

タイ国地方都市水道整備計画調査

最終報告書

和文要約

平成 2 年 3 月

国際協力事業団

社調二

CR (5)

90-58

JICA LIBRARY



1085289151

21594

タイ国地方都市水道整備計画調査

最終報告書

和文要約

平成 2 年 3 月

国際協力事業団



国際協力事業団

21594

序 文

日本国政府は、タイ国政府の要請に基づき、同国の地方都市水道整備計画に係る開発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た。

当事業団は、1988年7月より10月まで、1989年1月より3月まで及び同年10月より11月にわたり、日本上下水道設計株式会社 美和 或男氏を団長とする調査団を現地に派遣した。

調査団は、タイ王国政府関係者と協議を行うとともに、プロジェクト・サイト調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなった。

本報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、ひいては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ある。

終りに、本件調査に御協力と御支援をいただいた両国の関係者各位に対し、心より感謝の意を表するものである。

1990年3月

国際協力事業団
総裁 柳谷謙介

目 次

第1部 パツンタニ、プラチャティバット

第2部 プーケット

第3部 スンガイコロク

第4部 パンガ

第5部 タクアバ

第6部 ツンソン

第1部

パツンタニ、プラチャチパット

目 次

第1編 概論

1. 自然、社会経済	1 - 1
1-1 自然条件	1 - 1
1-2 社会経済条件	1 - 2
2. 水源	1 - 3
2-1 地下水	1 - 3
2-2 表流水	1 - 5
3. 既存水道施設	1 - 6
4. 計画給水人口及び計画給水量	1 - 8
4-1 計画人口	1 - 8
4-2 計画給水区域	1 - 8
4-3 計画給水人口	1 - 8
4-4 計画給水量	1 - 8

第2編 開発計画

5. 代替案の設定と評価	2 - 1
5-1 概説	2 - 1
5-2 水源	2 - 4
5-3 水道システム	2 - 6
6. 事業実施計画	2 - 14

7. 組織	2 - 14
8. 事業費	2 - 14
9. 年次別支出計画	2 - 14

第3編 フィージビリティ・スタディ

10. 計画基礎	3 - 1
11. 事業実施計画	3 - 3
12. 事業費	3 - 3
13. 財務経済分析	3 - 8

13-1 財務分析

13-1-1 資金調達	3 - 8
13-1-2 資金調達計画代替案	3 - 10
13-1-3 収入計画	3 - 10
13-1-4 資金繰	3 - 12
13-1-5 財務分析	3 - 12

13-2 経済分析

13-2-1 プロジェクトの経済評価	3 - 15
13-2-2 プロジェクトの経済費用	3 - 19
13-2-3 経済的內部収益率	3 - 19

図 1-1	D T C P土地利用計画及び将来の都市化の動向	1 - 4
4-1	計画給水区域	1 - 9
5-1	ゾーン区分	2 - 2
5-2	取水地点候補地	2 - 5
5-3	水道システム概念図	2 - 9
5-4	水道システム施設概要	2 - 10
5-5	新規浄水場計画一般図	2 - 13
6-1	事業実施計画	2 - 15
7-1	パツンタニ事業所組織図	2 - 17
10-1	水道システム (第1期)	3 - 2
11-1	事業実施計画 (第1期)	3 - 7
表 2-1	R I D用途配分 (水道用水と塩水制御)	1 - 6
3-1	既存浄水場施設概要	1 - 7
4-1	計画給水量	1 - 12
5-1	ゾーン別許容汲み上げ量と計画給水量	2 - 6
5-2	水道システム代替案	2 - 6
5-3	水道システム代替案の比較	2 - 8
5-4	沈澱池代替案の費用比較	2 - 11
5-5	新規浄水場施設概要	2 - 12
6-1	期別施設概要	2 - 16
8-1	建設費内訳	2 - 18
9-1	年次別支出計画 (運転管理費含む)	2 - 19
10-1	1995年の水需給バランス	3 - 1
12-1	期別建設費内訳	3 - 4
13-1	年次別支出計画	3 - 9
13-2	融資機関の貸付条件	3 - 10
13-3	水道料金	3 - 11
13-4	水道加入金	3 - 11
13-5	メーター使用料	3 - 11
13-6	資金繰表	3 - 13
13-7	財務的費用便益	3 - 16
13-8	経済便益	3 - 18

13-9	經濟費用	3 - 20
13-10	經濟的内部收益率	3 - 21

第 1 編 概論

1. 自然、社会経済

1-1 自然条件

(1) 概説

パツンタニ、プラチャチパットは、首都バンコクよりそれぞれ北西へ28km、北へ20kmの位置にあり、首都バンコクに隣接している。パツンタニはパツンタニ県の県庁所在地であり、プラチャチパットはパツンタニよりチャオプラヤ河を越えて、東へ11km離れている。この地理的利点が、これらの地区の急速な発展と拡大をもたらしている。すなわち、バンコクで働く増加する一方の人口は、これらの地区に居を構え始め、工場の進出も続いている。この傾向はバンコクに近いプラチャチパットにおいてとくに著しい。

(2) 地形

パツンタニはチャオプラヤ河の右岸に、一方プラチャチパットは左岸に位置している。これらの総面積は1,153km²で、南は首都バンコクに接している。両地区とも標高1～3mの平野部にあり、稲作が行われており、地下水汲み上げがしばしば見かけられる。

チャオプラヤ河はタイ国最大の河川で、流路延長は1,100km、流域面積は180,000km²に及び、ジャム湾に注いでいる。パツンタニでの河幅は約200～300mで、流量は2,200m³/秒に達している。

(3) 地質

首都バンコクに隣接するパツンタニ、プラチャチパットは、チャオプラヤ河に沿った平坦で低い扇状地を形成しているチャオプラヤ下流中央平野にある。チャオプラヤ下流中央平野は、厚い沖積世および第3紀堆積物で覆われている。最上の厚い粘土はバンコク粘土層と呼ばれ、厚さは約20～30mもあり、調査対象地域全体を覆っている。このバンコク粘土層は3種類、すなわち、(1)風化粘土、(2)軟弱粘土、(3)硬化粘土に分けられ、地盤沈下を考える際の重要な因子の1つになっている。地質構造からは、南北に走る断層を形成する広大な被圧地下水盆がある。地下水は一連の広大な砂、砂利から成る被圧帯水層に包蔵され、バンコク粘土層の下にある最

大深さ 500~600mの更新世層まで及んでいる。

(4) 気象

パツンタニ、プラチャチパットの年間平均降雨量は約 1,300mmで、降雨量分布は季節的である。全降雨量の半分以上は5~10月の雨季に発生し、低地では一連の氾濫がある。他の期間の降雨量は少ない。

年間平均蒸発量レベルは、約 1,780mmで、月間変動はほとんどない。相対湿度は高く、9月の79.9%から1月の69.7%の間にある。月間平均気温は4月の29.9℃から12月の25.5℃の間にあり、その差は 4.4℃である。既往最高・最低気温はそれぞれ40.8℃、10.0℃である。

1-2 社会経済条件

これらの地区の社会経済状況は次のようにまとめられる。

- パツンタニ県の純生産額では、製造業が圧倒的なシェアを占め、これに農業、商業が続いている。1980~1986年の伸び率で見ると、金融業が高い伸びを見せており、これに輸送業、通信業、製造業が続いている。
- パツンタニ県はバンコクに近いものの、なお農村的特徴を残しており、最大の雇用業種は農業になっている。基盤施設はまだ十分に整備されていないが、この基盤施設の整備と工場立地が県経済を一層加速させることが予想される。
- パツンタニ県はバンコクの膨張する人口を吸収しつつあり、バンコクへの過度集中を緩和することが期待されている。
- 現在両地区には土地利用の用途指定がなされており、パツンタニでは将来の行政区域拡大を考慮して区域外の周辺町村を、また、プラチャチパットでは都市化の傾向を見せているクロンルアン郡およびタニャブリ郡のパホンヨティン道路沿の周辺町村を包含している。これらの区域は商業の中心であるとともに、工業の中心でもあり、ナバナコン工業団地、大規模工場、および民間工業団地開発が進められているバンカディ地区を含んでいる。
- 県内における活発な投資を考えると、両地区の都市化の進展はこれらの用途指定地域に止まらないように思われる。
- パツンタニでは前述したように市域の拡大が考えられており、拡張区域は急速な市街化工業・住宅の発展が見られるチャオプラヤ河西岸ムアン郡の大部分を包含することが

予定されている。

- 将来の工業化はパホンヨティン道路沿、ムアン郡の南部、ラットルンケーオ郡の東部、および国道 305号線とラムルカ道路沿が考えられる。MWA の水源保全区域に含まれない南部地区がとくに多くの工場を引き付けることになる。
- パツンタニ県はバンコク首都圏及びその周辺地区の中でも、重要な教育の中心地になっており、数多くの教育施設が存在している。主要なものには、アジア工科大学、タマサート大学ランシット校舎、バンコク大学、プレブリウィタヤロンコーン大学、ランシット大学、バンブーン農業大学がある。

主要道路沿に線的に伸びる都市化の傾向を考えると、農業地域での土地利用の調整が必要である。また、非効率な投資と交通混雑の可能性を避けるために、開発行為に対する管理が、補助道路整備とともに探究されるべきである。

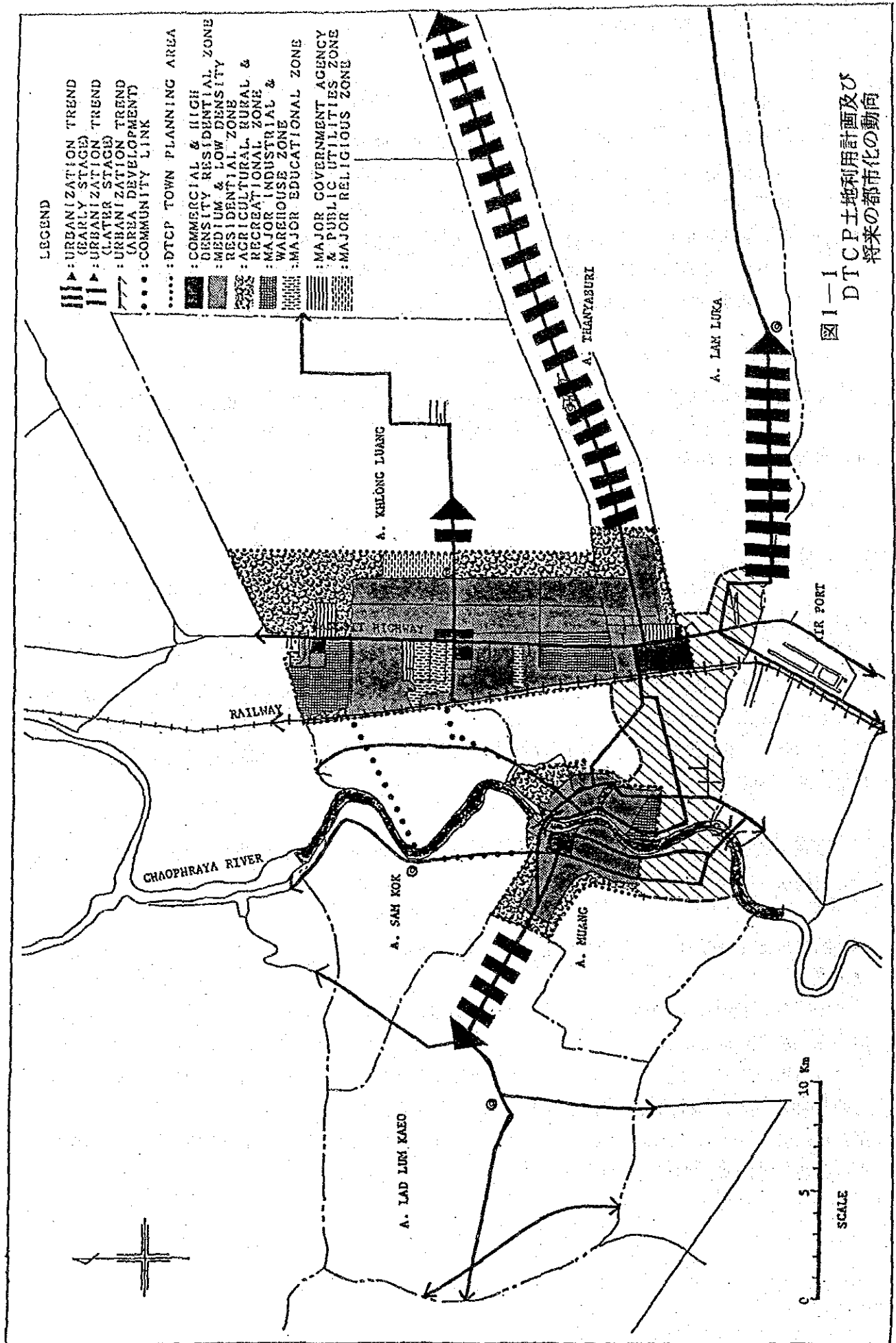
2. 水源

2-1 地下水

パツンタニ、プラチャチパット地区の急速な発展に伴って、地下水が全域において工業用及び生活用にふんだんに使用されている。政府はバンコクで進行している地盤沈下及び塩水侵入に対処するため、民間による新たな地下水開発に対しては、鉱物資源局 (DMR) の承認を義務づけている。

現在 PWAが所有する水道用の深井戸は、パツンタニで 3本、プラチャチパットで 8本あり、一方民間所有の深井戸は65本以上を数える。

鉱物資源局 (DMR) 及び首都圏水道公社 (MWA) の統計によれば、バンコク首都圏及びその周辺地区 (サムットプラカン、サムットサコン、ノンタブリ、パツンタニ、アユタヤの 5 県) で取水されている地下水量は、1982年 4月現在で $1,400,000 \text{ m}^3/\text{日}$ を越えており、このうち 32% が公共用、68% が民間用である。しかも、MWAの中央給水区域内でほとんどが引き抜かれており、その量は $1,318,000 \text{ m}^3/\text{日}$ と、チャオプラヤ河下流域で引き抜かれる全地下水量の 74% を占めている。このうち公共用は $447,000 \text{ m}^3/\text{日}$ で 110本の深井戸から、民間用は $871,000 \text{ m}^3/\text{日}$ で 8,492本の深井戸が引き抜かれている。この地下水の過剰汲み上げが、深刻な地盤沈下と塩水侵入の問題を引き起こしている。



アジア工科大学 (AIT) と鉱物資源局 (DMR) の研究によれば、過去40～50年の間に、バンコク地区は30～80cm沈下している。1975～1980年の最近5か年における年間平均沈下速度は、バンコク市街部で5～10cm、また、その最大はバンコク東部で12cm以上となっている。

調査対象地域の中央にあるアジア工科大学 (AIT) では、平均速度2～4cm/年、最大速度8cm/年で沈下しており、乾季の沈下速度は雨季のその2倍を記録している。

地盤沈下は多くの要因、とくに下層土の圧密特性によって支配される。バンコク粘土層は軟らかくて含水率が高く、単位重量が非常に低いため、圧密性が高い。これが、沈下の原因に関係している。

地下水の水位は、1950年代には地表より8～9m下に在ったが、現在ではプラブラデン層、ナコンルアン層、ノンタブリ層の各層でいずれも35～50m下がっている。

塩水侵入の問題は、バンコクの南西部と南部でほとんどが発生しており、塩水の最前線はチャオプラヤ河を渡って、過剰汲み上げが続いている中央バンコクの北東部まで到達している。

チャオプラヤ河下流域における地下水涵養については、研究所、政府機関によって様々な調査がなされているが、結論としては、地下水汲み上げ量は800,000m³/日を越えてはならないとされている。また、許容汲み上げ量は約70～80m³/日・km²である。地域面積は1,130km²であるので、まんべんに汲み上げられるとすれば、許容汲み上げ量は80,000～120,000m³/日となる。

2-2 表流水

1987年にチャオプラヤ河下流域で深刻な水不足が生じた。問題の重要性に鑑みてチャオプラヤ河分水ダムを管理する王立灌漑局 (RID) は、用途別配分を定めたが、このうち水道用と塩水制御に100m³/秒(2×10⁹m³/8か月)を割り当てている。RIDはメグロン分水プロジェクトが完成した暁には、これを145m³/秒まで増やすことを計画している(表2-1参照)。この余りがPWAのプロジェクトに利用できることになるが、乾季における水道用の水量は極めて限られているので、RID等関係各機関との調整が必要である。

表2-1 RIDの用途配分(水道用水と塩水制御)

(単位 $\text{m}^3/\text{秒}$)

用 途	1987	2011
水道用水(MWA)	28	55
塩水制御	70	70
余り	2	20
計	100	145

3. 既存水道施設

PWA パツンタニ事業所は地下水を水源として1962年に創設され、当初の給水能力は $40\text{m}^3/\text{時}$ であった。1977年に $60\text{m}^3/\text{時}$ の深井戸増設によって、給水能力は $100\text{m}^3/\text{時}$ に拡張されている。現在さらに1本の深井戸が建設中である。

パツンタニ第1浄水場では、深井戸より汲み上げられた原水は 200m^3 の浄水池で貯留殺菌され、需要水量の多い時は配水ポンプで直送され、需要水量の少ない時は 50m^3 の高架水槽から自然流下で配水されている。

パツンタニ第2浄水場では、深井戸より汲み上げられた原水は 500m^3 の浄水池で貯留殺菌され、配水ポンプで直送されている。

PWA プラチャチパット事業所は、地下水を水源として1982年に創設され、当初の給水能力は $240\text{m}^3/\text{時}$ であった。1984年の $50\text{m}^3/\text{時}$ の深井戸増設によって、給水能力は $290\text{m}^3/\text{時}$ に拡張され、現在さらに $50\text{m}^3/\text{時}$ の深井戸1本(名称未定)と $120\text{m}^3/\text{時}$ の深井戸2本(クコット浄水場)を建設中である。浄水、配水方式はパツンタニ第1浄水場と同様である。

PWA パツンタニ、プラチャチパット両事業所の施設概要を表3-1に示す。

表 3-1 既存浄水場施設概要

施設内容	パツタニ第1	パツタニ第2	ブラチャパット第1	ブラチャパット第2	ラムルカ	タニヤブリ
計画浄水場	40 m ³ /時	120 m ³ /時	240 m ³ /時	120 m ³ /時	240 m ³ /時	50 m ³ /時
深井戸	40 m ³ /時 x 1本	60 m ³ /時 x 2本	120 m ³ /時 x 2本	120 m ³ /時 x 1本	120 m ³ /時 x 2本	50 m ³ /時 x 1本
原水ポンプ	40 m ³ /時 x 40m x 11kw x 1台	60 m ³ /時 x 60m x 30hp x 1台	100 m ³ /時 x 90m x 2台	120 m ³ /時 x 70m x 1台	120 m ³ /時 x 70m x 2台	
		60 m ³ /時 x 60m x 30hp x 1台 (両掛)				
浄水地	200 m ² x 1池	500 m ² x 1池	2,000 m ² x 1池	1,000 m ² x 1池	1,000 m ² x 1池	500 m ² x 1池
浄水ポンプ	120 m ³ /時 x 40m x 30kw x 1台	130 m ³ /時 x 28m x 17.4kw x 2台	150 m ³ /時 x 34m x 33hp x 2台	120 m ³ /時 x 35m x 2台	120 m ³ /時 x 35m x 3台	
		120 m ³ /時 x 40m x 30hp x 1台 (エンジン掛)	150 m ³ /時 x 35m x 33hp x 1台 (エンジン掛)			
高架水槽	50 m ³ x 1塔	なし	250 m ³ x 1塔	120 m ³ x 1塔	120 m ³ x 1塔	120 m ³ x 1塔

