

カンボジア国
プノンペン市上水道整備計画調査
(フェーズ2)

和文要約

平成18年2月

株式会社エヌジェーエス・コンサルタンツ

株式会社建設技研インターナショナル

序 文

日本国政府は、カンボジア王国政府の要請に基づき、同国のカンボジア国プノンペン市上水道整備計画調査（フェーズ2）にかかる開発調査を行うことを決定し、独立行政法人国際協力機構がこの調査を実施しました。

当機構は、平成16年12月12日から平成18年1月28日までの間、3回に亘り、株式会社エヌジェーエス・コンサツタンツの佐藤克彦を団長とし、同社および株式会社建設技研インターナショナルから構成される調査団を現地に派遣しました。

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

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

終りに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成18年2月

独立行政法人国際協力機構
理 事 金 子 節 志

平成18年2月

独立行政法人国際協力機構
理事 金子節志 殿

伝 達 状

今般、カンボジア王国（「カ」国）におけるプノンペン市上水道整備計画調査（フェーズ2）が終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

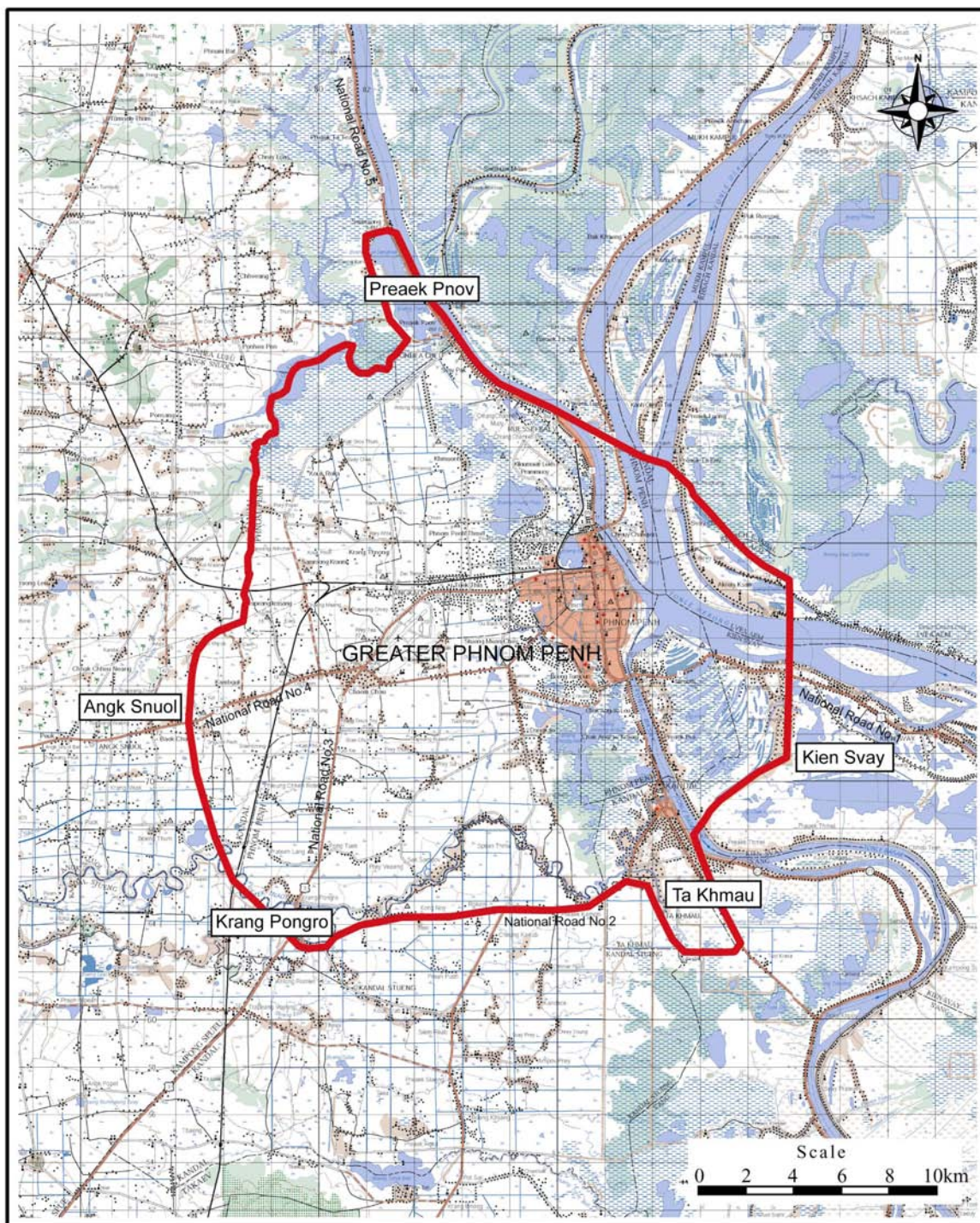
本調査は、貴機構との契約に基づき弊社が、平成16年12月から平成18年1月までの間に14ヶ月に亘り実施いたしてまいりました。調査におきましては、フェーズ1段階で基礎調査、フェーズ2段階でマスタープランの策定を実施し、フェーズ3段階では優先プロジェクトに係るフィージビリティ・スタディーを実施しました。ここに提出する報告書は、マスタープランおよびフィージビリティ・スタディーの成果をまとめたものであります。

本報告書が、本調査において提案されたプロジェクトの実施推進に資することを願うものであります。提案するプロジェクトの成功裡の実施は、プノンペン市の長期にわたる安定給水をもたらし、ひいては地域社会経済のさらなる発展に資するものであることを確信いたします。

本報告書を提出するにあたり、全調査期間に亘り多大な指導とご支援を賜った貴機構の関係者各位に対し、心から感謝の意を表すものであります。また、「カ」国鉱工業エネルギー省ならびにプノンペン水道公社をはじめとするカンボジア国の関係機関、貴機構カンボジア事務所ならびに在カンボジア日本大使館の関係者各位から調査機関中に頂いた協力とご助力に対して深い感謝の意を表します。

平成18年2月

株式会社 エヌジェーエス・コンサルタンツ
カンボジア王国
プノンペン市上水道整備計画調査団
業務主任 佐藤 克彦



マスタープラン調査対象地域

写真

サップ河



バサック河



チュロイチャンワ浄水場取水場



プレックブノブ浄水場取水場



プンプレック浄水場(1)



プンプレック浄水場(2)



チュロイチャンワ浄水場(1)



チュロイチャンワ浄水場(2)



写真

チャンカーモン浄水場(1)



チャンカーモン浄水場(2)



クランポン口地区のハンドポンプ



キエンスバイ浄水場



タンブンポンプ場



トラベックポンプ場



プノンペン南東部湿地帯



プノンペン北東部開発地域



プノンペン市上水道整備計画調査（フェーズ2）要約

パートA：マスタープラン

1. 計画の背景

本計画調査は平成16年7月29日、「カ」国鉱工業エネルギー省（The Ministry of Industry, Mines and Energy; MIME）ならびにプノンペン水道公社（The Phnom Penh Water Supply Authority ; PPWSA）と独立行政法人国際協力機構（Japan International Cooperation Agency; JICA）間にて署名された「業務範囲」に係る合意に基づき実施する。

本計画調査の目的は下記のとおり。

- 1) 計画目標年次を2020年とするマスタープランを策定し、大プノンペン首都圏（プノンペン市、タクマオ市、およびプノンペン市周辺のカンダール州地域を含む）における水道事業計画の効果的、かつ安定的開発に資する。なお、係る開発計画のうち優先計画についてはフィージビリティ調査を実施する。
- 2) 本調査実施においては、「カ」国側に対して、技術移転を図る。

本計画調査は2004年12月に開始され2006年1月に完了した。ファイナル・レポートは、上記に示したこれまでの調査をとりまとめ以下の内容にて構成する。

- ◆ Volume I : 要約（和文要約付き）
- ◆ Volume II : メインレポート
パートA：マスタープラン
パートB：フィージビリティ・スタディ
- ◆ Volume III : サポートィングレポート
パートA：調査検討資料集
パートB：図面集

2. 計画のフレームワーク

本マスタープランは「カ」国のミレニアムゴール（CMDGs）を始めとした国家開発計画を考慮し、その政策および開発目標等に整合するものである。現況のプノンペン市における給水普及率は既にCMDGsの2015年次の都市域における給水普及目標80%を上回り、本マスタープランにおいては計画年次の2020年においてさらに高い開発目標を達成することとしている。プノンペン市周辺地域においては計画年次2020年において80%の給水普及率を目指す。

プノンペン市は開発シナリオに基づき、プノンペン市中心部市街化地域における人口は2005年の715,500人から2020年には683,400人へと減少すると予測している。一方、プノンペン市の郊外地域では今後2020年までには620,000人から1,320,000人へと倍増すると予測している。係る内訳は270,000人がDangkao地区にて、160,000人がMean Chey地区にて、さらにRuessei Kaev地区にて270,000人の人口が増加するものと予測している。

最も確率の高いシナリオに基づき、計画一日平均給水量は2004年次の133,402 m³/日から2020年次においては271,093 m³/日へと増加する。計画一日最大給水量は2004年次の204,027 m³/日から2020年次においては414,612 m³/日と増加する。給水普及率は2004年次の67.7%から2020年においては81%となる。

水道整備計画基本指標（単位：m³/日）

年	2005年	2010年	2015年	2020年
PPWSAの送・配水管網による				
計画一人一日平均使用水量 (ℓ/日)	80	86	95	104
計画ピークファクター	1.3	1.3	1.3	1.3
計画一人一日最大使用水量(ℓ/日)	104	111	123	135
NRW	15%	15%	15%	15%
計画一人一日最大給水量 (ℓ/日)	122	131	144	158
計画年次人口予測	1,529,999	1,774,891	2,034,868	2,303,826
計画給水人口	1,035,931	1,244,738	1,491,113	1,866,102
計画給水普及率 (%)	67.7	70.1	73.3	81.0
計画一日平均給水量 (m ³ /日)	133,402	166,529	209,292	271,093
計画一日最大給水量 (m ³ /日)	204,027	254,691	320,094	414,612
計画給水栓数（一般世帯）	105,870	136,540	180,736	247,712
計画給水栓数（一般世帯以外）	15,517	18,729	21,640	25,011
計画合計給水栓数	121,387	155,269	202,376	272,723
PPWSAの送配水管網および周辺地域地下水開発による				
計画年次人口予測	1,529,999	1,774,891	2,034,868	2,303,826
計画給水人口	1,070,582	1,321,598	1,641,684	2,082,822
計画給水普及率 (%)	70.0	74.5	80.7	90.4
周辺地域地下水開発による				
計画給水人口	34,650	76,860	150,570	216,720
一井戸当たり給水人口（人/井戸）	210	210	210	210
計画井戸数	165	366	717	1,032
計画一人一日使用水量 (ℓ/日)	40	40	40	40
井戸による計画一日給水量 (m ³ /日)	1,386	3,075	6,023	8,668

上水道施設整備は、開発の経済性に鑑み、上記のとおり PPWSA の取水・浄水施設および送・配水管網によるものと、プノンペン市周辺地域における地下水開発によるものとに区分し計画する。

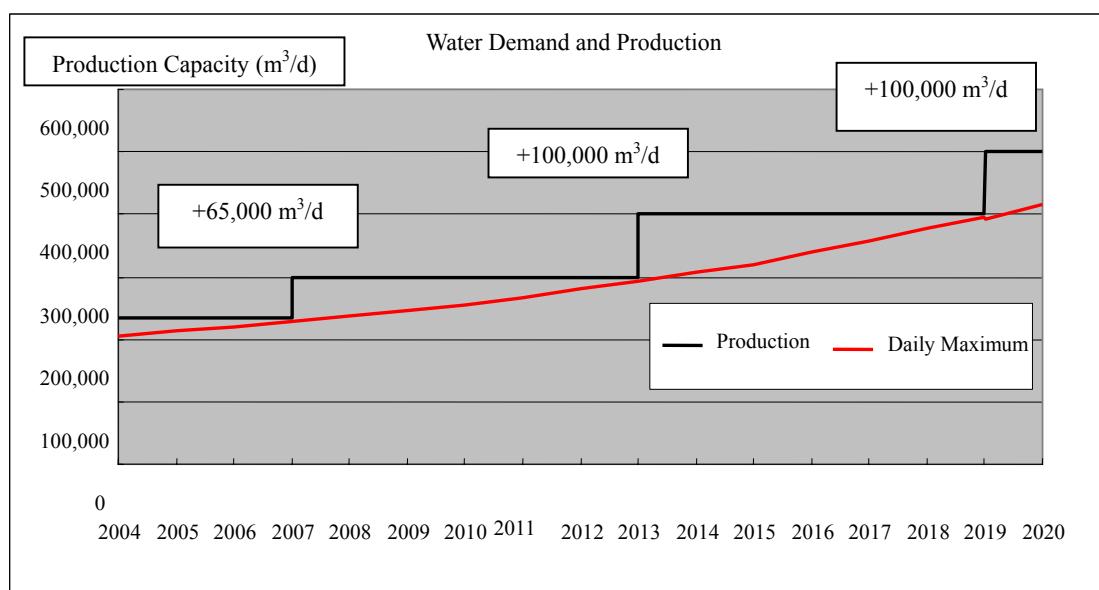
3. プノンペン市上水道整備計画

本項では、PPWSA の浄水施設および配水管網による上水道整備計画を取り扱う。

3-1 取水・浄水施設整備計画

マスタープラン計画年次 2020 年に向けての浄水施設整備計画は、一日最大給水量ベースにて下図に示すとおりである。2020 年次においては 50 万 $\text{m}^3/\text{日}$ 浄水量が必要となる。

現状の浄水量は 23.5 万 $\text{m}^3/\text{日}$ であり、2007 年までの水需要に対処することができる。Chrouy Changva 浄水場を 6.5 万 $\text{m}^3/\text{日}$ 拡張（PPWSA の合計浄水量は 30 万 $\text{m}^3/\text{日}$ となる）することによりステージ I はもとよりステージ II の 2013 年までの水需要を満たすことができる。2013 年以降はステージ II および以降の水需要を満たすため 10 万 $\text{m}^3/\text{日}$ の新規浄水場を建設する必要がある。これにより浄水量合計は 40 万 $\text{m}^3/\text{日}$ となり、ステージ III の 2019 年までの水需要に対応することができる。新規浄水場は Nirouth が最適地である。



3-2 送・配水施設整備計画

送・配水管網の整備計画においては、1)水需要増加への対応、ならびに2)配水管網システム全体の改善、すなわち、給水圧力の安定化を目指す。

これらの目標を達成するため、1) 給水区域のゾーン化により配水管網の柔軟性を確保する、2) ループ配管の形成により給水圧力の安定化に努める、3) 給水ブロックの形成により、各ブロックの給水量および圧力などの監視を容易とし、全体的に維持管理の向上を目指す。

4. プノンペン市周辺地域上水道整備計画

プノンペン市周辺部給水整備計画は、安全な水を給水し、80%の給水普及率を目指す。係る給水は経済性に鑑みPPWSAの浄水施設からの送・配水管網による給水によるものと、井戸水源の開発による給水とに分けた2元化による開発を目指す。

5. 事業費

5-1 プノンペン市上水道整備計画事業費

プノンペン市上水道整備計画総事業費は下表に示すとおり約320百万ドルとなる。

プノンペン市上水道整備計画事業費

	項目	費用 (US\$)	
		各費用	小計
	<建設費>		
	Stage I (2010)		51,865,000
110	Chrouy Changva WTP -2nd Stage	22,630,000	
120	Water Tank	2,555,000	
130	Transmission/Distribution Pipe	11,880,000	
135	Monitoring Facility	5,000,000	
140	Rehabilitation of M&E Equipment	9,800,000	
	Stage II (2015)		100,462,000
210	New Intake & WTP -1st Stage	40,106,000	
215	Clear Water Reservoir Expansion in Phum Prek WTP	1,184,000	
220	Transmission/Distribution Pipe	23,923,000	
230	Sludge Treatment Facility for Chrouy Changva & Phum Prek WTP	18,849,000	
240	Rehabilitation of M&E Equipment	16,400,000	
	Stage III (2020)		44,767,000
310	New Intake & WTP -2nd Stage	25,982,000	
320	Transmission/Distribution Pipe	7,238,000	
330	Sludge Treatment Facility for Chamkar Mon WTP	3,347,000	
340	Rehabilitation of M&E Equipment	8,200,000	
	建設費合計		197,094,000
400	Land Acquisition Cost		3,600,000
500	Equipment Procurement Cost		1,971,000
600	Engineering Service Expense		19,709,000
700	Government's Administration Expense		9,855,000
710	Institutional Development Cost		2,062,000
	建設費以外の小計		234,291,000
800	Physical Contingency		23,429,000
900	Price Contingency		62,232,000
	総事業費		319,952,000

5-2 プノンペン市周辺地域上水道整備計画事業費

プノンペン市周辺地域上水道整備計画総事業費は下表に示すとおり約36百万ドルである。

地下水開発に係る事業費

項目	費用 (US\$)			
	ステージ I	ステージ II	ステージ III	合計
建設費				
250 Well Facility	6,305,000	6,762,000	8,696,000	21,763,000
建設費合計				21,763,000
500 Equipment Procurement Cost	63,000	68,000	87,000	218,000
600 Engineering Service Expense	631,000	676,000	870,000	2,176,000
700 Government's Administration Expense	315,000	338,000	435,000	1,088,000
Sub Total	7,314,000	7,844,000	10,088,000	25,245,000
800 Physical Contingency	731,000	784,000	1,009,000	2,525,000
900 Price Contingency	848,000	2,125,000	4,949,000	7,921,000
総事業費	8,893,000	10,753,000	16,044,000	35,691,000

6. 財務分析

本マスタープランのWACCは3.84%である。ベースシナリオにおいて、本マスタープランのFIRRは5.19%となりWACCの3.84%よりも高い値となる。従って、本マスタープランは財務的に実施可能である。

PPWSAは、マスタープラン提案事業については、その計画年次において財務的に健全に事業を実施することができる。施設の経済的ライフ期間において、PPWSAは十分な維持管理費を捻出し、これまでの実施事業費を返済し、水道料金増額の要もなく、財務的には問題なく実施することができる。

7. 初期環境影響評価

JICAの環境審査室は本計画をカテゴリBと位置づけている。提案事業は計画対象地域における給水により正のインパクトを生み出すものと考えられる。しかしながら、施設建設あるいは運転の段階において、建設に係る騒音や埃など負の影響が生じることが危惧される。これらは、詳細

設計の際十分に検討し、適切な対策を講じることにより軽減される。例えば、仕様書の作成段階において、業者は建設により破壊された部分を修復しなければならないなどの方策を盛り込むことが重要である。適切に設計され、適切に維持管理された施設は世界的に通用する基準により安全に建設され運転管理に資することが必要である。

なお、関係者は本報告書の提言内容を遵守するとともに、インパクト軽減策が効果的に実施されてゆくことを監視することが必要である。

8. 事業実施計画

マスタープランによる提案事業は、2010年までの緊急案件実施のためのステージI、2015年までの中間的事業実施のためのステージII、および2020年までの長期的事業実施のためのステージIIIの3段階に分け実施する。事業実施計画は次図に示す。

Description	Phase Year	Stage I						Stage II					Stage III				
		2005 1	2006 2	2007 3	2008 4	2009 5	2010 6	2011 7	2012 8	2013 9	2014 10	2015 11	2016 12	2017 13	2018 14	2019 15	2020 16
Pre-Construction Stage																	
010	Preparation of Project																
011	Feasibility Study																
012	Financial Arrangement and Selection of Construction																
020	Pre-Construction																
021	Detailed Design																
022	P/Q and Tender																
Construction Stage																	
100	Stage I (Q= 65,000m3/d) - 2010																
<Urban Water Supply Projects>																	
110	Chrouy Changva WTP -2nd Stage																
111	Intake Tower (for Chrouy Changva WTP)																
112	Raw Water Transmission Facilities																
113	Chrouy Changva WTP -2nd Stage (Q=65,000m3/d)																
120	Water Tank																
121	Reservoir (Water Tower)																
122	Booster Pump for Existing Water Tower (3 nos)																
130	Transmission/Distribution Pipe																
131	Transmission/Distribution Pipe (Dia 63 to 600)																
132	Transmission/Distribution Pipe (Dia 700 to 1200)																
135	Monitoring Facility																
140	Rehabilitation of M&E Equipment																
<Peri-Urban Water Supply Projects>																	
150	Well Facilities																
710	Institutional Development																
200	Stage II (Q= 100,000m3/d) - 2015																
<Urban Water Supply Projects>																	
210	Nirouth WTP -1st Stage																
211	Intake Tower (for Nirouth WTP)																
212	Raw Water Transmission Facilities																
213	Nirouth WTP -1st Stage (Q=100,000m3/d)																
215	Clear Water Reservoir Expansion in Phum Prek WTP																
220	Transmission/Distribution Pipe																
221	Transmission/Distribution Pipe (Dia 63 to 600)																
222	Transmission/Distribution Pipe (Dia 700 to 1200)																
230	Sludge Treatment Facility for Chrouy Changva & Phum Prek WTP																
240	Rehabilitation of M&E Equipment																
<Peri-Urban Water Supply Projects>																	
250	Well Facilities																
300	Stage III (Q= 100,000m3/d) - 2020																
<Urban Water Supply Projects>																	
310	Nirouth WTP -2nd Stage																
311	Intake Tower (for Nirouth WTP)																
312	Raw Water Transmission Facilities																
313	Nirouth WTP -2nd Stage (Q=100,000m3/d)																
320	Transmission/Distribution Pipe																
321	Transmission/Distribution Pipe (Dia 63 to 600)																
322	Transmission/Distribution Pipe (Dia 700 to 1200)																
330	Sludge Treatment Facility for Chamkar Mon WTP																
340	Rehabilitation of M&E Equipment																
<Peri-Urban Water Supply Projects>																	
350	Well Facilities																

