

0 Scale 400 m

The Study on Water Supply System
for Siem Reap Region in Cambodia

Japan International Cooperation Agency

図 5.3.4

ステージ 1 における配水管網図

浄水施設の運転維持管理で最も重要なことは毎日各種の記録を付け、それを保管蓄積することである。これらの記録は、特に無収水などの水道事業の管理に関する評価に不可欠である。また、データの収集により新しいパラメータが見つかることもある。塩素ガスの安全対策に加え、日常行われなければならない維持管理作業のチェックリスト並びにそのスケジュールを策定することも重要である。

配水施設の運転維持管理で最も重要なことは、水道局が漏水率の低減に向けて最大限の努力を払うことである。そのためにも配水管網図の整備は基本であり、常に最新の工事や修理の情報を加筆し、アップデートしておくことが不可欠である。また、給水区域内の圧力をできるだけ多くの給水栓で測定し、圧力分布が平均化されるようなバルブコントロールも重要である。

5.4 制度と組織

(1) 制度と法制

現在の水道は MIME シエムリアップ州事務所の統括のもとにあり、技術的な業務は MIME 内の地方給水局が運営している。現在、カンボディア国政府は国内の水道事業体の PSP 化を推進しようとしている。こうしたカンボディア国政府の指導方針により、既にバンテイミンチェイ、コンボンスピーやタケオのように私企業として組織換えをした地区もあり、プノンペン市のように自治組織として運営されている地区もある。シエムリアップ市水道局もこのような目標の実現を目指そうと計画途中である。

PSP を推進するためにも、既往の法制度の見直しと改善が必要な事項である。

(2) 組織

現在のシエムリアップ市水道局は業務課と技術課の 2 課によって運営されており、担当者は全数 9 名である。2006 年に運転が開始されるステージ 1 の完成時には、業務・会計課、顧客サービス課、工務課の 3 課からなる新しい組織を提案している。全従業員数は 2006 年に 19 名になると推定しており、各セクションの責任分担を明記した。各担当の分担スケジュールと事務分掌を明確にして同水道部の運営に遺漏のないように計画された。

(3) トレーニング

トレーニングは従業員の能力の改善と増進に不可欠な事項である。ここでは、その内容、方法、及び時期等からトレーニングを、次のように分類している。

- 職階ごとのトレーニング
- 実際の作業内容 / 主題ごとのトレーニング
- 特定事項に関するトレーニング
- 訓練生を派遣してあるいは講師を招聘してのトレーニング
- 職場内でのトレーニング (OJT)
- 自学自習に対する補助

本調査では、この分類に従ったグループ毎のトレーニングや時期、内容について詳述している。

5.5 プロジェクトコスト並びに実施計画

(1) プロジェクトコスト

コスト積算の基準年は 1999 年であり、換算レートは 1 US ドル=3,800 リエル、1 US ドル=120 円を用いた。使用した単価は、現状をコスト見積もりに反映させるために集められた多くの情報に基づくものである。プロジェクトコストは工事費並びに運転維持管理費の二つの項目からなる。

建設費並びに関連費用を含むプロジェクトコストはそれぞれ、11.32、16.3 百万 US ドルである。これらのコスト並びに外貨・内貨分類は表 5.5.1 に示すとおりである。

表 5.5.1 概算プロジェクトコスト (F/S 段階)

(単位: USドル 1,000)

	項目	外貨分	内貨分	ステージ 1 合計 (2006年)
A	建設費	10,685	635	11,320
B	土地収用費	0	250	250
C	関連行政費用 (Aの2%)	0	226	226
D	エンジニアリングサービス (Aの15%)	1,698	0	1,698
E	準備費 (A+C+Dの10%)	1,238	86	1,324
F	価格予備費 (AからEの10%)	1,362	120	1,482
	合計	14,982	1,317	16,300

運転費用は、電力（燃料）費、薬品費、人件費、維持管理費を含むものとし、年間維持管理費は建設費の1%を見込むものとした。

本プロジェクトで建設される新規水道システム及び既存水道システムのステージ1に係わる2006年までの運転維持管理費は表5.5.2に示すとおりである。

表 5.5.2 年間運転維持管理費

項目	単位	2002	2003	2004	2005	2006
電力（燃料）費	US\$/年	121,090	135,645	154,857	166,436	186,855
薬品費	US\$/年	5,436	8,122	11,262	14,011	16,080
人件費	US\$/年	39,000	41,400	42,600	45,000	47,400
維持管理費	US\$/年	113,196	113,196	113,196	113,196	113,196
合計	US\$/年	278,722	298,363	321,915	338,643	363,531
単位電力（燃料）費	US\$/m ³	0.162	0.120	0.098	0.084	0.082
単位薬品費	US\$/m ³	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007
単位人件費	US\$/m ³	0.052	0.037	0.027	0.023	0.021
単位維持管理費	US\$/m ³	0.152	0.100	0.072	0.057	0.050
合計	US\$/m³	0.373	0.264	0.204	0.171	0.160