4. 計画給水人口及び計画給水量

4-1 計画人口

将来人口は下記の方法により予測する。

- 2001年までの各郡の人口を過去7ヶ年の増加率を用いて予測する。
- 衛生区のある町については1980年以降の増加率を用いて予測し、衛生区のない町については郡内におけるシェアに基づいて予測する。
- 工場の立地動向、住宅の建設動向、大学の拡張計画、MWAの水源保全区域との絡み、現在の行政区域を越えて市街化していく傾向、道路網の状況を考慮して適宜シェアに若干の補正を加える。
- 2001年以降の人口は直線的に伸びるものとし、1987～2001年の年間平均増加人口を用いて予測する。
- クロソルアン郡のクロソヌン町については大学およびナバナコン工業団地の寄与を別途考慮する。

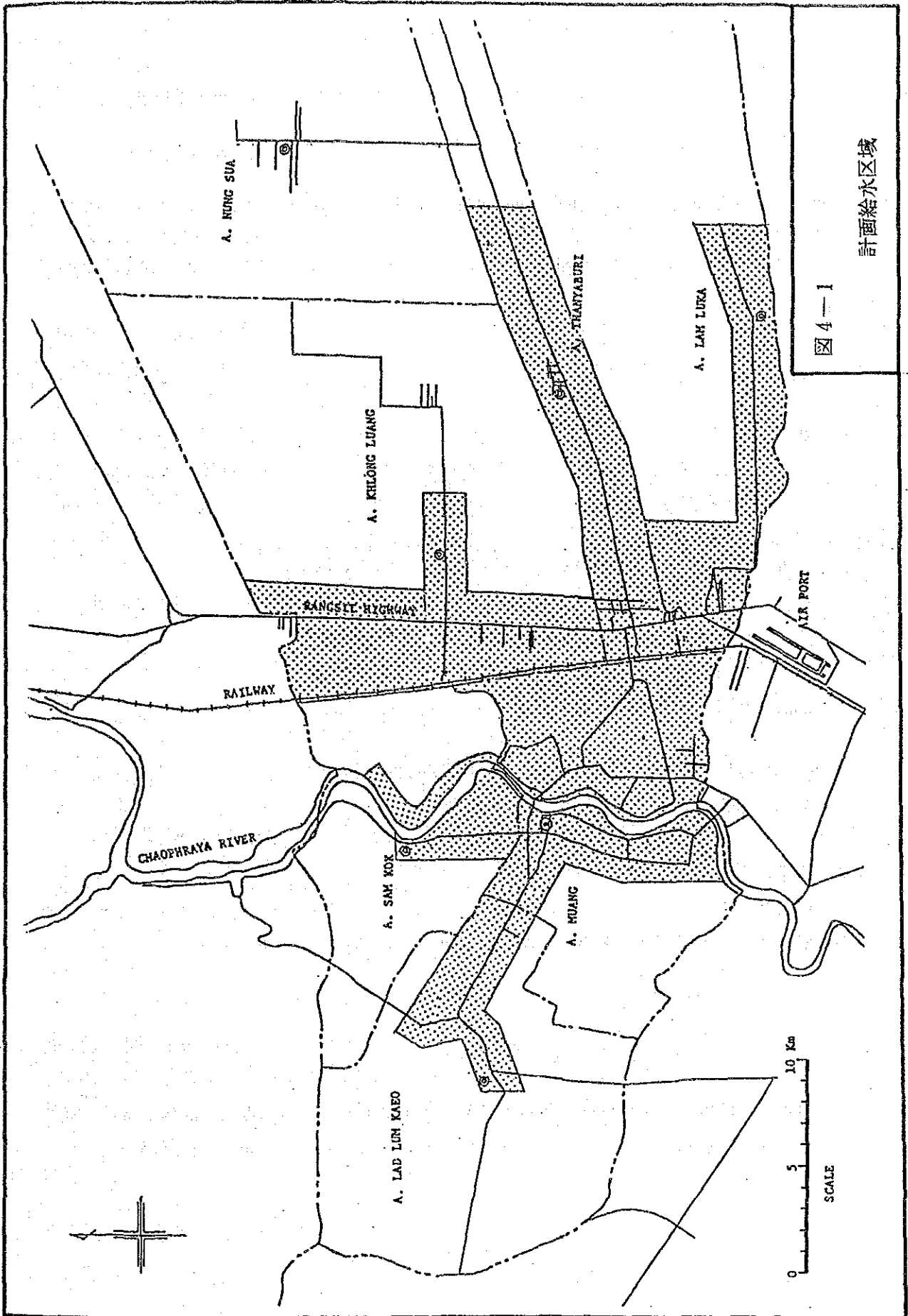
これより、2011年の調査対象地域の人口は 938,900人と予測される。平均増加率は 1987～2001年が4.9%、2001～2011年が2.5%となっている。

4-2 計画給水区域

将来の給水区域はDTCPの開発計画、PWAの水道整備戦略、将来の土地利用、人口の伸び、工業団地・住宅団地開発の見込みを考慮して図 4-1のように定める。

4-3 計画給水人口

計画給水人口は計画給水区域を高・中・低密度地区に分け、2011年における普及率をそれぞれ90%、60%、50%と定めて、376,271人に設定する。このときの普及率は計画給水区域内人口559,909人に対して67.2%である。



計画給水区域

図 4-1

4-4 計画給水量

(1) 基礎水量

パツタニ事業所における1987年の配水量は $1,031,440\text{m}^3/\text{年}$ 、給水量は $570,319\text{m}^3/\text{年}$ 、給水栓数は1,445個となっている。また、プラチャチパット事務所におけるそれらはそれぞれ $1,204,972\text{m}^3/\text{年}$ 、 $707,649\text{m}^3/\text{年}$ 、1,735個となっている。

1985～1987年のPWA 用途別大口使用者データに基づいて、将来の需要水量を下記の方法により個別に予測する。

1) 生活用水

計画給水区域を高・中・低密度区域に分けて、それぞれの1人1日使用水量を定め、計画給水人口×1人1日使用水量により算出する。

2) 公共用水

官庁、学校、病院に分けて、次式により算出。

官庁用水： 計画給水人口×1人1日使用水量 (5 lpcd)

学校用水： 就学生徒数×1人1日使用水量 (20 lpcd)

病院用水： ベッド数×1ベッド1日使用水量 ($1.5\text{m}^3/\text{日}\cdot\text{ベッド}$)

3) 商業用水

計画給水人口×1人1日使用 (10 lpcd) により算出。

4) 大学用水

使用水量はアンケート調査によれば2011年で $6,900\text{m}^3/\text{日}$ であるが、近い将来の予想水量しか示せない大学もあることから、余裕をみて $10,000\text{m}^3/\text{日}$ とする。

5) 工業用水

①既存工場、②Nava Nakhon 工業団地、③Bangkadi工業団地、④DTCPによって工業地区に指定されているBangkadi地区、⑤同じくRansit地区、および⑥その他の地区における新規工場に分け、①の既存工場について工業省の工場排水量調査結果より、②～⑤については工場敷地面積×単位面積当り1日使用水量 ($30\text{m}^3/\text{日}/\text{ha}$) より算出。

6) その他用水

生活用水と公共用水の合計の4.6%を見込む。

(2) 無効水率

無効水率は1987年にパツンタニで44.7%、プラチャチパットで41%となっており、かなり劣悪である。PWAは大きな戦略目標の1つに漏水防止を挙げ、海外より専門家も招いてその技術指導を受けており、無効水率を1995年には25%、2010年には20%まで改善することを目標にしている。現在の給水区域は実態として悪いが、新規給水区域については、材料の変更、施工性の改善により、当初より無効水率を低く抑えることができると期待されるため、既存給水区域と新規給水区域に分けて無効水率を設定し、2011年にはそれらがPWAの戦略目標である20%のレベルに到達するものと想定する。

(3) ピーク率

パツンタニ、プラチャチパットでは将来の需要水量は現在の給水量をはるかに上廻り、しかも給水栓が著しく伸びているため、現況のデータはまったく参考にならない。

首都圏水道公社(MWA)の調査によれば、1日平均に対するピーク率は1日最大で1.20、時間最大で1.50となっている。一般に水道における水量変動は、その規模が拡大するに従って緩和される傾向にある。パツンタニ、プラチャチパットの広域水道もMWAほどではないが、規模の大きい部類に属する。また、需要水量予測によればパツンタニ、プラチャチパットの全需要水量の42.3%は工業用水で占められている。工場の稼働時間中における使用水量はほぼ安定しているため、工業用水のピーク率を1.0、その他用水のピーク率を1.30として水量構成比に基づく加重平均ピーク率を求めると1.17となる。したがって、本計画では1.20を用いるものとする。

(4) 計画給水量

計画給水量は表4-1のようにまとめられる。2011年における計画給水量は1日平均で218,240 m³/日、1日最大で261,888 m³/日となる。

表 4-1 計画給水量

(単位: m³/日)

用 途	1987	1991	1996	2001	2006	2011
生活用水	2,560	6,319	14,205	26,529	47,595	73,657
公共用水	338	1,578	3,141	4,590	6,634	7,474
商業用水	505	1,182	2,353	3,439	4,970	5,599
大学用水	0	0	3,547	4,289	8,627	10,000
工業用水	0	0	28,100	39,851	69,753	74,130
その他用水	156	363	798	1,431	2,495	3,732
小計	3,539	9,443	52,144	80,129	140,073	174,592
ゾーン内訳						
ゾーン1		5,923	13,418	26,494	39,511	50,334
ゾーン2		0	31,218	38,282	44,135	49,383
ゾーン3		285	1,211	2,486	4,594	7,799
ゾーン4		610	1,137	2,084	5,390	8,481
ゾーン5		0	0	0	9,808	10,822
ゾーン6		0	0	0	17,787	23,239
ゾーン7		2,626	5,159	10,784	15,967	20,518
ゾーン8		0	0	0	2,880	4,015
ゾーン1と7		8,549	18,577	37,278	55,478	70,852
その他のゾーン		895	33,566	42,852	84,594	103,739
無効水率 (%)						
ゾーン1と7	43	26	25	23	21	20
その他のゾーン	20	20	20	20	20	20
無効水量	2,685	3,227	14,584	21,848	35,896	43,648
1日平均給水量	6,244	12,670	66,728	101,977	175,969	218,240
ピーク率		1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
1日最大給水量		15,204	80,074	122,372	211,163	261,888

注) ゾーンについては 5章参照のこと。

第 2 編 開発計画

5. 代替案の設定と比較

5-1 概説

パツンタニおよびプラチャチパット両地区の急速な発展に対処するには給水区域と水道システムの広範な拡張が図らなければならない。これは開発計画の施設計画を考慮する際に最も重要である。約 344km²にもおよぶ2011年の広大な計画給水区域のいかなる地点においても適正な水圧を維持するために、配水管網に慎重な配慮が必要である。水圧を適当な範囲に維持することは、管を破裂あるいは漏水から護るだけでなく、高水圧によって生じる蛇口からの不必要な放水を防止することによって水を節約するためにも重要である。また、配水管網は、配水並びに送水のためのポンプ運転が経済的になされるようにうまく構築されなければならない。今ひとつ考慮すべき点は、原水取水と浄水方式の選択である。これらは多くの施設を必要とし、本地域の発展に大きな役割を担っており、いかなる水需要パターンに対しても効率的かつ高い信頼性を持って運転されなければならない。運転上の能力および特性と並んで、効果的な財政計画作成のために、段階的开发を考慮すべきである。したがって施設計画は建設および運転の両面における費用効果を目的とすべきである。本地区では民間投資が増加し、これが土地価格を相当上昇させており、土地取得は深刻な問題となりつつある。したがって所要土地面積を計画段階で最小化することにより、土地取得問題によって事業実施が妨げられないように図るべきである。

これらのことを考慮して、施設計画では次の概念を導入する。

(1) 計画給水区域のゾーン化

計画給水区域をいくつかの町から成るブロックに分け、浄水が適正範囲の給水圧を持って配水池より配水されるようにする。各配水池は、需要水量パターンおよび配水管網にもよるが、1ないし2のゾーンを受持ち、浄水はまず浄水場から配水池に送水され、その後各配水管網にポンプより直送されるものとする。ゾーン化には次のような利点がある（図 5-1参照）。

- 1) 各給水区域における需要水量は人口特性および社会状況によって異なり、これが各ゾーンの優先順位を考える際の有効な手掛かりとなる。

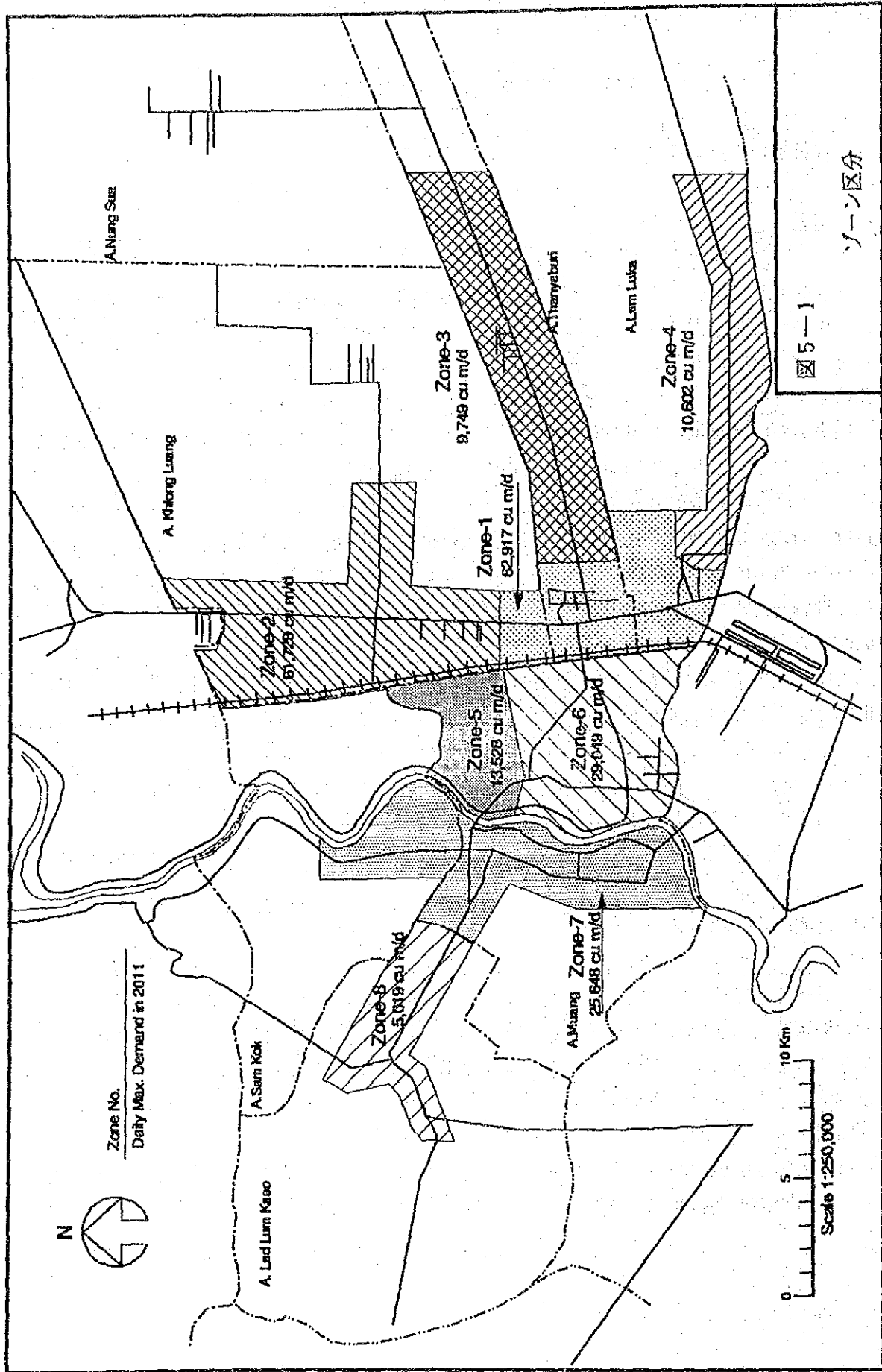


図 5-1

ゾーン区分

2) 安定送水

計画給水区域は広大であり、浄水場から直送した場合には給水圧を適当な範囲に維持することが困難である。適当な給水圧を確保するには、浄水を浄水場より先づ配水池に送って、そこから配水するのがよい。

3) 管設計における費用効果

浄水場から配水池までの送水管は、計画給水区域における需要水量の時間変動を配水池の滞留時間で吸収し得るので、時間最大でなく1日最大で設計でき、直送の場合より管径を小さくできる。

4) 運転管理の容易さ

各ブロックは浄水場の運転と分離独立しているため、配水システムの運転管理が容易である。事業所の組織も浄水と配水の分離によって、職務が明確になり、単純化される。

(2) 既存浄水場用地の最大利用

土地価格の上昇により、本地区における土地取得は決定的問題になりつつある。したがって施設計画では所要土地面積の最小化を図るべきであり、既存の深井戸を水源とする浄水場用地は最大限活用されるべきである。

(3) 新規浄水場用地の最小化

これも土地取得問題に絡んでいる。土地取得が困難な状況の中で、浄水場は広大な用地を必要とする。従って、技術的、経済的実施可能性が満たされる範囲で、極力所要用地の最小化が図られなければならない。

(4) 経済的な実施計画

パツンタニとプラチャチパットにおける水道事業は大規模都市水道施設を新たに建設するのと同じであり、多大な投資を必要とする。従って、拡張戦略は慎重に樹て、最大の経済効果を挙げるようにしなければならない。

5-2 水源

前述したように、地下水の過剰汲み上げによって、地盤沈下と地下水位降下が進行している。地下水が現在のような勢いで汲み上げられている限り、この問題は決定的な状態に立ち到り、地盤沈下による不同沈下によって建物は深刻な損傷を受けることになる。

したがって、早急に水源を地下水より表流水に転換することが不可欠である。しかし本調査完了後でさえ、表流水が水道用に利用できるようになるまでには、最低5年はかかることが予想される。