事業実施計画

パートB：フィージビリティ・スタディ

フィージビリティ・スタディはマスタープランにて計画されたステージIにおける優先事業実施に関して行う。ステージIの計画年次は2005年から2010年までとする。マスタープランによりステージI事業として計画された事業は全て優先事業とする。

ステージI事業は1) プノンペン市上水道施設拡張事業、2) 既存上水道施設改修事業、3) プノンペン市周辺地域地下水開発事業、および4) 組織・制度改善事業からなる。

9. プノンペン市上水道施設拡張事業

9-1 取水・浄水場拡張事業 (Chrouy Changva ステージ II : 浄水場拡張事業)

Chrouy Changva 浄水場は既存計画浄水量65,000 m³/日から130,000 m³/日へと拡張する。施設の拡張は既存浄水場内にて拡張用として維持されているスペースを利用する。主要な浄水施設は取水施設、フロック形成池、沈澱池、ろ過池、および浄水池とする。

2002年に建設された既存の取水塔に関しては、取水設備の拡張用スペースが不十分なことから、拡張される取水塔にて全体浄水量をまかなう130,000 m³/日分の施設を拡張する。既存施設は、予備力として保持する。

既存浄水システムは「カ」国飲料水水質基準を満たす、安全で清澄な浄水を生産していること、かつ運転管理要員はこれらのシステムの運転管理に慣れていること、等から一部の維持管理上問題のある設備を除き、拡張浄水場浄水プロセスは既存と同様なプロセスを採用する。

Chrouy Changva 浄水場の既存浄水池の容量は5,760 m³あり、既存計画浄水量を65,000m³/日に対して滞留時間は2.1時間である。これは、通常の水使用量の変動に対応する必要量に比してかなり少ない容量である。従って、係る優先事業において必要容量を有する浄水池を拡張する。

9-2 送・配水施設拡張事業

計画年次2010年ステージI事業として、既存の送・配水管網を接続し、以下に示す2つの主要送・配水ループの完成を目指す。

- 送配水管約 52 km 建設
- Chrouy Changva 浄水場から日本橋まで 900mm 送水管の建設、
- Ta Khmau 高架水槽の建設
- エネルギーコスト削減
 - 送配水管網ループ形成
 - 高架水槽活用
 - 送・配水モニタリング施設活用

10. 既存施設改修事業

改修事業は建設後10年以上経過した以下の施設を含む。

- Chamkar Mon 浄水場施設 (計画浄水容量 20,000 m³/日)
- Phum Prek 浄水場 施設 (計画浄水容量 100,000 m³/日)

実際に改修すべき施設および設備は維持管理計画に基づき、PPWSAが判断し実施すべきである。

以下に、行われるべき改修計画 (案) を示す。

- 各種ポンプインペラーの交換 (エネルギー効率の改善)
- 薬品注入設備更新 (漏液、注入率調節不全等の修復)
- 消毒設備更新 (安全性改善および注入率不全等の修復)
- 受電等の電源供給設備の更新 (効率・信頼性の改善)
- 自動制御装置の更新 (維持管理効率の改善)
- 水質試験設備更新 (適正な水質分析および水質管理の継続)

11. プノンペン市周辺地域地下水開発事業

マスタープラン計画年次2020年における計画対象人口は、182,070人である。ステージ I においては緊急性を鑑み、安全な水の給水普及率が未だに60%未満の地域において計画する。最初はプノンペン市街地との格差を是正するため、市街地から近い水道未普及地域であるTa KhmauやKien Svayから実施する。これらの地域における計画給水人口は47,741人である。

フィージビリティ・スタディの基本的設計諸元は以下に示す。

- 単位給水量 40 ㍉/人/日
- 施設 深井戸
- 揚水量 20 ㍉/分(=1.2 m³/時間)
- 井戸当たり対象人口 210 人/井戸
- 設計水量 8,400 ㍉/井戸
- 必要井戸数 229 井戸
- サービスレベル レベル 1 手押しポンプ付き深井戸

12. 組織・制度改善事業

ステージ I における組織・制度改善計画は、組織の「direction」に関して更に研鑽し、組織の「systems」に関する強化、および権限および責任等の「delegation」について将来を見越した強化を図ることとする。係る組織は、PPWSAの拡大に伴い正式なものとして採用し、標準化しなければならない。これらにより、現状の優れた水道事業運営能力を維持し、いかなる機会の変化にも耐えうる組織・制度を実現する。

ステージ I においては各部所長の職務および責務を設定し、これらが有機的に機能し、組織的にあらゆる機会に対処できるよう組織の改造を実施する。これにより、組織がより協調的になりPPWSAの総合組織力が強化される。このため、全ての職員に対して施設の運営と管理に関して集中的な訓練を施し、既存のNavision Financials Softwareを活用したMISの強化と連携し既存組織を強化する。

組織制度改善事業の目的は PPWSA が既存ならびに新規建設施設を適切に維持管理するために実施する。組織・制度改善プロジェクトは 2007 年に開始しステージ I の最終年次である 2010 年まで継続する。外部の協力により実施する技術協力プログラムはその一部となる。外部による技術協力プログラムは管理(技術)システムのレビューと開発、訓練実施等からなる。

13. 環境影響評価

提案事業は概ね給水による正のインパクトを生み出すものと考えられる。しかしながら、建設あるいは操作の段階において、建設に係る騒音や埃など負の影響が懸念される。よって、詳細設計においてはこれらの要因について十分に検討し、適切に負のインパクト軽減策を講じなければならない。PPWSAに係る軽減策の効果については十分に監視してゆかねばならない。

ステージIの優先事業実施に当たっては、特に以下の事項につき注意を払う必要がある。

- スコーピングチェックリストは常に最新の内容に修正し、問題のなきよう図る。
- 事業実施に係る現場周辺における社会環境状況を常々調査する。
- 送・配水管網建設に当たり、既存の施設、家屋等への影響は最小となるよう計画する。
- 必要に応じて、最新の設計および実施計画に基づき、環境影響の軽減策および監視に係る費用を準備しなければならない。
- 事業に実施に当たり、影響を被る恐れのある地域の住民に対して常々最新の情報を開示すべきである。
- 万一、住民移転などの影響が認められる場合は、PPWSA は真摯に協議に参加し、必要な補償に努めなければならない。

カンボジア国プノンペン市上水道整備計画調査(フェーズ2)

和文要約

序文

伝達状

マスタープラン調査対象地域

写真

要約

目次

表リスト

図リスト

略号

パートA：マスタープラン

目次

第1章	計画の背景	A-1
1-1	計画の目的	A-1
1-2	計画対象地域	A-1
1-3	計画目標年次	A-1
1-4	調査の概要と方法	A-1
第2章	調査対象地域の状況	A-3
第3章	フェーズ1 マスタープランのレビュー	A-4
第4章	プロジェクトフレームワーク	A-5
4-1	マクロ経済および産業	A-5
4-2	国家計画	A-5
4-3	水と衛生に係る基本方針	A-6
4-4	他の水関連セクター政策	A-6
4-5	都市計画と人口予測	A-7
第5章	上水道整備計画	A-8
第6章	水需要予測	A-9
第7章	プノンペン市上水道整備計画	A-10
7-1	取水・浄水施設	A-11
7-2	送・配水施設	A-13
7-3	現況の分析および将来への配慮	A-14
7-4	施設の計画と方針	A-15
7-5	2005年から2010年に向けての管網整備	A-18
7-6	2010年から2015年に向けての管網整備	A-18

7-7	2015年から2020年に向けての管網整備	A-19
第8章	プノンペン市周辺地域上水道整備計画.....	A-21
第9章	排・下水ならびに衛生施設.....	A-22
第10章	初期環境影響評価.....	A-23
10-1	主な環境影響因子	A-23
第11章	組織・制度改善計画.....	A-26
11-1	組織・制度発展に伴うフェーズ	A-26
11-2	PPWSA の役割.....	A-27
第12章	事業実施計画	A-31
第13章	事業費	A-33
13-1	プノンペン市上水道整備計画事業費	A-33
13-2	プノンペン市上水道整備計画維持管理費（浄水場からの中央送配水システムによるもの） A-34	
13-3	プノンペン市周辺地域上水道整備計画事業費	A-36
13-4	プノンペン市周辺地域上水道整備計画維持管理費	A-36
第14章	財務分析	A-37
14-1	プノンペン市上水道整備計画事業	A-37
14-2	プノンペン市周辺地域上水道整備計画事業	A-39
第15章	評価	A-40
15-1	技術評価.....	A-40
15-2	環境影響評価.....	A-40
15-3	社会・経済評価.....	A-41
15-4	財務評価.....	A-42
15-5	経済評価.....	A-43

パートB：フィージビリティ・スタディ

目次

第1章	ステージI 優先プロジェクト.....	B-1
第2章	プノンペン市上水道施設拡張事業.....	B-2
2-1	取水・浄水場拡張事業(Chrouy Changva ステージII).....	B-2
2-2	送・配水施設拡張事業.....	B-2
第3章	既存施設改修事業.....	B-4
3-1	改修事業.....	B-4
第4章	プノンペン市周辺地域地下水開発事業.....	B-5
第5章	組織・制度改善計画.....	B-6
5-1	ステージI 事業実施に伴う組織・制度改善計画.....	B-6
5-2	PPWSA の組織・制度改善.....	B-7
第6章	概算事業費および事業実施計画.....	B-14
6-1	ステージI 概算事業費.....	B-14
6-2	事業実施計画.....	B-15
第7章	優先事業の評価.....	B-16
7-1	技術評価.....	B-16
7-2	社会経済評価.....	B-16
7-3	財務評価.....	B-17
7-4	環境影響評価.....	B-19

パート A: マスタープラン

表リスト

表 3.1	PPWSA の水道事業運営実績指標比較 (1993 年および 2004 年)	A-4
表 4.1	CMDG7 の水と衛生に係る設定目標	A-5
表 4.2	人口予測	A-7
表 5.1	計画給水普及率	A-8
表 5.2	給水人口	A-8
表 6.1	水道整備計画基本指標 (単位: m^3/d)	A-9
表 7.1	既存浄水量	A-11
表 7.2	浄水場の拡張計画	A-11
表 7.3	代替案の比較	A-12
表 7.4	浄水施設拡張計画	A-13
表 8.1	2020 年における安全な地下水による給水普及人口	A-21
表 8.2	地下水開発実施スケジュール	A-21
表 9.1	北部および南部の湿地帯の占める面積	A-22
表 9.2	湿地帯からの流出する BOD 値 (環境省基準値: $BOD < 30mg/L$)	A-22
表 10.1	環境影響因子	A-23
表 10.2	スコーピングチェックリスト	A-24
表 13.1	プノンペン市上水道整備計画事業費	A-34
表 13.2	プノンペン市上水道整備計画年間維持管理費	A-35
表 13.3	プノンペン市周辺地域上水道計画事業費	A-36
表 13.4	プノンペン市周辺地域上水道計画維持管理費	A-36
表 14.1	各需要別平均水道料金 ($Riels/m^3$)	A-38
表 14.2	単位水量当り平均水道料金 ($Riels/m^3$)	A-38
表 15.1	資本の加重平均コスト (WACC)	A-42
表 15.2	FIRR 値および感度分析 (PPWSA)	A-42
表 15.3	EIRR および感度分析	A-44
表 15.4	EIRR および感度分析 (周辺地域上水道整備)	A-44

図リスト

図 7.1	水需要および浄水量	A-10
図 7.2	浄水場位置比較	A-12
図 7.3	主要 6 送水管網	A-14
図 7.4	ローカルループの形成	A-16

図 7.5	既存のテレメータブロックシステム	A-17
図 7.6	2005 年から 2010 年に向けての管網整備	A-18
図 7.7	2010 年から 2015 年に向けての管網整備	A-19
図 7.8	2015 年から 2020 年に向けての管網整備	A-20
図 7.9	2020 年における大幹線網	A-20
図 11.1	制度の成長に係るフェーズ分け	A-26
図 12.1	事業実施計画	A-32

パート B: フィージビリティ・スタディ

表リスト

表 5.1	組織・経営改善計画((案))	B-11
表 6.1	プノンペン市上水道施設整備事業費 (x 千 US\$)	B-14
表 6.2	プノンペン市周辺地域地下水開発事業費(x 千 US\$)	B-15
表 7.1	FIRR および感度分析 (プノンペン市上水道施設拡張事業)	B-17
表 7.2	EIRR および感度分析 (プノンペン市上水道プノンペン施設拡張事業)	B-17
表 7.3	EIRR および感度分析 (プノンペン市周辺地域地下水開発事業)	B-19

略号

ADB	:	Asian Development Bank
BAU	:	Bureau des Affaires Urbaines
BOD	:	Biological Oxygen Demand
BOT	:	Built, Operation, and Transfer
CDS	:	Central Distribution System
COD	:	Chemical Oxygen Demand
DPWT	:	Department of Public Works and Transport
EIA	:	Environmental Impact Assessment
F/S	:	Feasibility Study
GDP	:	Gross Domestic Product
GNP	:	Gross National Product
GOJ	:	The Government of Japan
IEIA	:	Initial Environment Impact Assessment
MIME	:	Ministry of Industry, Mines and Energy
MIS	:	Management Information System
MOE	:	Ministry of Environment
MOP	:	Ministry of Planning
MPP	:	Municipality of Phnom Penh
MPWT	:	Ministry of Public Works and Transport
MWRM	:	Ministry of Water Resources and Meteorology
NRW	:	Non-Revenue Water
PPWSA	:	Phnom Penh Water Supply Authority
PVC	:	Polyvinyl Chloride Pipe
RGC	:	The Royal Government of Cambodia
SEDP	:	Socioeconomic Development Plan (I or II)
TA	:	Technical Assistance
UNDP	:	United Nations Development Program
US\$:	United States Dollar
WB	:	World Bank
WHO	:	World Health Organization
WTP	:	Water Treatment Plant

和文要約
パートA
マスタープラン

第1章 計画の背景

第1章 計画の背景

本計画は平成16年7月29日、「カ」国鉱工業エネルギー省（The Ministry of Industry, Mines and Energy; MIME）ならびにプノンペン水道公社（The Phnom Penh Water Supply Authority ; PPWSA）と独立行政法人国際協力機構（JICA）間にて署名された「業務範囲」に係る合意に基づき実施する。JICAは本計画を実施するに当たり本調査団を結成した。

調査は、平成16年12月から開始され、平成18年1月末に完了した。本報告書は全ての調査状況を取りまとめた最終報告書と文要約である。

1-1 計画の目的

本計画の目的は下記のとおりである。

- 1) 計画目標年次を2020年とするマスタープランを策定し、大プノンペン首都圏（プノンペン市、タクマオ市、およびプノンペン市周辺のカンダール州地域を含む）における水道事業計画の効果的、安定的開発に資する。なお、係る開発計画のうち優先計画についてはフィージビリティ調査を実施する。
- 2) 本調査実施においては、「カ」国側に対して、技術移転を図る。

1-2 計画対象地域

本調査計画対象地域は、大プノンペン首都圏とする。係る面積は、プノンペン市周辺の堤防道路の内側のおおよそ510km²で、現況の人口はおおよそ150万である。

1-3 計画目標年次

計画目標年次は、計画の目的に示すとおり 2020年とする。

1-4 調査の概要と方法

調査の方法はインセプション・レポートに示した内容に基づき、以下に示す3段階に区分し実施し、それぞれの段階にて各報告書を取りまとめた。

- ◆ フェーズ I (基礎調査) マスタープラン策定の準備段階として、基礎調査を実施する。調査には、技術的、組織的、運営、財務に係る既存情報の収集・解析を含む。調査結果は、プログレス・レポートとして3月9日付けにて提出した。
- ◆ フェーズ2 (マスタープラン策定調査)

計画目標年次2020年としたマスタープランを策定し、インテリム・レポートとしてとりまとめる。マスタープランは組織、要員の能力、および排水に係る改善計画を含む。インテリム・レポートは平成17年7月に提出した。

◆ フェーズ3(フィージビリティ・スタディ策定調査)

マスタープランにて提案された優先計画につき概略設計を実施し、係る事業費の積算、維持管理計画、要員の能力向上計画、および実施計画を策定する。

本ファイナル・レポートは、上記に示したこれまでの調査をとりまとめ以下の内容にて構成する。

- ◆ Volume I : 要約 (和文要約付き)
- ◆ Volume II : メインレポート
 - パートA : マスタープラン
 - パートB : フィージビリティ・スタディ
- ◆ Volume III : サポートィングレポート
 - パートA : 調査検討資料集
 - パートB : 図面集

第2章 調査対象地域の状況

第2章 調査対象地域の状況

PPWSAの給水対象地域は、プノンペン市およびその周辺を取り囲むカンダール州に広がっている。プノンペン市は「カ」国の首都で、メコン河、サップ河、およびバサック河の合流地点に位置している。これらの河川は”X”状の合流地点を形成しており、季節の変わり目において流行が変わるなどの特徴を有している。プノンペン市域においては、地下水水源が乏しいことからこれらの表流水を主要水源としている。気象は熱帯モンスーンに属し、5月から11月までが雨期であり、12月から4月までが乾期である。

プノンペン市は7区からなり、区名は「Khan」と呼ばれる。7区のうち4区は既に市街地を形成しており、残る3区は郊外地域を形成している。それぞれ区域は、更に8から12の地域に細分され「Sangkat」と呼ばれる。プノンペン市の市街化4区域の面積は27km²、残る3郊外区域は347km²で合計374km²である。

堤防を形成している南西部周辺道路は標高10m以上で、市域を洪水から保護する機能を担っている。市域の北部にはBoeng Kak湖が、南部にはBoeng Trabek Thom湖があり湿地帯を形成している。これらの湖は乾期においては下排水の処理に寄与する安定化池としての機能を有し、雨期には排水の一時的貯留機能を有している。しかしながら、昨今埋め立てなどが進行しており、これらの自然浄化作用は著しく損なわれている。

第3章 フェーズ1 マスタープランのレビュー

第3章 フェーズ1マスタープランのレビュー

フェーズ1マスタープランは、1991年11月のパリ協定による「カ」国内戦の終了後、我が国の協力により1993年策定された。フェーズ1マスタープランの目的は、1)プノンペン市における上水道整備マスタープランの策定、2)既存上水道施設の緊急改修計画の策定、および3)マスタープランにより提案された緊急計画に対するフィージビリティ調査の実施である。フィージビリティ・スタディを実施する予定であった緊急計画については、緊急改修計画として即時採択され、フィージビリティ・スタディとしては取り扱われなかった。

下表は各種指標について、1993年当時と現況を比較したものである。

表 3.1 PPWSA の水道事業運営実績指標比較 (1993 年および 2004 年)

項目	1993 年	2004 年
浄水量 (m ³ /日)	65,000	235,000
給水普及率 (%)	50	85
配水管網 (km)	280	1,084
給水水圧 (bar)	0.2	2.0
連続給水 (hr/日)	10	24
給水栓数	26,881	120,000
1,000 栓当たりの職員数	22	4
不法接続	more than 300/year	less than 5/year
量水計測率 (%)	12	100
料金収集率 (%)	50	99.9
NRW (%)	72	15
給水収益 (billion Riels)	0.7	34
営業費用 (billion Riels)	1.4	9.4
経常費用 (billion Riels)	N/A	27

Source: PPWSA

第4章 プロジェクトのフレームワーク

第4章 プロジェクトフレームワーク

4-1 マクロ経済および産業

「カ」国は最貧国の一つである。経済は大きく農業に依存しているが、最近においては外貨獲得産業として、観光業および繊維工業への依存度を高めている。政府の社会・経済基盤の拡充に必要な公共事業実施に関する予算は不足しており、債務の増加は避けられない状況にある。

米国の繊維産業に対する特惠国待遇取得に失敗したこと、石油関連価格の急騰、農業関連の弱体見通し等にもかかわらず、経済成長は堅調であった。IMFは当初の見込みを見直し、2004年次実質経済成長率を4.3%から7.7%へ、2005年次は1.9%から6.3%へと上方修正した。さらに世界銀行は、2006年次経済成長見込みを6.1%と予想している。しかしながら、双方の機関ともに、CPIの上昇率を5%と予測している。

「カ」国政府は、自国内産業の世界市場における競争力を高めるため、生産基盤となる、用水供給、電力供給、財務サービス、通信などのコストの低廉化推進計画を策定し、文化的、自然的観光産業の推進に力を入れている。

4-2 国家計画

「カ」国政府は、憲法に基づき5年ごとに国家計画を策定している。現在、2006年-2010年次国家開発計画(2006-2010 National Strategic Development Plan: NSDP：国家戦略的開発計画)を策定中である。NSDPは4角形政策と呼ばれる2004年-2008年次の「調和と提携」に関する行動計画であり、現行のSEDP II(Socio-economic Development Plan II：社会経済開発計画)、およびNPRS(National Poverty Reduction Strategy：国家貧困撲滅政策)とも符合し、「カ」国ミレニアム計画 (Cambodia Millennium Development Goals :CMDGs) の目的と合致している。

表 4.1 CMDG7 の水と衛生に係る設定目標

項目	ベンチマーク		目標		
	%	年	2005	2010	2015
7.10: Proportion of rural population with access to safe water source (農村部における給水普及率)	24	1998	30	40	50
7.11: Proportion of urban population with access to safe water source* (都市部における給水普及率)	60	1998	68	74	80
7.12: Proportion of rural population with access to improved sanitation (農村部における衛生施設への普及率)	8.6	1998	12	20	30
7.13: Proportion of urban population with access to improved sanitation (都市部における衛生施設への普及率)	49	1998	59	67	74

Source: Cambodia Millennium Development Goals Report 2003

Access to piped water in Phnom Penh is presently estimated at 85%, 15% for provincial towns (but 5 of 24 have none).

