

ベトナム社会主義共和国
カントー市人民委員会
カントー市上下水道公社

カントー市上水道整備事業準備調査 (PPPインフラ事業)

ファイナルレポート

2013年3月

独立行政法人 国際協力機構 (JICA)
日本工営株式会社
水ing株式会社
三菱商事株式会社
プライスウォーターハウスクーパース株式会社

民連
JR(先)
13-038

ベトナム社会主義共和国
カントー市人民委員会
カントー市上下水道公社

カントー市上水道整備事業準備調査 (PPPインフラ事業)

ファイナルレポート

2013年3月

独立行政法人 国際協力機構 (JICA)

日本工営株式会社

水ing株式会社

三菱商事株式会社

プライスウォーターハウスクーパース株式会社

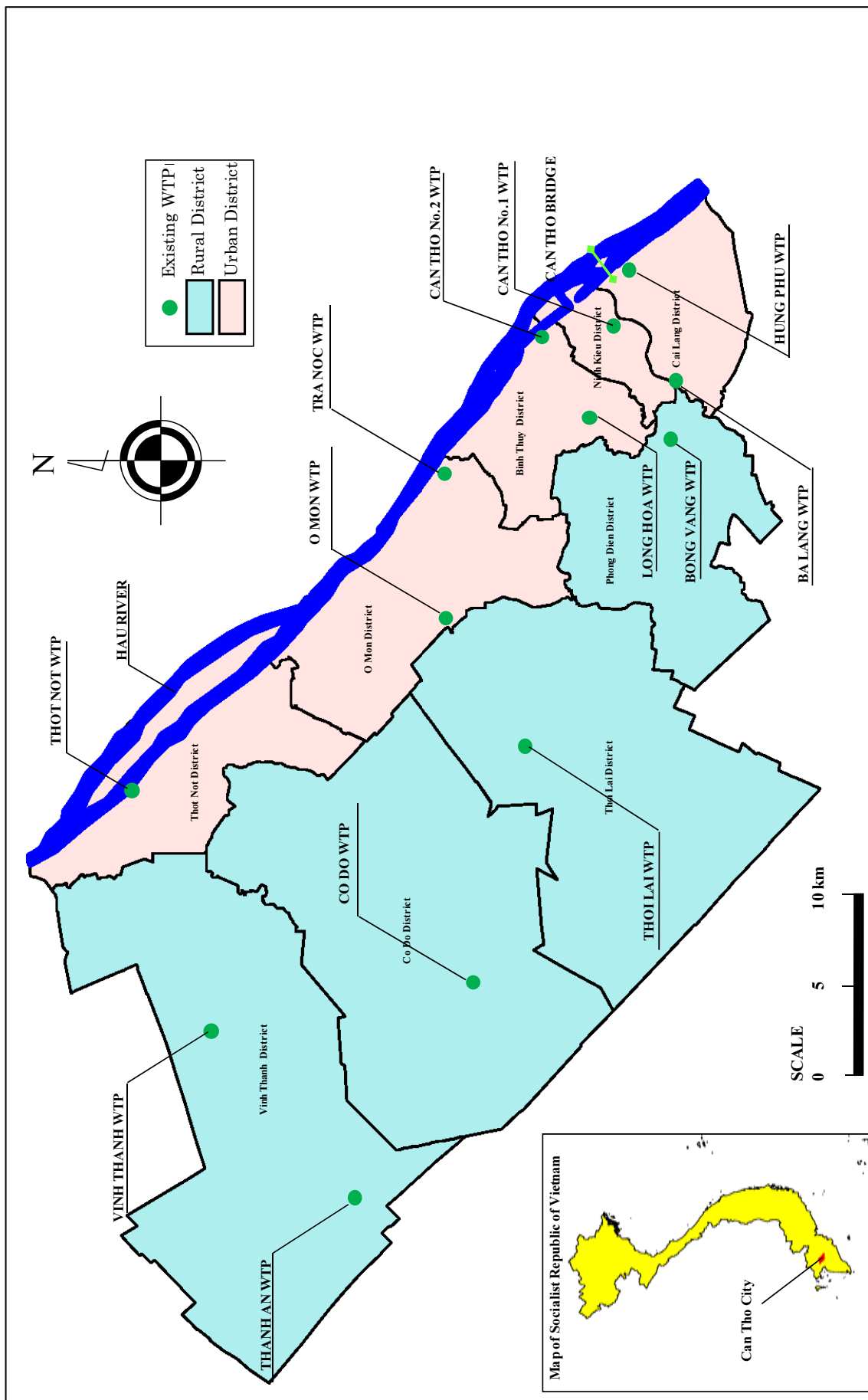
為替レート

1 USD = 77.92 Yen

1 Yen = 266.36 VND

1 USD = 20,890 VND

(2012年5月現在)



調査対象地域位置図

出典：JICA 調査団

カントー市上水道整備事業準備調査 (PPP インフラ事業) ファイナルレポート

目次

第1章	序論.....	1-1
1.1	背景.....	1-1
1.2	本準備調査の目的と必要性.....	1-1
1.3	調査対象地域.....	1-2
第2章	事業実施地域の概要.....	2-1
2.1	自然条件.....	2-1
2.1.1	地形.....	2-1
2.1.2	気象条件.....	2-1
2.1.3	水文.....	2-2
2.1.4	地質.....	2-4
2.1.5	水質.....	2-5
2.1.6	塩水遡上.....	2-6
2.1.7	本調査における塩水遡上調査.....	2-8
2.2	社会経済状況.....	2-11
2.2.1	カントー市の行政区画.....	2-11
2.2.2	現況人口及び人口予測.....	2-12
2.2.3	都市計画及び土地利用計画.....	2-13
2.2.4	工業団地開発計画.....	2-15
2.2.5	ベトナム国とカントー市の経済活動と経済指標.....	2-16
第3章	カントー市水道システムの現状.....	3-1
3.1	カントー市の既存水道システム.....	3-1
3.1.1	現状の水道システムの管理運営状況.....	3-1
3.1.2	現状の水需要及び消費.....	3-3
3.1.3	上水道 BOT 事業に係る法制度.....	3-9
3.1.4	WSSC 及び関連組織の財務状況.....	3-17
3.2	既存水道施設.....	3-23
3.2.1	浄水場.....	3-23
3.2.2	配水施設.....	3-28
3.2.3	既存水道施設の問題点.....	3-32
第4章	水道システムの将来計画.....	4-1
4.1	水道の将来計画の基本的枠組み.....	4-1
4.2	関連計画及び関連プロジェクト.....	4-1
4.2.1	カントー市 2030 マスタープラン.....	4-1

4.2.2	先行及び実施中プロジェクト	4-3
4.3	水需要予測	4-5
4.3.1	水需要予測の指標	4-5
4.3.2	2020 年を対象とした水需要予測	4-9
4.4	カントー市水供給改善計画	4-10
4.4.1	給水区域	4-10
4.4.2	浄水場の不足容量	4-10
4.4.3	水供給改善計画	4-10
第 5 章	BOT 事業に向けた優先事業の選定	5-1
5.1	優先事業の条件設定	5-1
5.1.1	対象区域の選定	5-1
5.1.2	浄水場候補地の選定	5-1
5.1.3	最適な水道システムのためのケーススタディ	5-3
5.1.4	各ケースの概算事業費の算定	5-4
5.1.5	最適システムの決定	5-7
5.2	計画浄水場の設計	5-9
5.2.1	設計概要	5-9
5.2.3	プロセスのフロー	5-11
5.2.3	水処理設備	5-14
5.2.4	薬品及び貯蔵室	5-18
5.2.5	管理事務棟	5-19
5.2.6	電気及び機械設備	5-19
5.3	送水システム	5-22
5.3.1	送水システムの概要	5-22
5.3.2	送水管路の敷設	5-23
5.3.3	送水管路の平面、縦断線形計画	5-24
5.3.4	管種の選定	5-25
5.3.5	バルブ施設	5-26
5.3.6	水理解析	5-26
第 6 章	事業費積算及び建設スケジュール	6-1
6.1	事業費積算	6-1
6.1.1	施設概要	6-1
6.1.2	積算条件	6-1
6.1.3	建設費	6-3
6.1.4	運転・維持管理費	6-6
6.2	建設スケジュール	6-7
第 7 章	事業実施計画	7-1
7.1	事業全体スケジュール	7-1
7.2	詳細スケジュール	7-1

7.2.1	事業組成期間	7-1
7.2.2	建設期間	7-3
7.2.3	O&M 期間	7-3
第 8 章	リスク分析	8-1
8.1	リスク分析及びリスク対策の検討	8-1
8.1.1	リスク分担	8-1
8.1.2	BOT インフラ事業における一般的なリスク	8-2
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	8-3
8.2	事業スキーム案	8-9
8.2.1	事業関係者と役割	8-9
8.2.2	事業スキーム案における組織構造	8-10
8.3	各種契約書の一般的な記載項目	8-11
8.3.1	BOT 事業契約	8-11
8.3.2	EPC 契約	8-13
8.3.3	O&M 契約	8-14
8.3.4	株主間契約	8-15
8.3.5	オフテイク契約	8-17
第 9 章	事業モデルスキーム	9-1
9.1.1	主な PPP 事業方式	9-1
9.2.1	資金調達源のオプション	9-3
9.2.2	資金調達源オプションに関する考察	9-6
9.4.1	SPC の経営組織	9-9
9.4.2	運転維持管理 (O&M) 業務の実行組織	9-10
第 10 章	提案事業スキームに関する財務評価	10-1
10.1	提案事業スキームの財務計画	10-1
10.1.1	財務分析における前提条件	10-1
10.2	提案事業スキームの財務分析結果	10-7
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	10-7
10.2.2	その他の分析	10-9
10.2.2	財務分析に関する所見	10-10
第 11 章	環境社会配慮	11-1
11.1	ベースライン調査	11-1
11.1.1	背景と調査目的	11-1
11.1.2	調査手法	11-1
11.1.3	ベースライン調査の結果概要	11-3
11.1.4	結論	11-8
11.2	予備環境影響評価	11-8
11.2.1	環境影響評価の目的	11-8
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	11-10

11.2.3	環境影響のスクーピング	11-11
11.2.4	事業実施による主な環境影響および緩和策	11-12
11.2.5	汚泥処理	11-13
11.2.6	代替案の検討	11-14
11.3	結論	11-14
第 12 章	総合評価と結論	12-1
12.1	技術的評価	12-1
12.2	事業費、運営面、経済・財務における評価	12-2
12.3	環境社会面での評価	12-3
12.4	結論	12-4

表一覧

表 2.1.1	メコン川河口部の流量と潮位変動量	2-4
表 2.1.2	オモン地区での水質試験結果	2-6
表 2.1.3	塩水遡上調査実施時期	2-10
表 2.2.1	中位推計に基づく 2010 年から 2030 年までのカントー市人口	2-12
表 2.2.2	郡単位の人口予測	2-13
表 2.2.3	2008 年、2020 年、2030 年の土地利用	2-13
表 2.2.4	カントー市の工業団地の概要	2-15
表 2.2.5	マクロ経済指標	2-16
表 2.2.6	ベトナム国の財務指標	2-17
表 2.2.7	カントー市における小売物価指数	2-17
表 2.2.8	カントー市歳入	2-18
表 2.2.9	カントー市歳出	2-19
表 3.1.1	カントー市上下水道公社及びその関連会社の管轄区域	3-2
表 3.1.2	サービス区域人口 (2012 年時点)	3-5
表 3.1.3	各浄水場の生産水量	3-5
表 3.1.4	徴収水量 (水消費量)	3-6
表 3.1.5	2011 年水使用量	3-7
表 3.1.6	2011 年の家庭利用水使用量原単位	3-7
表 3.1.7	都市カテゴリー別の水道料金幅	3-9
表 3.1.8	都市カテゴリー	3-9
表 3.1.9	水処理及び売水に係る総費用の計算方法	3-10
表 3.1.10	カントー市水道料金	3-11
表 3.1.11	法人税に対する優遇措置	3-16
表 3.1.12	WSSC 損益計算書	3-19
表 3.1.13	2011 年の浄水生産販売量	3-19
表 3.1.14	WSSC キャッシュフロー計算書	3-20

表 3.1.15	WSSC 財務指標	3-21
表 3.1.16	WSSC 貸借対照表	3-21
表 3.1.17	新水道料金案	3-22
表 3.2.1	既存浄水場の要約	3-24
表 3.2.2	処理水水質の要約	3-27
表 3.2.3	配水管の管径、延長、材質	3-28
表 3.2.4	管径 300mm 以上の配水管の敷設年数	3-28
表 4.2.1	カントー市 2030 マスタープランの概要	4-2
表 4.2.2	コンクン事業の概要	4-3
表 4.2.3	ハウ川事業	4-4
表 4.3.1	2011 年水消費量	4-6
表 4.3.2	水需要予測に用いる計画指標	4-8
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	4-9
表 4.4.1	2020 年における浄水場の不足容量	4-10
表 4.4.2	2020 年水供給改善計画	4-11
表 4.4.3	段階的無収水率削減対策	4-12
表 5.1.1	2020 年の水需要及び人口密度	5-1
表 5.1.2	各候補地の面積と最大浄水容量	5-2
表 5.1.3	最適な浄水システムのためのケーススタディ	5-3
表 5.1.4	薬品費単価	5-5
表 5.1.5	各ケースの概算事業費	5-6
表 5.1.6	最適水道システム選定のための比較表	5-8
表 5.2.1	浄水場の主要施設	5-9
表 5.2.2	固定スピード制御と VVVF 制御のコスト比較表	5-14
表 5.2.3	固定スピード制御タイプと VVVF 制御タイプのコスト比較表	5-17
表 5.2.4	粉体 PAC と液体 PAC のコスト比較表	5-19
表 5.2.5	非常電源設備の電気負荷リスト	5-21
表 5.3.1	管種の比較検討結果	5-25
表 6.1.1	施設概要	6-1
表 6.1.2	土木工事費の構成	6-3
表 6.1.3	土木工事費	6-4
表 6.1.4	機械・電気設備費	6-4
表 6.1.5	土木及び機械・電気設備工事費の概要	6-5
表 6.1.6	建設費総括表	6-6
表 6.1.7	年間運転・維持管理費	6-7
表 8.1.1	リスクマトリクス	8-4
表 8.3.1	BOT 事業契約の一般的な規定項目	8-11
表 8.3.2	EPC 契約の一般的な規定項目	8-13
表 8.3.3	O&M 契約の一般的な規定項目	8-14

表 8.3.4	株主間契約の一般的な規定項目	8-15
表 8.3.5	オフテイク契約の一般的な規定項目	8-17
表 9.2.1	資金調達源比較	9-6
表 9.4.1	企業形態別の経営組織	9-9
表 9.4.2	バックアップ体制 (例)	9-14
表 9.4.3	O&M 請負企業の人員配置計画 (案)	9-14
表 10.1.1	事業計画	10-1
表 10.1.2	融資条件	10-2
表 10.1.3	建設費用の内訳 (2012 年価格)	10-3
表 10.1.4	売水収入	10-4
表 10.1.5	価格改定要素	10-6
表 10.2.1	資金調達金額と建設期間中の資金使途	10-8
表 10.2.2	25 年間の O&M 期間中計の支出と収入	10-8
表 10.2.3	建設費用の内訳 (2012 年価格)	10-10
表 10.3.1	初期投資費用と O&M 費用の想定	10-11
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)	10-13
表 10.3.3	プロジェクトの Economic IRR 試算	10-18
表 11.1.1	質問票の内容	11-2
表 11.1.2	都市部の世帯の分類	11-3
表 11.1.3	地区別に見た調査世帯の概要	11-4
表 11.1.4	水道接続状況別に見た調査世帯の概要	11-4
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	11-6
表 11.1.6	水道水の味、臭い、色に対する評価	11-7
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)	11-10
表 11.2.2	環境影響のスコーピング	11-11
表 11.2.3	環境影響および緩和策の概要	11-13

図一覧

図 2.1.1	カントー市の月別平均気温と降水量	2-2
図 2.1.2	カントー市内の河川と水路ネットワーク	2-3
図 2.1.3	カントー観測所の月別最高水位と警戒水位	2-4
図 2.1.4	カントー市内の河川と水路の水質	2-5
図 2.1.5	サンプリング状況	2-6
図 2.1.6	塩水遡上発生箇所の模式図	2-6
図 2.1.7	塩水遡上の混合形態	2-7
図 2.1.8	塩水遡上調査	2-8
図 2.1.9	塩分濃度測定縦断位置及び深度	2-9
図 2.1.10	塩水遡上調査位置	2-9

図 2.1.11	塩水遡上調査結果	2-10
図 2.2.1	カントー市の行政区	2-11
図 2.2.2	2010 年から 2030 年のカントー市人口予測.....	2-12
図 2.2.3	2008 年土地利用状況	2-14
図 2.2.4	2030 年土地利用計画	2-14
図 2.2.5	貿易収支の推移	2-16
図 2.2.6	財政収支の推移	2-17
図 3.1.1	カントー市上下水道公社及びその関連会社の管轄区域.....	3-1
図 3.1.2	カントー市上下水道公社及びその関連会社の組織.....	3-2
図 3.1.3	DARD 組織図	3-3
図 3.1.4	2020 年水道計画図	3-4
図 3.1.5	BOT 事業組成の手続き	3-13
図 3.1.6	WSSC グループ組織	3-18
図 3.2.1.	WSSC が管理している配水管網.....	3-30
図 3.2.2.	WSSC による配水管網の圧力測定の結果.....	3-32
図 4.2.1	カントー市 2030 マスタープランの水道計画.....	4-3
図 4.3.1	水需要予測に用いた都市区分	4-5
図 4.3.2	実際の水利用状況	4-6
図 4.3.3	水需要予測の手順	4-9
図 5.1.1	浄水場候補地	5-3
図 5.2.1	計画浄水場 配置平面図	5-10
図 5.2.2	計画浄水場予定地のボーリングデータ.....	5-12
図 5.2.3	計画浄水場 フローシート	5-13
図 5.2.4	累積現在価値コスト	5-15
図 5.2.5	電源供給系統図	5-20
図 5.3.1	新規送水システムの概要図	5-22
図 5.3.2	新規送水管路の諸元	5-23
図 5.3.3	国道の既存地下埋設物	5-24
図 5.3.4	送水管路配置例	5-25
図 5.3.5	バルブ配置図	5-26
図 5.3.6	既存配水管路網の水圧状況	5-27
図 5.3.7	新規配水管路網の水圧状況	5-28
図 6.2.1	工事スケジュール	6-8
図 7.1.1	事業全体スケジュール	7-1
図 7.2.1	事業組成スケジュール	7-2
図 7.2.2	O&M スケジュール.....	7-3
図 8.1.1	リスクのレベルと管理コストの関係.....	8-2
図 8.1.2	BOT 事業における一般的なリスク.....	8-2
図 8.2.1	事業スキーム案	8-10

図 9.1.1	事業形態別 PPP 手法のマッピング	9-1
図 9.1.2	事業方式別の官民の役割分類	9-3
図 9.2.1	ODA ローンの概要	9-4
図 9.2.2	JICA による海外投融資概要	9-5
図 9.2.3	PSIF スキーム図	9-5
図 9.2.4	地場銀行による商業ローン概要	9-6
図 9.4.1	O&M 請負企業の組織体制 (案)	9-12
図 10.1.1	「テイクオアペイ」方式の概要	10-4
図 10.1.2	SPC の売水収入構成	10-5
図 10.1.3	SPC 収入の計算式	10-5
図 10.2.1	m3 当たり卸売水価格の内訳	10-9
図 11.1.1	世帯収入と水使用量の相関関係	11-5
図 11.1.2	水関連の支出額 (月平均)	11-6
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	11-7
図 11.2.1	EIA の審査と承認手続き	11-9