(2) 実施計画

プロジェクト実施のための、予算措置、詳細設計、入札及び建設期間並びにトレーニングと組織改革を含むプロジェクト実施計画は図 5.5.1 に示すとおりである。ステージ 1 に係わる建設費及び関連費用の支出計画を表 5.5.3 に示す。

表 5.5.3 ステージ 1 プロジェクトコスト支出計画

(単位: US\$1,000)

年	年間支出額	合計に対する比率
2000	591	3.6 %
2001	7,759	47.6 %
2002	7,950	48.8 %
合計	16,300	100 %

5.6 経済・財務分析

(1) 概要

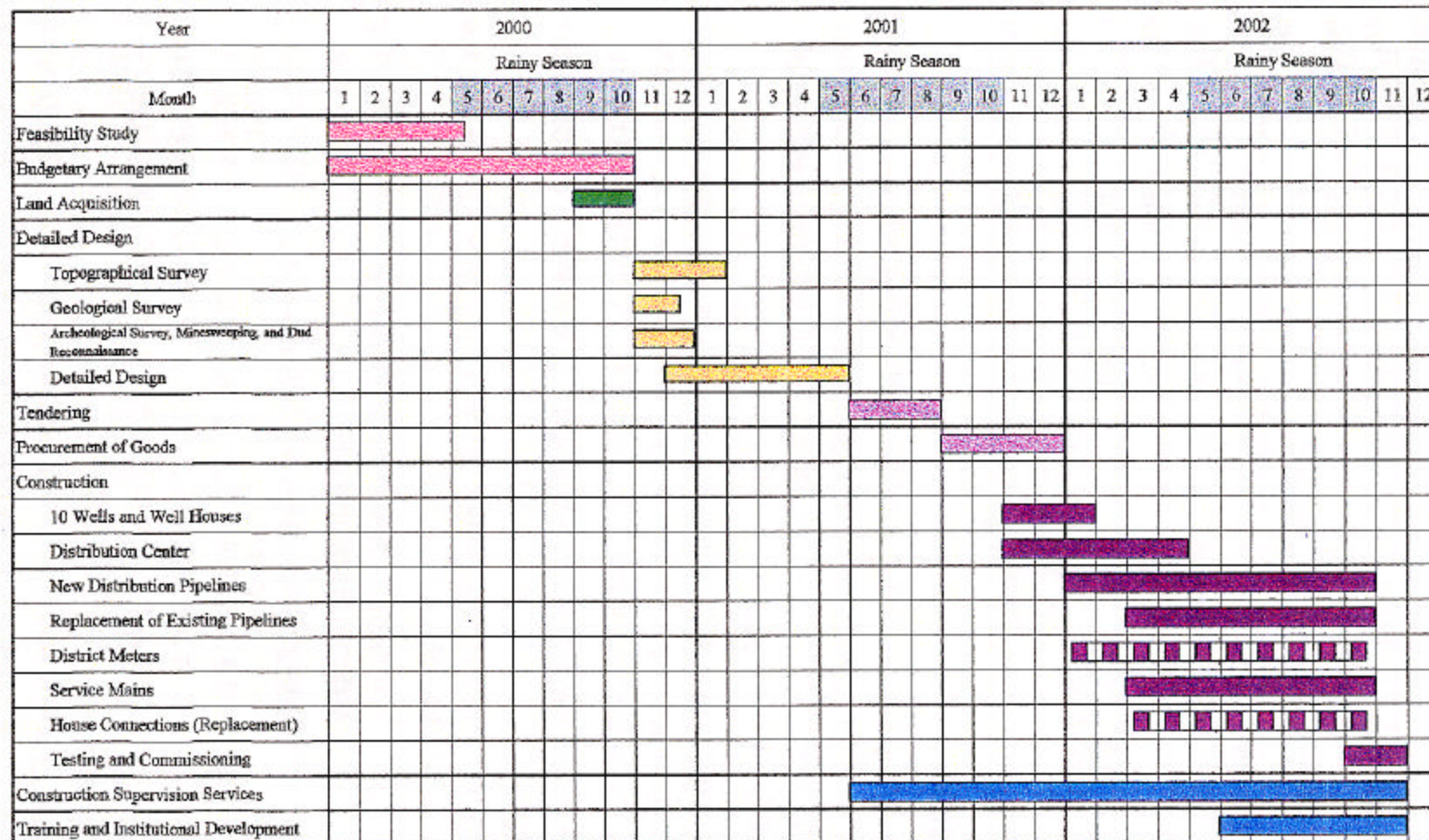
本節では、提案プロジェクトについて経済的視点と財務的視点の 2 点から評価した。また、プロジェクトの財務運営状況については、経営シミュレーションモデルを用い予測・検証した。