水と衛生に係る計画においては、MDGs はNSDP計画を基にしていることからSEDP IIの設定値と必ずしも同一値ではない。

安全な飲料水へのアクセスにおいては1995年次の20%から2000年次においては26%に拡大するものとしている。以降の進展については、2004年次の最新の統計調査によるものとするが、2005年次中期に結果が発表されることとなっている。

4-3 水と衛生に係る基本方針

「カ」国政府は、2003年2月、水と衛生に係る計画として、「全ての国民が安全な給水を受け、衛生施設を有し、安全で衛生的かつ環境に優しい生活環境を享受することができる」ことを定めている。

水供給における基本方針は、その地域の状況に応じて供給者サイドから、あるいは需要者サイドからのアプローチにより実施する。一般的に需要者サイドからのアプローチはコストが低廉となり、地域の要求および可能性を満たすことができ、環境に優しいなど利点がある。

PSPを奨励する。ただし、民間業者についてはその権利と義務を正しく定めるべきである。

料金設定は全てのコストリカバリーを旨とする。ただし、その料金は正しく政策を反映し、貧困層への配慮が必要である。

「カ」国の水供給セクターにおいては、PPWSAの水道事業が唯一の公営企業法の適用を受けている。「カ」国の24(内3事業体は施設を有しない)の水道事業体の内、3カ所は「財務的独立採算」、を指向すべきである。そのため、運営の安定性ならびに財務的妥当性、コストリカバリー、効率的運営を図り、消費者に対する説明責任を果たす必要がある。MIME および各市町村はそれぞれの役割と責任を定め、水道事業の運営に協力し、政治的干渉を避けなければならない。

「水法」は原案が策定され、水と衛生に係る基本的なフレームワークを示している。現状に比して、MIMEの監督権限に対して全体的な計画および政策的展開を求め、さらには水と衛生セクターのレギュラトリとしての機能を求めている。オペレータに対してはそのライセンスを供与することができ、料金を設定できることとなっている。

4-4 他の水関連セクター政策

水資源法(案)は、水利権、水利用者の責務、水資源管理の原則、水利用者の責務を定め、MOWRAMは水資源に係るインベントリを保有し、国家的水資源計画を策定するものとしている。

「カ」国は水供給において、民活の有効性について検討中である。いくつかの自治体においては(既に5カ所の自治体で)、民間業者が「建設-運営」などの形で水道事業を運営している。

4-5 都市計画と人口予測

プノンペン市は市の定めた開発シナリオに基づき、プノンペン市中心部市街化地域における人口は2005年の715,500人から2020年には683,400人に減じると予測している。平均人口密度は1ha当たりにして、2005年の264人から2020年の252人に減じるとしている。もっとも人口密度の高いPrampir Meakkara区においては、現状の540人から2020年次には440人に減じるものと予測している。中央区の一つであるTuol Koukでは少々人口が増加するものと予測している。

プノンペン市の郊外地域では今後2020年までには62万人から132万人へと倍増すると予測している。係る内訳は27万人がDangkao区にて、16万人がMean Chey区にて、さらにRuessei Kaev区にて27万人の人口が増加するものと予測している。

表 4.2 人口予測

年	2005年	2010年	2015年	2020年
プノンペン市	1,334,892	1,551,479	1,776,646	2,006,009
i) Chamkar Mon	237,822	235,775	233,728	231,680
ii) Doun Penh	156,691	151,587	146,483	141,380
iii) Prampir Meakkara	118,664	111,507	104,350	97,190
iv) Tuol Kouk	202,355	205,941	209,527	213,110
中心部市街化地域	715,532	704,810	694,088	683,360
v) Dangkao	118,466	206,458	296,599	387,948
vi) Mean Chey	233,348	285,361	339,983	395,779
vii) Ruessei Kaev	267,546	354,850	445,976	538,922
郊外地域	619,360	846,669	1,082,558	1,322,649
カンダール州 (計画対象区域内)	195,107	223,412	258,222	297,817
i) Kandal Stueng (part)	16,068	18,726	21,926	25,459
ii) Kien Svay (part)	57,765	63,382	69,666	76,093
iii) Angk Snuol (part)	37,892	49,314	64,930	84,546
iv) Ponhea Lueu	14,427	16,215	18,276	20,451
v) Ta Khmau	68,955	75,775	83,424	91,268
計画対象区域合計	1,529,999	1,774,891	2,034,868	2,303,826

カンダール州においては、国道4号線沿いのAngk Snuol地区において、2020年次までに46,700人の人口増を予測している。これは、カンダール州全体の人口増である102,700人のおおよそ半分を占める。Kamboul コミューンにおける人口増加率は特に高率の8%と予測している。

Ta Khmau 地域は都市化が進んでいるが、地域が洪水域であることから人口増加率は中間的であると予測している。

第 5 章 上水道整備計画

第5章 上水道整備計画

本計画給水地域における 2004 年次給水普及率は 67.7%である。給水区域内における内訳は、プノンペン市域においては 76.8%、カンダール州地域においては 10%と推定される。

本上水道整備計画策定においては、計画年次の給水普及率の拡大に向けて、2 つの国家計画を考慮する。一方は、2015 年次における都市域の給水普及率を 80%と定めた MDGs (2005-2015 年)、他方は、PPWSA が MIME の方策に基づき 2009 年を計画年次として定めた戦略的開発計画である。

現況の給水普及率、計画事業の実施状況、各地域の開発優先度などを考慮した上で、下表に示すとおり段階的整備計画を定める。プノンペン市の都市計画局が定める都市計画構想に基づき、プノンペン市の北部および南部に位置する Mean Chey 区 および Ruessei Kaev 区に対しては高い開発優先度を与える。ただし、北部の Dangkao 区における Kakab および Chaom Chau コミューンに対しては、国道 4 号線沿いに位置する特殊事情から高い開発優先度を与える。

表 5.1 計画給水普及率

年	2005 年	2010 年	2015 年	2020 年
プノンペン市計画給水普及率	76.8 (79.4)	77.3 (79.6)	80.3 (82.2)	88.6 (91.9)
カンダール州計画給水普及率	5.7	20.0 (38.9)	25.0 (69.9)	30.0 (80.1)
計画給水普及率 (計画対象地域全域)	67.7 (70.0)	70.1 (74.5)	73.3 (80.7)	81.0 (90.4)

Notes:

1)The coverage in 2005 is assumed to be same as the present coverage in 2004.

2)Figures in () show the coverage including both piped water supply of PPWSA and well water supply by MRD.

PPWSA の給水管網による給水人口および地下水開発により給水をまかなうプノンペン市周辺地域を含めた給水人口は下表のとおり。

表 5.2 給水人口

年	2005年	2010年	2015年	2020年
計画給水区域内人口	1,529,999	1,774,891	2,034,868	2,303,826
PPWSAからの送・配水管網による計画給水人口				
計画給水人口	1,035,931	1,244,738	1,491,113	1,866,102
計画給水普及率	67.7%	70.1%	73.3%	81.0%
PPWSAおよび地下水開発による計画給水人口				
計画給水人口	1,070,582	1,321,598	1,641,684	2,082,822
計画給水普及率	70%	74.5%	80.7%	90.4%

第 6 章 水需要予測

第6章 水需要予測

最も確率の高いシナリオに基づき、一日平均給水量は2004年次の133,402 m³/日から2020年次においては271,093 m³/日へと増加する。一日最大給水量は2004年次の204,027 m³/日から2020年次においては414,612 m³/日と増加する。給水普及率は2004年次の67.7%から2020年においては81%となる。なお、NRW (Non revenue water: 無収水量) はPPWSAの適切な維持管理により15%に保持されるものとする。

表 6.1 水道整備計画基本指標 (単位: m³/d)

年	2005年	2010年	2015年	2020年
PPWSAの送・配水管網による				
計画一人一日平均使用水量 (ℓ/日)	80	86	95	104
計画ピークファクター	1.3	1.3	1.3	1.3
計画一人一日最大使用水量(ℓ/日)	104	111	123	135
NRW	15%	15%	15%	15%
計画一人一日最大給水量 (ℓ/日)	122	131	144	158
計画年次人口予測	1,529,999	1,774,891	2,034,868	2,303,826
計画給水人口	1,035,931	1,244,738	1,491,113	1,866,102
計画給水普及率 (%)	67.7	70.1	73.3	81.0
計画一日平均給水量 (m ³ /日)	133,402	166,529	209,292	271,093
計画一日最大給水量 (m ³ /日)	204,027	254,691	320,094	414,612
計画給水栓数 (一般世帯)	105,870	136,540	180,736	247,712
計画給水栓数 (一般世帯以外)	15,517	18,729	21,640	25,011
計画合計給水栓数	121,387	155,269	202,376	272,723
PPWSAの送・配水管網および周辺地域地下水開発による				
計画年次人口予測	1,529,999	1,774,891	2,034,868	2,303,826
計画給水人口	1,070,582	1,321,598	1,641,684	2,082,822
計画給水普及率 (%)	70.0	74.5	80.7	90.4
周辺地域地下水開発による				
計画給水人口	34,650	76,860	150,570	216,720
一井戸当たり給水人口 (人/井戸)	210	210	210	210
計画井戸数	165	366	717	1,032
計画一人一日使用水量 (ℓ/日)	40	40	40	40
井戸による計画一日給水量 (m ³ /日)	1,386	3,075	6,023	8,668

第7章 プノンペン市上水道整備計画

第7章 プノンペン市上水道整備計画

計画年次 2020 年におけるプノンペン市域の水道整備計画は、PPWSA の戦略的開発計画および水需要予測に基づき以下の方針にて策定する。

整備方針	1) 安定的給水の実現 (適正水圧を保持し、24 時間連続安定給水を実現する) 2) 水質的安全性の確保 (「カ」国水質基準に適合した給水を実現する) 3) 給水の拡大 (未給水区域に対して給水を拡大する)
------	---

計画年次2020年に向けての浄水拡張計画は、一日最大給水量ベースにて下図に示すとおりである。現状の浄水量は23.5 万 m^3 /日であり、2007年までの水需要に対処することができる。Chrouy Changva 浄水場を6.5万 m^3 /日拡張 (PPWSAの合計浄水量は30万 m^3 /日となる) することによりステージIIはもとよりステージIIの2013年までの水需要を満たすことができる。2013年以降はステージIIおよび以降の水需要を満たすため10万 m^3 /日の新規浄水場を建設する必要がある。これにより浄水量合計は40万 m^3 /日となり、ステージIIIの2019年までの水需要に対応することができる。10万 m^3 /日規模の新浄水場の拡張は規模としても適切であり、送配水管網などの付帯的事業の実施の観点からも適切である。第三次拡張事業はステージIII の2019年次に実施予定であるが、ステージIIIの後半から2020年次以降における水需要を満たすことができる。

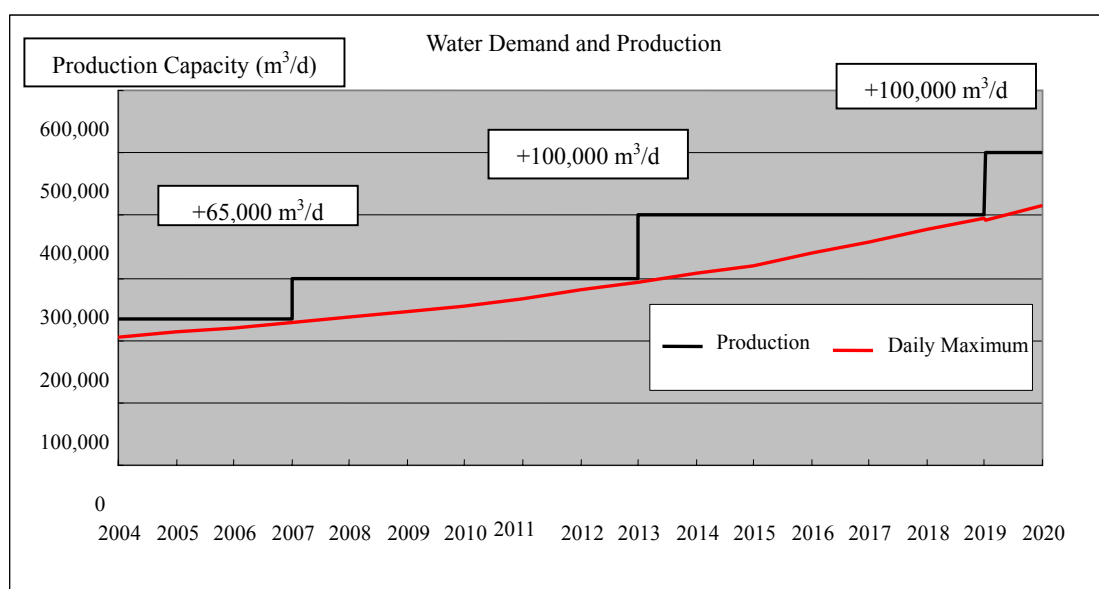


図 7.1 水需要および浄水量

7-1 取水・浄水施設

計画年次2020年における必要浄水量は50万 m^3 /日である。一方、既存の浄水能力は下表のとおり。従って、今後26.5万 m^3 /日の浄水能力の拡張が必要である。

表 7.1 既存浄水量

浄水量	容量 (m^3 /日)
2020年における必要浄水量	500,000
既存浄水場	
- Phum Prek	150,000
- Chamkar Mon	20,000
- Chrouy Changva	65,000
小計	235,000
必要開発容量	265,000

PPWSAは既存Chrouy Changva浄水場内に6.5万 m^3 /日の浄水場を拡張し合計13万 m^3 /日とする計画である。Chrouy Changva浄水場の拡張工事は本マスタープランの最初の事業であり、その後、Nirouth に新浄水場を建設する計画である(下表参照)。

表 7.2 浄水場の拡張計画

浄水場	容量(m^3 /日)	開発予定年
Chrouy Changva – 2nd Stage	65,000	2008
Nirouth Plant – 1st Stage	100,000	2013
Nirouth Plant – 2nd Stage	100,000	2019
浄水量の増加	265,000	-

新規浄水場の拡張計画は水源および浄水場の位置の点について検討した。水源に関しては、Basak河川水は水量的に問題があり、かつ水質的にも問題があることから候補から除外する。浄水場の位置は水源に近く、かつ給水対象地域に近いことが望ましいことから、以下のとおり内容を比較検討した。

代替案の比較は次図に基づき検討した。水源については代替案Aよりも代替案Bおよび代替案Cが好ましい。更に、代替案Cは代替案Bに比して、給水区域に対する送・配水の観点から優越している。従って、代替案CすなわちNirouth に20万 m^3 /日規模の新浄水場を建設することが最も望ましい。

表 7.3 代替案の比較

項目	代案 - A (Svay Pak)	代案 - B (Chrouy Changva)	代案 - C (Nirouth)
取水 Location	Tonle Sap	Mekong River Upstream	Mekong River Downstream
Future water quality	Poor	Good	Good
浄水場 Power consumption (Distance to network)	6.18 km/m ³ (114 %)	6.28 km/m ³ (116 %)	5.43 km/m ³ (100 %)
使用薬品量	多い	普通	普通
総合判断	第 3 位	第 2 位	第 1 位

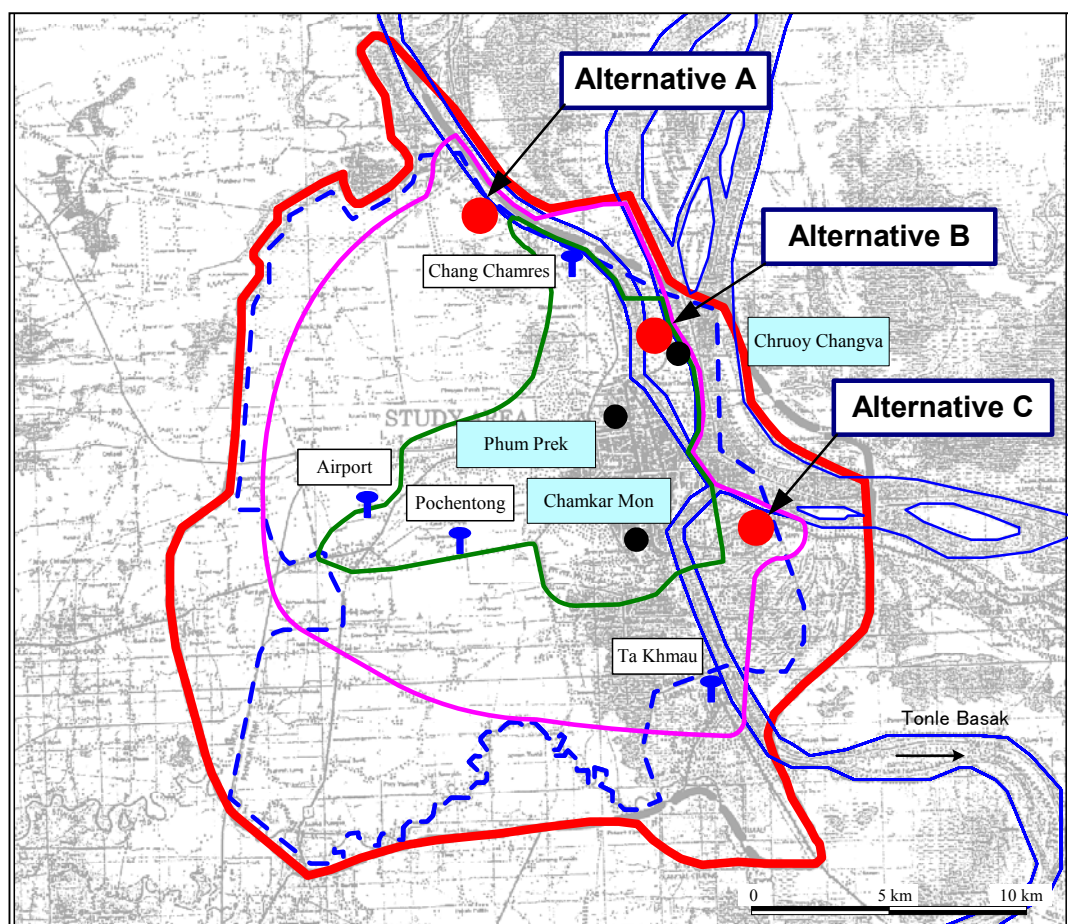


図 7.2 浄水場位置比較

浄水場の拡張計画は下表のとおりとする。

表 7.4 浄水施設拡張計画

ステージ	浄水施設
I (2005-2010)	Chrouy Changva – 2nd Stage 65,000 m ³ /d (2007 年)
II (2011-2015)	Nirouth Plant – 1st Stage 100,000 m ³ /d (2013 年)
III (2016-2020)	Nirouth Plant – 2nd Stage 100,000 m ³ /d (2019 年)

7-2 送・配水施設

送・配水施設は浄水場の拡張に伴い、水需要が増加する地域ならびに長期的な水理的要件を考慮しながら整備する。管網の整備はマスタープランにて採用した水需要予測に基づき、かつ、既存との整合性に配慮しながら実施する。

例えば、新規管網による延長あるいは中央部管網からの延長などにより管網の拡大を図る場合、不要な社会的コスト増については避けるよう努める。配水管網は、ひとたび送水管が整備されれば開発が促進され、その場所に再び管網を整備することは困難となるが、プノンペン市域においてはこのようなケースが生じており問題となっているケースもある。

プノンペン市においては、全ての浄水施設が水源と近接し市域の東部に位置しており、これから管網開発が必要な地域は北部、西部、および南部に散在している。市域の中心部の既存送水管は、郊外で増加する水需要に対応しなければならない。浄水場においては、配水管網の末端における必要最低圧力を保持するため、高い送水圧にて設計されることから、浄水場付近においては送水圧が高く、ポンプのエネルギー効率の問題や漏水の危険性が高まり維持管理費の高騰を招く。

今回の開発計画は、1)増加する水需要に対応し、2)全ての管網の効果を最大限生かす、ことを目標とする。これらの目標を達成するため、以下の事項について考慮する。1)高架水槽を拠点とし、いくつかの地域ネットワークを形成し、水量ならびに水圧の管理を容易なものとする、2)大送水管網においては、ループを形成し送水圧の均分化を図る、3)既存と同様に流量計測のため管網ブロックを形成する。

送・配水システムの拡張は2010年、2015年および2020年の3段階に分割して推進する。係る設計は今回本調査により供与されたWaterCadを用いて実施した。

7-3 現況の分析および将来への配慮

既存の送・配水管は下図に示すとおり、3カ所の浄水場から、6地域へと送水されている。送水管から閉じた配水管網ブロックへと送水され、テレメータにより水圧等がモニタリングされ市民へと給水されている。主要6管網は1) Prekleap Branch、2) Chrang Chamres Branch、3) Airport Branch、4) Pochentong Branch、5) Dangkao Branch、および6) Ken Svey Branch からなる。