(1) 取水地点の選定

チャオプラヤ川の表流水取水については図 5-2に示すように、(1)左岸の MWA取水地点より 7km上流、(2)右岸のサムコック側、(3)左岸の MWA取水地点より 0.6km上流の3地点が考えられる。これらの3地点は、流況の安定性・上流に排水を流す工場・研究所の有無、基礎条件については同等であるが、取水地点近くに浄水場用地を確保でき、現場までのアクセスが良いという点で(1)がやや優れ、(3)がこれに続いている。水質的には大差はないので、(2)を除けば、(1)と(3)の間の技術的優位性はほとんどないと言ってよい。したがって後述する建設費・運転管理費・土地取得費に基づいて評価するものとする。

(2) 水源開発計画

表 5-1に示すように、PWAの深井戸だけでゾーン1、4、7の許容汲み上げ量を上廻っており、一方ゾーン2、5、6は既存工場または工業団地で利用されている深井戸によって、許容汲み上げ量を上回っていると考えられる。したがって、深井戸の開発はゾーン8以外では不可と考えて良く、チャオプラヤ川の表流水取水が、最も優先的かつ緊急になされなければならない。

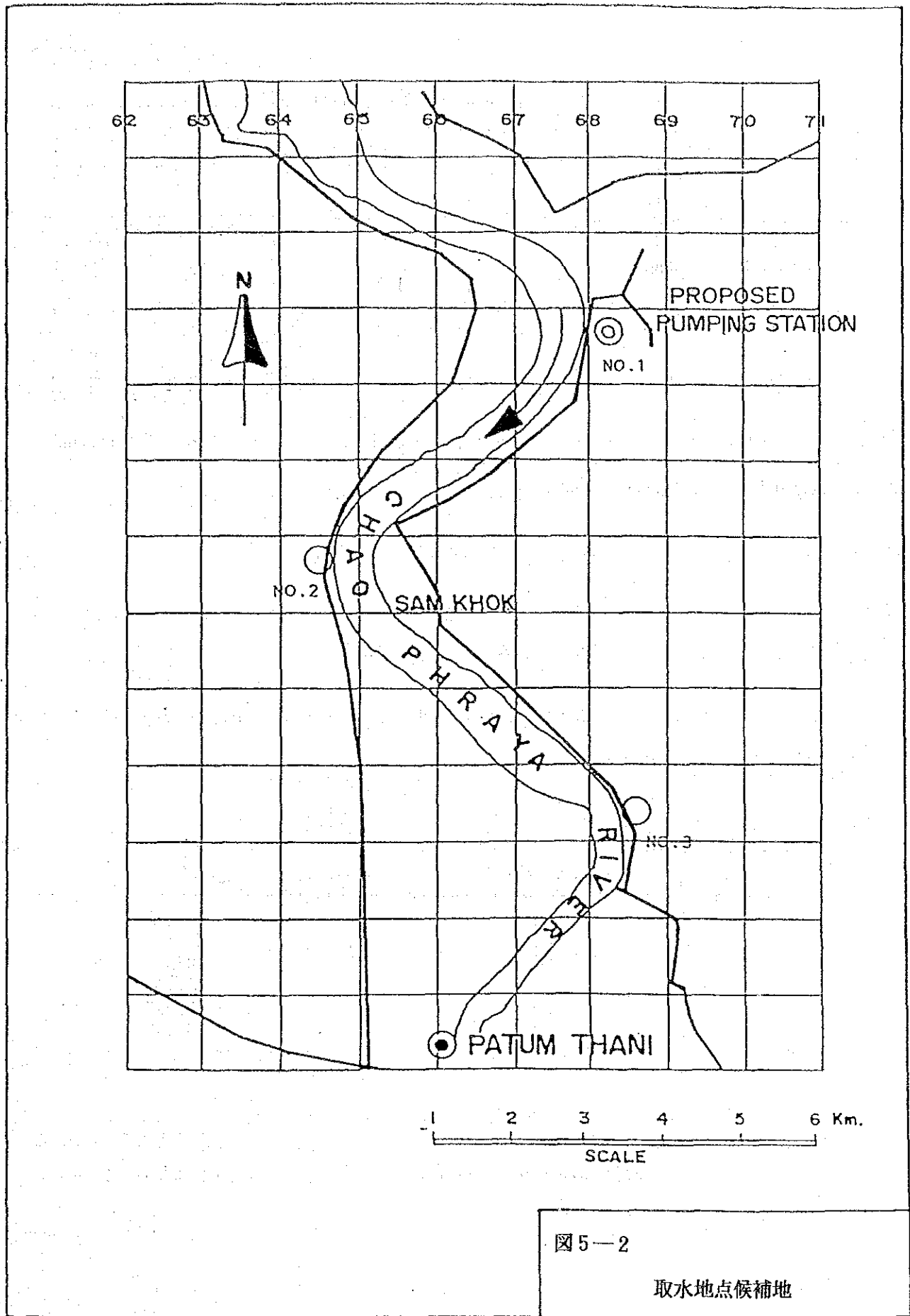


图 5—2

取水地点候補地

表 5-1 ゾーン別許容汲み上げ量と計画給水量

ゾーン	面積 (km ²)	許容汲み 上げ量 (m ³ /日)	既存井 (m ³ /日)	1口最大給水量				
				1991	1996	2001	2006	2011
1	45.0	4,678	8,640	7,400	18,418	36,447	52,727	66,432
2	68.1	7,080	-	0	46,692	56,930	64,193	72,460
3	53.5	5,560	2,880	436	4,903	3,814	6,635	11,699
4	34.7	3,607	5,760	3,110	5,378	10,233	14,433	21,791
5	23.3	2,420	-	0	2,722	9,791	14,656	16,233
6	46.8	4,860	-	0	6,646	18,857	27,573	36,473
7	45.0	4,680	6,720	4,349	8,978	17,040	24,017	30,777
8	28.3	2,940	-	0	0	2,059	4,320	6,023
合計	344.8	35,820	24,000	15,295	90,737	155,171	208,554	261,888

注) 既存井とは PWAの既存深井戸施設の能力を示す。

5-3 水道システム

(1) 取水地点の位置および送配水システム

水道システムについては、取水地点の位置、浄水場の位置および送配水の方法により、表 5-2 に示す 6 つの代替案が設定される。

表 5-2 水道システム代替案

代替案	取水地点の位置	浄水場の位置	送配水の方法
1-1	(1)	A	併用式
1-2	(1)	A	分離式
2-1	(1)	B	併用式
2-2	(1)	B	分離式
3-1	(3)	B	併用式
3-2	(3)	B	分離式

A : 取水地点(1)の近く B : 取水地点(3)の近く

いずれの代替案においてもゾーン 2 とゾーン 6 に配水池用地が新たに必要となるが (他のゾーンについては既存浄水場用地を利用)、代替案 2-1、2-2、3-1、3-2 におけるゾーン 2 水池用地は代替案 1-1、1-2 より大きくなる。

各代替案の費用比較の結果は表 5-3に示す通りで、取水地点を MWAの取水地点より 0.6km 上流に取り、その近くに浄水場を建設して、送水管と配水管を分離する代替案 3-2が、費用的には最も安く、原水監視・送水制御といった技術面においても優れており、本事業の中で採用するものとする。

代替案 3-2の概念を図 5-3に、施設概要を図 5-4に示す。

表5-3 水道システム代替案の比較

(Unit : Baht 1000)

Item	A l t e r n a t i v e					
	1 - 1	1 - 2	2 - 1	2 - 2	3 - 1	3 - 2
Construction Cost						
1. Raw Water Intake	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9	66.9
2. Raw Water Pipe	5.3	5.3	184.8	184.8	5.3	5.3
3. Treatment Plant	656.0	656.0	656.0	656.0	656.0	656.0
4. Distribution Reservoirs	345.7	367.5	345.7	367.5	345.7	367.5
5. Transmission / Distribution Main	953.8	977.3	845.6	734.4	845.6	734.4
Construction Cost	2,027.7	2,073.0	2,099.0	2,009.6	1,919.5	1,830.1
Total	(110.80)	(113.27)	(114.69)	(109.81)	(104.88)	(100.00)
Land Cost	177.0	177.0	177.0	177.0	177.0	177.0
Operation Cost (1995-2011)						
Raw Water Intake/Transmission Cost	85.9	85.9	197.7	197.7	85.9	85.9
Transmission/Distribution Cost	715.0	678.2	747.0	677.9	747.0	677.9
Total	3,005.6	3,014.1	3,220.7	3,062.2	2,929.4	2,770.9
	(108.47)	(108.78)	(116.23)	(110.51)	(105.72)	(100.00)
Raw Water Inspection/Control	Easy	Easy	Difficult	Difficult	Easy	Easy
Water Transmission Control	Difficult	Easy	Difficult	Easy	Difficult	Easy

Note : Cost of Transmission/Distribution Main is for comparison only.
 Operation cost not including Chemical, Manning, and Repair costs which are common.

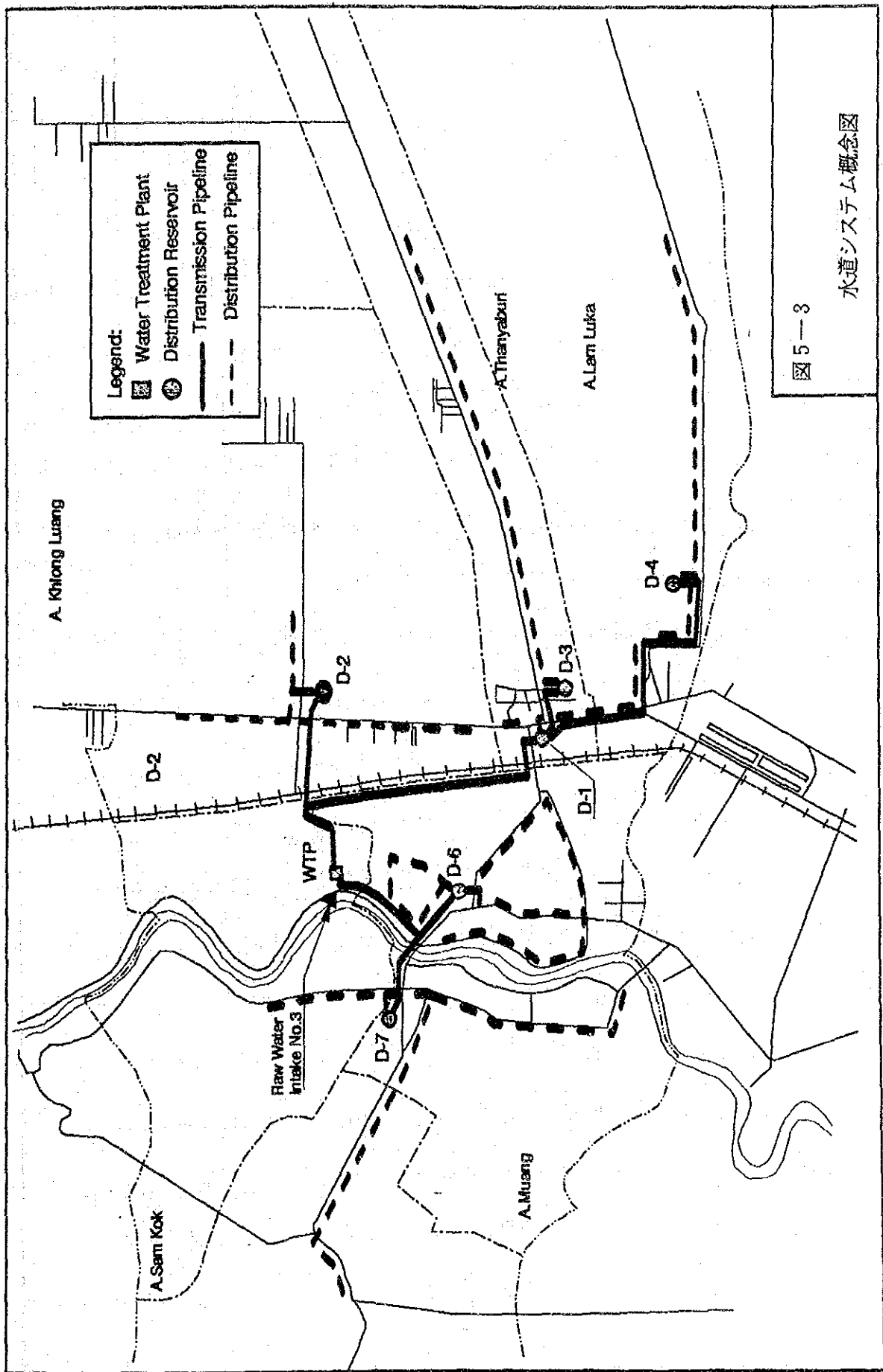


図 5-3

水道システム概念図

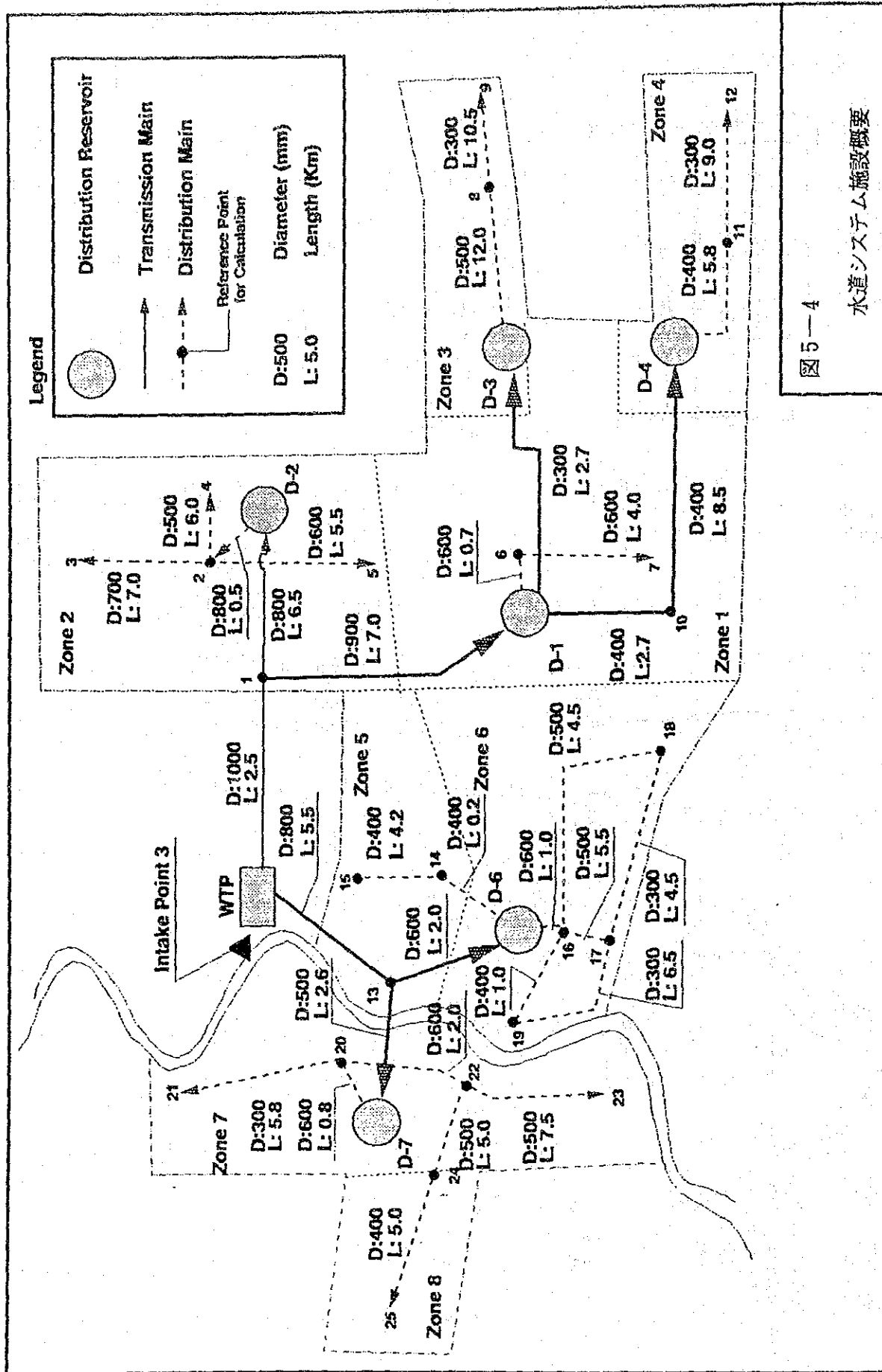


図 5-4

水道システム施設概要

(2) 処理システム

チャオプラヤ川の原水を処理するプロセスは、薬品凝集、沈殿、急速砂ろ過より構成される。これは高濁度の表流水を処理するために通常適用される浄水方式であり、この点に関しては考えられる代替案はない。

沈殿池については、(1)長方形沈殿池、(2)傾斜板沈殿池、(3)高速凝集沈殿池の3つの代替案が考えられる。(1)ではフロック形成池と沈殿池が構造的に一体化され、(2)では沈殿池内は傾斜板を設置して水面積負荷を高めることにより、所要水面積を低減でき、(3)ではフロック形成を既存フロックの存在下で行って凝集沈殿効率を向上させるために、機能的に一体化されているところに特徴がある。これらの比較結果は表 5-4 に示す通りで費用的には(3)の高速凝集沈殿池が最も安い。しかし、技術的には高速凝集沈殿池は他の方式と比べて運転が難しく、信頼性に欠け、とくに水量的に過負荷になると原理的に濁度の除去ができなくなる。(2)の傾斜板沈殿池の場合、建設費は用地費を含めた全体の5% 以内で高速凝集沈殿池を上回るものの、所要面積は最小であり、用地取得は容易である。従って、本事業では傾斜板沈殿池方式を採用する。

傾斜板沈殿池を用いた浄水場の施設概要を表5-5 に、計画一般図を図5-5 示す。

表 5-4 沈殿池代替案の費用比較

(単位：1,000 Baht)

比較項目	在来型沈殿池	傾斜板沈殿池	高速凝集沈殿池
建設費			
土木			
◦ フロック形成池	27,400	27,400	-
◦ 沈殿池	89,800	136,500	72,500
機械			
◦ フロック形成池	28,800	28,800	-
◦ 沈殿池	60,000	20,000	100,000
小 計	206,000	213,500	172,500
用地費 ⁽²⁾	12,500	0	12,500
合 計	218,500	213,500	185,000

