計516世帯を対象とした聞き取り調査結果概要を以下に示す (ベースライン調査報告書本文は、付録 E-1 に収録)。

#### 11.1.1 背景と調査目的

2006年の調査では、カントー市都市部での水道普及率はおおよそ62%であった(残りは、30%が井戸、4%が雨水、2%が川や池の水を利用<sup>1</sup>)。地区ごとの格差はいまだに大きいものの、現在では都市部全体での水道普及率はおおよそ80%に上昇している<sup>2</sup>。経済成長や人口上昇、また給水区域の拡大により、カントー市の水道需要は今後拡大することが見込まれており、本調査で提案されている上水道計画は、この需要増に対応するものである。都市部の世帯の多くは、水道以外にも様々なソースの水を利用している。今回の調査では、WSSCのサービスを利用している世帯のおよそ3分の1が、水道以外の水を利用していた。上水道計画のフィージビリティの評価には、都市部の住民がどの水をどのような用途で使っているか、またそうした判断の基準を精査することが重要である。また、水道サービスの向上にたいする支払い意思額 (Willingness to Pay) を調査することは、プロジェクトの経済性評価のために必要である。こうした理由から、カントー都市部の世帯を対象としてベースライン調査を実施した。その目的は以下の通りである。

- 現在の水利用パターンの分析 (ソース、使用水量および用途)、また、収入増など、今後の社会経済的变化が水利用に及ぼす影響の分析
- 井戸や河川/運河の水を含む、様々な水源の水質および水量のレビュー
- 現在水道を利用している世帯に対する満足度調査
- より良い水道サービスにたいする「支払い意志額」調査
- 衛生状況および水に由来する疾患の調査

#### 11.1.2 調査手法

##### (1) サンプルの選定

ベースライン調査は、カントー市の4つの都市部 (ニンキュー、ビントイ、カイラン、オモン) の11区で実施した。本案件が想定している給水地域はニンキューおよびビントイ地区であるため、サンプルの60%以上を両地区から収集した。11区は、カントー市上下水道公社 (WSSC) の既存および将来の給水区域、また本案件で建設予定の給水

<sup>1</sup> 2006年に実施された世帯調査より (Can Tho University. 2011. *Water Governance Assessment: the Case of the Mekong Delta*, Can Tho: Can Tho University)。合計が100%にならないのは丸め誤差のため。.

<sup>2</sup> Carrard, N., Paddon, M., Willetts, J. and Moore, D. 2012. *Poverty Dimensions of Water and Sanitation Services and Climate Vulnerability in Can Tho City*, report prepared by the Institute for Sustainable Futures, University of Technology, Sydney.

区域をもとに選定された。既存サービスの質、特に水圧を評価するため、既存の給水区域の中でも、浄水場から近い地域、遠い地域の両方で調査を実施した。

サンプル抽出には、無作為に抽出した番号を使い、住民台帳から調査対象となる世帯を抽出した。また、各区で実施する調査件数は、各区の人口比を元に決定した。サンプルは住民台帳を基に抽出されたため、住民台帳に登録されていない不法居住者は本調査には含まれない。調査は、各地区・区の役所の協力の基に実施し、世帯訪問の際には、各役所の担当者が同行した。

## (2) 質問票の作成

6月21、22両日、ビントイおよびオモン地区でパイロット調査を実施した。パイロット調査の結果を元に、より有益な情報が収集できるように質問票の内容を修正し、その後、6月27日から7月11日にかけて本調査を実施した。質問票は大きく5つのパートに分かれており、その内容は以下の表 11.1.1 に示す通りである。(質問票の全文は、付録 E-2 に収録)。

表 11.1.1 質問票の内容

セクション	テーマ	収集する情報
A	基礎情報	<ul style="list-style-type: none"> <li>世帯の人口・社会経済情報</li> </ul>
B	現在の水利用状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>利用している水の種類と用途</li> <li>使用水量とコスト</li> </ul>
C	水道に対する満足度  水道に対する「支払い意志額」	既存の水道利用者 <ul style="list-style-type: none"> <li>既存サービスへの満足度（水圧、断水、味や臭いなどの基準で評価）</li> <li>サービスの改善にたいする支払い意思額</li> </ul> 今後サービス対象となる世帯 <ul style="list-style-type: none"> <li>水道サービスの利用意思の有無</li> <li>水道サービスにたいする「支払い意志額」（接続費と毎月の水道料金）</li> </ul>
D	衛生状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>水に由来する健康疾患</li> <li>トイレの有無・種類、汚水の処理方法</li> </ul>
E	洪水・災害事例	<ul style="list-style-type: none"> <li>過去の洪水や水害の有無、被害状況</li> </ul>

出典: JICA 調査団

## (3) 分析とレポート作成

世帯調査の完了後、質問票をデータベースにまとめ、内容を分析した。調査内容の分析結果は、以下のセクション 11.1.3 に概説した。ベースライン調査の本文は、付録 E1 に収録されている。

11.1.3 ベースライン調査の結果概要

(1) 概要

調査対象世帯は、水道利用の有無、また水の使用パターンから6つのグループに分類される(表 11.1.2 を参照)。カントー市都市部の給水は、原則として WSSC の責任範囲であるが、都市化がまだ十分に進んでいない地域については、農村給水衛生センター (CERWAS) が給水を担当しているのが実情である<sup>3</sup>。順次、WSSC のサービス区域が拡大していく予定であるが、2020 年まではビントイ、オモン、カイランの一部で CERWAS による給水が実施される。

表 11.1.2 都市部の世帯の分類

WSSC の水を利用		水道サービスを非利用		CERWAS の水道を利用	
WSSC の水のみを利用	WSSC の水の他、他ソースも利用 (井戸や雨水、ボトル飲料水など)	WSSC の水を利用する意思あり	WSSC の水を利用する意思なし。 理由として： - 現在の水 (井戸など) に満足 - 価格が高すぎる	WSSC の水を利用する意思あり	WSSC の水を利用する意思なし
218 世帯	110 世帯	147 世帯	10 世帯	14 世帯	13 世帯
332 世帯		157 世帯		27 世帯	

