

ラオス国
サバナケット地区上水道施設改善計画

基本設計調査報告書

平成 13 年 3 月

国際協力事業団
株式会社 日水コン

序文

日本国政府はラオス国政府の要請に基づき、同国のサバナケット地区上水道施設改善計画に係る基本設計調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施しました。

当事業団は、平成12年10月1日から11月9日まで基本設計調査団を現地に派遣し、ラオス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ました。帰国後の国内作業の後、平成13年3月18日から3月25日まで実施された基本設計概要書案の現地説明を経て、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。

最後に、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13年3月

国際協力事業団
総裁 斉藤邦彦

伝達状

今般、ラオス国におけるサバナケット地区上水道施設改善計画調査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、貴事業団との契約に基づき弊社が、平成12年9月25日から平成13年3月30日までの6ヶ月にわたり実施いたしてまいりました。今回の調査に際しましては、ラオス国の現状を十分に踏まえ、本計画の妥当性を検証するとともに、日本の無償資金協力の枠組みに最も適した計画の策定に努めてまいりました。

つきましては、本計画の推進に向けて、本報告書が活用されることを切望いたします。

平成13年3月

株式会社 日水コン
ラオス国
サバナケット地区上水道施設改善計画基本設計調査団
業務主任 町田 専

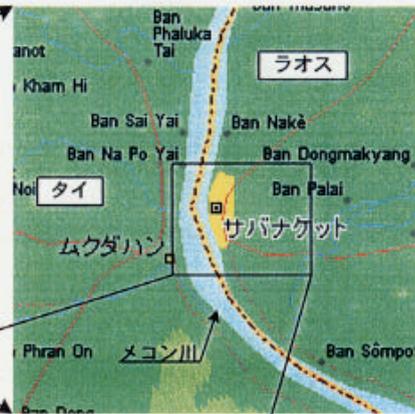
位置图



ラオス人民民主共和国

ສ.ປ.ປ. ລາວ

Lao People's Democratic Republic



サバナケツ 市街図



調査対象地域 位置図



写真



写真 1 高架水槽より望むサバナケット市街の様子



写真 2 サバナケット市街の様子



写真 3 ナケ浄水場遠景



写真 4 ナケ浄水場取水塔



写真 5 ナケ浄水場内の様子（1）
手前側からフロック形成地、沈殿池、ろ過池（写真6を参照）



写真 6 ナケ浄水場内の様子（2）
ろ過池近景



写真 7 ナケ浄水場内の様子(3)
ろ過池流入ゲート
全体的に錆が発生している



写真 8 ナケ浄水場内の様子(4)
ろ過池洗浄の様子
手前側から空気が大量に吹き出しているのは、集水装置が故障していることによるためと考えられる

略語表

Abbreviations

Lao PDR	: Lao People's Democratic Republic (ラオス人民民主共和国)
MCTPC	: Ministry of Communication, Transport, Post, and Construction (通信運輸 郵政建設省)
WASA	: Water Supply Authority (水道総局)
DCTPC	: Department of Communication, Transport, Post, and Construction, Savan- nakheth Province (サバナケット県通信運輸郵政建設局)
NPS	: Nam Papa Savannakhet (Savannakhet Water Supply Company; サバナケ ット水道公社)
DHUP	: Department of Housing and Urban Planning (住宅都市計画局)
JICA	: Japan International Cooperation Agency (国際協力事業団)
ASEAN	: Association of South East Asian Nations (東南アジア諸国連合)
ODA	: Official Development Assistance (政府開発援助)
PIP	: The Public Investment Program (公共投資プログラム)
BHN	: Basic Human Needs (基礎生活分野)
E/N	: Exchange of Notes (交換公文)
OJT	: On-the-Job Training (現場トレーニング)
Exchange Rate	: 1US\$ = 108. <u>96</u> Yen = 7,562. <u>00</u> Kip (as of November 2000)

要約

要 約

ラオス人民民主共和国（以下、「ラ」国とする）はインドシナ半島のほぼ中央に位置する内陸国で、その国土面積は日本の本州にほぼ等しい 23 万 7000 km² を有し、人口は約 500 万人（1998）である。この内、約 80% の 400 万人が地方に、残る約 20% の 100 万人が都市部に居住しているといわれている。

「ラ」国の国土は 47% が森林に覆われ、ラオスとタイ国境を流れるメコン河とその支流に平野がわずかに広がっているのみである。地質は概ね石灰岩や砂岩から成り、表土のほとんどはラテライトに覆われている。地下水位は全体的に低い、一部のメコン河近傍の地区ではやや高い。一年は雨季と乾季に分かれており、雨季は 5 月～10 月、乾季は 11 月～4 月で年間平均降水量は 1,500～2,000 mm である。気温は 12 月～1 月が最も涼しく、3 月～4 月が最も暑い。

「ラ」国は 1986 年に「新思考」政策を唱えて以来、従来の親ベトナム、親ソ路線を修正して、タイ、中国の近隣諸国との関係を強化すると共に、西側諸国との関係拡大等全方位外交を行っている。また経済改革を進め、市場原理導入等の経済開放政策を推進している。1997 年 7 月には、A S E A N への正式加盟を果たしている。

「ラ」国における国内総生産（GDP）は、海外資金の活用等により工業化を進めてきたことにより比較的順調に伸びており、経済発展は一応成功してきているといえる。しかし、財政赤字及び貿易赤字は拡大しており、海外からの援助に依存しなくてはならず、その経済基盤は依然として弱い。また、近年改善されつつあるものの、道路、教育、医療等経済発展に不可欠な基礎的インフラ整備の状況も依然低水準となっている。

「1996～2000 年の社会経済開発」が第 4 次 5 ヶ年計画として位置付けられており、同計画の優先プログラムは 食料増産、市場価値のある商品生産、焼畑農業の削減、インフラ整備、人材育成、地方農村開発、外部経済との関係拡大、及び サービス部門の拡大の 8 プログラムである。

上記第 4 次 5 ヶ年計画では、基本的なインフラ整備が重点項目に挙げられ、国として水道整備に重点を置いている。現在 2001 年からの第 5 次 5 ヶ年計画を策定中であるが、この方針は今後も維持される。

本プロジェクトの対象地域はラオス中部の主要都市サバナケット県カンタブリー郡の人口

稠密な都市部、通称サバナケット市（以下「サ」市とする）である。同市は首都ピエンチャン市の南西約 300 km に位置し、メコン河に沿うタイ国境に面した人口約 10 万人を擁する「ラ」国第 2 の都市である。この「サ」市周辺地域はタイ東北部とベトナムのドンハを経由してダナン港を結ぶ東西交通回廊プロジェクトの中継地としての役割が期待され、国境地域での経済特別区として位置付けられている。我が国も「ラ」国への支援として「サ」市を起点とし、ベトナムを結ぶ国道 9 号線の改修プロジェクトの他、円借款によるタイのムクダハンとサバナケットを結ぶ第 2 国際橋の建設も検討されている。このような状況のもと、水道整備を目標とした本プロジェクトは国家開発計画の目標達成に資するものであり、経済発展の拠点となる「サ」市の持続的な発展を支援するものとなる。

「サ」市は 1974 年にフランスの資金援助を得て、15,000 m³/日のナケ浄水場と配水管施設の建設を行い、以来サバナケット水道公社が県の通信運輸郵政建設局管掌のもと、上記施設の運営にあっている。しかし、建設以来 20 数年を経て施設の老朽化が目立ち、施設の老朽化に起因する故障、間欠運転の弊害を生じて同浄水場処理能力の低下を来たしてきている。このままの状態では浄水場のさらなる処理能力の低下が予想され、近い将来「サ」市の水需要に対応できなくなり、地下水等の代替水源が期待できない同市の水需給に大きな問題となろう。さらに、計量設備が機能していないため、量的管理は困難であり、無収率を含む需要水量の把握も正確に行えない状況である。また、水質モニタリングも定期的に行われておらず、質的管理も十分に行われていない状況であり、衛生的な水道としての改善が必要である。

こうした状況下、「ラ」国政府は「サ」市の水需要の増加に対応すると共に、当地区の公衆衛生の改善を目的として、我が国に対して現在の浄水場処理能力を 15,000 m³/日に復旧すること、及び既設浄水場に隣接して 10,000 m³/日の新設浄水場を建設すると共に配水管施設の増強を無償資金協力として要請した。

日本国政府はサバナケット地区水道施設を対象とした基本設計調査の実施を決定し、国際協力事業団（JICA）がその実施を行うこととなった。JICA は、2000 年 10 月 1 日より 11 月 9 日まで、基本設計現地調査団を派遣し調査を実施した。同調査団の帰国後国内作業を継続し、基本設計概要書を取りまとめの上、2001 年 3 月 18 日から 3 月 25 日まで、基本設計概要説明調査団を「ラ」に派遣し、同国政府関係者と協議した。

相手国側の当初要請は、上述したように既存ナケ浄水場の拡張も含まれていたが、同浄水場改修による施設容量の復旧により、サバナケット地区の水需要（日平均給水量）に対し、本プロジェクト実施後数年間は許容しうる範囲にあるものと判断される。また、先方実施機関の運営体制が改善されないまま施設の拡張を行った場合、維持管理コスト増から経営

が逼迫することが予想されるため、今回のプロジェクトでは施設の拡張を行わないものとした。

本プロジェクトの対象は、上述した如く既設浄水場を中心とする施設の改修にあり、老朽化した各種設備を改修・新設することにより、設計能力である 15,000 m³/日の浄水を安全にまた安定して生産・配水できるようにすることである。従って、基本的な設計方針は以下のとおりである。

原則として各種施設・設備の原形復旧とし既設水道施設を設計能力に復旧する。

原形復旧が不適切あるいは不利な施設・設備は、現実的改修方法を採用する。

減断水を最小にする改修方法・施工手順等を採用する。

数値を基礎として施設・設備を運用するために計測機器を整備する。

上記の基本方針をもとに策定された改修・交換を実施する主な施設・設備とその計画内容は以下の通りである。

施設・設備名称	基本設計諸元
取水設備	
取水ポンプ	形式：水中モーターポンプ、台数：3台（2台常用1台予備） 仕様：5.5 m ³ /min × 23.5 m × 37 kW、付属配管：1式
原水流量調節設備	流量計 形式：超音波式、口径；400 mm 流量制御弁 形式；立て型バタフライ弁（くし歯付き弁体）、口径；400 mm、 台数；2台 バイパス弁及び配管：1式
浄水施設・設備	
急速攪拌機	形式：縦型懸垂式タービン、台数：1台、攪拌力：500 sec-1 動力：2.2 kW
フロキュレーター	形式：立型下部軸受け付きフロキュレーター、 台数：4台、動力：3.7 kW
沈殿池排泥弁	形式：手動平底弁（延長軸開閉台付き）口径：350 mm 台数：4基
ろ過池流入ゲート	形式：手動ゲート、口径：820 mm × 265 mm、台数：4基
ろ過砂	数量：126 m ³ 、 ろ層構成：砂層厚；1.0 m 有効径；1.0 mm 均等係数；1.4
ろ過池集水装置	形式：ポーラスコンクリート式集水装置、 集水面積：31.5 m ² /池、数量：4池
逆洗ポンプ	形式：横軸片吸い込み渦巻きポンプ 台数：2台（1台常用1台予備） 仕様：9.5 m ³ /min × 8 m × 30 kW、付属品：1式

施設・設備名称	基本設計諸元
ろ過池管・弁類	形式：手動バタフライ弁（延長軸開閉台付き） 流出弁：350 mm x 4 台、逆洗弁：350 mm x 4 台、 空気弁：200 mm x 4 台
ろ過流量調節弁	調節装置：4 基
ろ過池接合井	形式：方型 RC 堰式（ろ過池流出水位制御）、数量：1 池、 寸法：4.4 m x 2 m x 2.4 m
薬品注入設備	
凝集剤注入設備	硫酸バンド溶解槽 形式：RC 角形溶解槽（既存転用、内外面補修、内面 FRP ライニング）容量：3.5 m ³ x 2 槽、付属品：1 式 硫酸バンド注入ポンプ 形式：ダイヤフラム式計量ポンプ、容量：8.5 l/min x 1.5 kW 台数：3 台、付属品：1 式
アルカリ剤注入設備	消石灰スラリー槽 形式：RC 角方溶解層（既存転用、内外面補修） 容量：3.0 m ³ x 2 槽、付属品：1 式 手動計量器 形式：3 角堰式計量タンク、台数：2 台（前・後アルカリ各 1 台） 消石灰スラリー吸引式インジェクター 形式：水圧吸引式インジェクター、台数：2 台（前・後アルカリ各 1 台）
塩毒剤注入設備	次亜塩素酸カルシウム溶解槽 形式：RC 角方溶解槽（既存転用、内外面補修、内面 FRP ライニング）容量：1.5 m ³ x 3 槽、付属品：1 式 手動計量器 形式：3 角堰式計量タンク、台数：2 台（中・後塩素各 1 台） 溶液吸引式インジェクター 形式：水圧吸引式インジェクター、台数：2 台（中・後塩素各 1 台）
電気設備	
高圧受電設備	受電変圧器 形式：屋外、油入、自冷式、容量：550 KVA、 電圧：22 kV / 380 V 3 相、台数：1 台 高圧開閉器： 形式：屋外、手動カットアウト式、ヒューズ内臓 電圧：24 kV、台数：1 台
動力制御盤	動力盤 形式：屋内、金属閉鎖形、電圧：600 V 3 相、台数：1 式 現場機側盤 形式：屋内、金属閉鎖形、スタンド式 電圧：600 V 3 相、台数：1 式

施設・設備名称	基本設計諸元
取水・浄水関係計装設備	水位計 形式：超音波 屋外式、数量：1台 流量計（原水流量計） 形式：超音波 屋外式、数量：1台（伝送器含む） 集合計装盤 形式：屋内式、金属閉鎖形、自立式、数量：1面
配水関係計装設備	水位計 形式：投げ込み式、数量：2台 流量計 形式：超音波 屋外式、数量：1台（伝送器含む）
配水池	池数：1池（増設） 容量：1,500 m ³ （内法 幅 15.0 m × 長 15.0 m × 水深 3.5 m × 2 ユニット） 付属配管 流入：700 mm、流出：800 mm、 弁類（バタフライ弁） 流入：700 mm × 2台、流出：800 mm × 3台、 池連絡：700 mm × 1台、
倉庫	幅 6.0 m x 長さ 12.0 m
配水ポンプ	形式：片吸い込み渦巻きポンプ、 台数：3台（2台常用1台予備） 仕様：6.0 m ³ /min x 45 m x 75 kW、付属配管：1式
エアーチャンバー	圧力容器 形式：立て形鋼板製圧力容器、容量：7.5 m ³ 、数量：1台 付属品：1式 空気圧縮機（小型空気圧縮機、空気圧縮貯留タンク付き） 台数：2台、容量：1.5 kW、付属品：1式

その他水質管理及び浄水処理を行う上で基礎的な以下の水質試験器材を整備するものとする。

水質試験器材	概略仕様
濁度計	台数：1台、測定範囲：0～4000 NTU 測定範囲3段切替式
比色測定器	残留塩素濃度及び水素イオン濃度（pH）測定用 台数：1台、
ジャーテスター	形式：凝集試験用4軸攪拌装置 付属品：ロードセル天秤 × 1、液体比重計 × 2、ビーカー（2リッター）× 10、アルミナ乳鉢 × 2

本プロジェクトの主管官庁は MCTPC であり、DCTPC が実施機関としてプロジェクトが実施される。完了後、水道施設を含む水道事業運営は NPS が担当する。NPS は独立した公社であるものの、DCTPC の管理下にあり、且つ MCTPC の特に DHUP と WASA の技術的支援等を含む行政指導を受けることになっている。また、水道料金の改定には県知事の承認が必要であり、サバナケット県庁(Government of Savannakhet Province)も NPS の水道事業運営に関与している。

本プロジェクトを日本の無償資金協力によって実施する場合、工期は 12 ヶ月となる。本計画の実施にかかる総事業費は、6.63 億円（日本側 6.39 億円、ラオス側 0.24 億円）と見積もられる。本計画は既設浄水場の改修であり、また新規の配水池は既設浄水場用地内に建設されるため、新規の建設用地は必要としない。アクセス道路についても既存の道路を利用できるため、問題はない。よって、相手国側負担事項としては受電容量増に伴う電力引き込み費、工事及び試運転に係る電力・薬注・給水費、既設倉庫撤去費、給水栓及び給水管敷設費と職員トレーニングに係る費用となる。また、本事業に関する資機材の「ラ」国内への搬入等に係る関税・国内税の免税措置や諸手続及びその経費等の一般的な事項が含まれる。

本プロジェクトにおいては、プロジェクト効果の早期発現とその持続性を確保するため、サバナケット水道公社が供与された施設及び器材を適切に運転し、維持管理を行えると共に、今後も独力で施設の補修・拡充を図るための事業体制を整えることが重要である。また水道事業に関する適切な経営分析、経営改善を図れる体制を整え、適切な収支計画を策定・実施する能力を高めることも重要である。特に、料金徴収業務の改善を図る事は、維持管理に係る修理補修費、スペアパーツ購入等の予算の確保に直結するものである。これらを側面支援するため、ソフトコンポーネントを導入する事とする。従って、本プロジェクトの主なソフトコンポーネント項目は以下の通りとする。

経営・財政面に関する助言と指導

料金徴収体制に係る助言と指導

水質管理を含む施設の運転・維持管理に係る助言と指導

本事業の実施により、以下の効果が期待される。

(1) 直接効果

ナケ浄水場は建設から 24 年が経過しており、機械電気設備の老朽化が激しく装置の故障や損傷による浄水及び配水能力が年 4～5%の割合で低下している。一方、人口の増加によっ

て水需要が増加しており、低下した現在処理能力に近い運転を強いられている。改修しない場合、日最大の需要量に対して 2 年後、また、日平均の需要量に対しては 5 年後に給水量の不足が予想される。本プロジェクトによる直接効果を次の評価指標により提示する。

項目	評価指標			
	指標	プロジェクト施行前	プロジェクト施行後	内容説明
対象地域における水道事業の改善	給水人口	40,800 人(2000 年)	45,000 人(2004 年)	
	1 日平均給水量	9,033 m ³ /日	9,968 m ³ /日	
	浄水能力	12,000 m ³ /日	15,000 m ³ /日	
	年間浄水能力	設計能力の 70%	設計能力の 100%	7 年前から処理能力の低下がみられる年平均 4~5%の低下
<p>その他プロジェクトの実施により以下の直接効果が期待できる。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 浄水施設・設備の改修による安定給水(24 時間)の確保 2) 水質管理(塩素滅菌・水質モニタリングの強化)による衛生的な水道水の供給 3) 給水量の増加による市中心部周辺を含む給水圧力の改善 				

(2) 間接効果

本プロジェクトにより安定給水が実現できれば、サバナケット地区での公衆衛生環境の改善に寄与するとともに、インフラ整備による同地区での経済活動を支援することになる。また、ソフトコンポーネントの導入により、サバナケット水道公社において、以下の成果が期待される。

- 施設の運転・維持管理コストを考慮した財務管理
- 料金請求・徴収業務の効率化
- メータ設置率の向上
- 水質管理の徹底
- 実績データの集積及びデータ整理・保管能力の向上
- 実測データに基づく適切な施設の運転・維持管理の実施及び適切な拡充計画の策定

ラオス国サバナケット地区上水道施設改善計画
基本設計調査報告書

目 次

序文

伝達状

位置図

写真

略語表

要約

第1章 要請の背景	I - 1
第2章 プロジェクトの周辺状況	II - 1
2.1 当該セクターの開発計画	II - 1
2.1.1 上位計画	II - 1
(1) 国家開発計画の概要	II - 1
(2) 関連開発計画の概要	II - 2
2.1.2 財政事情	II - 7
2.2 他の援助国、国際機関等の計画	II - 8
2.2.1 外国の開発援助	II - 8
2.2.2 水道分野への国際協力	II - 9
2.3 我が国の援助実施状況	II - 10
2.4 プロジェクトサイトの状況	II - 12
2.4.1 自然条件	II - 12
2.4.2 社会環境	II - 12
2.4.3 サバナケット地区上水道の給水状況	II - 14
(1) 給水区域	II - 14
(2) 給水量の推移	II - 14
(3) 給水状況と問題点のまとめ	II - 15
2.4.4 既存施設 機材の現状	II - 17
(1) システム総体の現状	II - 17
(2) 取水施設の現状	II - 19
(3) 浄水施設の現状	II - 21
(4) 薬品注入・その他設備の現状	II - 25

(5)	電気計装設備の現状	II - 26
(6)	配水施設の現状	II - 28
2.5	既存施設の運営維持管理体制	II - 32
2.5.1	財政運営	II - 32
2.5.2	維持管理体制	II - 32
2.6	環境への影響	II - 33
2.6.1	工事施工中の影響	II - 33
2.6.2	工事完了後の影響	II - 33
2.6.3	他プロジェクトの影響	II - 35
第3章	プロジェクトの内容	III - 1
3.1	プロジェクトの目的	III - 1
3.2	プロジェクトの基本構想	III - 1
3.2.1	給水計画案の検討	III - 1
(1)	既存給水区域と計画対象区域	III - 1
(2)	計画フレーム設定の手順	III - 2
3.2.2	既存給水区域の給水フレーム	III - 2
(1)	既存給水区域の人口	III - 2
(2)	既存給水区域内の計画給水量	III - 5
3.2.3	計画対象区域の給水フレーム	III - 7
(1)	計画対象区域の給水人口	III - 7
(2)	計画対象区域の給水量	III - 8
3.2.4	基本構想	III - 9
3.3	基本設計	III - 12
3.3.1	設計方針	III - 12
3.3.2	既存施設改修方法の検討	III - 12
(1)	取水施設	III - 12
(2)	浄水施設	III - 14
(3)	薬品注入及びその他設備	III - 15
(4)	電気計装設備	III - 17
(5)	配水施設	III - 19
3.3.3	基本計画	III - 20
3.4	プロジェクトの実施体制	III - 25
3.4.1	組織	III - 25
3.4.2	予算	III - 25
3.4.3	要員計画 技術レベル	III - 26

第4章 事業計画	IV - 1
4.1 施工計画	IV - 1
4.1.1 施工方針	IV - 1
(1) 事業実施体制	IV - 1
(2) 現地建設業者の活用	IV - 2
(3) 技術者派遣の必要性	IV - 3
4.1.2 施工上の留意事項	IV - 3
(1) 設備の改修	IV - 3
(2) 周辺地域への影響	IV - 3
(3) 建設資機材の搬入	IV - 3
(4) 工事における安全管理	IV - 4
(5) 法規上の留意点	IV - 4
4.1.3 施工区分	IV - 4
4.1.4 施工監理計画	IV - 4
(1) 施工管理	IV - 5
(2) 施工の方法と順序	IV - 6
4.1.5 資機材調達計画	IV - 7
4.1.6 実施工程	IV - 8
4.1.7 相手側負担事項	IV - 8
4.1.8 ソフトコンポ - ネットの検討	IV - 9
4.2 概算事業費	IV - 12
4.2.1 概算事業費	IV - 12
(1) 日本側負担経費	IV - 12
(2) 「ラ」国側負担分	IV - 12
(3) 積算条件	IV - 12
4.2.2 運営・維持管理費	IV - 13
(1) 維持管理費	IV - 13
(2) 経常収支の試算	IV - 14
4.2.3 水道料金の設定	IV - 15
第5章 プロジェクトの評価と提言	V - 1
5.1 妥当性にかかる実証 証拠及び裨益効果	V - 1
5.2 技術協力 他ドナーとの連携	V - 2
5.3 課題	V - 2
(1) 配水管・給水装置の整備	V - 2

(2)	水道料金の改正	V - 3
(3)	運営維持管理	V - 3

添付図面集

[資料A] 添付資料

- 資料 1 . 調査団員氏名、所属
- 資料 2 . 調査日程
- 資料 3 . 相手国関係者リスト
- 資料 4 . 当該国の社会 経済事情
- 資料 5 . その他のデ - タ
- 資料 6 . 事前評価表

[資料B] ソフトコンポ - ネット提案書

添付書類

表リスト

表 1-1	人口と人口密度	I - 1
表 1-2	国内総生産（GDP）	I - 2
表 1-3	主要経済指標	I - 2
表 2-1	公共投資計画	II - 7
表 2-2	援助供与国別の ODA 実績	II - 8
表 2-3	国際機関別の ODA 実績	II - 8
表 2-4	1995 年～1999 年間の上水道プロジェクトに対する国際援助	II - 9
表 2-5	我が国の政府開発援助（ODA）実績	II - 10
表 2-6	サバナケットの気温、湿度、降水量	II - 12
表 2-7	道路総延長	II - 13
表 2-8	「サ」市水道事業の給水実績	II - 15
表 2-9	計画対象区域内外の現状と給水状況	II - 16
表 2-10	サバナケット市水道システム総体としての現状	II - 18
表 2-11	取水施設・設備の現状	II - 19
表 2-12	浄水施設・設備の現状	II - 22
表 2-13	薬品注入及びその他設備の現状	II - 25
表 2-14	電気・付帯設備の現状	II - 26
表 2-15	計装設備の現状	II - 27
表 2-16	既設配水管の口径、管種、延長	II - 28
表 2-17	配水施設・設備の現状	II - 30
表 3-1	計画フレーム設定の手順	III - 2
表 3-2	カンタブリ郡の人口	III - 2
表 3-3	カンタブリ郡の将来人口	III - 3
表 3-4	給水区域内人口	III - 4
表 3-5	給水区域内の将来人口	III - 4
表 3-6	年度別 Connection 数と給水人口	III - 4
表 3-7	給水普及率	III - 4
表 3-8	給水区域の給水人口	III - 5
表 3-9	我国の負荷率（2008 年度）	III - 6
表 3-10	1 日平均給水量	III - 6
表 3-11	既存給水区域内人口の推計	III - 7
表 3-12	給水区域内と計画対象区域内の将来人口	III - 8

表 3-13	計画対象区域内の人口と水量	III - 8
表 3-14	本調査の対処方針とその評価	III - 9
表 3-15	当プロジェクトとして選定する最優先プロジェクト	III - 9
表 3-16	調査対象区域の人口と水量	III - 11
表 3-17	本プロジェクトの設計方針	III - 12
表 3-18	取水施設・設備の改修方法	III - 13
表 3-19	浄水施設・設備の改修方法	III - 14
表 3-20	薬品注入及びその他設備の改修方法	III - 16
表 3-21	電気及びその他設備の改修方法	III - 17
表 3-22	計装設備の改修方法	III - 18
表 3-23	配水施設・設備の改修方法	III - 19
表 3-24	施設・設備の基本計画	III - 20
表 3-25	供与資材	III - 24
表 3-26	サバナケット水道会社予算・支出実績	III - 31
表 3-27	サバナケット水道会社職員デ - タ	III - 32
表 4-1	主要資材の調達国	IV - 7
表 4-2	日本側の負担経費	IV - 12
表 4-3	サバナケット水道公社の職員配置案及び人件費の概算	IV - 13
表 4-4	水道生産コスト	IV - 17
表 4-5	サバナケット水道公社経常収支の試算	IV - 18
表 4-6	水道料金改正の経緯	IV - 19
表 4-7	水道料金の変遷	IV - 20

図リスト

図 1-1	ピエンチャン市の降水量と平均気温	I - 1
図 2-1	Khanthabouly District の都市計画図	II - 4
図 2-2	ナケ浄水場全体平面図	II - 36
図 2-3	配水管網図	II - 37
図 2-4	経済特別区開発場所候補地位置図	II - 38
図 3-1	給水区域図	III - 10
図 3-2	通信運輸郵政建設省組織図	III - 28
図 3-3	サバナケット県の通信運輸郵政建設局組織図	III - 29
図 3-4	サバナケット水道公社組織図	III - 30
図 4-1	事業実施体制	IV - 2
図 4-2	事業実施工程表	IV - 11

第 1 章 要請の背景

第 1 章 要請の背景

「ラ」国はインドシナ半島のほぼ中央に位置する内陸国で、その国土面積は日本の本州にほぼ等しい 23 万 7,000 km² を有し、人口は約 500 万人（1998 年）である。この総人口の内、約 80% の 400 万人が地方に、残る約 20% の 100 万人が都市部に居住しているといわれている。「ラ」国の平均人口密度は 21 人/km² で、アセアン諸国の中でも最も低い値を示している。