注) (1)運転管理費は各案とも同一とし、費用比較に計上せず。

(2)単位用地費は 2百万 Baht/Rai、または 12.5百万 Baht/haとし、傾斜板沈殿池に比較して、追加となる費用。

表 5-5 新規浄水場施設概要

施設名	形状・寸法/仕様
計画浄水量	283,000 m ³ /日 = 11,792 m ³ /時
着水井	円形 径 9.0m x 深 5.0m x 1 池
急速混和池	角型 幅 4.0m x 長 4.0m x 深 3.0m x 4 池
フロック形成池	長方形水流式 幅 10.0m x 長 3.6m x 深 3.6m x 3 池
沈澱池	長方形水平流 幅 12.0m x 長 50.0m x 深 5.0m x 16 池
ろ過池	下向流単層 幅 10.0m x 長 15.0m x 16 池
浄水池	長方形 幅 60.0m x 長 60.0m x 深 5.0m x 2 池
塩素殺菌機	真空式 10m ³ /時 x 6基 (内予備 2基)
浄水ポンプ	φ400mm x 21.3m ³ /分 x 72m x 300kw x 4台 (内予備 1台)
排泥池	長方形 幅 45.0m x 長 80.0m x 深 3.0m x 2 池
天日乾燥床	長方形 幅 30.0m x 長 20.0m x 深 1.0m x 4 池
排泥池排水ポンプ	φ300mm x 11.7m ³ /分 x 10m x 30kw x 3 台 (内予備 1台)

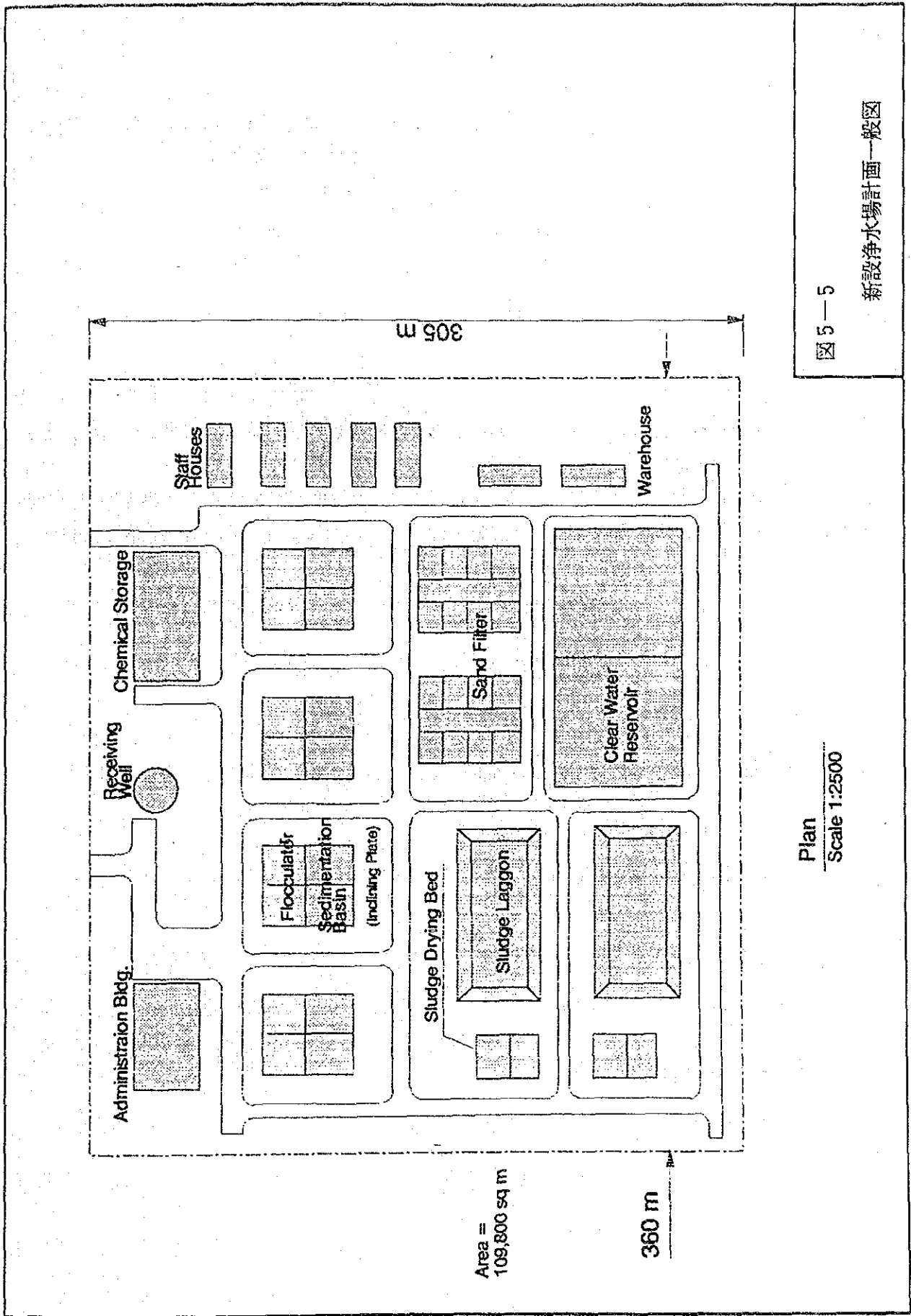


図 5—5

新設浄水場計画一般図

Plan
Scale 1:2500

6. 事業実施計画

事業実施計画は図 6-1に示すように浄水場については、2期に分け、各2系列ずつ建設する。送配水管はそれぞれの浄水場建設に合わせて、2ヶ年で布設をするものとする。

表 6-1に各期に建設される施設概要を示す。

7. 組織

現在別個の組織になっているパツンタニとプラチャチパットの事業所は統合して、1つの組織とする。現在各事業所は管理、浄水、配水の3課より構成されているが、本事業の構成内容を勘案して、これに配水池担当課を新たに創設し、配水池および配水本管の運転管理に当たらせるものとする(図7-1参照)。所要職員数は、現在両事業所併せて55名であるが、第1期施設が運転を開始する1995年で83名、第2期施設が運転を開始する1999年で135名、最終年次の2011年で292名である。

8. 事業費

建設費は1989年価格で2,159,949,000 Baht (12,312,000,000 Yen, 換算レート1 Baht = 5.7 Yen して)が見込まれ、内外貨の内訳は、外貨部分で1,156,259,000 Baht (6,591,000,000 Yen、53.5%)、内貨部分で1,003,690,000 Baht (5,721,000,000 Yen、46.5%)である。

運転管理費は2011年には年間145,490,000 Baht (829,000,000 Yen)と予想される。

9. 年次別支出計画

建設費、技術報酬(詳細設計および施工監理に対する)、運転管理費、用地費、予備費を含む総事業費の年次別支出計画を表 9-1に示す。

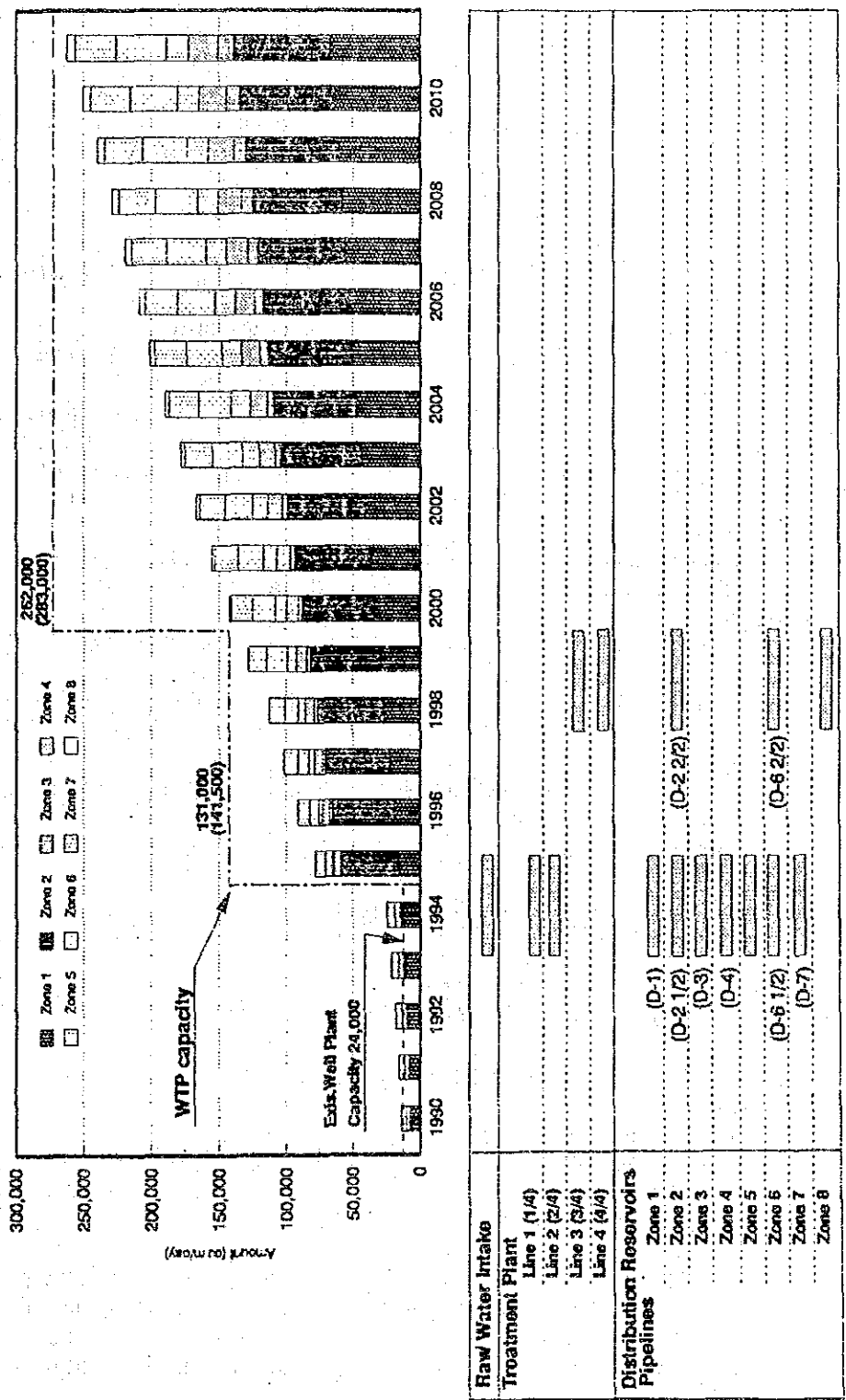


図6-1

事業実施計画

表 6—1 期別施設概要

Facility	Phase 1	Phase 2
Raw Water Intake	Intake Channel Pumping Station Pump : 3 units Raw water pipe	Pump : 1 unit
Treatment Plant	Capacity : 141,500 cu m/day Receiving well Mixing tank : 2 units Flocculator : 2 lines Sedimentation basin: 8 basins Sand filter : 8 units Clear water reservoir: 1 unit Sludge lagoon : 2 units Sludge drying bed : 2 units Clear water pump: 6 units	Capacity : 141,500 cu m/day Mixing tank : 2 units Flocculator : 2 lines Sedimentation basins: 8 basins Sand filter : 8 units Clear water reservoir: 1 unit Sludge drying bed : 2 units Clear water pump : 2 units
Distribution Reservoir	D-1-1 : V = 5,000 cu m D-1-2 : V = 13,000 cu m D-2 : V = 9,550 cu m D-3 : V = 2,000 cu m D-4 : V = 2,200 cu m D-6 : V = 6,500 cu m D-7 : V = 9,000 cu m	D-2 : V = 9,550 cu m D-6 : V = 6,500 cu m
Transmission Pipelines	Steel pipes 1,000 mm, L = 2,500 m 900 mm, L = 7,000 m 800 mm, L = 12,000 m 600 mm, L = 3,800 m 400 mm, L = 11,200 m AC Pipe 300 mm, L = 2,700 m	
Distribution Pipelines	(for Zones 1 to 7) Steel Pipes 1,000 mm, L = 200 m 900 mm, L = 3,190 m 800 mm, L = 4,540 m 700 mm, L = 1,200 m 600 mm, L = 14,720 m 500 mm, L = 30,710 m 400 mm, L = 30,170 m A/C Pipes 300 mm, L = 39,480 m 250 mm, L = 19,255 m 200 mm, L = 13,300 m 150 mm, L = 3,270 m 100 mm, L = 8,050 m	(for Zone 8) Steel Pipes 400 mm, L = 3,900 m A/C Pipes 300 mm, L = 1,750 m 250 mm, L = 1,000 m 200 mm, L = 2,300 m 150 mm, L = 500 m

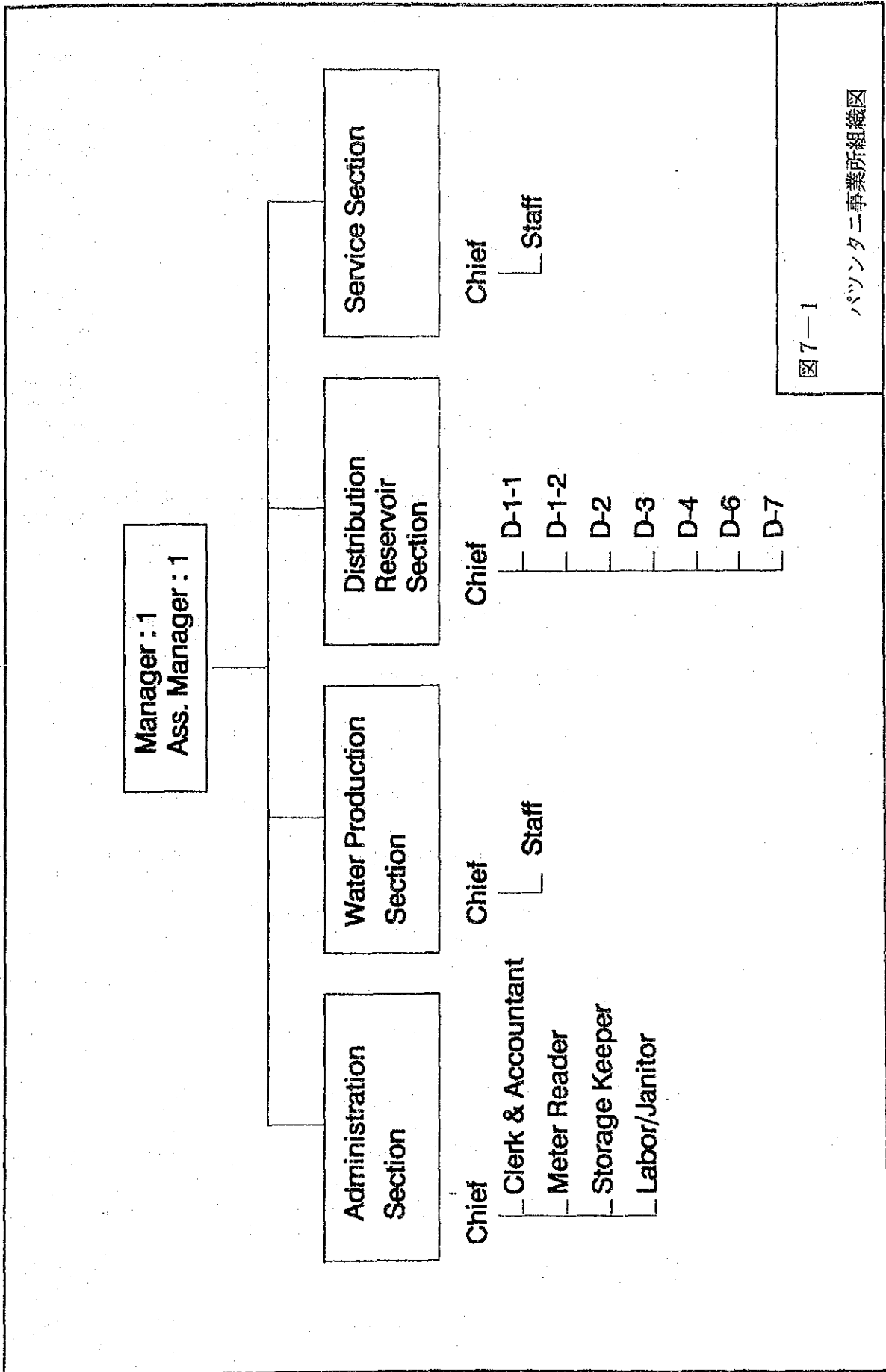


図 7-1

パツンタニ事業所組織図

表 8—1 建設費内訳

(Unit : Baht 1,000)

Item	Total Value	Foreign Currency Portion	Local Currency Portion
1. Raw Water Intake	72,195	50,549	21,646
2. Treatment Plant	656,017	305,705	350,312
3. Distribution Reservoirs	367,487	147,426	220,061
4. Transmission Pipeline	287,027	227,610	59,417
5. Distribution Pipeline	600,223	424,969	175,254
Sub-Total	1,982,949	1,156,259	826,690
6. Land Cost	177,000	0	177,000
Total	2,159,949	1,156,259	1,003,690

表 9-1 年次別支出計画 (運轉管理費含む)

(Unit : Baht 1000)

Year	C O N S T R U C T I O N C O S T										Sub-Total	Engineering Cost	Sub-Total	Direct	Land Cost	Grand
	Intake	WTP (Line 1&2)	WTP (Line 3)	WTP Distrib.	Trans. Pipe	Reservoir	Pipe	Distrib. Pipe	Contin-gency	Design						
Total	72,195	354,507	213,321	88,190	367,487	287,027	600,223	198,295	2,181,245	87,250	43,625	190,875	1,487,369	177,000	3,976,389	
1990	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4,638	177,000	181,638	
1991	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5,324	0	5,324	
1992	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43,625	0	43,625	6,009	0	49,634	
1993	0	35,451	0	0	28,703	57,767	12,182	134,113	34,900	2,817	37,517	0	6,751	0	178,381	
1994	27,348	177,254	0	123,928	143,514	288,836	76,088	836,966	0	13,087	13,087	0	7,555	0	857,508	
1995	21,878	141,803	0	147,081	114,811	231,068	55,662	722,283	0	10,470	10,470	0	33,737	0	722,506	
1996	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	40,379	0	40,379	
1997	0	0	0	0	0	0	0	0	8,725	0	3,725	0	45,689	0	54,414	
1998	0	106,661	44,095	48,249	0	0	19,900	218,905	0	6,980	6,980	0	50,124	0	276,909	
1999	17,500	0	106,661	44,095	48,249	0	22,552	23,906	262,962	0	10,470	10,470	57,443	0	330,882	
2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	63,490	0	63,490	
2001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19,124	0	19,124	
2002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	76,688	0	76,688	
2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33,836	0	33,836	
2004	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90,502	0	90,502	
2005	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	98,556	0	98,556	
2006	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	105,172	0	105,172	
2007	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	112,646	0	112,646	
2008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	120,061	0	120,061	
2009	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	127,986	0	127,986	
2010	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	135,452	0	135,452	
2011	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	145,490	0	145,490	

Note: 1. Contingency = 10 % of the total of gross construction cost
 2. Engineering Cost (Design) = 4 % of the total construction cost
 3. Engineering Cost (Supervision) = 2 % of the total construction cost
 4. Repair cost = 0.3 % of (Mechanical and Electrical Works Cost)
 5. Manning Cost = (Average Salary : Baht 6,885 (in 1990)/cap/month)x(No. of Staff) : with increase of 5 %/year