(2) 経済分析

経済評価の手法は M/P において実施したものと同様である。ここではステージ 1 における費用のみが考慮されるという点が異なる。そして、F/S 段階では評価結果の感度分析が行われる。

経済評価の諸指標は、EIRR が 9.2 %、B/C が 0.94、NPV が -92 万米ドルの結果となった。M/P 段階では EIRR が 10.5 % を記録したものの、F/S 段階では 10 % をわずかに下回っている。これは先行投資となる設備費が一部に含まれているため、いずれステージ 2 に入れば、10 % を上回ることが期待される。

プロジェクトの費用・便益算定は、それが長期にわたる関係から不確定要素が含まれるのは不可避である。こうした点から、費用・便益の変動を配慮した感度分析を実施することが F/S では一般的である。ここでは費用・便益が ± 10 % 振れた場合の EIRR がどう変化するかを検証した。感度分析結果を表 5.6.1 に示す。この結果を踏まえ、実施段階では再度慎重に経済評価を実施する事が望まれる。



The Study on Water Supply System
for Siem Reap Region in Cambodia
Japan International Cooperation Agency

図 5.5.1
ステージ 1 段階の実施計画

表5.6.1 感度分析結果

費用	便益	EIRR (%)	B/C	NPV (US\$1000)
1. Original Case	-	9.2	0.94	-922
2. -	10% 増加	7.9	0.84	-2,294
3. -	10% 減少	10.4	1.03	449
4. 10% 増加	-	8.1	0.85	-2,323
5.	10% 増加	6.9	0.94	-3,695
6.	10% 減少	9.2	0.94	-952
7. 10% 減少	-	10.5	1.04	479
8.	10% 増加	9.1	0.93	-892
9.	10% 減少	11.7	1.14	1,851

(3) 財務分析

経営シミュレーションでは、財務上の与件や仮定条件に基づいて行われ、その結果として水道料金収入と財務運営・資金運用状況との関係が明らかとなる。また、シミュレーション結果から、財務の管理と診断が可能となり、経営の先行きが見通せるようになる。

F/S での財務評価方法は、M/P 段階で行った方法と同じである。財務評価の諸指標は、FIRR が-2.7 %、B/C が 0.33、NPV が-1,098 万米ドルの結果となった。この諸指標から判断すると、当該条件下での財務運営は難しい。

このため、当事業を財務面から実現可能にする対策として、次の方策が提案される。

- ケース 1: 水道料金の水価格を現行の 3.3 倍に引き上げ、料金収入を大幅に増大する。
- ケース 2: 当初の設備投資額の 86 %を無償資金などの補助金を当て事業費の負担軽減化を図る。
- ケース 3: 上記 2 ケースの組み合わせ方策を図る。

以上の対策に基づき、経営が成り立つ方策を採用することを前提として、経営シミュレーションを実施することとした。具体的な方策としてはケース 3 のいろいろな組み合わせの中から次の 2 つの資金計画を試算ケースとして採用しシミュレーションを行った。

資金計画 1: 初期投資額の 30 %を金融機関から借り入れ、残りの 70%については外国・国内政府資金から補助金を仰ぐ。さらに、水料金を現行の 50 %高く設定して、水道料金の増収を図る。

資金計画 2：初期投資額の全てを外国・国内政府資金からの補助金で賄う。
水料金については現行のままとする。

資金計画 1 では、当面の目標計画年次である 2006 年でも赤字経営が続くものの、運営上の営業収支は黒字を計上している結果となる。その後の純赤字額は年々縮小するので、17 年目(2018 年)に単年度収支が黒字となり、24 年目(2025 年)には累積赤字が解消することになる。