表 1-1 人口と人口密度

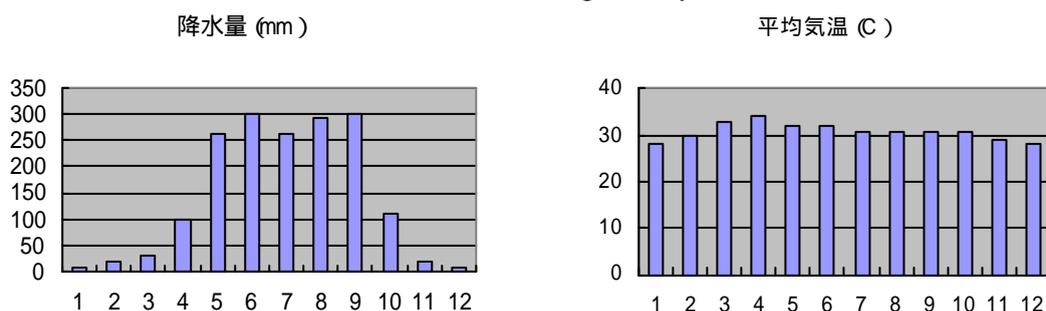
No.	Province	面積 (km ²)	人 口 (千人)	人口密度 (人/km ²)
	Whole Country	236,800	4,967	21.0
1	Vientiane Municipality	3,920	569	145.2
2	Phongsaly	16,270	166	10.2
3	Luangnamtha	9,325	125	13.4
4	Oudomxay	15,370	228	14.8
5	Bokeo	6,196	123	19.9
6	Luangprabang	16,875	396	23.5
7	Huaphanh	16,500	266	16.1
8	Xayabury	16,389	317	19.3
9	Xiengkhuang	15,880	218	13.7
10	Vientiane	15,927	311	19.5
11	Borikhamxay	14,863	178	11.9
12	Khammuance	16,315	296	18.1
13	Savannakhet	21,774	729	33.5
14	Saravane	10,691	278	26.0
15	Sekong	7,665	70	9.1
16	Champasack	15,415	544	35.3
17	Attapeu	10,320	95	9.2
18	Xaysomboun SR	7,105	59	8.3

(出典) BASIC STATISTICS 98、(National Statistical Center, 1999)

「ラ」国の国土は 47% が森林に覆われ、ラオス西部とタイの国境を流れるメコン河とその支流に平野がわずかに広がっているのみである。「ラ」国の気候は熱帯モンスーン気候に属し、高温多湿で 5 月～10 月の雨季と 11 月～4 月の乾期に明確に分かれている。首都ビエンチャン市の降水量と平均気温を図示すると次の通りである。

図 1-1 ビエンチャン市の降水量と平均気温

(出典) South-East Asia on a Shoestring, Lonely Planet Publications



「ラ」国の 1996 年時点の就業者数は 1,705,000 人といわれ、産業別の構成は農業 80%、鉱工業 1.6%、建設業 0.6%、運輸業 0.6%、貿易業 2.2%、官公庁 14.9% となっていて、農業中心の経済構造を示している（「ラオスの経済社会の現状、第 4 版」による）。「ラ」国の国内総生産（Gross Domestic Product、GDP）を State Planning Committee の National Statistical Center による統計資料にみると次の通りである。

表 1-2 国内総生産（GDP）（単位：million Kip）

Sector	1997 年	比率	1998 年	比率
Agriculture	498,683	52.2%	517,067	52.1%
Industry	198,848	20.8%	215,739	21.7%
Services	238,296	25.0%	249,708	25.2%
Import Duties	19,183	2.0%	10,412	1.1%
GDP	955,009		992,926	
Annual GDP Growth Rate	6.9%		4.0%	

（出典）BASIC STATISTICS 98、(National Statistical Center, 1999)

1975 年にラオス政府はソビエト政府（当時）と援助協定を結んで以来、80 年代にはラオスにとって最大の援助国であった。しかし、「ラ」国が 1986 年に「新思考」政策を唱えて以来、従来の親ヴィエトナム、親ソ路線を修正して、ヴィエトナムとは「特別な関係」を有するとしながらも、タイ、中国等の近隣諸国との関係を強化すると共に、西側諸国との関係拡大等、全方位外交を行っている。一方、経済改革も進め市場原理導入等の経済開放政策を推進している。また、1997 年 7 月には ASEAN への正式加盟を果たした。

「ラ」国の主要な経済指標を「我が国の政府開発援助（ODA 白書）」にみると次の通りである。

表 1-3 主要経済指標

	1990	1995	1996	1997	
人口（千人）	4,186	4,882	4,726	4,849	
名目 GNP	総額（百万 \$）	848	1,694	1,895	1,924
	1 人当り（\$）	200	350	400	400
経常収支（百万 \$）	-110.8	-346.2	-346.8	-316.0	
財政収支（百万 \$）	-	-	-	-	
消費者物価指数（90 年=100）	100	169.9	191.7	-	
対外債務残高（百万 \$）	1,768	2,165	2,263	2,320	
為替レート（年平均、1US\$=Kip）	707.75	804.69	921.14	1,256.73	

（出典）「我が国の政府開発援助（ODA 白書）1999 年版」

本プロジェクトの対象地域であるラオス中部の主要都市サバナケット県カンタブリー郡（Savannakhet Province, Khanthabouly District）の人口稠密な都市部（俗称サバナケット市、行政区画としての「市」域はない）サバナケット市（以下「サ」市）は首都ビエ

ンチャン市の南西約 300 km にあり、メコン河に沿うタイ国境に面した人口約 10 万人（2000 年）を擁する「ラ」国第 2 の都市である。この「サ」市周辺地域はタイ東北部とヴェトナムのドンハ（Dong Ha）を經由してダナン港（Danang）を結ぶ東西交通回廊プロジェクト（East-West Transport Corridor Project）の中継地としての役割が期待されていることもあり、我が国も「ラ」国への支援として「サ」市を起点としてヴェトナムを結ぶ国道 9 号線の改修プロジェクトの他、円借款によるタイのムクダハン（Mukdahan）とサバナケットを結ぶ第 2 国際橋の建設が検討されている。

当「サ」市の上水道事業は 1974 年にフランスの資金援助を得て、ビエンチャン市のチナイモ浄水場と同じくフランスの CTE 社（Compagnie Europeenne de Traitement des Eaux）の設計 施工により 15,000 m³/日のナケ浄水場と 54 km の配水管施設から成る上水道事業を 1977 年から運転を開始した。以来、同水道はサバナケット県の通信運輸郵政建設局（DCTPC; Department of Communication, Transport, Post, and Construction）が水道事業を管掌し、サバナケット水道公社（Savannakhet Water Supply Company, 俗称 Nam Papa Savannakhet, NPS）が施設の運用を担当してきた。しかし、20 数年を経て施設が老朽化してナケ浄水場の水処理能力の低下を来し、現在では浄水場の能力は当初の 15,000 m³/日から 12,000 m³/日程度にまで減少し、施設の老朽化に起因する故障・間欠運転の弊害を生じている。

こうした状況にあって「ラ」国政府は、「サ」地区の急激な人口増と生活向上に伴う原単位増による水の需要量の増加に対応すると共に、当地域の公衆衛生の改善を目的として、我が国に対して既存の浄水施設の処理能力を 15,000 m³/日に復旧すること、既存施設に隣接した用地に浄水施設 10,000 m³/日の新設すること、配水管の建設等は無償資金協力として要請した。

しかし、施設の現状や「サ」市の社会状況の変化等が明確でなかったことから、これらの状況を調査するために 2000 年 3 月に予備調査を実施して、要請内容の確認や実施可能性について調査を行った。その結果、既存施設の復旧、新設の必要性が確認されたため、基本設計調査を実施することとなった。

第2章 プロジェクトの周辺状況

第 2 章 プロジェクトの周辺状況

2.1 当該セクターの開発計画

2.1.1 上位計画

当該セクターの上位計画は「国家開発計画」があり、関連する計画としては「カンタブリー郡の都市計画」、「中規模都市の総合開発計画」、「国境経済特別区開発計画」、「東西交通回廊」等々がある。以下に、各事項を概記する。

(1) 国家開発計画の概要

1) 3 カ年計画

1975年に現体制成立以来、最初に行われた経済計画は1978～80年の3カ年計画である。この計画では、食料の自給自足達成を第一の目標に掲げ、社会主義経済の基礎固めを試みたが農業生産はうまくいかず、また慢性的な物不足によって目標を達成するには至らなかった。

2) 第1次5カ年計画(1981～85年)

3カ年計画に続いて実施されたのが第1次5カ年計画(1981～85年)で、その重点目標は食料の自給自足の達成、運輸・通信等のインフラの整備、通貨・物価の安定、教育水準の向上にあった。特に、農業、インフラ整備に予算の7割弱が充てられた。その結果、農業部門においては灌漑整備の実施を柱とした米生産増大計画が成功し、一時的ながら名目上の食料の自給自足を達成した。しかし、インフラ整備はほとんどゼロからの出発ということもあり、当初の目標には到底及ばなかった。その他の目標についても、不十分な結果に終わり、多くの課題を次期の第2次5カ年計画に持ち越すこととなった。

3) 第2次5カ年計画(1986～90年)

第2次5カ年計画は社会主義経済からの離脱を図り、市場経済の導入、財政赤字・貿易赤字の解消を目標とした新経済メカニズムへの移行の中で実行された。当計画においては食料の安定的供給と食料安全保障の確立、森林資源の開発、鉱工業の育成、運輸・通信等のインフラ整備、商業網の拡大、国家財政の強化等を重点目標として掲げ、第1次5カ年計画で未達成に終わった目標に加え新経済メカニズムの影響を受けた内容も織り込まれた。しかし、実績については1987～88年に発生した旱魃が農業、電力生産に大打撃を与えたため、当計画期間中の経済成長目標(年平均GDP成長率)10%に対して、実績値は5%と大幅未達成に終わり、国家財政の強化は達成できなかった。

4) 第3次5ヵ年計画(1991~95年)

第3次5ヵ年計画は市場経済システム導入による混乱のため、提案されたのみで承認されなかった。しかし、社会経済開発計画は実質的には実施されてきている。第1次並びに第2次5ヵ年計画は各部門に詳細な目標が設定され政府機関 国営企業がそれを履行していくという指令計画的な要素が強かったが、第3次5ヵ年計画は新経済メカニズムの原則のもと、各目標を達成するための国営企業 民間企業の自立的な行動を期待しつつ目標達成に導くという指導的な色彩が強い。この目標としては 市場経済移行のための経済改革の実行、 公共部門の効率化、 社会資本 人的資本の開発、 自然資源の有効活用と環境保護、 が挙げられている。しかし、十分な成果につながらなかった計画や課題も多く、効果的な開発計画実施の必要性が認識された。

5) 第4次5ヵ年計画(1996~2000年)

ラオスの第4次5ヵ年計画としては、1993年2月の国民議会で「西暦2000年に向けた社会経済開発指針」が承認され、1995年及び1996年の国民議会でこれを改編した「1996~2000年の社会経済開発(1996-2000 Socio-Economic Development Plan)」が承認された。同計画の優先プログラムは次の通りである。

食料増産	市場価値のある商品生産
焼畑農業の削減	インフラ整備
人材育成	地方農村開発
外部経済との関係拡大	サービス部門の拡大

ラオスの国内総生産(GDP)は、海外資金の活用等により工業化を勧めてきたことから比較的順調に伸びており、経済発展は一応成功してきているといえる。しかし、財政赤字及び貿易赤字は拡大しており、赤字埋め合わせのために海外からの援助に大きく依存しなくてはならず、その経済基盤は依然として弱い。また、近時改善されつつあるものの、道路、教育 医療等経済発展に不可欠な基本的インフラ整備の状況も世界的な水準から見ると依然低水準となっている。主要産業である農業部門においても、灌漑等基盤整備が不十分のため食料の安定的自給自足は達成されていない。

(2) 関連開発計画の概要

1) Khanthabouly District の都市計画

Khanthabouly District の都市計画は MCTPC の Research Urban Institute によって1999年10月に策定されて Savannakhet の DCTPC で了承され、MCTPC の最終承認を得る手続きが進行中である。この都市計画は基本的には1996年に ADB が調査した Secondary

Towns Integrated Urban Development Project に準拠して提示されている。この MCTPC 策定の都市計画によると「国境（サバナケット地域）経済特別区開発計画」や「東西交通回廊プロジェクト」等の計画を取り入れた都市計画図が提案されているが、年度別の計画や工業団地の工場種別、予定された水需要量や従業員数等の記述はない。この MCTPC の提示した Khanthabouly District の都市計画図を図 2-1 に示す。

2) ADB による Secondary Town の調査

Secondary Towns Integrated Urban Development Project (ADB、1996) は Luang Prabang、Thakhek、Savannakhet と Pakse の中規模都市の開発計画を調査している。

各都市の開発計画と方針と共に、プロジェクトの開発計画の概算と予算対策を立案しその実行計画を ADB は提示している。この中で、2010 年までの開発計画を基にして人口の増加と土地利用の計画を策定し、必要となる社会基盤の整備に要するプロジェクトを各年度毎に積算して実行計画を立案した。この計画を基にして、Savannakhet の DCTPC は独自の都市計画をたてて将来像を立案するのに利用している。この ADB の計画したプロジェクトの実施を目的にして、各都市部に Urban Development Administration Authority (略称 UDAA) が県の行政単位である Department と同格の組織として設立され、ノルウェー国の二国間援助及び UNDP によるプロジェクトと共に実施されている。

ADB のプロジェクトは 1998 年から 2002 年までの 5 ヶ年事業として既に実行が開始されており、主なプロジェクトとして次の事業が進行中である。

街路の整備、維持管理、清掃（小規模な橋梁工事を含む）

メコン河の護岸改修と整備

衛生設備（個人住宅用）

排水施設整備

3) サバナケット及びカムアン地域総合開発計画調査

サバナケット及びカムアン地域総合開発計画調査 (the Study on the Integrated Regional Development Plan for Savannakhet and Khammouan Region in Lao PDR) は、大メコン地域 (Greater Mekong Subregion 略称 GMS) 開発構想の中心的役割を果たすサバナケット及びカムアン地域の総合開発を目的としている。

ADB 主導による GMS 開発構想はメコン河流域諸国のインフラ整備と、域内での通商拡大に加え通関手続簡素化の制度的枠組み作りを進めてきた。特に、タイ国ムクダハンからヴェトナム国ダナンに至る交通インフラ整備に係る東西交通回廊プロジェクト (East-West Transport Corridor Project) は同構想の中で重要な位置を占めている。サバナ

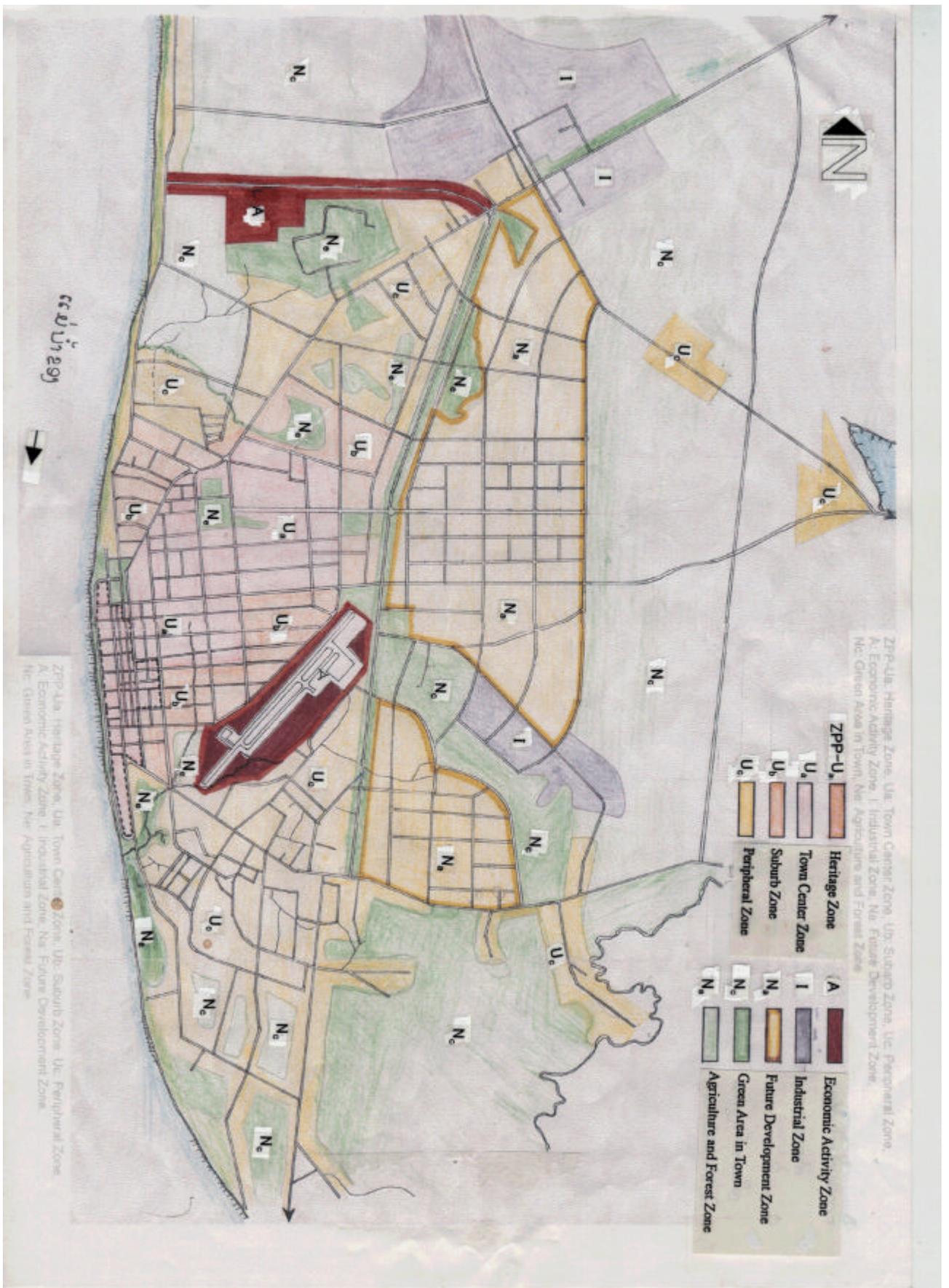


図 2-1 Khanthabouly District の都市計画図

ケット及びカムアン地域はこの東西回廊プロジェクトの中で、第二国際橋が建設される地域にあって中心的な役割を担っている。

こうした中で、サバナケット及びカムアン地域総合開発計画は当該地域の開発計画に係る 2020 年を目標年次とする基本計画を立案しフェーズ分けをした基本計画の実施計画を策定して、プレリミナリーの実行計画をマスタープランのキープランについて提示するものである。具体的には次の事項が提案されている。

産業の振興 中央政府は産業振興策として、肥料、飼料、砂糖、セメント、紡績部門に海外からの直接投資を誘致する方針であり、そのためには、インフラの完備した工業団地の設置が重視されている。サバナケット県にも団地の設置が予定されている。

農林鉱業 サバナケット県における農産物の輸出の可能性を検討し輸出戦略を策定する。サバナケット県やカムアン県の木材資源は豊富であるが、海外への建材、家具等の木材加工品の輸出競争力、産業振興、物流ルート、資源保護等検討を要する。

サバナケット県は石膏をヴェトナム国に輸出しているが、生産コストがタイに比較して高い。主要鉱産物の国際市況と生産コストを分析して評価する。

物流 国道 9 号線、12 号線、8 号線などの主要幹線における物流の実態を精査し、第 2 国際橋の開通による第 1 国際橋の物流に与える影響や、ビエンチャンからサバナケット県やカムアン県への産業再配置の可能性を調査する必要がある。

観光 サバナケット県、カムアン県の観光資源の国際競争力を検討し、両県の観光振興のために共通の施策を提言する。

4) 国境 (サバナケット地域) 経済特別区開発計画調査

国境 (サバナケット地域) 経済特別区開発計画調査 (the Study on Special Economic Zone Development Plan in Border Area (Savannakhet Province) in Lao PDR) は、貿易と投資の促進、雇用の増大、地域経済の活性化を目的とした国境地域での経済特別区 (Special Economic Zone 略称 SEZ) の設置に関する開発調査を行うものである。

本調査では、東西回廊道路、国際橋等の整備により周辺国との経済交流の活発化が期待されるサバナケット地域で、こうした環境を有効に活用して地域の経済や工業の振興を目的とした経済特別区開発計画を策定することを目的としている。

経済特別区の開発場所については、サバナケット県では以下の計画が検討されている。

Xaybuli 地区の工業団地計画（工業 手工芸省）

Densavanh 地区の自由貿易区計画（商業 観光省）

Xeno 地区の物流センター計画

上記の Xaybuli、Densavanh、Xeno の 3 地区の位置は節末の図 2-4 に示す。

本調査ではこの 3 地区の計画を経済特別区開発計画の候補として総合的に調査し、実現性があり有効性の高い計画と地区を開発の段階を提案の上、具体的な開発計画を策定する場所を決定する。また、ラオス側の行政機関の経済特別区開発、運営能力を高めるために、人材育成計画の詳細を検討する。

この開発計画によるサバナケット地区に予定した経済特別区の水の需要量を次の様に予定している。

2004 年	：	経済特別区	1,200 m ³ /日（10 ha × 120 m ³ /ha/日）
		その他用水	300 m ³ /日
		国境施設用	100 m ³ /日（第 2 国際橋の Border Facility を含む）
		計	1,600 m ³ /日
2008 年	：	2004 年の水量と同程度	
2010 年	：	15,000 m ³ /日程度を予定しているが独自の水処理プラントを設置する案も比較検討中。	

5) 東西交通回廊プロジェクト (the East-West Transport Corridor Project)

東西交通回廊プロジェクトは ADB の融資により調査が実施されているもので、プロジェクトは次の工事から成っている。

第 2 国際橋と関連する道路及びその付帯施設工事

「ラ」国の国道 9 号線の改修工事

ティエンサ ポートとダナンの施設の改修及び港への道路と橋梁の改修

このプロジェクトの建設コストは次のように試算された（1997 年 12 月）。

橋梁と付帯施設工事費	US\$50.5 million
オプションによる追加工費	US\$11.1 million（鉄道橋併用等のオプションを含む）

2.1.2 財政事情

「ラ」国は表 2-1 に示すように当該セクターに限らず、「ラ」国内の開発計画の 70%以上を外国の援助に大きく依存している体質となっている。

	1996	1997	1998	1999	2000	合計
国内	48.00	61.25	78.38	95.40	114.75	397.78
海外	164.70 (77%)	197.75 (76%)	225.62 (74%)	247.60 (72%)	266.55 (70%)	1,102.22 (73%)
合計	212.70	259.00	304.00	343.00	381.30	1,500.00

(出典：1996-2000 Socio-Economic Development Plan)

また、1999 年 8 月 30 日付総理府発信 (No.37/PM) の「ラオス国上水道セクターのマネージメント及び発展」に書かれている「Sector Investment Plan 1998-2020」によれば、「ラ」国内の水道セクター総予算は 188 百万ドルである。ただし、この内 22%の 41 百万ドルは、ADB、WB 等の海外機関からの資金確保がなされているが、残りの 147 百万ドルについてはこれからという状態である。

現在、「ラ」国において水道セクターに供与されている WB の構造調整融資はないが、近年日本、ADB 等から多くの援助を得ており、融資額は 1994 年から 1998 年までの 5 年間で 80 百万ドルを越えている。

なお、「ラ」国の社会・経済事情については添付資料を参照すること。

2.2 他の援助国、国際機関等の計画

2.2.1 外国の開発援助

農業依存型であるラオス経済の基盤は非常に弱く、ラオスの経常収支は恒常的な赤字となっている。この赤字はラオス政府の中 長期債務で処理されており、そのほとんどが世銀、ADB、IMF等の国際機関からの債務である。二国間援助ではその形態が無償資金協力及び技術協力が中心であるため債務残高には影響していない。ラオスに対する援助供与国、国際機関の政府開発援助（ODA）をその順位別に一覧に示すと次表の通りである。

表 2-2 援助供与国別の ODA 実績 (単位：百万ドル)

	1位	2位	3位	4位	5位	合計
1995	日本 97.6	ドイツ 17.4	スイテン 13.4	豪州 13.1	フランス 8.4	170.0
1996	日本 57.4	ドイツ 22.9	スイテン 17.7	フランス 16.4	豪州 12.4	147.5
1997	日本 78.6	ドイツ 16.6	スイテン 15.5	フランス 14.8	豪州 14.3	164.8

(出典)「我が国の政府開発援助（ODA 白書）1999年版」

表 2-3 国際機関別の ODA 実績 (単位：百万ドル)

	1位	2位	3位	4位	5位	その他	合計
1995	ADB 61.4	IDA 27.1	IMF 15.9	CEC 11.0	UNDP 8.1	11.1	135.2
1996	ADB 83.6	IDA 59.0	CEC 12.8	UNDP 11.5	IMF 5.5	13.3	185.8
1997	ADB 85.6	IDA 40.9	CEC 14.7	WFP 12.0	UNDP 11.6	11.9	176.7

(出典)「我が国の政府開発援助（ODA 白書）1999年版」

CEC : Commission of the European Communities (欧州委員会)

WFP : World Food Program (世界食料計画)

IMF : International Monetary Fund (国際通貨基金)

2.2.2 水道分野への国際協力

上水道プロジェクトに対する 1995 年～1999 年間の国際援助の動向を次表に示す。

表 2-4 1995 年～1999 年間の上水道プロジェクトに対する国際援助

No.	Province/Town	Completion Year	Cost (million \$)	Population(1999)	Funding Source
1	Vientiane Pref./Ban Kuen	1995	1.0	1,500	France
2	Vientiane Pref./Thangone	1995	0.3	1,200	Japan
3	Luangnamtha/Capital	1996	1.4	22,000	WB
4	Khammuane/Thakhek	1996	5.0	15,000	EU
5	Vientiane Pref./Vang Vieng	1996	1.0	2,200	France
6	Khammuane/Mahaxay	1997	1.0	1,300	Lao PDR
7	Attapeu/Samakkhixay	1997	1.1	3,400	ADB
8	Champasack/Pakse	1997	6.5	32,000	ADB
9	Saravane/Capital	1997	2.7	4,700	ADB
10	Sekong/Lamam	1997	0.7	2,700	ADB
11	Xaysomboun Special Region	1997	0.8	2,000	France
12	Vientiane Pref./Vientiane	1997	12.0	205,000	ADB
13	Vientiane Pref./Vientiane	1998	25.0	- do -	Japan
14	Luangprabang/Capital	1998	6.9	24,000	Germany
15	Bokeo/Houasay	1998	2.0	9,000	ADB
16	Borikhmxay/Paksane	1998	2.1	9,600	ADB
17	Huaphanh/SamNeua	1998	1.4	8,700	ADB
18	Phongsaly/Capital	1998	1.6	4,500	ADB
19	Xayabury/Sayabury	1998	2.9	11,000	ADB
20	Vientiane/Phonhong	1998	1.4	9,000	ADB
21	Xiengkhuang/Phonesavane	1998	3.4	12,300	ADB

(出典) サバナケット地区上水道施設改善計画予備調査報告

2.3 我が国の援助実施状況

我が国の政府開発援助の1994年～1998年間の実績は、1999年のODA白書によると次表の通りである。

表 2-5 我が国の政府開発援助（ODA）実績 （単位：百万ドル）

	贈 与			政府貸付		合 計
	無償資金協力	技術協力	計	支出総額	支出純額	
1994	44.59 (-)	17.84 (-)	62.43 (-)	-	-1.72 (-)	60.71 (100)
1995	78.79 (-)	22.31 (-)	101.10 (-)	-	-3.52 (-)	97.58 (100)
1996	39.31 (-)	20.43 (-)	59.74 (-)	-	-2.33 (-)	57.41 (100)
1997	59.45 (76)	18.83 (24)	78.28 (100)	2.41	0.32 (0)	78.59 (100)
1998	61.61 (72)	20.90 (24)	82.51 (96)	4.99	3.06 (4)	85.57 (100)
累 計	469.33 (-)	149.60 (-)	618.91 (-)	26.23	-1.70 (-)	617.21 (100)

（出典）「我が国の政府開発援助（ODA白書）1999年版」

（注）（ ）内はODA合計に占める各形態の割合（％）。

支出純額：一定期間（通常は暦年）における供与額から回収額（被援助国から援助供与国に対する貸付けの返済額）を差引いたもの。

前節の表 2-3「1995年～1999年間の上水道プロジェクトに対する国際援助」の中で我が国の援助を記すと次の通りである。

No. 2 案件名：タゴン農場修復計画(Construction of Substage-II in Tha Ngon Rehabilitation and Rural Development Project)

E/N 金額：5.7 億円

年度：1987 - 1989

工事概要：施工場所 Tha Ngon 地区（農村開発案件としての給水施設）

配水池 130 m³

配水管延長 10.6 km

No.13 案件名：ビエンチャン市上水道改善計画（ The Project for the Improvement of Water Supply in Vientiane Municipality ）

請負金額：27.5 億円

発注者：ラオス水道公営企業（ Nam Papa Lao ）

施工期間：1992 - 1994

工事概要：施工場所 Chinaimo 浄水場

滞砂除去施設の導入

取水地護岸補強

浄水場更新及び拡張：40,000 m³/日

高架水槽：1,500 m³ × 1 基

送配水管： 300 - 350 × 14.8 km

ラオスに対する日本の援助の特徴は、第一に援助の継続性にある。1966年にナム グム川開発基金に資金援助して以来、社会主義政権になった後も一貫して援助を続けてきたことである。第二に、日本は援助を増大させて 1991 年以降はトップ ドナーになっていることである。日本の援助が要請ベースであることを考えると、それだけ日本に対する要請が増大してきたことを意味している。

第三は、日本の援助における近年の変化でもあるが、援助の多様化と連携化である。援助額の増大につれて援助分野が多様化されてきた。初期にはインフラと農業開発 食料援助に重点が置かれていたが、それぞれの分野内での多様化と社会開発や農村開発、さらには環境保全、文化開発等も加わり、また技術協力面でも量的増大と多様化が進んでいる。連携化については国連 国際機関との連携、タイとの連携援助、政府系と民間 NGO との連携等が増えてきている(「開発途上国別経済協力シリーズ第 4 版ラオス」より)。