第3編 フィージビリティ・スタディ

10. 計画基礎

将来の需要水量は膨大であり、既存の深井戸浄水場の浄水能力をはるかに上廻っている。したがって、これら深井戸浄水場の改善・改造で追い付くものではない。したがって、浄水場および送配水管を急いで建設することが不可避である。既存水道施設は、新施設が稼動するまで使用しなければならない。

表10-1 1995年の水需給バランス

深井戸浄水場能力	給水能力	需要水量
ゾーン1～4に対して		
プラチャチパット第1	240 m ³ /時 (5,760 m ³ /日)	
プラチャチパット第2	120 (2,880)	
タニヤブリ	120 (2,880)	
ラムルカ	240 (5,760)	
計	(6,720)	16,155 m ³ /日
ゾーン7、8に対して		
パツンタニ第1	240 m ³ /時 (5,760 m ³ /日)	
パルンタニ第2	40 (960)	
計	(6,720)	5,453 m ³ /日

表10-1からも明らかのように、1995年までは既存施設で対応できる。したがって、新たに建設される浄水場は1995年に運転開始しなければならない。

新設浄水場は4系列 (70,750 m³/日 x 4系列 = 283,000 m³/日) とし、需要水量の増大に応じて増設するものとする。各系列は急速混和池・フロック形成池・沈殿池によって構成される。

需要水量予測によれば2001年の需要水量は2011年のその50%を若干下廻っている。したがって2系列で2001年までの需要に十分に應えることができる。

図10-1に第1期計画で実施される区域と施設概要を示す。

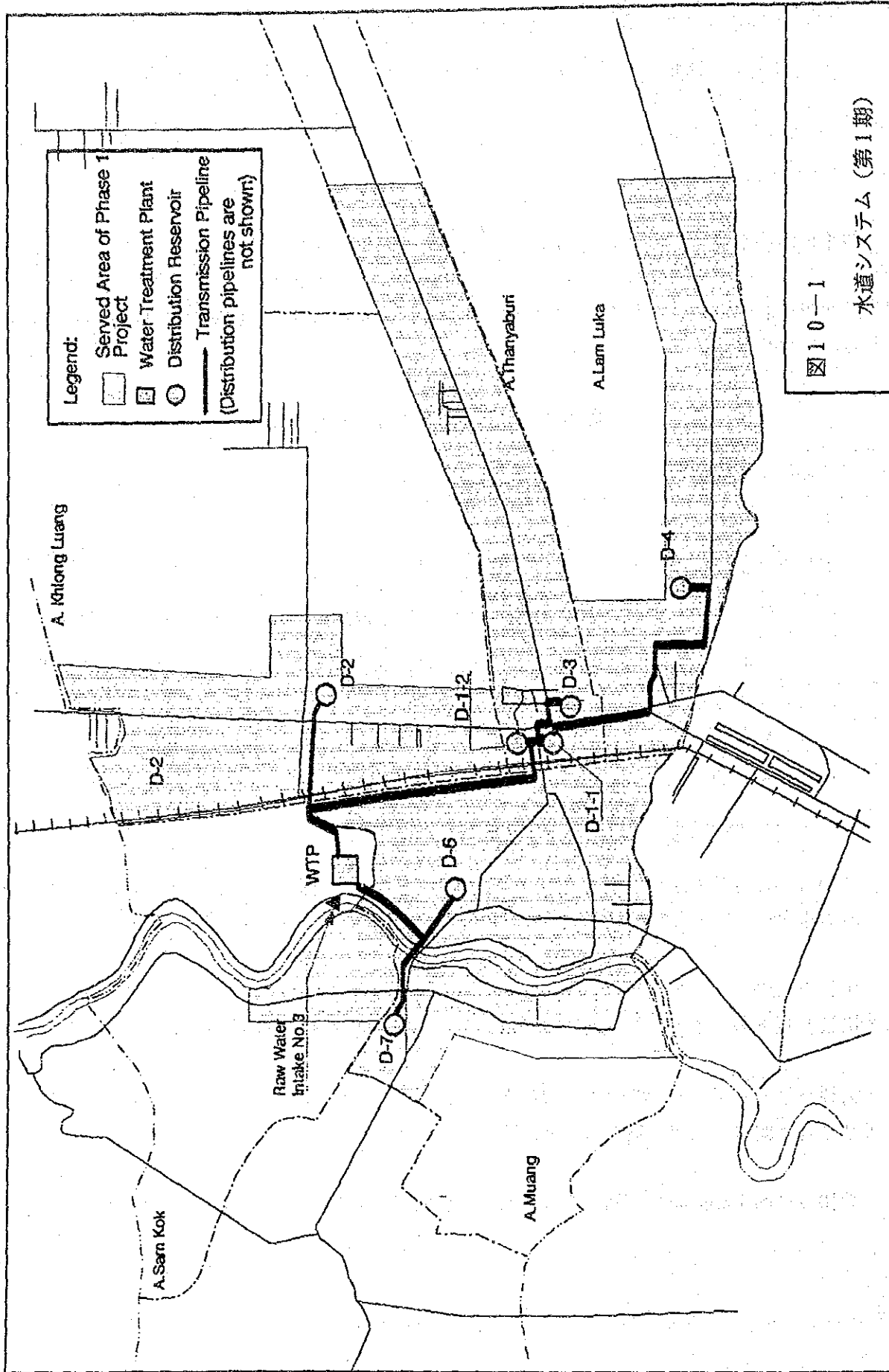


図10-1

水道システム (第1期)

11. 事業実施計画

事業実施計画は図11-1に示すように、(1)建設前段階、(2)建設段階、(3)運転段階に大別される。各段階において必要な手続きは次の通り。

(1) 建設前段階

- 1) 土地取得
- 2) PWA 自身の予算化
- 3) 借款申請
- 4) 詳細設計を担当するコンサルタントの選択
- 5) 詳細設計
- 6) 入札
- 7) 請負者の裁定

(2) 建設段階

- 1) 取水施設
- 2) 浄水施設
- 3) 配水池を含む送水施設
- 4) 配水管

(3) 運転段階

12. 事業費

各期の用地費を除く建設費内訳を表12-1に示す。全体建設費は1,982,950,000 Baht (11,302,000,000 Yen)で、このうち第1期は1,555,764,000 Baht (8,868,110,000 Yen, 78.5%)、第2期は427,186,000 Baht (2,435,000,000 Yen, 21.5%)と見込まれる。

表 1 2-1 期別建設費内訳

(Unit : Baht 1000)

Item	Phase 1		Total	Phase 2		Total
	Foreign Currency	Local Currency		Foreign Currency	Local Currency	
1. Raw Water Intake						
Structural/Pump House	4,325	10,091	14,415			
Pump & Electrical	31,500	7,875	39,375	10,500	2,625	13,125
Raw Water Pipe	4,224	1,056	5,280			
Sub-Total of 1.	40,049	19,022	59,070	10,500	2,625	13,125
2. New Treatment Plant						
A Civil/Architactural Works						
1. Receiving Well	449	1,049	1,498	0	0	0
2. Mixing Basin	384	896	1,280	384	896	1,280
3. Flocculation Basin	4,108	9,584	13,692	4,108	9,584	13,692
4. Sedimentation Basin	20,475	47,776	68,252	20,475	47,776	68,252
5. Rapid Sand Filter	12,567	29,324	41,891	12,567	29,324	41,891
6. Clear Water Reservoir	10,281	23,990	34,271	10,281	23,990	34,271
7. Sludge Lagoon	505	1,178	1,684	505	1,178	1,684
8. Sludge Drying Bed	1,105	2,577	3,682	1,105	2,577	3,682
9. Pumping Station						
-1. Clear Water Pumping Station	270	630	900	270	630	900
-2. Sludge Lagoon Drain Pump	41	95	135	41	95	135
10. Chlorination House	171	399	570	171	399	570
11. Chemical Storage House	171	399	570	171	399	570
12. Site Fill	7,200	16,800	24,000	3,600	8,400	12,000
13. In-Plant Road	1,013	2,363	3,375	1,013	2,363	3,375
14. In Plant Piping	2,700	6,300	9,000	2,700	6,300	9,000
15. Administratio Bldg.	684	1,596	2,280	0	0	0
Sub-total of A.	62,124	144,955	207,079	57,390	133,910	191,301
B. Mechanical Works						
1. Clear Water Pump	21,600	5,400	27,000	10,600	1,800	9,000
2. Sludge Lagoon Pump	960	240	1,200	960	240	1,200
3. Flush Mixer	2,400	600	3,000	2,400	600	3,000
4. Flocculator	11,520	2,880	14,400	11,520	2,880	14,400
5. Sludge Collector	8,320	2,080	10,400	8,320	2,080	10,400
6. Chemical Equipment	2,400	600	3,000	2,400	600	3,000
7. Chlorination Equip	4,000	1,000	5,000	4,000	1,000	5,000
8. Others (20% of above)	10,240	2,560	12,800	7,360	1,840	9,200
C. Electrical Works	30,720	7,680	38,400	22,080	5,520	27,600
D. Miscellaneous	15,428	16,799	32,228	12,363	15,047	27,410
Sub-Total of 2.	169,712	184,794	354,506	135,993	165,517	301,511

表 1 2 - 1 期別建設費内訳 (続き)

(Unit : Baht 1000)

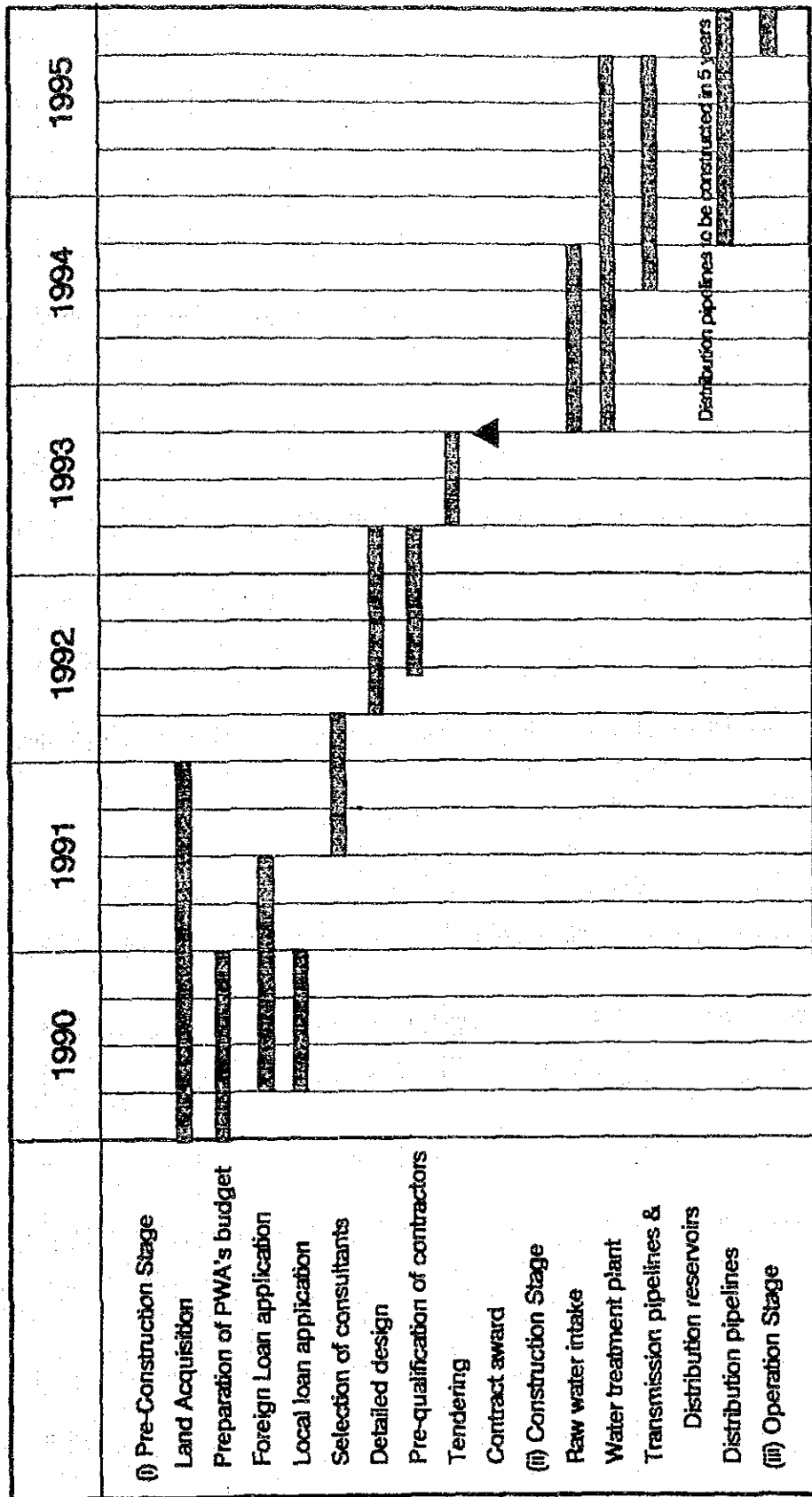
Item	Phase 1		Total	Phase 2		Total
	Foreign Currency	Local Currency		Foreign Currency	Local Currency	
3. Distribution Reservoirs						
D-1-1						
A. Civil/Archit. Works	8,753	20,425	29,178			
B. Mechanical Works	9,600	2,400	12,000			
C. Electrical Works	2,880	720	3,600			
D. Miscellaneous	2,123	2,354	4,478			
D-1-2						
A. Civil/Archit. Works	15,522	36,218	51,740			
B. Mechanical Works	6,400	1,600	8,000			
C. Electrical Works	1,920	480	2,400			
D. Miscellaneous	2,384	3,830	6,214			
D-2						
A. Civil/Archit. Works	13,832	32,275	46,107	13,832	32,275	46,107
B. Mechanical Works	7,200	1,800	9,000	2,400	600	3,000
C. Electrical Works	2,160	540	2,700	720	180	900
D. Miscellaneous	2,319	3,462	5,391	1,695	3,306	5,391
D-3						
A. Civil/Archit. Works	1,902	4,438	6,340			
B. Mechanical Works	2,400	600	3,000			
C. Electrical Works	720	180	900			
D. Miscellaneous	502	522	1,024			
D-4						
A. Civil/Archit. Works	2,067	4,823	6,890			
B. Mechanical Works	2,400	600	3,000			
C. Electrical Works	720	180	900			
D. Miscellaneous	519	560	1,079			
D-6						
A. Civil/Archit. Works	8,586	20,033	28,618	8,586	20,033	28,618
B. Mechanical Works	4,800	1,200	6,000	1,600	400	2,000
C. Electrical Works	1,440	360	1,800	480	120	600
D. Miscellaneous	1,483	2,159	3,382	1,067	2,055	3,382
D-7						
A. Civil/Archit. Works	6,864	16,016	22,879			
B. Mechanical Works	4,800	1,200	6,000			
C. Electrical Works	1,440	360	1,800			
D. Miscellaneous	1,310	1,758	3,068			
Sub-Total of 3.	117,047	161,092	277,489	30,379	58,969	89,998

表 1 2—1 期別建設費内訳 (続き)

(Unit : Baht 1000)

Item	Phase 1		Total	Phase 2		Total
	Foreign Currency	Local Currency		Foreign Currency	Local Currency	
4. Transmission Pipeline						
Steel 1,000 mm 2,500 m	27,640	6,910	34,550			
900 mm 7,000 m	58,856	14,714	73,570			
800 mm 12,000 m	88,800	22,200	111,000			
600 mm 2,000 m	8,960	2,240	11,200			
500 mm 2,600 m	9,443	2,361	11,804			
400 mm 11,200 m	32,704	8,176	40,880			
AC 300 mm 2,700 m	1,207	2,816	4,023			
Sub-Total of 4.	227,610	59,417	287,027			
5. Distribution Pipeline						
Steel 1,000 mm 200 m	2,501	625	3,126			
900 mm 3,190 m	30,292	7,573	37,865			
800 mm 4,540 m	37,954	9,489	47,443			
700 mm 1,200 m	7,162	1,790	8,952			
600 mm 14,720 m	74,542	18,636	93,178			
500 mm 30,710 m	126,279	31,570	157,849			
400 mm 30,170 m	100,165	25,041	125,206			
AC 300 mm 39,480 m	19,187	44,771	63,958			
250 mm 19,255 m	6,816	15,905	22,721			
200 mm 13,300 m	3,551	8,286	11,837			
150 mm 3,270 m	598	1,396	1,995			
100 mm 8,050 m	1,063	2,479	3,542			
Steel 400 mm 3,900 m				12,948	3,237	16,185
AC 300 mm 1,750 m				851	1,985	2,835
250 mm 1,000 m				354	826	1,180
200 mm 2,300 m				614	1,433	2,047
150 mm 500 m				92	214	305
Sub-Total 5.	410,111	167,561	577,672	14,858	7,694	22,552
Total	964,528	591,886	1,555,764	191,731	234,805	427,186

図 11-1 事業実施計画 (第 1 期)



13. 財務経済分析

13-1 財務分析

13-1-1 資金調達

資金は大別して2つのカテゴリー、(1)建設費と、(2)償還、減価償却、その他の雑経費を含む年間の運転管理のための経常経費が必要である。

(1) 総費用

建設費、技術報酬（詳細設計および施工管理に対する）、予備費を含む総事業費をその支出計画とともに表13-1に示す。

(2) 総事業費に対する資金計画

総事業費の内、外貨部分は国際融資機関によって融資され、一方、内貨部分は中央政府からの補助金、PWA自身の資本あるいは借款によってまかなわれる。しかし、ある場合には内貨部分の一部も国際融資機関によって融資されることがある。

実施機関の資金調達能力が、十分でない場合には、できるだけ中央政府からの補助金が望ましい。また利率が低く、返済期間の長いソフト・ローンを探求すべきである。

資金調達の方法としては、(1)国際融資機関からの借款、(2)中央政府から補助金、(3)市中銀行からの借入金があり、それぞれ利率、据置期間、手数料が異なる。

(3) 経常経費の資金調達

施設の建設後には、運転管理費および借入金を利用した時には債務支払を含む年間経費に対する資金調達が必要となる。発展途上国では、そのような経常経費は使用料の徴収という形を通じて便益を受ける施設利用者によってまかなわれるという習慣が確立されている。