資金計画 2 でも、当面の目標計画年次である 2006 年では赤字経営が続くものの、運営上の営業収支は黒字を計上している結果となる。しかし、資金計画 2 の資金繰り状況は、計画 1 のそれに比べて大変楽になっていることは明らかである。特に事業開始当初と計画 1 で元金返済の始まる 2007 年以降で顕著であることが特徴的である。単年度収支は 17 年目(2018 年)で黒字に転換し、累積赤字は 27 年目(2028 年)に解消されると予想される。

水道需要者の世帯収入や世界銀行の水道料金への指導を考慮すれば、資金計画 2 による事業運営を図ることが当事業実施上、望ましいといえる。

5.7 環境に関する考察

F/S 段階では、第 3.6 章で述べた EIA スコープに基づき、ステージ 1 に対する EIA を実施した。更に、予想される将来の水質に対しレビューを行った。

(1) 地下水位

過剰揚水による地下水位低下は周辺既存井戸の揚水量を低下させ、またステージ 2 計画の井戸群の揚水量も低下する恐れがある。今回の地下水シミュレーション結果から、各井戸の干渉による集中的な地下水位低下が危惧され、周辺地域に影響を与える可能性も考えられる。地下水位低下の許容範囲を見極めるため、連続的な長期モニタリングが必要である。

地下水汲み上げによる水質の変化の可能性は、影響範囲が狭いと判断されるためかなり低い。しかし水質のモニタリングを長期継続し、ステージ 2 実施前にデータの収集をしておく必要がある。

(2) 地盤沈下

地盤沈下は建造物の変形や機能低下、洪水被害区域の拡大等の被害を引き起こす原因となり、過度のものは建造物、空港、遺跡群に対し悪影響を及ぼす可能性がある。しかし、パイロット生産井の揚水試験結果と地下水シミュレーション結果から、遺跡群周辺に深刻な地盤沈下は生じないものと判断される。地盤変動の推移を把握しておくため、地下水位と地盤挙動モニタリング地点の追加・継続をする必要がある。

(3) 用地買収

当事業の用地買収はステージ1計画で配水センター用地(10,000 m²)と井戸10本の建設用地(各50 m²)が必要となる。しかし給水パイプラインは道路下に埋設されるため、その土地は収用する必要がない。井戸地点のために収用すべき土地は公共用地であり、IEEで説明した通り、土地収用に伴う民間移転はない。しかし配水センター用地の買収は必要である。現在、用地は水田で大きなインパクトがないが、適正な土地補償を心がけなければならない。

(4) 新たな下水の発生

水道事業のため、下水が新たに発生する。適切な下水対策を立案しないと給水による便益がなくなり、公衆衛生を損なうことが懸念される。最大供給水量に基づき、下水発生量と汚濁負荷量の推定を行った。水道事業による恩恵を最大限にするには、下水処分についても検討することが不可欠である。M/Pにて下水対策計画を記述した。

(5) 経済活動

上水の整備により市民の水利が良くなるとともに、水性疾病率と死亡率の減少に加え経済活動の活発化が期待される。一方、水道料金の負担発生は負の経済効果である。しかし現行の低水道料金は経済効果に大きな負担になるとは考えにくい。また、井戸建設業者は転職を迫られる可能性があるが、井戸建設の市場は郊外に移っており、当事業による井戸建設業者への営業減は少ないと判断される。

(6) 文化的貢献

水道の便利さは観光産業にとって好ましい効果が期待できる。観光客にとり快適な滞在条件は観光業に大きな便益である。本調査で行った観光客数推定は、APSARAが推定した現況の社会基盤に対する適正な観光客数よりも少ないものとなっている。

(7) 将来の水質変化

井戸計画地域周辺は農業地帯である。農業省は過剰灌漑用水による地下水汚染の危険は少ないものと判断している。化学肥料や殺虫剤の普及率は低く、使用もごく少量である。これら汚染物質が地下に浸透する量が限られているため、将来水質が悪化していく可能性は少ないと判断される。

5.8 結論および提言

(1) 結論

1) 技術評価

本給水計画のステージ 1 実施後、給水面積は 345 ha、給水人口は 25,500 人となる。本調査で提案した水道施設の建設には特別な技術を必要とせず、施設維持管理も容易であり、同国の技術レベルで十分に対処が可能であると考えられる。水量・水質面にも問題はなく、技術的に本プロジェクトは実施可能であると判断される。

2) 財務評価

初期投資額の 30 % を金融機関から借り入れ、残りの 70% については外国無償資金・国内政府資金から補助金を仰ぎ、かつ、水道料金を現行の 50% 高く設定して水道料金の増収を図るとする条件下（資金計画 1）で財務分析を実施した結果、17 年目(2018 年)に単年度収支が黒字となり、24 年目(2025 年)には累積赤字が解消すること判断された。