以下に今後の整備に係る主要な課題を示す。

- 水需要は、これまで整備してきたエリアの反対側へと伸びており、係る地域への管網整備が急務である。
- 送水管においてはループがなく、枝状の管網により送水している。
- 管網には配水池がなく、需要の変動等に対応する柔軟性が低く、地域によっては圧力調整への対応が困難となっている。各浄水場における送水ポンプのエネルギー効率が悪く、各送水ポンプは他の浄水場の送水ポンプと干渉しながら市域の周辺部へと給水している。
- 既存浄水場は主要給水対象地域に対して東部に位置している。しかしながら、新規の水需要増加は北部、西部、および南部へと拡大しており、周辺部へ送水するためには、市中央部の既存送水管を經由することから、大きな水理的負荷がかかっている。市街地中央部の既存送水管網の拡張はコストならびに社会的影響を伴うことが危惧される。

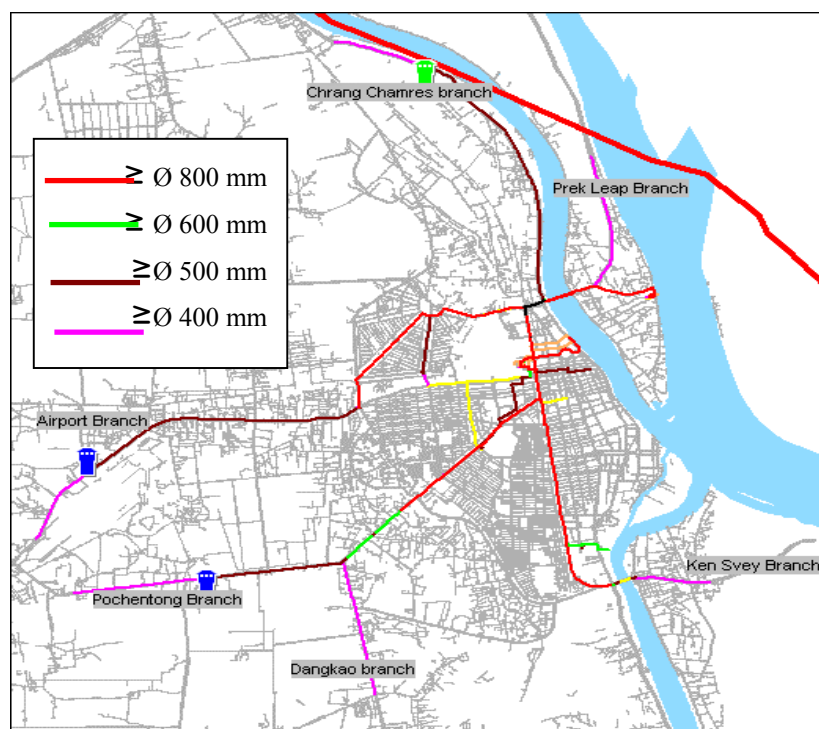


図 7.3 主要 6 送水管網

一方、現在3カ所にて高架水槽が建設中であり、周辺部に対する給水量と圧力の緩和に一役を担うものと期待できる。これらは既存の送水管の圧力安定をもたらし、送・配水管網の上流側における水圧低減に寄与する。係る高架水槽は配水区域のブロック化ならびにゾーン形成の役割も担うこととなる。

7-4 施設の計画と方針

配水管網の整備計画においては、1)水需要増加への対応、ならびに2)配水管網システム全体の改善、すなわち、給水圧力の安定化を目指す。

このうち、第1の課題への対応は比較的容易である。都市化に伴う水需要増加への対応であり、プノンペン市の開発計画を基に短期的、中期的、そして長期的見地から、各給水区域の地域的特徴および水理的条件を検討しながら整備を進めてゆく。詳細な管網整備の内容および地域などについては以下に示す。

第2の課題は少々複雑な問題である。周辺部地域は既存の主要浄水場から遠く離れており、浄水場に近い送配水管網は増圧の影響を受けることとなる。また、ある条件の下では、浄水場における送水ポンプ同士が干渉し合う。すなわち、Chrouy Changvar 浄水場の送水ポンプ圧力はPhum Phrek浄水場のそれに比し、揚程が過大であり、互いに干渉する。既に、両浄水場間に必要な操作弁が取り付けられ問題は比較的解消はされてはいるものの、係る操作弁は南方への送配水には無効である。このような状況を改善するため本計画整備事業は考慮しなければならない。効果的で維持管理の容易なシステムを構築するため、以下に示す3つの方策を講じる。以下にこれらの方策について詳細に述べる。

- 1) 給水区域のゾーン化
- 2) ループ配管の形成
- 3) ブロック化の形成

7-4-1 配水ゾーン

それぞれの配水ゾーンに分割することにより、それぞれの送水圧力は個別に制御することが可能となり、それぞれの浄水場での増圧を軽減することができる。このため高架水槽が重要な役割を担うこととなる。現在3高架水槽が建設中である。浄水場内に具備する浄水池は中心部への給水の安定に欠かせない役割を果たす。それぞれのゾーンにそれぞれの浄水池、あるいは高架水槽が対応することとなる。従って、将来給水区域が拡張する場合、さらなる高架水槽が必要となる。しかしながら、Nirouth浄水場の建設により水需要が拡張している南部地域および西部地域へ直接給水することが可能となり、高架水槽の建設が軽減される。

7-4-2 ループ

管網整備におけるループの形成はマスタープランの段階的整備計画と符合している。

内部ループ

内部ループの理論は既存の主要送水管網にループを形成することである。このループにより以下のことが可能となる。

- 既存あるいは拡張浄水場からの送水が容易となる。
- 拡張区域への給水が容易となる。
- 既存地域においては水圧のバランスを保つことが容易となるとともに、安全性の拡大に寄与し、ある部分に問題が生じた場合周辺の代替管網から給水が可能となる。

下図に示す内部ループの形成はステージ1の段階にて完成させる。

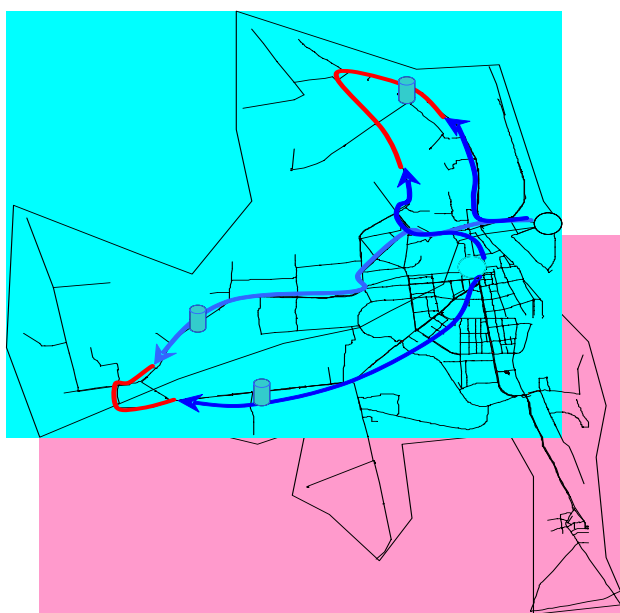


図 7.4 ローカルループの形成

中間ループ

この第2シナリオは南部地域への給水の拡張に資する。

係る方針は内部ループとも整合し、内部ループの補完的役割を担い、西部地域に向かう2つの送水管を横切り南部へ給水する。さらに係るループは網目状管網を改善する効果が期待でき、北西部あるいは南西部への給水の拡大に資する。

外部ループ

この方針は空港などを含む既存の市域の外郭部を取り囲みループを形成し、長期的、広範囲にわたり効果をもたらす。大きなループが効果をもたらすためには適切にデザインされ、投資が必要となる。

7-4-3 給水ブロック

3番目の管網改善策は、給水ブロックの考え方を採用することである。給水ブロックの目的は既存配水管網にて効果をあげているように、各給水ブロックにおいて給水量を把握し水消費量と比較して正確に漏水量を把握することにある。既存のテレメータシステムは下図に示す。

NRWを正確に把握するため、閉じたブロックシステムにて給水することを基本とする。しかしながら、開いたブロックシステムと比べて閉じた管網はその他の管網の容量を吸収するというような柔軟性に欠けることもあり、水需要の変動に伴い一日中圧力変動を生じ、浄水場はその変動に対応しなければならない。換言すれば、ブロックシステムは全体的に高い圧力制御の考え方が必要となり、前述のゾーニングならびにループなどとの組み合わせが重要となり、互いのシステムの特徴を補完することにより、理想的な配水管網を実現することとなる。

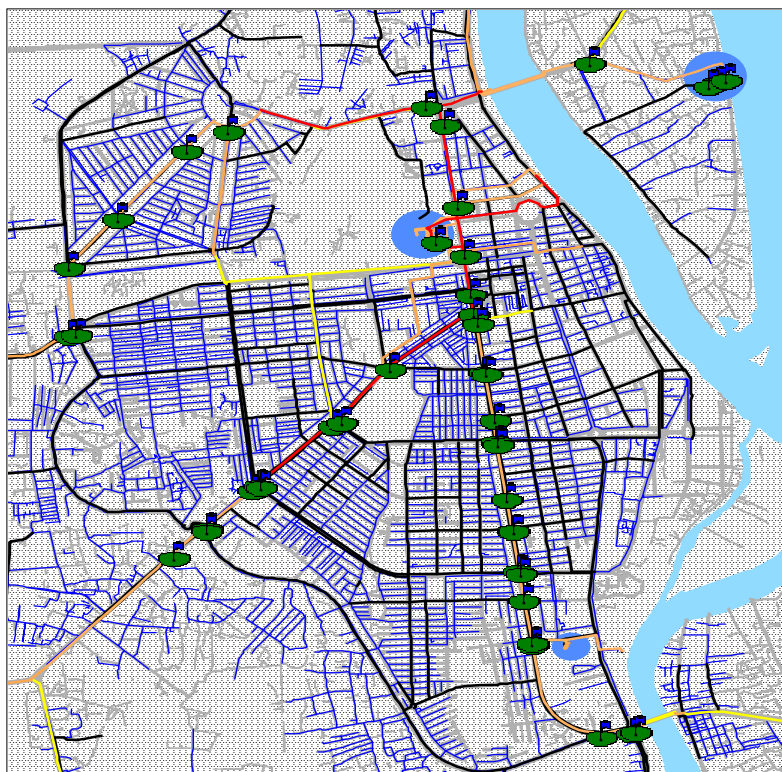


図 7.5 既存のテレメータブロックシステム

7-5 2005年から2010年に向けての管網整備

2005年から2010年にかけては、上記方策の内、内部ループを完成するため短期的ニーズに対処する。配水管網の最低水頭を極力150 k Pa以上に保ち、Phum Phrek浄水場からの送水圧力は極力減じることとする。

主要な送水管網 (500mm to 600mm)はTa Khmau; Ruessei Keo (Khmuonh); and Dangkao (Kakab, trapeang krasang, Dangkao Branch to Cheung Aek)への給水拡張に向けて、北部および南部に延長する。加えて、新規建設中の高架水槽に増圧ポンプを具備する。

ステージIにおいては、3高架水槽およびChrouy Changva浄水場が建設される。増圧ポンプ追加により、高架水槽への送水を容易にし、以下に示すとおり高水需要時に対応する送水が確実となる。

ステージIにおいては以下に示す管網整備事業を実施する。


延長(m)	口径 (mm)	材質	
1995	900	Ductile Iron	
967	800	Ductile Iron	
4572	600	Ductile Iron	
16672	500	Ductile Iron	
10718	400	Ductile Iron	
10056	300	Ductile Iron	
5834	250	Ductile Iron	
1351	225	HDPE	
52,125 meters, total length			

図 7.6 2005年から2010年に向けての管網整備

7-6 2010年から2015年に向けての管網整備

ステージIIにおいては、日量10万³のNirouth浄水場拡張事業を実施する。Nirouth浄水場からの送水本管は1000mmで、Basak川を横断しプノンペン市内に入る。その後、Chrouy Changvar浄水場から出ている800mm幹線の北端部分にて南北幹線 (500mmおよび600mm) と接続する。このようにして、既存の中央、南部、北部幹線の代用ともなる中間ループを完成する。空港北部の西部地域の開発はこの中間ループにより実現する。当該ループは既存あるいはNirouth浄水場のどちらか一方、あるいは両方の大きな浄水場から給水を受けることができる構造となる。

これらの事業実施により、問題の多くが解決されるが、部分的に配水圧力が3barあるいは2barよりも下がる地域があり、2015年以降はその解決策が必要となる。

ステージIIにおいては以下に示す管網整備事業を実施する。

延長 (m)	口径 (mm)	材質
3,510	1,200	Ductile Iron
6,960	1,000	Ductile Iron
4,340	800	Ductile Iron
1,370	600	Ductile Iron
5,100	500	Ductile Iron
1,720	400	Ductile Iron
14,570	300	Ductile Iron
10,140	250	Ductile Iron
16,320	225	HDPE
64,030 meters, total length		

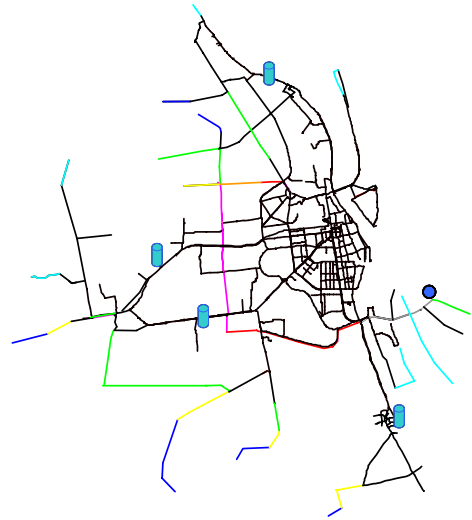


図 7.7 2010 年から 2015 年に向けての管網整備

7-7 2015 年から 2020 年に向けての管網整備

ステージIIIにおいては、更に日量10万 m^3 の浄水量を増強するため、Nirouth浄水場の第2期拡張事業を実施する。係る容量は増加する水需要に対応するもので、全体区域の80%以上の需要に対応する。管網整備としては外部ループの完成を目指す。係るループは南西部の空港周辺の間中ループから北部へと向かいChrouy Changvar浄水場に向かった東部地域へと拡張し接続され、管網全体がそれぞれ結合され、全体システムとして高い柔軟性、バランス、および安全性を確保できる。2020年までには下図の大幹線網が完成する。

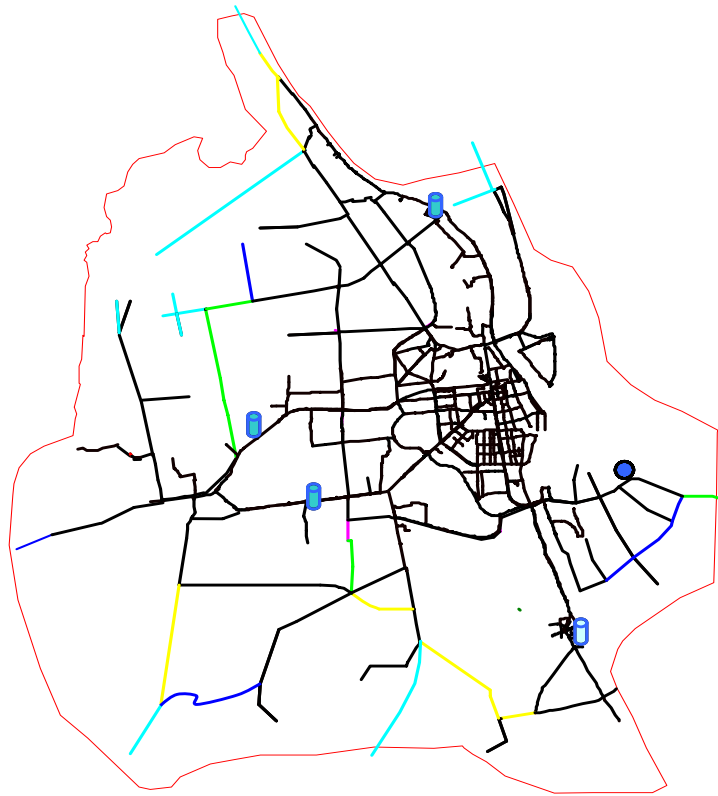


図 7.8 2015年から2020年に向けての管網整備

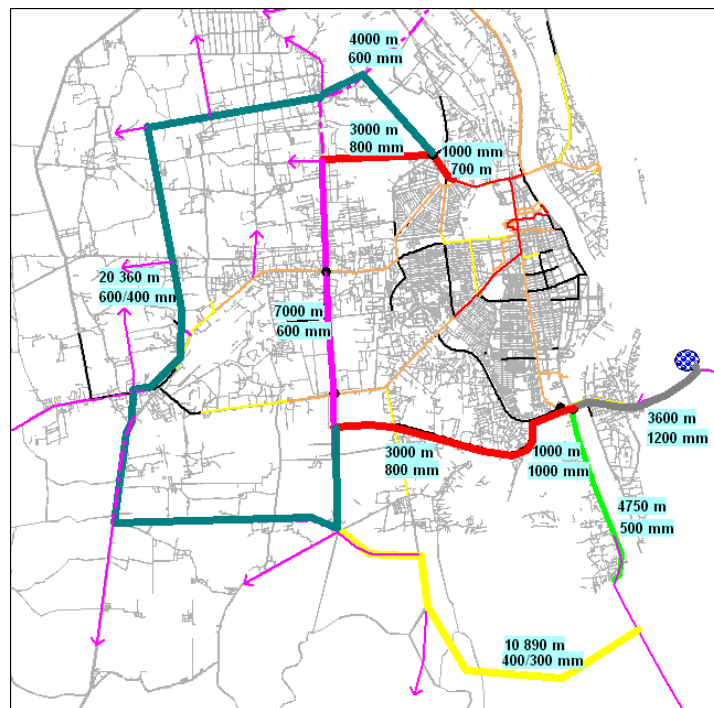


図 7.9 2020年における大幹線網

第8章 プノンペン市周辺地域上水道整備計画

第8章 プノンペン市周辺地域上水道整備計画

周辺部水道事業整備計画は、以下の表に示す地域の人口に対して安全な水を給水し、80%の給水普及率を目指す。係る給水は経済性に鑑みPPWSAの浄水場からの送・配水管網による給水によるものと、井戸水源の開発による給水とに分けた2元化による開発を目指す。開発は以下の表により実施する。

表 8.1 2020年における安全な地下水による給水普及人口

区域	人口予測	2020年 計画給水人口		2,020年 計画給水 普及率 (%)	地下水による計画給水普及率 (80% of district)		
		PPWSAの 送・配水 管網	JICA 開発の 地下水		給水 人口	水需要 (m ³ /日)	計画 給水普 及率(%)
プノンペン市	2,006,009	1,776,757	34,650	90.3	32,760	1,310	91.9
Urban 4 districts	683360	683360	0	100	0	0	100
Dangkao	387948	252166	25410	71.5	32760	1310	80.0
Mean Chey	395779	356201	840	90.2	0	0	90.2
Ruessei Kaev	538922	485000	8400	91.6	0	0	91.6
カンダール州	297,817	89,345	0	30.0	149,310	5,972	80.1
Kandal Stueng	25459	0	0	0	20370	815	80.0
Kien Svay	76093	7,609	0	10.0	53340	2134	80.1
Angk Snuol	84546	25364	0	30.0	42210	1688	79.9
Ponhea Lueu	20451	1611	0	7.9	14910	596	80.8
Ta Khmau	91268	54761	0	60.0	18480	739	80.2
合計	2,303,826	1,866,102	34,650	82.5	182,070	7,282	90.4

表 8.2 地下水開発実施スケジュール

Stage	Year		2006	2010	2015	2020			
Study	Basic design, Detailed design								
Soft component	Hygiene education, Establishment of WPC Cooperation of well construction								
Hard component	Well construction plan*1								
	Province	To be Served in 2020		Target	Well	Implementation schedule			
	District	Target population	Requied well	aquifer	depth (m)	2006	2010	2015	2020
	Phnom Penh City	32,760	156						
	Dangkao	32,760	156	Fissure	60				
	Kandal Province	149,310	711						
	Kandal Stueng	20,370	97	Fissure	60				
	Kien Svay	53,340	254	Fissure	60				
	Angk Snuol	42,210	201	Alluvial	40				
	Ponhea Lueu	14,910	71	Fissure	40				
Ta Khmau	18,480	88	Fissure	60					
Grand Total	182,070	867							

*1: Target population; to cover 80% of commune population by safe water

*2: four (4) communes are still less than 80% coverage in 2020

第9章 排・下水ならびに衛生施設

第9章 排・下水ならびに衛生施設

今回の調査によれば、プノンペン市域の北部における湿地帯の占める面積は、過去の2年だけでも半減している。2020年における湿地帯の面積は更に減じ、現時点の面積に比して北部では更に半減し、南部では65%に減じることが予測される。

表 9.1 北部および南部の湿地帯の占める面積

湿地帯 (Lake/Marsh)	2003年 (Photo taken in Jan. 2003)	2005年(現在) (Photo taken in Nov. 2004)	2020年 (Future)
北部	13.3 km ² (100%)	7.3 km ² (55%)	3.8 km ² (29%)
南部	15.3 km ² (100%)	14.3 km ² (93%)	9.3 km ² (61%)

水質に関しては、以下のように予測される。2005年次における北部および南部の湿地帯からの流出BODは、環境省の定める公共水域への許容放流基準を下回っている。しかしながら、2020年における予測値はこれを超えることが予測される。従って、2020年において環境省の水質基準を達成するためには、排水処理施設建設の検討が急務である。