2.4 プロジェクトサイトの状況

当プロジェクトの施行予定場所とその周辺地区の気象、地形、地質等、プロジェクトの計画や実施に影響を与えると考えられる自然条件と共に、サイト周辺の社会基盤の整備状況を以下に述べる。

2.4.1 自然条件

プロジェクトが予定されるカンタプリー郡の「サ」市は、ほぼ東経 104°40'、北緯 16°40' に位置し、南北に流れるメコン河の左岸に広がっており、右岸に位置するタイ国のムクダハン市の対岸にある。標高はメコン川近傍で約 130m 程度、国道 9 号線に沿う地域の標高はやや高く、約 170m 内外である。「サ」市の中心地区は 140m 程度の標高を示し、ほぼ平坦な地形に市街地が発達しているが、東部や南東部はやや高い台地に繋がり標高 150m ~ 170m を示す地区が続く。

地質はおおく石灰岩や砂岩から成り、表土のほとんどはラテライトに覆われている。地下水位は全体的に低い地帯がおおいが、一部のメコン河近傍の地区ではやや高い地域もある。一年は雨季と乾季に分かれており、雨季は 5 月 ~ 10 月、乾季は 11 月 ~ 4 月で、気温は 12 月 ~ 1 月が最も涼しく、3 月 ~ 4 月が最も暑い。年間平均降水量は 1,500 ~ 2,000 mm 位である。次表にサバナケットでの気温、湿度、降水量等を一覧に示す。

表 2-6 サバナケットの気温、湿度、降水量 (1998 年)

	単位	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
平均気温		25.1	27.0	29.7	30.2	30.0	29.5	29.3	27.8	27.1	26.2	24.4	21.7
月間最高気温		32.7	33.4	36.4	35.5	35.4	33.4	33.0	32.2	30.6	31.5	29.7	28.0
月間最低気温		18.7	20.4	24.2	25.4	25.9	26.3	26.1	24.6	24.5	21.7	19.5	16.4
最高湿度	%	97	93	89	92	94	93	90	92	95	93	90	91
最低湿度	%	38	41	39	41	50	59	59	65	72	59	53	50
降水量	mm	0.0	28.9	9.5	25.3	221.1	240.3	288.0	219.9	209.7	26.4	7.1	4.2

2.4.2 社会環境

ラオスの道路は全般的に未整備で舗装道路は総延長 21,620 km に対して 3,543 km で 16% 程度と少なく、残りの道路は砂利道と未舗装道路で、雨季になると通行不能となる所も多い。「サ」市地区を通過する国道 9 号線は東西交通回廊の一環として改良工事が進行中であり、「サ」市の近傍を南北に通過する国道 13 号線の改良工事の内、ビエンチャン

～サバナケット間は ADB と我が国の援助により近年完了している。交通量の多いのはピエンチャン～パクセ間とサバナケットとベトナムを結ぶ国道 9 号線である。1994 年 4 月にはメコン河に架かる最初の国際橋である友好橋がオーストラリアの援助によって完成している。さらに、タイ国のムクダハン市とサバナケットを結ぶ第二国際橋の建設が検討されている。

表 2-7 道路総延長 (単位：km)

	1993	1994	1995	1996	1997
道路総延長	14,176	18,344	18,363	22,321	21,620
舗装道路	2,450	2,446	2,837	3,502	3,543
砂利道路	4,622	5,138	5,221	8,541	6,051
未舗装道路	7,104	10,760	10,799	10,278	12,026

(出典)「開発途上国別経済協力シリーズ第 4 版ラオス、1999 年」

現在、ラオスのエネルギー供給源の約 90%は薪によるもので、電力は 5%程度に過ぎず、残る 5%は主にシンガポールから輸入している石油による(「開発途上国別経済協力シリーズ第 4 版ラオス」)という。山岳地帯の水力を利用して生産される電力は、ラオスの主要産業の一つとなっている。ラオスの水力発電の潜在能力は豊富で約 18,000 MW 強といわれているが、現在の発電能力は 201 MW とその 1%余りに過ぎない。水力発電以外では、火力発電による発電が約 23 MW、その他の燃料による発電が約 3 MW である。国内消費はピーク時で 72 MW と小さく、電灯等の家庭消費が大半を占め、工業等の産業消費はまだ少ない。残りは送電線を通じてタイに輸出され、今後とも外貨獲得の主要産品として目されている。1997 年は 1,093 GWh の生産に対して 710 GWh が輸出されている。

現在、「サ」市周辺への給電状況はかなり安定しており、浄水場のポンプ運転状況から見ても停電は 2 ヶ月に 1 度程度で、停電時間は 2 時間程であると報告されている。さらに、電圧の変動はほとんど無視できる程度で、比較的安定した給電状況である。

「サ」市における給水区域の公道の主要な路線のほとんどは舗装されており、最近の計画による東部を縦貫する Kaysone Road は 4 車線を有する「サ」市有数の道路で、都市計画地域を横断している。しかし、主要道路以外の道路の状態はかならずしも満足すべき状態ではなく、幅員も狭いから配管の敷設を計画する際には注意が必要である。また、路側の排水施設の容量は限られていると考えられるから、管の洗浄排水に利用するには適当でない施設も散見される。

ナケ浄水場は「サ」市の北方約 3 km のメコン河左岸に位置し、その敷地面積はほぼ 1.5 ha あり、建設当初から将来の拡張分を考慮して用地を準備しているから、拡張時に建

設用地の新規購入は必要ないと考えられる。また、取水施設も拡張分を考慮した設計がされているから、管理橋内の拡張用スペースを利用することができる。既設の配水管のほとんどは公道用地内に敷設されており、今後も配水管は公道に敷設する予定であるから、配水施設のための用地買収は必要ない。

2.4.3 サバナケット地区上水道の給水状況

(1) 給水区域

サバナケット地区の上水道施設はフランス政府の援助により 1973～1977 年にかけて整備された。メコン河の表流水を原水とし、市中心部より北側約 3 km に位置するナケ浄水場から給水区域に配水されている。

給水区域は、当初は、本調査の計画対象地区である「Kaysone Road と A2 Road で挟まれた Khanthabouly District の中心街(本調査の Inception Meeting における Minutes of Discussions より)」という、いわゆる、市街化区域であったが、その後、主用幹線に沿って管路の拡充を行っている。

現地調査時の 2000 年 10 月現在における給水区域は、図 3-1 に示すとおり、サバナケット地区のメコン川沿岸の都市部を中心とし、国道 9 号線と 11 号線沿いの北東及び南東方向にそれぞれ枝状に広がって分布している。給水区域の面積は、約 1,380 ha (35 個のバンの総面積は 3,480 ha)である。「サ」市人口のうち、約 2/3 が計画対象区域内に、残りの 1/3 が外側に居住している。(既存給水区域と計画対象区域の定義は p.III-1 を参照されたい。)

(2) 給水量の推移

設立以後、順調に給水人口、給水量を増加させ、表 2-8 に示すように 1999 年には給水人口で約 60,000 人、1 日平均給水量でほぼ 12,000 m³/日に達している。

しかし、表中の公社の値には精度上の問題が存在している。故障や作動不良等の給水メーターが約 2 割あり有収水量自体に設定値を含んでいることや、計測機器がないため給水量は定格量を基にした設定値であること等がそれであり、表中の数値の検証と共に、今後の計量の必要性を示唆している。

一方、前述の調査団の計測中にも 1 時間の配水停止が発生したように、かなり頻繁に減断水が生じている。取水ポンプを例に取れば、最近では年に 1 回の割合で故障が見られ

る。これは、機械・電気設備の大半が20数年という長期稼働による老朽化、部品のない中での不適性修繕や過負荷運転等の結果であり、今や「サ」市水道は、不安定な水道システムとなっている。

表 2-8 「サ」市水道事業の給水実績

年 度	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
給水柱数	5,668	6,158	6,692	7,158	7,570	7,946	8,257	8,776
1 柱 当 り 給水人口	8.5	7.9	7.4	7.4	7.1	6.8	7.2	6.9
給水人口	48,065	48,794	49,525	53,067	53,730	54,338	59,858	60,179
原単位	160.0	156.1	150.0	150.0	152.8	150.0	155.0	155.0
有収水量	7,670	7,619	7,429	7,960	8,187	8,151	9,278	9,328
有収率	81.1	80.5	77.4	81.0	84.2	82.8	81.9	77.8
日平均給 水量	9,457	9,466	9,596	9,826	9,726	9,845	11,332	11,994

注：数値は「サ」市水道公社資料による。

(3) 給水状況と問題点のまとめ

上記及び基本設計調査にて把握した、サバナケット地区上水道の現時点における給水状況及び主な問題は、表 2-9 に示すようであり、まとめると、

- ・「サ」市の人口の大半は計画対策区域の市街地に居住しており、同地区のほとんどは水道の給水を受けている。これは、同地域の地下水質が悪く、代替水源が得られないことも影響している。
- ・計画対象区域外に、主用道路に沿って配水管が敷設され、給水が実施されている。
- ・概して計画対象区域内の配水管施設能力は充分であり、同地域の給水圧力は良好である。一方、区域外は給水状況の改善が必要である。
- ・浄水場施設が老朽化しており、設備の頻繁な故障による運転停止が多く、不安定な給水となっている。
- ・水量が計測されておらず、各種の統計値の精度が低く、データの信頼性に問題がある。

という状況となっている。

なお、「サ」市水道のこの施設・設備の状況については、2.4.4「既存施設・機材の現状」に示してある。

表 2-9 計画対象区域内外の現状と給水状況

地域別	その地域及び給水の現状
計画対象区域内外に共通	<ul style="list-style-type: none"> ・水量が計測されていないので統計値の精度に問題があるが、公社資料によれば給水量が増加し、近い将来需給のバランスが崩れる可能性がある ・頻繁に運転停止が発生し、給水が不安定である ・多くの家庭・事務所で受水槽を有している
計画対象区域内	<ul style="list-style-type: none"> ・計画対象区域内は市街地であり、「サ」市の人口の大半(約 2/3)が居住している ・区域内の市民は殆ど全員が、既に、水道の給水を受けている(普及率 98%)。これは地下水水質が悪く代替水源の得られないことも影響している ・配水圧は、大半の市街地で 20m、少なくとも 10m は確保されており、給水状況は良好である ・漏水を含む無収水量は、約 30% であり、先進国よりは多いが、ジャカルタ・ハノイという発展途上国の大都市より大幅に小さい。漏水防止については可能な対策から進めれば良い
計画対象区域外	<ul style="list-style-type: none"> ・市街地では人口定着が満度に近づき、市の人口の約 1/3 が計画対象区域外に居住している(特に空港の東、南側に多い) ・既に、計画対象区域外の一部地域に配水管が敷設され給水を実施している。即ち、給水区域に編入済である ・配水圧が 10m を下回り出水不良の地区もある ・第 2 国際橋の取付け道路と周辺部及び飛行場の東側に工業地域が計画されている

2.4.4 既存施設 機材の現状

(1) システム全体の現状

「サ」市の給水状況は前述した通りであるが、浄水場施設は、その運転開始より 20 年以上を経て、施設の全般的な老朽化が目立ってきている。施設老朽化による浄水場の生産能力は 7~8 年前より低下しているものと思われ、近年では定格能力の 80%である 12,000 m³/日となっている。公社は故障した機械・電気設備の応急修理により、浄水場の運転をなんとか維持している状況と言える。一概には言えないが、このままの状況が続けば、浄水場の生産能力はさらに低下し、今後 4~5 年で需要を下回る事が予想される。さらに最悪時には、主用設備の使用不可により、生産能力がゼロになることも予想される。

取水・配水両ポンプを初めとするほとんどの設備が 20 年を越える稼動に耐え切れず老朽化を見せており、しばしば、故障を起し、需要水量を満たせないケースも出ている。主用設備である取水ポンプが最近では月に一度の割合で故障していることから、状況が深刻であることを示している。

以下に「サ」市水道施設・設備の現状を示す。まず、システム全体を(1)項に、個別施設を(2)項以下に示す。個別施設・設備には番号を付けることにするが、後続の 3.3.2 項を含めて、次に示すように統一することとした。

	取水	浄水	薬注設備	電気計装	配水
土木施設	101)~	111)~			121)~
機械・電気設備	201)~	211)~	231)~	241)~	251)~

既存水道施設の現状を、まず、システム総体として表 2 - 10 示す。

表 2-10 サバナケット市水道システム総体としての現状

施設・設備名称	規模・容量・構造	現況と問題(課題)
既存システム		
1) 施設総体	取水(ポンプ)能力： 15,840m ³ /日 浄水場公称能力： 15,000m ³ /日 配水(ポンプ)能力： 16,800m ³ /日	<p>この浄水場は、1977年に完成し既に20年以上が経過しているが、各施設の鉄筋コンクリート構造物には、ほとんど劣化が観測されず、きわめて良好な状態を保持しており、コンクリート構造物の修復を要する箇所はない。</p> <p>一方、取水、浄水及び配水設備全ての機械・電気設備は設置から二十年以上経過したものが多く老朽化が激しく減断水・水処理不全を時として生じている。</p>
2) 給水状況	計画浄水量： 15,840m ³ /日 計画一日最大給水量： 15,000m ³ /日 (公称能力) 計画時間最大配水量： 16,800m ³ /日 (配水ポンプ容量)	<p>取水・配水ポンプとも2台常用1台予備の設計であるが、乾季には両ポンプとも3台運転を実施し給水している。ポンプ能力の低下もあるが水使用量の増加がうかがえる。浄水場直下流での実測によると14,200m³/日を観測しているから、ほぼ設計値に近い水量が配水されており、能力が満度に近いことが把握された。</p> <p>水圧については、計画対象区域内では十分であるが、外側の区域では不足の地区もあることが測定された。</p> <p>給水水質については、濁度は90%の測定個所が基準値以内、大腸菌検出が40ヶ所中4ヶ所あり、更なる向上・改善が必要である。</p>

(2) 取水施設の現状

1) 取水施設総体の現状

取水施設及び設備の現状を表 2-11 に示す。導水管路を含む施設については、現状のままではほぼ問題ない。

設備については、「サ」市水道システムの内、量的な根幹設備の一つである取水ポンプが、既に 20 年以上の継続稼動で効率が落ち、しかも、故障が多いという状況にある他、ポンプの制御盤や天井ホイスとも故障するなど危険な状態にある。また、水源であるメコン側の激しい季節的水位変動の影響で、取水量が大きく変化するという難しいポンプ運転がなされており、ポンプに悪影響を与えている。

2) 個別施設・設備の現状

表 2-9 において取水施設のうちの個別施設・設備の現状と問題について示す。

表 2-11 取水施設・設備の現状 (1 / 2)

施設・設備名称	規模・容量・構造	現況と問題(課題)
101)取水塔	構造：鉄筋コンクリート製 形状寸法： 矩形部で EL+128.0m迄 幅 3.00m x 長 9.40m x 高 5.00m 舟形部で EL+140.4m迄 幅 3.00m x 長 9.40m x 高 12.4m 河川水位： HWL+139.25m、 LWL+124.85m	取水は上部の格子口と下部の矩形取水口及び 400(最下部)ゲートの 3 ヶ所から行われ水位変動に対応している。最下部の取水ゲートは故障し開放のままとなっている。 排砂管理は適切に実施され取水塔内の滞砂は認められない。
102)管理橋	形状寸法 幅 2.0mx 長 30m 付帯施設：導水管	構造物上の問題はない。
103)導水管	水管橋： 450mm 鋼管 埋設部： 450mm ダクタイル 鋳鉄管	管路は良好な状態である。また、将来拡張用の準備がしてある。但し、流量計や流量調節弁がない。

表 2-11 取水施設・設備の現状 (2 / 2)

施設・設備名称	規模・容量・構造	現況と問題(課題)
201)取水 ポンプ	<p>ポンプ 台数：3台(内予備1台) 定格水量：330m³/hr 定格全揚程：23.5 m 定格回転数：950 rpm 製造者： GREGHET-K.S.B French 電動機 定格出力：37 kW 定格電源：380 V 50 Hz 定格回転数：960 rpm 定格力率：0.86 絶縁：E種</p>	<p>取水ポンプは長期間の使用と原水中の砂粒子による羽根車が摩耗により定格水量を揚水できない事が分かった。 また、取水位(メコン河水位)が高い場合ポンプの実揚程が減り、その分吐出量が増加する。この時、ポンプ軸動力も増加し、電動機出力を超えて過負荷運転となる。電動機の故障が多く分解組み立てを繰り返しているとの報告はこれが原因と思われる。 既存の形式は立軸ボアホールポンプ(斜流羽根)であり、軸が約16mと大変長い上、保護管が無く軸受けが剥き出しのため軸受けの保守管理に問題がある。</p>
202)吐出配管	<p>250mmの鋼管 250mmの逆止弁・仕切弁</p>	<p>仕切弁は機能しているが逆止弁が壊れている。逆止弁の故障により、停電等によるポンプ停止時に取水導水管より逆流が起こり、導水管内に空気弁より空気が流入する事が考えられる。</p>
203)排水 ポンプ	<p>形式：水中ポンプ 台数：1台 他項目：確認できず</p>	<p>1994年に故障して以来使用していないし、使用する機会もない。</p>
204)天井モノ レールホイスト	<p>電動モノレールホイスト 3トン用</p>	<p>1998年に手動クレーンを購入し電動に改造し保守管理に使用しているが、自己流の改造のため非常に危険である。 既存のレールはレール自体にゆがみがあり、新ホイストの走行機構に適合するかという問題もある。</p>
205)取水ポン プ制御盤	電気計装設備「動力制御盤」の項参照	
206) 流量調節設 備	<p>導水管に流量計や流量制御弁がない。</p>	<p>上記201)で述べている取水流量の変動に対し、流量調節設備が無い為取水量制御が出来ない。</p>

(3) 浄水施設の現状

ここでは、既設ナケ浄水場の既存施設・設備の現状を示すが、まず、浄水場総体としての状況について示し、その後、個別施設について状況を示すこととする。

1) 浄水場総体の現状

ア．浄水施設の現状

浄水施設の基本的な構成は、7,500m³/日の処理施設×2系統という配列であり、公称能力は15,000 m³/日である。施設個々にはフロック形成池と(薬品)沈殿池が2系統分割で、(急速)ろ過池が4系統分割となっている。

施設フローは、〔着水井 混和池 フロック形成池 沈殿池 ろ過池 浄水池〕となっている。水処理薬品としては凝集剤(硫酸バンド+高濁度時ポリマー)、アルカリ剤、塩素及びフッ素注入設備が設けられていたがアルカリ剤とフッ素設備が壊れており使用されていない。また、浄水場内の水位関係については、混和池～ろ過池まで水面が連続しており(近年の浄水場は全て水面の不連続点を持っている)水位差が数cmしかなく、また、各池の余裕高も20cm程度と小さい(我が国の指針では30cm以上)という問題を抱えている。既設ナケ浄水場の平面図を図2-2に示す。

浄水施設の状況も、前出(1)システム総体の現状で示したように、浄水場総体としては、構造物は良好な状態に保たれている。一方で、機械・電気設備は20年以上経過したり無理な運転をしたりしたため劣化・老朽化が激しく、あるいは、故障しており、大半のものが改修を必要としている状況にある。

イ．運転の状況

乾季を中心として、取水ポンプ3台稼働による浄水場運転をしばしば行っている。浄水場における計量設備は、配水管路の始点(浄水場内)に設置されているのみで他には設けられていない。この計量設備でさえ1982年に故障してから使われておらず、取水量、配水量等はポンプ定格容量×稼働時間で算出されている。計量は水道事業の基本要素の一つであり、大きな問題である。

既設のろ過池のろ過水渠には、後続の浄水池と水理的に縁を切る設備が設けられおらず浄水池の水位変動の影響を直接受ける構造になっている。このため浄水池の水位が急激に下がった場合、上述のろ過池流量調節装置が機能せず、ろ過流量を一定に制御できない。

浄水場における浄水処理は調査団による水質試験結果では、良好に処理されている。しかし、浄水処理後の水には大腸菌は検出されないものの、残留塩素が検出されず、一般細菌が検出されている状況にあり、塩素処理に改善の余地がある。水質試験結果は、後述の資料5の資表 5-10 に示す通りである。

2) 個別施設・設備の現状

表 2-12 において浄水場の個別施設及び設備の現状を示す。

表 2-12 浄水施設・設備の現状 (1 / 3)

施設・設備名称	規模・容量・構造	現況と問題(課題)
111)着水井 及び混和池	着水井： 幅 1.50m × 長 2.80m × 高 (2.58m+3.20m) × 1池 急速攪拌池： 幅 1.50m × 長 1.50m × 高 (2.20m+2.60m) × 1池 一体構造	構造物としての問題はない。
211)急速 攪拌機	攪拌機：1基 攪拌機と電動機は直結駆動 他項目は確認できず	攪拌機の攪拌力 (G 値 = 約 300sec ⁻¹) が 小さい上、老朽化により時々故障する。
112)フロック 形成池	形状寸法： 幅 3.92m × 長 6.87m × 深 さ(2.20 ~ 3.60m) 池数：4池 容量：17分間(池部のみ)	原水濁度が高いため滞留時間はこのレ ベルで問題ないと考える。 フロッキュレータが1段のみであり短 絡流・テパードフロッキュレーションには少々不利 である。
212)フロキュ レーター	攪拌機： 縦軸型4台(2台/池)	軸受けの摩耗、Vベルトの亀裂等により 騒音・振動が激しく、時として異常音が 発生し運転停止する。
213)攪拌機制 御盤	電気計装設備「動力制御盤」の 項参照	
113)沈殿池	形状寸法： 幅 8.04m × 長 29.15m × 深さ(4.00 ~ 2.10m) 池数：2池 容量：1.8時間分(池部のみ) 平均流速：0.28m / 分	流出部でフロックの巻き上げの問題が 考えられるが過処理に影響を与える ほどはないと判断できる。 排泥は1回/2ヶ月に約2時間かけて人 力で実施している。 構造物に問題はなく現状のまま使用が 可能。
214)沈殿池 洗浄ポンプ	沈殿池洗浄ポンプ 吐出量：120 m ³ /hr 揚程：21 m 回転数：2900 rpm 電動機出力：11 kW	池の洗浄時に使用している。現状のまま 使用し、特に問題はない。

表 2-12 浄水施設・設備の現状 (2 / 3)

施設・設備名称	規模・容量・構造	現況と問題(課題)
215)洗浄用配管	管種：PVC の多孔管 口径： 175x2、 100x1 条 数量： 3 条 / 1 池	池の洗浄時に使用している。現状のまま使用することに問題はない。
216)排泥弁	種別：平底弁 数量： 2 基 / 1 池 口径： 350mm	弁体引上げ機構が磨耗し弁の開閉が円滑に出来ない。開閉時に沈殿池水中に作業員が潜り開けている状況で、危険である。
217)集水トラフ	集水トラフ： 4 本 / 1 池 集水管： 50mm x 160 個 / 1 池	集水孔の開口方向が不揃いであるが集水機能に問題はなく、使用中である。
218)流出ゲート	形状寸法： 幅 100cm x 高 90cm 材質：鋼板製(仕切板)	締切り可能であり、特に問題はない。
114)ろ過池	形状寸法：幅 3.00m x 長 10.50m 池数： 4 池 ろ過面積： 31.50m ² /池 ろ過速度： 125.7m/日 砂上水深： 0.66m	現状は洗浄間隔が長く、砂層が汚れマッドボールが観測された。また、洗浄が一様に行われず、ろ材の不陸もあるため、下部集水装置の破損が考えられる。池構造体は問題ない。
219)流入ゲート	フラップ式弁	故障しており、洗浄時に高濁度の洗浄排水がろ過池流入渠に逆流している。
220)ろ材	砂および砂利	砂が流出し、砂利層が見える部分がある。また、砂層でトビケラの幼虫が観測されたり、マッドボールが観測されたりして砂層が汚染されている。摩耗により粒径の減少したろ過砂がろ層の上部に堆積している。
221)集水装置	ポーラスコンクリートタイプ	洗浄が一様に行われていないことから、下部集水装置が破損していると判断できる。
222)逆洗ポンプ	ポンプ台数： 2 台 570m ³ /hr, 1,450rpm 電動機 30kw, 380V 50Hz 1,430rpm	2 台の内 1 台の電動機が故障している。既に 20 年以上も使用されておりポンプ自体も他のポンプ同様に今後の機能維持が難しいと考える。 既存吸い込み配管及びフート弁は既に 20 年以上にわたり水中に据え付けられて腐食が進行している。 また、既設には流量確認及び調節設備が無いので、逆洗流量が不明で手探りの運転をしている。流量計の設置が必要。
223)空洗用ブロア	ブロワ台数： 1 台 電動機 30kw, 380V 50Hz 1,430rpm	正常に運転している。既存のブロアは空気移送用で直接水に接触しないためか腐食もほとんど進んでいないように見えた。

表 2-12 浄水施設・設備の現状 (3 / 3)

施設・設備名称	規模・容量・構造	現況と問題(課題)
224)管弁類	流出弁、逆洗弁、空洗弁。 ドレン弁ならびにその配管	2 ヶ月に一回程度の頻度で故障を繰り返している。既存のろ過池流出弁・逆洗弁・空洗弁は、いずれも仕切弁(直動式弁棒延長開閉台操作式)であるため、開閉台ハンドル動操作に大きな力が必要で、開閉に長い時間を必要とする。この為ろ過池の円滑な洗浄に支障をきたしている。
225)ろ過流量 調節装置	4 セット	全面に錆びて老朽化がみられる。調節精度もこれに応じて低下していると考えられる。当装置は使用中であるが、古い ため部品の調達が困難で今後の維持管理上問題がある。
226)現場 制御盤	電気計装設備「動力制御盤」の 項参照	
227)場内給水 ポンプ	ポンプ 27m ³ /hr x 48m 電動機 7.5HP x 2,870rpm	故障が多く維持管理が困難。

(4) 薬品注入・その他設備の現状

薬品注入設備及びその他設備の現状を表 2-13 に示す。

表 2-13 薬品注入及びその他設備の現状

施設・設備名称	規模・容量・構造	現況と問題(課題)
231)計量器	1 基設置	計量は薬注の基本であるにも拘わらず、1988 年以降故障のため使用されていない。
232)モノレール ホイス	ホイス用レールのみ設置	本体のホイスは 1988 年以降撤去されていて、薬品移送に不便。また、レールについても歪み・走行適正の問題がある。
233)凝集剤 注入設備	溶解槽は 2 槽、希釈槽および 注入機が設置されている	溶解槽 2 槽の内 1 槽の攪拌機が取り外され溶解作業が出来ない。また 2 槽とも内面は激しく腐食している。希釈槽が故障しておりインジェクターが空気を吸い込む可能性があり注入管が気泡により閉塞の可能性がある。圧力水によるインジェクター吸引方式で、圧力水停止により注入が停止する事になる。
234)アルカリ 剤注入設備	溶解槽、溶液ポンプ、注入機 が設置されている	溶解槽は 2 槽であるが、攪拌機はすべて撤去されている。溶液ポンプ、ならびに注入機も 1984 年以降使用されず放置されている。アルカリ剤注入は必要であり、全体的設備整備が必要。
235)消毒剤 注入設備	溶解槽は 2 槽、注入機(前、 中、後塩用)が設置されてい る。	溶解槽は 1 槽のみ使用されている。攪拌機 1 台は撤去されている。注入機は後塩素注入装置のみ使用されている。中塩素及び後塩素注入が必要なので溶解槽の整備を含め全体的設備整備が必要。
236)生成次亜 注入設備	次亜塩素酸ソーダ生成装置及 び食塩水濃縮槽	生成に必要な薬品を購入できなくなり 1997 年以来装置の使用を休止している。
237)フッ素 注入設備	溶解槽は 1 層、注入機が設置 されている	攪拌機も撤去され、注入機も破損しており、使用されていない。
238)薬注 制御盤	(5)電気計装設備「動力制御 盤」の項参照	
239)水質 試験器材	濁度計、ジャーテスト、その 他若干の試験分析機材があ る。	他の若干の機材があるものの、破損しているか、老朽化しており、使用できない。

(5) 電気・計装設備の現状

浄水場の電気設備と付帯設備及び計装設備の現状を表 2-14 及び表 2-15 に示す。

1) 電気及び付帯設備

表 2-14 電気・付帯設備の現状 (1 / 2)