表 13-1 年次別支出計画

Year	Construction Cost			Engineering Cost			Land Cost			Sub-Total			Contingency			Grand Total			
	Y.C.	L.C.	Total	Y.C.	L.C.	Total	Y.C.	L.C.	Total	Y.C.	L.C.	Total	F.C.	L.C.	Total	F.C.	L.C.	Total	
Total	1,300,752	682,200	1,982,952	55,974	31,276	87,250	28,505	15,926	44,431	177,000	1,385,231	906,402	2,291,633	130,074	68,221	198,295	1,515,305	974,623	2,489,928
1990	0	0	0	0	0	0	0	0	0	177,000	0	177,000	0	0	0	0	0	177,000	177,000
1991	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1992	0	0	0	27,987	15,638	43,625	0	0	0	27,987	15,638	43,625	0	0	0	27,987	15,638	43,625	43,625
1993	89,102	32,819	121,921	22,390	12,510	34,900	1,731	967	2,698	113,223	46,296	159,519	8,910	3,282	12,192	122,133	49,578	171,711	171,711
1994	509,602	251,278	760,880	0	0	0	8,655	4,836	13,491	0	518,257	256,114	774,371	50,960	25,128	76,088	569,217	281,242	850,459
1995	433,522	228,567	662,089	0	0	0	6,924	3,868	10,792	0	440,446	232,435	672,881	43,352	22,857	66,209	483,798	255,292	739,090
1996	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1997	0	0	0	5,597	3,128	8,725	0	0	0	0	5,597	3,128	8,725	0	0	0	5,597	3,128	8,725
1998	120,153	78,852	199,005	0	0	0	4,478	2,502	6,980	0	124,631	81,354	205,985	12,015	7,886	19,901	136,646	89,240	225,886
1999	148,373	90,684	239,057	0	0	0	6,717	3,753	10,470	0	155,090	94,437	249,527	14,837	9,069	23,906	169,927	103,506	273,433
2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2001	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2002	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2004	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2005	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2006	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2007	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2009	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2010	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2011	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Notes: 1.Contingency - 10 % of the total of gross construction cost
 2.Engineering Cost (Design) - 4 % of the total construction cost
 3.Engineering Cost (Supervision) - 2 % of the total construction cost
 4.F.C.: Foreign Currency
 5.L.C.: Local Currency

13-1-2 資金調達計画代替案

資金調達計画は事業の財務的実施可能性に影響する最も決定的な要因の一つであり、PWA の事業所に耐え難い負担を課さないような資金調達計画が、十分な資金、あるいは借款が利用できることを条件として、最も望ましい。資金調達計画代替案として、次のものを設定する。

- 代替案1 全額国際融資機関から借款する。
- 2 外貨部分は二国間借款とし、内貨部分は国際金融機関から借款する。
 - 3 外貨部分は二国間借款とし、内貨部分は市中銀行からの借入金と PWA自身の資金で半分ずつ賄う。
 - 4 外貨部分と総事業費の約86% に等しい内貨部分の一部は二国間借款とし、残りは市中銀行からの借入金と PWA自身の資金で半分ずつ賄う。
 - 5 外貨部分と総事業費の約86% に等しい内貨部分の一部は二国間借款とし、残りは市中銀行からの借入金とする。

ここで、各機関の貸付条件は次の通り。

表13-2 融資機関の貸付条件

形態	借入先例	返済期間 (据置期間含む) (年)	年利率 (%)
国際借款	IBRD, ADB	20 (5)	7
二国間借款	OECF	30 (10)	2.7
国内借入*	市中銀行	13 (3)	11

* 償還期間中、PWA は利子分のみ支払い、元金分は中央政府が支払う。

各代替案における PWAの負担を比較すると、代替案3と4は資金需要が他よりも少ない。さらに代替案3と4の間では、代替案4が建設段階において当初の資金負担が少なく済み、以降の財務分析における資金計画として採用する。

13-1-3 収入計画

PWAの総収入の内 95%は水道料金、水道加入金 (接続工事料) 、メーター使用料が占めている。現行の料金体系を表13-3~13-5に示す。

収入計画については、(1)料金体系は2011年まで変わらない、(2)需要水量の伸びは給水栓数の伸びによって吸収されるものとし、下記の条件に基づいて、各年における口径別の給水栓数を定め、料金収入を算出する。

- 1985～1987年の用途別大口使用者データより用途別1給水栓1口使用水量を求め、接続口径を定める。
- 給水栓数は各年の用途別需要水量を用途別1給水栓1日使用水量で割って求める。
- 新規加入給水栓数は当該年度と前年度の給水栓の差とする。

表13-3 水道料金

使用水量 (m ³ /月)	0 ～ 10	11 ～ 20	21 ～ 30	31 ～ 50	51 ～ 80	81 ～ 100	101 ～ 301	301 ～ 1,000	1,001 ～ 2,000	2,001 ～ 3,000	3,001 以上
水道料金 (Baht/m ³)	3.75	4.50	6.50	7.50	8.00	8.50	9.00	9.25	9.50	9.75	10.00

表13-4 水道加入金

接続口径 (in)	1/2	3/4	1	1-1/2	2	2-1/2	3	4	6 以上
基本水道加入金* (Baht/給水栓)	2,050	2,750	3,750	6,690	9,575	13,075	15,495	21,455	30,025

* 本管からの接続延長が10m 以下に対して

表13-5 メーター使用料

接続口径 (in)	1/2	3/4	1	1-1/2	2	2-1/2	3	4 以上
メーター使用料 (Baht/月)	10	15	30	60	100	120	160	200

13-1-4 資金繰

(1) 資金繰

流入資金は、(1)中央政府からの市申銀行借入金返済に対する元金分、(2)借入金、(3)水道料金、(4)水道加入金、(5)メーター使用料、(6)その他（資材販売、罰金、その他から成り、水道料金の2%として計上）より、一方流出資金は、(1)事業費、(2)償還金、(3)運転管理費、(4)接続工事費（水道加入金の50%として計上）(5) PWA本部及び地方局の費用配分より構成される。表13-6に資金繰表を示す。

表13-6からも分かるように単独年度で見ると1990年及び1994年に収支は赤字となるが、以降黒字に転じ、累積でも1997年から黒字に転じ、目標年次の2011年には1,289,383,000 Bahtの剰余金を生じる。

(2) 給水原価

1990～2020年の間における平均給水原価は5.75 Baht/m³である。

(3) 減価償却

事業の終わりでは残存価値が存在する考えるのが妥当である。すなわち、事業資産は事業の過程の中に使い尽されるのではなく、残存資産として存在する。この財務分析では1990～2020年の31年間を事業期間としているので、最終年の2020年の残存価値を便益に加える。

償却年数は取水施設27年、浄水施設30年、配水池施設39年、送水施設28年、償却方式は定額法、残存価格は投資額の10%とする。

13-1-5 財務分析

事業実施可能性を検証するために、すべての費用と便益を、割引率9%で現在価値化する。割引率が低いのは、年間収入が一般に都会人よりも低い地方の人々に、事業が便益をもたらすことで、正当化されると考えられる。この分析での事業実施可能性を費用便益比（BCR）と純現在価値（NPV）で評価する。

表 1 3—6 資金繰表

YEAR	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
CASH INFLOW																
Government contribution	0	0	0	5,335	5,922	6,573	9,619	10,677	11,851	13,155	16,295	18,088	20,077	7,138	7,923	8,795
Capital contribution	88,500	0	42,917	159,519	757,369	651,045	0	8,361	192,015	235,542	0	0	0	0	0	0
Laon	88,500	0	708	0	17,002	21,836	0	365	13,971	13,985	0	0	0	0	0	0
Local loan	0	0	42,209	159,519	740,367	629,209	0	7,996	178,044	221,557	0	0	0	0	0	0
Foreign loan	19,387	22,939	27,810	32,949	38,641	165,347	188,056	207,454	228,529	260,051	286,266	310,478	328,694	351,244	374,125	395,981
Operating Revenue	17,904	19,788	23,292	27,300	31,800	150,012	174,228	192,468	211,908	241,548	265,632	287,892	308,964	330,420	352,188	372,936
Water Sales	0	1,530	2,664	3,503	4,343	9,685	7,258	7,480	8,117	8,759	9,706	10,468	6,777	7,015	7,250	7,488
Connection Fee	1,125	1,225	1,388	1,600	1,862	2,650	3,085	3,657	4,266	4,913	5,615	6,360	6,774	7,201	7,643	8,098
Service Charge	358	396	466	546	636	3,000	3,485	3,849	4,238	4,831	5,313	5,758	6,179	6,608	7,044	7,459
Other Income	107,887	22,939	70,727	197,803	801,932	822,965	197,675	226,492	432,395	508,748	302,561	328,566	348,771	358,382	382,048	404,776
Total Inflow																
CASH OUTFLOW																
Project expenditures																
Local portion	177,000	0	15,638	46,296	256,114	232,435	0	3,128	81,354	94,437	0	0	0	0	0	0
Foreign portion	0	0	27,987	113,223	518,257	440,446	0	5,597	124,631	155,090	0	0	0	0	0	0
Amortization																
Principal	0	0	0	5,335	5,922	6,573	9,619	10,677	11,851	13,155	16,295	18,088	20,077	69,049	71,506	74,094
Interest	9,735	9,735	10,953	15,260	36,533	55,272	54,569	53,747	58,917	65,133	63,686	61,894	59,904	56,068	53,611	51,023
Operating Expenses	9,912	11,701	13,692	15,698	17,871	71,642	82,175	91,441	100,292	114,186	125,777	137,484	146,044	158,234	169,806	182,303
O & M Cost	4,698	5,324	6,009	6,751	7,555	33,737	40,379	45,689	50,124	57,449	63,490	70,124	76,088	83,636	90,502	98,506
Connection Expenses	0	765	1,332	1,752	2,172	4,843	3,629	3,740	4,059	4,380	4,853	5,234	3,389	3,508	3,625	3,744
Share of Head Office	5,214	5,612	6,351	7,196	8,144	33,062	38,167	42,012	46,109	52,357	57,434	62,126	66,568	71,091	75,679	80,033
Total Outflow	196,647	21,436	68,270	195,812	834,697	806,368	146,343	164,590	377,045	442,001	205,758	217,466	286,309	283,351	294,923	307,420
Net Cash flow	-88,760	1,503	2,457	1,991	-32,765	16,598	51,332	61,902	55,350	66,747	96,803	111,100	62,462	75,031	87,125	97,355
Accumulated	-88,760	-87,257	-84,800	-82,809	-115,574	-98,976	-47,644	14,258	69,608	136,355	233,158	344,258	406,720	481,751	568,876	666,232

表 13-6 資金繰表 (続き)

YEAR	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
CASH INFLOW															
Government contribution			3,903	4,332											
Capital contribution	3,168	3,516	3,903	4,332											
Laon															
Local loan															
Foreign loan															
Operating Revenue	408,787	425,377	441,807	458,574	477,135	496,018	496,018	496,018	496,018	496,018	496,018	496,018	496,018	496,018	496,018
Water Sales	384,804	399,420	414,708	430,320	447,672	465,312	465,312	465,312	465,312	465,312	465,312	465,312	465,312	465,312	465,312
Connection Fee	7,721	8,867	9,151	9,425	9,703	9,991	9,991	9,991	9,991	9,991	9,991	9,991	9,991	9,991	9,991
Service Charge	8,566	9,102	9,654	10,223	10,807	11,409	11,409	11,409	11,409	11,409	11,409	11,409	11,409	11,409	11,409
Other Income	7,696	7,988	8,294	8,606	8,953	9,306	9,306	9,306	9,306	9,306	9,306	9,306	9,306	9,306	9,306
Total Inflow	411,955	428,893	445,710	462,906	477,135	496,018	496,018	496,018	496,018	496,018	496,018	496,018	496,018	496,018	496,018
CASH OUTFLOW															
Project expenditures															
Local portion															
Foreign portion															
Amortization															
Principal	70,230	88,027	90,696	93,468	91,543	94,014	96,553	99,160	101,837	104,587	107,410	110,310	113,289	116,348	119,489
Interest	48,292	46,133	43,465	40,692	37,809	35,337	32,799	30,192	27,514	24,765	21,941	19,041	16,063	13,004	9,862
Operating Expenses	191,587	202,715	213,494	224,847	237,110	250,010	250,010	250,010	250,010	250,010	250,010	250,010	250,010	250,010	250,010
O & M Cost	105,172	112,646	120,061	127,986	136,452	145,490	145,490	145,490	145,490	145,490	145,490	145,490	145,490	145,490	145,490
Connection Expenses	3,861	4,434	4,576	4,713	4,852	4,996	4,996	4,996	4,996	4,996	4,996	4,996	4,996	4,996	4,996
Share of Head Office	82,554	85,635	88,858	92,149	95,806	99,525	99,525	99,525	99,525	99,525	99,525	99,525	99,525	99,525	99,525
Total Outflow	310,109	336,875	347,655	359,007	366,462	379,361	379,362	379,362	379,361	379,362	379,361	379,361	379,362	379,362	379,361
Net Cash flow	101,846	92,019	98,055	103,899	110,674	116,657	116,656	116,656	116,657	116,656	116,657	116,657	116,656	116,656	116,657
Accumulated	768,079	860,097	958,152	1,062,052	1,172,725	1,289,383	1,406,039	1,522,695	1,639,352	1,756,008	1,872,666	1,989,323	2,105,979	2,222,635	2,339,293

割引率9%で $BCR > 1$ 、あるいは $NPV > 0$ であれば事業は実施可能であることを示す。すなわち、財務上の便益が、投資の支配的機会費用における財務上の費用を上廻るので、事業は実施可能であるとされる。表13-7に示すように、割引率20%で NPV は 39,522,000 Bahtのマイナス、 $FIRR$ は17.0%であり、本事業は財務的には実施可能である。

13-2 経済分析

経済分析においてはプロジェクトの実施において発生するであろう経済効果及び実施に必要な経済費用を対比させることにより、財務分析と同様な手法を用いて経済的 Feasibility (妥当性) を判断する。

経済分析においては、そのプロジェクト実施がもたらすであろう経済効果を極力定量化することに努めているが、定量化が困難なものについては定性的に評価する。

財務分析で使用した市場価格を経済分析で使用する経済価格に変換する主要な作業としては、市場価格から税金、利子、補助金等の移転項目を差引き、さらに外国為替交換レート、労働等の価格修正を行うことが挙げられる。

13-2-1 プロジェクトの経済評価

(1) 水の経済価値

本事業により、給水区域の住民は、水道料金を支払うことにより、十分な水の供給を受けられることができる。しかし、公共料金は、政策的見地よりその実際の価値より低めに設定されている。一般的に水自体の経済的価値は、実際の水道料金よりも2割程度高いものと推定される。また、アンケート調査の結果、現在の水道料金よりも2割高めでも、十分住民の支払い意思の範囲にある。

(2) 健康の便益

地域社会及びその構成員たる住民に対する健康改善は、水道整備事業の主たる目的の一つである。

1) 公的立場よりの便益

住民の良好なる健康状態の維持には、公的立場からさまざまな衛生設備の整備が必要

表 1 3—7 財務的費用使益

year	Loan	Government Subsidy	Operating Income	Total Income	Capital Investment	Operating Expenses	Debt Service	Total Expenses	NET INCOME	Present Value	
										Discounted at (20 %)	(30 %)
1990	88,500	0	0	88,500	177,000	0	9,735	186,735	-98,235	-98,235	-98,235
1991	0	0	0	0	0	0	9,735	9,735	-9,735	-8,113	-7,488
1992	42,917	0	0	42,917	43,625	0	10,953	54,578	-11,661	-8,098	-6,900
1993	159,519	5,335	0	164,854	159,519	0	20,594	180,113	-15,259	-8,830	-6,945
1994	757,369	5,922	0	763,291	774,371	0	42,454	816,825	-53,534	-25,817	-18,744
1995	651,045	6,573	126,706	784,324	672,881	53,772	61,845	788,498	-4,174	-1,677	-1,124
1996	0	9,619	149,415	159,034	0	64,305	64,168	128,473	30,561	10,235	6,332
1997	8,361	10,677	168,813	187,851	8,725	73,571	64,424	146,720	41,131	11,479	6,555
1998	192,015	11,851	189,888	393,754	205,985	82,422	70,768	359,175	34,579	8,042	4,239
1999	235,542	13,155	221,410	470,107	249,527	96,316	78,288	424,131	45,976	8,910	4,336
2000	0	16,295	247,625	263,920	0	107,907	79,981	187,888	76,032	12,280	5,515
2001	0	18,088	271,837	289,925	0	119,614	79,981	199,595	90,330	12,157	5,040
2002	0	20,077	290,053	310,130	0	128,175	140,265	268,440	41,690	4,676	1,789
2003	0	7,138	312,603	319,741	0	140,365	125,117	265,482	54,259	5,071	1,791
2004	0	7,923	335,484	343,407	0	151,936	125,117	277,053	66,354	5,168	1,685
2005	0	8,795	357,340	366,135	0	164,433	125,117	289,550	76,585	4,971	1,496
2006	0	3,168	370,146	373,314	0	173,717	118,523	292,240	81,074	4,385	1,218
2007	0	3,516	386,736	390,252	0	184,845	134,160	319,005	71,247	3,211	824
2008	0	3,903	403,166	407,069	0	195,625	134,160	329,785	77,284	2,903	687
2009	0	4,332	419,933	424,265	0	206,978	134,160	341,138	83,127	2,602	569
2010	0	0	438,494	438,494	0	219,240	129,351	348,591	89,903	2,345	473
2011	0	0	457,377	457,377	0	232,141	129,351	361,492	95,885	2,084	388
2012	0	0	457,377	457,377	0	232,141	129,351	361,492	95,885	1,737	299
2013	0	0	457,377	457,377	0	232,141	129,351	361,492	95,885	1,447	230
2014	0	0	457,377	457,377	0	232,141	129,351	361,492	95,885	1,206	177
2015	0	0	457,377	457,377	0	232,141	129,351	361,492	95,885	1,005	136
2016	0	0	457,377	457,377	0	232,141	129,351	361,492	95,885	838	105
2017	0	0	457,377	457,377	0	232,141	129,351	361,492	95,885	698	80
2018	0	0	457,377	457,377	0	232,141	129,351	361,492	95,885	582	62
2019	0	0	457,377	457,377	0	232,141	129,351	361,492	95,885	485	48
2020	0	0	457,377	457,377	0	232,141	129,351	361,492	648,347	2,731	247
Salvag								-552,462			
Total Present Value										-39,522	-95,116
FIRR is										17.0%	

である。これら整備には、費用が必要になる。水道を整備することにより、地域の衛生環境が改善されれば、これら衛生施設の整備に必要な資金は他の事業に振り向けることが可能である。この節約された費用は、本プロジェクトの経済便益と考えることができる。

2) 住民に対する健康便益

地域住民に対する水道事業のもたらす効果としては、水系伝染病等の減少に伴う寿命の延び、治療費の節減、治療中に失われるであろう労働報酬の減少等が考えられる。

(3) 地域経済への効果

水道事業の実施は、さまざまな点で地域経済に貢献する。それらには、土地の経済価値の上昇、建設工事の実施に伴う雇用創出効果等が考えられる。

1) 水道事業に限らず、下水道、電気、道路等の公共施設の整備は、周辺土地の経済的価値を上昇させる効果を持つ。

事業が予定されている地域の土地価格は、事業終了後西暦2011年までに約50%を上昇すると予想される。今後予想される各公共事業の割合から、価格上昇分の約5%が水道事業の貢献分であると想定し、経済便益とする。