出典: JICA 調査団

表 11.1.3 に、今回調査を実施した 516 世帯の人口・家計統計を地区別にまとめた。統計を見ると、世帯の人数は 1 人から 17 人まで、また毎月の世帯収入は 40 万 VND から 8000 万 VND までとサンプル世帯の人口・家計状況にはかなり大きな違いがある。一人当たりの水利用量にも大きな差がみられた。これは、主に河川や運河、井戸の水を利用している世帯は水の使用量を計測する習慣が無いいため、自己申告による水量が過小・過大である可能性があることが一因である。また、自宅でレストランやカフェを経営している世帯もあり、そうした世帯では消費水量が大きい<sup>4</sup>。分析がこうした外れ値に影響されないよう、分析にあたっては平均値だけでなく中位値を利用した。

<sup>3</sup> 2020 年までの WSSC と CERWAS の給水区域の分けについては、2012 年 2 月 15 日付けのカントー市人民委員会のレター (No. 525/UBND-XDĐT) に記載されている。2020 年以降の分けは、今後、DOC が決定する。

<sup>4</sup> レストランや喫茶店に対しては、4m<sup>3</sup>までは VND4100/m<sup>3</sup>、それ以降は VND6400/m<sup>3</sup>の水道料金が適用される。

表 11.1.3 地区別に見た調査世帯の概要

地区	調査世帯数	世帯人数	平均の月収 (100万 VND)	一人当たり水 使用量 中位値 (リッター/ 日)	一人当たり水 使用量 平均値 (リッター/ 日)	WSSC の カバー率
ビントイ	125	4.7	7.1	119	129	83.2%
ニンキュー	201	4.6	8.8	127	143	89.6%
オモン	110	4.5	6.2	78	93	25.5%
カイラン	80	4.5	6.6	142	133	25.0%
合計/加重平均	516	4.6	7.5	111	126	64.3%

出典: JICA 調査団

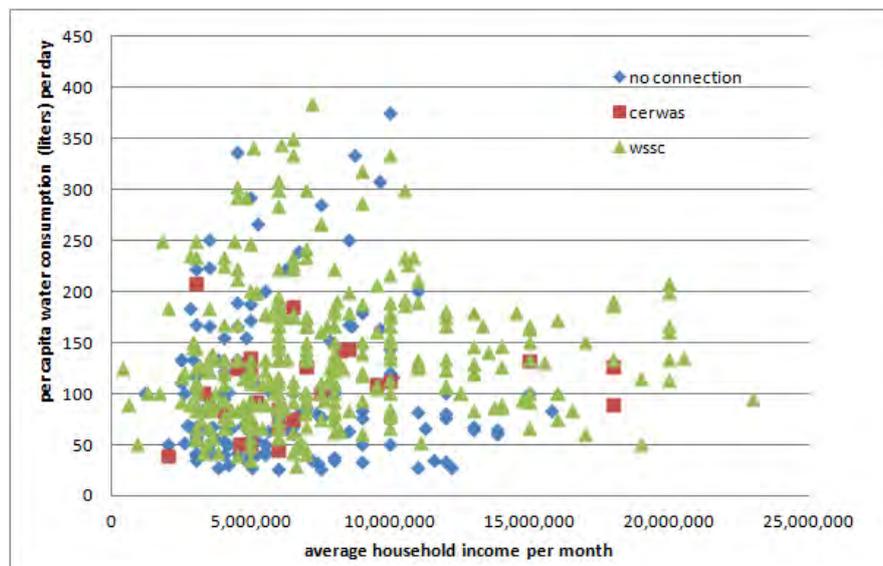
オモンとカイラン地区では興味深い違いがみられた。世帯収入や WSSC のサービスカバー率は似たような結果が出た一方で、カイラン地区での水使用量はオモンの世帯のものよりもかなり多く、より都市化が進んでいる2地区に匹敵する。表 11.1.4 は、同じデータを水道の利用状況別に並べ替えたものである。一人当たりの水使用量は、WSSC の水を利用している世帯で最も多く、水道を利用していない世帯で最も少ない。

表 11.1.4 水道接続状況別に見た調査世帯の概要

サービス形態	調査世帯数	世帯人数	平均の月収 (100万 VND)	一人当たり 水使用量 中位値 (リッター/日)	一人当たり 水使用量 平均値 (リッター/日)
WSSC	332	4.7	8.1	125	138
CERWAS	27	4.7	7.9	109	105
水道非利用	157	4.3	6.1	76	102
合計/加重平均	516	4.6	7.5	111	126

出典: JICA 調査団

平均的に見て、WSSC の水を利用している世帯は世帯収入が最も高く、水使用量も多い。しかし、このグループの水使用量が多いのは、(最も発達した都市部に住んでいるという) 地理的状況によるものであり、収入と水消費量の間にはほとんど相関関係がない。以下の図 11.1.1 で示すように、収入が高くても水の消費量が少ない世帯も多く、またその逆も多い。カントー市での水価格は非常に低いため、水使用が収入の多寡によって左右されることはほとんどない。現在 WSSC の水を利用している世帯で、「収入が 20% 増えたらより多くの水を使う」と回答したのがわずか 9% であったことも、収入と水消費量に相関関係がないことを示すものである。



出典：JICA 調査団

図 11.1.1 世帯収入と水使用量の相関関係

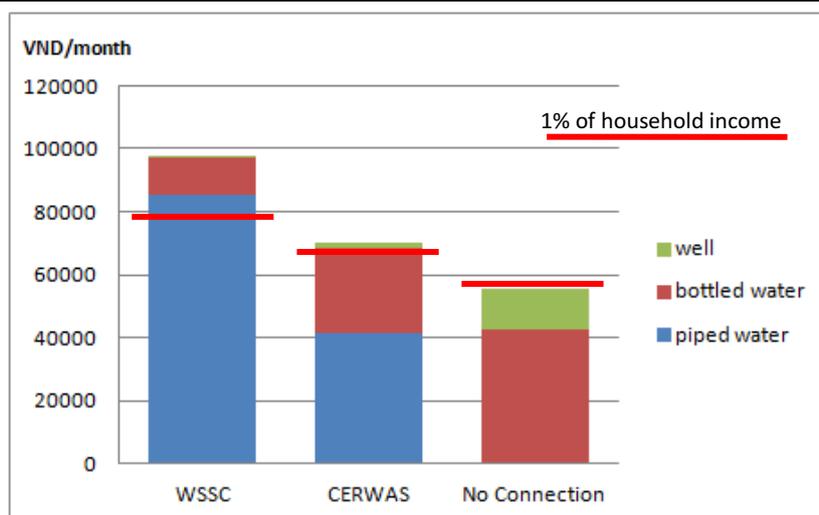
(2) 水の利用パターン

調査では、WSSC の水は、主に料理と洗濯に利用されていることが明らかになった。WSSC の水を利用している 332 世帯のうち、料理と洗濯に水道水を利用すると回答したのはそれぞれ 328 世帯 (99%)、309 世帯 (93%) だった。また、243 世帯 (73%) が、水道を飲料水として利用していると回答した。水道を利用していないと回答した世帯のほとんどが、代わりにボトル飲料水を利用していた。日常生活は水道水しか利用しないと回答したのは 221 世帯 (66%) だった。