表 9.2 湿地帯からの流出する BOD 値 (環境省基準値: BOD<30mg/L)

湿地帯 (Lake/Marsh)	2005年	2020年	C ₂₀₂₀ /C ₂₀₀₅
北部 (Flow to Tonle Sap)	14.3 mg/L	56.9 mg/L	4.0
南部(Flow to Tonle Basak)	29.7 mg/L	71.9 mg/L	2.4

係る公共水域の保全のため、以下の方策を講じなければならない。

プノンペン市は、市の開発計画を正式に決定し、「カ」国政府とも協調し市域の開発計画を監督・推進しなければならない。全ての開発計画は市により承認され、許諾を与えた上で実施されなければならない。全ての開発計画に対して環境省の環境影響評価のルールを厳格に適用し、係る結果に基づき、市は適正に各種事業の推進を図るべきである。未承認、未許諾事業については、法的な対処による何らかの罰則を適用すべきである。

市は現在の公共事業・排水局を強化し、下水道事業にも乗り出すべきである。このため、財務的強化ならびに下水道関連事業実施に向けた能力強化が望まれる。

市の公共事業排水局は環境省あるいはPPWSAとも協力し、湿地帯における定期的排水水質モニタリングを実施すべきである。モニタリングすべき水質項目はBODおよびCODなどである。観測地点は湿地帯への流入口と湿地帯からの流出口とする。このため、市は公共事業排水局に対して適切は財務処置を施すべきである。

しかるに、下水道に係る調査は急を要する。係る調査を実施するに当たり、公共事業排水局の財務的技術的に組織強化改善は急務である。

第 10 章 初期環境影響評価

第10章 初期環境影響評価

環境影響評価はJICA2004年版「環境ならびに社会配慮ガイドライン」に基づき実施する。ガイドラインによれば、上水道事業は環境ならびに社会に対して重要な影響を与える可能性のあるものとして指定されている。大規模な移転あるいは大規模な地下水開発は特に留意すべき事項としている。

2004年4月14日、JICAはマスタープランにおけるスコーピングにおいて、本マスタープラン事業による環境影響は少なく、事業の実施される局所に限定されるものとして、カテゴリ「B」と評価している。

調査団はJICAに初期環境影響調査結果として、インテリム・レポートを提出した。これに基づき、JICAは2005年8月、再度マスタープラン事業はカテゴリ「B」と評価している。

10-1 主な環境影響因子

スコーピングにおいては下表の10の環境影響因子が抽出された。

表 10.1 環境影響因子

影響原因 環境影響因子	計画フェーズ			建設フェーズ		運転フェーズ			
	Spatial Occupancy	Use of Resource	Distribution of Resource	Reclamatio n And Spatial Occupancy	Operation of Construction Equipment and Vehicles	Spatial Occupancy	Operation of Vehicles, Ships and Airplanes	Operation and Maintenanc e of Associated Facilities	Accumulation of people and Goods
The poor, indigenous of ethnic people	Y								
Resettlement	Y								
Existing social infrastructures and services				Y	Y				
Public Health Condition					Y			Y	
Noise and vibration					Y				
Waste								Y	
Water contamination								Y	
Groundwater								Y	

表 10.2 スコーピングチェックリスト

環境項目		評価	理由
1	Resettlement	B	The M/P will attempt to minimize involuntary resettlement. Land acquisition, however, may be necessary depending on the choice of facility locations. Procedures for public land acquisition and compensation are not established in the society. The Team observed examples in news papers of speculative purchases of land and protests from the residents of the properties claiming they are not receiving proper compensation.
2	Local Economy such as employment and livelihood	C	Minor impact may occur to small shop-stalls and road-side businesses during construction works. Impact may be avoided if information is well provided to the owners about the date and duration of the construction works. Further study is necessary in the future project phase to determine the level of impacts.
3	Existing social infrastructures and services	B	In Cambodia, there is a custom of 30 m rights-of-way of NR No. 1, 2, 3, 4, 5, 6... in the town area the ROW is 20 m. The government has rights to use roadside for public purposes such as underground pipes. National Route 3 and 4 seems to have enough space reserved for such use on both side of the roads. Traffic congestion caused by road works was observed on National Route 1. National Route 2 may also have difficulty. In the Interview Survey, however, at least ten factories interviewed answered those impacts from the construction for a few weeks works would be tolerable.
4	Land use and utilization of local resources	C	Detailed information is necessary, and project site need to be decided to assess the type and level of impact.
5	Social institutions such as social infrastructure and local decision-making institutions	C	Existing community organization for well management will have great potential for communal water management in the future. Since PPWSA is transferred from municipality institution to a part of national institutions under Ministry of Industry, Mines and Energy, the Team needs to be updating information whether the transfer causes local decision making procedures. New well management organization will be formed in the target villages of the Well Development Project.
6	The poor, indigenous or ethnic people	C	No serious impact is expected by new water supply system. The Team observed one of the three resettlement housing areas in north Phnom Penh. The residents were relocated from the central city after big fires. The residents use well water. The Team would better give consideration on the best way for such communities to provide sufficient access to safe water.
7	Misdistribution of benefit and damage	C	No serious impact is expected by new water supply system, since the service will be provided to where demand exists. PPWSA must, however, closely monitor in the future that low income households are provided with safe water at payable cost, and the water is distributed to those who has most difficulty in obtaining water. Those who may be affected negatively by the projects are those who are selling their piped water to neighbors. According to the Interview Survey, residents' use of private water vendor seemed low.
8	Local conflict of interests	D	No impact is expected
9	Gender	D	(positive impact is expected)
10	Children's rights	D	(positive impact is expected)
11	Cultural Property	D	No impact is expected
12	Water Rights and Rights of Common	C	The M/P proposes intake from river. Consultation with national Mekong Commission will be necessary. The proposed amount of intake, however, will be small compared with the water flow in the rivers. The Team needs to closely monitor the handling of proposed Water Law in the Parliament, and clarify necessary procedure regarding the negotiation with the national Mekong Commission.
13	Public Health Condition	B	The sanitary condition will be improved by clear water supply increase, but may impact water quality of public water bodies because the volume of sewerage water may increase in proportion to water supply. The amount of increase, however, will be small compared with the rainfall in wet season, and with the water flow in the rivers. The Team has impression that reclamation of wetlands in the city will decrease retention capacity in wet season. By the decrease, the city could be more susceptible

環境項目	評価	理由	
		for flooding with raw waste water.	
14	Infectious diseases such as HIV/AIDS etc.	D	No impact is expected
15	Waste	B	The M/P proposes new water treatment plants, or expansion of the existing ones. In that case, proper disposal of inorganic sludge from those facilities must be taken into consideration. In Phnom Penh, large scale solid waste disposal site is under construction. This is out of the scope of the M/P, but the Team finds necessity of long term monitoring of ground water quality around the site.
16	Hazards (Risk)	B	Construction vehicles may cause traffic jam and increase of traffic accidents.
17	Topography and geology	C	Depending on the site selection for the new water treatment site, landfill may be necessary and existing low wetland may be altered.
18	Soil erosion	D	No large scale construction is expected
19	Groundwater	C	Water supply system using groundwater may be considered in the M/P. In that case, IEE may better be conducted. The Team would need to consider life span of wells, existing and planned, possibility of arsenic pollution, and measures to prevent health damage.
20	Lake/River	C	The M/P propose new intake from rivers. The volume of sewerage water released to rivers may also increase in proportion to water supply. The amount of the intake and therelease, however, will be small compared with the rainfall in wet season, and with the water flow in the rivers. No serious impacts are expected to the habitat of rivers. The wetlands in the city are used for natural treatment and retention pond. The volume of sewerage water may also increase in proportion to water supply. The Team has impression that reclamation of wetlands in the city may cause rise of water level at such wetlands in wet season. There are other ponds and lakes in the Study Area. Also, some areas are planned to be flooded by irrigation dams. These are out of scope of the M/P.
21	Sea/Coastal zone	N/A	N/A
22	Flora and Fauna	C	Depending on the site selection for the new water treatment site, existing flora and fauna may be destroyed.
23	Climate	D	No large scale construction is expected
24	Landscape	D	No large scale construction is expected
25	Air pollution	B	Construction works may occur close to settlement and social infrastructure.
26	Water contamination	B	The M/P proposes new water treatment plants, or expansion of the existing ones. In that case, proper disposal of inorganic sludge from those facilities must be taken into consideration.
27	Soil contamination	D	No impact is expected
28	Noise and vibration	B	Traffic congestion, noise, and vibration may occur during the construction period.
29	Ground subsidence	D	Water supply system using groundwater may be considered in the M/P. The Team interviewed many local managers of existing wells, and did not find occurrence of ground subsidence.
30	Offensive odor	D	No serious impact is expected by new water supply system. In the sewerage and drainage section of the M/P, living condition around the existing wetlands in the city may be assessed considering that reclamation of such wetland will certainly increase, and the surrounding area would be more susceptible for flooding with raw waste water.

Reference: "Environmental Guidelines for Infrastructure Projects", JICA, 1992 (some modifications)

Note : Evaluation classification

A : Expected serious impact

B : Expected somewhat impact

C : Not clear

D : IEE or EIA is not necessary (no expected impact)

(): Evaluation in the Preparatory Study.

第 11 章 組織・制度改善計画

第11章 組織・制度改善計画

11-1 組織・制度発展に伴うフェーズ

PPWSAの組織は若く成長過程にある。組織は成長とともに下図のような過程をたどる。「Evolution」と呼ばれる安定的成長過程を過ぎると「Revolution」と呼ばれる過程を経る。これは、欠陥や不適正さが蓄積され表面的に噴出する時期である。組織は危機にひんし、成功のためには組織の変貌を遂げねばならない時期である。一定の管理体系・システムは全ての環境に適合するものではなく、「Evolution」の時期に最適であったものが「Revolution」の時期においては全く通用しなくなる可能性がある。

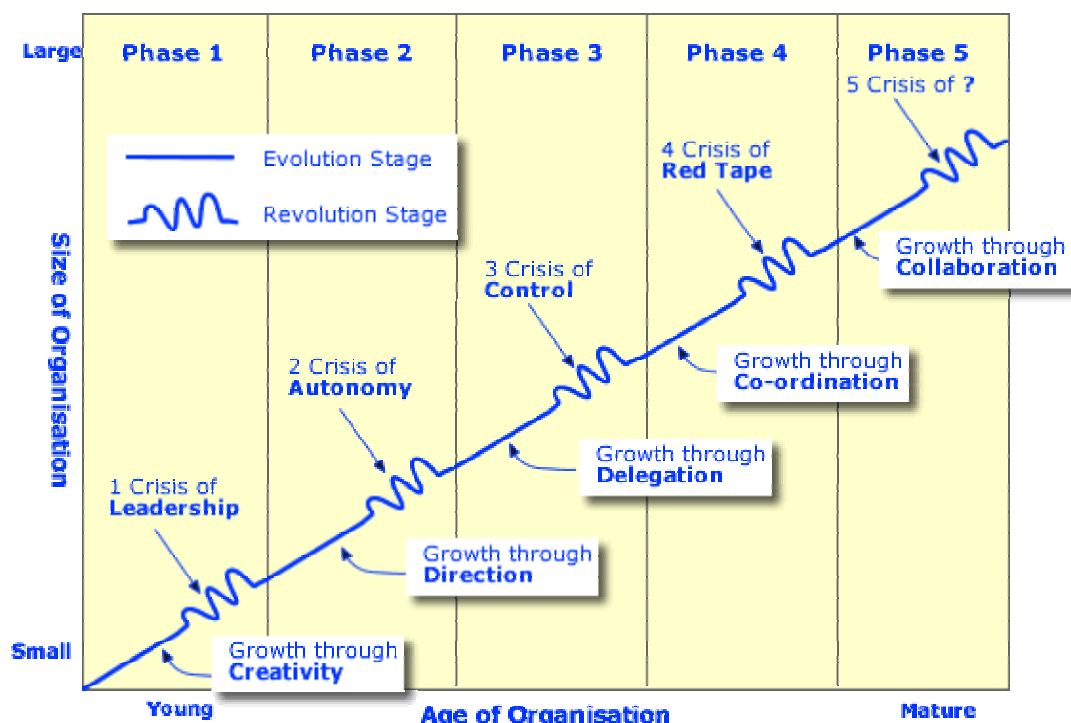


図 11.1 制度の成長に係るフェーズ分け

PPWSAは上図における初期段階に位置していると考えられる。PPWSAは、強いリーダーシップにより日々運営され、今日に至っても、その運営力は創造的である。現在のPPWSAの運営は、既に管理面を主体とした第二段階に位置づけられる。すなわち、PPWSAは継続的な努力、および適切な計画策定により、リーダーシップに起因する危機は既に乗り越え第二段階に入っているものと考えられる。しかしながら、上層部の世代交代は間近であり、未だ懸案事項として残存している。一方、PPWSAは内部環境の改善、政策ならびに運営能力の増強について組織的な解決策を見いださねばならない。本フェージビリティ・スタディにおいては、これらの組織制度改革を中心的課題として取り上げ、組織の「direction」に関して更に研鑽し、組織の「systems」に関する強化、および権限および責任等の「delegation」について将来を見越した強化を図らねばならない。

11-2 PPWSA の役割

現在まで、PPWSAはプノンペン首都圏における水供給に尽力してきた。係る使命については今後も継続すべきであり変更すべきではない。PPWSAが首都圏における関連セクターにおいてさらなる貢献を実現するためには、その成長過程においてさらなる圧力が強まるものと考えられる。水供給サービスに関して特異の強みを有する公企業として、PPWSAは「カ」国全体において国の期待に応えなければならない。これらの方向性を総合的に鑑み、PPWSAの将来像について検討する。

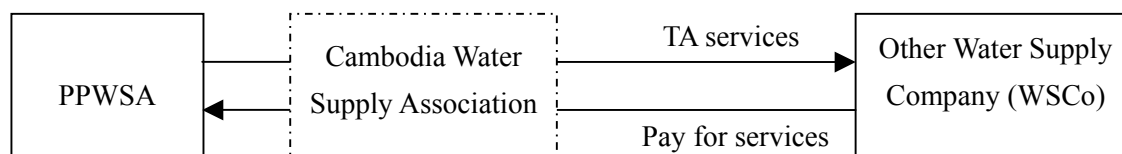
11-2-1 PPWSA の「カ」国全体における役割

PPWSAはプノンペン首都圏における水道事業体として、その特異な性格により卓越した運営実績を残している。PPWSAの水供給能力は「カ」国最大であり、「カ」国内の他の水道事業体の全ての供給能力を上回っている。PPWSAは技術的、組織的観点から「カ」国における中心的役割を担っている。従って、「カ」国政府とりわけ所管官庁であるMIMEはもとより、国民はPPWSAが「カ」国全域にて給水・衛生事業の運営について何らかの形で貢献できるものと期待している。現在、「カ」国の水セクターは重要な変革期を迎えており、PPWSAへの期待は大きい。

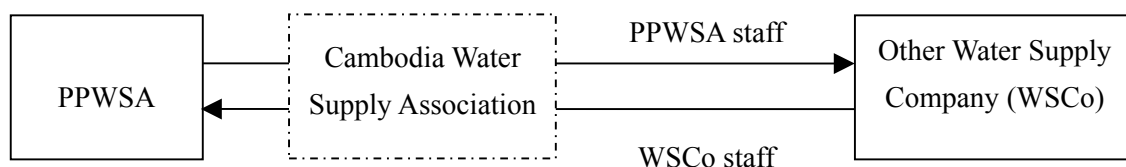
係る状況下、PPWSAの組織・制度面の改善においては種々の検討が必要であり、スピード、新しい役割を果たすべき時期およびタイミング、安定的発展に必要な財源の確保、組織・制度的問題点の分析、およびPPWSAがなすべき事項について考慮する。

PPWSAの能力を活用し、「カ」国内の他の水セクターにおける貢献を実現するためには、以下に示す数種類のモデルがある。それらは、「technical assistance」、「twinning」、「joint venture/franchising」、および「direct management/operation」等である。

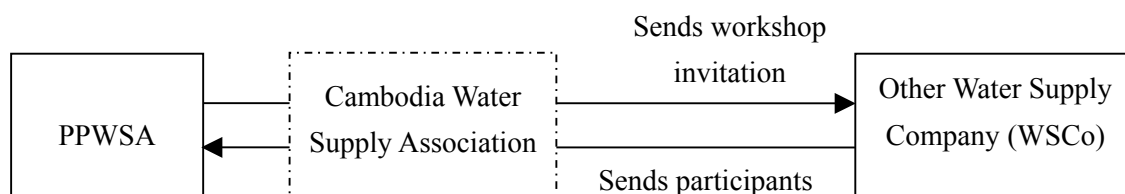
モデル 1 : Technical Assistance Arrangement



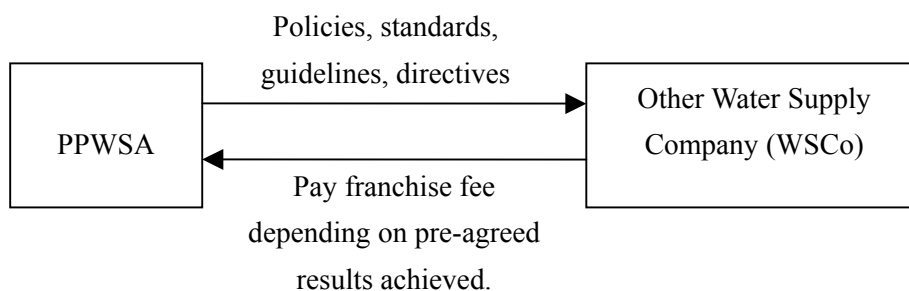
実施方法: PPWSAと関係水道事業体は「Technical Assistance」契約を結ぶ。ここに、関係水道事業体は、組織制度改善や技術協力コンサルタント契約などと同様にPPWSAに対して必要な経費を支払う。直接的な契約締結が問題であれば、「カ」国水道協会を組織しその下に契約を結ぶ方法も考えられる。

モデル 2: Twinning Arrangement

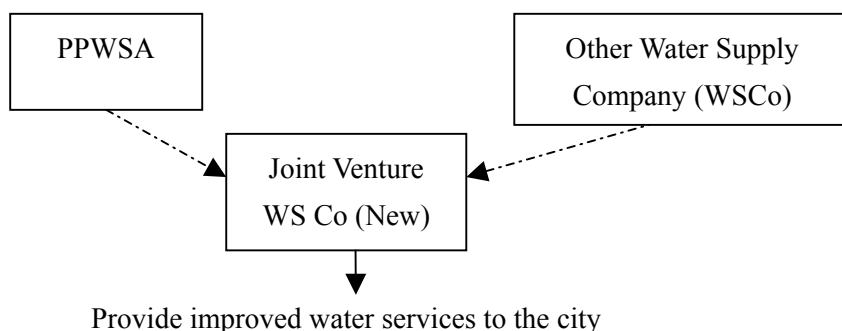
実施方法: PPWSAと関係水道事業者は「Memo of Agreement」を結び、要員を交換したり、OJT訓練を実施する。要員の交換においては、派遣される要員は派遣先にて実際の業務を実践する。特段の経費の支払いは行わない。本方法においても、上記モデル1と同様「カ」国水道協会の下に一元化することが可能である。

モデル 3: Training Organizer Arrangement

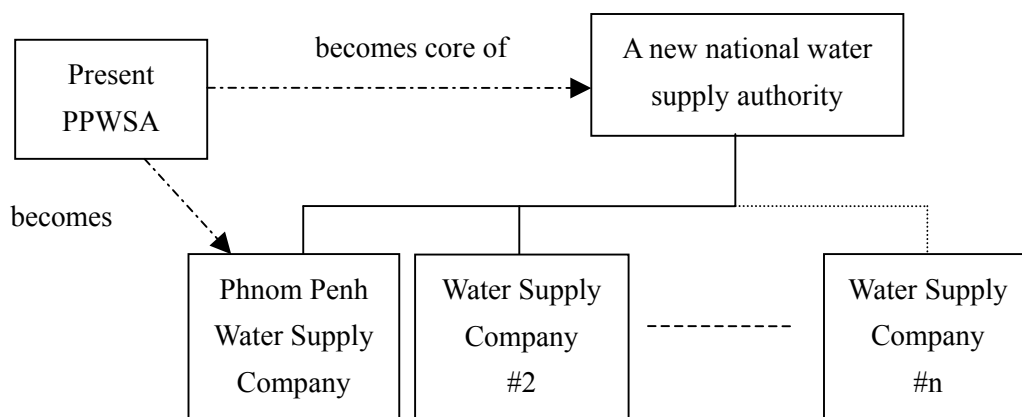
実施方法: PPWSAは「カ」国水道協会および自身の訓練センターを通じて他の水道事業者の要員を受け入れ、訓練コースを運営する。経費については、PPWSAは要求する場合も要求しない場合もありうる。ただし、参画する他の事業者は、旅費等の直接経費は自ら負担しなければならない。

モデル 4A: Franchise Arrangement

実施方法: フランチャイズ契約においては、PPWSAの理事会と他の水道事業者間にて正式に契約を交わし、PPWSAは係る水道事業者の理事会から、その水道事業者の運営に必要な権限を獲得し、培った運営能力により直接的にその水道事業者の運営を実施する。