施設・設備名称	規模・容量・構造	現況と問題(課題)
(241)高圧受電設備	高圧受電設備：1 式 屋外式、柱上設置型、油入り 3 相 22/0.38KV 400KVA 自冷式変圧器、Gap 式避雷器、24KV Cut-out Fuse 断路器 (1985 年に落雷により取替えられたもの)	既設負荷の稼働実績より得られた総合消費電力は最大値で 550KVA 前後と思われる[近年の水使用量増により取水ポンプ(37KW)・配水ポンプ(75KW)が各々3台同時運転している状況下で洗浄ポンプ・空気ポンプ・薬注ポンプ等の負荷運転を見込む]。 変圧器定格容量 400KVA を超えており過負荷運転による寿命劣化促進及び機器事故が早晚予想される。過負荷が原因と考えられる油漏れが、既に発生している状況にある。
(242)動力制御盤	関連制御盤：1 式 屋内式、金属閉鎖形、自立形、1977 年製造	設置後、約 25 年を経過しその為の経年劣化が激しく、また、製造型式が古いことによるメーカー側の部品製造中止もあり保守維持管理面で支障をきたしている。盤内に配線設置されている電動機保護継電器が故障しており無保護で電動機が運転され、極めて危険である。ポンプ過負荷の際、これを検知できず電動機の内部異常過熱にまで至る故障が続出している。
(243)避雷針設備	避雷針設備：1 式 避雷針；Crメッキ銅突針,6m 支持管 避雷器；27KV、10KA、Gap 付き	避雷針は取水塔～浄水場間の水管橋上に 1 本が設置されているだけで、浄水場内には全く見当たらない。 一方、「ラ」国は熱帯モンスーン気候に属し雨期が 5 月～10 月とはっきりしておりその間の雷頻度も多く雷撃被害が多く報告されている。 本浄水場でも過去にて電気室への落雷によって受電変圧器が損傷を受け、長期間の停電及びそれによるプラント能力低下からの大きな給水サービス低下や操業損失を経験している。
(244)ケーブル・配線材料	ケーブル及び配線材料：1 式 CV(架橋ポリエチレン絶縁ビニルシース)、CVV(制御用ビニル絶縁ビニルシース)	これまでのところ、ケーブル短絡または地絡事故は生じていないが、敷設後、20 年以上を経過しており、その絶縁被覆の経年劣化による事故が予想される

表 2-14 電気・付帯設備の現状 (2 / 2)

施設・設備名称	規模・容量・構造	現況と問題(課題)
(245)非常用 発電機	非常用発電機：1台 380V、3相、同期形、50Hz、 200KW、250KVA、PF：0.8 1974年11月製造	月に1回の頻度で保守運転をして始動動作を確認している。その結果、これまでに商用電源の停電時に始動不能故障は起こしていない。 発電機盤は老朽化のため、最近2000年7月に新規の盤に取替えたばかりで、維持管理は良好である。

2) 計装設備

表 2-15 計装設備の現状

施設・設備名称	規模・容量・構造	現況と問題(課題)
(246)取水関係 計装設備	取水関係計装設備：設備なし	現在、取水関係の計装設備は設置されておらず、その為、取水対象河川の幻ノ川の水位変動による取水ポンプの過吐きしにより該当電動機過負荷故障等が発生し、運用上面での大きな支障となっている。 特に1996年から翌年にかけては3台全てのポンプ故障が毎週発生し、その分解修理を繰り返した。
(247)配水関係 計装設備	オリフィス流量計：故障	オリフィス式流量計が配水流量計ピット内に設置されているが壊れ放置されている。その為、一体、浄水場からどれだけの量が配られているかわからず、運用上大きな問題となっている。 配水圧力は配水ポンプの吐出ヘッド-管に接続されたアチャバ-から取り出した水位計に圧力計を取り付け、配水ポンプの運転台数制御に利用している。しかし、老朽化が見られる。

(6) 配水施設の現状

1) 配水施設総体の現状

配水はナケ浄水場に設置された配水ポンプで大半の給水区域を直接配水している。配水施設のフローは、大半の区域が、配水池 配水ポンプ 配水幹線 給水であり、南部の一部地域で高架水槽を経由した配水が行われている。

浄水場内の配水池の容量は 1,000 m³ であるから公称 1.6 時間分の容量であるが、ろ過池の洗浄池にも用いられているから、この洗浄用水約 600 m³ を差し引くと実質は 0.6 時間分しかない。配水ポンプは 2 台常用、1 台予備で(公称)配水能力は 700m³ / 時(=16,800 m³ / 日)である。配水管路は 500~40mm で 83km が敷設されている。現状の配水管網を図 2-3 に示す。管種は表 2-16 の通りである。

表 2-16 既設配水管の口径、管種、延長

口径 (mm)	管種	延長 (m)	備考	口径 (mm)	管種	延長 (m)	備考
500	DIP	1,150	配水本管	100	PE	2,330	配水支管
450	DIP	4,630			PVC	4,320	
250	PE	3,990			SP	4,300	
200	PE	150		90	PE	26,270	
150	PE	4,090		75	PVC	10,090	
	PVC	900		65	PVC	2,000	
				50	PVC	15,550	
				40	PVC	3,370	
計		14.9km		計		68.2km	

(注) DIP : ダクタイル鋳鉄管 PE : ポリエチレン管 PVC : 硬質塩化ビニール管
SP : 鋼管

創設当時の配管にはおおくダクタイル鋳鉄管が使用され比較的小口径の管材には鋼管が使用されたが、最近ではポリエチレン管や硬質塩化ビニール管等の合成管が使用されている。現地で開削して配管の状態を調査した限りでは、土被りも充分あり状態は良好であると観察された。また、管路を巡回観察しても地上から目視できる漏水はほとんどなく、漏水は比較的少ないことが知れる。現地調査や既往の資料から漏水率はおよそ 30% 程度と推定されている。

2) 給水の状況

給水区域への配水状況は、現地調査によると市街の中心地区、即ち、当計画対象区域で

は水圧は 0.1 MPa (1 kgf/cm²)以上を示し供給水圧は充分である。しかし、計画対象区域を超えた外郭地域では安定した給水がされず供給水圧が低下する地域も観察されている。南部にある高架水槽は、夜間に水を貯留し昼間に管網内へ供給しているが、高架水槽への給水圧が昼間は低下しがちで高架水槽が空になる時間帯が多くなっている。その他の市街地以外の区域も配水管が細く、地区の標高が高い等で水圧が低くなる地区もある。

サバナケット水道公社ではこうした外郭の給水困難な地区対策として、ブースターポンプを設置し給水を行っている地区もある。これらのポンプ所の運転状況は一般に良好で、機械施設の維持管理状況も適切である。

3) 個別施設・設備の状況

配水管路以外の個別の配水施設・設備の現状を表 2-17 に示す。

表 2-17 配水施設・設備の現状 (1 / 2)

施設・設備名称	規模・容量・構造	現況と問題(課題)
121)浄水池兼配水池	池数：1池、鉄筋コンクリート製 形状寸法：直径 16.89m x 有効水深 4.5m 有効容量：1,000m ³ 滞留時間：1.6時間	既設配水池構造体には問題はない。流入管の位置が不適切であり、また池の容量が不十分。
122)ポンプ井	鉄筋コンクリート製 ポンプ室地下 形状寸法：幅 2.4m x 長 5.5m 幅 1.4m x 11.7m 有効容量：159m ³	配水ポンプとろ過池洗浄ポンプ共用のポンプ井で、洗浄ポンプが起動すると水位が急に降下する。
251)配水ポンプ	3台設置されている 配水ポンプ 350m ³ /hr x 45m 電動機 75kW x 1,475rpm	現地調査によりインペラーの摩耗等による能力低下を確認している。 また、既に20年以上運転され、交換用部品が無く、運転保守管理に問題があり、今後の安定運転が期待しにくい。
252)吸込み及び吐出配管	350及び250mm 鋼管	吐き出し配管は中空折曲り配管で支柱が無く常に振動しており危険である。 吸込み配管についてもフート弁の止水性が問題となっている。
253)配水流量計	オリフィス式流量計 (5)電気計装設備「配水関係計装設備」の項参照	破損している。
254)エアチャンバー	1機設置	ポンプが停電等により緊急停止した場合に起こるであろう圧力サージ対策として設置されているが下記空気圧縮機が破損しているため、圧縮空気によるチャンバーより配管への水圧入出来ず、本来の目的である急激な配管内圧力低下を防ぐ為の給水機能が止まっている。圧力サージを解析し必要性を検討する
255)空気圧縮機	1機設置	破損している。この為圧縮空気を補給出来ず、圧縮空気による上記エアーチャンバーより配管への給水機能が止まり同チャンバーが機能していない。同チャンバーが必要となれば合わせてこの空気圧縮機の新規取替えも必要。
256)モノレールホイス	手動式ホイスクレーン	破損している。保守管理上必要。

表 2-17 配水施設・設備の現状 (2 / 2)

施設・設備名称	規模・容量・構造	現況と問題(課題)
257)配水 ポンプ制御盤	電気計装設備「動力制御盤」の 項参照	
123)ルート9 増圧ポンプ場	1 台設置 80m ³ /hr x 18m x 1,440rpm x 11kW	ピーク用に使用しており、特に問題はない。
124)染色工場 増圧ポンプ場		非常用に利用しており、特に問題はない。
125)高架水槽	容量 1,000m ³ 500-450mm の送水管で接続	夜間に貯留された水はすぐに使用され、 昼間ほとんど空の状態である。
126)配水管路	前記 1) 2) のとおり	計画対象区域内の管路状況は概ね良好。 高架水槽は有効利用されていない。南部 や東部の外郭地区の一部で給水圧の低 下が見られる地区がある。

2.5 既存施設の運営維持管理体制

既存の施設を水道公社が維持管理していく際の問題を財務的な面と技術的な面から以下に述べる。

2.5.1 財政運営

水道公社の組織は大別すると、総務、営業経理、技術運転の3部から構成され、この3部を1人のマネジャーが2人の副マネジャーの補佐を受けて運営することに成っている。しかし、現在、営業経理部門の副マネジャーのポストは空席である。営業経理部門は2000年10月時点で34人の職員が在籍して業務を運営している。これらの業務は21歳～46歳の職員で処理されているが、有資格者が少なく特に上記のように業務を統括し財務企画を担当する副マネジャーは不在で、マネジャーが技術部門営業経理部門を含め全てを統括している。

この水道公社の財務状況を分析し、供給する水の生産単価から適切な料金体系を計画して、料金徴収の強化を図ることのできる担当者が公社には極めて限られた人数しかいないこともあり、水道公社の財務上の運営は必ずしも適切に運営されているとは云えない。料金体系の改定は最終的にはサバナケット県の知事の承認を得て施行される。しかし、知事の承認は時として政治的に判断される場合があり、料金の改定は値上げ率を低く抑えられる傾向がある。適切な料金体系のもとで水道公社が運営されるべきである。

料金の徴収は水道メーターの検針によって水道使用者から料金の徴収が行われている。水道メーターは機構部の摩擦抵抗などにより微流量域では計量できない。これがメーターの不感水量であるが、この不感水量は経過年数に比例して増加するもので、この傾向は金属メーターで顕著である。通常、メーターは設置後8年の経過で不感水量が通過水量の4%程度に達することもあると報告されている。従って、メーターの定期的な交換は経常的に行わなければならない作業の一つである。メーターの修理工場と共に、メーターの検定作業所も必要な施設であるが現在の水道公社には適切な検定場所はない。メーターの設置計画と合わせて、メーターの定期的な交換計画も水道の経営にとって重要な作業であり財政運営の根幹を成すものである。

2.5.2 維持管理体制

水道公社の技術部門は3部に大別され、計画調査(7人)、保守営繕(15人)、浄水場運営管理(14人)の3部門である。この3部はマネジャーのもとに副マネジャーによって

運営管理されている。しかし、この技術部門でも有資格者が少なく、特に水質担当の技術者は不在で試験器具も殆どない。また、浄水場の取水量を把握する計器はなく配水量を計測する計器は故障している。

次章に当プロジェクトの内容が検討されるが、要約すると 浄水場の機械電気施設の改修、計量設備の設置、浄水池の設置から構成される。浄水場の機械電気設備の設置工事では浄水場の設備の関連を熟知している技術者の派遣は不可欠である。この施設の試運転時に、浄水場の各担当者に対して現地指導が On-the-Job 研修として実施される。この研修期間等の詳細は次章「事業計画」を参照されたい。

2.6 環境への影響

当プロジェクトの実施による周辺の環境に対する影響を以下に記する。

2.6.1 工事施工中の影響

ナケ浄水場構内で施工する改修工事は既設の構内で大半の工事は完了する。仮設の資材置場や施工中の掘削土砂の仮置き等を除いてほとんどの工事は既設構内で施工されるから、環境への影響は僅少であると考えられる。工事の施工期間中は、工事に伴うある程度の騒音や振動が発生すると予想されるが、浄水場の周辺には人家はきわめて少なく影響は無視できる程度であると考えられる。工事による振動騒音の最たるものは基礎杭打ち工事であるが、当プロジェクトでは杭基礎は必要としないであろうから、これらによる影響は発生しない。浄水場内での作業が主であるとはいえ、使用資材の搬入や残土の搬出を伴う。また、残土処分場は粉塵の発生し易い場所である。搬入搬出の方法や時間等の計画を事前にたてることで、周囲への影響を最小にすることが可能である。

上記のように、本プロジェクトの施工中における環境への影響は限られており、施工の方法を注意することによって周囲への影響を抑えることが可能である。

2.6.2 工事完了後の影響

工事完了後に、当案件の実施による大規模な環境への影響が発生するとは考えにくい。一般に起こりうる環境影響にはプラス側の影響と共にマイナス側の影響も当然存在する。これらの完了後の影響を以下に列挙する。

1) 浄水場の水処理による影響

計画取水量 15,840 m³/日 (0.183 m³/秒) の取水によるメコン河の流況に影響する状況はメコン河の流量が大きく、取水量 (最小水量の 0.015%) による本流への影響の度合いはきわめて低いと考えられる。

メコン河の最大流量 : 34,341 m³/秒

最小流量 : 1,213 m³/秒

平均流量 : 8,877 m³/秒 (単純平均値)

観測場所 : DCTPC Savannakhet

記録期間 : 1995 年 1 月 ~ 1999 年 12 月間

「ラ」国の水利権を含む水資源の計画、管理、調整、水資源保護等に責任を有する機関は「水資源調整委員会 (the Water Resource Coordination Committee ; 略称 WRCC) で、県レベルの DCTPC から MCTPC を経て協議を受け、内容を調整の上、メコン委員会 (Mekong River Commission ; 略称 MRC) の承認により水利使用が許可される。水道のためのメコン河からの新規あるいは使用量の変更については、DCTPC に申請することにより最終的には MRC の承認を得て水の使用が可能となる。公共的な水道に対する水利権上の規制はなく、上記のように届出により承認される。

2) 浄水処理による発生汚泥

ナケ浄水場の上流で操業中のチナイモ浄水場の場合、原水の最低濁度 30 度内外 ~ 最高 5,000 度程度、平均濁度 150 度で、この時の凝集剤バンドの平均注入率は 50 mg/ として原水 1 m³ 当たり 0.21 kg/日の汚泥が発生しているとしている。このナケ浄水場もこれと同量の発生汚泥量を採用すると 3,150 kg/日 (= 15,000 × 0.21) の汚泥が発生する。浄水場の発生汚泥はメコン河に返送する予定であるから、日量約 3,150 kg 内外の排出汚泥量が返送される。この返送汚泥の量もメコン河の流量に比較して排出する量が少ないことから環境への影響は僅少であるとして、当面は汚泥の処理は考慮していない。しかし、将来はこの発生汚泥の処理も必要となろうから、浄水場の周辺の土地を汚泥処理施設用地として近い将来購入することを計画しておく必要がある。現状ではまだ周囲に人家は少なく、土地の購入を計画するには最適の時期であると考えられる。

3) 排水量の増加

水道の供給量が増加すれば必然的に排水量が増加する。生活環境圏からの排水量の変化に伴い、雨水排水や下水施設の改善が必要となる。この下水施設の改善に関しては、既述の ADB による「排水施設の整備」が、メコン河の護岸改修と共に進行している。

2.6.3 他プロジェクトの影響

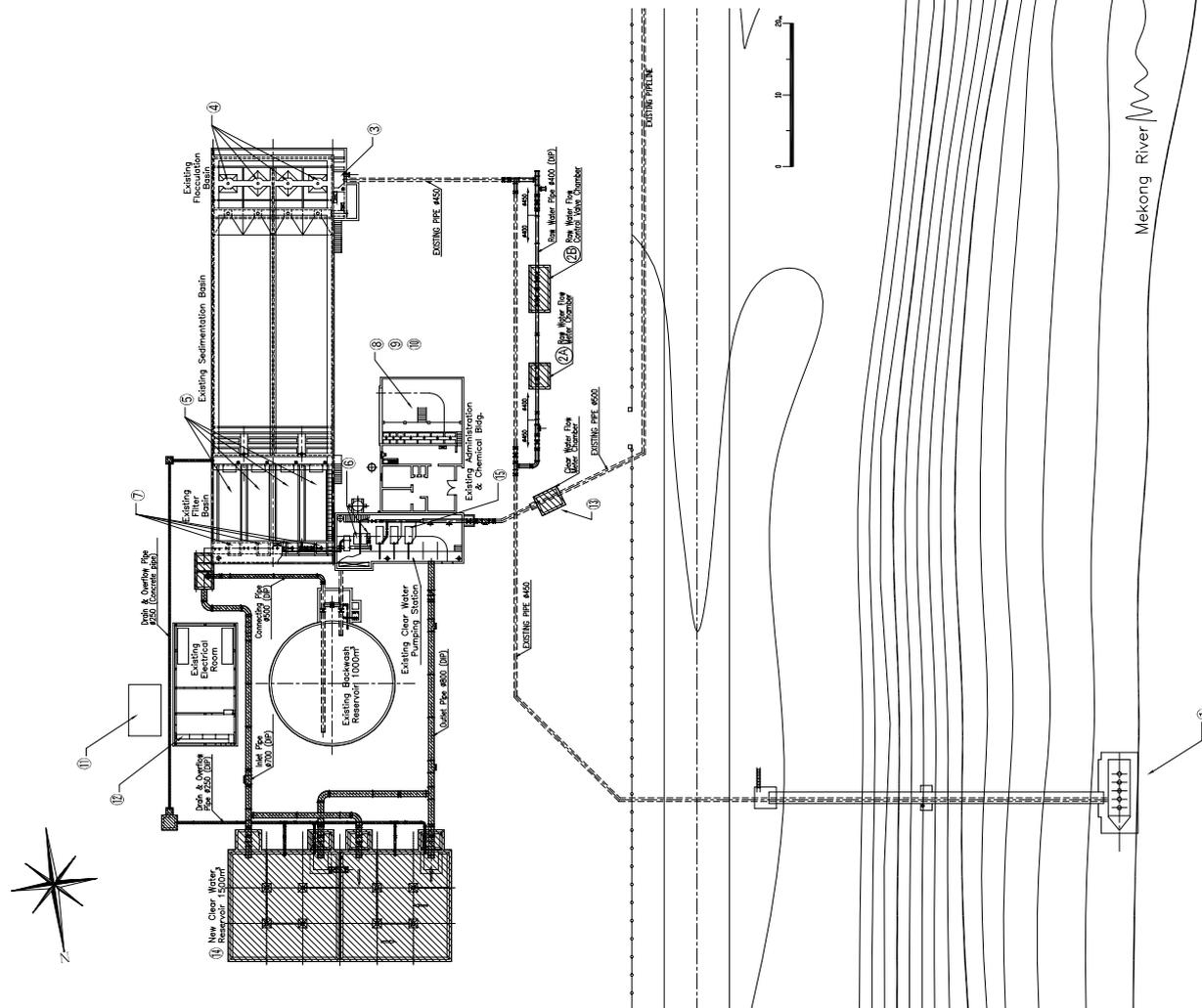
1) 経済特別区の工業団地からの排水

国境（サバナケット地区）経済特別区開発計画によると、ナケ浄水場の上流約 1.5 km の左岸に工業団地が現在計画されている。計画によるとこの団地の排水は団地の処理場を経由してメコン河に放流される計画である。この排水量は 2010 年におよそ 11,300 m³/日 が計画されている。

この排水の放出位置がナケ浄水場に近接しているから、放出された排水がメコン河の本流に充分希釈されないまま放流口から帯状になってナケ浄水場の取水口まで流下する可能性があり、また、処理程度が不十分なまま放流される危険性も考えられる。この団地の排水に関しては、放流の位置、放流方法、処理の程度等について今後このプロジェクトの実施について十分な協議と検討が必要である。

Basic Design for proposed Facilities and Equipment

Item No.	Facility/Equipment Name	Basic Design	Item No.	Facility/Equipment Name	Basic Design
①	Intake Pump	Type: Submersible pump Units: 2 units (2 for operation, 1 standby use) Capacity: 2.5m ³ /min (= 30m ³ /hr) x 2.5m x 3.7 RW	⑩	Disinfection dosing facility	Type: Chlorine solution tank Capacity & unit no.: 1.5m ³ x 2 units Associated facilities: (per tank) : Chemical feeding hopper (SI/SS14), Agitator/Mixer, 1.5kW, Aisle holder, SI/SS14 Manual measuring unit Type: Triangular tank Unit no.: 2 units (pre and post chlorination one each) Solvent: Injector Type: pressure type injection injector Unit no.: 2 units (pre and post chlorination one each)
②	Raw water flow control devices	Type: Vertical Butterfly Valve (with toothed wave disk) Dia. 400mm Unit no.: 2 units Type: Vertical turbine Unit no.: 1 unit Magnet intensity: 6 - 500 Gauss Motor power: 2.2kW Type: Vertical shaft, hand lever part Unit no.: 2 units Motor power: 3.7kW	⑪	High Voltage Power Receiving Facility	Type: outdoor, oil-immersed self-cooling Capacity: 500KVA Voltage: 22kV/38kV, 3-phase Unit: 1 unit High voltage switch gear Type: outdoor, manual cut-out, fixed-installed Voltage: 600V, 3-phase Unit: 1 unit
③	Agitated mixer	Type: Vertical turbine Unit no.: 1 unit Magnet intensity: 6 - 500 Gauss Motor power: 2.2kW Type: Vertical shaft, hand lever part Unit no.: 2 units Motor power: 3.7kW	⑫	Power Control Panels	Type: Outdoor type, metal enclosed, self-standing Voltage: 600V, 3-phase Unit: 1 unit Lined switch box Type: Indoor type, metal enclosed, 4 and 1 type Voltage: 600V, 3-phase Unit: 1 unit
④	Aerator	Type: Vertical shaft, hand lever part Unit no.: 2 units Motor power: 3.7kW	⑬	Instrumentation	Type: Ultra-super sonic type Unit no.: 1 unit Flow meter Type: Ultra-super sonic type, out-door type Unit no.: 1 unit (include transmitter) Instrument panel Type: Wall type, Metal enclosed Unit no.: 1 panel Flow meter Type: Ultra-super sonic type, out-door type Unit no.: 1 unit (include transmitter)
⑤	Under drain system	Type: porous concrete under drain Unit no.: 40 liter tank	⑭	Clear water reservoir and distribution reservoir	Flow: 1 basin Capacity: 1,500m ³ Dimension: W 15.0m x L 15.0m x D 3.2m x 2 units Type: Single station volume pump Unit no.: 2 units (2 normal operation, 1 standby) Speed: 0.6m ³ /min (= 30m ³ /hr) x 5m x 7.8kW
⑥	Back-wash pump	Type: Horizontal single suction volute pump Unit no.: 2 units (1 normal operation, 1 standby) Capacity: 9.5m ³ /min x 8m x 20kW New flow control device Unit no.: 4 units	⑮	Distribution pumps	
⑦	Fiber optic control device	New flow control device Unit no.: 4 units			
⑧	Coagulant Dosing facilities	Type: RC Square tank Capacity & unit no.: 3.5m ³ x 2 units Associated facilities: (per tank) Chemical feeding hopper (SI/SS16), Agitator/Mixer, 0.75kW, Aisle holder, SI/SS16 Alum-sulfate feeding pump Type: Diaphragm measuring pump Unit no.: 2 units (2 normal operation, 1 standby) Capacity: 8.5l/min x 1.5kW Time delay solution unit Type: RC Square tank (existing) Capacity & unit no.: 1.5m ³ x 2 units Associated facilities: (per tank) Chemical feeding hopper (SI/SS14), Agitator/Mixer, 1.5kW, Aisle holder, SI/SS14 Manual measuring unit Type: Triangular tank Unit no.: 2 units (pre and post Alkali one each) Alkali Storage, Injector Type: pressure type solution injector Unit no.: 2 units (pre and post Alkali one each)			
⑨	Alkali dosing facility	Type: RC Square tank Capacity & unit no.: 3.5m ³ x 2 units Associated facilities: (per tank) Chemical feeding hopper (SI/SS16), Agitator/Mixer, 0.75kW, Aisle holder, SI/SS16 Alum-sulfate feeding pump Type: Diaphragm measuring pump Unit no.: 2 units (2 normal operation, 1 standby) Capacity: 8.5l/min x 1.5kW Time delay solution unit Type: RC Square tank (existing) Capacity & unit no.: 1.5m ³ x 2 units Associated facilities: (per tank) Chemical feeding hopper (SI/SS14), Agitator/Mixer, 1.5kW, Aisle holder, SI/SS14 Manual measuring unit Type: Triangular tank Unit no.: 2 units (pre and post Alkali one each) Alkali Storage, Injector Type: pressure type solution injector Unit no.: 2 units (pre and post Alkali one each)			



The Last People's Democratic Republic
Ministry of Communication, Transport, Post and Construction

The Basic Design Study on
The Project for Rehabilitation of
Water Supply Facilities in Svaymomban Area

TITLE: General Plan of Bole Water Treatment Plant
(ナガサキ水務整備事業)

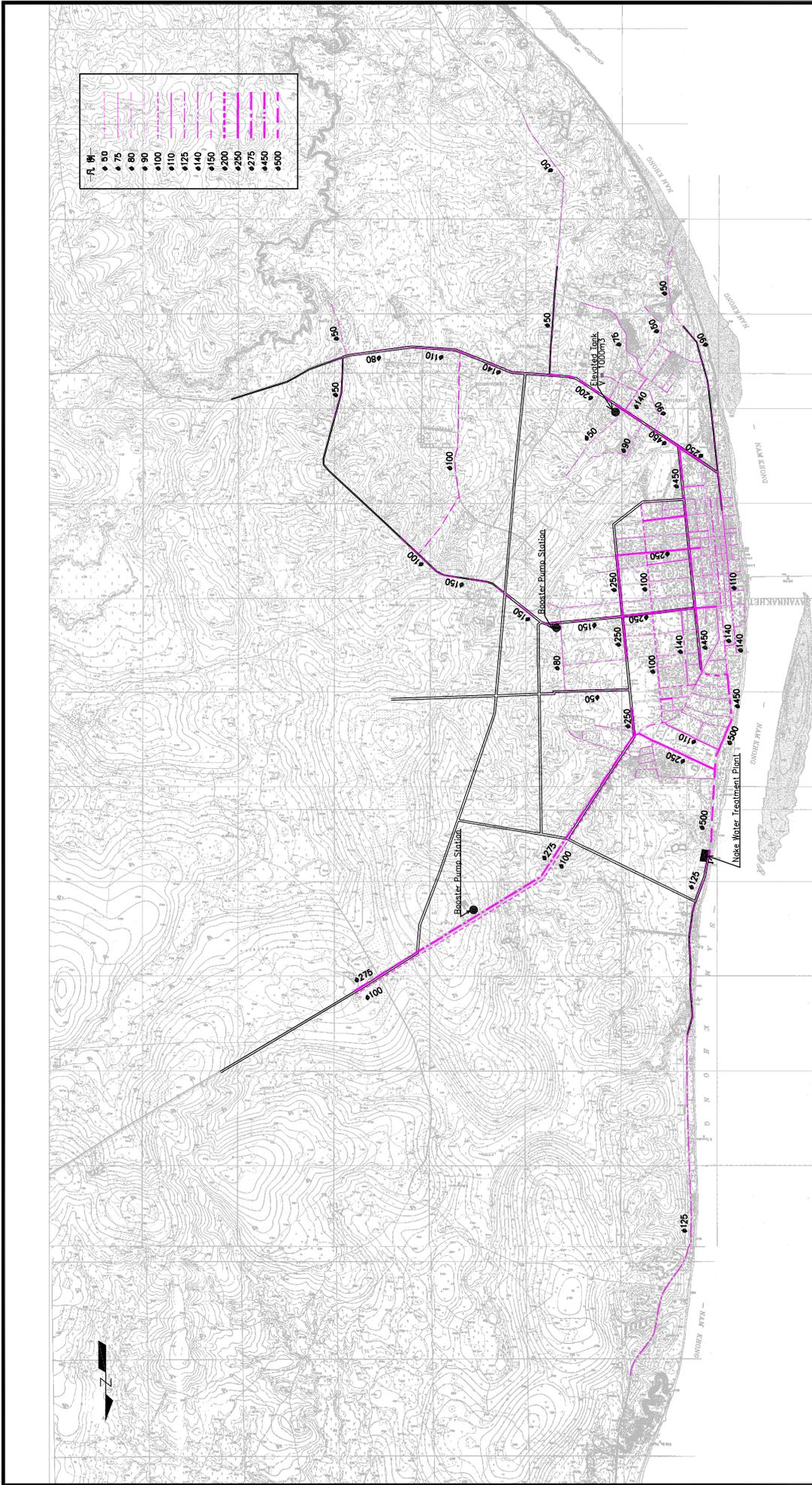
SCALE: 2-2

Account By: Date: _____

Checked By: Date: _____

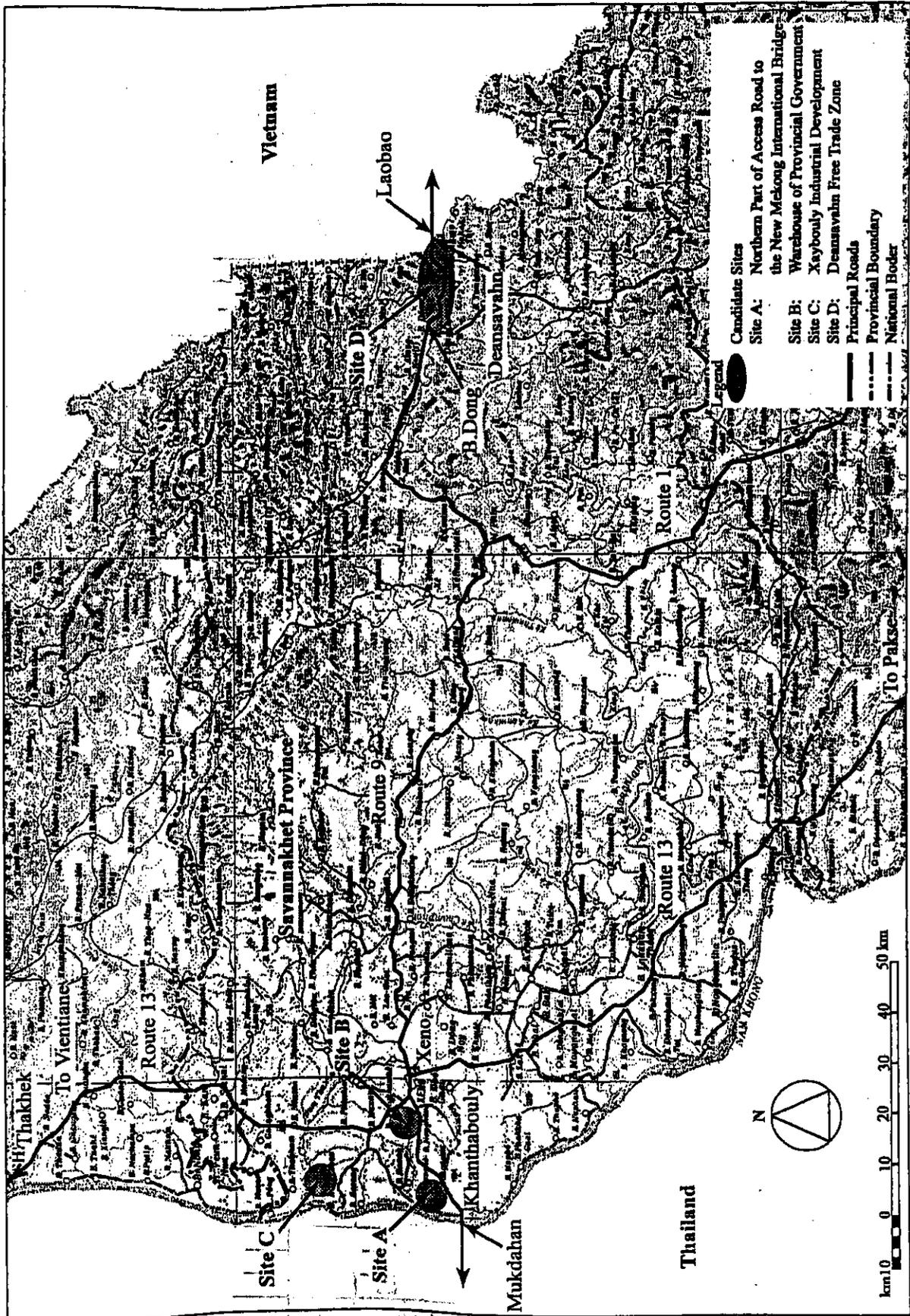
Checked By: _____ Date: _____

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



The Lao People's Democratic Republic Ministry of Communication, Transport, Post and Construction	
The Basic Design Study on the Project for Rehabilitation of Water Supply Facilities in Savannakhet Area	
TITLE Present Pipe Network (配水管網図)	
SCALE 1 / 40000	DRAWING NO. 図 2-3
APPROVED BY	DATE
DESIGNED BY	DATE
 NIKKEN KENSHU CONSULTANTS CO., LTD. TOKYO, JAPAN	
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	