一方、現在水道サービスを利用していない世帯のうち、飲用にボトル飲料水を利用していると回答したのは 94 世帯 (60%)、河川や運河の水を飲んでしていると回答したのは 33 世帯 (21%) だった。料理と洗濯については、河川と運河の水を利用するとの回答が最も多く、その次が井戸水であった。

(3) 水関連の支出

図 11.1.2 は、水道接続状況別に、水関連支出の世帯平均を示したものである。平均的に、水道を利用していない世帯は平均支出額が最も少ないが、ボトル飲料水への支出が最も多い。これは、安全で清潔な水が身近にないことから、ボトル飲料の使用量が多くなるのが原因である。また、水道を利用している世帯に比べて井戸への依存度も高いため、井戸のポンプを動かす電気・燃料代、メンテナンス費も他のグループよりも高くなっている。ただ、どのグループを見ても、水関連の支出は世帯収入と比べて非常に低く、世帯収入のおよそ 1%となっている。これは、国際的な指標（世界銀行は、収入の 3-5%、アジア開発銀行は 5%を適正值としている<sup>5)</sup>）よりもかなり低い。支払い可能額という観点から見た場合、現行の水道料金はかなり低く、料金改定の余地は十分にあると考えられる。



出典：JICA 調査団

図 11.1.2 水関連の支出額（月平均）

(4) カントー市上下水道公社のサービスに対する満足度

前述したとおり、今回調査した 516 世帯のうち、WSSC の水を利用しているのは 332 世帯である。浄水場別に、世帯の満足度を見ると、カントーNo.1 浄水場の満足度が最も高く、カントーNo.2 浄水場の満足度が低い結果となった。ただ、カントーNo.2 浄水場のサービス地域を細かく見ると、満足度は全域で低いわけではなく、水圧の低い特定の地域（アン・カン区）で極端に低いことが明らかになった。同区は、カントーNo.2 浄水場のサービス地域の外延部に位置しており、十分な水圧が確保できていない。同区を除いて満足度を再計算すると、カントーNo.2 浄水場に対する満足度は 85.9%まで上昇する。また、同じくサービス地域外延部にあるトラ・アン区のデータも除くと、カントーNo.2 浄水場のサービス地域の中心部では、顧客満足度は 89.7%となり、カントーNo.1 浄水場との差はほとんど無い。

表 11.1.5 カントー市上下水道公社の水道に対する満足度

浄水場 (処理能力 m <sup>3</sup> /日)	満足	不満足	合計	満足度 (%)
カントーNo.1	145	15	160	90.6%
カントーNo.2	57	27	84	67.9%
カントーNo.2 (アンカンを除く)	55	9	64	85.9%
フンフー	14	6	20	70.0%
オモン	24	4	28	85.7%
ロンホア	29	11	40	72.5%
合計	269	63	332	81.0%

出典: JICA 調査団

調査結果からは、水圧のレベルが満足度に大きく影響することが伺える。WSSC の水道サービスに不満足であると回答した 63 世帯のうち、43 世帯が水圧に不満があると回答

<sup>5</sup> Asian Development Bank. 2003. *Asian Water Suppliers - Reaching the Urban Poor*; Manila: Asian Development Bank

している。特に、アンカン区では、20世帯中18世帯が、水圧が「常に低い」もしくは「たいてい低い」あるいは不満があると回答しており、同区で極端に満足度が低い原因となっている。

表 11.1.6 には、満足度に影響するその他の要素をまとめた。調査世帯の多くが、水道水に塩素臭があると回答したが、満足度には大きく影響していない。一方で、水道水に色が出るケースは、オモンおよびロンホア浄水場で満足度がやや低いことの原因と考えられる。

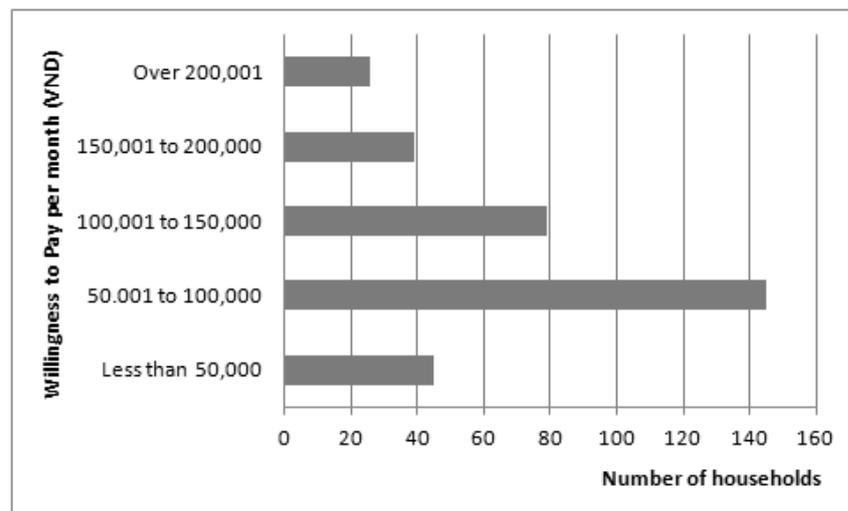
表 11.1.6 水道水の味、臭い、色に対する評価

浄水場	不味い		悪臭(塩素)		色付き	
	無し/ 稀に	時々/ 通常	無し/ 稀に	時々/ 通常	無し/ 稀に	時々/ 通常
カントーNo.1	160	0	123	37	150	10
カントーNo.2	83	1	54	30	78	6
フンフー	20	0	14	6	20	0
オモン	28	0	15	12	17	11
ロンホア	40	0	23	17	26	14
Total	331	1	229	102	291	41