モデル 4B: Joint Venture Arrangement

実施方法: PPWSAの理事会および関係水道事業体はジョイントベンチャ契約を締結し、新規の組織を設立し係る市域において水道事業を運営する。係るJV組織は関係水道事業体の代行組織として機能し、係る水道事業体は継続して存続する。従って、パートナー水道組織として存続することも可能となる。JV組織の理事会を通じてPPWSAは組織の運営権を掌握することも可能である。係るJVは、関係市域における民間企業の参画も可能である。

モデル 5: Direct Supervision Arrangement

運営方法: 全国を一括して各水道事業体を直接的に運営する形態である。全国を統一する水道事業体を組織し、政策的ガイドラインを設定し、全国の全ての水道事業体を直轄し運営する方法である。ただし、それぞれの水道事業体はある程度の自主裁量権を保有する。PPWSAは2つの大きな組織に分割し、一つは全国水道公社として、他方はプノンペン市水道公社として機能する。

11-2-2 PPWSA の下水道および衛生セクターにおける役割

プノンペンの市街地は急速に発展しており、本格的処理施設を具備した下水道施設の建設が急務である。しかしながら、下水道施設に係る全体計画は策定されておらず、将来においては、PPWSAの能力を活用することも必要である。PPWSAは、既に関連した技術を保有している。一般

的には、水道事業ならびに下水道事業は同一企業体により運営されている。PPWSAは衛生事業に係る挑戦も可能であり、特に下排水の収集、処理、および汚泥処分などの分野においては有力である。

水道事業と比較した場合、衛生事業は地域密着型、地域分散型、中央集約型、およびそれぞれを組み合わせた運営形態が考えられる。例えば、郊外においては中央集約型システムよりも生物処理を活用した地域密着型システムのほうが経済的にも優れていることは言うまでもない。経費の分散に係り、投資や地域における補助金の活用などは種々の方法があり非常に多様化している。農業などと連携し汚泥等のリサイクルなども考慮すべきである。係る運営に関しては、PPWSAが手を下すよりも、むしろ保健省、公共事業、地方開発省などが協力して対処すべきである。PPWSAが参画する場合には、下水処理のポンプ場あるいは下水処理場などの一次下水処理に絞り込むべきである。政策の策定、マスタープランなどの詳細計画の策定においては、多数の関係者の参集を得ることが必要である。いずれの場合においても、PPWSAは他のいかなる水道事業体よりも積極的に下水道事業の運営には関わるべきである。

11-2-3 PPWSA の民営化

調査団はアジアにおける13都市における民営化（コンセッションやBOTなどを含む）の実態を調査した。調査によれば、いずれも契約内容について問題を抱えている。水道料金については、契約者が複合的国際企業であることから経費がふくらみ、一方補助金は削減され、料金の上昇を招いている。貧困層の飲料水へのアクセスについても改善されているとは言い難い。アジアにおける民営化は中国を除いては1990年代を頂点として減少傾向にある。

水供給セクターにおける運営方法は種々の形態がある。最初に水の位置づけが問題となる。すなわち、水供給を基本的なニーズの改善として捕らえるか、水としての産物あるいはサービスとして捕らえるか、民営化と比較して公営企業体の解体に伴う長所・短所と捕らえるか、市場における水価格として捕らえるか、補助金を考慮した水価格と捕らえるか等による。

調査結果によれば、「カ」国においてはPPWSAは公企業として存続すべきである。民営化実施においては、最初に国家的開発計画を策定することが重要であり、レギュラトリ組織（料金の改訂、民間企業の運営の管理方法、民間企業として保持すべき環境条件の制定と制裁方法等の取り決め）を立ち上げなければならない。

PPWSAにおいては、外部委託やマネジメント契約等が将来有望であり、これらの手法によりPPWSAは内部的に本来なすべき運営に集中することができる。

現状においては、PPWSAがコンセッションやさらなる民活化に走る必要はないものと考えられる。事実、多くの報告書にてPPWSAはその卓説した指導者のもと水道事業を適切に運営しており、他のアジアの多くの組織に対して模範であると指摘している。

第 12 章 事業実施計画

第12章 事業実施計画

提案事業は、2010年までの緊急案件実施のためのステージI、2015年までの中間的事業実施のためのステージII、および2020年までの長期的事業実施のためのステージIIIの、3段階に分け実施する。事業実施計画は次図に示す。

Description	Phase Year	Stage I						Stage II					Stage III				
		2005 1	2006 2	2007 3	2008 4	2009 5	2010 6	2011 7	2012 8	2013 9	2014 10	2015 11	2016 12	2017 13	2018 14	2019 15	2020 16
Pre-Construction Stage																	
010	Preparation of Project																
011	Feasibility Study																
012	Financial Arrangement and Selection of Construction																
020	Pre-Construction																
021	Detailed Design																
022	P/Q and Tender																
Construction Stage																	
100	Stage I (Q= 65,000m3/d) - 2010																
<Urban Water Supply Projects>																	
110	Chrouy Changva WTP -2nd Stage																
111	Intake Tower (for Chrouy Changva WTP)																
112	Raw Water Transmission Facilities																
113	Chrouy Changva WTP -2nd Stage (Q=65,000m3/d)																
120	Water Tank																
121	Reservoir (Water Tower)																
122	Booster Pump for Existing Water Tower (3 nos)																
130	Transmission/Distribution Pipe																
131	Transmission/Distribution Pipe (Dia 63 to 600)																
132	Transmission/Distribution Pipe (Dia 700 to 1200)																
135	Monitoring Facility																
140	Rehabilitation of M&E Equipment																
<Peri-Urban Water Supply Projects>																	
150	Well Facilities																
710	Institutional Development																
200	Stage II (Q= 100,000m3/d) - 2015																
<Urban Water Supply Projects>																	
210	Nirouth WTP -1st Stage																
211	Intake Tower (for Nirouth WTP)																
212	Raw Water Transmission Facilities																
213	Nirouth WTP -1st Stage (Q=100,000m3/d)																
215	Clear Water Reservoir Expansion in Phum Prek WTP																
220	Transmission/Distribution Pipe																
221	Transmission/Distribution Pipe (Dia 63 to 600)																
222	Transmission/Distribution Pipe (Dia 700 to 1200)																
230	Sludge Treatment Facility for Chrouy Changva & Phum Prek WTP																
240	Rehabilitation of M&E Equipment																
<Peri-Urban Water Supply Projects>																	
250	Well Facilities																
300	Stage III (Q= 100,000m3/d) - 2020																
<Urban Water Supply Projects>																	
310	Nirouth WTP -2nd Stage																
311	Intake Tower (for Nirouth WTP)																
312	Raw Water Transmission Facilities																
313	Nirouth WTP -2nd Stage (Q=100,000m3/d)																
320	Transmission/Distribution Pipe																
321	Transmission/Distribution Pipe (Dia 63 to 600)																
322	Transmission/Distribution Pipe (Dia 700 to 1200)																
330	Sludge Treatment Facility for Chamkar Mon WTP																
340	Rehabilitation of M&E Equipment																
<Peri-Urban Water Supply Projects>																	
350	Well Facilities																

図 12.1 事業実施計画

第 13 章 事業費

第13章 事業費

13-1 プノンペン市上水道整備計画事業費

プノンペン市上水道整備計画事業総事業費は下表に示すとおり約320百万ドルである。

土地収用費用は現況の市場価格に基づき物価上昇を考慮した。維持管理機材調達費および職員の訓練に係る直接費として建設事業費の3%を見込む。詳細設計費および施工監理費は建設事業費の10%を見込む。「カ」国側管理費として建設事業費の5%を見込む。物理的予備費として事業費ベースコストの10%を見込み、価格予備費として3%の年間物価上昇率を見込む。

表 13.1 プノンペン市上水道整備計画事業費

	項目	費用 (US\$)	
		詳細	小計
	<建設費>		
	Stage I (2010)		51,865,000
110	Chrouy Changva WTP -2nd Stage	22,630,000	
120	Water Tank	2,555,000	
130	Transmission/Distribution Pipe	11,880,000	
135	Monitoring Facility	5,000,000	
140	Rehabilitation of M&E Equipment	9,800,000	
	Stage II (2015)		100,462,000
210	New Intake & WTP -1st Stage	40,106,000	
215	Clear Water Reservoir Expansion in Phum Prek WTP	1,184,000	
220	Transmission/Distribution Pipe	23,923,000	
230	Sludge Treatment Facility for Chrouy Changva & Phum Prek WTP	18,849,000	
240	Rehabilitation of M&E Equipment	16,400,000	
	Stage III (2020)		44,767,000
310	New Intake & WTP -2nd Stage	25,982,000	
320	Transmission/Distribution Pipe	7,238,000	
330	Sludge Treatment Facility for Chamkar Mon WTP	3,347,000	
340	Rehabilitation of M&E Equipment	8,200,000	
	建設費合計		197,094,000
400	Land Acquisition Cost		3,600,000
500	Equipment Procurement Cost		1,971,000
600	Engineering Service Expense		19,709,000
700	Government's Administration Expense		9,855,000
710	Institutional Development Cost		2,062,000
	小計		234,291,000
800	Physical Contingency		23,429,000
900	Price Contingency		62,232,000
	総事業費		319,952,000

13-2 プノンペン市上水道整備計画維持管理費（浄水場からの中央送配水システムによるもの）

プノンペン市上水道整備計画維持管理費用は以下の年間経費を含む。

- 人件費
- 施設費、機材費、運転費、材料費、および
- 修繕費

年間維持管理費は2010年次（6.5万m³/日増量）にて1,099千USドル、2015年（16.5万m³/日増量）にて2.234百万ドル、2020年（26.5万m³/日増量）にて3.735百万ドルと見積もられ、詳細は下表による。これらの維持管理費はPhum Prek、Chrouy Changva（拡張時）、Chamkar Mon WTP浄水場の運転実態データに基づき算出している。

表 13.2 プノンペン市上水道整備計画年間維持管理費

項目	2010年 (Q= 65,000m ³ /d)		2015年 (Q= 165,000m ³ /d)		2020年 (Q= 265,000m ³ /d)	
	維持 管理費	率	維持 管理費	率	維持 管理費	率
- Personnel Expense	29	2.6%	91	4.1%	125	3.3%
- Power Cost	752	68.4%	1,447	64.8%	2,528	67.7%
- Chemical Cost	90	8.2%	215	9.6%	396	10.6%
- Repairs	78	7.1%	228	10.2%	296	7.9%
- Date Base/ Training	50	4.5%	50	2.2%	50	1.3%
- Other	100	9.1%	203	9.1%	340	9.1%
合計	1,099	100.0%	2,234	100.0%	3,735	100.0%

13-3 プノンペン市周辺地域上水道整備計画事業費

プノンペン市周辺地域上水道整備計画における地下水開発に係る事業総事業費は約36百万ドルでる。

表 13.3 プノンペン市周辺地域上水道計画事業費

項目	費用 (US\$)			
	Stage I	Stage II	Stage III	合計
建設費				
150 250 350 Well Facility	6,305,000	6,762,000	8,696,000	21,763,000
建設費合計				21,763,000
500 Equipment Procurement Cost	63,000	68,000	87,000	218,000
600 Engineering Service Expense	631,000	676,000	870,000	2,176,000
700 Government's Administration Expense	315,000	338,000	435,000	1,088,000
Sub Total	7,314,000	7,844,000	10,088,000	25,245,000
800 Physical Contingency	731,000	784,000	1,009,000	2,525,000
900 Price Contingency	848,000	2,125,000	4,949,000	7,921,000
総事業費	8,893,000	10,753,000	16,044,000	35,691,000

13-4 プノンペン市周辺地域上水道整備計画維持管理費

プノンペン市周辺地域給水事業に係る維持管理費は以下のとおり。

表 13.4 プノンペン市周辺地域上水道計画維持管理費

項目	2010 (229 井戸)		2015 (497 井戸)		2020 (867 井戸)	
	維持管理費	率	維持管理費	率	維持管理費	率
- Hand Pump	98	97.0%	214	97.2%	373	97.1%
- Other	3	3.0%	6	2.8%	11	2.9%
合計	101	100.0%	220	100.0%	384	100.0%

(×1000 US\$/年)

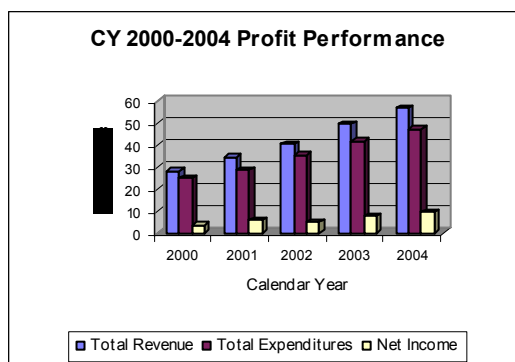
第 14 章 財務分析

第14章 財務分析

14-1 プノンペン市上水道整備計画事業

14-1-1 これまでの水道事業運営の評価

過去5年間、水道事業収益の伸び率は年間21%である。一方支出（維持管理費、減価償却費、支払い利息および所得税）は年間平均17%である。全収益から全支出を差し引いた純利益は2000年次3400百万リエルから2004年次9376百万リエルへと増加し、年間平均増加率は28%超である。収益に対する利益率は純収益および営業収益の比で示されるが2000年次においては、13.2%から2004年次17.3%へと増加している。固定資産に対する利益率は2000年次の1.5%から2004年次2.3%へと増加している。純資産に対する収益率は2000年次1.3%から2004年次2.4%へと増加している。



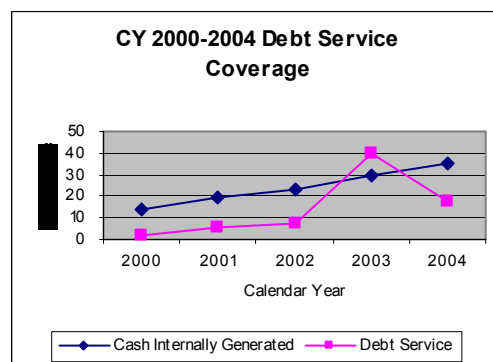
給水収益は全収益の79%に当たる。接続費およびその他においてはそれぞれ11%と10%を計上している。総支出に関しては、維持管理費が45%、減価償却費が34%、支払い利息が11%、所得税が4%となっている。

PPWSAの財務的指標の特徴は、NRWの削減にある。これまで、NRWは急激に削減され1999年の49%から2004年には14%へと削減し、さらなる水供給が可能となり高収益につながっている。このことにより、PPWSAは普及を促進し、給水栓数は年平均24%増加しており、水供給量の増加は31%にのぼる。

14-1-2 財務的状況

PPWSAの過去5年の財務的状況は2002年次の1.4という一時的な低下を除けば流動性が非常に高い。資産の比率は2.3から5.1へと非常に高くなっている。流動(運転)資産は2002年次に最低で18ヶ月の現金流動資産であった。しかしながら、18ヶ月は流動資産としては依然と高いレベルを維持している。

流動的財務状況は料金の効率的請求と収集率の改善にある。平均の料金回収期間は短く、63日から23日へと減じている。



14-1-3 キャッシュフロー

PPWSAの過去5年間のキャッシュフローに係る成功は、資産への投資の成功にある。これにより、PPWSAは過去5年間年平均26%と著しく内部的資金力を改善している。係る内部的資金力の改善により負債償還比率は6.3から2.1へと減じ、自己資本比率は0.2から1.0へと向上している。

14-1-4 水道料金

各カテゴリに対する平均水道料金は以下のとおり(2001年次改訂)。

表 14.1 各需要別平均水道料金 (Riels/m³)

分類	2001年	2002年	2003年	2004年
一般家庭	851	855	857	874
商業	1,101	1,102	1,134	1,158
公共団体	1,030	1,030	1,030	1,030
RDE-wholesaler	1,030	1,030	1,030	1,030
平均	943	943	954	973

Source: PPWSA Commercial Department

単位水量当たりの平均水道料金は以下のとおり。

表 14.2 単位水量当り平均水道料金 (Riels/m³)

2001年	2002年	2003年	2004年
841	923	897	849

Source: PPWSA Finance Department

水道料金のコストリカバリについて：PPWSAの収益体質から現在の水道料金は、フルコストリカバリを実現しており、かつ料金レベルは適切である。平均的家庭の一月当たりの水道料金は2万リエルであり、これは平均的一家庭当たりの収入（プノンペン市の場合114万リエルと言われている）のおよそ2%に当たる。一般的に言われている水道料金の収入に占める適正割合は4%を超えないことである。平均的水道料金2万リエルは、一世帯当たりの家族数を9.5人とすれば、一人一日あたりの給水源単位は80%となる。

PPWSAは最近になり、水道料金に対して10%の下水道料金を上乗せし料金を徴収している。係る料金はPPWSAの記録としては残らないが、プノンペン市の公共事業運輸局への負債として処理している。

14-1-5 財務分析

財務分析の結果は以下のとおり。

- 分析期間（2005年から2045年まで）において、PPWSAは各年とも純利益をあげることができる。このことはPPWSAの水道料金レベルは期間中物価上昇分の料金値上げを見込めば、維持管理費、減価償却、財務上の経費等全てのコストリカバリが可能と言える。
- PPWSAの負債率は毎年1.3以上であり、PPWSAにとってローンの返済は問題とならない。もし、PPWSAが本検討にて採用した利率よりも低利で、より長期のローンが得られれば、事態はより好結果となり、さらに財務的状況は有利となりうる。低金利であれば、返済額を減じられるし、より長期にわたるローンであれば、年間の返済額を減じることができる。
- PPWSAは、マスタープラン提案事業については、現況の資産にて、現況の事業を実施しながら、水道料金増額改定の要もなく、財務的には問題なく実施することができる。

14-2 プノンペン市周辺地域上水道整備計画事業

地方給水に係る「カ」国の方策に基づき、地方給水施設は需用者が施設建設費、維持管理費水料金の徴収などを司る。施設の建設費はおよそ88%が中央政府による補助により、残る12%が需用者からの労役や材料費とする。中央政府は通常二国間あるいはその他の長期低利(1%未満)資金ソースにより資金を賄う。

支払い可能水料金の水準を一世帯当たり月例収入の4%を目安とすれば、おおよその水料金は6,500リエルとなる。係る水料金は施設の維持管理ならびに20%程度の減価償却費を賄うことができる。減価償却費は留保し定期的に施設を更新するために用いる。

第 15 章 評価

第15章 評価

15-1 技術評価

PPWSAからの送・配水管網による給水とプノンペン周辺地域における地下水開発による給水を総計すれば、計画年次2020年においては、給水人口は2.08百万となり給水普及率は90%を超える。PPWSAからの送・配水管網による給水人口は1.87百万と見込まれ、給水普及率は80%を超える。

2020年には、全体の浄水量は50万 m^3 /日となり、一日最大水需要の42.4万 m^3 /日を超える。これにより、24時間安定した給水が実現する。既存ならびに新規建設浄水場により原水の適切な処理が施され、「カ」国飲料水水質基準に適合した、安全で清澄な給水が実現する。

よって、係る上水道整備計画は所定の目的を達成し、2020年次における水需要を満たすことが可能となる。

これらの目的を達成するためには、以下の事項について引き続き注意を傾ける必要がある。

1) 水道計画フレームワークの定期的見直し

水道計画は現況のデータに基づき、一定の仮定により策定されたものであり、水需要などの推移は実態を見極める必要があり、定期的に水道計画を見直さなければならない。

2) 水源の保護

ある水源においては、地域の都市化に伴う人的活動による水質の悪化が見込まれる。将来にわたり良質な水源を確保するため、水源水質管理計画を策定し実施すべきである。

3) 適切な施設の維持管理および更新

新規開発計画は世銀や2国間ドナーなどの融資により実施されるが、日常の維持管理や更新は自己予算による必要があり十分に準備しておかねばならない。このことにより既存の施設を有効に活用する必要がある。

4) 給水の水質管理体制の構築

給水水質は送配水管の延伸に伴い悪化することがある。従って、水需用者の給水地点にて給水の水質管理を強化し、「カ」国水質基準に適合した給水を続けることが必要である。

15-2 環境影響評価

JICAの環境審査室は本計画をカテゴリBと位置づけている。提案事業は給水による正のインパクトを生み出すものと考えられる。しかしながら、施設建設あるいは運転の段階において、建設

に係る騒音や埃など負の影響が生じることが危惧される。これらは、詳細設計の際十分に検討し、適切な対策を講じることにより軽減される。例えば、仕様書の作成段階において、業者は建設により破壊された部分を修復しなければならないなどの方策を盛り込むことが重要である。適切に設計され、適切に維持管理された施設は世界的に通用する基準により安全に建設され運転管理に資することが必要である。なお、関係者は本報告書の提言内容を遵守すると共に、インパクト軽減策が効果的に実施されてゆくことを監視することが必要である。

15-3 社会・経済評価

「カ」国ミレニアムゴール（CMDGs）は普及率に関する開発目標を定めている。本マスタープランも係るCMDGsによる普及目標を考慮し、プノンペン市街区域においては現状の100%普及率をそのまま適用し、CMDGsを上回る普及率を達成することとしている。プノンペン市郊外地域においては、安全な給水普及に努め、これもCMDGsの計画目標を上回り、普及率80%を目指すこととした。従って、本マスタープランは「カ」国国家計画目標に整合しているものと言える。

水道の普及に係り量的に質的に目標を測定することは困難なことでもある。そこで経済的評価に基づき、本マスタープランを評価すれば限定的な評価となるが、実際には健康改善や生活改善などの量的に計れない便益を受けることとなる。