图 2-4 经济特别区開発場所候補地位置图



(出典) Draft Final Report of Special Economic Zone Development (Dec. 2000)

第3章 プロジェクトの内容

第3章 プロジェクトの内容

3.1 プロジェクトの目的

サバナケット地区の水道は、1997年に給水を開始して以来、20年以上を経過しており、浄水場施設の老朽化が目立ち、同浄水場処理能力の低下を来している。施設の老朽化に起因する故障、間欠運転の障害が生じて、安定した給水が出来なくなっている。また、計量設備が機能していないため、量的管理が困難であり、無収率を含む需要水量の把握も正確に行えない状況である。水質試験機器の不備による質的管理も十分に行われていない状況である。

このままナケ浄水場の改修が実施されない場合、同浄水能力のさらなる低下は近い将来「サ」市の水需要に対応できず、地下水等の代替水源がない事を考慮した場合深刻な問題を引き起こすことが容易に予想される。

従って、本プロジェクトの目的は、まず既存浄水場施設を最大限有効活用し、安定した給水を実施するため、浄水場の整備を第一に行うこととする。さらに、ソフトコンポーネントの導入により、整備された既存浄水場を適正に維持管理し、水質管理を実現すると共に、水道事業の経営、財務についての助言と指導を行うことが重要である。

3.2 プロジェクトの基本構想

プロジェクトの計画にあたっては、プロジェクトの背景、目的及び内容を把握し、プロジェクト実施に対する我が国の無償資金協力の位置づけ、効果、技術的、経済的妥当性を検証して、協力の成果を得るために必要かつ最適な事業内容を達成するために必要な相手国側負担事業の内容、実施計画、留意事項等を提案することとする。

3.2.1 給水計画案の検討

本プロジェクトの内容を選定するために既存給水区域内における給水計画案と計画対象区域の給水計画案を以下に述べる手順により作成する。

(1) 既存給水区域と計画対象区域

本調査の既存給水区域は現在サバナケット水道公社（Nam Papa Savannakhet, NPS）が給水を行っている給水区域を云い、計画対象区域は Minutes of Discussions により設定された「Kaysone Road と A2 Road で挟まれた Khanthabouly District の中心街」とする。この既存給水区域と計画対象区域を図 3-1 に示す。

（ 2 ） 計画フレーム設定の手順

既存給水区域は上記のように現在の給水区域を対象としているが、この既存給水区域における人口 給水量等の計画フレーム設定の手順は次のようにした。さらに、計画対象区域に対する同様の計画フレームを策定して、以下の節に記述している。

表 3-1 計画フレーム設定の手順

<p>「サ」市の帰属するカンタブリ郡の将来人口を推定する。 給水区域内人口と給水人口を推定する。 計画対象区域の人口を から比例により設定する。 原単位から 1 日平均使用水量を算出する。 有収率と負荷率を検討する。 計画水量を算定する。</p>
--

3 . 2 . 2 既存給水区域の給水フレーム

（ 1 ） 既存給水区域の人口

調査区域の現在までの人口と将来人口は次の方法によって推定する。当プロジェクトの調査対象地域であるサバナケット市の帰属するカンタブリ郡の現在までの人口はサバナケット県の統計資料から得た数値を採用し、将来の郡の人口は進行中の他の上位計画に係る調査報告書が報告している人口の伸び率を参考にする。

1) カンタブリ郡の人口

既往資料によるカンタブリ郡の人口推移を次表に示す。1996 年に行政区画の変更があったため、データとして利用可能な資料は次表に示すように 1996 年以後の 4 年間のものに限られる。

表 3-2 カンタブリ郡の人口

	単位	1995	1996	1997	1998	1999
Population	人	122,378	94,059	96,528	97,568	99,048

(出典) 「Department of Planning and Cooperation, Savannakhet Province」提供資料
 1995 ~ 1996 年間の人口の減少は行政区画の変更による。

そこで、将来人口の予測は関連他計画における伸び率をもとに考えた。現在、調査が進行中の「国境（サバナケット地域）経済特別区開発計画調査」（Special Economic Zone Development in Border Area, Oct. 2000; JICA）ではカンタブリ郡の人口増加率を次の様に推定している。

Savannakhet : Annual growth rate in Khanthabouly : 2.9% (1998 – 2020)

また、やはりこれも現在調査が進行中の「サバナケット及びカムアン地域総合開発計画調査」（Integrated Regional Development Plan for Savannakhet and Khammouan Region in Lao PDR, Aug. 2000; JICA）による人口増加率は下記の様に報告されている。

Savannakhet : Annual growth rate (Urban) : 3.3%

Annual growth rate (Rural) : 1.8%

一方、現在実施中の東西回廊プロジェクトにおけるキープロジェクトである第2国際橋は2003年末の完成が予定されている。1994年に完成したノンカイ(タイ側)~タドゥア(ビエンチャン側)間の第1国際橋によるタドゥア地区の実績を見ると、開発の影響が顕著になるには完成後数年を要し、それ以後人口増加が大きくなっている。本第2国際橋も同様の経過をたどるとし、第2国際橋が当地の開発に大きく影響してくる時期を2008年頃(2003年完成の5年後)と考えた。このことから、カンタブリ地区の人口増加率は当初2.9%で推移し、2008年以降3.3%に増加すると設定した。これらの考えにより推定したカンタブリ郡の将来人口を次表に示す。

2000 - 2008 年の人口増加率 : 2.9%

2009 年以降の人口増加率 : 3.3%

表 3-3 カンタブリ郡の将来人口

年	1999	2000	2001	2002	2003	2004
郡の人口	99,048	101,568	104,510	107,540	110,660	113,870
増加率			2.9%	2.9%	2.9%	2.9%
年	2005	2006	2007	2008	2009	2010
郡の人口	117,170	120,570	124,070	127,670	131,880	136,230
増加率	2.9%	2.9%	2.9%	2.9%	3.3%	3.3%

2) 給水区域内人口

給水区域は図 3-1 に示すように、35 の Ban において人口の集中している地域を対象としている。給水区域の人口は、記録し始めてから 2000 年までの値を次表に示す。1996 年と 1997 年の資料は入手できなかった。

表 3-4 給水区域内人口

	単位	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Population	人	58,323			61,086	61,791	63,465

(出典) State Planning Bureau, Savannakhet Province 提供統計資料

給水区域内人口は上記のサバナケット県計画局 (State Planning Bureau, Savannakhet Province) による統計数値を採用し、人口増加率については給水区域が比較的人口稠密な地域をカバーしていることから、その推定増加率はカンタブリ郡の増加率に類似するとして、上述の 2.9% ~ 3.3% を採用して 2001 ~ 2010 年間の人口を推定した。この将来の給水区域内人口の推計結果を表 3-5 に示す。

表 3-5 給水区域内の将来人口

年	1999	2000	2001	2002	2003	2004
人口	61,791	63,465	65,310	67,200	69,150	71,160
増加率		2.9%	2.9%	2.9%	2.9%	2.9%
年	2005	2006	2007	2008	2009	2010
人口	73,220	75,340	77,520	79,770	82,400	85,120
増加率	2.9%	2.9%	2.9%	2.9%	3.3%	3.3%

3) 給水人口

サバナケット水道公社は新規の給水申込書を受付ける際、同申込書に家族数(世帯構成人員)を記入させて申込みせている。この家族数は公社により累積されて給水人口として記録されている。この記録された給水人口を表 3-6 に示す。

表 3-6 年度別 Connection 数と給水人口

Year	Water Sale (m ³)	Connection	Persons/Connection	Served Population	lpd
1995	2,905,411	7,158	7.4	53,067	150.0
1996	2,996,458	7,570	7.1	53,730	152.8
1997	2,974,986	7,946	6.8	54,338	150.0
1998	3,386,456	8,257	7.2	59,853	155.0
1999	3,404,633	8,776	6.9	60,179	155.0
2000		9,045			

注 : lpd : Per-Capita-Per-Day Consumption (Unit : liter)

給水普及率 (= 給水人口 / 給水区域内人口) を求めるために、表 3-4 に示す給水区域内人口と表 3-6 の給水人口を対比して算出した。次表に示すような非常に高い普及率が得られた。

表 3-7 給水普及率

	単位	1995	1996	1997	1998	1999	2000
給水区域内人口 (A)	人	58,323			61,086	61,791	63,465
給水人口 (B)	人	53,067	53,730	54,338	59,853	60,179	
給水普及率 (B/A)	%	91			98	97	

これは、代替水源がないため水道に頼らざるをえないという状況を表わしている。「サ」市の水道普及率は、既に、十分に高いので、2000年以降も98%で変わらないと考えた。即ち、給水区域内人口の98%が給水人口に該当すると設定し表3-8において将来の給水人口を求めた。

表 3-8 給水区域の給水人口

年	1999	2000	2001	2002	2003	2004
普及率	97%	98%	98%	98%	98%	98%
給水人口	60,179	62,195	64,003	65,858	67,766	69,735
年	2005	2006	2007	2008	2009	2010
普及率	98%	98%	98%	98%	98%	98%
給水人口	71,755	73,833	75,972	78,176	80,750	83,416

(2) 既存給水区域内の計画給水量

1) 給水原単位

表3-6に水道公社資料による1995～1999年の給水原単位を示している。この記録によると1995年150 lpcd、1996年153、1997年150のように変動するものの、1998年1999年共に155 lpcdを示している。表3-6に示す、それ以前の原単位も150～155 lpcd程度が大半である。このことから原単位は将来も155 lpcdで変化しないものと想定して給水量の算定には、この155 lpcdを採用した。

2) 有収率

有収水量とは料金徴収の対象となった水量を言い、有収率は有収水量を平均給水量で除した百分率(%)を言う。現状における有収率は70%と評価している。

ここではこの70%を採用して今後の水量の推定に使用することとする。さらに、この有収率は、「サ」市水道公社の努力により本プロジェクトの工事完了時から徐々に改善すると見込み、2010年には75%までに改善されると設定した。

3) 負荷率

負荷率は1日最大配水量に対する1日平均配水量の割合を表すもので、 $(\text{平均})/(\text{最大}) \times 100 = \text{負荷率}(\%)$ の式により計算される。サバナケット水道公社の2種類の資料を入手したが、その信頼性が薄いのでデータとして採用しなかった。

そこで、日本の例(表3-9)を調べたが、それによると、給水人口3万～5万人の都市の負荷率は平均で80.7%、5万～10万人では81.9%となっている。また、ピエンチャン市では、1日最大需要量 = 1日平均需要量 $\times 1.2$ (負荷率 = 83.3%)としている。日本の例に比べやや低い値を示している。ここではサバナケットの負荷率を80%とし、将来の負荷率もこの率80%に変化はないものと設定した。

表 3-9 我国の負荷率(2008 年度)

給水人口	100 万以上	50 ~ 100 万	25 ~ 50 万	10 ~ 25 万	5 ~ 10 万
負荷率(%)	83.5	84.8	84.1	83.6	81.9
給水人口	3 ~ 5 万	2 ~ 3 万	1 ~ 2 万	0.5 ~ 1 万	0.5 万未満
負荷率(%)	80.7	79.2	78.2	73.8	70.4

出典：水道統計(H10 日本水道協会)

4) 将来給水量

表 3-8 で得た給水人口に、原単位 155 lpcd を乗じて 1 日平均使用水量(有収水量)を得る。また、この有収水量を有収率で除したものが 1 日平均給水量となる。さらに、負荷率を考慮することにより 1 日最大給水量を算出している。この 1 日平均給水量を表 3-10 に示す。

表 3-10 1 日平均給水量

年次	2001	2002	2003	2004	2005
1 日平均給水量	14,173	14,584	14,794	15,224	15,441
有収率	70%	70%	70%	70%	71%
年次	2006	2007	2008	2009	2010
1 日平均給水量	15,894	16,131	16,375	16,688	17,239
有収率	72%	73%	74%	75%	75%

5) 計画団地用水

ナケ浄水場の北方約 1.5 km の地点に架橋される第 2 国際橋の取付け道路付近に計画されている「経済特別区開発計画」によると、同地域に 2004 年時点に 1,600 m³/日の水需要を伴う工業団地が計画されている。業種は農産物加工、食品加工、木材加工等の工場が予定され、一部にはホテルや関係者の宿舎等も計画されている。しかし、業種毎の需要水量や必要な水質基準等は必ずしも明確ではない。例をあげれば、需要水量の中には洗浄用水もあると考えられるが、洗浄水の使用目的により濁度は沈澱処理までで十分な場合もあるから、飲料水の基準による浄水処理を必要としない水量もあろう。また、将来の団地用水については独自の処理場を計画する案も検討中と云う。さらに、当団地の計画場所は調査区域の外郭に位置する。図 3-1 参照。

また、MCTPC の策定に係る Khanthabouly District の都市計画によると、上記の「経済特別区開発計画」で計画している工業団地と共に、サバナケットの飛行場の東部に将来の工業地域の開発を計画している。しかし、この開発規模、団地に予定された工場の業種、開発年次等は明確ではない。図 3-1 にこの計画による団地の位置を示す。この予定位置も当調査区域の外郭にある。

当プロジェクトは無償援助の一環として計画されているから、開発援助とは性格が異なり、医療 保健 初等中等教育 環境 農村 農業開発等のいわゆる「基礎生活分野、Basic Human Needs、BHN」に対する協力を主目的としている。さらに、上記の2つの団地計画共、当プロジェクトの調査区域外にあり、計画の内容に現段階では明確でない事項もある。こうした点を考慮して、今回の当プロジェクトの現段階ではこれら両団地計画に係る用水は見込まないものとする。

3.2.3 計画対象区域の給水フレーム

計画対象区域は、前 3.2.1 節で定義したように Minutes of Discussion で設定された「Kaysone Road と A2 Road で挟まれた Khanthabouly District の中心街」である。この計画対象区域内の人口を推定し、前 3.2.2 節と同様の方法を用いて給水量を算出する。

(1) 計画対象区域の給水人口

図 3-1 に給水区域と計画対象区域を示している。この中には 35 個の Ban (Village) も表示している。各 Ban の区域内人口の内、1999 年までの人口は統計資料からとり、将来の各 Ban の給水区域内人口は全体の給水区域内人口の伸び率と同様の率を採用して推定している。この各 Ban の人口を推定した方法の概要は以下の通りである。

これらの Ban には計画対象区域の中に Ban 全域が位置するものと、一部の Ban 域のみが計画対象区域内にあるものがある。そこで、各 Ban が計画対象区域内にある Ban の給水人口と、部分的に計画対象区域の中にある Ban の給水人口の推定方法を表 3-11 とした。

表 3-11 既存給水区域内人口の推計

位置的な状況	分類状況
Ban が調査区域内にあり、かつ、給水区域内にある場合	全域の給水人口を見込む
Ban が調査区域にも給水区域にも含まれない	全域の人口を給水人口としない
Ban が部分的に調査区域と給水区域にある	全域の給水人口を面積比から推定する

各 Ban における将来人口の推定結果の集計を抜粋すると表 3-12 の通りである。

表 3-12 給水区域内と計画対象区域内の将来人口

年	1999	2000	2001	2002	2003	2004
給水区域内人口	61,791	63,465	65,310	67,200	69,150	71,160
計画対象区域内給水人口	39,610	40,791	41,826	42,874	43,936	45,010
年	2005	2006	2007	2008	2009	2010
給水区域内人口	73,220	75,340	77,520	79,770	82,400	85,120
計画対象区域内給水人口	46,091	47,171	48,260	49,346	50,615	51,886

(2) 計画対象区域の給水量

上記の表 3-13 の計画対象区域内の給水人口に前節の給水原単位 155 lpcd を乗じて 1 日平均使用水量を推定し、さらに、この 1 日平均使用水量を有収率で除して 1 日平均給水量を算定する。また、前節と同様にして 1 日平均給水量を負荷率で除して 1 日最大給水量を得る。これらをまとめて表 3-13 に示す。

表 3-13 計画対象区域内の人口と水量

年	1999	2000	2001	2002	2003	2004
計画対象区域内給水人口	39,610	40,791	41,826	42,874	43,936	45,010
1 日平均給水量 (m ³ /日)	8,773	9,033	9,261	9,494	9,729	9,968
1 日最大給水量 (m ³ /日)	10,966	11,291	11,576	11,868	12,161	12,460
年	2005	2006	2007	2008	2009	2010
計画対象区域内給水人口	46,091	47,171	48,260	49,346	50,615	51,886
1 日平均給水量 (m ³ /日)	10,061	10,155	10,246	10,336	10,461	10,722
1 日最大給水量 (m ³ /日)	12,576	12,694	12,808	12,920	13,076	13,403

3 . 2 . 4 基本構想

1) 調査内容の検討結果

本計画の対処方針及びその調査に基づく検討結果は以下の表に示す通りである。

表 3-14 本調査の対処方針とその評価

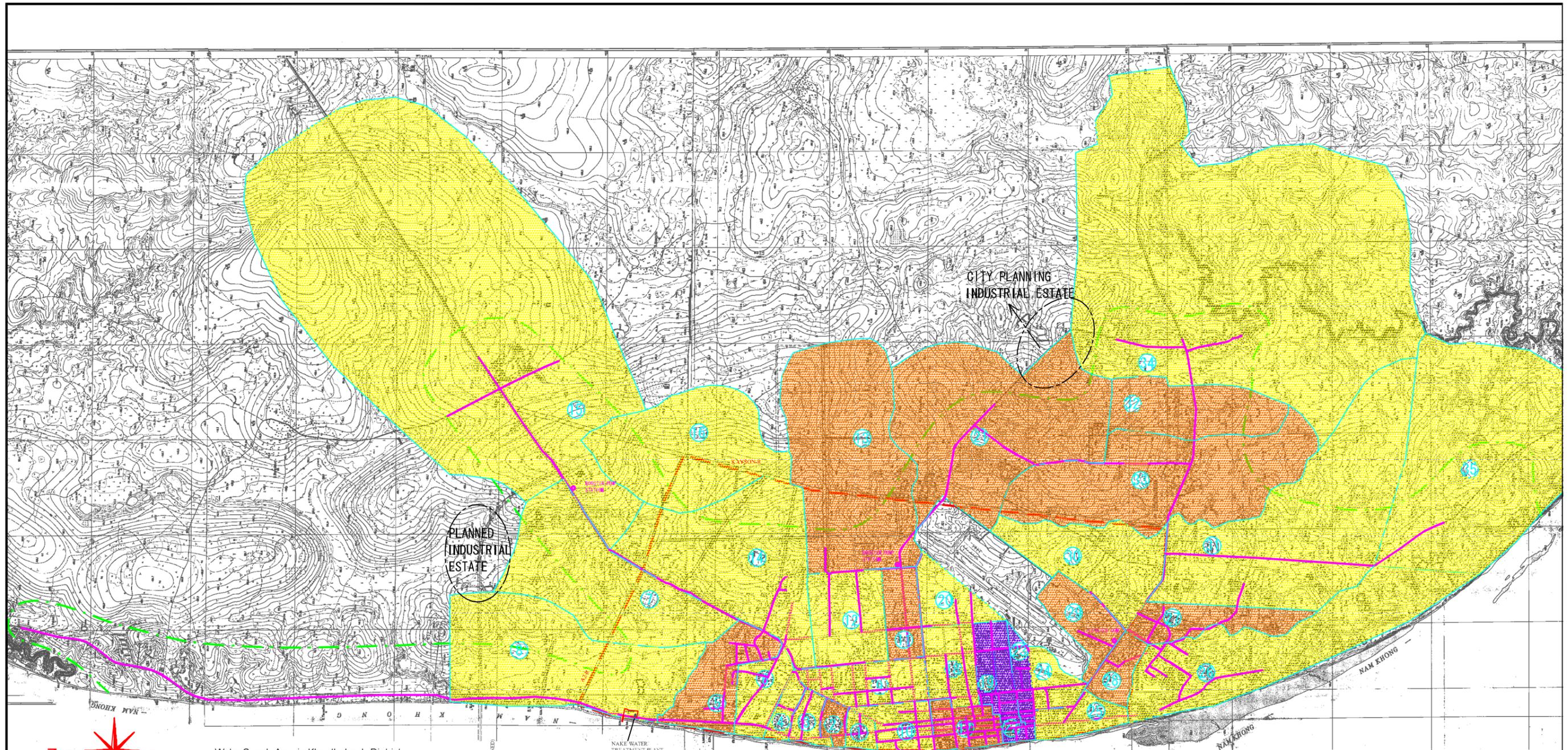
	対処方針	評価	優先順位
1	処理能力が低下している既存浄水施設の復旧を行い、安全かつ安定した水の供給を行う。	施設 機材の老朽化が著しく、供給水の安定性 安全性に欠けるため、施設の改修は不可欠である。	A
2	サバナケット市の人口密集地区の水需要を充足する。必要な場合、浄水施設の拡充を行う。	計算上では、2003年に浄水施設能力と1日平均給水量がほぼ等しくなる。しかし、現状の課題は給水量の増加よりむしろ給水の安定化であることが調査により明らかになった。今後の人口増等により施設の拡充が早晚必要となるが、Basic Human Needsに基づく緊急性に乏しいため、今回は配水池容量の拡張のみを実施する。	B
3	計画対象区域内の既存配水管網（2次管までを対象とする）の改修を行う。	調査により、計画対象区域内の管路状況は概ね良好であると判断されたため、改修は実施しない。	C
4	上記（3）の改修を行った上で必要な場合、新設管の敷設を行う（基本的に計画対象区域内）	計画対象区域内において給水網はほぼ充足されており、管路新設の必要はない。新規開発予定地への管路敷設は、緊急性がないため実施しない。	C
5	上記対策を講じた上で本計画実施後の望ましい維持管理体制を確立する。	今後独力で施設の補修 拡充を図るためにも、維持管理能力を高め、脆弱な運営体制を改善することは必要不可欠である。	A

上記の調査内容の検討の結果から、そして後述する当プロジェクトの実施機関の人員構成、構成員の技術レベル、さらに実施機関の予算規模等を考慮した実施体制の内容から判断して、最も優先するプロジェクトとして、以下表 3 - 15 の事項を選定した。

表 3 - 15 プロジェクトとして選定する最優先プロジェクト

<p>1) ナケ浄水場の機械 電気施設の修復 (15,000 m³/日容量)、及び 2) 配水池容量の拡充 (1,500 m³容量) と関連施設の改修</p>

この改修プロジェクトの趣旨に従ってプロジェクトの内容を以下に検討する。



Water Supply Area in Khanthabouly District



No.	Name of Sub-District	Name of Village	No.	Name of Sub-District	Name of Village
1	Chom keo	Chom keo	17	Xayaphoum	Xayaphoum
2	Chom keo	Viengsavang	18	Xayaphoum	Lattanalangsineua
3	Chom keo	Phoxaytay	19	Xayaphoum	Lattanalangsikang
4	Chom keo	Phoxayyua	20	Xayaphoum	Lattanalangsitay
5	Chom keo	Huamongtha	21	Xayaphoum	Latsavongsay
6	Chom keo	Huamongtai	22	Xayamougkoun	Nonesavath
7	Chom keo	Huamongneua	23	Xayamougkoun	Xayamougkoun
8	Chom keo	Nake	24	Xayamougkoun	Thonghnon
9	Chom keo	Vongsavang	25	Xayamougkoun	Tongsamakhy
10	Chom keo	Thaoudom	26	Phonsavanh	Xay Udom
11	Sunantha	Sunantha	27	Phonsavanh	Phonsavanh
12	Sunantha	Tham uong	28	Phonsavanh	Phonsaad
13	Sunantha	Sibunheuang	29	Phonsavanh	Saphamtay
14	Sunantha	Nalao	30	Phonsavanh	Saphamneua
15	Sunantha	Sanamxay	31	Phonsavanh	Dongdamduane
16	Sunantha	Phonesavangtay	32	Phonsavanh	Sonexay
	Sunantha	Phonesavangneua	33	Phonsavanh	Nonesaat
	Sunantha	Udomvilay	34	Phonsavanh	Phonexay
	Sunantha	Phoxay	35	Phonsavanh	Naseng
	Sunantha	Nongphu			Doneseng
	Sunantha	Nongdeun			

LEGEND

- Study Area
- Existing Pipelines
- - - Service Area
- Ban (Village) 境界
- Higher than average 1.5 % (Population Increasing Rate)
- Between 0 and 1.5 % (- do -)
- Decreasing (- do -)



The Lao People's Democratic Republic Ministry of Communication, transport, Post and Construction	
The Basic Design Study on The Project for Rehabilitation Water Supply Facilities In Savannakhet Area	
TITLE 給水区域図	
SCALE 1/40000	DRAWING NO. 図 3-1
 NIHON SUIDO CONSULTANTS CO., LTD. TOKYO, JAPAN	
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	