出典: JICA 調査団

(5) 水道サービスの向上にたいする「支払い意志額」

現在水道サービスを利用している 332 世帯は、現在平均 16m<sup>3</sup>/月の水を利用しており、VND85,500/月を水道サービスに支払っている。これは家計収入(中位値)のおよそ 1.1% に相当する。水道サービスの向上(水圧、水質の改善等)にたいする支払い意思額は VND105,000/月(収入の 1.3%) であり、これが現在支払っている額よりも VND20,000/月近く多い。水の消費量が同じであると仮定して、支払い意思額と消費量から水道料金を算出すると、VND6,560/m<sup>3</sup>となるが(VND105,500を16m<sup>3</sup>で割った数値)、これはセクション 11.1.3(3) で示した国際的な指標よりも低い額である。



出典: JICA 調査団

図 11.1.3 より良い水道サービスにたいする支払い意志額

また、現在水道サービスを利用していない 157 世帯のうち、147 世帯が、WSSC サービスに接続したいと回答した。これらの世帯が WSSC サービスにたいして支払って良いと考える額は、水道料金換算で VND5,550/m<sup>3</sup>であった<sup>6</sup>。一方、10 世帯は、井戸などから既に十分な水を確保できているため、WSSC サービスに関心が無いと回答した。

#### 11.1.4 結論

カントー市では、世帯収入と比較して水道料金が極めて低く設定されており、多くの世帯が、より良いサービスに対しては、現在よりもかなり多く支払って良いと考えていることがベースライン調査で明らかになった。水関連の支出は世帯収入の 1%程度であり、水道料金を値上げする余裕はあるといえる。ただし、水圧が低い地域では満足度が極端に低いことを考慮すれば、料金値上げの際には、サービスの質を改善し、給水区域全体で十分な水圧を確保することが非常に重要である。

### 11.2 予備環境影響評価

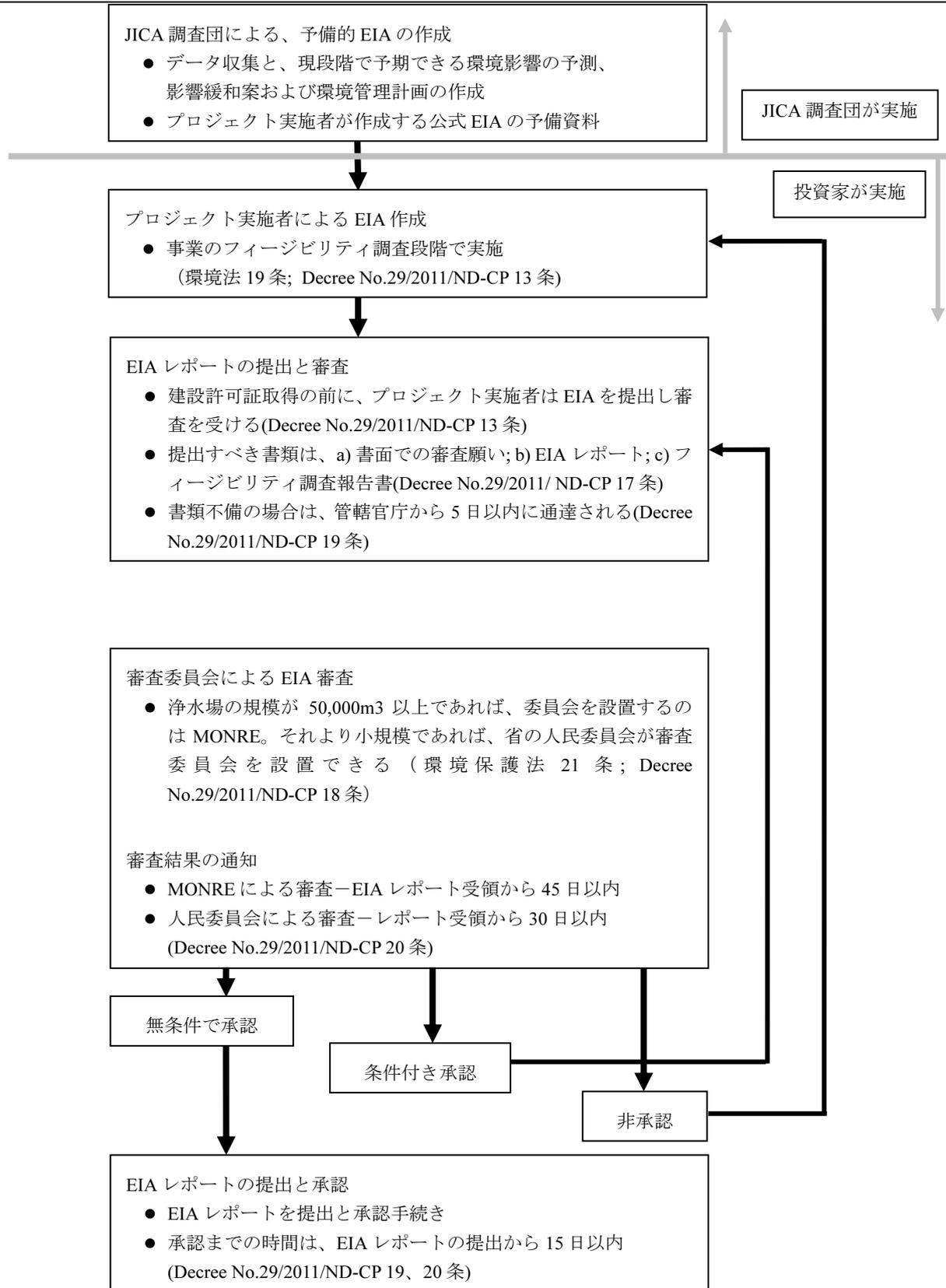
フィジビリティ調査の一環として、プロジェクト準備段階における予備環境影響評価 (Preliminary EIA) が実施された。プロジェクトの許認可手続きの際には、プロジェクトのオーナーが EIA を作成し DONRE の審査を受ける必要があるが<sup>7</sup>、同調査は、後日作成される公式 EIA のための予備的な EIA として位置づけられる。報告書のアウトラインは、付録 E-3 に収録されている。

#### 11.2.1 環境影響評価の目的

ベトナムの環境法は、環境に悪影響をおよぼす可能性のあるプロジェクトのオーナーは、EIA を実施する義務を負う (環境保護法 18、19 条)。EIA の手続きの詳細は、Decree No. 80/2006/ND-CP, Decree No.29/2011/ND-CP および Circular No. 081/2006/TT-BTNMT に記載があり、以下の図 11.2.1 にまとめてある。JICA 調査団が作成した予備的 EIA は、プロジェクト実施者が作成する EIA の参考資料となる。