略語集

AC	アクセレーター
AF	アカズールフィルター
AMSL	平均海面高
ARP	簡易住民移転計画
BOD	生物化学的酸素要求量
BOT	建設一所有一移転方式
BTO	建設一移転一所有方式
C/B	費用便益比
Can Tho PC	カントー市人民委員会
CAPEX	資本費
CERWAS	農村給水衛生センター
CGF	重力式ろ過池
CIF	運賃保険料込条件
COD	化学的酸素要求量
DARD	カントー市農業地方開発局
DCI	ダクタイル鋳鉄管
DF/R	ドラフト・ファイナル・レポート
DO	溶存酸素
DOC	カントー市建設局
DOF	カントー市財務局
DONRE	カントー市天然資源環境局
DOST	カントー市科学技術局
DOT	カントー市運輸局
DP	移転住民
DPI	カントー市計画投資局
DSRA	元利返済積立口座
EIA	環境影響評価
EIRR	資本的内部収益率
EPC	設計調達建設
EVN	ベトナム電力公社
F/R	ファイナル・レポート
F/S	フィージビリティ調査
GDP	国内総生産
GLF	グリーンリーフフィルター
GSO	統計総局
HM	迂流攪拌
IC/R	インセプション・レポート
IMF	国際通貨基金
IRR	内部収益率

IZ	工業団地
JICA	国際協力機構
LPEB	土地価格評価委員会
MM	機械攪拌
MONRE	天然資源環境省
MPI	計画投資省
NPV	純現在価値
NRW	無収水量
ODA	政府開発援助
O&M	運転維持管理
OPEX	操業費用
PAC	ポリ塩化アルミニウム
PF	圧力式ろ過装置
PPP	官民連携
PSIF	海外投融資
PU	パルセーター
PVC	ポリ塩化ビニル
RAP	住民移転計画
RRA	修繕積立口座
SB	スラッジブランケット
SCF	経済費用への変換係数
SEPIZA	カントー輸出加工工業団地組合
SIWRPM	カントー輸出加工工業団地組合
SPC	特別目的会社
SS	浮遊物質
TOR	委託条件書
TSS	総浮遊物質
VAT	付加価値税
VND	ベトナムドン
VVVF	可変電圧可変周波数制御
WLG	水位計
WSSC	カントー市上下水道公社
WTP	浄水場

第1章 序論

1.1 背景

カントー市はメコン川最大の支流ハウ川の右岸に位置し、ホーチミン市より南西約120kmの距離に位置する。2004年の政府の決定によりカントー省はカントー市とハウザン省に分割され、カントー市は政令市に指定された。カントー市は約1,390km²の面積を有し、2011年現在121万の人口は2020年までに150万人まで増加することが予測されている。

現在、カントー市はメコンデルタ地域の経済、文化、科学の重要な中心都市のひとつである。しかしながら、急激な人口増加及び経済成長に伴って、水不足に直面している。カントー市周辺地域の地下水の枯渇、及び、ハウ川下流からの塩水の遡上は地球温暖化の影響もあり深刻な問題となっている。このため地下水開発は近年厳しく制限されており、また塩水遡上、及び汚染の影響を受けない河川上流域からの取水施設の新設を考慮せざるを得ない状況となってきている。

このような状況において、カントー市人民委員会（カントーPC）は、カントー市総合開発計画において、目標年度2030年におけるカントー市の水需要を満たすために、ハウ川上流地区に取水施設及び浄水施設、及び送・配水施設の新設を計画し、またその事業を官民連携方式により実施することを計画した。

カントーPCの上記計画を支援するため、国際協力機構（JICA）は、準備調査による技術支援を行うことを決定した。本準備調査は2020年を目標年次とするBOTプロジェクトのフィージビリティ調査であり、事業の必要性やフィージビリティを、技術面、財政面、環境面から明らかにするとともに、国際投資機関や民間資金を活用した最適な事業実施計画、維持管理スキームを提案するものである。

本調査は2012年5月初旬に開始し、2013年2月までの10ヶ月間に合計5回の現地調査ならびに国内作業を終えた。本レポートはその調査結果をとりまとめたものである。

1.2 本準備調査の目的と必要性

近年、ベトナム政府の対外ODA債務のGDPに占める割合が増加しており、ベトナム政府は官民連携スキームによる事業実施を促進することとしている。この方針に沿って、カントー市人民委員会は2020年を目標年次とする官民連携スキームでの上下水道事業の実施を決定した。しかしながら、現在までのところ具体的な事業は開始されていない。

こうした状況の下、日本工営(株)、三菱商事(株)、水ing(株)は自社出資金及びJICA海外投融资資金(PSIF)により特別目的会社（SPC）を設置して水道事業を実施すること、及びそのためのFS調査をJICA資金により実施することを提案した。

1.3 調査対象地域

調査対象地域は、巻頭の調査対象地域位置図に示すカントー市の中心部及び周辺部である。JICA 海外投融資の対象事業、すなわち BOT 事業の対象地域としてはカントー市中心部が優先地域として選定された。

第2章 事業実施地域の概要

2.1 自然条件

2.1.1 地形

カントー市の面積は 298,561ha であり、農業に適した肥沃な沖積土壌に覆われている。2010年のカントー市の環境報告書によると、82%の土地が農業利用されており、17%が農業以外（住宅、産業用地等）に使用されている。1%が未使用となっている。

カントー市の地形は概して平坦である。北から南および東から西へ（ハウ川から内陸部へ）緩やかに傾斜している。カントー市の標高は 0.2m - 1.5m でハウ川の川岸から内陸部にかけて緩やかに傾斜している。ハウ川の川岸部の標高は概ね 1.0m-1.5m で内陸部の標高は概ね 0.5m - 1.0m である。カントー市の標高分布を Appendix A1 の図 A1.1 に示す。

市内には多くの支川や水路が走っている。カントー市内を流れる河川・水路の総延長は 800km である。市内には 158 の河川と水路がある。最も大きい河川はハウ川である。それに次いで大きいのがカントー川と 7つの主要水路：ダウサウ、カイソン、ラウラム、チュオンティエン、カイドイ、カイダ、カイナイである。

2010年のカントー市の環境報告書によると、カントー市の北部（トットノット地区、ビンタン地区、コドゥ地区の一部、オモン地区の一部）では毎年洪水が発生している。

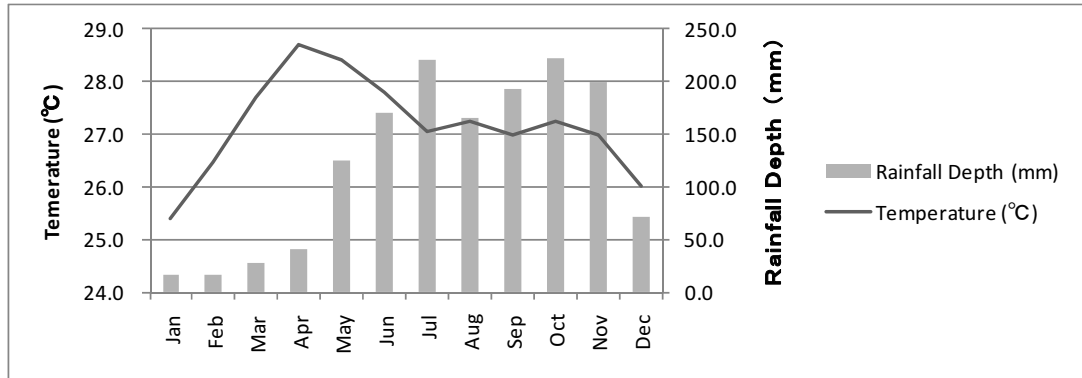
市内には3つの主要な水運路がある。すなわち、カントー川ーサノ水路ルート（カマウ方面）、オモン川ーチドイ水路ルート（カイベ川方面）、カイサン水路ーラクソイ水路ルート（キエンロン方面）である。

2.1.2 気象条件

(1) 気温

カントー市は熱帯モンスーン地域に位置しており、年間を通じて高温多湿である。

年平均気温は約 27°C である。カントー市の 2005 年~2011 年の月別平均気温と降水量を図 2.1.1 に示す。



出典：カントー市統計 2011

図 2.1.1 カントー市の月別平均気温と降水量

(2) 降水量

カントー市の年降水量は 1200mm~1700mm で平均 1500mm である。

雨季は 5 月~11 月、乾季は 12 月~4 月である。年降水量の 90%は雨季に降っている。1 回の降水量が 50-100mm の高強度・長継続時間の降雨が月に 1、2 回発生する。2005 年~2011 年の月別平均降水量は図 2.1.1 に示される通りである。

2010 年のカントー市の環境報告書によると、ハウ川の水位が高い（高潮位）時と高強度の降雨が重なった時に市内に洪水が発生し、交通渋滞の原因となっている。特にビントゥイ地区からオモン地区への国道 91 号線で良く発生している。

(3) 日照時間、湿度、風向

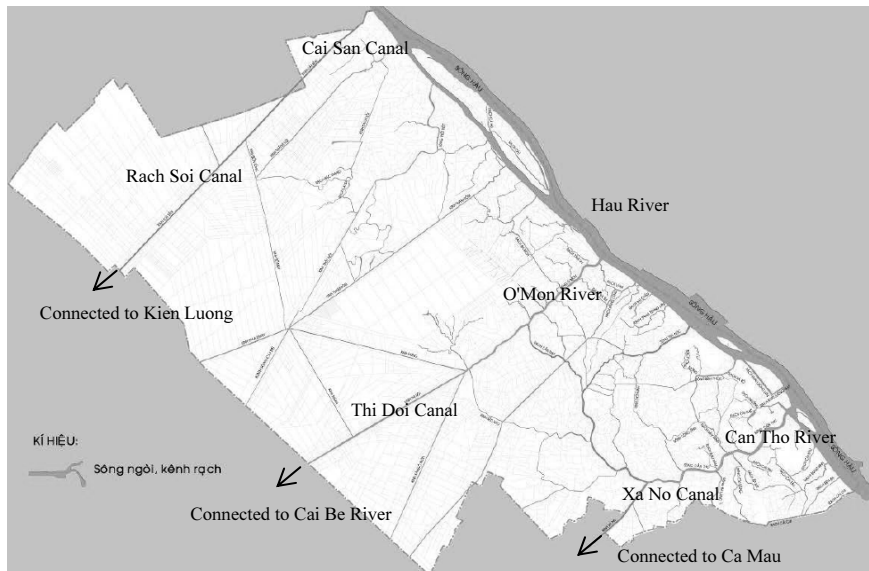
カントー市のマスタープラン 2030 によるとカントー市の平均年日照時間は 2249.2 時間であり、平均年湿度は 82%である。

風向は雨季と乾季で異なっている。2010 年のカントー市の環境報告書によると、乾季は北東の風約 3 m/s であり雨季は南西の風約 1.8m/s である。

2.1.3 水文

(1) 河川及び水路

カントー市内には多くの河川や水路が流れている。カントー市のマスタープラン 2030 によるとカントー市内の河川と水路の総延長は 800km である。最大の河川は市の北東部を流れるハウ川である。次に大きいのが市内内陸部に発し、市東部でハウ川に合流するカントー川である。市内の 158 の河川と水路が水路ネットワークを形成している。市内の水路は住宅や工場からの排水で汚染されている。市内には 3 つの主要な水運路がある。すなわち、カントー川ーサノ水路ルート（カマウ方面）、オモン川ーチドイ水路ルート（カイベ川方面）、カイサン水路ーラクソイ水路ルート（キエンロン方面）である。市内の河川と水路のネットワークを図 2.1.2 に示す。



出典：カントー市マスタープラン 2030

図 2.1.2 カントー市内の河川と水路ネットワーク

カントー市内にはハウ川の水位を観測する水文観測所がある。水位は潮位に影響を受ける。南部ベトナムの水文、気象観測所ネットワークを Appendix A1.3 の図 A1.7 に示す。

ハウ川あるいはティエン川で潮位の影響を受けない水位及び流量の長期にわたる観測が行われているのはタンチャウとチャウドック両観測所のみである。これら観測所はカンボジアとの国境近くにある。

(2) ハウ川の特徴

カンボジア国内ではメコン川はバサック川とメコン川の2つに分かれている。これら2河川はベトナム国内に入るとそれぞれハウ川とティエン川という名になる。ティエン川はベトナム国内でティエン川とバムナオ川に分かれ、バムナオ川はハウ川に合流する。ハウ川は河口部で2つに分かれ（チャンデとディンアン）南シナ海に注ぐ。ティエン川は6つの河口に分かれて海に注ぐ：クンハウ、コチエン、ハムロン、バライ、ダイ、ティエウである。ハウ川の河川勾配は Appendix A1 の図 A1.6 に示すように緩やかである。

ハウ川の平均年流量は 2000 億 m^3 /年であり、これはメコン川全体の 41% を占める。

ハウ川の乾季の流量を表 2.1.1 に示す。流量は約 $1000m^3/s$ 、すなわち $86,400,000m^3$ /日である。

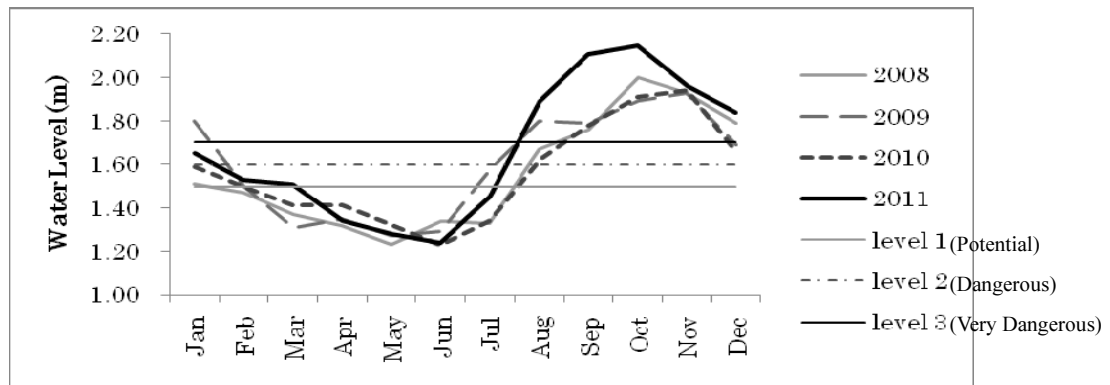
表 2.1.1 メコン川河口部の流量と潮位変動量

河口名	日付	流量 (m ³ /s)	潮位変動 (m)
ハウ川	8 April 2005	1064	2.89
	9 April 2005	1038	2.90
	21 May 2005	930	2.62
	22 May 2005	975	2.75
コチエン-クンハウ	21 April 2005	680	2.07
	22 April 2005	655	2.14

出典： Nguyen, A. D. and Savenije, H. H. G. (2006) *Salt intrusion in multi-channel estuaries: a case study in the Mekong Delta, Vietnam*. Hydrol. Earth Syst. Sci., 10: 743-754.

(3) 洪水

ハウ川の水位は上流からの流量と潮位の影響を受ける。水位は7月から上昇し、9月~11月にかけて最高位となり、2月には下降する。2008年から2011年の月別の最高水位とカントー観測所の警戒水位を図2.1.3に示す。



出典： JICA 調査団

図 2.1.3 カントー観測所の月別最高水位と警戒水位

H.T.L. Huong と A.Pathirana(2010)によると高潮位と市内排水路への流入増が重なった場合に大きな洪水が発生している。カントー市の洪水発生 of 典型的なケースとして、日降水量 50-100mm の降雨に高潮位が重なる場合がある。2000年にはここ10年での最大の洪水がメコンデルタで発生した。その際カントー観測所で観測された水位は1.9mであった。それは過去40年の中で最大であった。2000年の洪水湛水深を Appendix A1 の図 A1.8 に示す。カントー市内の湛水深は0.5-0.75mであった。WSSCによると既存の浄水場の場所は比較的標高が高く、これまで湛水したことはないとのことである。

2.1.4 地質

カントー市はハウ川の沖積平野に位置している。カントー市のマスタープラン2030によるとハウ川によって運ばれる土砂は年間3500万m³である。地表から深度50mにかけては2つの地層、新沖積層と旧沖積層からなっている。

カントー橋の詳細設計時に標準貫入試験、コーン貫入試験、孔内水平載荷試験及び室内土質試験が行われた。地表から50mまではN値が1~5の粘土層である。St/C-1層は

赤茶色のシルト粘土と砂の互層であり、深度 40~50m に分布している。N 値は砂分の程度に応じて 13-60 の値となっている。S1 層は深度 70~95m に分布しており、茶色の細砂層である。シルトと粘土層が所々に混じっている。N 値は 60 以上である。カントー橋プロジェクトにて作成された土質図を参考として Appendix A1 の図 A1.10 に示す。

2.1.5 水質

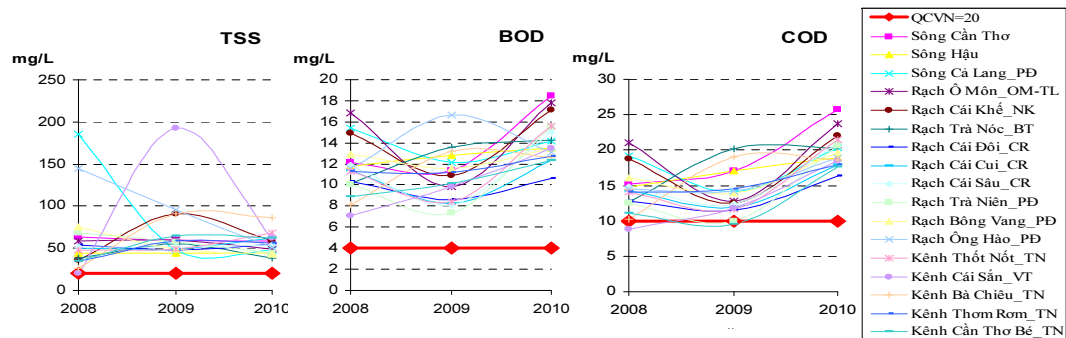
(1) 既存データ

カントー市内の水質は DONRE の環境モニタリングセンターによって調査されている。調査は通常年 3, 4 回、汚染の激しい水路では年 12 回行われている。

ハウ川での調査は年に 2 回、タンチャウとチャウドックからチャンデとディンアン港間を年 2 回実施されている。調査は 2002 年から行われており、調査項目は pH、塩分濃度、DO である。

水質環境基準は QCVN 08:2008/BTNMT に規定されている。水質レベルは A1、A2、B1、B2 の 4 クラスに分類されており、利水状況によって定められている。

河川と水路の水質環境基準は表流水の基準が適用される。TSS、BOD、および COD の調査結果を図 2.1.4 に示す。図には(1) カントー川、(2) ハウ川、(3) カラン川、(4) カイサン運河、(5) バチェウ運河、(6) トムロン運河、(7) カントーベ運河、(8) トットノット運河、(9) オモン運河、(10) カイケ運河、(11) チャノック運河、(12) カイドイ運河、(13) カイクイ運河、(14) カイサウ運河、(15) チャニエン運河、(16) ボンバン運河、(17) オンハオ運河での調査記録が記載されている。