CMDGsの計画目標達成により、清澄な水供給により全般的に地域の生活環境改善が図られ、水系伝染病などによる幼児の死亡率が低下するなどの便益が得られる。水供給によりプノンペン市周辺地域においては、幼児や女性による水くみ労働の低減化につながるものと期待される。これらは間接的に地域における労働力に関して、生産性を高める効果があり、就学率などの向上に寄与し地域全体への波及効果が見込まれる。

市街化地域および周辺地域ともに送配水管網による水供給は産業発展の礎と言える。水供給は、「カ」国が目指している労働力優先型産業である軽工業などの発展に寄与し、「カ」国全体の産業の発展育成につながる。

水供給に伴い必ず起こりうる排水の増加は負のインパクトである。排下水に係るマスタープラン調査は不可欠であり、かつ緊急的課題である。特に、健康的便益を損なうことなく、衛生施設改善を継続することが重要である。本調査においては、これまで自然の浄化施設として機能してきた、地域の湿地帯の減少について調査し、特に北部地域にてその傾向が著しいことが判明した。これらの自然の浄化能力は排出量の増加に伴い既に極限に達している。今後、人口の増加ならびにこれらの自然浄化能力の減少と相まって、公共用水域の水質問題は深刻となることは明らかである。これらに対処するため、既に我が国の無償資金協力により供与された排水施設を活用しながら、さらに全体的な方策を打ち立てることが急務となる。

15-4 財務評価

本マスタープランの財務的実行可能性は、資本の財務的投資機会（FOCC）と財務的内部収益率（FIRR）に基づき評価する。FOCCの代用として、事業実施に係る資本の加重平均コスト（WACC）を使用する。FIRRは現在価値と事業実施ライフにわたる収入の割引率と同値であり、一方WACCはPPWSAが実施する事業のコストを示すものである。

15-4-1 プノンペン市上水道整備計画事業(PPWSA)

本計画のWACCは3.84%である。WACCの計算は下表に示す。

表 15.1 資本の加重平均コスト（WACC）

Particulars	Loan	Grant	Equity	Total
Weight (%)	60.00%	0.00%	40.00%	100.00%
Nominal Cost (%)	8.50%		9.00%	
Tax Rate (%)	20.00%		20.00%	
Tax Adjusted Nominal Cost (%)	6.80%		7.20%	
Inflation Rate (%)	3.00%	3.00%	3.00%	
Real Cost (%)	3.69%	0.00%	4.08%	
Weighted Component of WACC (%)	2.21%	0.00%	1.63%	
Weighted Average Cost of Capital (Real)				3.84%

FIRRの詳細計算と感度分析を下表に示す。

表 15.2 FIRR 値および感度分析(PPWSA)

Particulars	NPV @ WACC Million Riels	FIRR (%)	SI *	% Change
Base Case	184,284	5.19%	-	-
10% Increase in Project Costs	115,576	4.64%	1.18	10%
10% Increase in O&M Costs	135,896	4.85%	0.70	10%
10% Decrease in Revenue	48,760	4.22%	2.29	10%

* SI – Sensitivity Indicator

ベースシナリオにおいて、本マスタープランのFIRRは5.19%でありWACCの3.84%よりも高い値となる。従って、本マスタープランは財務的に実施可能性があると言える。

感度分析の結果は3つの負のシナリオを想定し（コストおよび維持理費の増加、収入の減少）検討したが、本マスタープラン事業のFIRR値への影響は少なく、WACCよりも少々高い値を保つことが分かる。負のシナリオの内、最も影響が大きいのは収入が減少することである。

15-4-2 プノンペン市周辺地域上水道整備計画事業

計画事業は、他の村落給水事業と同様財務的に実施可能とは言えない。需用者の支払い能力に応じて水料金は維持管理費および減価償却費の一部のみを負担するものとする。係る状況においてもFIRRは負の値であり、次項にて検討するごとく実施することが望ましい。

15-5 経済評価

経済的評価は、計画事業実施に関して財務的指標を除き社会経済的指標に基づき評価する。評価においては、量的便益ならびに非量的便益、および事業実施から生じるコストに基づき行う。

計画事業実施に係り直接および間接的な重要な便益について評価する。直接的便益は需要に伴った水供給がより安定的に行われること、健康的環境条件改善すること、かつ水需要者の満足度を改善することなどからなる。間接的便益は、計画対象地域における住民の生産性向上に寄与すること、雇用と生計の改善、土地価値の向上、住宅地などの価値の向上、消防活動への寄与などが考えられる。

同様に、計画事業の実現はコストおよび施設の維持管理の他にその他の直接的間接的便益がある。これまで一般の水供給業者から水を購入していた住民はPPWSAに対してその水使用料金を支払うこととなる。施設の建設に伴い、多くの輸入機器等が必要となり、為替レートなどの「カ」国の経済に対して影響を招くかもしれない。

15-5-1 プノンペン市上水道整備計画事業

これらの便益には量的に把握することは困難なものもある。経済的分析においては以下の考え方に基づき行う。

- これまで、一般的水供給業者から水供給を受けている場合は、単価として1,800/m³リエルを適用し、それと同量の水供給をPPWSAから受けるものとする。
- 新規水需要者はPPWSAの水道料金を適用し計算する。
- 新規水需要者の時間的改善は、調査団実施のニーズ調査に基づき、一世帯当たり20分間とし、一日あたり8,000リエル、年間121,667リエル相当とする。

建設期間中に生じる種々の影響因子については同定が困難であることから本評価から除外する。

EIRRおよびその感度分析の結果を以下に示す。

表 15.3 EIRR および感度分析

Particulars	NPV @ EOCC	EIRR	SI *	%
	Million Riels	(%)		Change
Base Case	184,046	13.31%	-	-
10% Increase in Investment Costs	145,351	12.45%	0.69	10%
10% Increase in O&M Costs	170,967	13.09%	0.17	10%
10% Decrease in Benefits	113,867	12.13%	0.97	10%

* SI – Sensitivity Indicator

計画のEIRRはいずれも10%を超えEOCCよりも高い値となる。従って、計画は経済的に実施可能であると言える。

感度分析の結果は3つの負のシナリオを想定し（コストおよび維持理費の増加、収入の減少）検討したが、本マスタープラン事業はEIRR値にはそれほど影響せず、EOCCよりも少々高い値を保つことが分かった。負のシナリオの内、最も影響が大きいのは収入が減少することである。

15-5-2 プノンペン市周辺地域上水道整備計画事業

周辺地域上水道整備計画事業における経済的便益は以下のとおりとする。

- 事業による水料金と比較するため、水売りからの水料金は3,750 リエル/m³とする。
- 事業による井戸は受益者の周辺 250m 以内に建設されるものとして、一日あたり 45 分間の時間が節約できるものとし、一日あたり 8,000 リエルと換算する。

EIRRおよびその感度分析算結果を以下に示す。

表 15.4 EIRR および感度分析(周辺地域上水道整備)

Particulars	NPV @ EOCC	EIRR	SI *	%
	Million Riels	(%)		Change
Base Case	31,682	20.12	-	-
10% Increase in Investment Costs	27,332	17.94	1.21	10%
10% Increase in O&M Costs	31,049	19.91	0.10	10%
10% Decrease in Benefits	23,530	17.52	1.48	10%

* SI – Sensitivity Indicator

計画のEIRRは10%を超えEOCCよりも高い値となる。従って、計画は経済的に実施可能であると言える。

感度分析の結果は3つの負のシナリオを想定し（コストおよび維持理費の増加、収入の減少）検討したが、本マスタープラン事業のEIRR値への影響は少なく、EOCCよりも高い値を保つことが分かる。負のシナリオの内、最も影響が大きいのは収入が減少することである。

和文要約
パート B
フィージビリティ・スタディ

第1章 ステージI優先プロジェクト

第1章 ステージI 優先プロジェクト

フィージビリティ・スタディはマスタープランにて計画されたステージIにおける優先事業実施に関して行う。ステージIの計画年次は2005年から2010年までとする。マスタープランによりステージI事業として計画された事業は全て優先事業とする。

ステージI事業は1)プノンペン市上水道施設拡張事業、2)既存上水道施設改修事業、3)プノンペン周辺地域地下水開発事業、および4)組織・制度改善事業からなる。

次項では、上記4項目について詳細を記し、続いて事業実施コストおよび事業実施計画を示す。終項として事業実施に係る技術的、財務的、および環境配慮に係る評価について示す。

第2章 プノンペン市上水道施設拡張事業

第2章 プノンペン市上水道施設拡張事業

上水道施設拡張事業は以下のとおり。

2-1 取水・浄水場拡張事業(Chrouy Changva ステージ II)

計画年次2010年にける水需要254,700m³/日を満足するため、以下に示すChrouy Changva浄水場の拡張事業が必要である。

- 65,000m³/日を増強する。
- 拡張事業は既存浄水場用地内とする。
- 取水施設は既存と併せて 130,000 m³/日とする。
- 浄水プロセスは既存と同一とする。

Chrouy Changva浄水場は既存計画浄水量65,000 m³/日から130,000 m³/日へと拡張する。施設の拡張は既存浄水場内にて拡張用として維持されているスペースを利用する。主要な浄水施設はフロック形成池、沈澱池、ろ過池、および浄水池とする。

2002年に建設された既存の取水塔に関しては、取水設備の拡張用スペースが不十分なことから、拡張される取水塔にて全体浄水量をまかなう130,000 m³/日分の施設を拡張する。既存施設は、予備力として保持する。

既存浄水システムは「カ」国飲料水水質基準を満たす、安全で清澄な浄水を生産していること、かつ運転管理要員はこれらのシステムの運転管理に慣れていること、などから一部の維持管理上問題のある設備を除き、拡張浄水場浄水プロセスは既存と同様なプロセスを採用する。

Chrouy Changva浄水場の既存浄水池の容量は5,760 m³あり、計画浄水量を65,000m³/日に対して滞留時間は2.1時間である。これは、通常の水消費量の変動に対応する必要量に比してかなり少ない容量である。従って、係る優先事業において必要容量を有する浄水池を拡張する。

汚泥処理装置は「カ」国法制度により具備することとなっているが、ステージIIにおいては建設を見送り次ステージ以降極力早い段階にて建設することとする。

2-2 送・配水施設拡張事業

計画年次2010年ステージI事業として、既存の送配水管網を接続し、以下に示す2つの主要送・配水ループの完成を目指す。

- 送配水管約 52 km 建設
- Chrouy Changva 浄水場から日本橋まで 900mm 送水管の建設,
- Ta Khmau 高架水槽の建設

- エネルギーコスト削減
 - 送配水管網ループ形成
 - 高架水槽活用
 - 送・配水モニタリング施設活用

関連事業実施に伴い、既存の高架水槽の活用が重要で、現在建設中の70 k mの送・配水管網との連携が不可欠となる。

第 3 章 既存施設改修事業

第3章 既存施設改修事業

機械・電気設備を含む浄水施設は通常10年から15年周期にて老朽化することから、必ず交換が必要である。従って、PPWSAはこれに対処し定期的に設備を改修するため予算措置を講ずる事が必要であり、特に浄水施設は10年ごとに改修しなければならない。

3-1 改修事業

改修事業は建設後10年以上経過した以下の施設を含む。

- Chamkar Mon 浄水場施設 (計画浄水容量 20,000 m³/日)
- Phum Prek 浄水場 施設(計画浄水容量 100,000 m³/日)

改修事業は設置後10年から20年経過した機械設備、電気設備、計装設備に対して実施する。

実際に改修すべき施設および設備は維持管理計画に基づき、PPWSAが判断し実施すべきである。

以下に、通常行われるべき改修計画を示す。

- 各種ポンプインペラーの交換 (エネルギー効率の改善)
- 薬品注入設備更新 (漏液、注入率調節不全等の修復)
- 消毒設備更新 (安全性改善および注入率不全等の修復)
- 受電等の電源供給設備の更新 (効率・信頼性の改善)
- 自動制御装置の更新 (維持管理効率の改善)
- 水質試験設備更新 (適正な水質分析および水質管理の実現)

第4章 プノンペン市周辺地域地下水開発事業

第4章 プノンペン市周辺地域地下水開発事業

マスタープラン計画年次2020年における計画対象人口は、182,070人である。ステージ I においては緊急性を鑑み、安全な水の給水普及率が未だに60%未満の地域において計画する。最初はプノンペン市街地との格差を是正するため、市街地から近い水道未普及地域であるTa khmauやKien Svayから実施する。

フィージビリティ・スタディの基本的設計諸元は以下に示す。

計画年次	2010年
普及率	郊外地域において約 60% (70% in 2015, 80%in 2020)
計画普及人口	47,741 人
対象外	2020年までに送配水管網の計画対象地域
優先対象地域	<u>Dangkao District</u> : Phleung Chheh Roteh, Pong Tuek, Prey Veang, Prey Sa, Krang Pongro, Prateah Lang, and Sak Sampov communes in MPP <u>Takmau District</u> : Ta Kdol, K.Amnanh communes <u>Kien Svay District</u> : P. Aeng, P. Thmei communes in Kandal Province
単位給水量	40 ㍉/人/日
施設	深井戸
揚水量	20 ㍉/分(=1.2 m ³ /時間)
井戸当たり対象人口	210 人/井戸
設計水量	8,400 ㍉/井戸
必要井戸数	229 井戸
サービスレベル	レベル 1 手押しポンプ付き深井戸

第5章 組織・制度改善計画

第5章 組織・制度改善計画

ステージ I における組織・制度改善計画は、組織の「direction」に関して更に研鑽し、組織の「systems」に関する強化、および権限および責任等の「delegation」について将来を見越した強化を図らねばならない。係る組織は、PPWSAの拡大に伴い正式なものとして採用し、標準化しなければならない。これらはステージ I に係る能力強化とも密接に関係する。

5-1 ステージ I 事業実施に伴う組織・制度改善計画

本計画においては計画、管理、モニタリングの改善について検討する。係る機能はプロジェクト実施セクション (project management units :PMU)が所管する。地下水開発に関してはMRDの所管となる。

5-1-1 ステージ I 事業実施計画

提案する組織は、事業実施に関する技術計画に属する建設部門で、外部資金ならびに内的資金による双方の事業実施を直接的に管理する。係る部門は、事業実施までに速やかに組織しなければならない。現状、係る部門は技術計画部に属し技術・プロジェクトユニットと呼ばれている。本提案内容は、現況を全て改造するものではなく、関係する部門間において専門性を備えた要員の再配置により実現可能である。

5-1-2 ステージ I 施設の効果的運営管理

フィージビリティ・スタディにおいては計画施設が効果的に運転管理できるよう検討する。

5-1-2-1 Chrouy Changva 浄水場の運転管理

現況の浄水場の運転管理は概ね良好である。事業実施後は施設規模が2倍に拡大し要員の増強が不可欠である。操作面においては、自動化を促進し運転要領を改善することが期待される。具体的な要員増強は各セクションの各シフトごとに1名ずつ要員の増強が必要で、合計4名の要員を増強する。新規要員に対する訓練は、既存の要員からのOJTなどにより、具体的に実施する。水質管理に関しては、サンプリング数等が増えることから、水質検査員の増強が必要である。薬品の受け入れ貯蔵等については、既存のスペースに合わせた、適切な管理が必要となる。

ろ過池等の主要施設の維持管理においては、Phum Prek等の中央の管理部門と連携して実施すべきである。生物学的水質指標の管理などはPhum Prek浄水場の中央水質試験場と協力して実施すべきである。

Chrouy Changva浄水場に係る維持管理指針は未整備である。これらの指針の整備は組織制度の整備と相まって、早急に実施する必要がある。

5-1-2-2 送配水管網の維持管理

ステージ I における送・配水管網の整備は送配水管敷設ならびに監視システム増強等と連携し総合的に進めてゆかなければならない。これらの整備は、MISの活用ならびに施設を高機能化するなど維持管理と連携して考えてゆかねばならない。

5-1-3 プノンペン市周辺地域上水道施設の維持管理

地下水開発の初期段階においては地域の需用者による水管理組合の形成、施設の維持管理体制、施設建設会社の選定、あるいは運転管理訓練の実施等が必要となる。最も重要なことは、参画するものが自ら事業に関わる意識を形成することである。これらの事業の実施は（PPWSAの協力の下）、MRDのDARDが主体となり実施することが望ましい。

維持管理については組織される水組合がその責務を負う。水組合は井戸の維持管理、必要な料金徴収、井戸周辺の清掃、住民に対する衛生教育などを行う。

技術的およびモニタリングに係る支援は必要である。スペアパーツの共同購入による水組合への供給も重要である。このような支援組織は水組合に対して技術的支援、訓練、スペアパーツ購入支援などを行う。モニタリングには、設備、組織・制度、財務的状況のモニタリング等が含まれる。

5-2 PPWSA の組織・制度改善

PPWSAの組織は現況順調に機能しているが、将来においては何らかの機会の変化および干渉により問題が生じることが危惧される。将来の危惧に対処するため、慎重に計画的に準備に取りかからなければならない。

マスタープランにおいては組織の成長に必要な全般的フレームワークについて述べた。ステージ I においては、組織に対して生じるいかなる干渉、変化があろうとも、組織の安定性を図り現状の好成績を持続することが重要である。このため、ステージ I においては各部所長の職務および責務を明確に設定し、これらが有機的に協力し、組織的に事に対処できるよう組織の改造を実施する。これにより、組織がより協調的となりPPWSA内部の総合的組織力が形成される。このため、全ての職員に対して施設の運営と管理に関して集中的な訓練を施し、既存のNavision Financials softwareを活用したMISの強化と相まって、既存組織を強化する必要がある。これらは問題点を発見すること、および解決策を見いだすことに対しても有用である。ここに、組織・制度的改善のため、外部環境を活用した技術協力プログラムを提案する。

5-2-1 組織の改編と管理レベル

組織の再編に係る最初の段階として、各部門の分担と責務について明示する。これらの管理フレームワークは種々の問題点や機会等の変化に対して有効である。さらに全体的な方向性と責任体制を設定し、現状の責任体制および職務の均一化に寄与し、管理職チームの組織的総合力によるより高度な機能へとレベルアップを図る。このために、最終的にはそれぞれそれぞれの部所長職の職務の指標を示さねばならない。

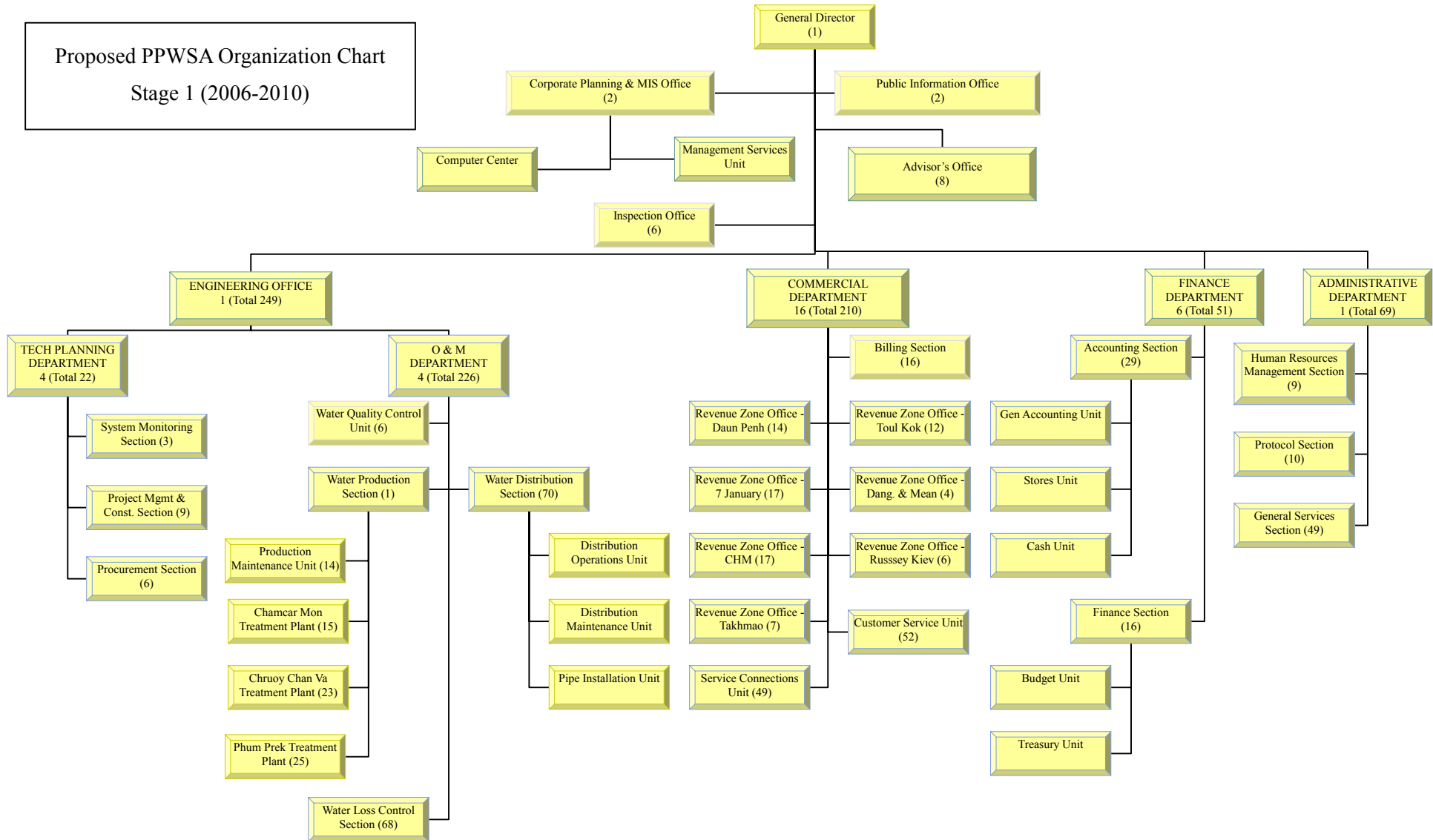
本計画では組織全体を、上級職（総裁、副総裁、部長を含む）、中間管理職（課長、運転管理部門長）、および運転管理職（シフト長、ユニット長、チームリーダー）の3段階に分ける。