<sup>6</sup> 支払い意思額の平均は、VND50,000/月であり、これを毎月の水消費量 (9m<sup>3</sup>) で割ることで支払い意思額から水道料金を算出した。現在 WSSC サービスを利用している世帯と比べると低い支払い意思額となったが、これは収入差からくるものではなく、水消費量が少ないことが理由と考えられる。実際、ボトルの水を多く利用している世帯は、WSSC サービスを利用している世帯よりも高い水単価を払っている。

<sup>7</sup> 環境保護法 (2005 年) 18 条、19 条



出典: JICA 調査団が諸関連法案から作成

図 11.2.1 EIA の審査と承認手続き

11.2.2 環境社会配慮にかかわるベトナムの法律および JICA のガイドライン

ベトナムの環境保護法は 2005 年に改正され、環境社会配慮を実践する法律的枠組みは大きく整備された。しかし、以下に述べるように、ベトナムの現行法と JICA の環境社会ガイドラインには、いくつかの重要な違いが残っている。

(1) EIA

EIA レポートで検討されるべき項目は、環境保護法 20 条に記載されている。内容は、おおむね JICA の環境社会ガイドラインと合致しているが、ベトナムでは代替案の検討が求められていないという違いがある。予備的 EIA では、JICA ガイドラインに沿い、ゼロオプションを含む 3 つの代替案の分析を実施した。

(2) 用地取得、補償、および生計手段回復支援<sup>8</sup>

用地取得や保証、影響住民の生計回復支援にかかわるベトナムの政策は、JICA のガイドラインが求める水準をおおよそ満たしている。しかし、表 11.2.1 で示したようにギャップも残っており、本調査においては、非自発移転対象となる世帯、およびプロジェクトにより影響を受ける住民に対しては、JICA ガイドラインに沿った形で保証および支援が実施されることを想定している。これは、ODA プロジェクトの実施にかかわるベトナムの条例 (Decree No.131/2006/ND-CP) に定める通りである。

表 11.2.1 ベトナム法と JICA ガイドラインの違いとプロジェクトの方針 (案)

項目	ベトナム法	JICA ガイドライン	プロジェクトの方針 (案)
非正規の 土地利用者	人民委員会が、状況に応じて支援を検討する (Decree No.69/2009/ND-CP 14 条)	法律上の立場にかかわらず、被影響住民は全て補償の対象となる	法律上の立場にかかわらず、被影響住民は全て補償の対象となる
土地に対する 補償	ベトナム政府の定める公定価格に準じる	出来る限り、再取得価格と同額が補償として支払われるのが望ましい (ベトナムの公定価格は、市場価格よりも低い)	出来る限り、再取得価格と同額を補償額として支払う
影響を受ける 住居および 建造物	2004 年 7 月 1 日以降に、土地利用に定められた以外の目的で建設された家屋および建造物は補償対象にならない (Decree No. 197/2004/ND-CP 18 条)	目的如何にかかわらず、影響を受ける家屋および建造物は、全て補償対象となる	目的如何にかかわらず、影響を受ける家屋および建造物は、全て補償対象となる

出典: JICA 調査団

<sup>8</sup> 本プロジェクトでは、用地取得にともなう住民移転は発生しない。今後、プロジェクトのデザインの変更などの理由で住民移転が発生する場合には、ベトナム国内法および JICA ガイドラインのギャップに十分な注意を払い、プロジェクトが JICA ガイドラインを満たすようにする必要がある。

11.2.3 環境影響のスコーピング

EIAの実施にあたり、プロジェクトによって生じる影響のうち重要なものを抽出し、またプロジェクトと関係ないものを除外するため、スコーピングを実施した。プロジェクトの3つのフェーズにおける環境影響を表11.2.2にとりまとめた。スコーピング作業は、ステークホルダーとの協議およびカントー市の環境についての文献精査に基づいて行われた。

表 11.2.2 環境影響のスコーピング

項目	事業フェーズ	評価	概要
<b>社会環境</b>			
非自発的住民移転	-	D	住民移転は発生しない
近隣住民の生活	II	B-	騒音や振動など、工事期間中の短期的な影響
雇用を含む地元経済や生計への影響	II	B+	事業実施により、雇用創出の可能性
土地利用	-	D	浄水場は空き地に建設されるため、土地利用の変化による悪影響（農地や住宅地の喪失）は生じない
コミュニティ分断	-	D	事業実施による影響は想定されていない
既存の社会インフラやサービスへの影響	II, III	D	浄水場は空き地に建設されるため、既存の社会インフラやサービスには影響しない。
貧困層、先住民、マイノリティ	I, II, III	D	マイノリティや先住民は居住していない
便益と被害の分配ミス	-	D	事業実施による影響はない
利害の不一致による係争	-	D	事業実施による影響はない
水利権への影響	-	D	ローカルレベルの水利権への影響は発生しない
衛生	II	B-	工事期間中に短期的な影響がある可能性あり。
災害、伝染病のリスク	II	B-	工事期間中、作業員が生活することで伝染病リスクは増大する可能性あり。期間、範囲は限定的
文化遺産	-	D	事業予定地に文化遺産は存在しない
<b>自然環境</b>			
地質、地理	-	D	事業による地勢の変化は想定されていない
土壌侵食	II	B-	運河や河川に近い予定地での工事であるため、土壌侵食のリスクがある
地下水	-	D	事業は表流水を利用するため、地下水への影響はない
水理	II	B-	工事により、短期的な影響が発生することを想定
動植物相、生物多様性	I, II	D	建設予定地には自然の植生があるが、絶滅危惧種など、希少な動植物は存在しない
景観	I, II, III	D	景観の変化は限定的
<b>汚染</b>			
大気汚染	II	B-	工事現場の重機、また資材搬送のトラックや交通渋滞による大気汚染。期間、範囲は限定的
水質汚染	II, III	B-	用地整備や建設工事時に、短期的な影響。また、操業時に、汚泥が直接河川に流れ込むリスクがある
土壌汚染	II	B-	工事現場の重機からの油漏れなど、また、取水ポンプなど

			の機器からの油漏れのリスク.
廃棄物	II	B-	工事の際に発生する廃棄物、作業員のゴミ
騒音、振動	II	B-	工事の際に騒音・振動が発生。ただし、工事現場の位置から、影響は限定的
地盤沈下	II, III	C	地盤補強を適切に行う必要あり
悪臭	-	D	悪臭をともなう作業は想定していない
沈殿物	II	B-	用地整備の際に、掘削した土壌や廃棄物を適切に処理する必要あり
事故	II	B-	工事現場での事故のリスク

事業段階: I: 工事前; II: 建設工事中; III: 事業実施中

影響の度合い

A-: 深刻な悪影響 A+: Positive effect is expected.