2) 土地利用の活性化

公共施設が未整備の地区において、水道を整備することにより土地利用が活性化される。

3) 公的便益

土地価格の上昇に伴い、土地資産税の増加等、公的機関に収入の増加が見込まれる。

4) 雇用機会の創出

建設工事の実施に伴い、地域内労働者の雇用機会が増加し、プロジェクト実施により支払われる労働資金は、そのまま労働者の収入増加の便益となる。

以上検討した経済便益を表13-8にまとめる。前述したように、これらは定量化できる便益のみであり、他にも多くの経済便益が期待できる。

表13-8 經濟便益

Year	Economic Water Value	Health Benefits Cost of Time Loss	Medical Expenses	Total Economic Loss	Total Economic Benefit
1990	21,485	15	206	110	21,595
1991	23,746	16	222	119	23,865
1992	27,950	18	253	135	28,085
1993	32,760	21	293	157	32,917
1994	38,160	25	345	185	38,345
1995	180,014	31	420	225	180,239
1996	209,074	37	506	272	209,346
1997	230,962	42	572	307	231,269
1998	254,290	47	645	346	254,636
1999	289,858	53	727	390	290,248
2000	318,758	60	820	440	319,198
2001	345,470	67	923	495	345,965
2002	370,757	73	1,003	538	371,295
2003	396,504	79	1,085	582	397,086
2004	422,194	86	1,171	628	422,822
2005	447,523	92	1,260	676	448,199
2006	461,765	99	1,351	725	462,490
2007	479,304	106	1,457	781	480,085
2008	497,650	114	1,566	840	498,490
2009	516,384	123	1,678	900	517,284
2010	537,206	131	1,794	963	538,169
2011	558,374	140	1,913	1,027	559,401
2012	558,374	140	1,913	1,027	559,401
2013	558,374	140	1,913	1,027	559,401
2014	558,374	140	1,913	1,027	559,401
2015	558,374	140	1,913	1,027	559,401
2016	558,374	140	1,913	1,027	559,401
2017	558,374	140	1,913	1,027	559,401
2018	558,374	140	1,913	1,027	559,401
2019	558,374	140	1,913	1,027	559,401
2020	558,374	140	1,913	1,027	559,401

13-2-2 プロジェクトの経済費用

財務分析で使用した市場価格による事業費を Shadow Pricing Factor (潜在価格変数) 等を用いて経済価格へ変換する。変換については、以下の条件にて実施する。

- 1) 事業実施において必要な輸入関税、及び国内諸税はそれぞれ事業費外貨部分 10%及び内貨部分の5%を占めるものとする。
- 2) 外貨部分、内貨部分に対する変換係数はそれぞれ 1.0及び0.95とし、未熟練労働者、熟練労働者のそれはそれぞれ 0.5、 1.0とする。未熟練労働者に対する費用は内貨部分の 10% を占めるものとする。

経済価格に変更した事業費を表13-9に示す。

13-2-3 経済的内部収益率

経済価格に変換した費用及び便益を基に、経済的内部収益率を算出し、事業実施の経済的妥当性を判断する。収益率は9.5 %となり、これは資本の機会費用である9%を越えており、事業の実施によりもたらされる多くの計量化できない便益を考慮すると、本プロジェクトは経済的に十分実施の妥当性を確認できる。

経済的内部収益率を表 13-10に示す。

表 13-9 經濟費用

Year	Financial Project Cost			Tax			Economic Project Cost		
	F.C.	L.C.	Total	F.C.	L.C.	Total	F.C.	L.C.	Total
Total	1,385,231	906,402	2,291,633	138,524	45,321	183,845	1,246,707	786,845	2,033,552
1990	0	177,000	177,000	0	8,850	8,850	0	159,743	159,743
1991	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1992	27,987	15,638	43,625	2,799	782	3,581	25,188	13,445	38,633
1993	113,223	46,296	159,519	11,322	2,315	13,637	101,901	39,803	141,704
1994	518,257	256,114	774,371	51,826	12,806	64,632	466,431	220,194	686,625
1995	440,446	232,435	672,881	44,045	11,622	55,667	396,401	199,836	596,237
1996	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1997	5,597	3,128	8,725	560	156	716	5,037	2,690	7,727
1998	124,631	81,354	205,985	12,463	4,068	16,531	112,168	69,944	182,112
1999	155,090	94,437	249,527	15,509	4,722	20,231	139,581	81,192	220,773
2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2001	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2002	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2004	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2005	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2006	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2007	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2008	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2009	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2010	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2011	0	0	0	0	0	0	0	0	0

表 1 3--1 0 經濟的内部收益率

year	Water Value	Total Income	Capital Investment	Operating Expenses	Total Expenses	NET INCOME	Present Value	
							Discounted at (5 %)	(10 %)
1990	0	0	159,743	0	159,743	-159,743	-159,743	-159,743
1991	0	0	0	0	0	0	0	0
1992	0	0	38,633	0	38,633	-38,633	-35,041	-31,928
1993	0	0	141,704	0	141,704	-141,704	-122,409	-106,464
1994	0	0	686,625	0	686,625	-686,625	-564,888	-468,974
1995	141,854	141,854	596,237	51,083	647,320	-505,466	-396,046	-313,855
1996	170,914	170,914	0	61,090	61,090	109,824	81,953	61,993
1997	192,802	192,802	7,727	69,892	77,619	115,183	81,858	59,107
1998	216,130	216,130	182,112	78,301	260,413	-44,283	-29,972	-20,658
1999	251,698	251,698	220,773	91,500	312,273	-60,575	-39,047	-25,690
2000	280,598	280,598	0	102,512	102,512	178,086	109,330	68,660
2001	307,310	307,310	0	113,633	113,633	193,677	113,239	67,883
2002	332,597	332,597	0	121,766	121,766	210,831	117,398	67,177
2003	358,344	358,344	0	133,347	133,347	224,997	119,321	65,174
2004	384,034	384,034	0	144,339	144,339	239,695	121,062	63,119
2005	409,363	409,363	0	156,211	156,211	253,152	121,770	60,602
2006	423,605	423,605	0	165,031	165,031	258,574	118,456	56,273
2007	441,144	441,144	0	175,603	175,603	265,541	115,855	52,536
2008	459,490	459,490	0	185,844	185,844	273,646	113,706	49,218
2009	478,224	478,224	0	196,629	196,629	281,595	111,437	46,043
2010	499,046	499,046	0	208,278	208,278	290,768	109,587	43,221
2011	520,214	520,214	0	220,534	220,534	299,680	107,568	40,496
2012	520,214	520,214	0	220,534	220,534	299,680	102,446	36,814
2013	520,214	520,214	0	220,534	220,534	299,680	97,567	33,468
2014	520,214	520,214	0	220,534	220,534	299,680	92,921	30,425
2015	520,214	520,214	0	220,534	220,534	299,680	88,496	27,659
2016	520,214	520,214	0	220,534	220,534	299,680	84,282	25,145
2017	520,214	520,214	0	220,534	220,534	299,680	80,269	22,859
2018	520,214	520,214	0	220,534	220,534	299,680	76,446	20,781
2019	520,214	520,214	0	220,534	220,534	299,680	72,806	18,892
2020	520,214	520,214	0	220,534	220,534	824,519	190,775	47,252
Salvage					-524,839			
Total Present Value							1,081,400	-62,516
EIRR is							9.5%	

第2部

ポケット

目次

第1編 概論

1. 自然、社会経済	1 - 1
1-1 自然条件	1 - 1
1-2 社会経済条件	1 - 2
1-3 土地利用	1 - 2
2. 水源	1 - 7
2-1 現在の水利用パターン	1 - 7
2-1-1 表流水	1 - 7
2-1-2 地下水	1 - 8
2-2 既存水源の利用可能水量	1 - 8
2-3 新規水源の利用可能水量	1 - 9
3. 既存水道施設	1 - 11
4. 計画給水人口及び計画給水量	1 - 16
4-1 計画人口	1 - 16
4-2 計画給水区域	1 - 16
4-3 計画給水人口	1 - 16
4-4 計画給水量	1 - 16

第2編

5. 代替案の設定と評価	2 - 1
--------------	-------

5-1	概説	2 - 1
5-2	代替案の設定と評価	2 - 1
5-3	バトン、カロン、カタ地区に対する緊急整備計画	2 - 6
6.	事業実施計画	2 - 10
7.	組織	2 - 11
8.	事業費	2 - 11
9.	年次別支出計画	2 - 17

第3編 フィージビリティ・スタディ

10.	計画基礎	3 - 1
11.	事業実施計画	3 - 1
12.	事業費	3 - 3
13.	財務経済分析	3 - 3
13-1	財務分析	
13-1-1	資金調達	3 - 3
13-1-2	資金調達計画代替案	3 - 6
13-1-3	収入計画	3 - 8
13-1-4	資金繰	3 - 9
13-1-5	財務分析	3 - 12
13-2	経済分析	3 - 12
13-2-1	プロジェクトの経済評価	3 - 14
13-2-2	プロジェクトの経済費用	3 - 17

	13-2-3 経済的内部収益率	3 - 17
図	1-1 D T C P土地利用計画	1 - 4
	1-2 観光開発ゾーン	1 - 5
	2-1 R I Dダム開発候補地	1 - 10
	4-1 計画給水区域	1 - 17
	5-1 ゾーン区分	2 - 2
	5-2 水道システム概念図	2 - 7
	5-3 緊急整備計画(パトン、カロン、カタ)	2 - 9
	6-1 水源開発計画	2 - 12
	6-2 事業実施計画	2 - 13
	7-1 プラケット事業所組織図	2 - 15
	11-1 事業実施計画(第1期)	3 - 2
表	1-1 将来のホテル室数配分	1 - 6
	2-1 ダム計画諸元	1 - 12
	3-1 プラケット島既存水道システム	1 - 13
	3-2 既存浄水場施設概要	1 - 15
	4-1 計画給水量	1 - 20
	5-1 最大取水可能量	2 - 3
	5-2 暫定水源候補地	2 - 4
	5-3 ダムと浄水場の関係	2 - 5
	5-4 新規浄水場施設概要	2 - 8
	6-1 ダム建設計画代替案	2 - 10
	6-2 期別施設概要	2 - 14
	8-1 建設費内訳	2 - 16
	9-1 年次別支出計画(運転管理費含む)	2 - 18
	12-1 期別建設費内訳	3 - 4
	13-1 年次別支出計画	3 - 7
	13-2 融資機関の貸付条件	3 - 8
	13-3 水道料金	3 - 9
	13-4 水道加入金	3 - 9
	13-5 メーター使用料	3 - 9
	13-6 資金繰表	3 - 10

13-7	財務的費用便益	3 - 13
13-8	經濟便益	3 - 16
13-9	經濟費用	3 - 18
13-10	經濟的内部收益率	3 - 19

第 1 編 概 説

1. 自然、社会経済

1-1 自然条件

(1) 概説

プーケット島は、バンコクより 867km のインド洋上にある南北 49km、東西 19km の島で、タイ国で唯一の島からなる県を構成し、プーケット市がその行政・経済・文化の中心となっている。ナイヤン、スリン、カマラ、パトン、カロン、カタ、ナイハン、ラワイ、ラメカ、ミトラパップといった美しい西海岸、南海岸がプーケット島へ多くの観光客を引き付けており、タイ国政府もプーケット島の観光開発を積極的に行っている。プーケット島はまた、ゴム栽培と錫鉱山の島としても知られている。

(2) 地形

プーケットはもともと島を表すマレー語からきている。島の大部分は標高 200～500m の山岳で占められ、南部では 80% が丘陵部になっている。最高峰はマイタオシップソン山の 529m である。低地部は標高 5～40m の平野、あるいは起伏に富んだ段丘になっており、主としてゴム栽培に用いられている。

観光客を引き付ける美しい海岸は島の西側にあり、海岸は砂利、砂、貝殻から成っている。一方、東海岸はマングローブで覆われている。プーケット島ではほとんどの河川が小さい。いま一つの特徴は数多くの廢鉱で窪地を形成している。

(3) 地質

プーケット島の地質は主に 3 つの群によって特徴づけられる。(1) 海岸土は島全域の海岸に分布し、(2) 沖積土は河口沿の海岸に、(3) 崩積土は起伏に富んだ山岳と海岸の間の中間段丘に形成されている。

泥岩あるいは砂岩は、東部の半島部と中央部のバンニエオダム山に、花崗せん緑岩または黒雲母、花崗岩は主として西部の山岳部に形成されている。

(4) 気象

プーケットの年間降雨量は、西部の 2,300mm から、北部の 2,700mm まで変化する。降雨量分布は季節的で、ほとんどの降雨は 5～10月の雨季に発生する。乾季の降雨量は変化し易く、あてにならない。

年間平均蒸発量は 1,730mm で、月間変動はほとんどない。相対湿度は比較的高く、9月の 81.4% から10月の 68.2%の間で変化する。月間平均気温は4月の 29.5℃ から9月の 27.3℃ まで変化し、既往最高・最低気温はそれぞれ 37.8℃、17.4℃ である。

1-2 社会経済条件

プーケット県の純生産額では、最大シェアを農業が占めているが、その大半は漁業である。これに、サービス業、商業、輸送業、通信業、金融業が次ぎ、鉱業および採石業は6位で全体の 8.0%を占めている。県経済は今やサービス業中心の構造に移行しつつある。

プーケット島の自然は多くの観光客を引き付けつつあり、タイ国政府も観光開発を推進しており、これが新たな雇用機会を創出している。現在、ホテル・バンガロー・レストラン・観光客サービス会社の建設のように観光関連分野で多大な投資が展開されている。

ココナツ、ゴム、漁業といった農業もまた島経済の重要な一翼を担っている。

プーケット島の住民1人当りの平均収入はタイ国の南部地域および全国平均をはるかに上回っている。

1-3 土地利用

土地のほとんどは森林で覆われ、そこではゴム栽培が広く行われている。錫鉱山も島内に広く散在している。中核のプーケット市では、市街地は主要道路沿に発展しており、南行の 402号線、西行の4020号線に沿って拡大しつつある。新しい住宅団地開発が市の周辺に見られる。

島の南海岸にある精錬工場近くに、新たに建設された深海港 (Deep Sea Port) が操業開始を待っている。この港はタイの西海岸で唯一の深海港である。

大半のホテルは西海岸、南海岸およびプーケット市にある。一般に南西海岸は観光地として

比較的よく開発されており、一方西北海岸は新たに開発されつつあるか、開発されることになっている。

DYCPの土地計画によれば、将来の市街化区域は図 1-1に示すようになっている。

プーケット市の市街化は現在の市域を越えて拡大しつつある。この傾向と公共サービスに対する需要増加を満たすため、プーケット市は近隣の町を市域に取り込むこと考慮している。

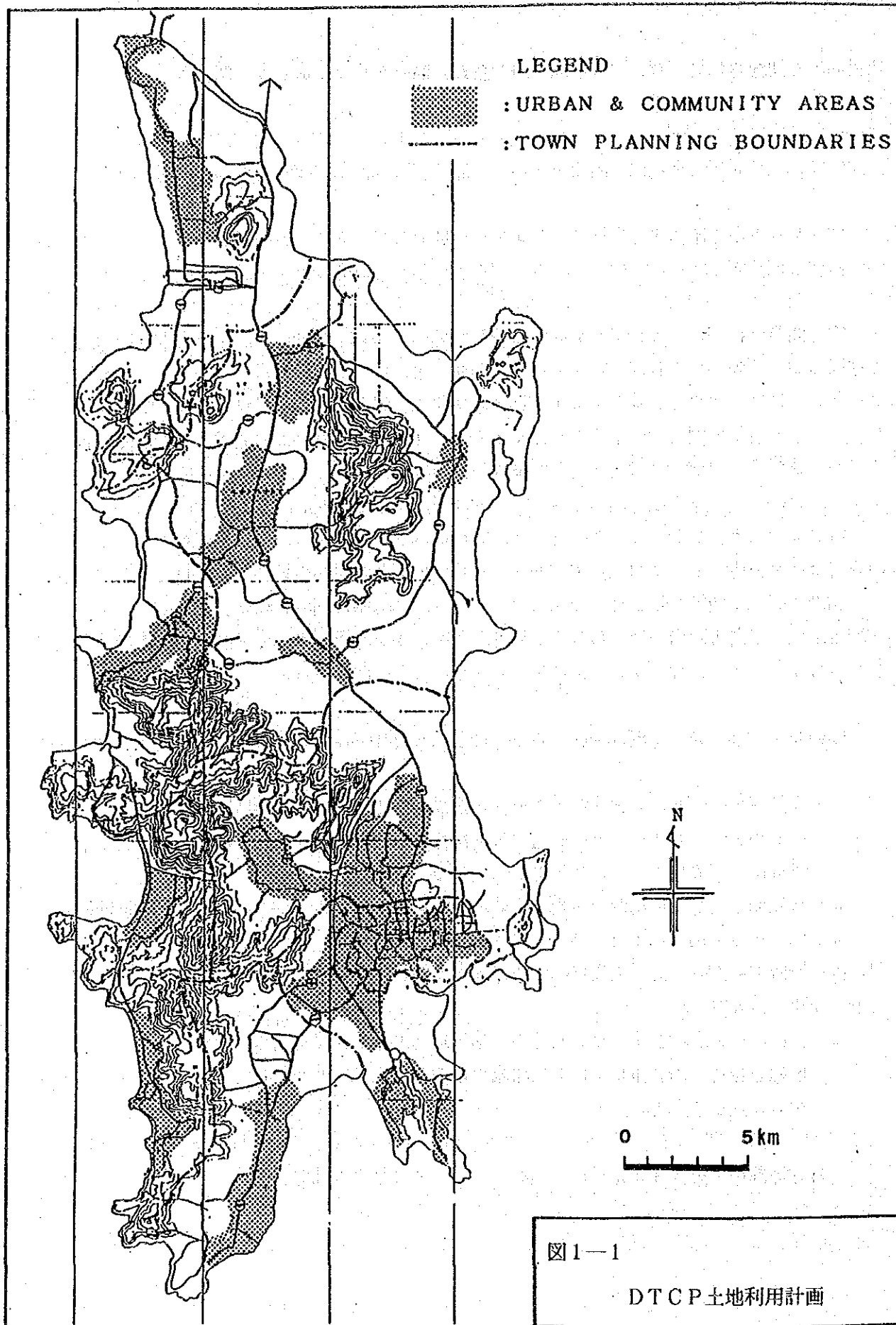
観光開発は将来の土地利用を決める重要な要因の1つとなっている。タイ国南部地域潜在観光地開発調査報告書によれば、将来の観光地開発は主として西海岸で行われ、大規模な国際的リゾート地区はバンタオ、チャトチャイ、タイムアンで、国内観光客に対する公共海浜施設を備えたホテル宿泊設備は図 1-2に示すようにマイカオ、コックロイ海岸に開発される。この調査ではホテル室数の分布目標を表 1-1のように設定している。