表 3-16 既存給水区域の人口と水量

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Khantabouly District人口(1)	122,378	94,059	96,528	97,568	99,048	101,568	104,510	107,540	110,660	113,870	117,170	120,570	124,070	127,670	131,880	136,230
給水区域内人口(2)	58,323			61,086	61,791	63,465	65,310	67,200	69,150	71,160	73,220	75,340	77,520	79,770	82,400	85,120
給水人口(3)	53,067		54,338	59,853	90,179	62,195	64,003	65,858	67,766	69,735	71,755	73,833	75,972	78,176	80,750	83,416
増加率		1.2%	1.1%	10.1%	0.5%	3.4%	2.9%	2.9%	2.9%	2.9%	2.9%	2.9%	2.9%	2.9%	3.3%	3.3%
給水普及率 (3)/(2)	91%			98%	97%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%
" (3)/(1)	43%	57%	56%	61%	61%	61%	61%	61%	61%	61%	61%	61%	61%	61%	61%	61%
Total Per- Cap ita Consumption (lcd)	150	153	150	155	155	155	155	155	155	155	155	155	155	155	155	155
一日平均使用水量 (m ³ /day)	7,961	8,221	8,151	9,277	9,327	9,639	9,921	10,209	10,505	10,809	11,122	11,444	11,776	12,117	12,516	12,929
有収率 (%)	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	71	72	73	74	75	75
一日平均給水量 (m ³ /day)	11,373	11,744	11,644	13,253	13,324	13,770	14,173	14,584	15,007	15,441	15,665	15,894	16,132	16,374	16,688	17,239
負荷率 (%)	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
一日最大給水量 (m ³ /day)	14,216	14,680	14,555	16,566	16,655	17,213	17,716	18,230	18,759	19,304	19,585	19,868	20,161	20,466	20,863	21,552

注1) Khantabouly District人口において、1995年から1996年の減少は行政区域変更によるものである。

注2) 給水区域内人口増加率は他調査による予測値及び経済発展を考慮して、2000年～2008年を2.9%、2009年及び2010年を3.3%と仮定した。

3.3 基本設計

3.3.1 設計方針

本プロジェクトの対象は、浄水場を中心とする施設の改修にあるので、基本的な設計方針は、老朽化した各種設備を改修・交換して、設計能力である 15,000m³/日の上水を安全に・安定して生産・配水できるようにすることである。原形復旧することが不適切あるいは不利となる場合には、実施機関の技術レベルを考慮した上で、改修方法や機種を変えることとした。本プロジェクトで重要な事項は現地担当者の運転技術の向上である。

また、もう一面で重要なことは、工事中の減断水を極力小さくすることである。拡張を伴う場合には、施設拡張を先に実施し、その後、改修をすれば、減断水が避けられる。しかし、改修のみだと工事の手順の工夫、短期間で出来る改修方法の選定等による減断水軽減のための方策が必要になる。

さらに、実施すべき項目は水道事業を運営する上で必要な流量を計測し、記録する体制を整えることである。取水量、配水量や薬注量等の計測機器を設備することが望ましい。

以上より、本プロジェクトの設計方針を表 3-17 のとおりに設定する。

表 3-17 本プロジェクトの設計方針

原則として原形復旧とし既設水道施設を設計能力に復旧する 原形復旧の不適切や不利な施設・設備は現実的な改修方法を採用する 減断水を最小にする改修方法・施工手順等を採用する 数値を基礎として施設・設備を運用するために計測機器を設備する
--

なお、改修対象の施設・設備は、次のとおりである。
取水ポンプを中心とした取水設備
大半の浄水場の機械 電気設備
配水ポンプと配水池及びその関連の配水施設

3.3.2 既存施設改修方法の検討

サバナケット市水道施設の基本計画を作成するため、まず、2.4.4項の既設の現状を受けて改修方法を検討する。個別施設・設備毎に前出の現状や問題点を受けて、改修の必要性を検討し、改修実施の判定を加えて、改修方法を示すこととした。これらは以下に羅列する表中にて行う。

(1) 取水施設

既存取水施設・設備の改修方法をまとめるが、総体としては、おおむね、構造物や管路は現在のまま、設備については新規設備に取替えるという考えである。個々の施設・設備について表 3-18 に示す。

表 3-18 取水施設・設備の改修方法

施設・設備名称	改修の必要性	改修方法
101)取水塔	必要性なし。	新たな改修は行わない。
102)管理橋	必要性なし。	管理橋の新たな改修は行わない。 取水ゲートは開放のままであるが、滞砂はなく運転に支障もないので改修は行わない。
201)取水ポンプ	摩耗による能力低下、過負荷のための頻繁な故障や、予備品が入手困難のため改修は難しくポンプ取替えが必要と思われる。 また、取水位によるポンプ過剰吐出しを防ぎ、取水量を制御することも必要。	設計当初のように計画取水量を2台のポンプでまかなえる容量を持つ新設ポンプに交換する。 ポンプ形式については、軸が短く、かつ軸受け保守管理の問題の少ない水中ポンプを選定する。
202)吐出配管	逆止弁故障は停電時に導水管内の水が逆流する為、改修が必要。	既存ポンプ吐出し側仕切弁は、現状のまま使用。ただし、逆止弁は故障しているため新しい逆止弁に取り替える。 またポンプが水中モーターポンプになるのでこの逆止弁までの配管を新たに据え付ける。 既存吐出し管及び排砂用配管（弁類含む）はそのまま使用する。
203)排水ポンプ	ポンプ井を空にする必要がないので使用しない。	新たな改修は行わない。
204)モノレール ホイスト	既設ホイストは危険であり、またレールも問題があるため取替えが必要となる。	新規に次の電動チェーンホイストを設置する。 同時にレールも合わせて取り替える。 形式：電動走行巻上げチェーンホイスト 台数：1台 容量：3トン
205)ポンプ制御盤	(4)電気・計装設備の項参照	
103)導水管	既設1条で導水可能である。	そのまま使用。但し、末端に原水流量制御機構を設置する。
206)原水流量 調節装置	水源であるメコン河水位の変動が激しく、雨季の水位上昇に伴いポンプ実揚程が減り、その分吐出量が増加する。この時軸動力も増加し電動機が過負荷運転となる。また、ポンプは成り行き運転となり吐出量が計画取水量を越える。浄水場の最適運転と取水ポンプ電動機の保護の為流量制御を行う必要あり。	ポンプ吐出量制御には流量制御弁を用いる方法、ポンプの回転数を変える方法など幾つかの方法があるが、経済性と信頼性、さらに保守管理の容易性を考慮して流量制御弁方式を採用する。着水井直前に流量制御弁を設置する。

(2) 浄水施設

浄水施設・設備についても、構造物は多少の改造を加える程度にとどめ、設備については、新規設備に統合・交換が基本となる。個々の施設・設備について表 3-19 に示す。

表 3-19 浄水施設・設備の改修方法 (1 / 2)

施設・設備名称	改修の必要性	改修方法
111)着水井 及び混和池	特に問題はなく現状のまま使用可能	新たな改修は行わない。
211)急速攪拌機	攪拌強度を高めるため新規の攪拌機が必要	攪拌強度 G 値 500 sec^{-1} を持つ新規攪拌機と取り替える。
112)フロック 形成池	特に問題はなく現状のまま使用可能。	新たな改修は行わない。
212)フロキュ レーター	頻繁に停止する既設をやめ、安定して良好なフロック形成のため取替が必要。	既存と同形式の攪拌機を新設する。
213)攪拌機制御盤	浄水場電気設備その他設備の項参照	
113)沈殿池	特に問題はなく、現状のまま使用できる。	新たな改修は行わない
214)沈殿池 洗浄ポンプ	既存の洗浄ポンプは使用可能である。	新たな改修は行わない。
215)洗浄用配管	既存の洗浄施設は使用可能である。	新たな改修は行わない。
216)排泥弁	既存の平底弁の弁体引上げ歯車部が磨耗し、また、錆びているためオーバーホールは難しい。	既存と同種の弁 (平底弁) に取り替える。 形式 : 外ネジ式平底弁、延長弁軸 及び開閉台付き 口径 : 350mm 台数 : 4 台
217)集水トラフ	沈殿池構造物をそのまま使用するので、トラフ改修も今回は必要ない。	新たな改修は行わない。
218)流出ゲート	特に問題はなく、現状のまま使用可能。	新たな改修は行わない。
114)ろ過池	構造物は問題なし	ろ過池流出部に接合弁を新設し、後続の浄水池と水理的に縁を切る
219)流入ゲート	壊れたゲートは取替えの必要あり。	手動のゲート (開閉台付) に交換する
220)ろ材	ろ材の流出・摩耗等のため新たなろ材と交換の必要あり。	設計当初仕様のろ過砂にすべて取替える。但し、既存のろ材はふるい分けを行い、使用可能なろ材のみを予備として貯蔵する。
221)集水装置	ろ過池心臓部に破損箇所があつてはならない。	既存と同様のポーラスコンクリート式集水装置に取り替える。

表 3-19 浄水施設・設備の改修方法 (2 / 2)

施設・設備名称	改修の必要性	改修方法
222)逆洗ポンプ	洗浄操作はろ過池の適正な運転持続のため不可欠であり、安定して良好な運転のできる洗浄ポンプが必要である。	既設を撤去し新規の洗浄ポンプに取り替える。 既存吸込み管とフート弁を撤去し、新設ポンプ用に新たに吸込み管とフート弁を設置する。 洗浄強度確認のため、吐出管に流量計を設置し、既存仕切弁を制御可能な手動バタフライ弁に取替える。逆止弁も取替える。
223)空洗用フロア	今後も使用可能と判断する。	新たな改修は行わない。
224)管弁類	ろ過洗浄の効果を上げるため弁類の開閉時間を短くする必要あり。老朽化しているろ過池流出弁、逆洗弁、空洗弁の交換が必要。	この3種の弁を、開閉時間が短い歯車開閉付き手動バタフライ弁に交換。 その他既存のろ過池配管弁類は今後の使用に耐えられるものと判断し、新たな改修は行わない
225)ろ過流量調節装置	全面に錆びて老朽化がみられる。大変古い為、部品の調達困難でオーバーホールや部分改修は難しい。	新規の調節装置に交換
226)現場操作盤	浄水場電気設備その他設備の項参照	
227)場内給水ポンプ	故障が多いため場内給水は別システムとする。	既設ポンプは廃棄 配水管から場内給水を分岐

(3) 薬品注入及びその他設備

既存の薬品注入設備のうち、フッ素、アルカリ剤及び生成次亜塩注入設備は既に故障しており使用していない。また、計量機と天井クレーンも同様である。拡張施設分を含め新設の薬品注入設備を設ける計画であり、既設分は全て撤去することとなる。個々の設備について表 3-20 に示す。

水質試験室の設置は今回のプロジェクトでは実施機関の体制から見込まなかったが、浄水場の運転に必要な最小限の器材を下記のように計上するに留めた。

表 3-20 薬品注入及びその他設備の改修方法

施設・設備名称	改修の必要性	改修方法
231)計量器	溶液を計画濃度に保つ上で薬品の重量を計量する事が必要であり計量器は是非必要である。	下記薬品移送用モノレールホイストの吊り上げフックに吊り下げて使用する計量器を設置する。 形式：フック吊り下げ型重量計 容量：500 k g 台数：1基
232)モノレール ホイスト	薬品特に凝集剤の溶解頻度が最大一日約4回にもなる。溶解作業の効率性及び作業量軽減を図る必要がある。	次に示す電動式モノレールチェーンホイストを設置。 既存の走行レールも新しい物と交換。 形式：電動走行巻上げチェーンホイスト 容量：500 k g 台数：1基
233)凝集剤 注入設備	凝集剤注入操作の重要性に鑑み、圧力水の有無に関連せず独立した注入方式の検討が必要。また溶解貯留能力の回復を図るため既存のRC製タンクの改修、攪拌機の整備も必要。	溶解槽は既存のRC製2槽の内外面を改修、特に内面は防食FRPライニングを施し溶解槽として活用。各槽攪拌機を新しく設置。 また注入方式は既存の方式であるインジェクター式を改め注入精度を確保し、かつ単純な方式であるダイヤフラム式往復計量ポンプによる注入方式を採用する。この方式は他の設備の運転に影響される事無く独立し凝集剤を注入する事が出来る。
234)アルカリ剤 注入設備	アルカリ剤(消石灰)の注入は原水濁度が800度以上となる時に必要で原水水质変動記録より年間、7,8,9月の3ヶ月間注入が必要となる。	それほど高い注入精度は必要としない。そこで薬品溶解槽は既存のRC槽2槽の内外面を改修し消石灰スラリー槽として活用する。また、注入方式は、水圧式インジェクターによる吸引注入方式を基本的には採用するが、循環ポンプを省略し設備の簡素化を図る。各槽に攪拌機を新たに設置
235)消毒剤 注入設備	重要な消毒設備であり、改修の必要がある。	薬品溶解槽は既存のRC槽3槽(2槽は次亜塩素酸カルシウム用もう1槽はフッ素剤用)の内外面を改修し、特に内面は防食FRPライニングを施し、溶解槽として活用する。また、注入方式は既存方式である手動計量器による溶液計量、水圧式インジェクターによる吸引注入方式を採用する。
236)生成次亜 注入設備	故障で使用していない	廃棄する(次亜塩素酸カルシウムを購入する)
237)フッ素 注入設備	故障で使用していない	廃棄する
238)薬注制御盤	浄水場電気設備その他設備の項参照。	
239)水質 試験室機材	浄水処理に必要な試験器材が必要。	濁度計、ジャーテスター、pH及び残留塩素測定器の機材供与を行う。

(4) 電気・計装設備

浄水場の電気設備と付帯設備及び計装設備についてそれぞれ表 3-21 及び表 3-22 に示す。

1) 電気及び付帯設備

表 3-21 電気及びその他設備の改修方法

施設・設備名称	改修の必要性	改修方法
241) 高圧受電設備	変圧器定格容量を超えて過負荷運転による寿命劣化促進が予測されるので、新規変圧器と交換する必要あり。	今回の改修設備負荷への給電を十分に満たせる容量 550KVA の新規変圧器に取替える。それに付随した高圧開閉器及び避雷器も合わせて新規取替え設置する。
242) 動力制御盤	経年劣化が激しく、製造形式が古い場合交換用部品の入手ができないので、交換する必要がある。	制御盤は、新規盤と取替える。制御については手動を原則とし、MCC 盤 + 機側盤方式を採用する。 保護継電器は操業損失を極限する意味でも重要である。信頼性の高い保護方式を採用する。
243) 避雷設備	避雷針は一箇所のみで不十分で、追加設置の必要がある。	避雷針及び避雷器の適当な本数と設置場所を決定し、被保護機器の雷撃故障から万全を期す。 また、それに関連した十分な接地抵抗が得られるよう、かつ、信頼性の高い接地システムを確立する。
244) ケーブル及び配線材料	敷設後 25 年以上経過して経年劣化していること、及び浄水場停止期間を最小にするため交換する必要がある。	今回の機器及び盤の新規取替えに伴い、既設ケーブルの撤去及び新規ケーブル敷設替えをする。その際、効率的な工事作業の実施面から既設ラックの取替え、ルート変更、PVC フレキシブル電線管、ハンドホール等の工事も実施する。
245) 非常用発電機	維持管理良く、今後とも使用可能。	既設発電機 1 台を継続運用するものとし、新たな改修は行わない。

2) 浄水場計装設備

表 3-22 計装設備の改修方法

施設・設備名称	改修の必要性	改修方法
(246)取水浄水関係計装設備	現在、取水関係の計装設備はないため設置すべきである。	取水水位、取水総流量を計測し、流量計を新たに設置、形式は、超音波流量計とし、取水運用管理を構築する。 浄水場全体での運転状況を把握できる集合計装盤(壁掛け式)を電気室内に新たに設置。 設置場所は不要高圧盤及び不要受電変圧器を撤去したスペースを利用。
(247)配水関係計装設備	既設の流量計は破損しているの で新規流量計に交換。	既設流量計を新規流量計に取替える。新規流量計の形式は計測精度が高い超音波式流量計とする。 配水ポンプに接続された配水圧力計も経年劣化が見られるので新規品と取替える。 配水ポンプ井の水位計も追加設置する。 これらの計器出力は現場制御盤に表示すると同時に前記の電気室内集合計装盤にも表示(デジタル式)する。

(5) 配水施設

個々の施設・設備について表 3-23 に示す。

表 3-23 配水施設・設備の改修方法

施設・設備名称	改修の必要性	改修方法
121)浄水池兼 配水池	容量不足だが池構造は問題なく改修は必要ない。 配水池として3時間、浄水池として1時間分が必要。	既存配水池は現在のままとし、新たに配水池を建設し池容量の増加を図る。 配水池新設に伴う既倉庫の撤去及び既倉庫、場内配管（配水池、流入管、流出管、排水・越流管）を新設する。
122)ポンプ井		新たな配水池を建設するため池面積が増加し、洗浄時の水位変動が軽減される。従って、既設をそのまま使用する。
251)配水ポンプ	能力低下または老朽化、スベアパ - ツの調達、運転停止等、今後安定した運転が期待できないため取替えが必要。	既存ポンプ3台を既存と同仕様のポンプに取替え。
252)吸込み 及び吐出配管	既存吸込み配管、フート弁及び吐出配管もポンプと共に交換する必要あり。	新設ポンプにあわせ、吸込み管、フート弁及び吐出管を設置する。
253)配水流量計	(4) 電気・計装設備参照	
254)エアー チャンバー	解析の結果必要となった場合は新規に計画する。	解析の結果、17-チャンバ - が必要。既設と同容量のチャンバ - を新設する。
255)空気圧縮機	エアーチャンバーが必要になった場合は新設する必要がある。	17-チャンバ - の設置に伴い空気圧縮機を新設する。
256)モノレール ホイスト	破損しておりクレーンを改修する必要あり	手動ホイスト(1.5トン)を新設する。 レールも新しい物と交換。
257)配水 ポンプ制御盤	(4) 電気・計装設備参照	

3.3.3 基本計画

以上で検討した改修方法を基に、「サ」市上水道の既存施設・設備の改修基本計画を作成した。本プロジェクトにおいて改修や交換を実施する主な施設・設備とその計画内容を表 3-24 に示す。

表 3-24 施設・設備の基本計画 (1 / 5)

番号	施設・設備名称	施設・設備の諸元
201)	取水ポンプ	形式：水中モーターポンプ 台数：3台（2台常用1台予備） 仕様：5.5 m ³ /min(=330m ³ /hr) x23.5m x 37 kW ポンプ付属品（各ポンプ毎） 250 mm 逆止弁 x 1台 付属設備（施設全体） 電動チェーンホイスト、3トン x 1台 100 空気弁（ポンプ吐き出し管据え付け） x 1台
206)	原水流量調節装置	流量計 形式：超音波式 口径：400 mm 台数：1台 流量制御弁 形式：手動立て型バタフライ弁（くし歯付き弁体） 口径：400mm 台数：2台 バイパス弁 形式：手動立て型バタフライ弁 口径：450mm 台数：3台 配管 口径：450 mm及び400mm 管種：ダクタイル鋳鉄管
211)	急速攪拌機	形式：縦型懸垂式タービン 台数：1台 攪拌力：G = 500sec ⁻¹ 動力：2.2 kW
212)	フロキュレーター	形式：立て型下部軸受け付きフロキュレーター 台数：4台 動力：3.7 kW
216)	沈澱池排泥弁	形式：手動平底弁、延長軸開閉台付 口径：350mm 数量：4基（2基/1池 x 2池）

表 3-24 施設・設備の基本計画 (2 / 5)

番号	施設・設備名称	施設・設備の諸元
219)	ろ過池流入ゲート	形式：手動ゲート 口径：820 mm × 265 mm 数量：4 基 寸法：820mm × 265 mm 数量：4 基 (1 基/池 × 4 池)
220)	ろ過砂	126 m ³ (31.5 m ² /池 × 砂層厚 ; 1m × 4 池) ろ層構成 砂層厚 : 1.0 m 有効径 : 1.0 mm 均等係数 : 1.4
221)	ろ過池集水装置	形式：ポーラスコンクリート式集水装置面積 装置面積：31.5 m ² /池 数量：126 m ² (31.5m ² /池 × 4 池)
222)	逆洗ポンプ	形式：横軸片吸い込み渦巻き 台数：2 台 (1 台常用 1 台予備) 仕様：9.5 m ³ /min × 8 m × 30kW ポンプ付属品 (ポンプ毎) 350 mm フート弁 × 1 台 400 mm 逆止弁 × 1 台 400 mm 手動バタフライ弁 × 1 台 吸い込み及び吐き出し配管一式 機械式流量計 × 1 台
224)	ろ過池管弁類	形式：手動バタフライ弁、延長軸開閉台付き 流出弁 逆洗弁 空洗弁 口径：350mm 350mm 200 mm 数量：4 基 4 基 4 基
225)	ろ過流量調節装置	調節装置：4 基
114)	ろ過池接合井	形式：方形 R C 製堰式槽 目的：ろ過池流出水位制御 数量：1 池 寸法：4.4 m × 2 m × 2.4 m
233)	凝集剤注入設備	硫酸バンド溶解槽 形式：R C 角形溶解槽 (既存) 槽内外面補修及び内面 F R P ライニング 容量：3.5 m ³ × 槽数：2 槽 付属品 (各槽) ：薬品投入ホッパ (S U S 316) 溶解用攪拌機 0.75kW、軸及び羽根 S U S 316 硫酸バンド注入ポンプ 形式：ダイヤフラム式計量ポンプ

表 3-24 施設・設備の基本計画 (3 / 5)

番号	施設・設備名称	施設・設備の諸元
233)	凝集剤注入設備	容量：8.5 L/min x 1.5kW 台数：3台（2台常用一台予備） 電動チェーンホイスト 容量：500 kg 台数：1台 付属品：吊り下げ式ばね秤
234)	アルカリ剤注入設備	消石灰スラリー槽 形式：RC角形溶解槽（既存） 槽内外面補修 容量：3.0m ³ x 槽数：2槽 付属品（各槽） ：薬品投入ホッパー（SUS304） 溶解用攪拌機 1.5kW、軸及び攪拌羽根SUS 304 手動計量器 形式：3角堰式計量タンク 台数：2台（前、後アルカリ用各1台） 消石灰スラリー吸引インジクター 形式：水圧吸引式インジェクター 台数：2台（前、後アルカリ用各1台）
235)	塩素剤注入設備	次亜塩素酸カルシウム溶解槽 形式：RC角形溶解槽（既存） 槽内外面補修及び内面FRPライニング 容量：1.5 m ³ x 槽数：3槽 付属品（各槽） ：薬品投入ホッパー（鋼板製ゴムライニング） 溶解用攪拌機 0.4 kW、軸及び攪拌羽根鋼材ゴ ムライニング 手動計量器 形式：3角堰式計量タンク 台数：2台（中塩素及び後塩素用各1台） 溶液吸引インジクター 形式：水圧吸引式インジェクター 台数：2台（中塩素及び後塩素用各1台）
241)	高圧受電設備	- 受電変圧器 形式：屋外、油入り、自冷式 容量：550KVA 電圧：22kV / 380V、3相 台数：1台 - 高圧開閉器 形式：屋外、手動カットアウト式、ヒューズ内臓 電圧：24kV 台数：1台

表 3-24 施設・設備の基本計画 (4 / 5)

番号	施設・設備名称	施設・設備の諸元
242)	動力制御盤	- 動力盤 形式：屋内、金属閉鎖形、自立形 電圧：600V、3相 台数：1式 - 現場機側盤 形式：屋内、金属閉鎖形、スタンド式 電圧：600V、3相 台数：1式
246)	取水関係計装設備	- 水位計 形式：超音波式、屋外式 数量：1台 - 流量計(原水流量計) 形式：超音波式、屋外式 数量：1台(伝送器含む) - 集合計装盤 形式：壁掛式、金属閉鎖形 数量：1面
247)	配水関係計装設備	- 流量計(配水流量計) 形式：超音波式、屋外 数量：1台(伝送器含む)
121)	配水池	池数：1池増設 容量：1,500m ³ 内法：幅 15.0m × 長 15.0m × 水深 3.5m × 2池 流入流出管弁類： 流入管； 700 mm D I P 流出管； 800 mm D I P 流入弁； 700 mm 手動バタフライ弁 × 2台 流出弁； 800 mm 手動バタフライ弁 × 3台 池連絡弁； 700 mm 手動バタフライ弁 × 1台
	倉庫	幅 6.0m × 長 12.0m
251)	配水ポンプ	形式：片吸い込み渦巻きポンプ 台数：3台(2台常用1台予備) 仕様：6.0m ³ /min(=360m ³ /h) × 45m × 75 kW
252)	吸い込み及び吐き出し配管	配管： 管種：鋼管 口径：300及び250mm 弁類： 300mmフート弁 × 1台 250mm逆止弁 × 1台 250mm手動バタフライ弁 × 1台

表 3-24 施設・設備の基本計画 (5 / 5)

番号	施設・設備名称	施設・設備の諸元
254)	エアーチャンバー	形式：立て形鋼板製圧力容器 容量：7.5 m ³ 数量：1 基 付属品： 250 mm 配管一式 250 mm 仕切弁 × 1 台 250 mm 逆止弁 × 1 台
255)	空気圧縮機	形式：小型空気圧縮機（圧縮空気貯留タンク付き） 台数：2 台 容量：1.5 kW 付属品： 自動制御盤（エアーチャンバー液面自動制御用）

供与資材

水質試験器材がほとんど無いことから、凝集沈でん処理及び水質管理を行う上で必要な基本的器材を整備する。表 3-25 に供与資材の内容と概略仕様を示す。

表 3-25 供与資材

番号	施設・設備名称	概略仕様
	水質試験室用濁度計	1 台；測定範囲：0~4000 NTU、測定範囲 3 段階切り替え式
	水質比色測定器	1 台；残留塩素濃度及び水素イオン濃度（pH）測定
	ジャーテスター	1 台；凝集試験用 4 軸攪拌装置、薬品注入装置、回転数調節及び背後照明付き 付属品； ロードセル天びん（最小表示 0.01 g）× 1 液体比重計（ガラス製 290mm、測定用ガラスシリンダー付き）× 2 ビーカー（2 リッター）× 1 0 アルミナ乳鉢（乳棒付き）× 2

3.4 プロジェクトの実施体制

3.4.1 組織

本プロジェクトの主管官庁は通信運輸郵政建設省(MCTPC: Ministry of Communication, Transport, Post, and Construction)が管轄し、サバナケット県の通信運輸郵政建設局(DCTPC: Department of Communication, Transport, Post, and Construction)が実施機関となり、完成した水道施設を含む実際の水道事業運営はサバナケット水道公社(NPS: Nam Papa Savannakhet)が担当する。

サバナケット水道公社は独立したWater Companyであるものの、DCTPCの管理下であり、且つ MCTPD 本部の特に住宅都市計画部(DHUP: Department of Housing and Urban Planning)とWASA(Water Supply Authority)の技術支援などを含む行政指導を受けることになっている。また、水道料金の改定には県知事の承認が必要であり、サバナケット県庁(Government of Savannakhet Province)もNPSの水道運営に関与している。

通信運輸郵政建設省(MCTPC)、サバナケット県の通信運輸郵政建設局(DCTPC)およびサバナケット水道公社(NPS)の組織図をそれぞれ図 3-2、図 3-3、及び図 3-4 に示す。

3.4.2 予算

本プロジェクトの完了後、NPSは浄水場の運転・維持管理を行うと共に水需要の増加に対応するため、給水栓の増設及び小口径配水管の布設を進めて行くこととなる。

サバナケット水道公社の、過去10年間における予算実績および支出実績は表 3-26 にまとめるとおりである。この表から、ここ数年間は毎年のように料金が改正されているにも拘わらず1992年以降は1997年と1998年を除いて赤字決算となっており水道事業は不安定な経営状況が続いていることが判る。そこで、プロジェクト開始後の必要経費を賄って行くためには、水道料金を値上げするか、または、通信運輸郵政建設省やサバナケット県からの補助金が必要となることになる。

水道事業の経営状態を改善して健全なものするためには、赤字発生の原因を解析し、かつ経営改善について考察できる部門管理と適正な経営分析ができるアカウントを配置・育成することが必須となる。また水道料金徴収率を上げ、定型業務の効率化を図ることも求められる。そこで、水道運営に係る以下のトレーニングを職員に行うことが

必要となる。

財務管理の強化（水生産単価の分析による適切なコストに対する検討）
財務分析手法の修得（適正な料金体制の制定）
料金徴収体制の強化、
定型業務の効率化(マニュアル化・標準様式化)

運営・維持管理分野全体にかかわる総合的なトレーニングも必要となるが、運営面についての研修では、運営管理専門家の現地派遣による指導協力、コンピュータの整備、及び日本における研修が効果的であると考え。

また、本報告書 4.2.2 維持・管理の計画で後述するように財務分析をおこなっているが、その基礎となる水道料金の値上げは知事の承認事項であり、実際の料金体系決定には時間を要する。また、将来の改修費を確保するためにどの程度まで減価償却を見込むのかなど状況の変化にあわせて随時適正な財務検討をおこなってゆく必要があるため、財務分析を適切に行える人材を育成することが重要となる。

3.4.3 要員計画・技術レベル

通信運輸郵政建設省(MCTPC)主管の基で、過去にも本プロジェクトと同様な事業をビエンチャン市で行っており、本プロジェクト実施に当たってのラオス側の体制は問題ないものと考えられる。しかし、現状のままの要員・技術レベルでは本プロジェクトにおいて改修される施設の運営・維持管理を適切に行うことに困難が予想される。

現在、水量の計測や水質検査が行われておらず、水道施設の運転管理が適切に行われているとは言えない。本プロジェクトの施設整備により施設の老朽化にともなう能力の低下を解決したうえで、適切な運転維持管理をできる体制としなければならない。