B-: ある程度の悪影響 B+: Positive effect is expected to a certain extent.

C-: 現地点での詳細な影響評価は不可能。.

D: 影響なし、あるいは微小。今後の調査も不要

出典: JICA 調査団

上述したように、事業実施による環境への悪影響はそれほど深刻ではない。予期される影響のほとんどは、ローカルレベルにとどまるものであり、また浄水場建設時のみに発生する短期的なもので、適切な工事手法により回避あるいは緩和できるものである。

#### 11.2.4 事業実施による主な環境影響および緩和策

事業実施による主な環境影響には、建設工事の際のトラックや重機による騒音や粉塵、大気汚染、また工事期間中に発生する廃棄物がある。また、浄水場の操業フェーズにおいては、汚泥の適切な処理が重要である。JICA 調査団による汚泥処理についての検討は、セクション 11.2.5 を参照。それ以外の操業フェーズの環境影響は小さく、施設設計と運営によって管理できると考えられる。建設準備フェーズ、建設工事フェーズ、運営フェーズそれぞれで想定される環境影響および緩和策を、表 11.2.3 にまとめた。

表 11.2.3 環境影響および緩和策の概要

活動	影響	緩和策
<b>I. 建設準備フェーズ</b>		
用地整備	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 植生、農作物の伐採</li> <li>✓ 用地整備に伴う粉塵、廃棄物</li> <li>✓ トラックや重機による粉塵、騒音、大気汚染</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 植生の伐採の最小にとどめる</li> <li>✓ 近隣住民への影響 (特に騒音、振動) が最小限になるような工事時間、手法の選択</li> </ul>
<b>II. 工事フェーズ</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 用地整備、杭打ち</li> <li>- 汚泥処理施設およびアクセス道路の建設</li> <li>- 浄水場施設の建設</li> <li>- 水道管の敷設</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ アクセス道路近隣住民の生活への影響</li> <li>✓ 重機、資材運搬のトラックによる粉塵、交通渋滞、騒音および振動</li> <li>✓ 作業員のゴミ、生活排水</li> <li>✓ 資材や土砂の河川/運河への流入</li> <li>✓ 水道管敷設の際の交通渋滞</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 資材を運搬するトラックには適切なカバーをかけ、粉塵を予防</li> <li>✓ 洪水、土砂や資材の河川流入防止のため、排水溝を整備</li> <li>✓ 換気には、粉塵をおさえるために水撒きを実施</li> <li>✓ マスクや手袋の着用など、安全に配慮した工事</li> </ul>
<b>III. 浄水場運営フェーズ</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 汚泥、排水の処理</li> <li>- 職員の安全、事故リスク</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 汚泥/排水の逆流、直接の河川への流入</li> <li>✓ 作業員の活動による排水、ゴミ</li> <li>✓ 作業中の事故、怪我のリスク (特に、化学薬品の管理)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 水処理の定期的なモニタリング</li> <li>✓ 処理能力を超えた操業を回避</li> <li>✓ 消火器等、火災や事故への対策および作業員の安全への配慮</li> <li>✓ 化学薬品管理スペースを区切るなど、リスク軽減策を実施</li> </ul>

出典: JICA 調査団

### 11.2.5 汚泥処理

浄水場で生じる汚泥は、脱水処理の後、ベトナムの国内法に定める手続きで処理される。2010年の首相令 (No. 1873/QĐ-TTg of October 11, 2010) に基づき、カントー市は現在廃棄物処理施設および埋立地の建設を計画中で、オモン地区にある 47ha の農地が予定地となっている。2020年までに施設が完成する予定となっているが、2012年12月時点では、47haのうち、20haの用地取得が終了しているのみで、詳細な事業計画は立てられていない。既に用地取得が完了している土地を、本 BOT 事業で発生する汚泥の最終処分場として利用する選択肢もあるが、BOT 事業の開始までに処分場が完成しない可能性もあるため、本事業では、フンフー工業団地近くの既存の処理場を利用する。同処理場は、現在カントーNo.1 浄水場の汚泥が処理されている施設であり、6haの広さがあるが、現在はごく僅かしか利用されていない (衛生理め立て場が2つで合計 3,000m<sup>2</sup>)。土地は WSSC が所有しており、追加的な用地取得の必要はなく、また既に空き地となっているため、住民移転も発生しない<sup>9</sup>。

<sup>9</sup> BOT 事業にともない、処理施設拡張の必要がある場合には、追加的な環境影響評価を実施する必要があるが、土地が現在空き地であることから、影響は軽微であると想定される。

上述の首相令では、既存の廃棄物処理計画の見直しも実施することになっており、オモン地区の新施設の開発が進めば、既存施設の閉鎖や統合につながる可能性もある。BOT事業で利用する予定の処理場が閉鎖される場合、新しい処理場の建設にかかわる追加的な環境影響評価を実施する必要がある。

#### 11.2.6 代替案の検討

今回の予備的 EIA では、1) オモン地区、2) フンフー浄水場横、3) カントーNo.2 浄水場横の計3つの代替案を検討した。本調査の初期に検討したオモン地区は、チャノック工業団地のの上流にあり排水の影響を受けないこと、また塩水湖上の影響を受けにくいことが利点であるが、本レポート2章で示したように、塩水湖上のリスクは少なく、また浄水場建設および水道管敷設のために大規模な用地取得が発生することが想定された。上流にあるという利点のみで、住民移転を正当化できないというのが調査団の結論である。

フンフー浄水場横の用地は、現在空き地であるため住民移転は発生しない。しかし、建設予定地への整備道路が存在しないため、浄水場建設工事のための道路整備が必要であり、また住民移転、生計への影響が発生することが想定される。また、フンフー浄水場が処理能力を下回って運用されていることから明らかなように、同地区の水需要は低迷しており、需要地への水道管敷設も必要となる。今後、需要と供給能力のギャップが大きく発生する地域に近い、カントーNo.2 浄水場横の用地の方が望ましい、というのが調査団の結論である。