出典：カントー市環境報告書 2010

図 2.1.4 カントー市内の河川と水路の水質

いくつかの水路は高汚染水路に分類されており、年 12 回の観測が行われている。それは(1) ボオット運河 (トットノット地区)、(2) ボンタン運河 (ビンタン地区)、(3) オモン運河 (トイライ地区)、(4) チドイ運河 (トイライ地区)、(5) サオセオ運河 (トイライ地区)、(6) ドウン運河 (コドゥ地区)、(7) カイメ運河 (オモン地区)、(8) カイコム運河 (オモン地区)、(9) サンチャン運河 (ビントゥイ地区)、(10) カイケ運河 (ニンキエウ地区)、(11) タントゥアン運河 (ニンキエウ地区)、(12) バラン運河 (カイロン地区) である。カントー市の 2010 年の環境報告書によると、pH、F、Cr、As 及び Hg は A1 レベル以下であるが、その他の項目は A1 レベルを上回っている。

(2) 現地調査結果

本調査において、調査団は 2012 年 5 月 29 日にオモン地区のハウ川沿いにて水質サンプリングと試験を行った。図 2.1.5 にサンプリングの状況を示す。水質試験結果を表 2.1.2 に示す。いくつかの項目は基準値を上回っているが、浄水処理によって適切に処理が可能であると判断される。



出典：JICA 調査団

図 2.1.5 サンプリング状況

表 2.1.2 オモン地区での水質試験結果

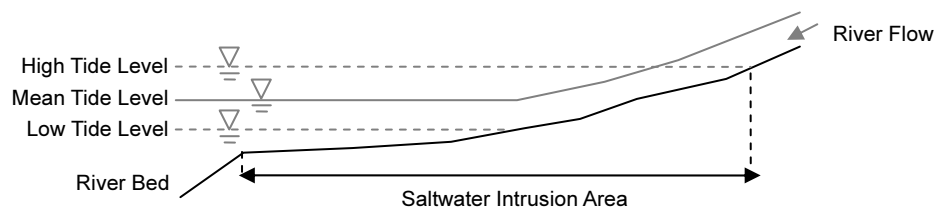
No	項目	単位	試験結果	水質環境基準 (QCVN 08: 2008/BTNMT)			
				A1	A2	B1	B2
1	Total Suspended Solid (TSS)	mg/L	39	20	30	50	100
2	COD	mgO ₂ /L	18	10	15	30	50
3	BOD ₅ (20°C)	mgO ₂ /L	8	4	6	15	25
4	Ammonia Nitrogen (NH ₄)	mg/L	0.22	0.1	0.2	0.5	1
5	Iron (Fe)	mg/L	1.69	0.5	1	1.5	2
6	Total oils & grease	mg/L	2	0.01	0.02	0.1	0.3

出典：JICA 調査団

2.1.6 塩水遡上

(1) 塩水遡上にかかる一般事項

塩水遡上は河床の高さが海水面以下にある箇所、海水の比重（1.03）と淡水（1.0）の違いによって発生する。塩水遡上発生箇所の模式図を図 2.1.6 に示す。



出典：JICA 調査団

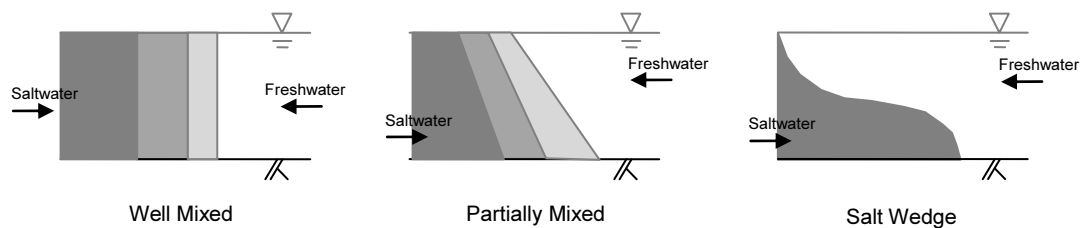
図 2.1.6 塩水遡上発生箇所の模式図

塩水遡上箇所の端部では海水と淡水が混合し、塩分濃度は海水よりも低くなる。混合した水は汽水と言い、塩分濃度は 0.5g/l～30g/l である。生活用水としての塩分濃度基準としてはベトナムでは 1g/l が基準としている。農業用水としては 4g/l が基準となっている。

塩水の混合形態としては3つの形態すなわち i) 完全混合、ii)不完全混合、iii)塩水くさび、がある。

- i) 完全混合：水面から底部まで均一に混合しており、河川縦断方向に濃度の傾斜が見られる。
- ii) 不完全混合：塩水と淡水が不完全に混合しており、水面より底部の塩分濃度が高い。
- iii) 塩水くさび：塩水と淡水が混じらず、境界が出来ている。上部が淡水、下部が塩水となっている。

混合形態の模式図を図 2.1.7 に示す。



出典：JICA 調査団

図 2.1.7 塩水遡上の混合形態

(2) メコンデルタにおける塩水遡上対策の歴史

1) メコンデルタにおける農業用水確保対策

1980年代以前、メコンデルタの農業地域は3500万ヘクタールのうち1700-2100万ヘクタールの地域が毎年、乾季において塩水遡上の影響を受けていた。1980年代から1990年代にかけて多くの塩水遡上対策が実施され、デルタ地域の水路に締切堤、ゲート等が建設された。それらの対策により、現在は影響を受けるのは毎年80万ヘクタールのみとなっている。しかし、河口部近くでは現在でも高い塩分濃度が観測されている。このため河口部近くの取水ゲートは塩水遡上防止のため、数週間から1、2ヵ月間締め切る必要がある。

JICA 調査（2004）によると、ホーチミン市の南部地域水文気象センターによって、35か所で塩分濃度測定が行われている。それらのうち、28箇所はデルタ地域の7省に位置しており、塩水遡上情報を提供している。測定箇所の位置を Appendix A1 の表 A1.7 に示す。

2) カントー市における現状

2.1.5 節に記載のように 2002 年より年 2 回、ハウ川でのボートによる塩分濃度測定が DONRE によって行われている。2004 年乾季における塩分濃度 1g/l のラインは市の 10-15km 下流に位置している。他の年ではそのラインは市の 25-50km 下流に位置している。

雨季には塩分は河口部のみに観測されている。

カントー市マスタープラン 2030 によると、2004 年の乾季に塩水遡上が市の 12km 下流

で観測され、2010年4月には8km下流まで接近した。

DONREによると、最近ロックフェラー財団の援助によりいくつかの塩分観測機材が市に供与されているが、観測は開始されていない。観測所の位置を Appendix A1 の図 A1.7 に示す。

DONREによるとドイツ援助の WISDAM プロジェクトによっていくつかの水質計測機器がカントー市に設置され、観測が2012年4月より開始されている。

(3) 塩水遡上予測

メコン川委員会報告によると、塩水遡上はハウ川の流量と潮位におおきく影響を受ける。塩水遡上は気候変動とダム等による河川の流量調整により大きな影響を受ける。委員会は、上流にダムが建設されると、気候変動による潮位上昇が起きても塩水遡上は河口より40kmに留まると予測している。一方、上流にダムが建設されない場合、2020-2029年には気候変動により塩水遡上はカントー市の7km下流に達し、2040-2049年には3km下流に達すると予測されている。

2.1.7 本調査における塩水遡上調査

本調査において調査団は塩水遡上調査を実施した。

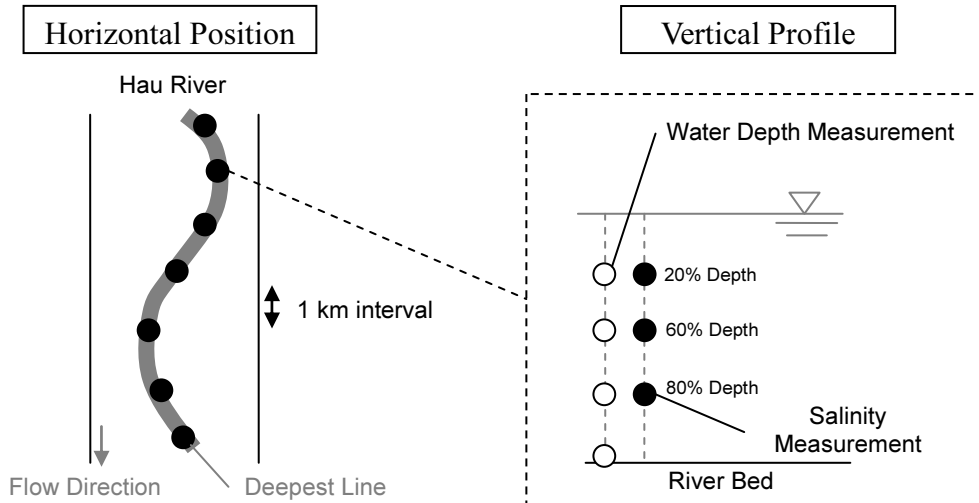
(1) 調査方法

高潮位時に図 2.1.8 に示すようにボートを使用し、水質計器 (WQC-24) により測定した。準備として、ハウ川の横断面の調査を GPS (Lowrance) とソナー (LOWRANCE S55A-USA) により行い、各横断面の最深部を把握した。塩分濃度測定は各最深部にて実施した。測定は河川縦断方向に約1kmごとに行った。深度方向には図 2.1.19 に示すように20%、60%、80%の3点にて測定した。ハウ川岸に仮設水位計を設置して水位を1時間ごとに計測し、高潮位時を把握した。



出典：JICA 調査団

図 2.1.8 塩水遡上調査

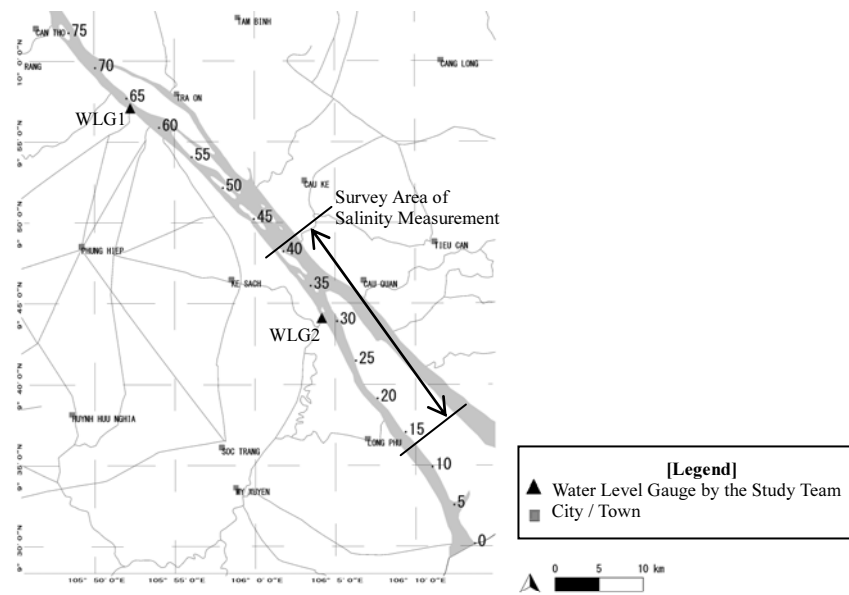


出典：JICA 調査団

図 2.1.9 塩分濃度測定縦断位置及び深度

(2) 調査位置及び期間

調査位置を図 2.1.10 に示す。調査はハウ川の河口から 15km-40km において行った。カントー市は河口から 77km に位置している。



出典：JICA 調査団

図 2.1.10 塩水遡上調査位置

調査は小潮と大潮の各高潮位時に行った。調査期間を表 2.1.3 に示す。

表 2.1.3 塩水遡上調査実施時期

調査内容	期間	備考
塩分濃度測定	12-13 and 19-20 / June / 2012	小潮 on 11 June 大潮 on 29 June
水位計測	8-14 / June / 2012 at WLG1 14-22 / June / 2012 at WLG2	WLG was relocated on 14 June.

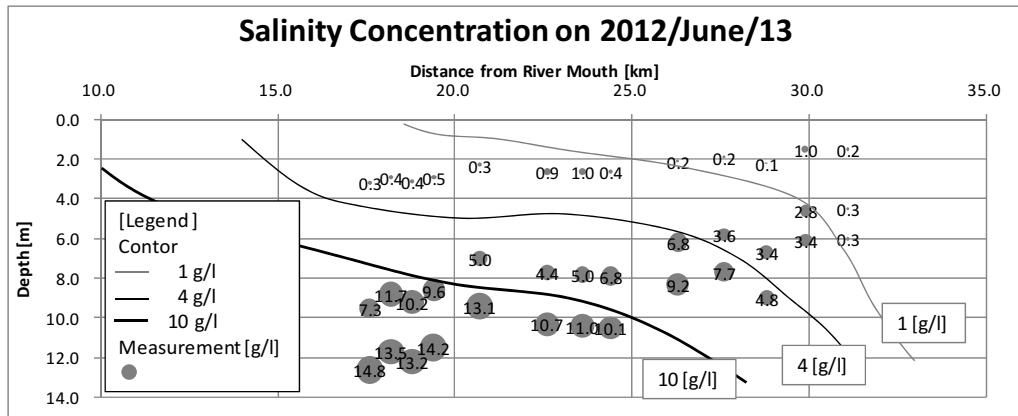
出典：JICA 調査団

(3) 調査結果

調査結果を図 2.1.11 に示す。塩水遡上はハウ川の河口より約 30km で観測された。これはカントー市より 45km 下流である。混合形態は不完全混合であった。

調査は雨季の始めに行われた。調査の結果、塩水遡上は河口部付近のみに限られていることが判明した。よってカントー市への塩水遡上の影響は年間を通じてほとんどないと言える。

しかし DONRE には長期間の継続的な計測を行うことが求められる。



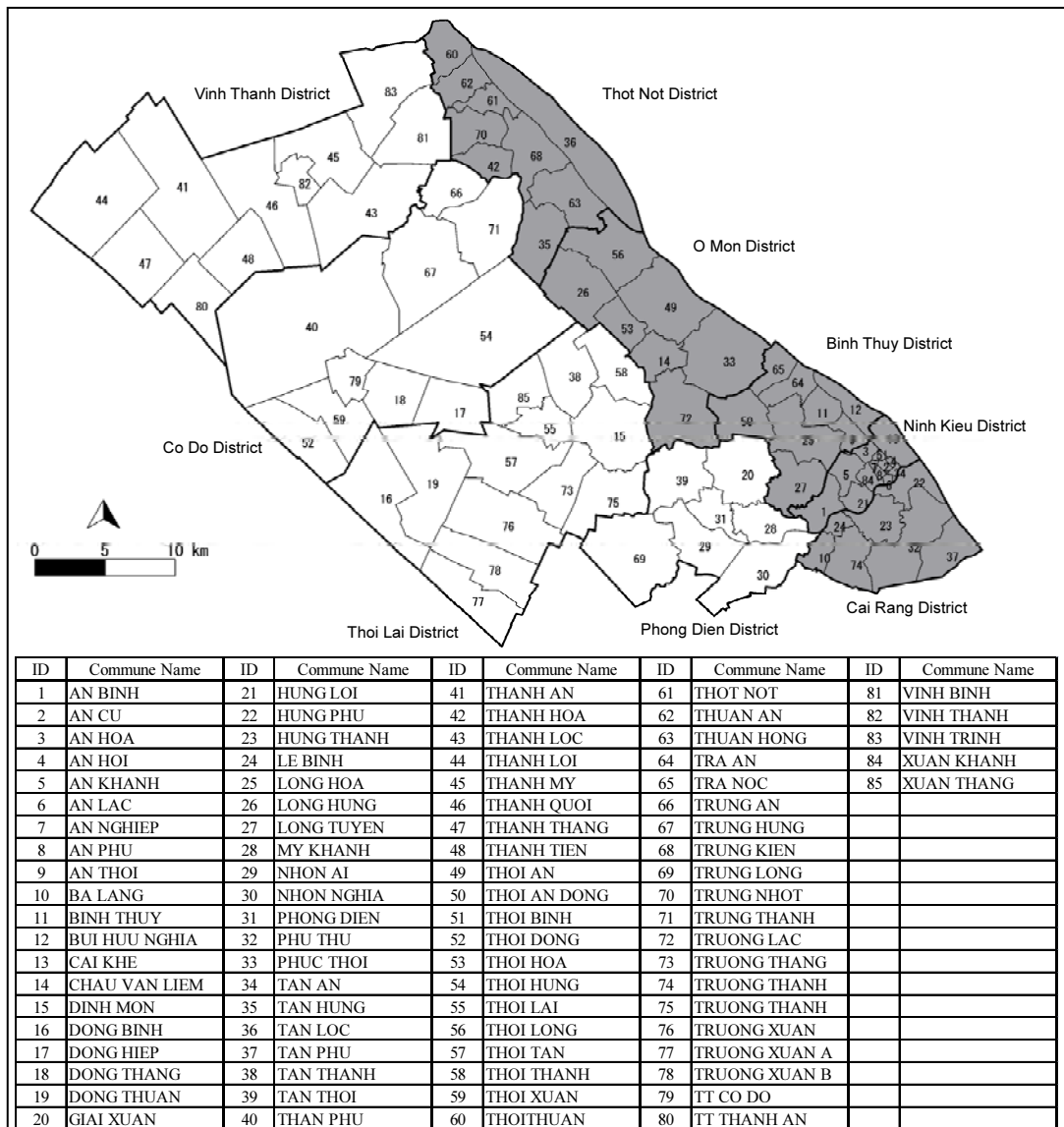
出典：JICA 調査団

図 2.1.11 塩水遡上調査結果

2.2 社会経済状況

2.2.1 カントー市の行政区画

2004年にカントー省は、政令によりカントー市とハウザン省に分割され、中央政府直轄市となった。カントー市の行政区は、ニンキエウ(Ninh Kieu)、オモン(O Mon)、ビントゥイ(Binh Thuy)、カイラン(Cai Rang)、トットノット(Thot Not)の5つの都市郡とヴィンタン(Vinh Thanh)、コドウ(Co Do)、フォンディエン(Phong Dien)、タイロイ(Thoi Lai)の4つの地方郡で構成される。更に、図 2.2.1 に示す通り、都市郡は44の都市区に、地方郡は41の地方区で構成される。



出典：統計年鑑 2011

図 2.2.1 カントー市の行政区

2.2.2 現況人口及び人口予測

2009年に計画投資省統計総局により実施されたセンサス調査に基づくカントー市の人口は118万人である。2010年～2034年までのカントー市の人口が、統計総局により予測されている。これは、死亡率、移住率、出生率等の主要項目は1989年～2009年までの過去のトレンドに基づいて予測されている。

出生率については、4つの推計（上位／中位／低位／固定）が提示され、中位推計（出生率＝1.85 出生/女性数）が統計総局のレポートでは最も確実性が高いとされている。従って、JICA 調査団は、カントー市の人口予測においては中位推計を適用した。