また、初期投資額のすべてを外国無償資金・国内政府資金で賄い、水道料金は現行通りとする条件下（資金計画 2）で財務分析を実施した結果では、17 年目(2018 年)で単年度の収支は黒字に転換し、累積赤字は 27 年目(2028 年)で解消されると判断された。

どちらの資金計画でも本プロジェクトは財務的にフィージブルであり、大差はない。水道利用者の負担を考慮すると、水道料金を現行通りとする資金計画 2 がプロジェクト実施上望ましいといえる。

3) 環境評価

本調査では、地下水揚水による地盤沈下の有無が環境評価に大きく関わる。揚水試験及び地下水シミュレーション実施の結果、井戸群からの揚水はアンコール遺跡群周辺に 1 mm 以下程度の地盤沈下を生じさせる可能性があるが、この程度の地盤沈下はアンコール遺跡群周辺に悪影響を与えないと判断される。よって、環境面から本プロジェクトは実行可能であると言える。

4) プロジェクト全体評価

技術面、財務面、環境面を総合的に評価すると、本プロジェクトは実行可能であると判断される。本プロジェクト実施後は、安全な水へのアクセスが容易になり、市民生活が改善される。さらに水系伝染病の減少も期待できる。ホテルへの給水も可能で、観光事業の活性化にも役立つものと考えられる。

(2) 提言

1) M/Pの見直し

今回の M/P は 2010 年を目標年次としている。シェムリアップ市はアンコール遺跡群観光の拠点である性格上、今後都市開発が頻繁に行われ、今回設定した条件に変更が生じる可能性がある。従って、2006 年以降のステージ 2 段階で M/P の見直しを行うよう提案する。

2) 継続的なモニタリングの実施

地下水モニタリング作業は当事業の全期間を通じ、継続的に実施していく必要がある。追加モニタリングも考慮して、地下水位低下がアンコール遺跡群に影響を及ぼさないよう常に監視する。モニタリングの項目としては既存井戸の地下水位観測、地盤変動の連続モニタリング、水質分析である。また、地下水賦損量はモニタリングデータなどに基づき見直していくことを提案する。

3) 地下水開発の規制

地下水開発は地下水位低下や地盤沈下を引き起こす可能性がある。現在、同市は水源の多くを地下水に依存している。地下水位回復を確実なものにするため、ホテル等の既存井戸の過度な使用を制限する必要がある。段階的な法的規制が求められる。

将来のホテルゾーンはアンコール遺跡群に近接しており、ホテルの水需要はかなり有るものと考えられる。ホテルゾーン内の新規井戸建設を規制し、代わりに本計画の井戸群からバルク給水を行い水需要に対応する必要がある。

4) 公衆衛生教育と普及

新たな上水道整備による衛生向上効果を最大に発揮するためには、公衆衛生教育を学校のカリキュラムに組み込むべきである。公共の病院や診療所も公衆衛生教育の場にする事が出来る。NGOs の側面からの支援も有用である。報道機関を利用した教育プログラムでも達成できる。

5) 排水・下水の対策

上水道の整備は下水の発生を引き起こす。上水道事業の効果を最大限にするには、適切な下水・排水対策の実施が不可欠である。第 4.8 章で必要な下水・排水対策を提言した。これらの下水・排水事業を上水道整備の状況を考慮し実施する必要がある。

6) 事業実施に必要な行動

事業実施に対し、以下の行動が求められる。

- 中央政府との調整

MIME は中央政府に資金調達に関する協力を求める必要がある。

- 州政府との調整

MIME は本プロジェクトの内容及び州政府の役割を説明し、本プロジェクトの円滑な実施及び水道局の運営に関する協力を求める必要がある。

- 必要な土地買収の準備

土木工事開始前に各施設（井戸群、着水井、配水池）の用地確保をする必要がある。MIME が州政府の協力を得て実施する。

- 配水場用地などの埋没遺跡有無の確認調査

配水用地内には未確認の埋没遺跡が分布している可能性がある。このため、APSARA, UNESCO や関係 NGOs の協力と指導の下、埋没遺跡有無の確認調査を実施する必要がある。

- プノンペン市水道局(Phnom Penh Water Supply Authority)との調整

シェムリアップ市水道局は、技術・維持管理面においてプノンペン市水道局からの技術移転が必要と考えられる。プノンペン市水道局と緊密な関係を築くことが望ましい。