### 11.3 結論

ベースライン調査および予備的 EIA の結果は、本調査で提案されている浄水場事業はカントー市に大きな便益をもたらすこと、また環境への悪影響は限定的であることを示している。BOT 事業は、WSSC が現在の給水区域を拡大し、より多くの住民に水道サービスを提供することに寄与するものである。また、BOT 事業で想定している給水区域が、現在の WSSC サービスで水圧が低い地域と重なっていることから、BOT 事業はカントー市の水道サービスの質向上に貢献するといえる。ベースライン調査では、カントー市の住民の多くは、より良い水道サービスにより多く支払う意思があり、また支払い能力もあることが示されている。事業実施による環境影響、特に建設段階における環境影響もあるが、影響の多くは局地的、短期的なものであり、事業の適切な実施およびモニタリングを通じて回避、あるいは緩和可能である。

## 第12章 総合評価と結論

### 12.1 技術的評価

- 1) 塩水遡上に関しては、過去の実態調査と分析結果並びに本調査において実施した塩水遡上調査結果から、将来塩水がカントー市の市街地周辺の浄水場まで遡上する可能性は極めて少なく、今後新たに水道事業を進めるに当たって、取水施設や浄水場を市街中心地域に建設することは大きな問題とはならない。また、水道原水であるハウ川の水質に関しても、特に原水として大きな問題は認められない。更に、水量に関しては、近年の渇水期でも 1,000 m<sup>3</sup>/秒という極めて大きな河川流量を維持しており、水源となるハウ川の水を利用することは量的には全く問題はない。
- 2) カントー市には、都市地域で 8 か所、地方部で 5 か所、合計 13 か所の浄水場が建設されている。この内、市街地中心地域にある No.1 並びに No.2 浄水場は、それぞれの配水区の人口並びに水需要が増加し、浄水場の水生産容量が不足してきている。その結果、これらの浄水場では平均 20%前後の過剰水生産を行わざるを得なくなっており、これらの浄水場のリハビリ、更生、拡張、さらには新規浄水場の建設が急務となっている。ただし、現在水道事業を実施しているカントー市上下水道公社 (WSSC) の財政的問題から、既存の浄水場の拡張や新規浄水場の建設は計画遅々として進んでないのが実情である。
- 3) 上述の過剰水生産が強いられているもう一つの原因は、市の中心地区での無収水率の高さである。カントーNo.1 浄水場の配水区では 2012 年の四半期において約 41%、同様に No.2 浄水場の配水区で 32%、オモン浄水場の配水区で 41%と、かなり大きな値を示している。このような高い無収水率の原因は、既存の配水管渠からの漏水、受給者からの料金徴収漏れ、水道メーターの較正が行われていない、等が主な原因と考えられているが、未だ十分な調査が行われていない。WSSC は、2020 年までに無収水率を 20%まで削減する計画を立てているが、本 BOT 事業が 2017 年に操業を開始した場合、削減計画が達成されていないため既存の配水管網への接続に問題が生ずる可能性が高い。
- 4) カントー市の将来の人口予測や水需要予測は、カントー市マスタープラン 2030 年に簡単に記述されているが、“ディストリクト”や“ワード”等の行政区や配水区ごとに行われているものではない。したがって、本調査では、まずカントー市マスタープラン 2030 年に示された概略人口予測を基に、都市部と地方部、さらに行政区に分類し、本事業の計画年である 2020 年に対する人口予測を行い、これにベトナム国基準に規定された単位水使用量を乗じて計算した。なお、家庭用単位水使用量以外の工業、商業、官公庁の水使用区分は、国の設計基準における分類とカントー市における区分が異なっていることから、2011 年におけるカントー市の給水実績を基に単位水使用量を新たに設定することとした。これらの提案した計画値に関しては、本調査のインテリム・レポートに詳述し、カントー市のステアリング・コミティーの承認を得ている。

- 5) 市内の既存の浄水場がカバーする 2020 年の水需要と、既存の浄水場の給水可能量を比較し、2020 年までに拡張すべき浄水場の規模を算定した。その結果、カントー市全域では 2020 年に日最大で 87,000 m<sup>3</sup>/日の容量不足、また中心の都市地区で約 79,000 m<sup>3</sup>/日の容量不足となっている。この中で最も浄水場の拡張あるいは新規浄水場の建設が必要な配水区は、No.1 及び No.2 浄水場が抱える配水区である。この 2 つの配水区で 2020 年不足する水需要は日最大で 44,200 m<sup>3</sup>/日、即ち概ね 45,000 m<sup>3</sup>/日の追加施設容量が必要となっている。この追加の施設容量の建設は、土地取得の容易な既存の No.2 浄水場近傍の空き地を利用することとした。BOT 事業を前提とした 45,000 m<sup>3</sup>/日の容量計算に対しても、既にカントー市のステアリング・コミティーの承認を得ている。
- 6) 浄水場の施設は、他の既存浄水場の処理システムと同じ急速ろ過方式を採用した。本浄水場の主要施設は 5 章の表 5.3.1 に取りまとめた通りである。この浄水場の取水施設は、近傍の運河に設けた。ポンプ容量は 16.5 m<sup>3</sup>/分 (2 台、1 台予備) の回転数制御タイプを用いることとした。沈殿池には傾斜管を用い、急速ろ過地にはグリーンリーフ・フィルターと呼ばれる自然平衡型、自己逆洗浄タイプを採用した。沈殿池の汚泥やろ過池の逆洗汚泥を汚泥貯留槽におくり、その後当該浄水場の南側に予定した汚泥乾燥床にポンプ圧送することとした。このように、各施設は経済的、かつ効率的な運転・維持管理ができる方式を採用しており、既存の浄水場の今後のリハビリや更新に参考になるであろう。
- 7) 計画浄水場から既存の No.1 及び No.2 浄水場がカバーする配水区への送水は D700mm、D600、D500、D400mm のダクタイル鋳鉄管 (総延長 4.3km) を通じて送水することとした。また、送水管の既存の配水区への接続地点は、既存の No.1 No.2 配水区それぞれとの境界部とした。現在、No.1 及び No.2 配水区の水圧は水頭で 1~5m 前後であり、時間帯により殆ど水が出ない時もある。したがって、この地域に送水することにより水圧で少なくとも 10m (1 kgf/cm<sup>2</sup>) 以上を確保できるよう計画した。なお、送水管の建設は、財政事情から WSSC やカントー PC が負担できないため、本 BOT 事業に組み入れる必要があったため、最短で効率的な敷設とすると共に、既存の配水網に効果的に接続する必要があった。