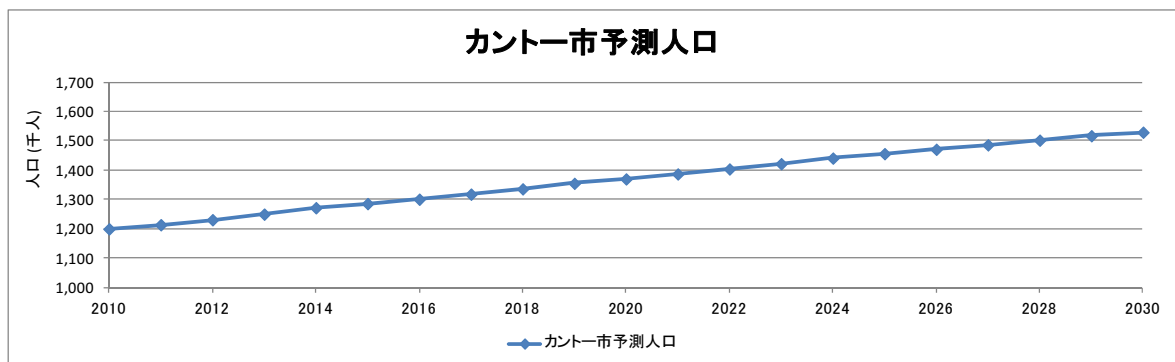
統計総局による人口予測を表 2.2.1 と図 2.2.2 に示す。カントー市の人口は、2020年には137万人、2030年には153万人に増加することが予測されている。加えて、2009年人口に対する各年の人口比を合わせて表 2.2.1 に示す。

統計総局の人口予測は、郡や区の単位ではなく市の単位で行われている。それゆえ本調査において、区レベルの人口予測を行った。これは、2009年センサス調査に基づく各区の人口データに、表 2.2.1 に示す2010年から2030年の人口予測値の対2009年人口比を乗じて算出したものである。調査団により求められたカントー市の9区の人口予測結果を郡ごとにまとめたものを表 2.2.2 に示す。

表 2.2.1 中位推計に基づく2010年から2030年までのカントー市人口 (単位：千人)

年度	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
人口	1,188	1,200	1,214	1,231	1,250	1,272	1,286	1,301
2009年比	1.00	1.01	1.02	1.04	1.05	1.07	1.08	1.10
年度	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
人口	1,318	1,336	1,355	1,370	1,387	1,404	1,422	1,441
2009年比	1.11	1.12	1.14	1.15	1.17	1.18	1.20	1.21
年度	2025	2026	2027	2028	2029	2030		
人口	1,456	1,471	1,486	1,502	1,517	1,529		
2009年比	1.23	1.24	1.25	1.26	1.28	1.29		

出典：ベトナム人口予測（2011年、統計総局）



出典：ベトナム人口予測（2011年、統計総局）

図 2.2.2 2010年から2030年のカントー市人口予測

表 2.2.2 郡単位の人口予測 (単位：千人)

郡	2010	2015	2020	2025	2030
1. ニンキエウ郡	246,300	263,900	281,100	298,800	313,800
2. ビントゥイ郡	131,000	140,400	149,600	158,900	166,900
3. カイラン郡	114,700	122,900	131,000	139,200	146,200
4. オモン郡	87,100	93,400	99,500	105,700	111,000
5. トットノット郡	159,800	171,300	182,500	193,900	203,600
6. フォンディエン郡	113,700	121,800	129,800	137,900	144,800
7. コドゥ郡	125,300	134,300	143,100	152,100	159,700
8. トイライ郡	100,300	107,500	114,500	121,700	127,800
9. ビンタン郡	122,200	130,900	139,500	148,300	155,700
計	1,200,400	1,286,400	1,370,600	1,456,500	1,529,500

出典：JICA 調査団

2.2.3 都市計画及び土地利用計画

カントー市 2030 マスタープランは 2012 年度にカントー市人民委員会に承認された。カントー市は DECISION 21/2007/QD-TTg に基づいて農業都市から工業都市に発展する計画である。表 2.2.3 に示すとおり、2008 年段階では市内の土地の 82%は農地として使われ、5%のみが都市である。その一方、2030 年までには、農地は 55%にまで減少し、都市は 17%に拡大する計画となっている。

表 2.2.3 2008 年、2020 年、2030 年の土地利用

カテゴリー	2008		2020		2030		
(1) 都市区域	224 km²	16%	282 km²	20%	377 km²	27%	
1) 都市	69 km ²	5%	164 km ²	12%	237 km ²	17%	
2) 郊外	工業	13 km ²	1%	19 km ²	1%	27 km ²	2%
	工業以外	142 km ²	10%	99 km ²	7%	113 km ²	8%
(2) 地方区域	1,166 km²	84%	1,108 km²	80%	1,013 km²	73%	
1) 農業	1,135 km ²	82%	897 km ²	65%	766 km ²	55%	
2) 農業以外	31 km ²	2%	211 km ²	15%	247 km ²	18%	
計	1,390 km²	100%	1,390 km²	100%	1,390 km²	100%	

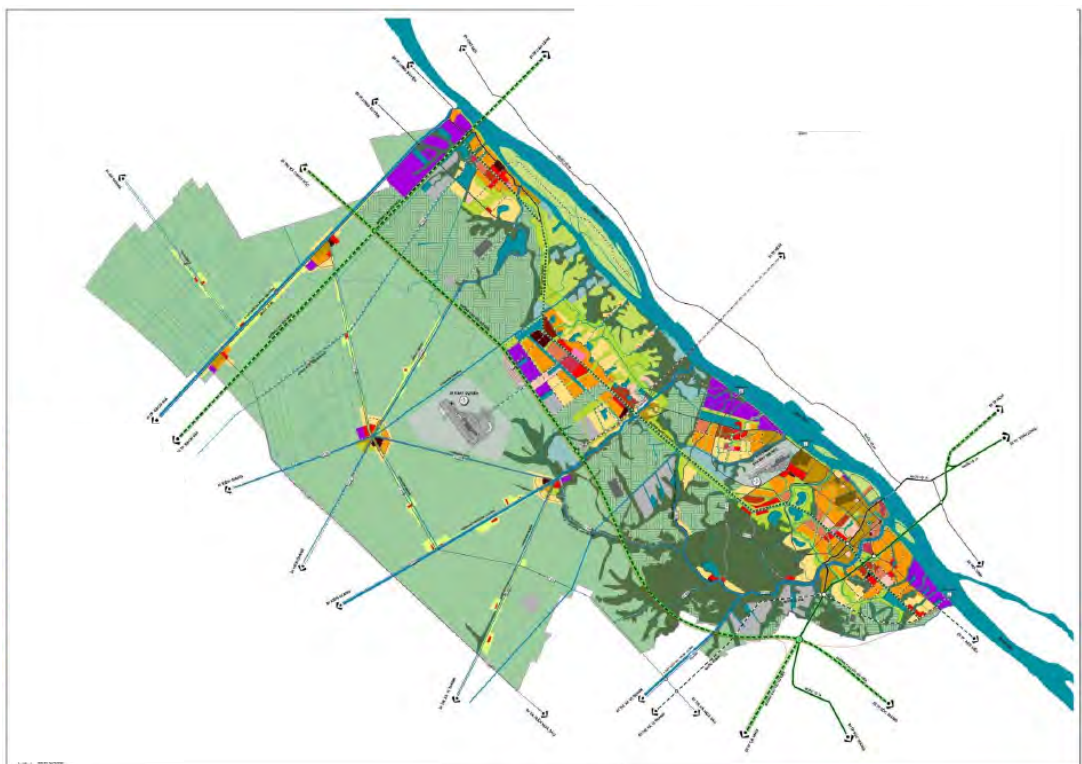
出典：カントー市 2030 マスタープラン

図 2.2.3 に示す現在の土地利用及び図 2.2.4 に示す 2030 年の土地利用計画に基づくと、都市郡が開発される計画である。



出典：カントー市 2030 マスタープラン

図 2.2.3 2008 年土地利用状況



出典：カントー市 2030 マスタープラン

図 2.2.4 2030 年土地利用計画

2.2.4 工業団地開発計画

カントー市は民間企業による工業団地への投資を促進することによって、発展のスピードを上げる計画である。カントー市への物流を改善するために、カントー橋、カントー国際空港、カイクイ国際港などの開発が完了している。電気、道路、通信、水道などの他のインフラの開発も工業団地開発に並行して進められている。

現在は、チャノック工業団地 (No.1 及び No.2)、フンフー工業団地(1、2A、並びに 2B)、トットノット工業団地 (No.1)の 6つの工業団地が稼働している。これらの工業団地の詳細は表 2.2.4 のとおりである。

工場の実際の占有率は、表 2.2.4 に示す登録占有率よりも大幅に低い。2007 年以降経済不況が続いている状況であり、占有率を短期的に改善するのは容易ではない状況である。

表 2.2.4 カントー市の工業団地の概要

名称	投資者	面積 (ha)	操業開始年	登録占有率 (%)
チャノック No.1 工業団地	Can Tho Industrial Parks Infrastructure Construction Company	135	1995	100
チャノック No.2 工業団地	Can Tho Industrial Parks Infrastructure Construction Company	157	1998	95
フンフー 1 工業団地	Sai Gon-Can Tho Industrial Parks Joint Stock Company	262	2006	13
フンフー 2A 工業団地	BMC Building Material and Commercial Company	134	2009	16
フンフー 2B 工業団地	Single Member Limited Liability Can Tho Industrial Parks Infrastructure Construction Company	67	2009	21
トットノット No.1 工業団地	Thot Not Industrial Parks Infrastructure Construction Center	104	2009	32
オモン 工業団地	未決定	600	-	評価中
オモン北 工業団地	未決定	400	-	評価中
トットノット No.2 工業団地	Thot Not Industrial Parks Infrastructure Construction Center	400	-	評価中

出典：カントー輸出加工工業団地組合(SEPIZA), 2012

チャノック工業団地 (No.1 及び No.2)のなかには、カントー市上下水道公社の水を利用できる環境にあるにもかかわらず、地下水及び河川水を利用している工場もある。地盤沈下を防ぐために、カントー市天然資源環境局 (DONRE) の規制によって地下水利用が禁止されたため、カントー市上下水道公社の水利用が数年後には増加する可能性がある。

フンフー工業団地(1、2A、並びに 2B)とトットノット工業団地(No.1)については、配管が整備されていないためカントー市上下水道公社の水は供給されていない。これらの工業団地内の工場は地下水などを利用しており、工業団地への配管が建設された後には、工業団地内のカントー市上下水道公社供給水の利用は、工場の増加に比して増加する。

2.2.5 ベトナム国とカントー市の経済活動と経済指標

(1) 国の経済活動と経済指標

1) マクロ経済

一国の信用格付けは、一般的にムーディーズや S&P などの格付け機関によって評価・決定される。こうした機関の格付けは世界的に、投資家の意思決定に活用されている。ベトナム国の現在の信用格付けは、近年の急速な経済成長にも係らず、財政赤字と金融システムの不安定性のために、B1 (ムーディーズ)、或いは BB- (S&P) と、投資適格に及んでいない。インフレ率(「消費者物価指数」により評価)は、VDN の価値下落に繋がる貿易赤字を背景に、2011年8月に23%と歴史的な数値となり、表2.2.5の通り年率18.10%の上昇率を記録した。図2.2.5に示されるように、貿易赤字が増加傾向にあるため、表2.2.5の通り VDN は下落を続けている。ベトナム政府は、マクロ経済の安定と経済の過熱を抑える為、2011年2月に「Resolution 11/NQ-CP」を発行し、その結果、インフレ率は2012年1月には年率17.3%に収まっている。

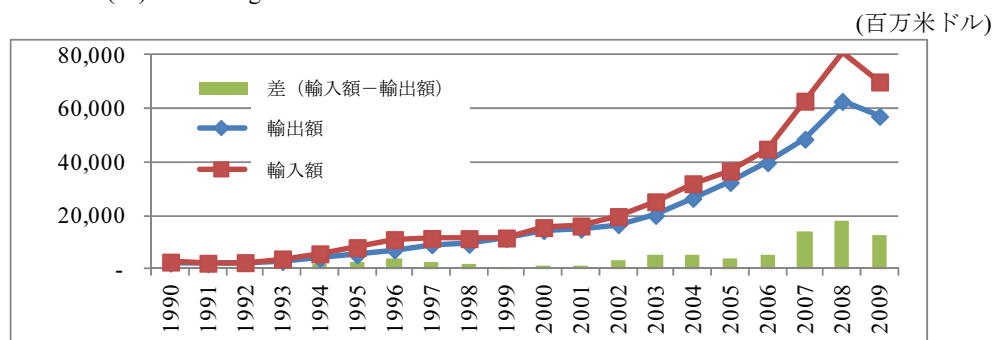
表 2.2.5 マクロ経済指標

	2002	2003	2004	2005	2006
ベトナムにおける消費者物価指数 (*1)	4.00%	2.90%	9.70%	8.80%	6.60%
ベトナムにおける生産者物価指数 (*2)	1.90%	2.20%	7.70%	4.50%	4.20%
ドン/円(*3)	129.74	146.25	152.14	134.79	135.13
ドル/ドン(*3)	15,401	15,642	15,785	15,918	16,043
	2007	2008	2009	2010	2011
ベトナムにおける消費者物価指数 (*1)	12.60%	19.90%	6.50%	11.80%	18.10%
ベトナムにおける生産者物価指数 (*2)	6.90%	21.80%	7.40%	12.60%	18.40%
ドン/円(*3)	141.87	193.87	200.0509	239.7023	272.1126
ドル/ドン(*3)	16,003	17,486	18,479	19,498	21,049

出典:(*1) 年次消費者物価指数 (General Statistics Office)

(*2) 年次生産者物価指数 (General Statistics Office)

(*3) Bloomberg



出典: General Statistics Office of Vietnam

図 2.2.5 貿易収支の推移

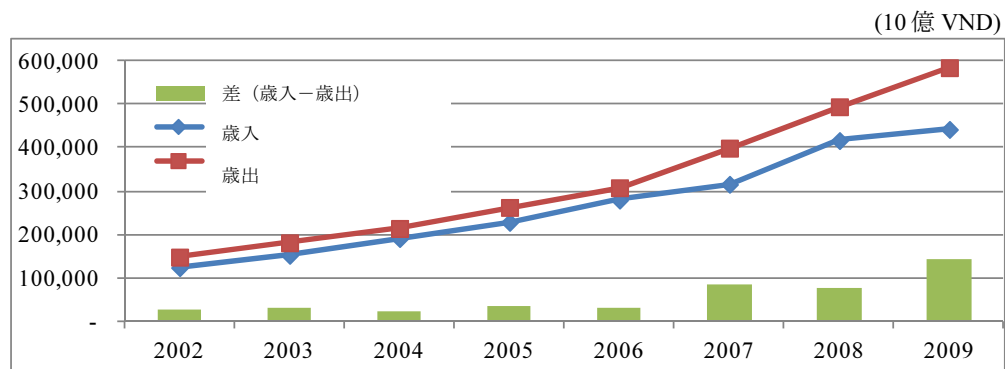
2) 財政状況

図2.2.6に示すように、ベトナム国には慢性的な財政赤字の問題があり、赤字は主にODAローンの返済義務によって引き起こされている。このような状況下、政府の歳入に占める一般政府債務残高の比率は2010年と2011年に劇的に増加した。公的債務の大部分はインフラ需要によるODAローンで構成されており、ベトナム国政府は民間からインフラ投資資金を調達し、公的債務への依存を軽減する必要があると考えられる。格付機関によると、現状の収支バランスは、経済やインフレ率の成長がある限り持続可能とする一方、同国のGDPと比較してみると赤字額が大きすぎるとも指摘している。表2.2.6は、同国の基本的な財務指標について示したものである。

表 2.2.6 ベトナム国の財務指標

	2006	2007	2008	2009	2010	2011
実質 GDP (%)	8.2	8.5	6.3	5.3	6.8	5.9
一般政府財政収支/GDP (%)	-1	-0.7	-4.3	-5.9	-5.8	-4.1
一般政府財政債務/GDP (%)	35.2	35.9	34.5	40.5	42.8	39.7
一般政府財政債務/歳入 (%)	97.8	95.4	119.5	106.7	151.5	148.2
一般政府内部取引/歳入 (%)	3.9	4	5.3	4.1	5.5	5.3
現在経常収支/GDP (%)	-0.3	-9.8	-11.9	-6.8	-4	-4.5

出典: "Credit opinion on Government of Vietnam", 14 Feb 2012, Moody's



出典: General Statistics Office of Vietnam

図 2.2.6 財政収支の推移

(2) カントー市の経済活動と経済指標

1) マクロ経済

カントー市経済もまた国家の経済成長に併せて成長している。インフレ指標を見ると、2011年の小売物価指数は表2.2.7に示す通り、15%以上となっている。

表 2.2.7 カントー市における小売物価指数

	2005	2008	2009	2010	2011
平均小売物価指数 (%)	8.71	20.24	6.53	12.25	15.52

出典: "Statistical Yearbook 2011", May 2012, Statistical Office of Can Tho City

2) 財政状況

(a) 歳入

カントー市の歳入は表2.2.8の「総歳入」で、2008~2009年に29.8%、2009~2010年に32.7%、2011~2010年に17.8%増加している。一般的に、「企業法人税」と「小規模企業を対象とする税」が、主要な歳入であり、それぞれ歳入全体の20%を占めている。「外国投資による収入」は2011年の歳入全体の15%で、近年その割合が上昇している。

表 2.2.8 カントー市歳入

(百万 VND)

	2008	2009	2010	2011
総歳入	3,748,322	4,581,529	5,447,788	6,245,269
I 省内歳入	2,735,408	3,549,529	4,709,523	5,549,001
1 企業法人税	771,742	894,038	1,228,127	1,229,744
2 小規模企業を対象とする税(法人税、広告税等)	762,831	855,705	1,189,548	1,328,953
3 登録料(土地利用許可申請費用等)	104,457	135,397	170,122	191,763
4 農業税	346	625	619	473
5 住宅・土地税	17,961	18,973	26,174	31,295
6 個人所得税	82,645	178,141	268,094	366,172
7 ロト販売収入	290,000	388,000	430,000	551,997
8 交通燃料収入	107,649	229,801	173,105	172,236
9 登録料(土地関連以外の各種登録料)	55,191	77,048	97,950	145,911
10 土地利用料	63,285	2,313	47	0
11 土地賃借料	222,787	347,091	505,903	416,869
12 庁舎売却収入	19,411	84,112	41,713	15,928
13 庁舎リース収入	39,555	64,562	64,526	108,862
14 その他	29,094	41,803	42,457	83,760
15 外国投資による収入(外資系企業法人税等)	168,454	231,920	471,138	905,038
II 関税	1,012,914	1,032,000	738,265	696,268

出典: “Statistical Yearbook 2011”, May 2012, Statistical Office of Can Tho City

(b) 歳出

カントー市の歳出は、表2.2.9の「総歳出」として示されるように、2008~2009年に26.4%、2009~2010年に27.7%、2011~2010年に19.2%と増加傾向にあり、その財政収支は、2011年に赤字に転落している。これは、2011年「資本的支出」が急上昇したことが原因であり、当該支出は2011年総歳出の50%を占めた。資本的支出の増加傾向は、様々なインフラ整備の需要が高まっていることに起因する。財政状況をこれ以上悪化させることなく需要を満たすためには、カントー市は、インフラ事業の資金調達のために民間資金の活用を促進することが求められる。

表 2.2.9 カントー市歳出

(百万 VND)