それぞれの管理的機能は成層化し3段階に分割する。これらは、さらにPPWSAの政策目標、方針決定、運転予算管理等についても各段階ごとに参画し、それぞれの管理が可能となる。

これらの組織改編は、現況の組織機能のアンバランスを改善するため、組織全体を部レベル、課レベル、ユニットレベルの3レベルに分ける。ただし、係る組織の改編は、ステージI期間内において徐々に実施され達成されるべきである。

5-2-2 要員計画

水需要増加により顧客が増え施設運営管理は増加する。現状、要員数は給水栓1000栓当たり4.66人であるが、顧客の増加とともに、3.7人/1000栓へと効率化する。このため、設備の機械化ならびに運転管理のコンピュータ化などが必要となる。



5-2-3 組織の改善

本項では PPWSA の事業実施上の改善に資する種々の内容について検討する。これらには、PPWSA が内的努力により継続して実施する改善策、および外的協力による技術協力を実施し組織・制度の改善に資する内容を含む。

下表に PPWSA の問題点等について評価しとりまとめ、今後の改善に資する機会について述べる。右項はステージ I 終了後において期待できる組織・制度改善の効果について示す。

5-2-3-1 外部からの技術協力による組織の改善

ステージ I において、PPWSA が事業を効率的に推進するために必要な外部からの協力による技術協力について検討する。

PPWSA は既に組織の改善計画を実施中であり、財務的にもかなりの投資を実施中である。現在は MIS ソフトについて、技術サービス契約の延長を考慮している。

JICA は既に技術協力により施設の維持管理を中心とした、人材育成プロジェクトを実施中で、関連する訓練および維持管理ガイドラインの作成などを実施している。係るプロジェクトのフェーズ 1 は 2006 年中に完了する。

5-2-3-2 組織改善プロジェクトの目的およびインプット

組織・制度改善に係るプロジェクトの目的は PPWSA が新規拡張施設ならびに既存施設の安定的維持管理に資する。期待できる成果は下表に示す。

組織・制度改善プロジェクトは 2007 年に開始しステージ I の最終年次である 2010 年まで継続し完了する。外部の協力により実施する技術協力プログラムはその一部となる。外部による技術協力プログラムは管理(技術)システムのレビューと開発、訓練実施等からなる。

施設建設費の 3% (2.05 百万ドル) をこれらのプログラム実施に必要な資金として計上する。外部の協力によるプログラムは準備期間を考慮し 2007 年までに開始するものとする。

表 5.1 組織・経営改善計画((案))

PPWSA の問題点と機会	提案活動	2010 年までに達成すべき内容
施設の運転管理システム		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ O&M マニュアルの未整備. ▪ 運転操作技術の不完全さ ▪ 具体的維持管理の未経験 ▪ O&M の方法および標準操作の未整備 (整備中) ▪ データ管理の改善 ▪ データモニタリング、テレメトリーシステムの NRW 削減への適用 (技術計画部、維持管理部担当) 	A1 既存の技術標準を見直す (建設、材料、検査標準等)。	<p>PPWSA は以下のことができる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 技術的維持管理基準やプロジェクト管理基準の正式採用により施設建設管理、プロジェクト管理活動が効果的にできる。 ▪ 改訂維持管理指針に基づき浄水施設の運転、送・配水管理、およびモニタリングなどの管理ができる。 ▪ 改訂予防的維持管理法案に基づき、全ての施設が適切に管理できる。
	A2 建設規格、材料規格、検査規格などについて、PPWSA 規格を採用する。	
	A3 既存の政策、システムや手続き (購買、プロジェクトの計画とモニタリング、監理) を見直す。	
	A4 PPWSA としての新プロジェクト監理基準を採用する。	
	A5 PPWSA 自身の維持管理指針を採用し、各種ガイドライン作成のための新規ワーキング・グループを立ち上げる。	
	A6 既存ガイドラインを収集し改訂する。	
	A7 OMG (案) の詳細を検討する。	
	A8 OMG 改訂システムを策定し、実施する。OMG を正式採用する。	
	A9 資産 (施設) 管理システムを改訂する。	
	A10 機電設備の予防的維持管理を含む、資産 (施設) 管理システムを採用する。	
	A11 施設建設における計画とモニタリングについての 「Resources Module of the Navision Financials」 を活用する。	
組織計画システム		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ 次代の管理職の育成 ▪ 企画計画業務に対して、より多くの管理職の参画を図る (企画部、人事部担当) 	B1 5 年計画の内容や策定プロセスをレビューする。MIS システムにおける活用可能な情報を確認する。	<p>PPWSA は以下のことができる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 5 年計画について、準備、改訂、モニタリングが、より多くの管理職、担当レベルらの参画により作成できる。 ▪ 柔軟で鋭敏な組織を定期的改訂により部所の責任において策定できる。
	B2 セクションチーフ程度まで参画できるよう多くの協議を促進する。	
	B3 計画段階において、顧客からの意見の徴集方法を開発し評価する。	
	B4 定期的組織の改善、ワーキング・グループのスタッフ配分を適切に行うためのシステムを採用する。	

PPWSA の問題点と機会	提案活動	2010 年までに達成すべき内容
顧客管理システム		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ メータリーディングの誤り ▪ 貧困層への未給水（最低 \$112; 2-3 カ月相当収入） （顧客サービス部担当） 	C1 現在の顧客管理政策を見直す。 C2 顧客サービス基準を見直す。 C3 より実践的な顧客フィードバックシステムを作成し実施する（例えば、顧客情報を積極的に徴集するため、外に出て行って意見交換などを行いながら情報収集する）。 C4 現在の顧客および将来の顧客に関する、顧客サービスプログラムの評価、作成、実施、拡張をおこなう。	PPWSA は以下のことができる。 <ul style="list-style-type: none"> ▪ 顧客のニーズに対応して、その目線にて迅速な対応が可能となる。 ▪ 顧客との対話を通じて、システムマテックに顧客情報を得、迅速な対応が可能となる。
財務管理システム		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ 財務分析技術の未熟 ▪ 貧困層の水へのアクセスの改善 （財務部担当） 	D1 水道料金作成シミュレーション方法の開発により、各需要層に応じた水使用に対応した水道料金の定期的見直しを行う。	PPWSA は以下のことができる。 <ul style="list-style-type: none"> ▪ 水道料金の目標、ならびに最適料金構造を設定できる。
管理・運営サポートシステム		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ インベントリ管理のための Navision module が活用できない （管理部担当） 	E1 現状のインベントリ計画を見直す。 E2 インベントリおよび資産管理システムに係るシステム管理改善策を作成し実施する。	PPWSA は以下のことができる。 <ul style="list-style-type: none"> ▪ 資源の供給とインベントリ管理が効率的にできる。

人材管理システム		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ 人材に関するバックアップ能力がない ▪ 長期人材育成計画の欠如 ▪ 訓練計画策定中 ▪ 財務分析技能の不全 ▪ 人材管理に係る Navision module の活用 (人事部、訓練センター担当) 	F1 現実的職務指標を定める。	PPWSA は以下のことができる。 <ul style="list-style-type: none"> ▪ 計画的人材採用、ならびに効果的に職員の評価ができる。(人的資源の計画方法、職務内容の見直し、各職務に対する具体的内容の設定、外部委託基準の設定、積極的人材採用計画の実施、実績主義採用) ▪ 内部的訓練システムと能力の増強により、より効果的な訓練機会をあたえることができる。
	F2 作業量分析により、職員の職務内容および目標を適切に設定する。	
	F3 実際のニーズに即し、定期的人材計画(職能、職員数共)を提案する。	
	F4 既存の職務内容を見直す。	
	F5 各職務における資質必要条件、および実務能力指標について具体的内容を作成する。	
	F6 外部委託やサービスコントラクト等の適用可能性を全ての業務について検討する。	
	F7 外部委託採用方針を作成する(契約フォームを含む)。	
	F8 有能な人材を大学などから積極的に採用するため、採用計画を作成し実施する。	
	F9 システムティックな採用試験作成プログラムを作成し実施する。	
	F10 技術分野および管理分野における訓練フレームワークを見直し採用する。フレームワークに基づき訓練計画を作成し実施する。	
	F11 訓練センターが毎年計画的に訓練を実施するため、計画およびモニタリングについての訓練管理システムを採用する。	
	F12 アジアや「カ」国内の他の訓練センターと連携する。	
	F13 トレーナ訓練計画およびその教材等を強化する。	
	F14 全ての人材が活用可能な、高速インターネット機能を具備した図書館機能を整備する。	
情報管理システム		
<ul style="list-style-type: none"> ▪ MIS の活用不足 (Navision not fully utilized) (財務部、各部所長) 	G1 Navision MIS software の使用方法を見直し、広範囲に適用する。(運転管理部門に広範囲に活用する)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 各部門間において、情報の共有化を図り意志決定に活用する。
	G2 MIS の拡張計画を提案する。(他のシステムの必要性を検討する)	

第 6 章 概算事業費および事業実施計画

第6章 概算事業費および事業実施計画

6-1 ステージ I 概算事業費

ステージ I 優先プロジェクト事業費の概算事業費は以下のとおり。

プノンペン市街地送・配水管網による給水事業: US\$ 72,405,000.

プノンペン周辺地域給水事業 US\$ 8,893,000 .

概算事業費の詳細は下表に示す。

表 6.1 プノンペン市上水道施設整備事業費 (x 千 US\$)

Code	項目	外貨分	内貨分	合計
100	<建設費>			
110	Chrouy Changva WTP -2nd Stage	17,225	5,405	22,630
111	Intake Tower (for Chrouy Changva WTP)	3,385	577	3,962
112	Raw Water Transmission Facilities	176	43	219
113	Chrouy Changva WTP -2nd Stage (Q=65,000m ³ /d)	13,664	4,785	18,449
120	Water Tank	1,867	688	2,555
121	Ta Khmau Water Tank	1,025	642	1,667
122	Booster Pump for Existing Water Tank	842	46	888
130	Transmission/Distribution Pipe	8,753	3,127	11,880
131	Transmission/Distribution Pipe (Dia 63 to 600) ^{*)}	6,620	2,506	9,126
132	Transmission/Distribution Pipe (Dia 700 to 1200)	2,133	621	2,754
135	Monitoring Facility	4,800	200	5,000
140	Rehabilitation of M&E Equipment ^{*)}	9,300	500	9,800
	建設費合計	41,945	9,920	51,865
500	Equipment Procurement Cost	419	99	519
600	Engineering Service	4,688	519	5,187
700	Government's Administration	0	2,593	2,593
710	Institutional Development	0	2,062	2,062
800	Physical Contingency	4,703	1,519	6,223
900	Price Contingency	2,849	1,108	3,957
	総事業費	54,584	17,821	72,405

Note: Distribution Pipe (Dia 63 to 600) and Rehabilitation of M&E Equipment is estimated to be implemented by PPWSA's own budget.

表 6.2 プノンペン市周辺地域地下水開発事業費(x千US\$)

Code	項目	外貨分	内貨分	合計
	<建設費>			
150	Well Facilities	1,212	5,093	6,305
500	Equipment Procurement Cost	12	51	63
600	Engineering Service	567	63	631
700	Government's Administration	0	315	315
800	Physical Contingency	179	552	731
900	Price Contingency	186	662	848
	総事業費	2,157	6,736	8,893

6-2 事業実施計画

ステージ I 優先事業の計画年次は 2010 年である。

ステージ I 優先事業

建設前段階

010:	2005-2006	準備等
020:	2005-2006	建設前 (詳細設計、入札)
	2006	建設および調達開始

建設段階

110-140:	2007-2009	建設(上水道施設)
150:	2008-2010	建設(地下水施設)
	2009-2010	運転開始

第 7 章 優先事業の評価

第7章 優先事業の評価

7-1 技術評価

フェーズ2マスタープランにより、PPWSAの計画給水区域は500km²以上に拡大する。フェーズ1マスタープランに比しておおよそ6倍の拡大となる。Chrouy Changva浄水場の拡張事業により、PPWSAの全体浄水能力は2010年までには30万m³/日となる。これは、おおよそ2013年における水需要に対応できる浄水量に当たる。高架水槽および送・配水管網の整備に伴いプノンペン市周辺部への24時間給水が安定的に可能となる。

プノンペン市周辺部においては200以上の地下水開発が実施される。安全で清澄な給水を受けられる人口は現況の107万から2010年には132万人に達する。給水普及率は70%から74.5%へと拡大する。合計給水栓数は12万超から15万超へと増加する。

上記の目標達成においては以下の条件が必達となる。第一に送配水管網のたゆまぬ維持管理によりNRWを15%に保持すること、第2に原水の水質管理を実施し、その浄水コスト負担増に伴う建設コスト増を避けなければならない。

7-2 社会経済評価

優先事業実施により、プノンペン市域は一部郊外を含み安全な給水を享受することができる。フェーズIIIの2020年次における給水事業に係る「カ」国ミレニアムゴール(CMDGs)を達成すべく、ステージIはその第一段階となる。

CMDGsの掲げる給水の拡大計画は公共の健康の増進、および水系伝染病に伴う乳幼児の死亡率の低減を図ることとしている。水供給によりプノンペン市周辺地域においては、幼児や女性による水くみ労働の低減化につながるものと期待できる。これらは間接的に地域における労働力に関して、生産性を高める効果があり、就学率なども向上し地域全体への波及効果が見込まれる。

市街化地域および周辺地域ともに送配水管網による水供給は産業発展の礎と言える。水供給は、「カ」国が目指している労働力優先型産業である軽工業などの発展に寄与し、「カ」国全体の産業の発展育成に寄与する。

負のインパクトとしては、水供給に伴い必ず起こりうる排水の増加である。排水に係るマスタープラン調査は不可欠であり、緊急的課題である。特に、健康的便益を損なうことなく、衛生施設改善を継続することが重要である。本調査においては、これまで自然の浄化施設として機能してきた、地域の湿地帯の減少について調査し、特に北部地域にてその傾向が著しいことが判明した。これらの自然の浄化能力は排出量の増加に対して、既に極限に達している。今後、人口の増加ならびにこれらの自然浄化能力の減少と相まって、公共用水域の水質問題は深刻となることは明らかである。これらに対処するため、既に我が国の無償資金協力により設置された排水施設の他に、全体的な方策を打ち立てることが急務である。

7-3 財務評価

7-3-1 プノンペン市上水道施設拡張事業 (PPWSA)

7-3-1-1 財務分析

優先事業のWACCは3.84%と計算される。FIRRおよび感度分析は以下に示す。

基礎的シナリオにおいて、本事業FIRRはWACCよりも高い値となる。従って、本計画事業は財務的に実施可能性があると言える。

感度分析の結果は3つの負のシナリオを想定し（コストおよび維持理費の増加、収入の減少）検討したが、本事業のFIRR値への影響は少なく、WACCよりも少々高い値を保つことが分かる。負のシナリオの内、最も影響が大きいのは収入が減少することである。

表 7.1 FIRR および感度分析（プノンペン市上水道施設拡張事業）

Particulars	NPV @ WACC	FIRR	SI *	%
	Million Riels	(%)		Change
Base Case	108,337	6.73%		-
10% Increase in Project Costs	86,848	6.03%	1.16	10%
10% Increase in O&M Costs	83,162	6.13%	0.99	10%
10% Decrease in Revenue	50,839	5.31%	2.68	10%

*SI – Sensitivity Indicator

7-3-1-2 経済評価

計画事業のEIRRおよび感度分析結果を以下に示す。

表 7.2 EIRR および感度分析（プノンペン市上水道プノンペン施設拡張事業）

Particulars	NPV @ EOCC	EIRR	SI *	%
	Million Riels	(%)		Change
Base Case	178,359	17.55%		-
10% Increase in Investment Costs	163,140	16.52%	0.63	10%
10% Increase in O&M Costs	169,323	17.24%	0.18	10%
10% Decrease in Benefits	136,268	16.08%	0.92	10%

* SI – Sensitivity Indicator

基礎的シナリオにおいて、本事業EIRRはEOCCよりも高い値となる。従って、本計画事業は経済的に実施可能性であると言える。

感度分析の結果は3つの負のシナリオを想定し（コストおよび維持理費の増加、収入の減少）検討したが、本事業のEIRR値への影響は少なく、EOCCよりも少々高い値を保つことが分かる。負のシナリオの内、最も影響が大きいのは収入が減少することである。

7-3-1-3 PPWSA の財務的状况

以下にPPWSAの財務状况の予測を示す。

財務分析の結果は以下のとおり。

- ◆ 分析期間（2005年から2035年まで）において、PPWSAは各年とも純利益をあげることができる。このことはPPWSAの水道料金レベルは期間中物価上昇分の料金値上げを見込めば、維持管理費、減価償却、財務上の経費等全てのコストリカバリが可能と言える。
- ◆ PPWSAの財務状况は計画実施期間において健全であり、係る期間におけるローンの返済も十分可能である。もし、PPWSAが本検討にて採用した利率よりも低利でより長期のローンが得られれば、事態はより好結果となり、さらに財務的状况は有利となりうる。低金利であれば、返済額は減じられるし、より長期にわたるローンであれば、年間の返済額は減じることができる。

PPWSAは、本優先事業については、現況の資産にて、現況の事業を実施しながら、水道料金増額改定の要もなく、財務的には問題なく実施することができる。

7-3-2 プノンペン市周辺地域地下水開発事業

7-3-2-1 財務分析

地方給水に係る「カ」国の方策に基づき、地方給水施設は需用者が施設建設費、維持管理費水料金の徴収などを司る。施設の建設費は、およそ88%が中央政府による補助により、残る12%が需用者からの労役や材料費などである。中央政府は通常二国間あるいはその他の長期低利(1%未満)資金ソースにより資金を賄う。

水料金の目安として一世帯当たりの月例収入の4%とすれば、おおよその水料金は6,500リエルとなる。係る水料金は施設の維持管理ならびに20%程度の減価償却費を賄うことができる。減価償却費は蓄えておき定期的に施設を更新するために用いる。

7-3-2-2 経済分析

計画事業のEIRRおよび感度分析結果を以下に示す。

表 7.3 EIRR および感度分析 (プノンペン市周辺地域地下水開発事業)

Particulars	NPV @ EOCC Million Riels	EIRR (%)	SI *	% Change
Base Case	9,781,074	18.37%		-
10% Increase in Investment Costs	7,909,029	16.18%	1.36	10%
10% Increase in O&M Costs	9,540,884	18.17%	0.11	10%
10% Decrease in Benefits	6,690,733	15.76%	1.66	10%

* SI – Sensitivity Indicator

基礎的シナリオにおいて、本事業EIRRはEOCCよりも高い値となる。従って、本計画事業は経済的に実施可能性であると言える。

感度分析の結果は3つの負のシナリオを想定し（コストおよび維持理費の増加、収入の減少）検討したが、本計画事業のEIRR値への影響は少なく、EOCCよりも少々高い値を保つことが分かる。負のシナリオの内、最も影響が大きいのは収入が減少することである。

7-4 環境影響評価

提案事業は概ね給水による正のインパクトを生み出すものと考えられる。しかしながら、建設あるいは操作の段階において、建設に係る騒音や埃など負の影響が懸念される。よって、詳細設計においてはこれらの要因について十分に検討し、適切に負のインパクト軽減策を講じなければならない。例えば、業者は建設により破壊された部分を修復しなければならないなどの方策を仕様書作成の段階で盛り込むことが重要である。適切に設計され、適切に維持管理された施設は世界的に通用する基準により安全に建設され運転管理に資することが必要である。優先プロジェクト実施においては、下表に示すインパクトが生じる恐れがある。

プロジェクト	生じる恐れのある環境影響
Chrouy Changva ステージ II	Local Economy such as employment and livelihood Existing social infrastructures and services Water Rights and Rights of Common Waste Hazards (Risk)(Traffic accidents) Water contamination Noise and vibration
送・配水施設拡張事業	Existing social infrastructures and services Noise and vibration Local Economy such as employment and livelihood Existing social infrastructures and services The poor, indigenous or ethnic people Misdistribution of benefit and damage Cultural Property Hazards (Risk)(Traffic accidents) Air pollution Noise and vibration
地下水開発事業	Existing social infrastructures and services

PPWSAは計画、建設、維持管理の各段階において適切な軽減策を実施すると共に、その実施においては、その都度監視を続けなければならない。

ステージIの優先事業実施に当たっては、特に以下の事項につき注意を払う必要がある。

- ・ スコーピングチェックリストは常に最新の内容に修正し、問題のなきよう図る。
- ・ 事業実施に係る現場周辺における社会環境状況を常々調査する。
- ・ 送・配水管網建設に当たり、既存の施設、家屋等への影響は最小となるよう計画する。
- ・ 最新の設計および実施計画に基づき、環境影響の軽減および監視に係る費用を算定しなければならない。
- ・ 事業に実施に当たり、影響を被る恐れのある地域の住民に対して情報の開示を行う必要がある。
- ・ 万一、住民移転などの影響が認められる場合は、PPWSAは真摯に協議に参加し、必要な補償に努めなければならない。