NPS 職員の各配置先における年齢構成や経験年数、教育のバックグラウンドなどの現状をまとめて表 3-27 に示す。2000 年 10 月現在在職する 80 人の職員の年齢は 20 歳から 57 歳にわたり平均で 36 歳となっている。平均業務経験は 15 年であり実務面での経験は豊富といえる。しかし、総体的に高学歴者は少なく、有資格者が数名しかおらず、水量・水質の管理を適切に行うための技術レベルは充分とはいえない。

そこで、本プロジェクトの工事完了・施設引渡し後、水道施設を効率的に運営・維持管

理し、適切な水圧・水量を良好な水質でサバナケット市民に安定供給するためには、水道局職員の研修と能力開発が必要となる。そのためには、水質検査を行うために水質試験機器の購入・整備を行うと同時に、次のような職員のトレーニング、及び維持管理担当者の研修が必要かつ有効である。

浄水場職員のトレーニング	:	浄水場の運転管理の強化 水質管理の強化
維持管理担当者の研修	:	維持管理体制の強化

設備の据付及び工事完了後に行われる施設の試運転に合わせてスポット監理技術者が派遣される。現地職員の研修として、工事期間及び試運転を通じて On-the-job トレーニングが実施されることが望ましい。

試運転に際しては、浄水場水質管理マニュアル、浄水場運転管理マニュアルに沿って運転維持管理を行えるようなトレーニングを行うことが効果的である。しかし、今回は既設の改修にとどめたため、次期の施設拡張時にこれらのマニュアルの作成を計画する。

水質検査と流量計測を適切に行うことにより、浄水の水質管理(薬品注入制御)および水量(処理水量と配水量)の把握を確実に実行できるようにすることが重要である。運転日誌等の台帳を作成して、記録の整備につとめることも、また、重要である。運転記録は、施設管理や運転・維持管理計画の作成・見直しにとって有効な資料となると同時に、水道事業の将来計画をたてるうえの基礎資料としても重要な情報となる。記録をつける習慣がつけば、例えば流量計が故障した際にその修理の必要性をより強く認識するというようなことも期待できる。

職員の技術力向上を図るためには、計画的な職員のトレーニングが必要となるが、特に、水質分野・浄水運転管理についての基礎研修としては、現在水質検査の行われているピエンチャン市チナイモ浄水場における研修が効果的であると考えられる。

图3-2 通信運輸郵政建設省組織圖

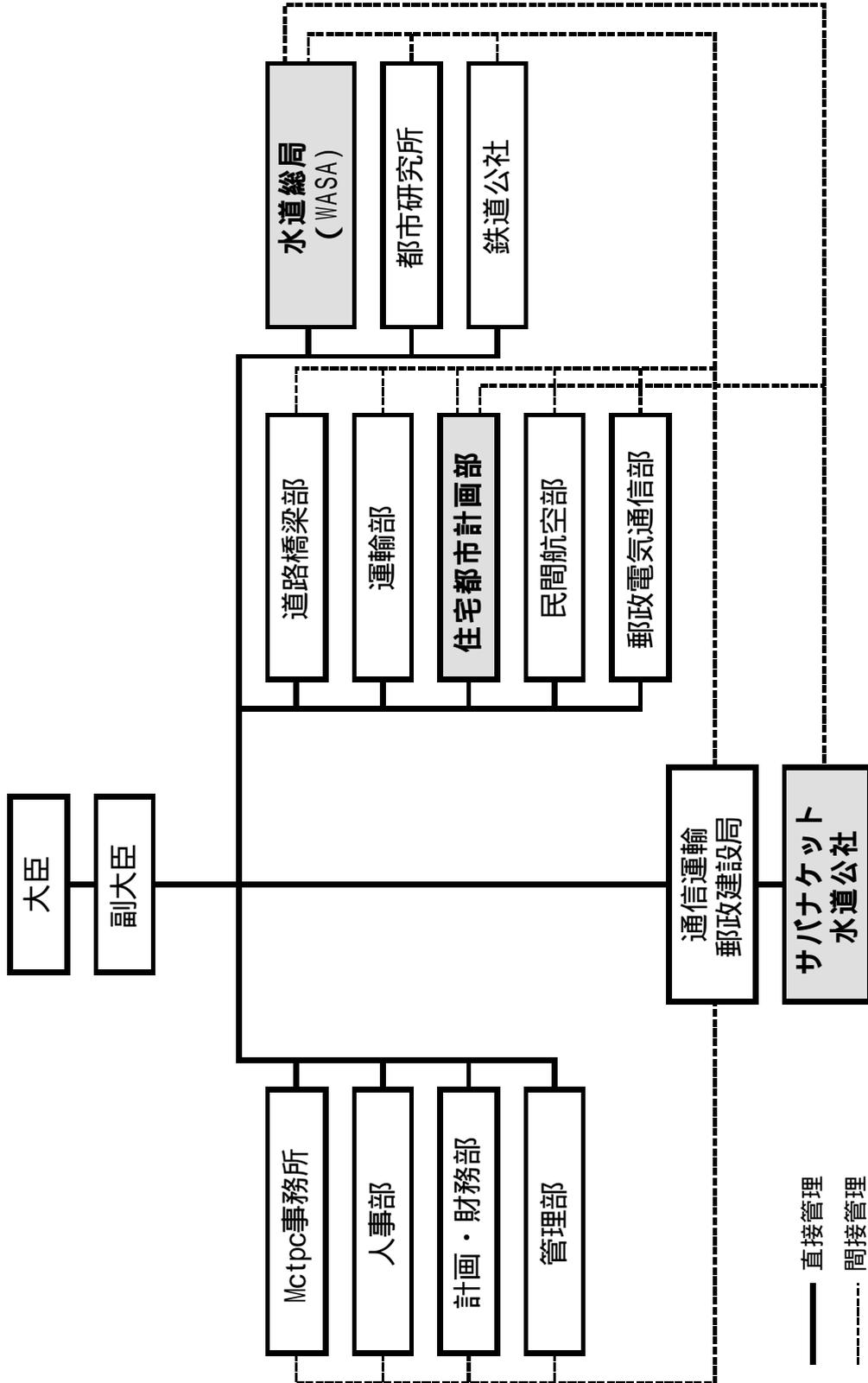


図 3-3 サバナケット県の通信運輸郵政建設局組織図

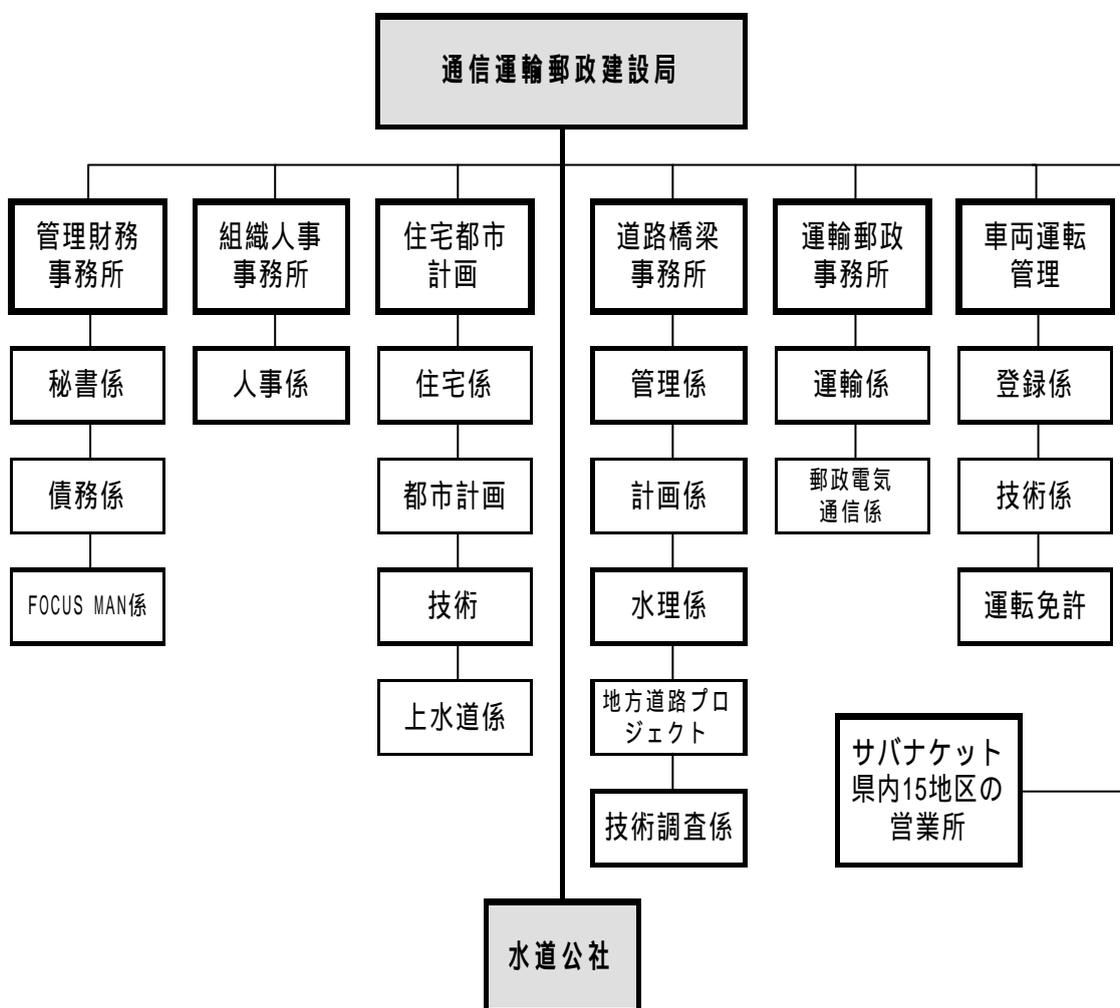


図3-4 サバナケット水道公社組織図

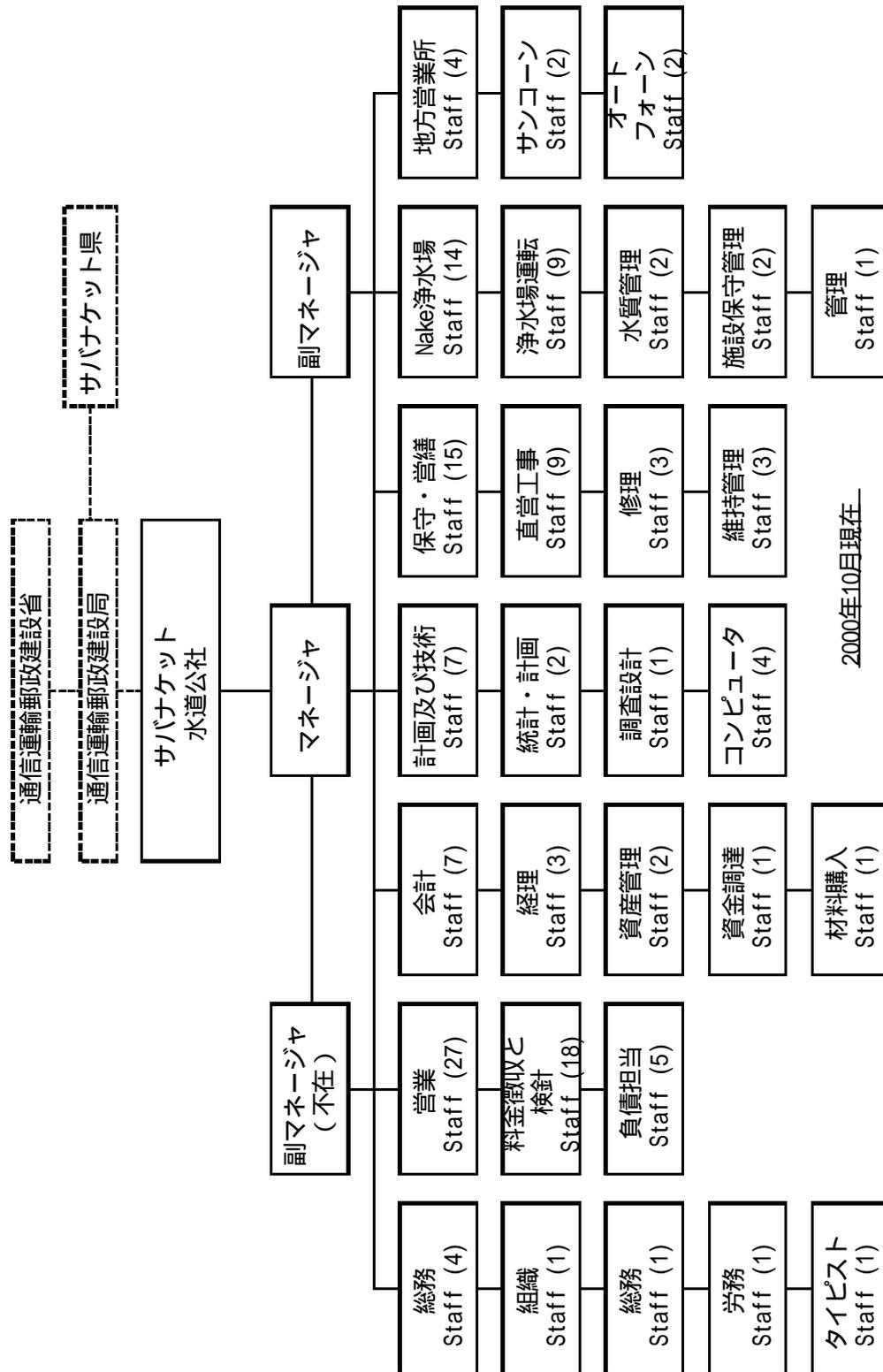


表 3-26 サバナケット水道会社予算・支出実績 (1990 1999)

ITEM	YEAR									
	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
I.. REVENUE										
1.Water Sale										
1.1 Governmenti	50,341,025	68,518,615	58,370,060	95,050,470	109,057,090	98,932,720	101,813,040	111,160,760	142,512,860	278,387,310
1.2 Private	49,171,595	60,305,700	64,506,225	73,466,915	92,658,630	105,295,405	106,753,460	187,398,540	341,458,120	469,720,790
Total for water sale	99,512,620	128,824,315	122,876,285	168,517,385	201,715,720	204,228,125	208,566,500	298,559,300	483,970,980	748,108,100
2.Connection Fee	0	0	0	0	0	0	0	0	96,910	26,845,270
3.Others	26,992,797	30,968,417	19,865,940	14,070,527	16,466,892	17,574,430	13,234,470	32,429,640	32,658,050	209,502,324
Total Revenue	126,505,417	159,792,732	142,742,225	182,587,912	218,182,612	221,802,555	221,800,970	330,988,940	516,725,940	984,455,694
II.. EXPENDITURE										
2.1.Personnel Cost	11,125,884	10,969,865	20,283,262	29,521,255	44,386,510	45,582,878	48,631,129	50,521,187	83,545,442	133,192,750
2.2 Administration Cost	5,254,330	6,717,338	16,165,637	15,172,011	15,486,711	25,871,558	34,119,832	33,646,358	40,208,621	124,036,970
2.3 Depreciation	23,964,067	26,955,104	26,470,457	75,640,598	97,074,821	101,773,130	106,757,820	88,999,200	81,000,000	91,374,702
2.4 Production Cost (Plant)	52,833,320	74,251,363	85,044,598	53,020,860	75,881,521	79,192,482	103,274,747	121,792,881	215,853,210	571,617,595
2.5 Installation and Repairing	0	0	0	0	0	2,981,641	3,716,450	1,452,125	7,521,745	81,846,621
Subtotal	93,177,601	118,893,670	147,963,954	173,354,724	232,829,563	255,401,689	296,499,978	296,411,751	428,129,018	1,002,068,638
2.6 Others	25,620,966	30,252,411	19,171,842	9,890,897	11,454,338	11,953,347	6,854,162	22,126,017	22,107,954	66,987,210
2.7 Tax	3,795,160	6,910,572	7,137,110	9,129,396	10,909,131	14,417,159	10,801,960	10,243,778	15,638,053	51,936,504
Total Expenditure	122,593,727	156,056,653	174,272,906	192,375,017	255,193,032	281,772,195	314,156,100	328,781,546	465,875,025	1,120,992,352
Balance	3,911,690	3,736,079	-31,530,681	-9,787,105	-37,010,420	-59,969,640	-92,355,130	2,207,394	50,850,915	-136,536,658

表 3-27

サバナケット水道会社職員データ

Section Division	Assignment	No. of Staff	Age in range	Graduation			Experience in Year	Qualification (If available)
				High	Middle	Primary		
1.Management	(1) Manager	1	45		v		24	
	(2) Vice Manager	1	35	v			12	Electrical Engineer
	(3) Vice Manager	0						
		2						
2.Administration	(1) Organization	1	45		v	v	25	
	(2) Administration	1	37			v	15	Water Supply Engineer
	(3) Labor and Salary	1	38			v	14	
	(4) Typist	1	40		v	v	14	
		4	av(40)				av(17)	
3.Business	(1) Bill Collection and Meter Reading	18	24-44		v	v	20,-25	
	(2) Debt Service	9	31-34		v		11,-22	
		27	av(34)				av(13)	
4.Financial	(1) Accounting	3	28-46		v		2,-20	Accountant
	(2) Material/Inventory	2	28-35		v		3,-16	
	(3) Treasury	1	28			v	10	
	(4) Procurement	1	21			v	1	
		7	ac(32)				av(13)	
5.Technical	(1) Section Chief	1	40	v			11,	
	(2) Planning	1	45			v	28	
	(3) Design	1	35		v		9	
	(4) Computer	4	24-36		v		4,10	
		7	av(36)				av(11)	
6.Repairing and Installation	(1) Section Chief	1	40			v	21	
	(2) Installation	9	29-47		v	v	2,-22	
	(3) Repairing	3	20-43		v		11,-22	
	(4) Management	2	37,44		v		10,13	
		15	av(38)				av(15)	
7.Water Treatment Plant	(1) Chief	1	37		v	v	11	
	(2) Plant Operator	8	22-57		v	v	9,-22	
	(3) Water Quality Control	2	33-45		v		2	
	(4) Repairing and Maintenance	2	33,46		v	v	1,-22	
	(5) Administration	1	33		v	v	14	
		14	av(39)				av(14)	
8. Branch Office	(1) Outuphone District	2	25,46		v	v	2,21	
	(2) Songkone District	2	35,41			v	1,22	
		4	av(37)				ac(12)	
			Average				Average	
	Total Employee	80	37				14.6	

第 4 章 事業計画

第4章 事業計画

4.1 施工計画

本事業は、日本政府無償資金協力のスキームに基づいて実施され、プロジェクト実施決定後、「ラ」国政府は日本国法人の設計監理コンサルタントの選定、建設業者の選定を行い、事業を実施する。

これら一連の事業実施工程の中での基本事項について以下に述べる。

4.1.1 施工方針

(1) 事業実施体制

1) 事業実施機関

本事業の主管官庁は通信運輸郵政建設省(MCTPC: Ministry of Communication, Transport, Post and Construction)、実施機関はサバナケット県通信運輸郵政建設局(DCTPC: Department of Communication, Transport, Post and Construction, Savannakhet Province)である。

本事業の実施中は、サバナケット県通信運輸郵政建設局の管理下のもとに、現在サバナケット県カンタプリ郡市街地に水道給水を行っているサバナケット水道公社(NPS: Nam Papa Savannakhet)が窓口となる。また、本事業終了後の維持管理は従来通り既設の水道施設の維持管理を行っているサバナケット水道公社が行う。

日本国政府との無償資金協力についての交換公文の締結後、発注者である通信運輸郵政建設省は日本国法人の設計監理コンサルタント及び建設業者と契約し、事業を実施する。事業実施体制を図4-1に示す。

2) 建設コンサルタント

日本国側負担の資機材調達・建設工事に関する実施設計・工事監理は日本国法人の建設コンサルタントが実施する。基本設計調査の結果を踏まえ、実施設計に係る現地調査及び「ラ」国側との協議を行い、以下の実施設計の

1) 詳細設計、2) 詳細事業費の積算、3) 施工計画策定、4) 入札図書の作成、5) 入札業務の補佐、6) 応札書の評価、7) 建設業者契約締結交渉での助言を行う。

実施設計にあたっては、現地の業者に委託し、配水池築造工事に係る土質調査を行い、基礎データを得るものとする。

3) 建設業者

建設工事・資機材調達とは日本国法人である建設業者によって行われ、契約した建設業者は必要な技術者の派遣、建設に必要な資機材調達、設備機材調達を行い、工事を実施する。

施工業者は、指名競争入札により選定される。契約はランプ・サム契約とする

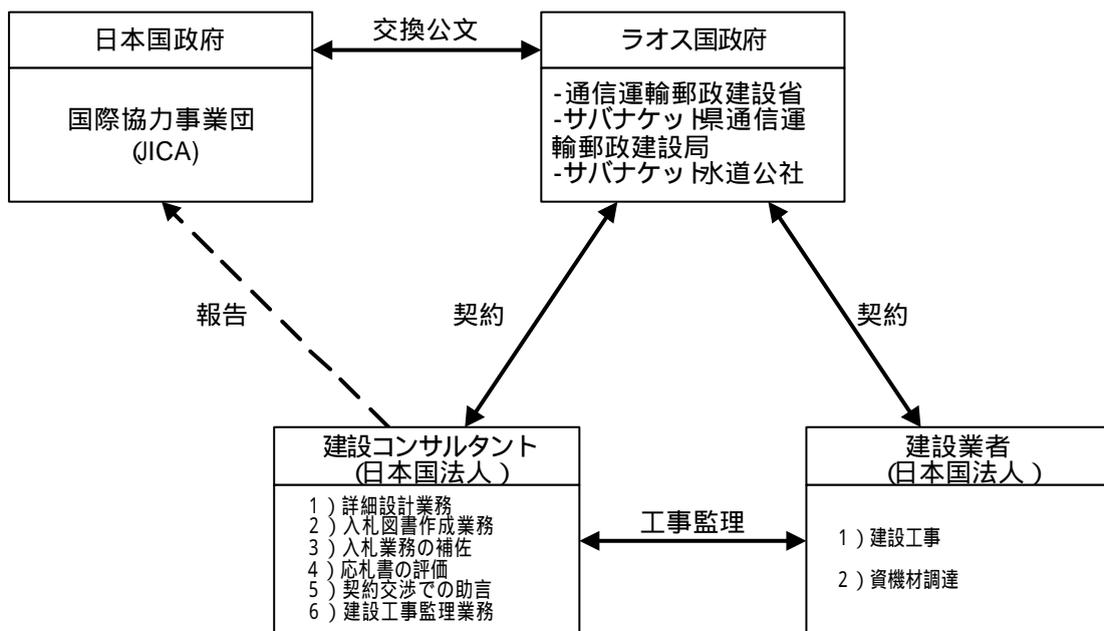


図 4-1 事業実施体制

(2) 現地建設業者の活用

本事業の建設工事に当たって極力現地の建設業者を活用する方針とする。

本事業の内、ナケ浄水場の改修に係る特殊な機械電気設備関係の工事に関しては、現地建設業者による対応が困難ではあるが、土木工事については、日本の建設業者の指導の

下、現地の建設業者を下請業者として活用する計画を策定する。

職種についてはすべての職種についてカンタブリ郡及びサバナケット県内での確保は困難ではあるが、「ラ」国内特に首都ピエンチャンまで含めると、かなりの部分が確保できる。

(3) 技術者派遣の必要性

ナケ浄水場の改修工事において、浄水場の機械電気設備の設置工事には、その特殊性を考慮し、浄水場の設備関係を熟知している技術者の派遣は不可欠である。また、建設工事完了後における浄水場運転管理の指導のためには、水質管理及び浄水場維持管理の専門家の派遣は重要である。工事完了後に行われる試運転の時点に、スポット監理技術者として機械設備、電気設備、水質試験 薬品注入の各担当技術者が現地で行われる試運転を監理する。浄水場のそれぞれの担当者に対して現地指導が実物を運転しながら On-the-Job 研修が実施される。

4 . 1 . 2 施工上の留意事項

(1) 設備の改修

機械・電気設備の改修にあたっては、需要者の不便を最小限にするため施工計画をたてる必要がある。

(2) 周辺地域への影響

ナケ浄水場周辺はメコン川に面した平坦地で民家の密集はなく、浄水場の改修工事に際して周辺地域への騒音、振動等の問題はない。ただし、資機材運搬用の大型輸送車通過による騒音、振動、粉塵、一般車両の待機等については事前に周辺地域住民と密にコミュニケーションを取り、理解を得ておく必要がある。

地下水系に及ぼす影響については、配水池建設の掘削深度、掘削範囲では問題がないと判断する。

(3) 建設資機材の搬入

ナケ浄水場への資機材の搬入について、メコン川に沿った未舗装の道路を利用するが、

道路幅は十分あり資機材の運搬には問題がない。施工に際しての資機材の運搬等は幅員からも問題なく、施工を阻害する要素は少ない。また、プロジェクトサイトの地質は粘性土で構成されているため、雨期の資機材運搬には留意が必要である。

(4) 工事における安全管理

市街地の通行量の多い道路を搬入路に使用する場合は、周辺住民等の第三者に対する安全確保を十分に配慮する必要がある。

(5) 法規上の留意点

「ラ」国の労働建設関係の法律では、1999年施行の「ラオス国労働基準法」があるが、その内容は詳細には明記されていない。しかし、2001年改正を目処に調整されており、今後明確になる予定であるので、実施設計時に追跡調査を実施し、本事業に影響を及ぼすかどうか詳細を検討する必要がある。

4.1.3 施工区分

本工事においては、浄水場内に配水池を増設する計画である。配水池の建設予定地は既存の倉庫があり、「ラ」国側工事開始にあたり、この倉庫を撤去する必要がある。他に「ラ」国側により、工事に必要な電力・給水・排水施設の整備、受電容量増に伴う電力の確保、給水量増に伴う給水栓及び給水管の敷設がなされる必要がある。

4.1.4 施工監理計画

本事業において「ラ」国通信運輸郵政建設省と契約した建設コンサルタントは、日本国政府の無償資金協力事業として施工監理業務を担当する。コンサルタントは本事業に係る基本設計調査の要請段階から基本設計の策定に至るまでの経緯を踏まえ、本事業を実施するために、以下の項目に留意する。

日本国政府と「ラ」国政府の間で締結される交換公文を十分に理解する。

日本側及び「ラ」国側負担区分を確認し、お互いの実施工程を調整する。

「ラ」国内で発生する資機材の持ち込み、免税措置等の諸手続きを確認し、実施工程に影響を及ぼさないように配慮し、必要な場合は、「ラ」国側と協議する。本事業の実施にあたり、環境・文化・歴史・民族的背景を十分考慮し、周辺地域住民へ配慮する。

(1) 施工管理

1) 施工監理業務

建設コンサルタントは 1) 建設業者が作成する製作図面のチェック・承認、 2) 主要資機材の出荷前の検査、 3) 施工工程及び品質管理、 4) 工事完了後の検査、 5) 施設試運転検査、 6) 調達資機材の検査、 7) 日本国及び「ラ」国側への工事進捗状況の報告、 8) 「ラ」国側負担工事分に対する技術指導、 9) 施設運転・維持管理のための技術移転等を行う。

また、「ラ」国側が行う無償資金協力業務上必要な手続きの補佐を行う。

2) 施工監理体制

本事業が機械・電気設備を中心とする浄水場の改修が主な工事となることから下記に示す専門分野の技術者を定期的に派遣する。また施工監理期間中一貫した施工監理を行うため、工事着工から試運転・竣工まで専任の常駐監理者 1 名を配置することとする。

総括

総括は、各期別工事の終了時、工事竣工検査のため現地確認とラオス政府への説明を行う。

常駐監理者

常駐監理者は工事全般について、とりわけ、施工内容の質や進捗状況について把握し、施工業者への助言・指導により、監理する。また、施工監理期間中毎月「ラ」国側へ工事全般について報告する。常駐監理者の主な業務内容は下記の通りである。

- 施工開始前に発注者、コンサルタント、施工業者による会議を開催し、各自の責任担当、工事内容、工事期間等を確認する。
- 入札図書・図面、各種基準・仕様、測量及び土質調査資料、施工業者提出書類等を維持保管する。
- 施工計画や工程、製作図面について検討し、必要な提言と指導により、承認判断をする。

- 工事に使用される資機材を検査し承認判断をする。
- 施工業者の工事を監督検査し承認判断をする。
- 工事の進捗状況を管理し、必要な助言を行う。
- 工事の安全状況を検査し、必要な助言を行う。
- 発注者、コンサルタント及び施工業者との定期的な、また、特別に必要となる場合に、会議を開催する。
- 工事竣工検査を実施し承認判断をする。
- 竣工図を検査し承認判断をする。
- 施設完成後の受け渡しにおいて、「ラ」国側を補佐する。

スポット監理者

施工工程の進捗状況に応じて、下記の専門分野の技術者を派遣する。試運転時には現地の浄水場運転担当者に対する技術指導が行われる。

- | | |
|-------------|--|
| • 機械設備 | 機械設備に係る製作図面のチェック、施工監理、試運転検査、技術指導・助言 |
| • 電気設備 | 電気設備に係る製作図面のチェック、施工監理、試運転検査、技術指導・助言 |
| • 水質試験・薬品注入 | 浄水場運転に係る水質試験及び試験結果に基づく適切な各種薬品注入に対する技術指導(ワトコポ-ネト) |