		2008	2009	2010	2011
	総歳出	3,309,681	4,182,531	5,339,737	6,367,016
I	開発投資に係る支出	941,367	1,729,140	1,786,947	3,467,018
	1 資本的支出	895,047	1,622,004	1,596,689	3,467,018
	2 公社への支援	-	-	-	-
II	一般支出	1,243,085	1,607,996	1,975,553	2,524,463
	1 経済支援活動費	59,647	64,333	91,980	147,116
	2 教育セクター人件費・事務費用	565,292	637,900	804,257	1,038,165
	3 健康セクター人件費・事務費用	125,156	195,023	230,847	351,171
	4 科学技術・環境セクター人件費・事務費用	49,524	97,509	16,687	26,690
	5 文化セクター人件費・事務費用	23,283	23,601	29,753	47,588
	6 通信セクター人件費・事務費用	11,751	12,244	16,413	26,251
	7 スポーツセクター人件費・事務費用	15,054	17,296	23,780	38,035
	8 生活保護に係る支出	42,911	48,499	77,267	123,584
	9 一般行政に係る支出	265,725	243,393	435,983	360,297
	10 保安・防衛に係る支出	58,816	47,946	83,210	101,058
	11 助成金	1,398	841	504	806
	12 村落への補助	-	167,951		
	13 その他	24,521	51,460	85,802	137,235
III	政府系ローンの返済(元本のみ)	640,138	629,712	639,796	-
IV	積立金	1,380	1,380	1,380	1,380
V	特別事業に係る支出	54,588	66,044	103,070	72,320
VI	州予算への積立金	15,130	-	-	2,240
VI	その他	-	-	-	-
VII	地方自治体行政費	413,993	148,259	832,991	299,595
	差異(*)	7	-	79,070	126,467

出典: "Statistical Yearbook 2011", May 2012, Statistical Office of Can Tho City

(*) 出典資料に掲載されている「総歳出」金額と、実際に各歳出項目を合計した金額の間に上記差異が生じている。

第3章 カントー市水道システムの現状

3.1 カントー市の既存水道システム

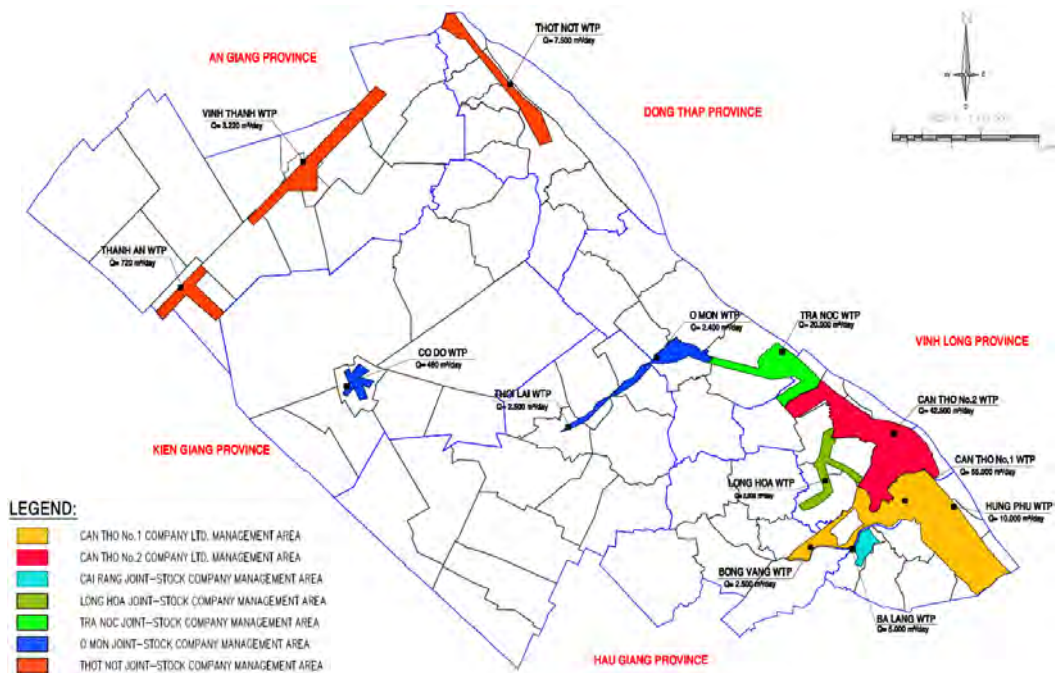
3.1.1 現状の水道システムの管理運営状況

(1) カントー市水道システムの所管区分

2.2.1 節に示した行政区分に加え、都市計画に基づく「都市区域」及び「地方区域」の区分がある。カントー市上下水道公社 (WSSC) 及びその関係会社 (5 つの子会社及び1 つの関連会社) は、カントー市建設局の管轄下で都市区域の水道システムを管理運営している。一方、カントー市農業地方開発局 (DARD) は、地方区域の水道システムを管理運営している。

(2) 都市水道システム

都市水道システムとして 13 の浄水場及び配水区が存在している。カントー市上下水道公社、No.2 水道有限会社、及び、トットノット (Thot Not)、オモン (O Mon)、チャノック (Tra Noc)、カイラン (Cai Rang)、ロンホア (Long Hoa) の 5 つの株式会社の計 7 組織で管理している。水道公社及びその関連会社 (以下、「水道会社」と呼ぶ) の管轄区域を、図 3.1.1 及び表 3.1.1 に示す。



出典：カントー市上下水道公社

図 3.1.1 カントー市上下水道公社及びその関連会社の管轄区域

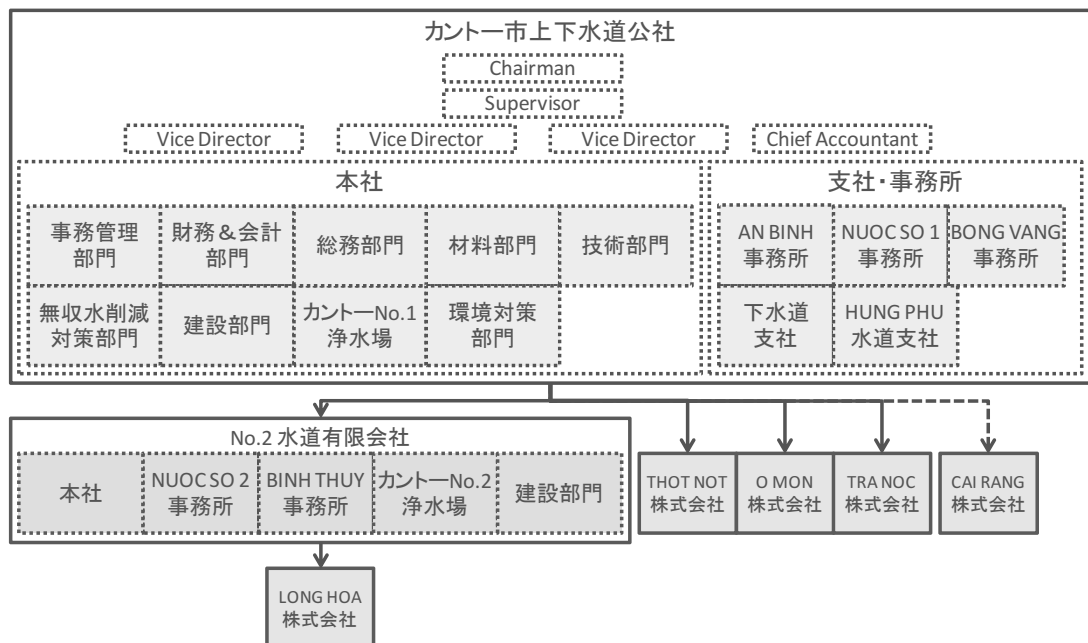
表 3.1.1 カントー市上下水道公社及びその関連会社の管轄区域

水道事業組織	浄水場
カントー市上下水道公社	カントー No.1 浄水場、ボンバン浄水場、フンフー浄水場
No.2 水道有限会社	カントー No.2 浄水場
トットノット 株式会社	トットノット 浄水場、ビンタン 浄水場、タンアン 浄水場
オモン 株式会社	オモン 浄水場、トイライ 浄水場、コドゥ 浄水場
チャノック 株式会社	チャノック 浄水場
カイラン 株式会社	バラン 浄水場
ロンホア 株式会社	ロンホア 浄水場

出典：JICA 調査団

各水道会社は、1)管轄区域内の建設・修繕事業、2)浄水場及び配水ネットワークの運転管理、3)管轄区域内の料金徴収を行っている。各水道会社の配水本管及び配水ネットワークは、接続されていないか、仕切弁で閉じられており、各水道会社によって独立して管理運営されている。カントー市のように、平坦な地形で連続した都市域が続く地域では、経済性を勘案すると大きな浄水場を建設することが望ましいが、現状では 13 の小規模浄水場で運営されている。

カントー市の水道会社の組織構成は図 3.1.2 に示すとおり、カントー市上下水道公社、No.2 水道有限会社、及び 5 つの株式会社で構成される。カントー市上下水道公社の、技術、財務、運営に関する主要機能は本社に集約され、浄水場の運転管理及び料金徴収業務のみ、支社及び事務所で実施されている。No.2 水道有限会社及び 2 つの事務所については、カントーNo.2 浄水場及び配水区域を有限会社が管理し、料金徴収業務を 2 つの事務所で実施している。株式会社については、所管する浄水場とネットワークの管理、及び料金徴収業務を行っている。



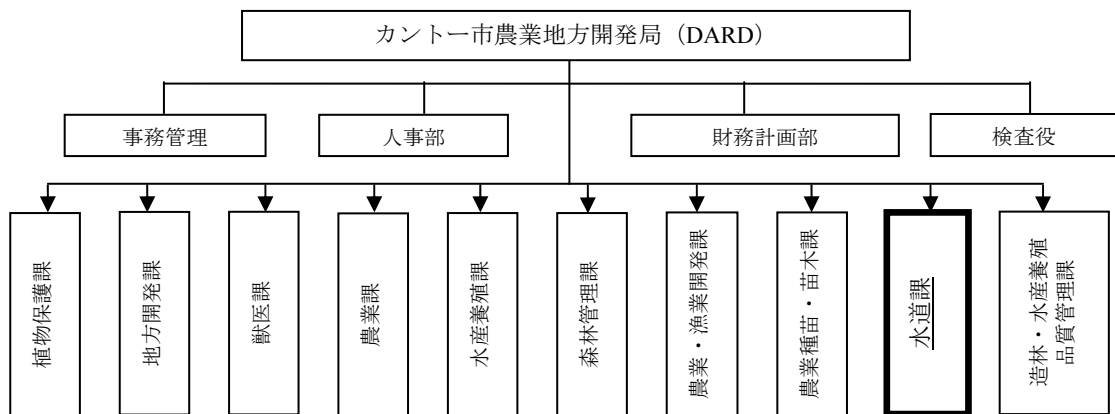
出典：カントー市上下水道公社

図 3.1.2 カントー市上下水道公社及びその関連会社の組織

(3) 地方水道システム

カントー市農業地方開発局の組織図は図 3.1.3 に示すとおりである。カントー市農業地方開発局の部局の1つである「水道課」が、カントー市の地方区域の水道事業を運営している。同組織は本社に 56 名を擁し、431 の小規模水道を所管しており、2012 年時点の給水世帯数は 61,708 世帯である。2つの小規模浄水場のみ表流水を水源とし、残りは全て地下水を水源とした水道システムである。また、井戸の能力は 120～960m³/日である。

地方水道の初期投資のうち約 80%はカントー市人民委員会が負担し、残り 20%は住民が負担する。また、維持管理費用は水道料金により賄われる。現在の水道料金は、カントー市人民委員会により定められた Decision No. 2862/QD-UBND に基づいた、5%の付加価値税及び環境保護費 (180VND/m³) を含めて、3,000VND/m³である。



出典：カントー市農業地方開発局

図 3.1.3 DARD 組織図

3.1.2 現状の水需要及び消費

(1) 配水区域及び人口

図 3.1.1 に示したとおり、2012 年時点で水道会社によって 13 の浄水場及び配水区域が管理されている。水道会社のサービス区域は、2020 年を目標として図 3.1.4 に示す区域に拡大される計画である。これは、カントー市建設局、カントー市上下水道公社及びカントー市農業地方開発局が合意した計画であり、2012 年度にカントー市人民委員会に承認された。

また、2.2.2 項に述べたカントー市の郡単位の人口を基に、配水ネットワーク整備区域及び計画区域の面積で按分して、各配水区域の区域内人口、接続人口、接続率を算定した結果を表 3.1.2 及び Appendix B1 に示す。

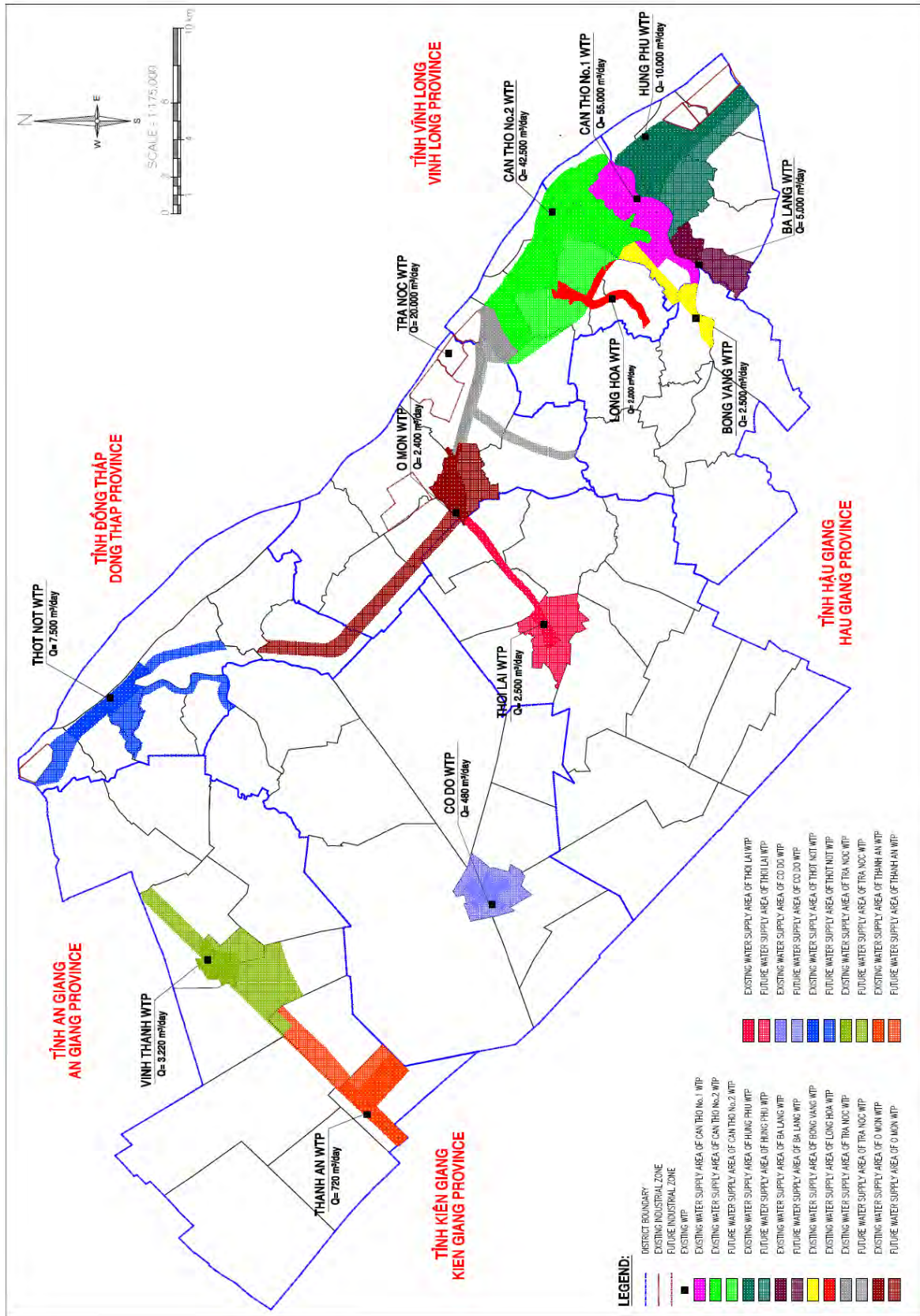


図 3.1.4 2020 年水道計画図

出典：カントー市建設局

表 3.1.2 サービス区域人口 (2012年時点)

浄水場	区域内人口	接続人口	接続率 (%)
カントー No.1	156,200	148,400	95 %
カントー No.2	159,100	140,700	88 %
チャノック	28,600	14,300	50 %
フンフー	48,900	16,500	34 %
トットノット	49,500	28,000	57 %
ボンバン	8,700	8,000	92 %
ロンホア	11,100	7,900	71 %
バラン	21,600	12,000	56 %
オモン	35,300	8,200	23 %
トイライ	14,600	6,200	42 %
コドゥ	11,600	5,700	49 %
ビンタン	20,300	15,200	75 %
タンアン	14,800	8,200	55 %
計	535,300	419,400	78 %

注：区域内人口は2020年までの水道計画区域（図 3.1.4）内人口であり、接続人口は2012年度時点で水道が整備される区域の人口である。各々、郡単位の人口を住宅の立地を反映して250mメッシュ単位に割り振り、区域内人口を算定したものである。

出典：JICA 調査団

(2) 水道生産量

2012年2月～5月の各浄水場の生産水量は表 3.1.3 に整理したとおりである。最も給水人口が多いカントーNo.1 及び No.2 の両浄水場は、浄水場の増設工事が間に合っていないため、容量よりも10%以上過剰生産して対応している状況であり、カントー市中心部の浄水場容量が不足し、一刻も早く拡張することが必要であることを示唆している。

表 3.1.3 各浄水場の生産水量

浄水場	都市 地方 区分	2012の 容量	2012年2月		2012年3月		2012年4月		2012年5月		平均	
			生産水量 (m ³ /日)	生産水量 /容量 (%)	生産水量 (m ³ /日)	生産水量 /容量 (%)	生産水量 (m ³ /日)	生産水量 /容量 (%)	生産水量 (m ³ /日)	生産水量 /容量 (%)	生産水量 (m ³ /日)	生産水量 /容量 (%)
カントーNo.1 ボンバン	都市	57,500	77,921	136%	66,001	115%	72,291	126%	66,305	115%	70,433	122%
カントーNo.2	都市	42,500	53,158	125%	43,265	102%	47,763	112%	46,977	111%	47,657	112%
チャノック	都市	20,000	9,504	48%	9,738	49%	10,318	52%	10,498	52%	10,025	50%
フンフー	都市	10,000	3,649	36%	3,652	37%	3,991	40%	3,820	38%	3,779	38%
トットノット	都市	7,500	7,969	106%	6,945	93%	7,323	98%	7,371	98%	7,388	99%
オモン	都市	2,400	2,995	125%	2,589	108%	2,779	116%	2,428	101%	2,690	112%
ロンホア	都市	2,000	1,882	94%	1,617	81%	1,728	86%	1,732	87%	1,736	87%
バラン	都市	5,000	3,997	80%	3,503	70%	4,037	81%	3,729	75%	3,810	76%
トイライ	地方	2,500	619	25%	476	19%	562	22%	487	19%	534	21%
コドゥ	地方	480	771	161%	606	126%	732	152%	654	136%	688	143%
ビンタン	地方	3,220	609	19%	550	17%	555	17%	625	19%	584	18%
タンアン	地方	720	1,123	156%	1,014	141%	1,000	139%	1,050	146%	1,045	145%
計		153,820	164,196	107%	139,956	91%	153,077	100%	145,676	95%	150,370	98%
カントーNo.1, No.2計		100,000	131,078	131%	109,266	109%	120,054	120%	113,282	113%	118,090	118%