## 12.2 事業費、運営面、経済・財務における評価

- 1) 事業費について、まず価格レベルは 2012 年 5 月末のベトコムバンクの為替レート : 1 円 = 266 VND を用い、建設費 (CAPEX) と運転・維持管理費 (OPEX) に分類し事業費を算出した。建設費は土木工事費が 231,813 百万 VND (871 百万円)、機械・電気工事費は、日本の製造業者の見積もりに基づき 922 百万円、合計 477,000 百万 VND (1,793 百万円) となった。また、ベトナムの積算基準に基づき、エンジニアリングサービス費と予備費を加え、事業費は合計 536,000 百万 VND (2,015 百万円) となった。なお、建設スケジュールは 2014 年の中旬に設計を開始し、2016 年の終わりに完成する予定とした。土木工事は、資機材を現地調達することによりコストセーブを達成できたが、機械・電気工事は日本の製造業者の見積もりを基本としているため、かなり割高となっており、事業を進めるにおいて今後の改善点の一つとなろう。
- 2) 事業実施のリスク分析に関しては、リスクの分担を適切かつ明確にすることが事業コス

トを抑え、各事業関係者がリスクの顕在化を防止することにつながるという意味から、政府・民間業者双方にとって重要である。本事業を BOT スキームで実施する上におけるリスクとそれらを軽減、移転、分担する方法、リスクが顕在化した時の対応策、保険の有無、更にそれらに関わる事業関係者等を分析し、表 8.1.1 に取りまとめた。また、事業スキームに関してはカントーPC、WSSC、SPC、スポンサー、JICA、EPC や O&M 会社等の関係を明確にすると共に各種契約書の一般的な検討を行った。

- 3) 財務分析では、JICA の PSIF スキームを用い事業運営することを念頭に、建設費用 536,000 百万 VND と建設のインフレに関わる増加分、建中金利、手元資金、完工補償金など 117,000 百万 VND (468 百万円) を加え、合計 653,000 百万 VND (2,450 百万円) の必要調達資金を算出した。この調達資金と本事業の出資者 3 社への配当を考慮に入れ売水単価を算出すると、2012 年現在の売水単価で 8,638 VND/m<sup>3</sup> となった。カントー市側では、2012 年時点での小売り単価を 5584 VND/m<sup>3</sup> と想定しており、これを基にすると売水単価、即ち卸売単価は 4,100 VND/m<sup>3</sup> となり、出資者の提案する価格と大きな開き生じた。出資者とカントー市の売水単価に対する開きを縮小するには、まず第一に事業費を削減する必要がある、第二に出資者への配当を若干減ずることが必要である。更に、カントー市側の水道料金への認識、とりわけ 2014 年から WSSC がジョイント・ストック・カンパニー (JSC) として独立採算制の確立を目指す上では、現在の料金体系を大きく変更する必要がある、これを早期に実現することが大切である。
- 4) 経済的費用便益分析は、事業を実施した場合の” With project” と事業を実施しない場合” Without project” の費用と便益を想定し、対象地域の経済にもたらされる便益を分析し、事業実施の経済的妥当性評価を行った。評価対象としては、一般に経済的内部収益率 (Economic IRR) や経済的現在価値 (ENPV)、費用便益比 (B/C) 等が用いられるが、本分析では Economic IRR を求めることとした。経済便益は、既存の水供給源が新しい水供給システムに置き換えられることによりもたらされる便益 (非増分便益) と事業を実施した場合の供給水量の内、水使用量の上昇等による増加需要に対応する増分 (増分便益) の合計を 119 bil. VND/年と算定した。また、無収水に占める非技術的ロス分による便益を加算し、Economic IRR は 17% となり、事業実施に関する ADB の最低ラインである 12% を上回っていることが検証された。

### 12.3 環境社会面での評価

環境社会面では、調査団は 2012 年 6 月から 7 月にかけて、調査対象地域内においてベースライン調査を実施し、516 世帯を対象とした聞き取り調査を行った。この内、WSSC の水を利用しているのは 332 世帯であるが、これらの世帯において平均 85% 以上が概ね現在の給水システムに満足していることが明らかとなった。しかしながら、一部では水圧が低く、この点においては必ずしも満足している状況ではないことも明らかとなった。また、調査対象エリアでの水道に対する支払意志額は 6,560 VND/m<sup>3</sup> であり、この値に関する限り、住民は質の良い水道システムの設立を望んでおり、前述の小売価格や

売水単価レベルとは異なる意見を住民が持っているようである。加えて、本レポートでは、予備的 EIA を実施したが、本事業での売水単価に対する合意でき、SPC の設立、各種の契約等が順調に行われた場合、SPC 実施者により正規の EIA が実施されることが必要となる。

#### 12.4 結論

本調査は 2012 年 5 月に開始され、2013 年 2 月末現在まで、5 回に亘る現地調査並びに国内作業を実施してきたが、2012 年 10 月のインテリム・レポート提出以降現在まで、カントー市との売水単価に関わる交渉で未だに合意がなされていない。調査団は、売水単価は最終的に約 8700 VND/ m<sup>3</sup> で交渉したが、カントー市側は現段階でもこの単価が極めて高いとの判断を下すと共に、具体的には 4100 VND/ m<sup>3</sup> をカウンター・プロポーザルとして提示している。

この売水単価に関わる問題が解決しない限り、カントー市をはじめとするベトナム政府側の BOT 事業実施の承認が得られず、したがって、次のステップである SPC の設立に関わる協議や各種契約問題が解決できないこととなる。カントーPC は、既にこれまでの交渉で多大な時間を要していることから、早期に結論を出したいとの意向を調査団側に伝えてきており、これに対する回答を準備する必要がある。

しかし、売水単価を下げる手立てが無い現段階においては、早期にこの案件実施を終息させる必要がある。そのため、近い将来、調査団から正式にこの事業促進の終息を申し出ると共に、カントーPC からその旨を公式に調査団及び JICA に通達するよう取り図ることが必要である。