(2) 施工の方法と順序

当プロジェクトの内容は、機械電気設備の改修と構造物の配水池の増築から成っている。この施工に当たっては浄水場の運転を中断して既設のパイプの切断や既設構造物の開口部の設置等が必要になる。この運転の中断時間を可能な限り短縮して、給水需要者の不便を最小にする必要がある。やむを得ず浄水場の運転を中断しなければ作業ができない場合も、仮設の設備を予め設置して断水時間をできるだけ短くするように計画して作業を進めることとする。

特に、配水ポンプの交換には取付部配管が複雑で作業時間がかかることが予測されることから、仮設の配水ポンプを配水池の近部に設置し、仮設配管を送水管に接続してポンプの送水を続行させることを計画している。ポンプの交換工事が終了後、仮設のポンプと仮設配管は撤去する。

老朽化している機械設備と電気設備の改修も、交換のための作業時間の短縮につとめる

計画を立案し、必要であれば仮設の配管配線を行い、浄水場の運転の中断時間が最短になるように計画する。

やむを得ず浄水場の運転を停止する場合は、水道公社と事前に十分な協議を行うと共に給水需要者に断水する旨を予め通知する必要がある。断水は深夜に行い、翌朝には配水が開始できるような計画を立案する必要がある。

施工の順序は大略次の通りである。

配水池の築造
仮設の配管配線の設置、
仮設設備（ポンプ等）の設置、
各種機械電気設備の改修
仮設設備の撤去、
点検と施設内部の消毒

4.1.5 資機材調達計画

本事業に必要となる資機材の調達先は、日本から、あるいは「ラ」国内からの調達を原則とする。資機材の調達は建設コンサルタントの設計監理のもと施工業者が行うものとする。

本事業に必要となる主要な資機材は下表の通りである。

表 4-1 主要資材の調達国

資機材の種類		日本	「ラ」国
建設資材	セメント、骨材、合板、鉄筋、木材、燃料等		
建設機械	ブルドーザー、バックホー、トラック、クレーン、発電機等		
設備器機	ポンプ、バルブ、管材、攪拌機、薬注設備、制御盤、流量計、水質試験器具等		

主要な建設資材、セメント、コンクリート骨材、型枠用合板及び鉄筋は「ラ」国内で調達可能であり、品質・量ともに問題はない。建設機械に関しても本事業に係る建設工事に使用される建設機械は「ラ」国内でリースが可能であり、「ラ」国調達とする。

ナケ浄水場の改修に係る浄水設備、ポンプ、薬品注入設備、制御盤等の機械電気設備については、操作・管理・信頼性を考慮し、設備仕様が既設の浄水場設備と同程度とし、容易に維持管理できるものを選択する。これらの設備は「ラ」国内で生産されておらず、また、容易に入手できないため、日本調達を原則とする。

4.1.6 実施工程

E/N 締結、コンサルタントの選定が行われる。実施設計を4ヶ月間、また建設業者選定後、資機材調達と工事を含め工期を12ヶ月と計画する。尚、ソフトコンポ-ネントを工事終了前後の6ヶ月を予定とする。

本事業の全体作業工程は図4-2に示す通りである。

4.1.7 相手側負担事項

本事業の実施に際し、日本側及び「ラ」国側負担工事は下記の通りである

日本側負担工事は、

- 取水施設の改修
- 浄水施設の改修
- 配水施設（配水ポンプ及び配水池）
- 機材供与（水質試験器材）

である。

一方、「ラ」国側が行うべき負担事項は下記の通りである。

- ・ 建設工事開始前までの本事業に必要な施設用地の確保
- ・ 受電容量増に伴う電力の確保
- ・ 工事に必要な電力、給水、排水施設の整備
- ・ 既設倉庫の撤去
- ・ 給水量増に伴う給水栓及び給水管の敷設
- ・ 職員のトレーニングに係る費用
- ・ その他一般事項
 - 本事業に係る資機材の「ラ」国内への搬入に係る関税及び国内税の免税措置

- 供与機材の「ラ」国内への搬入に係る諸手続き及びその経費負担
- 本事業に係る日本人に対する「ラ」国への出入国及び滞在中の便宜供与
- 本事業により設置、建設、供与された設備・施設・機材の適正かつ効果的な利用及び維持管理

本プロジェクトは既設浄水場の改修と配水池の増設であり、共に既設浄水場内での工事となる。また、現場へのアクセス道路も未舗装ではあるが整備されている。従って、
 について問題はない。 の電力の確保については実施設計時に「ラ」国関係機関と受電容量の増量に伴う既送電設備の布設替えの必要性を確認し、必要に応じて適切な電源の切り替え工事について協議する。

4.1.8 ソフトコンポーネントの検討

サバナケット水道は 1977 年の操業開始以来、24 年間に渡り給水を続けてきている。しかしながら、水道経営の実態は必ずしも良好とはいえない。NPS の 1990 から 1999 年までの過去 10 年間の経常収支は概ね収支のバランスが取れず赤字経営である。

この要因は、第 1 に、水道料金の設定が適切でなく料金収入と支出のバランスが取れない現状にある。NPS は過去 4 回にわたり水道料金を値上げした。しかし、こうした値上げにもかかわらず、水道経営は依然として改善されなかつた。料金改正が適正に行われなかつたのが原因の一つである。次に、創設 5 年後の 1982 年から、流量計の故障により、配水量が計量されて来ていない。浄水場からの配水量と給水栓のメーター検針による有効水量との関係が数的に把握されてきていないため、需要量に対する効果的な生産量の管理が出来なかつた。又、無収水量の正確な計量が出来ず、こうしてロス量の低減策を施策できないで居る。一方 NPS の組織において、適正な財政分析をして、健全な水道を継続的に経営するための長期的な計画を立てる体制が整っていない。これは人的な問題と、作業上のソフトの両面について、NPS の現状は十分でないと考えられる。

前述したように水道施設は 1977 年の創業から、現在にいたるまで、改良や拡張は行われていない。そのため施設の老朽化が進んでいるものの、浄水場職員の懸命な保守管理により、施設の運転は、かろうじて維持されている現状である。しかし、施設が本プロジェクトにより改善された場合、新設機器等の運転操作等に慣熟するための支援が必要であろう。又、現在の浄水場のオペレーターは、主に、彼らの経験をベースに作業しているが、本来、浄水処理の理論的な裏付けがあるべきである。たとえば、浄水処理においての薬品使用量の効率をあげる事により、経済的な薬を注入管理が出来る。以上の観点から、本プロジェクトにおいて、次のソフトコンポーネントを提案したい。

(1) 経営運営：

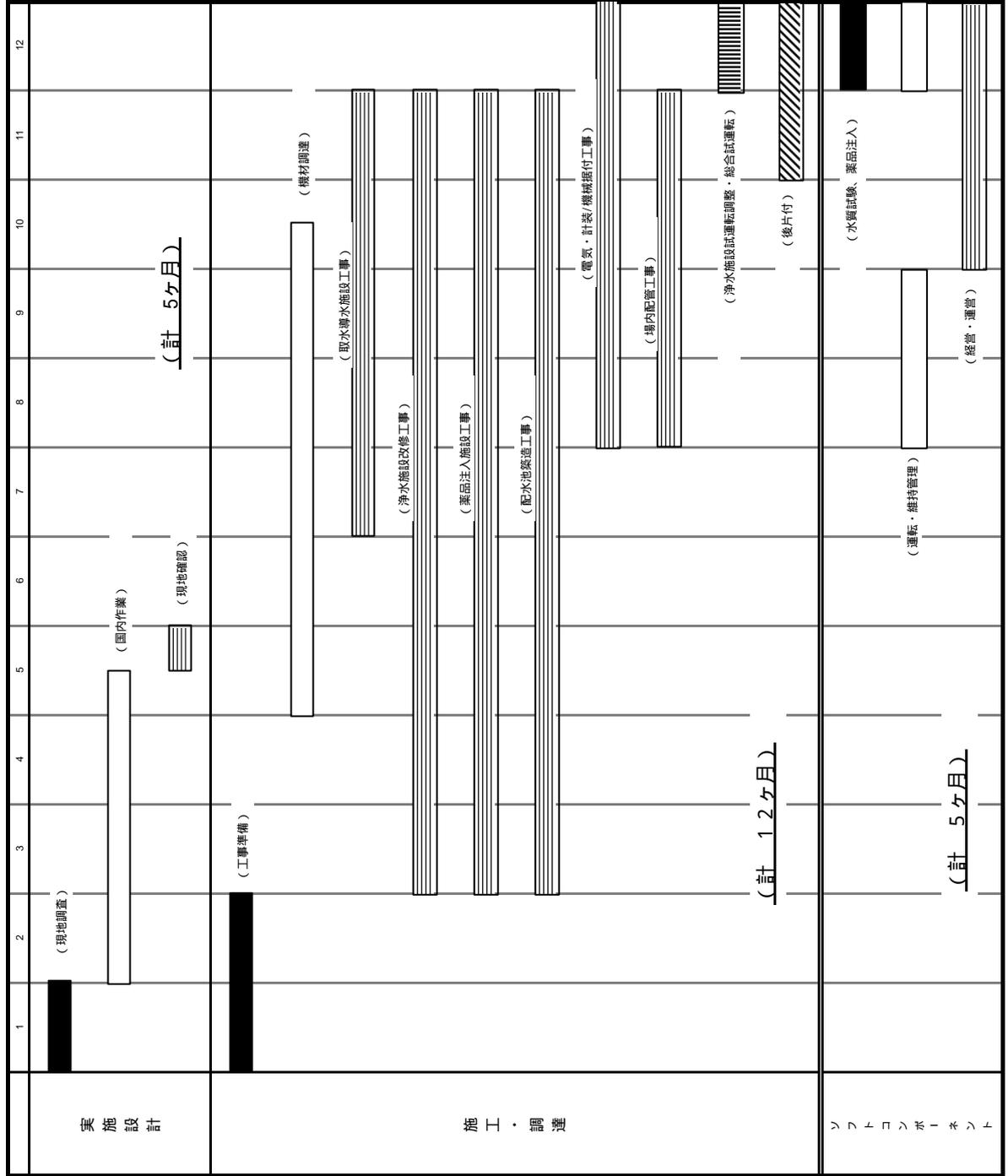
- 経営，財政面に関する助言と指導
- 料金徴収体制に関わる助言と指導

(2) 施設維持管理：

- 改善後の新規施設の運転管理に対する指導，助言
- 浄水処理に関する指導，助言
- 浄水場職員に対するトレーニングへの支援

詳細については，ソフトコンポ - ネット提案書に述べる。

図4-2 事業実施工程表 案件名 ラオス国サバナケット地区上水道施設改善計画



(計 5ヶ月)

(計 12ヶ月)

(計 5ヶ月)

4.2 概算事業費

4.2.1 概算事業費

本事業を日本の無償資金協力により実施する場合に必要な事業費総額は、下記に述べる積算条件によれば、約 6.4 億円となり、日本側及び「ラ」国側負担分についての経費内訳は次のように見積もられる。

(1) 日本側負担経費

表 4-2 日本側の負担経費 単位：億円

事業費区分	合計
(1) 建設費	5.45
ア．直接工事費	(4.23)
イ．現場経費	(0.82)
ウ．共通仮設費等	(0.15)
エ．一般管理費	(0.25)
(2) 機材費	0.01
(3) 設計・管理費	0.93
合計	6.39

(2) 「ラ」国側負担分

- 工事及び試運転に必要な電力・薬品・給水： 700 千円
 - 受電容量増に伴う電力の確保： 300 千円
 - 既設倉庫撤去費： 1,670 千円
 - 職員のトレーニングに係る費用： 300 千円
 - 給水量の増大に伴う給水栓及び給水栓の敷設： 21,300 千円
- 計 24,270 千円 = 0.24 億円

(3) 積算条件

- 1) 積算時点 平成 12 年 11 月
- 2) 為替交換レート 1 US\$ = 108.56 円
- 3) 施工期間 1 期による工事とし、詳細設計、工事、機材調達の期間は施工工程に示した通り。
- 4) その他 本計画は、日本国政府の無償資金協力の制度に従い、実施されるものとする。

4.2.2 運営・維持管理費

今回のプロジェクトは、主として既設の浄水場の改善を行うが、その改善実施後の水道事業の運営・維持管理は、サバナケット水道公社が行う。ここでは、その維持管理費及び概略の経常収支について検討する。

(1) 維持管理費

1) 人件費

今回の改善後の適切な運転・維持管理を行うために必要となる組織体制(各部門ごとの職員数)にもとづいた陣容を想定し、その人件費の概算を表 4-3 に示す。

表 4-3 サバナケット水道公社の職員配置案及び人件費の概算

部署	2000年時点	改修後
1. マネージメント	2	2
2. 総務	4	4
3. 営業	27	29
4. 会計	7	8
5. 計画及び技術	7	7
6. 保守・営繕	15	15
7. ナケ浄水場	14	15
8. 地方事務所	4	4
職員計	80	84
1年あたりの人件費	133,200,000 Kip (1,665,000 Kip /人/年)	142,000,000 kip (1,700,000 Kip /人/年)

上記に示した将来の職員数に関する基本的な考え方は以下のとおりである。

- メーター検針員一人当たりの作業ノルマは既に 500 栓を超えており、料金表の作成期間を考慮するとかなり激務であるため、適切な検針を行うためには増員を含む改善を要する。
- 適正な経営分析及び経営改善を図れる体制とするためアカウントを増強する必要がある。
- 計画技術部門に水道運営の基本計画や施設改善計画を考えるスタッフレベルの充実が望ましい。
- 小口径管の布設・補修、新規給水栓の設置、漏水個所の修理等を担当する保守管理については、その効率化を図るために排水ポンプなどの作業機器や工具、道具を整備することとし、職員数は現状のままとする。

- 浄水場の運転管理に関しては、水質管理者の増強と、運転員の勤務体制を適正なものとして運転管理を強化するための増員が必要となる。

2) 電力費及び薬品費

浄水場を含む水道施設の運転維持・管理として電力料、薬品費は、1995 - 1999 年の実績をベースにして既設浄水施設のリハビリが完成したあとの費用について算定した。これらはナケ浄水場の浄水量を基に算定し、表 4-4 の水道生産コストの中に示した。ただし、試算は施設改修後の必要消費電力量と、適正な薬品使用量にもとづいたため、これらの費用は 1999 年実績に対し大幅に増加している。

(2) 経常収支の試算

現況の水道料金体系、その他財務・収支状況を確認し、浄水施設の運転・維持管理を基に経常収支の試算を行った。尚、既設施設の減価償却費については、経常収支の試算に含めるものとする。

次の3ケースに付いての経常収支を試算し、表 4-5 に示す。

(ケース1) : 現行水道料金の場合、

(ケース2) : 現行料金に対し 10%の水道料金値上げを考えた場合

(ケース3) : 現行料金に対し 15%の水道料金値上げを考えた場合

試算結果によると、ナケ浄水場の生産能力 15,000m³/day を給水した場合、経営収支がバランスするためには現行の水道料金を 10 - 15% 値上げする必要がある事を示唆している。

サバナケット水道を継続的に運営するためには、充分な維持管理費を賄え、ある程度の減価償却が可能な料金体系とすることが重要である。ここで住民の支払能力・意思が料金設定の制約条件となる。訪問調査の結果より、家計費に対する水道料金の負担比率は平均 4%程度と推定された。ラオス人民民主共和国サバナケット上水道改善計画 (H9/11 国際厚生事業団) によれば負担比率は約 2%であり、世銀の調査による上下水合せて 5~6%とされており、水道だけで考えると 3~4%程度と考えるべきであろう。

今後、財務分析を適切に行える人材を育成し、状況に応じた財務検討を行い、減価償却の考え方など協議した上で適正な料金体系としてゆくことが財政面においてプロジェクトを実行可能なものとするために重要となる。

4.2.3 水道料金の設定

NPSはその経常的な赤字経営から、1996年から2000年の間、4回の水道料金の値上げを実施した。その経緯を表4-6に、また水道料金の変遷を表4-7に示す。これによると料金の値上げ率は、2000年において、家庭用約7.4倍、非家庭用3.4倍、平均で約5.5倍であった。これらの料金から算出される1トン当りの平均水道料金は1999年で223Kipであり、現時点(2000年8月)で385Kipとなる。次に表4-4はナケ浄水場の生産コストを示したものである。1999年の単価はNPSの資料から181Kipであるが、施設改修後の試算としては1トン当たり220kipが必要となる。

前述したように、表4-5は水道の経常収支について、1999年の実績と、本プロジェクトによる浄水場施設の改修後の試算を比較したものである。改修後の経常収支試算では、料金を現行の10%と15%増しで計算したが、収支がバランス出来る15%値上げの場合、平均水道料金は1トンあたり443Kipになる。

次に本調査に於いて水道利用者に対して以下の調査を実施した。

- 調査はサバナケット水道の給水区域を4地区に分け、ランダムに469件を選んだ。その内訳はDomestic 376件 Business and Others 93件である。調査は、アンケート方式とし、NPSの職員が各戸を訪問して調査項目の聞き取りを行った。
- 調査結果の要約は表のとおりである。

	平均月収 (Kip/月/戸)	水使用量 (m ³ /日/栓.)	水道料金 (Kip/月/戸)	収入に対する 負担率 (%)
Domestic	83,000-98,000	0.75-1.15	6,500-8,800	7.8-8.9
Non Domestic	185,000-251,000	1.2-1.5	16,000-24,000	8.6-9.5

- 上記調査結果において、平均月収は実態よりかなり過少申告したのではないかと推定される。実態は申告額の少なくとも2倍はあると考えられ、此の点から、水道料金の負担率は、Domestic Use(家庭用)において、4~4.5%の範囲になると考えられる。Non Domestic Use(業務用)の場合も同様に、4~5%程度と成るであろう。
- 上記水道使用量と水道料金から、平均単価を計算すれば、家庭用水の場合 255-288kip/m³、又 Non Domestic で 444-530 Kip/m³ である。

NPSのWater Bill Record から1999年の平均水道料金単価は1トン当たり、約223Kipであるが、同年の経常収支は大幅な赤字であり、現行の料金では収支がバランスしない。したがって、水道料金の見直しは、当然必要になるが、経常収支の試算で見られるように、15%程度のアップは必要とおもわれる。その場合の平均水道料金は1トン当たり443Kip

となり、収入に対する負担率は5%までにあがることになるが、支払可能な範囲であると考えられる。しかしながら、適切な料金体系を取ることで、弱者への負担を軽減する必要がある。

水道料金の値上げはNPSが創案し、DCTPCが査定した上で、サバナケット県知事に申請する。最終的には、県知事が承認するのであるが、値上げ幅に制約を受ける可能性がある。サバナケット水道の健全経営を図るためには、適正な経営分析に基づく長期的な料金改正の策定が必要であり、また料金改正を取り巻くDCTPCやサバナケット県による理解と行政上の支援が必要である。

表 4-4 水道生産コスト

項目	単位	1995	1996	1997	1998	1999	改修後
Production	m3/year	3,586,340	3,559,643	3,593,534	4,136,274	4,377,880	5,475,000
	m3/day	9,826	9,752	9,845	11,332	11,994	15,000
Operation Cost							
1.電力費	Kip	36,096,115	38,687,714	52,353,881	89,638,946	214,260,186	517,900,000
		10	11	15	22	49	
2.薬品費							
2.1 Alum		57,113,701	59,034,000	55,131,500	103,902,594	307,745,910	431,200,000
2.2 Chlorine		4,079,100	3,348,891	4,547,065	6,647,106	9,930,100	207,000,000
2.3 Lime			0	0	0	0	0
2.4 Polymer						9,041,772	0
薬品費計		61,192,801	62,382,891	59,678,565	110,549,700	326,717,782	638,200,000
		17	18	17	27	75	
3.維持費	Kip						
3.1 機材費		11,454,338	11,973,347	20,832,530	52,911,611	104,496,000	15,000,000
3.2 修理費		2,961,641	2,877,200	1,452,125	7,521,745	31,541,376	5,000,000
維持費計		14,415,979	14,850,547	22,284,655	60,433,356	136,037,376	27,000,000
4.人件費 (excluding permanent staff cost)		45,582,878	48,127,726	50,521,183	83,545,442	113,192,750	20,000,000
Total for 1-3	Kip	157,287,773	164,048,878	184,838,284	344,167,444	790,208,094	1,203,100,000
Unit Cost of Operation	Kip/ m3	44	46	51	83	181	220

表 4-5 サバナケット水道公社経常収支の試算

項目	1999 (実績)	改修後		
		Case 1(現行料金)	Case 2(10%値上げ)	Case 2(15%値上げ)
1.収入				
1.1 水料料金				
年平均給水量	11,994	15,000	15,000	15,000
有収水量	3,404,720	3,832,500	3,832,500	3,832,500
水道料金収入	748,108,100	1,401,700,000	1,543,700,000	1,612,900,000
1.2 水道加入料金	26,845,270	157,500,000	157,500,000	157,500,000
1.3 その他収入	209,502,324	38,700,000	46,300,000	44,500,000
収入合計	984,455,694	1,597,900,000	1,747,500,000	1,814,900,000
2.支出				
2.1 人件費	133,192,750	142,000,000	142,000,000	142,000,000
2.2 事務費	124,036,970	124,000,000	124,000,000	124,000,000
2.3 減価償却費	91,374,702	80,000,000	80,000,000	80,000,000
2.4 生産費				
- 薬品費	326,717,782	638,200,000	638,200,000	638,200,000
- 電力費	214,260,186	517,900,000	517,900,000	517,900,000
- 維持費	249,230,126	47,000,000	47,000,000	47,000,000
生産費計	790,208,094	1,203,100,000	1,203,100,000	1,203,100,000
2.5 修繕費	81,846,621	82,000,000	82,000,000	82,000,000
運転・維持管理費	1,220,659,137	1,631,100,000	1,631,100,000	1,631,100,000
2.6 その他支出	66,987,210	67,000,000	67,000,000	67,000,000
2.7 税金	51,936,504	47,937,000	52,425,000	54,447,000
支出合計	1,339,582,851	1,746,037,000	1,750,525,000	1,752,547,000
収支計	-355,127,157	-148,137,000	-3,025,000	62,353,000

注：原価償却費(2.3)は既設施設分のみ計上
税金は収入の3%計上
有収率は70%とする

料金収入

	15,000	3,832,500	料金徴収率(90%)
日平均給水量(m ³ /日)/年間有収水量(m ³)			
平均水道料金(Kip/m ³)-現行	385	1,475,512,500	1,401,700,000
平均水道料金(Kip/m ³)-10%値上	424	1,624,980,000	1,543,700,000
平均水道料金(Kip/m ³)-15%値上	443	1,697,797,500	1,612,900,000

水道加入料金

年間平均水道加入者数	450
1栓当たり平均加入料金	350,000
年間平均水道加入料	157,500,000

表 4-6 水道料金改正の経緯

1996		1998		1999		2000	
項目	料金 (Kip/m ³)						
1.家庭用水		1.家庭用水		1.家庭用水		1.家庭用水	
1-20 m ³ /m	60	1-20 m ³ /m	150	1-20 m ³ /m	185	1-20 m ³ /m	215
21-30 m ³ /m	70	21-30 m ³ /m	155	21-30 m ³ /m	310	21-30 m ³ /m	325
31-40 m ³ /m	120	31-40 m ³ /m		31-40 m ³ /m		31-40 m ³ /m	375
41m ³ /m 以上	140	41m ³ /m以上		41m ³ /m以上		41m ³ /m以上	430
2.商業用水	190	2.商業用水	200	2.商業用水	450	2.商業用水	550
3.事務所用水	140	3.事務所用水	160	3.事務所用水	350	3.事務所用水	same as
Use		Use		Use		Use	domestic use
4.工業用水	250	4.工業用水	250	4.工業用水	500	4.工業用水	650
水道水を原料として		水道水を原料として		水道水を原料として		水道水を原料として	
使用		使用		使用		使用	

Note: (1) 項目 4 はアイス工場、水売り等を含む
(2) 商業用水は商店、レストラン、ホテル、ゲストハウス等を含む
(3) 水道料金の改定は景知事の認可が必要

表 4-7 水道料金の変遷

年	有収水量 (m ³ /年)		料金収入 (K ip)		水道料金 (K ip/m ³)				
	家庭用水	非家庭用水	家庭用水	非家庭用水	家庭用水	非家庭用水			
			計		計	平均			
1995	2,102,397	579,529	2,681,926	105,295,405	98,932,720	204,228,125	50	171	76
1996	2,352,593	643,417	2,996,010	106,735,460	101,813,040	208,548,500	45	158	70
1997	2,315,388	659,195	2,974,583	187,398,540	111,160,760	298,559,300	81	169	100
1998	2,642,682	746,778	3,389,460	341,458,120	142,512,860	483,970,980	129	191	143
1999	2,552,725	802,009	3,354,734	469,720,790	278,387,310	748,108,100	184	347	223
2000・8	245,630	84,434	330,064	82,211,220	44,930,000	127,141,220	335	532	385

第5章 プロジェクトの評価と提言

第5章 プロジェクトの評価と提言

5.1 妥当性にかかる実証・証拠及び裨益効果

ナケ浄水場は建設から24年が経過しており、機械電気設備の老朽化が激しく装置の故障や損傷による各浄水工程の能力及び配水能力が低下している。既存の浄水施設能力は定格能力の80%または日量12,000 m³/dであり、浄水及び配水能力は年4~5%の割合で低下しているものと推定される。一方、人口の増加によって水需要が増加しており、浄水能力に近い運転を強いられている。既設浄水場の改修が行われない場合、日最大需要量に対して2年後、また日平均需要量に対しては5年後に給水量の不足が予想される。従って、本プロジェクトの実施は急を要するものと考えられる。本事業によるナケ浄水場の改修の目的は以下の通り。

- 機械電気設備機器改修による、既設浄水場の有効利用、浄水場能力の安定化及び効率かつ安全な持続的運転
- 流量計の設置及び水質試験機器の整備による、水量・水質の定量的かつ適切な浄水場運転管理の確立
- 故障や損傷による維持管理費用の低減

第3章で詳述したように、ナケ浄水場の改修工事が終了すれば、給水人口に対して給水サービスの向上及び不安定給水の解消が図れることになる。

本プロジェクトによる直接効果を次の評価指標により提示する。

項目	評価指標			
	指標	プロジェクト施行前	プロジェクト施行後	内容説明
対象地域における水道事業の改善	給水人口	40,800人(2000年)	45,000人(2004年)	
	1日平均給水量	9,033 m ³ /日	9,968 m ³ /日	
	浄水能力	12,000 m ³ /日	15,000 m ³ /日	
	年間浄水能力	設計能力の70%	設計能力の100%	7年前から処理能力の低下がみられる年平均4~5%の低下
<p>その他プロジェクトの実施により以下の直接効果が期待できる。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 浄水施設・設備の改修による安定給水(24時間)の確保 2) 水質管理(塩素滅菌・水質モニタリングの強化)による衛生的な水道水の供給 3) 給水量の増加による市中心部周辺を含む給水圧力の改善 				

また、第2章「プロジェクトの周辺状況」で述べたように、第4次5ヵ年計画では、水道セクターを含む都市の基本的なインフラ整備が優先プログラムの1つとして位置づけられている。さらに、1999年8月30日付総理府発信（No.37/PM）の「ラオス国上水道セクターのマネージメント及び発展」によれば、サバナケット市は「ラ」国第2の都市として政府目標の優先順位は高い。本事業が完成すれば都市の居住環境及び水道整備を含む環境衛生の向上に寄与するとともに、インフラ整備による同地区での経済活動を支援することになる。

上記直接効果に加え、ソフトコンポーネントの導入により、以下の間接効果が期待される。

- 施設の運転・維持管理コストを考慮した財務管理
- 料金請求・徴収業務の効率化
- メータ設置率の向上
- 水質管理の徹底
- 実績データの集積及びデータ整理・保管能力の向上
- 実測データに基づく適切な施設の運転・維持管理の実施及び適切な拡充計画の策定

5.2 技術協力・他ドナーとの連携

本事業については、日本国の技術協力、WB・ADB等の他ドナーによる水道整備計画が予定されていないので、それらとの連携の必要性はない。

5.3 課題

本事業の実施は、前述のように対象地域住民の居住環境改善に大きく寄与するものと考えられる。さらに、以下に示す課題が確実に「ラ」国側で実行されれば、本事業はより効果的に持続的なものとなる。

(1) 配水管・給水装置の整備

本事業が完了し「ラ」国側が配水管路及び水道施設末端の給水装置の整備を継続的に実施すれば、本事業で実施される浄水場の改修によって供給される浄水がより一層効果的に利用されることになる。

(2) 水道料金の改正

水道事業にかかる資金は原則として受益者である地域住民が負担しなければならない。第4章「事業計画」で述べたように、今後水道料金を計画的に、かつ、適正に改訂することが望まれる。ただし、料金の改正には水道事業全体の適切な財政計画が立案され、実施されなければならないので、本事業の主管官庁である通信運輸郵政建設省及び「ラ」国の首都圏水道事業を実施しているピエンチャン水道公社の支援と指導を得ることも重要である。

(3) 運営維持管理

第3章「プロジェクトの内容」でも述べたように、本事業完了後、ナケ浄水場の運転管理・水質管理については、サバナケット水道公社職員に対しトレーニングを計画的に行なう必要がある。漏水対策を含む有収率向上については、半永久的な努力が必要になるので、給水装置の整備と共にその準備段階から計画的な手順を定めて進めることが必要である。