出典：カントー市上下水道公社

(3) 水消費量及び無収水率

無収水 (NRW) 量は、生産水量から徴収水量を除いて算出されるものである。2012年2月～5月の徴収水量及び無収水量は表 3.1.4 に示すとおりである。

表 3.1.4 徴収水量 (水消費量)

浄水場	都市 地方 区分	2012年2月		2012年3月		2012年4月		2012年5月		平均	
		徴収水量 (m3/day)	徴収水量 /生産水量 (%)	徴収水量 (m3/day)	徴収水量 /生産水量 (%)	徴収水量 (m3/day)	徴収水量 /生産水量 (%)	徴収水量 (m3/day)	徴収水量 /生産水量 (%)	徴収水量 (m3/day)	徴収水量 /生産水量 (%)
カントーNo.1 ボンバン	都市	43,936	43.6%	38,477	41.7%	43,563	39.7%	41,135	38.0%	41,709	40.8%
カントーNo.2	都市	34,511	35.1%	29,591	31.6%	33,704	29.4%	31,433	33.1%	32,243	32.3%
チャノック	都市	8,634	9.2%	9,149	6.0%	9,642	6.6%	9,886	5.8%	9,342	6.8%
フンブー	都市	3,452	5.4%	2,792	23.5%	3,202	19.8%	3,033	20.6%	3,111	17.7%
トットノット	都市	6,269	21.3%	5,180	25.4%	5,197	29.0%	5,680	22.9%	5,568	24.6%
オモン	都市	1,733	42.1%	1,491	42.4%	1,595	42.6%	1,552	36.1%	1,589	40.9%
ロンホア	都市	1,521	19.2%	1,143	29.3%	1,490	13.8%	1,377	20.5%	1,379	20.6%
バラン	都市	2,988	25.2%	2,737	21.9%	3,096	23.3%	3,067	17.7%	2,971	22.0%
トイライ	地方	507	18.1%	420	11.8%	510	9.3%	467	4.1%	475	11.0%
コドゥ	地方	685	11.3%	575	5.1%	660	9.8%	654	0.0%	642	6.7%
ピンタン	地方	516	15.2%	460	16.3%	448	19.3%	503	19.6%	481	17.7%
タンアン	地方	862	23.3%	781	23.0%	758	24.2%	801	23.7%	799	23.5%
計		105,614	35.7%	92,798	33.7%	103,865	32.1%	99,588	31.6%	100,309	33.3%
カントーNo.1, No.2計		78,448	40.2%	68,069	37.7%	77,267	35.6%	72,569	35.9%	73,952	37.4%

注釈：カントーNo.1 浄水場及びボンバン浄水場の配水区域の料金徴収は、カントー市上下水道公社の本社及びアンビン事務所でされており、浄水場ごとの内訳までは記録されていない。従って、徴収水量及び無収水量は上表の区分で集計した。

出典：カントー市上下水道公社

カントー市の水道会社の管轄区域全体の平均の無収水率は 33% で、カントーNo.1 浄水場、No.2 浄水場の区域の平均無収水率は 37% である。特に無収水率が高い地域はカントーNo.1 及びボンバン浄水場、オモン浄水場の配水区域であり、40% を超えている。

(4) 単位使用水量

カントー市では水道料金には 5 つの区分が設定されている。これは 1) 貧困層、2) 一般家庭、3) 行政、4) 工業、5) 商業の 5 区分であり、2011 年における各区分の水使用量は表 3.1.5 のとおりである。

表 3.1.5 2011 年水使用量

水道会社	浄水場	2011年平均水使用量(徴収水量)(m ³ /日)					
		貧困層	一般家庭	行政	工業	商業	計
カントー市上下水道公社	カントーNo.1	136	18,718	4,116	623	6,553	30,144
アンビン事務所	ボンバン	7	6,099	1,208	266	972	8,551
フンフー水道支社	フンフー	3	1,898	223	236	285	2,645
No.2水道有限会社	カントーNo.2	36	13,500	2,661	1,295	4,282	21,774
ビントゥイ事務所		25	2,959	425	40	842	4,291
チャノック株式会社	チャノック	22	1,630	71	5,440	569	7,732
トットノット株式会社	トットノット	38	3,268	404	148	1,062	4,921
ビンタン株式会社	ビンタン、タンアン	40	739	165	16	176	1,136
オモン株式会社	オモン、トイライ、コドゥ	60	1,682	250	89	304	2,385
ロンホア株式会社	ロンホア	8	816	110	6	91	1,031
カイラン株式会社	バラン	8	2,051	242	66	289	2,655
計		383	53,360	9,875	8,224	15,424	87,266
割合			61.6%	11.3%	9.4%	17.7%	100%

出典：カントー市上下水道公社

各区分の水使用量の比率は、62%が家庭利用（貧困層＋一般家庭）、11%が行政利用、9%が工業利用、18%が商業利用である。カントー市の家庭以外の水利用は全体の38%に達する。

家庭利用の水使用量原単位は、都市区分に応じて異なる。カントー市内の2011年における水使用量は全体平均で131 l/c/dである。表3.1.6に示すとおり、都市郡内では、都市区では平均142 l/c/dで準都市区では平均126 l/c/dであるのに対し、地方郡内での平均水使用量は59 l/c/dである。

表 3.1.6 2011 年の家庭利用水使用量原単位

水道会社	浄水場	一般家庭 使用水量 (m ³ /s)	給水人口 (千人)	単位使用水量 (L/c/d)
I. 都市郡(都市区)				
カントー市上下水道公社	カントーNo.1	24,960	145.5	142
アンビン事務所	ボンバン		7.8	
No.2水道有限会社	カントーNo.2	16,521	138.0	
ビントゥイ事務所				
II. 都市郡(準都市区)				
フンフー水道支社	フンフー	1,901	16.2	126
チャノック株式会社	チャノック	1,652	14.0	
トットノット株式会社	トットノット	3,306	27.5	
ロンホア株式会社	ロンホア	824	7.8	
カイラン株式会社	バラン	2,059	11.8	
II. 地方郡				
ビンタン株式会社	ビンタン	779	14.9	59
	タンアン		8.1	
オモン株式会社	オモン	1,742	8.1	
	トイライ		6.1	
	コドゥ		5.6	
カントー市合計		53,744	411.3	131

出典：カントー市上下水道公社

(5) 料金徴収

メーター検針及び料金徴収は水道会社職員によって毎月実施されている。検針から料金徴収までは次の手順で実施される。

- 職員が各家庭でメーター検針を行う。
- 水道料金請求書がカントー市上下水道公社の本社及び No.2 有限会社にて準備される。
- 各家庭を訪問して水道料金請求書を配布し、料金徴収を行う
- 不在時には、水道会社の事務所にて後日料金を納付する。

1 カ月以内に料金の支払いが行われない場合には、支払が行われるまで水道サービスが停止される。

(6) 無収水率削減対策

カントー市上下水道公社は、2012 年 3 月に無収水率削減対策部門を設立し、主にカントーNo.1 浄水場の配水区域内の無収水率削減対策を実施している。この部門は他の水道会社の管轄区域の無収水率削減対策にも協力する役割がある。

同部門は前述の図 3.1.2 に示すとおり、カントー市上下水道公社本社の直轄部門であり、以下の 4 つのチームから構成されている。

1) 配水管網管理チーム

5 名で構成されており、主に配水管網の水圧、バルブ位置、管路の位置、材質、延長、口径の情報を収集し、GIS データとしてとりまとめている。なお、水圧は配水区域内の水圧測定ステーション 70 箇所ですべて月に 1 回確認している。

2) 漏水箇所探知チーム

水道公社の若手エンジニアを中心に 11 名で構成されている。漏水調査は目視による地上漏水の探知と、音聴棒と電子式漏水探知器による地下漏水の探知を実施している。

3) 漏水箇所試掘チーム

5 名で構成されており、漏水箇所探知チームが発見した漏水箇所の試掘調査を行い、漏水箇所を特定する。漏水箇所の修繕工事は漏水箇所掘削チームからの報告を受けたカントー上下水道公社直轄の建設部門が実施する。

4) 水道メーター管理チーム

4 名で構成されており、水道メーターの交換・更正を行っている。水道メーターの交換・更正は法律で 5 年毎の実施が規定されているが、それ以上の期間を経て実施しているのが現状である。料金徴収に関するデータを保持しており、不法接続調査も行っている。なお、水道メーターの大半はイタリア製であるが、中国・台湾製も少数導入されている。

3.1.3 上水道 BOT 事業に係る法制度¹

本項では上水道の BOT 事業に係るベトナム国の主要な法規制の要約を記載する。参照した具体的な法令については、Appendix B2.1 に記載している。

(1) 上水道事業及び水道料金に係る法規制

1) 上水道事業に係る許可証

ベトナム国において上水道事業に参画する場合、Decree No. 149/2004/ND-CP (Decree on the Issuance of Permits for Water Resource Exploration, Exploitation and Use, or for Discharge of Wastewater into Water Sources)及び Decree No.117/2007/ND-CP (Decree on Clean Water Production, Supply and Consumption)の規定に則り、表流水の利用許可証の取得が必要となる。許可証の発行は、利用する表流量が 50,000 m³/日以上の場合には天然資源環境省 (MONRE)、それ未満の場合は人民委員会が行うこととされている。いずれの場合においても、許可証の発行申請書類はカントー市天然資源環境局 (DONRE) に対し提出することとなる。

2) 水道料金の設定

同国では、水道料金の最低額及び最高額が表 3.1.7 の通り規制されている (各都市カテゴリーの定義については、表 3.1.8 を参照)。カントー市上下水道公社 (WSSC) によると、カントー市は「都市カテゴリー I」の料金が適用される。

表 3.1.7 都市カテゴリー別の水道料金幅

都市カテゴリー	最低価格 (VND/m ³)	最高価格 (VND/ m ³)
特別都市または都市カテゴリー I	3,500	18,000
都市カテゴリー II、III、IV、V	3,000	15,000
農村地域	2,000	11,000

出典：Circular No. 88/2012/TT-BTC Circular on the promulgation of clean water tariff framework

表 3.1.8 都市カテゴリー

都市カテゴリー	人口	人口密度 (人/km ²)	農業従事者以外の 人口比率
特別都市	> 5 百万	> 15,000	> 90%
都市カテゴリー I	> 1 百万* > 500,000**	> 12,000* > 10,000**	> 85%
都市カテゴリー II	> 800,000* > 300,000**	> 10,000* > 8,000 **	> 80%
都市カテゴリー III	> 150,000	> 6,000	>75%
都市カテゴリー IV	> 50,000	> 4,000	> 70%
都市カテゴリー V	> 4,000	> 2,000	> 65%

出典：Decree No.42/2009/ND-CP Decree on the Grading of Urban Centers

* 中央政府の管轄下にある都市の場合

** 省政府の管轄下にある都市の場合

¹ 本項の記載内容はベトナム国法規制の英訳版及びカントー市政府機関へのインタビューにより得られた情報に基づく。

水道料金の設定方法は、同国の「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)」に規定されている。当該 Circular によると、水道料金の設定は、水処理及び売水に係る総費用を基本に計算される。水処理及び売水に係る総費用の算出方法は、表 3.1.9 に示す通りである。

表 3.1.9 水処理及び売水に係る総費用の計算方法

本表は、商業上の秘密事項を含むため本報告書に掲載しない。

出典: 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

以下、商業上の秘密事項を含むため本報告書に掲載しない。

現在のカントー市の水道料金（2009年8月改定）は利用者種別別に、表 3.1.10 の通り設定されている。

表 3.1.10 カントー市水道料金

利用者種別		料金単価 (VND/m ³)
世帯	貧困世帯	3,500
	一般世帯	4,100
公的機関		5,000
産業		5,800
商業		6,400

出典：Ref. No.2479/QĐ-UBND Decision on Clean Water Tariff applied in Can Tho City

上記料金は 2009 年に設定されたものである為、2013 年からは新たに改定された料金が適用される。（新価格案については表 3.1.17 を参照）。

以下、商業上の秘密事項を含むため本報告書に掲載しない。

(2) 投資活動に係る法規制

1) 投資に係る許可証

同国の共通投資法（Law No. 59-2005-QH11）は、国内投資家及び海外投資家を対象に、投資に係る各種手続きについて定めている。同国で投資事業を実施したい者は、同法に則り人民委員会が発行する投資許可証を取得する必要がある。

2) 国内投資家による企業及び投資登記手続き

投資家が新しい企業を設立する場合は、企業法（Law No.60/2005/QH11、第 15 条、18 条、19 条）が定める手続きに則って登記する必要がある。国内投資家の場合、具体的な投資事業が決まっていなくても企業登記することが可能である。150 億 VND 以上の投資額を必要とする事業を行う場合、国内投資事業の投資登記手続きを行い、投資許可証を取得する必要がある（150 億 VND 未満であれば登記手続き不要）。

3) 海外投資家による企業及び投資登記手続き

ベトナムで初めて投資をする海外投資家は、具体的な投資プロジェクトがなければ企業登記できない。具体的プロジェクトについて、海外投資事業の投資登記手続きを行い、投資許可証を申請取得する。この場合、投資許可証は企業登記証明にもなる（共通投資法、第 50 条）。投資許可証の申請には、上記プロジェクトについて株主間契約が事前に締結されている必要がある。

4) 投資事業の評価手続き

投資額 3,000 億 VND 以上の事業の場合、投資許可証の発行前に人民委員会による事業評価が行われる必要がある。

以下、商業上の秘密事項を含むため本報告書に掲載しない。

(3) 土地利用に係る法規制

1) 土地利用に係る許可証

ベトナム国においては、外国企業は土地の借用のみ可能となっている（土地の「assignment (=割当)」は不可）。

以下、商業上の秘密事項を含むため本報告書に掲載しない。

2) 土地利用に係る費用

用地取得の際に発生する移転住民への賠償、支援、移転費用支払等の費用は、SPC の事業投資額に含まれる必要がある。(Decree 69/2009/ND-CP, 第 15 条)

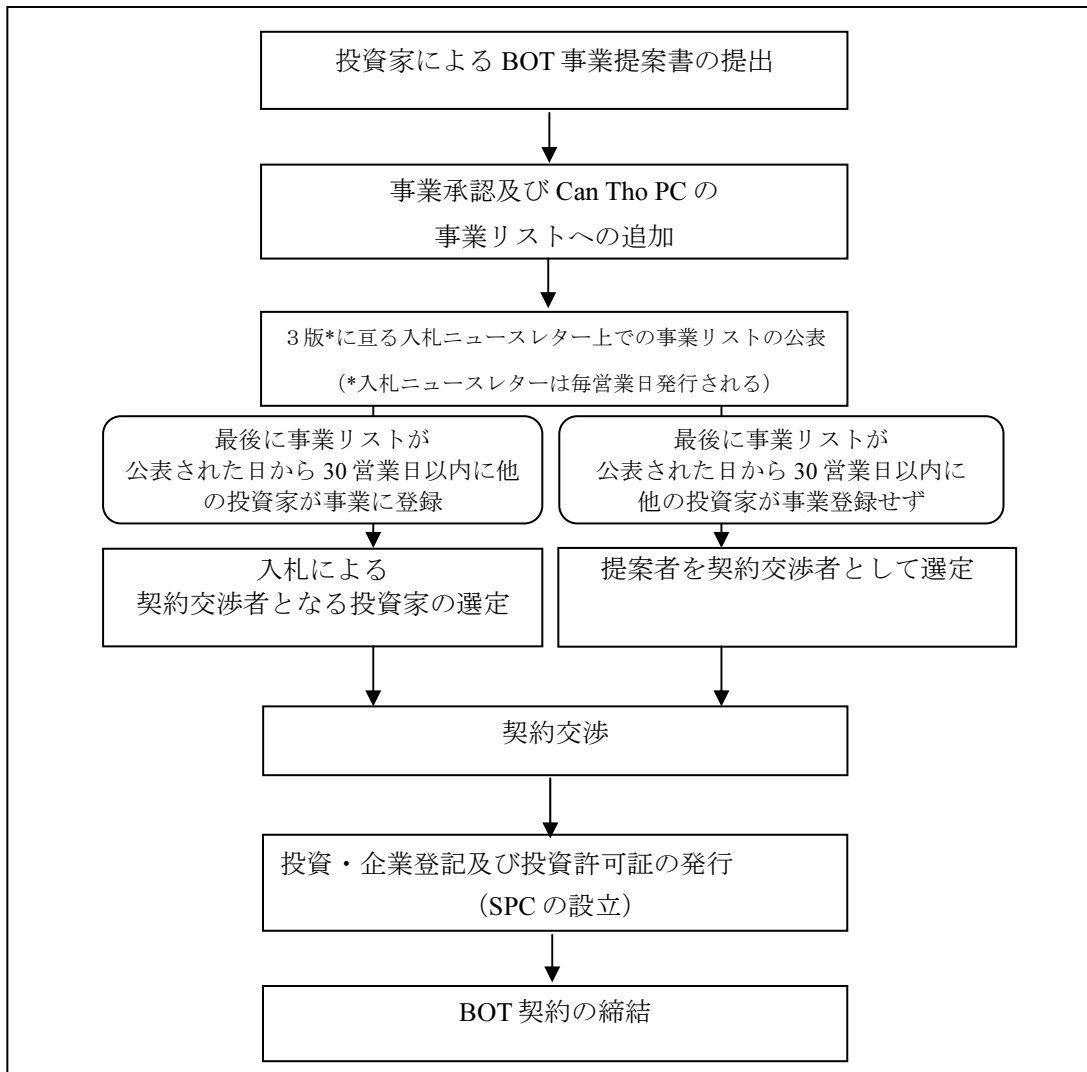
BOT 事業の場合、BOT 法 (Decree 108、第 38 条) に規定される優遇政策により、SPC

は事業用地にかかる土地税や土地賃料の支払いを免除される。

(4) BOT 事業に係る法規制

1) BOT 事業の承認と投資家選定に係る手続き

ベトナム国においては、BOT 事業は、Decree 108/2009/ND-CP (Decree on Investment in the Form of Build-Operate-Transfer, Build-Transfer-Operate or Build-Transfer Contract) に則って実施する必要がある (以降、「BOT 法」と呼ぶ)。投資家が事業提案する場合における、BOT 事業組成の手続きは下図 3.1.5 の通りである。



出典：JICA 調査団

図 3.1.5 BOT 事業組成の手続き

2) 事業提案

事業提案書に必要な内容は、BOT 法の第 12 条第 2 項に以下の通り示されている。

- 他スキームではなく BOT で事業を実施することの必要性と有益性に関する分析・説明
- 新設する施設により提供されるサービス内容とその対価

- 建設・運営それぞれにかかる期間と、施設の運営・維持管理手法
- 運営期間終了後に、施設を移転する際の条件と手続き
- 適用すべきと考えられる投資優遇措置、支援、その他政府保証等の提案

提案する事業が市のマスタープランに含まれていない場合、市の人民委員会はマスタープランを改定し事業を追加することを検討する。DOCによると、カントー市ではDOCがマスタープラン改定に係る評価実務を担い、人民委員会がその結果を承認する。

3) フィージビリティ調査 (F/S) 報告書

F/S 報告書に必要となる情報リストは、Appendix B2.3 に掲載している。F/S 報告書は、事業が国家の重要事業（定義については Appendix B2.4 を参照）に該当する場合は首相の承認が必要となる。本 JICA 調査において提案する事業は、これには該当しないと想定されるため、F/S 報告書の承認はカントー市人民委員会が担うこととなる。

4) 事業資金

事業の総投資額が 1 兆 5,000 億 VND 以下の場合、総投資額の 15%以上の SPC への出資額必要となる。

総投資額が 1 兆 5,000 億 VND を超える事業の場合は、必要となる出資額は下記 a と b の合計金額以上となる。

- a. 総投資額のうち、1 兆 5,000 億 VND 分の 15%
- b. 総投資額のうち、1 兆 5,000 億 VND を超えた部分について、当該超過分の 10%

また、投資額に占める政府支出の割合は 49%を超えてはならない。なお、この場合の「政府支出」には、SPC への出資額のみならず、補助金や現物出資など政府が支出するあらゆる費用が含まれる。

5) 事業組成にかかる費用

事業リストの作成・公表費用や、投資家の選定費用など、BOT 事業の準備にかかる費用は政府が負担する。但し、政府が計画し F/S を実施した事業の実施者として選定された投資家は、政府に対し当該 F/S 報告書の作成・評価費用を支払う必要がある。

以下、商業上の秘密事項を含むため本報告書に掲載しない。

6) 事業契約の履行保証金

事業者が支払う事業契約の履行保証金は、総投資額 1 兆 5,000 億 VND 以下の場合、総投資額の 2%以上必要となる。

総投資額が一兆 5,000 億 VND を超える事業の場合、必要とされる履行保証金は下記 a と b の合計以上となる。

- a. 総投資額のうち、1 兆 5,000 億 VND 分に対して 2%
- b. 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%

7) 下請企業の選定

BOT 法と、MPI 及び DPI によると設計調達建設 (EPC) 下請企業の選定は入札法 (Law No.61/2005/QH11) に則って行う必要があるが、政府支出額²が事業の総投資額の 30%以上を占める場合に限り適用される。事業がこれに該当する場合、EPC は競争入札によって選定する。

以下、商業上の秘密事項を含むため本報告書に掲載しない。

8) 事業施設の譲渡

施設運営期間の終了に伴い、投資家は事業施設を政府に無償で譲渡する。施設譲渡の手続きについては、BOT 法第 36 条に、以下の通り定められている。

- 施設譲渡の 1 年前又は事業契約にて合意された期日までに、SPC は施設の譲渡に関する通知、及び契約の終了と借金返済に関する手順を一般に公表する。
- 管轄政府機関は、事業契約に基づき、施設の質・価値・状態の評価、譲渡対象となる資産リストの作成、損傷や欠品の確認を行い、SPC に対し必要な維持修繕を求める。
- 投資家及び SPC は、譲渡される資産を、譲渡前に発生した財務的債務の履行保証や、その他債務の抵当や担保として使用してはならない。但し、事業契約において、こうした行為を容認する旨合意されている場合を除く。
- SPC は事業契約に基づき、技術移転やトレーニング、定期補修、大規模修繕等、施設が正常に稼働できる状態を保つ為に必要な業務を実施しなければならない。
- 施設譲渡後は、管轄政府機関が当該施設を維持管理・運営する。

² この場合の「政府支出」には、政府予算の使用、政府による保証・クレジットファシリティ、公社が所有する投資開発資金、その他政府が管理する資金からの支出が含まれる。

9) BOT 事業への投資優遇政策の適用

納税やその他義務事項の減免などの優遇政策を得る為には、投資家は投資許可証の発行を申請する際に、合わせて優遇政策の適用を申請し、承認を得る必要がある。適用が認められた優遇措置の内容は、投資許可証上に記載される。税に係る優遇措置については、下記「(5) 税に係る法規制」に記載している。SPCはその他にも、「3.1.4(3)土地利用に係る法規制 2)」で述べたように土地の使用に係る費用の減免や、資産を抵当に入れる権利の取得といった優遇を要請することができる。また、SPCや投資家、その他事業に係る企業を対象に、その債務・資材供給義務・製品販売義務等に対する政府保証を要請することができる。

(5) 税に係る法規制

1) 法人税法が規定する優遇政策

ベトナム国における通常の法人税率は 25%となっている。Decree 124/2008/NC-DP (Decree Detailing and Guiding the Implementation of a Number of Articles of the Law on the Enterprise Income Tax)では、上水道事業を含む特定セクターの事業を対象に、表 3.1.11 に示す法人税の優遇措置が規定されている。

表 3.1.11 法人税に対する優遇措置

優遇法人税率	運営開始後 15 年間：10%	
優遇法人税率に対する減税率	運営開始後 4 年間：100% 運営開始後 9 年間：50%	
上記を適用した場合の運営期間における法人税率	1～4 年目	0%
	5～9 年目	5%
	10～15 年目	10%
	16 年目以降	25%

出典：Decree No.124/2008/NC-DP (Detailing and guiding the implementation of a number of articles of the law on enterprise income tax)

2) 共通投資法が規定する優遇政策

共通投資法では、「投資優遇セクター³」を対象とした税の軽減措置を定めている。DPIによると、上水事業は当該セクターに含まれる。この為、以下の優遇策の適用を要請することができる。

- 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
- 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
- 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控除できる。繰越期間は五年間を超えてはならない。

また、共通投資法では、当該セクターの事業において固定資産の減価償却期間を短縮で

³ 共通投資法に定められる、各種優遇政策が適用されるセクター。インフラ整備やハイテク製品、バイオテクノロジー、教育、環境保護、伝統産業などのセクターが含まれる。

きるとしている。但し、減価償却率は固定資産減価償却制度に定める償却率の二倍を超えてはならない。

3) BOT 法が規定する優遇政策

BOT 法では、BOT 企業及びその下請企業が事業を実施する上で必要となる物資をベトナム国内に輸入しようとする場合、同国の「Law on Import Tax and Export Tax」に規定される優遇措置を享受できる、と規定している。該当する「Law No.45/2005/QH11 (Law on Import Tax and Export Tax)」によれば、投資優遇対象となる事業において、固定資産となる施設を整備する為に必要となる物資を輸入しようとする場合、輸入にかかる関税が免除される、と規定されている（上記「2) 共通投資法が規定する優遇政策」の規定と同じ）。

3.1.4 WSSC 及び関連組織の財務状況

(1) 企業概要

1) 事業内容

WSSC は浄水・売水事業のみではなく、以下の通り複数の事業を担っている。

- i) 浄水・売水事業
- ii) 下水処理事業
- iii) 20,000 m³/日のキャパシティの浄水・配水施設の建設・エンジニアリング
- iv) トラフ水路橋の建設
- v) (基礎工事後の) 埋め戻し
- vi) 道路修繕
- vii) 浄水/下水処理設備・備品の製造・販売
- viii) 浄水/下水処理事業、土木事業におけるコンサルティング、設計、監督サービス
- ix) 飲料水の製造・販売
- x) 土木に係る調査・コンサルティング、計画策定サービス

2) 組織構造

以下、商業上の秘密事項を含むため本報告書に掲載しない。

本図は、WSSCの秘密事項を含むため本報告書に掲載しない。

出典：WSSC

図 3.1.6 WSSC グループ組織

2) 沿革

WSSCの沿革は1932年に始まる。1970年のカントー市設立後、Can Tho PCはカントーNo.1浄水場 (Lot 1) を1973年に設立し、1975年にWSSCに譲渡した。

その後、各 Joint Stock Company と浄水生産キャパシティが10,000 m³/日を超える主要浄水場の設立が続いた。

- 1973 - カントーNo.1 浄水場 (Lot1) 建設
- 1975 - 政府機関の一部が民営化され WSSC に移管
- 1998 - カントー No.2 浄水場 (Lot1) 建設
- 1998 - カントー No.2 浄水場 (Lot2) 建設
- 2002 - Tra Noc 浄水場 (Lot1) 建設
- 2004 - カントーNo.1 浄水場 (Lot2) 建設
- 2004 - Tra Noc 浄水場 (Lot1) 建設
- 2004 - Tra Noc 浄水場 (Lot2) 建設
- 2006 - Hung Phu 浄水場 建設
- 2007 - Tra Noc Joint Stock Company 設立
- 2007 - O MON Joint Stock Company 設立
- 2008 - Cai Rang Joint Stock Company 設立
- 2010 - No.2 Water Supply Limited Company 設立
- 2010 - Long Hoa Joint Stock Company 設立

(2) 財務状況

1) 損益計算書 (P/L)

以下、商業上の秘密事項を含むため本報告書に掲載しない。

表 3.1.12 WSSC 損益計算書

(10 億 VND)

本表は、WSSCの秘密事項を含むため本報告書に掲載しない。	
-------------------------------	--

出典：カントー市上下水道公社

表 3.1.13 2011 年の浄水生産販売量

(m3)

NO	浄水場	世帯		公的機関	産業	商業	合計
		貧困世帯	一般世帯				
1	カントーNO 1	49,559	6,831,935	1,502,313	227,240	2,391,665	11,002,712
2	カントーNO 2	13,305	4,927,646	971,217	472,767	1,562,755	7,947,690
3	AN BINH	2,699	2,226,119	440,766	97,029	354,646	3,121,259
4	BINH THUY	9,173	1,079,997	154,948	14,478	307,452	1,566,048
5	HUNG PHU	1,120	692,689	81,405	86,159	104,140	965,513
6	VINH THANH	14,622	269,660	60,319	5,921	64,182	414,704
7	LONG HOA J.S. Company	2,843	297,902	40,075	2,057	33,344	376,221
8	TRA NOC J.S. Company	7,922	595,114	26,019	1,985,486	207,753	2,822,294
9	O MON J.S. Company	21,867	613,931	91,249	32,389	111,025	870,461
10	THOT NOT J.S. Company	13,847	1,192,817	147,580	54,174	387,582	1,796,000
合計		136,957	18,727,810	3,515,891	2,977,700	5,524,544	30,882,902

出典：カントー市上下水道公社

2) キャッシュフロー計算書

表 3.1.14 は、2011 年まで最近 3 年間の WSSC のキャッシュフロー計算書である。

表 3.1.14 WSSC キャッシュフロー計算書

(10 億 VND)

<p>本表は、WSSCの秘密事項を含むため本報告書に掲載しない。</p>

出典：カントー市上下水道公社

3) 貸借対照表

表 3.1.15 は表 3.1.14 に基づいて計算したものである。

表 3.1.15 WSSC 財務指標

本表は、WSSCの秘密事項を含むため本報告書に掲載しない。

出典：JICA 調査団

表 3.1.16 WSSC 貸借対照表

本表は、WSSCの秘密事項を含むため本報告書に掲載しない。

出典：カントー市上下水道公社

(3) 新水道料金の提案

以下、商業上の秘密事項を含むため本報告書に掲載しない。

表 3.1.17 新水道料金案

本表は、カントー市の内部情報を含むため本報告書に掲載しない。

出典： No. 165/STC-QLG-CS Proposal- for Adjustment of Clean Water Tariff applied in Can Tho City
(January 24th, 2013)

3.2 既存水道施設

3.2.1 浄水場

カントー上下水道公社は、現在 13 の浄水場を管理している。その給水区域は都市地域と地方地域に分類され、都市地域はカントーNo.1、カントーNo.2、チャノック、フンフーおよびのトットノットの 5 浄水場によって給水されている。その総浄水施設能力は $135,500\text{m}^3/\text{日}$ である。

地方地域は、残る 8 浄水場によって給水され、その総浄水施設能力は $18,920\text{m}^3/\text{日}$ である。この地域での各施設の規模は $480\text{m}^3/\text{日}$ ～ $5,000\text{m}^3/\text{日}$ と小さい。これら浄水場の施設の詳細は、表 3.2.1 に示す通りである。

(1) カントーNo.1 浄水場

この浄水場には 3 系統の処理施設がある。各処理系統は取水施設、沈殿池、急速ろ過池および配水施設で構成され、それぞれの施設能力は第 1 系統 $30,000\text{m}^3/\text{日}$ 、第 2 系統 $20,000\text{m}^3/\text{日}$ 、第 3 系統 $5,000\text{m}^3/\text{日}$ である。

2 箇所の取水施設があり、それぞれ第 1 系統用および第 2 系統用となっている。それらの施設には各 3 台、合計 6 台の取水ポンプが設置され、形式は全て縦軸斜流ポンプである。第 3 系統には 3 台の水中モータポンプが設置されているが、その設置場所は第 2 系統の取水施設の床版下となっている。

原水は取水後、場内の着水井に送られる。第 1 系統用および第 2 系統用の取水ポンプ場と着水井の間は、口径 600mm の管路が 2 条敷設されている。着水井では凝集剤のポリ塩化アルミニウム (PAC) が添加され、急速攪拌が行われる。攪拌にはこれらの管路の水流エネルギーが利用されている。凝集された原水は自然流下で各沈殿池へ送られる。第 3 系統では、原水は取水後口径 200mm の管路で処理施設に送水されるが、この管路の末端に PAC を注入させ、その後段に設置した攪拌機で急速攪拌を行っている。凝集された原水は鋼製の沈殿池へ流入する。

第 1 系統は、2 池の沈殿池 (上向流式、アクセレータ) と急速ろ過池 (自己洗浄型) から構成されている。第 2 系統は、2 池のアクセレータと 2 池の急速ろ過池 (重力式、アカズール・フィルター) とから構成されている。第 3 系統は、2 池の鋼板製の沈殿池と 8 基の圧力式 (鋼板製) ろ過装置で構成されている。消毒には塩素が用いられ、ろ過水に注入している。

各系統で処理された水は、5 箇所の配水池と 2 箇所のポンプ井へ自然流下で流入する。各配水池とポンプ室はお互いに管路で結ばれている。カントーNo.1 浄水場には $2,000\text{m}^3$ の高架水槽があるが現在は使われていない。配水池の総容量 (高架水槽は含まず) は $15,700\text{m}^3$ 、その滞留時間は約 7 時間である。場内には 2 箇所の配水ポンプ場がある。各ポンプ場には 3 台の配水ポンプが設置されており、その吐出圧力はいずれも 0.15MPa である。

表 3.2.1 既存浄水場の要約

番号	浄水場名称	設計処理量 (千m ³ /day)	現在処理量 (千m ³ /day)	所在地(地区)	水源	取水ポンプ 仕様/水量	浄水処理方式	配水ポンプ 仕様/水量	汚泥処理法	運転開始年度
1	Can Tho No.1	55	60	Ninh Kieu	Can Tho River	縦軸 650 m ³ /h*45kW*3 900 m ³ /h*55kW*3 水中ポンプ 120 m ³ /h*11kW*3	HM+AC+CGF HM+AC+CGF PS+PF	縦軸 850 m ³ /h*132kW*3 850 m ³ /h*160kW*2 400 m ³ /h*100kW*1	汚泥池	1973/2004/2011
2	Can Tho No.2	42.5	47	Binh Thuy	Hau River/Khai Luong Canal	縦軸 950 m ³ /h*75kW*3 840 m ³ /h*55kW*2	HM+PU+AF PS+PF	縦軸 840 m ³ /h*132kW*1 840 m ³ /h*200kW*2	汚泥池	1998/2010
3	Tra Noc	20	10.1	O Mon	Hau River	縦軸 480 m ³ /h*37kW*2 450 m ³ /h*37kW*1	HM+PU+AF	縦軸 600 m ³ /h*110kW*1 600 m ³ /h*110-126.5kW*2	ラグーン	2004/2011
4	Hung Phu	10	4	Cat Rang	Hau River	縦軸 450 m ³ /h*37kW*2 水中ポンプ	HM+PU+AF	縦軸 600 m ³ /h*110kW*2	ラグーン	2005
5	Thot Not	7.5	7.1	Thot Not	Hau River	110 m ³ /h*11kW*2 210 m ³ /h*11.5kW*2 渦巻 180 m ³ /h*22.5kW*1	HM+SB+AF TS+PF	縦軸 120 m ³ /h*22kW*1 72-165 m ³ /h*22kW*4	汚泥池	2005/2009
6	Long Hoa	2	1.9	Binh Thuy	Cam Canal	渦巻 54-132 m ³ /h*7.5kW*2	PS+PF	渦巻 54-144 m ³ /h*22.5kW*2	未処理	2010
7	Ba Lang	5	4	Cat Rang	Can Tho River	水中ポンプ 390 m ³ /h*11kW*2	PS+PF	渦巻 208 m ³ /h*22kW*2 50-120 m ³ /h*22kW*1 54-144 m ³ /h*22.5kW*1	汚泥池	2009/2011
8	Vinh Thanh	3.22	0.5	Vinh Thanh	Cai San Canal	渦巻 10-28.8 m ³ /h*2.2kW*1 9-42 m ³ /h*7.5kW*2 水中ポンプ 18-252 m ³ /h*13.6kW*2	TS+PF SB+GF	渦巻 10-36 m ³ /h*4kW*1 40 m ³ /h*5.5kW*1 54-144 m ³ /h*22.5kW*2	未処理	2003/2008
9	Thanh An	0.72	1	Vinh Thanh	Cai San Canal	水中ポンプ 3-120 m ³ /h*7.5kW*2	PS+GF SB+GF	渦巻 21-78 m ³ /h*7.5kW*2 12-42 m ³ /h*3.0kW*1	汚泥池	1999
10	O Mon	2.4	2.4	O Mon	O Mon River	渦巻 250 m ³ /h*30kW*1 180 m ³ /h*18.5kW*1	PS+GF	渦巻 150 m ³ /h*30kW*1 110 m ³ /h*11kW*1	未処理	
11	Thoi Lai	2.5	0.5	Thoi Lai	O Mon River	渦巻 180 m ³ /h*7.5kW*1 200 m ³ /h*11kW*1 深井ポンプ*3	HM+SB+AF	渦巻 60 m ³ /h*11kW*2 180 m ³ /h*18.5kW*1	汚泥池	2006
12	Co Do	4.8	0.7	Co Do	Groundwater	深井ポンプ*3	PF	水中ポンプ*2	未処理	
13	Bong Vang	2.5	1.8	Phong Dien	My Khanh River	水中ポンプ 110 m ³ /h*11kW*2	PS+PF	渦巻 110 m ³ /h*22.5kW*2	汚泥池 (建設中)	2012

出典：JICA 調査団

備考：HM:注流式攪拌、MM:機械式攪拌、AC:アクセレータ(スラリ一循環形)、PU:脈動形、SB:スラッジ・ブランケット形、PS:鋼製タンク+傾斜板式沈殿池、TS:鋼製タンク+傾斜管式沈殿池、CGF:従来型重力式ろ過池、AF:アカズールフィルタ、GLF:自然平衡型重力式フィルタ、GF:圧力式ろ過装置

沈殿池から排出される汚泥と、急速ろ過池から排出される排水は、排泥池に自然流下で流入する。この池では汚泥の固液分離が行われ、その上澄水はポンプでカントー川へ放流される。池に溜まった汚泥は定期的に除去され、タンク車でカントー上下水道公社の処分地へ運ばれ処分される。

この浄水場の処理水質は、ベトナムの飲料水基準が定める検査項目の全てを満足している。しかしながら、浄水場の運転・維持管理に関しては、以下に挙げるような問題があり、その改善が必要である。

- i) 沈殿水濁度が多少高い。その理由は PAC の注入量不足であると推定される。
- ii) ろ過池の洗浄サイクルは僅か 1 日間隔である。凝集と沈殿が正常に行われている場合、このサイクルは通常 2~3 日であり、管理方法を改善すべきである。
- iii) アクセレータの汚泥掻寄機は停止していたが、長期間停止した掻寄機を再起動すると、濃縮した汚泥のため予想外の大きな負荷がかかるため、点検・修理以外の目的で停めるべきではない。
- iv) 排泥池の汚泥は定期的に抜かれ、タンク車で処分地に投棄していると報告されているが、定期的に搬出している形跡はなかった。
- v) 第 3 系統の沈殿池の傾斜板表面に藻の発生が見られた。藻の発生は傾斜板上に沈殿した汚泥の滑りを阻害するため、現在行っている前塩素注入頻度を多くする必要はある。

(2) カントーNo.2 浄水場

この浄水場には 2 系統の浄水処理施設がある。第 1 系統の処理能力は 40,000m³/日、第 2 系統は 2,500m³/日である。第 1 系統は沈殿池（上向流式、パルセータ）と急速ろ過池（重力式、アカズール フィルター）で構成され、第 2 系統は鋼板製沈殿池と圧力式鋼板製ろ過装置で構成されている。この他に 10,000m³/日の処理施設が現在建設中である。これらの系統で処理された水は配水池へ自然流下で流入し、消毒を行った後、配水ポンプで市内に給水される。

沈殿池および急速ろ過池からの汚泥および洗浄排水は、この浄水場の隣にある排泥池を経由して川へ放流される。薬品は PAC と塩素が用いられている。その注入方法はカントーNo.1 浄水場と同様である。

この浄水場の処理水水質は、ベトナムの飲料水基準が定める検査項目の全てを満足している。しかしながら、浄水場の運転・維持管理に関しては、以下に挙げるような問題が抱えており、その改善が必要である。

- i) 沈殿水濁度が多少高い。調査団の行ったジャーテストの結果、PAC の注入量が不足していることが判明した。ろ過池洗浄サイクルは 1 日 1 回であり、カントーNo.1 浄水場と同様の改善が必要である。
- ii) 汚泥の処理が適正に行われていない。

(3) チャノック浄水場

この浄水場には 2 系統の浄水処理施設がある。その総処理能力は 20,000m³/日である。取水ポンプ場は 1 箇所、縦軸斜流ポンプが 3 台設置されている。取水した原水は着水井に送られる。着水井では PAC が添加され急速攪拌が行われる。攪拌は着水井から落ちる水のエネルギーを利用して行っている。凝集された原水はパルセータに流入、そこで沈殿処理が行われる。その沈殿水はアカズール・フィルターに送られる。ろ過水は塩素消毒を行った後、配水池を經由し工業地域へポンプで給水される。

パルセータからは定期的に汚泥を排出している。その汚泥は排泥池に自然流下で流入する。アカズール・フィルターからは洗浄水が排出され、その排水もこの池に流入する。排泥池では汚泥の固液分離が起こり、上澄水は自然流下で川へ返し、汚泥はスラッジラグーンへポンプで送られる。その運転方法はカントーNo.1 浄水場と同様の方法を用いている。

この浄水場の処理水水質は、ベトナムの飲料水基準が定める検査項目の全てを満足している。しかしながら、浄水場の運転・維持管理に関しては、以下に挙げるような問題があり、その改善が必要である。

- i) 沈殿水濁度が多少高い。その理由はカントーNo.2 浄水場と同様である。
- ii) パルセータの真空ポンプが運転されていない。この真空ポンプの運転は、この沈殿池にとってフロックを成長させるために不可欠であり停止してはならない。
- iii) 汚泥処理はカントーNo.1 浄水場と同じく適切に行われていない。

(4) フンフー浄水場

本浄水場の処理能力は 10,000m³/日で、チャノック浄水場とほぼ同様の処理方式を採用している。浄水場の運転状況、処理効果および抱える問題点はチャノック浄水場とほぼ同様である。

(5) トットノット浄水場

この浄水場には 2 系統の浄水処理施設がある。それらの処理能力は 5,000m³/日および 2,500m³/日である。第 1 系統は沈殿池（スラッジ・ブランケット式）とアカズール・フィルターを採用している。第 2 系統はパッケージ型で沈殿池には傾斜管が設置されている。ろ過装置は圧力式で、いずれも鋼製である。処理水は自然流下で配水池に流入し、塩素消毒を行った後、ポンプで配水している。

浄水場内には 2 池のスラッジラグーンがある。このラグーンは、沈殿池からの汚泥とろ過池からの洗浄排水を受け入れ、上澄水は自然流下で川へ流し、汚泥は定期的に除去する。その方法はカントーNo.1 浄水場と同様である。

この浄水場の処理水水質は、ベトナムの飲料水基準が定める検査項目の全てを満足している。しかしながら、浄水場の運転・維持管理に関しては、以下に挙げるような問題を抱えており、その改善が必要である。

- i) パッケージ型沈殿池に設置されている傾斜管の一部が水面上に露出している。沈殿池全体としての効率を低下させているため、修繕が必要である。
- ii) ラグーンからのほとんどの汚泥を適切な処理がなされないまま河川に放流している。

(6) 処理水水質

各浄水場はベトナムの飲料水基準に従って、定期的に検査を行い、DONRE に報告されている。表 3.2.2 は 2011 年に実施された水質試験の結果とその基準値をまとめたものである。この表からも分かるとおり、水処理は安定的かつ基準値の範囲内で製造・配水されている。

表 3.2.2 処理水水質の要約

水質項目	単位	基準値	カントーNo.1 浄水場			カントーNo.2 浄水場			チャノック 浄水場			フンフー 浄水場			
			最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	
1 色度	mg/l Pt	15	1	6.3	10	1	7.1	12	1	5.3	10	2	6.8	15	
2 臭気			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3 濁度	NTU	2	0.15	0.5	0.9	0.17	0.2	0.25	0.24	0.4	0.5	0.23	0.6	1.8	
4 pH		6.5-8.5	7	7.0	7.1	6.9	7.0	7.1	6.7	6.9	7	6.8	7.0	7.1	
5 硬度	mg/l	300	52	59.3	66	50	56.8	65	50	57.8	66	50	55.8	60	
6 鉄	(Fe)	mg/l	0.3	0.01	0.0	0.04	0.01	0.0	0.03	0.01	0.0	0.02	0.01	0.0	0.08
7 クローム	(CrVI)	mg/l	0.05	0	0.0	0.01	0	0.0	0.01	0	0.0	0.01	0	0.0	
8 塩素	(Cl ⁻)	mg/l	250	18	21.9	26	18	21.1	26	18	21.6	26	18	21.2	26
9 硝酸	(N-NO ₃ ⁻)	mg/l	50	0	0.1	0.8	0	0.3	0.8	0	0.2	0.7	0	0.1	0.4
10 亜硝酸	(N-NO ₂ ⁻)	mg/l	3	0.001	0.0	0.09	0.006	0.0	0.02	0.007	0.0	0.012	0.001	0.0	0.02
11 残留塩素		mg/l	0.3-0.5	0.4	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5	0.4	0.5	0.5	0.3	0.4	0.5
12 硫酸化物	(SO ₄ ²⁻)	mg/l	250	1	5.0	15	1	4.8	11	1	5.2	11	1	6.3	15
13 マンガン	(Mn)	mg/l	0.3	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2	0.2	0	0.2	0.3	0.01	0.1	0.2
14 アンモニア	(NH ₄ ⁺)	mg/l	3	0	0.0	0.1	0	0.1	0.2	0	0.1	0.13	0	0.0	0.1

出典：カントー上下水道公社

3.2.2 配水施設

(1) 配水管

WSSC が管理している配水管の管径、延長、材質を表 3.2.3 に示す。詳細な情報については APPENDIX B3 に記載した。WSSC が管理している配水管の 95%はカントーNo.1 浄水場とカントーNo.2 浄水場の配水区に敷設されている。管径が 200 mm 以下の配水管はポリ塩化ビニル (PVC) 製が多く、250mm 以上の配水管はダクタイル鋳鉄 (DCI) 製が多い。WSSC が管理している配水管の総延長は 500 km となっており、管径は 34mm から 700mm となっている。

表 3.2.3 配水管の管径、延長、材質

管径 (mm)	延長 (m)	材質
150 未満 (34~114)	302,475	PVC
	6,220	DCI
150	71,690	PVC
	2,157	DCI
200	45,909	PVC
	8,777	DCI
250	4,515	PVC
	19,347	DCI
300	9,209	DCI
314	4,135	PVC
375	4,621	DCI
400	6,341	DCI
600	13,886	DCI
700	500	DCI
計	499,782	PVC, DCI

出典：JICA 調査団

管径 300mm 以上の配水管の敷設年数を表 3.2.4 に示す。この内、70%以上が 15 年以内に敷設された比較的新しい管であった。

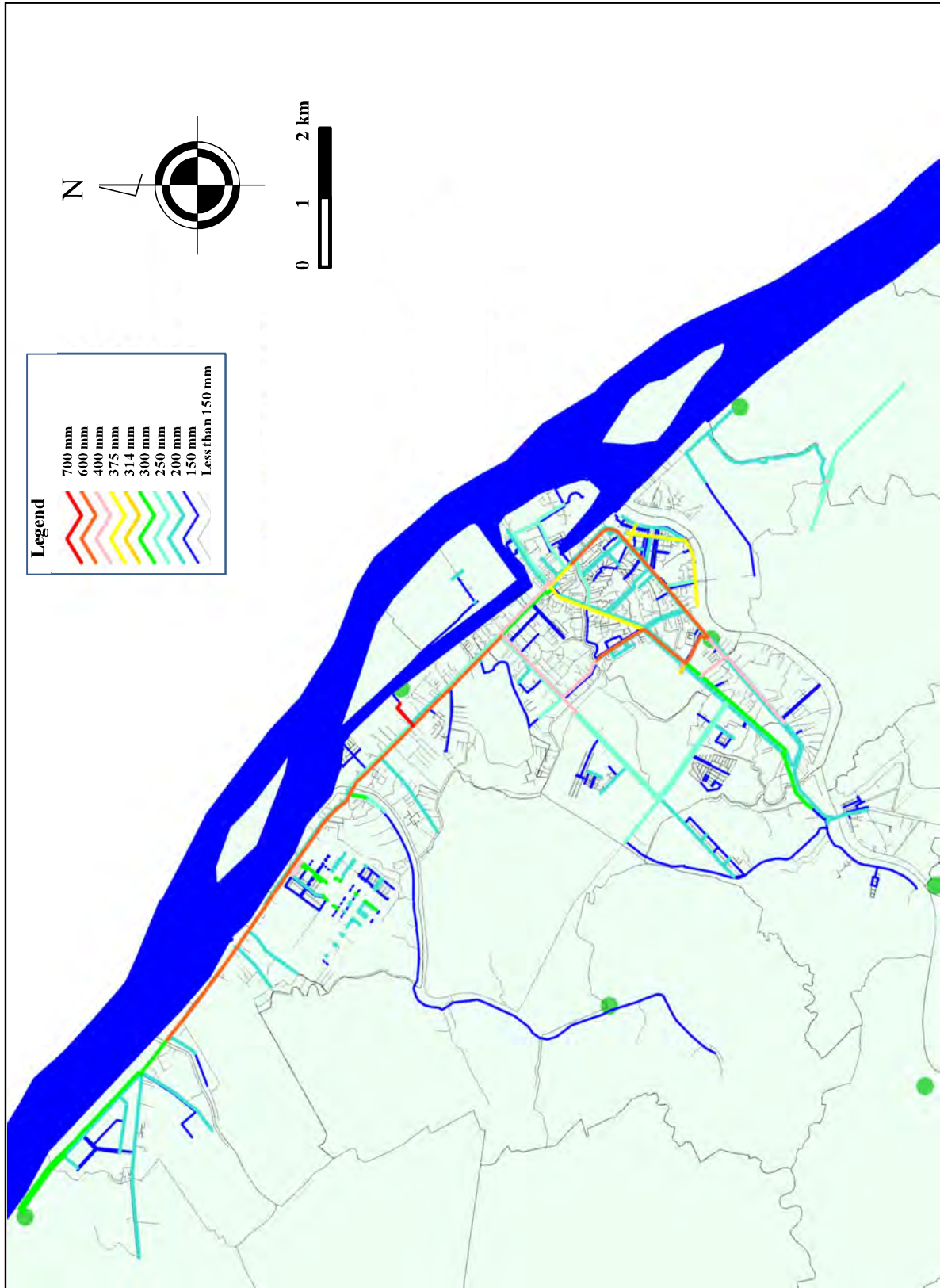
表 3.2.4 管径 300mm 以上の配水管の敷設年数

敷設年数	%
5 年未満	11
5-10 年	18
11-15 年	45
16 年以上	26

出典：JICA 調査団

管径 300mm 未満の配水管の敷設年数についてはデータが存在しないが、材質についてはほとんどが PVC であることがわかっている。ベトナム国で PVC が配水管の材料として一般的に使用されるようになったのは 1990 年代以降であることから、管径 300mm 未満の配水管の大半は 20 年以内に敷設された管であると推測される。

図 3.2.1 に WSSC が管理している配水管の位置と管径を示した。人口が集中している都市区域の中心部では配水管が密に敷設されていることがわかる。



出典: WSSC

図 3.2.1. WSSC が管理している配水管網

(2) その他の配水施設

1) 配水池

都市区域には、カントーNo.1 浄水場内に 2,250m³、WSSC オフィス内に 500m³、チャノック工業団地内に 300m³ の配水池が設置されているが、これら 3 つの配水池は現在運転を休止しており、配水は全て浄水場内の配水ポンプから直接行われている。

2) 圧力測定ステーション

WSSC が管理している配水管網には 70 箇所の圧力測定ステーションがあり、WSSC の無収水率削減対策部門の配水管網管理チームの職員が月一回各ステーションに圧力計を挿入し各地点の動水圧を調べている。測定結果を図 3.2.2 に示す。全ての地域において動水圧はベトナムの水道基準によって設定されている最小動水圧 1.0 kgf/cm² (0.098 MPa) を満たしておらず、特に浄水場から離れた地域においては非常に低い配水圧 0.2 kgf/cm² (0.020 MPa) となっている。この原因としては漏水が発生していること、配水ポンプの圧力が低いことなどが考えられる。現在、無収水率削減対策部門の漏水探知チームによる漏水調査が実施されている。

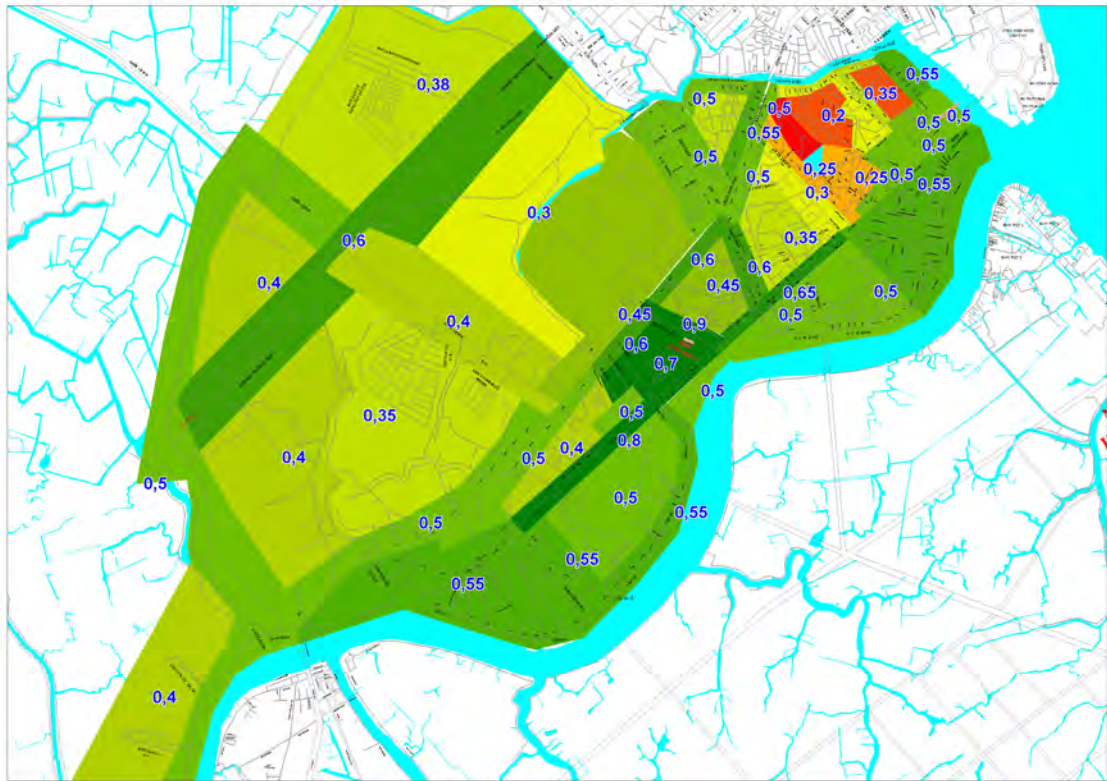
圧力測定の結果を基に、WSSC ではカントーNo.1、No.2 浄水場の配水ポンプの圧力を高くすることを計画している。現在の最低水圧は 0.2 kgf/cm² (0.020 MPa) となっているため、この水圧を 2015 年までに 0.5 kgf/cm² (0.049 MPa)、2020 年までに 1.0 kgf/cm² (0.098 MPa) とすることを目標としている。

3) 消化栓

WSSC が管理している配水管網には消化栓が 326 箇所に敷設されており、WSSC では GIS データとして場所を記録し、管理している。この消火栓は年に 2 回 WSSC の職員が点検を行っている。動水圧が低い地域での消火活動において必要な水圧を確保するために、消防車には増圧ポンプが搭載されている。

4) バルブ

WSSC が管理している配水管網にはバルブが 345 箇所に敷設されており、WSSC では GIS データとして場所を記録し、管理している。このバルブによって配水管の工事、事故などの非常時における遮断操作を行い、カントーNo.1 浄水場とカントーNo.2 浄水場の配水区の分割をしている。



注釈: 水圧の単位は kgf/cm^2 (0.098MPa)

出典: JICA 調査団

図 3.2.2. WSSC による配水管網の圧力測定の結果

3.2.3 既存水道施設の問題点

(1) 浄水場の運転・維持管理不良

浄水場の運転・維持管理については、凝集剤の注入量不足、凝集沈殿池の未修繕・運転停止、汚泥処理の未実施など多くの問題がある。

(2) 配水管網での漏水発生

WSSC の無収水率改善対策部門からの報告によると、管径の小さな PVC 管で漏水が頻発している。この原因としては PVC 管の施工不良が考えられる。

無収水率削減対策部門では、漏水箇所の特定を進めているが、調査をするための十分な人員と機器は未だ確保されていない。

(3) 配水管網での動水圧不足

WSSC が管理している配水管網において、水圧が極端に低い地域が存在している。この原因としてはカントーNo.1、No.2 浄水場の配水ポンプの水圧が低いことが考えられる。