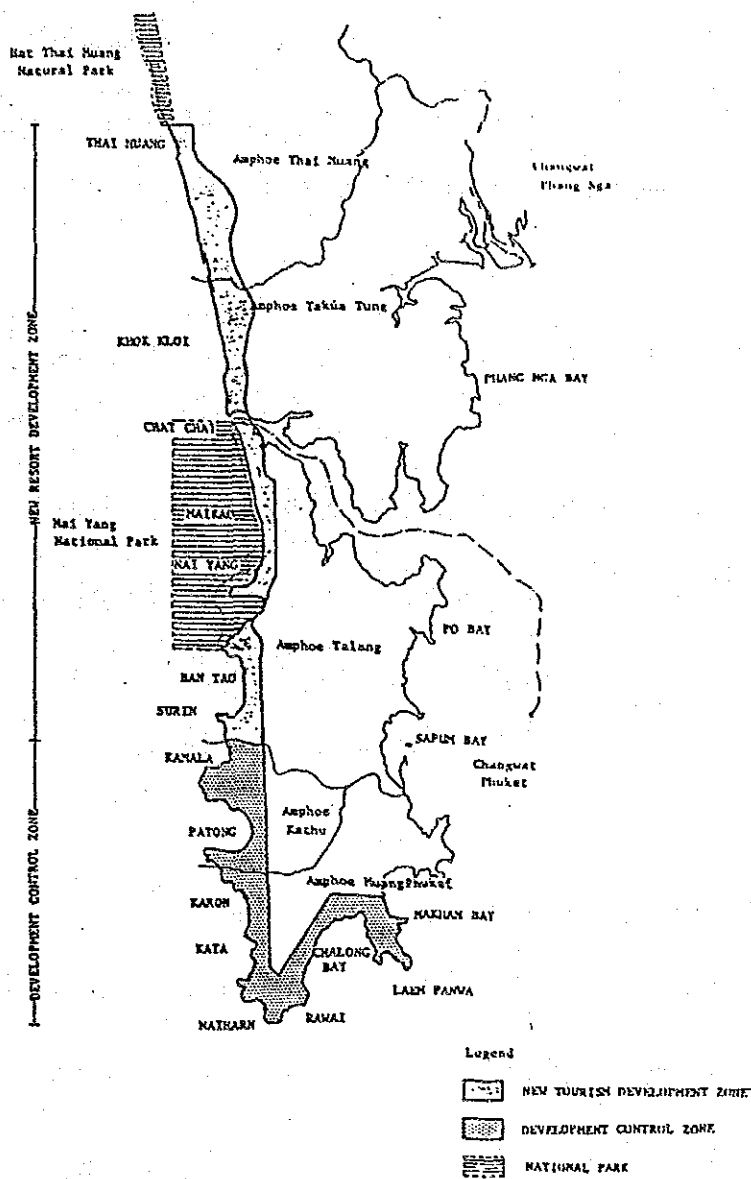
深海港の利点を活かした工業開発が考えられている。この場合、環境影響評価およびすべての経済セクター内、とくに観光と工業セクター間での開発調整が慎重に調査されるべきである。また、タイ国工業団地公社 (The Industrial Estate of Thailand) は民間企業とのジョイント・ベンチャーで空港の利点を活かした工業団地開発をタラン郡に計画しているが、用地選択も完了しておらず、フィージビリティ・スタディもまだなされていない。

県のレポートでは、重要な問題として次のものを取り上げている。

- 錫鉱山で働くために移入してきた人々が、閉山により仕事を失いつつある。
- 一部の公有地および王室所有地が無断移住者・観光業者によって侵入占拠されつつある。
- 錫鉱山と観光によって自然環境は悪化しつつある。
- 観光および深海港における需要水量の増加を満たすための浄水が不足する可能性がある。
- プーケット市の浸水は水路内の排水からの沈殿物によって生じている。
- 財政上の制約から、西海岸を結ぶ道路が不足している。
- 生活費が高くつく。
- 鉱山、観光および水不足のための土地利用によって、農業開発には制約がある。
- 旧錫鉱山の土地利用については議論の余地がある。
- 少数民族問題がある。

これらの問題を解決するために、次のような対策が提案されている。





Source : Study on Potential Tourism Area Development for South Region in Thailand

図1-2

観光開発ゾーン

表1-1 将来のホテル室数配分

Area	1991 Phase I		1996 Phase II			2001 Phase III		
	High	Low	High	Low	Total	High	Low	Total
Phuket	9,827	5,052	12,815	5,530	18,345	14,657	5,986	20,643
South	6,770	3,824	7,387	4,058	11,445	8,034	4,469	12,503
North	2,078	11	4,472	255	4,727	5,618	300	5,918
Town	853	1,034	830	1,034	1,864	879	1,034	1,913
Others	126	183	126	183	309	126	183	309

Source : Study on Potential Tourism Area Development for Southern Region in Thailand

- 高密度地区の宿泊設備に対する規律の確立
- 増加する数多くの非就業者の雇用機会の創出
- 点検強化のための警官および警備員の配置増強
- 小規模貯水池の建設
- 浅くなった水路の浚渫またはバイパス水路の開削
- 西海岸の観光地をつなぐ道路の建設と整備
- 旧錫鉱山の埋立てと農業生産増大のための農地への転用
- 少数民族の生活条件の改善

これらの対策に加えて、次の開発事業が提案されている。

- 深海港事業
- 水道事業
- 輸出指向型産業および農産物半製品化産業開発事業
- プーケット空港の国際空港への整備事業
- 長距離輸送事業（プーケット～プンピン間鉄道、プーケット～スラタニ間道路改善）
- プーケット～パンガ間の橋梁新設事業

2. 水源

2-1 現在の水利用パターン

2-1-1 表流水

(1) 貯水池

バンワット貯水池は水道用に1983年王立灌漑局(RID)によってプーケットの西8 kmに建設された。貯水池はアースフィル・ダムで計画諸元は次の通り。

流域面積	4.9 km ²
貯水量	8.5 MCM
有効貯水量	7.5 MCM
堤体延長	900 m
堤体高	25 m

給水能力 11,700 m³/日

貯水池の目的はプーケット市、パトン、カトゥ、深海港に給水するだけでなく、度重なる氾濫を緩和し、漁業を振興することにある。

(2) 旧錫鉱山貯水池

プーケット島はかつては全域に散らばる錫鉱山のように天然資源に恵まれていたが、国際市場における錫価格の下落により、数多くの錫鉱山が窪地のまま徐々に廃棄されている。これらの旧錫鉱山には降水、表流水、地下水が貯り、良質の水を生産する沈殿池として働いている。プーケット市の水道およびカオサパンの小規模集落の水道は、これらの旧錫鉱山貯水池に水源を依存している。

(3) 滝

小河川上流の滝は、水量は安定し水質も良いため、小規模集落では重要な役割を果たしている。パトン、チョンタレ、テップカサトリの3衛生区ではこれらの滝が水道水源に部分的あるいは全面的に使用されている。

(4) 降水

降水は生活用水として一般的に使用されており、とくに公共水道のない島の北東部の集落では、降水集水装置がよく見かけられる。降水は浅井戸の代替水源として使用されている。

2-1-2 地下水

プーケット島はその地形的水文地質的構造から地下水には恵まれていない。降水は地下に涵養されることなく海に流出してしまい、滞水層が存在する可能性はほとんどない。

2-2 既存水源の利用可能水量

(1) バンワット貯水池

下記の条件下で1958～1987年の30年間のデータを用いてシミュレーションを行ったところ、利用可能水量は11,700 m³/日で、これはRIDの予測と一致している。

- 確率年は10年とする。
- バンワット貯水池の降雨量データを用い、不足分はバンワット貯水池とプーケット市間の相関を用いてプーケット市の降雨量データを適用する。
- 蒸発量は70%のクラスAパンの値を用いる。
- 滲出による損失は無視する。
- 灌漑用水は考えない。
- 流出係数は0.38を用いる。

(2) 旧錫鉱山貯水池

下記の条件下で計算される利用可能水量は 6,850 m³/日である。

- 確率年は10年とする。
- 6つの貯水池の総貯水量は1,468,300 m³とする。
- 有効貯水量は上記の70%とする。
- 蒸発量は有効貯水量の20%とする。
- プーケット島の降雨量パターンより1～4月の4ヶ月間は流入がなく、5～12月については流入は十分にあるものとし、12月末には貯水池は満杯状態になるものとする。

2-3 新規水源の利用可能水量

(1) ダム開発候補地

プーケット島の既存水源に限りがあるため、タイ国政府はRIDに新規水源の開発可能性を調査させており、バンワット貯水池もその一部を構成している。図2-1にRIDが調査した7ヶ所のダム開発候補地を示す。

スイスの銀行グループによって提案された最北部リゾート地区開発を受けて、タイ国政府はPWA、PWD、RID、FEDを構成委員とする委員会を組織して検討を行っているが、その中でパンガ県でダム開発(クロンロヨンおよびクロンバントン)を行い、これをプーケット島まで導水する案が浮上している。

このうちコカット、クロンバクドン、カオトットの3つは流域も小さく、地質条件も悪いため調整対象より外し、また、クロンバントンは給水区域までの距離が長く、乾季流量も不安

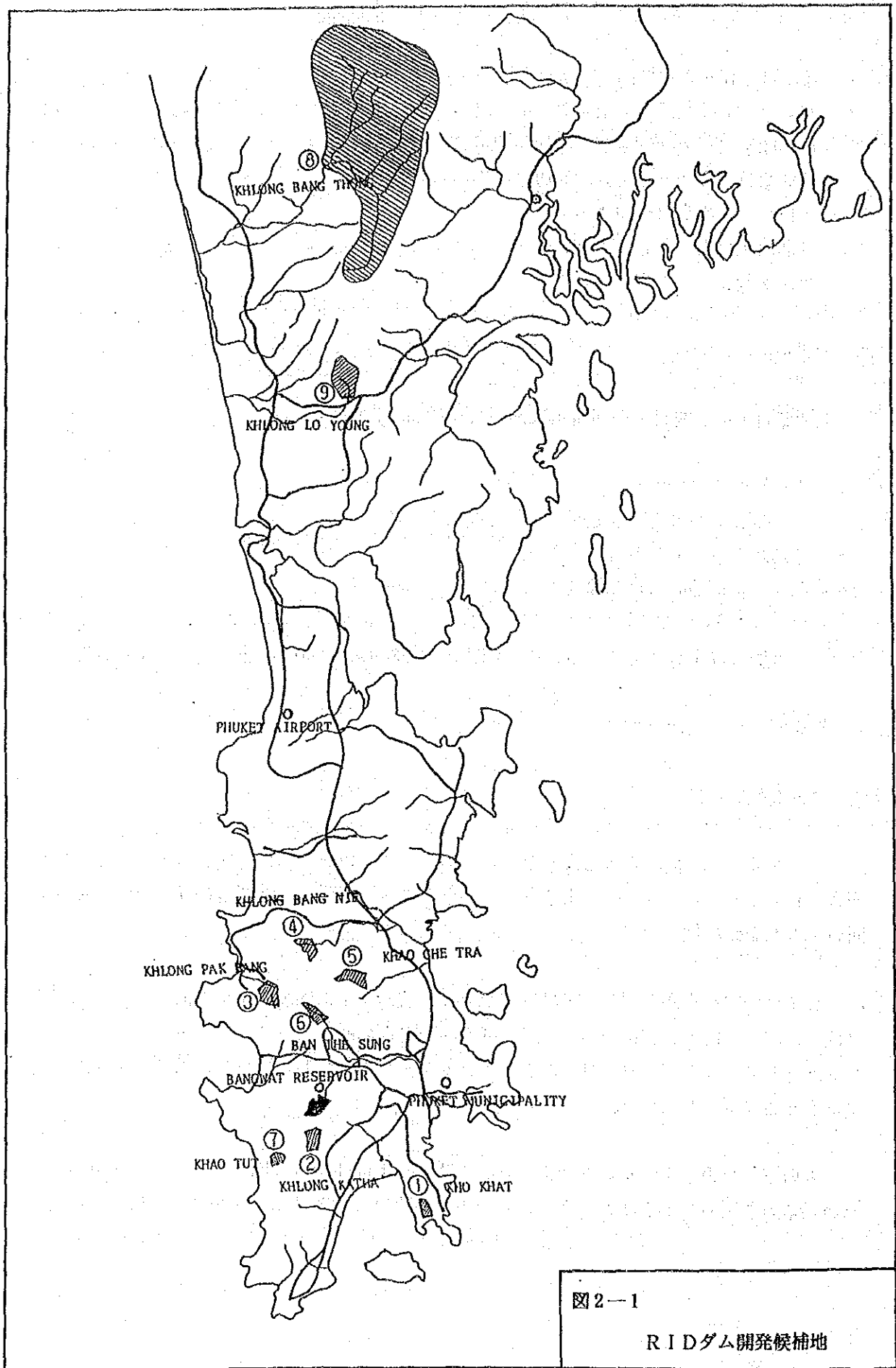


図 2-1
R I Dダム開発候補地

定のため同様に外すものとする。

残りのクロンカタ、バンニエオダム、カオチェトラ、バントスン、クロンロヨンの5つについて、測量と地質調査が調査団によって実施されたが、土地所有者からの反対に遭遇し、クロンロヨンについては測量・地質調査を、バントスンについては地質調査を(測量についてはRIDがすでに実施していたため対象となっていない)断念せざるを得なかった。調査を実施できなかった候補地については現場踏査を実施し、さらにクロンロヨンについては PWAの協力により航空写真による判読を行った。これらの調査結果に基づいてダムの構造を定め、前述したバンワット貯水池と同様の条件下で利用可能水量を検討した結果を表 2-1に示す。ここで、ナフアエクはパンガ島のクロンロヨンの裏側にある候補地で、参考のために示してある。

(2) 旧錫鉞山貯水池

プーケット市は貯水量 1,500,000 m³の旧錫鉞山を新たに購入する計画を持っており、その利用可能水量は前述したものと同様の条件下で 7,000 m³/日である。

(3) 河川表流水

クロンバンヤイは2支川の合流点で23.4km²の流域面積を持っており、新しいダムが建設されるまで暫定的にこれを利用することが考えられる。すなわち PWAバンワット浄水場の浄水能力は24,000 m³/日であるのに対し、バンワット貯水池からの利用可能水量は11,700 m³/日であり、浄水場は12,300 m³/日の浄水余力を持っている。このためにクロンバンヤイ川に堰を設けて取水ポンプを設置し、バンワット浄水場まで揚水することにする。

3. 既存水道施設

現在プーケット島では表 3-1に示すように5つの水道システムが操業中である。このうち、PWA プーケット事業所とプーケット市水道局(PMW)を除くと、他はいずれも規模が小さく、衛生区あるいは地域社会でかろうじて運営されており、いずれ PWAプーケット事業所の傘下に入ることが予定されている。

PMWは1957年に浄水能力 800 m³/日で創設され(当初は PWDによって運転され、後プーケット市に移管)、以降増設を重ねて1975年には浄水能力は 6,600 m³/日まで拡大された。市はその後もバンワット貯水池の建設も含めて浄水能力を18,900 m³/日まで高めることを計画したが、地

表 2-1-1 ダム計画諸元

Dam No.	1	2	3	4	5	6
Dam Location	Khlong Lo Young	Khlong Katha	Khao Che Tra	Bang Nie	Bang The Sung	Na Paek
Catchment Area (km ²)	7	5.2	4.3	5.2	4.3	14.4
Total Capacity (MCM)	11.5	5	3	3.1	5	12
Dead Capacity (MCM)	0.3	0.3	0.2	0.3	0.2	0.7
Effective Capacity (MCM)	11.2	4.7	2.8	2.8	4.8	11.3
High Water Level (m)	46	51	43	36	62	38
Low Water Level (m)	27	27	33	23	34	23
Dam Top Level (m)	50	55	47	40	66	42
Dam Bottom Level (m)	4	3	18	3	8	4
Dam Height (m)	46	52	29	37	58	38
Dam Length (m)	845	780	727	830	630	1000
Embankment Volume (MCM)	1.872	2.25	0.8	1.13	2.57	2.5
Water Supply Amount (m ³ /d)	21400	10900	7600	8900	9600	35000

Note : Details of the Proposed Dams are given in Appendix 6

表3-1 プーケット島の既存水道システム

Operating Authority	Service Area	Treatment Plant	Treatment Capacity (cu.m/h)	Water Source	Year in Operation
PWA Phuket Waterworks	Patong, Kathu, Deep Sea Port	Bangwad	1,000	RID Bangwad Reservoir	Sep. 1987
		Patong	30	Waterfall	Oct. 1985
		Kathu(Not Used)	30	Waterfall	Nov. 1985
Phuket Municipal Waterworks	Phuket	Phuket	580	Tin-mining-pit Reservoir	1957
Thep Kasattri Sanitary Dist. Waterworks	Thalang	Thalang	20	Prathiu Waterfall	1977
Choeng Thale Sanitary Dist. Waterworks	Choeng Thale	Choeng Thale	20	Waterfall and tin-mining-pit reservoir	
Sapam Community Waterworks	Sapam	Sapam	20	Tin-mining-pit Reservoir	

方水道事業の PWA への統合化を進めるタイ国政府は、1984年、PMW を PWA の管轄下に置くことを閣議決定し、PWA の準備が整うまでの暫定期間 PMW の存続を許したが、新規事業への補助は保留した。1987年 PWA は浄水能力 24,000 m³/日のバンワット浄水場を完成させ、プーケット市に給水できる態勢を整えたが、PWA に統合されることを潔しとしない PMW は、その後も改造によって浄水能力を 13,900 m³/日まで高めたり、新たに旧錫鉦山を買収して貯水池にするなど独自の行動を取り、今日に至っている。

1988年9月、PMW は PWA から浄水供給を受けることに合意し、1989年7月にその量は 6,000 m³/日を限度として、1 m³当たり 4 Baht とすることで PMW と合意している。

PWA は1985年にパトン衛生区で操業を開始し、1987年9月には同じくカトウ衛生区で操業を開始した。前述したように1987年に浄水能力 24,000 m³/日のバンワット浄水場が完成し、現在パトン、カトウ、深海港に給水を行っている。PWA がプーケット島全体の給水に責任を負っている。

PWA プーケット事業所の既存浄水場施設概要を表 3-2 に示す。

表 3-2 既存浄水場施設概要

施設名	形状・寸法/仕様	
	パ ン ワ ッ ト	パ ト ン
計画浄水量	24,000 m ³ /日 = 1,000 m ³ /時	480 m ³ /日 = 20 m ³ /時
原水ポンプ	600 m ³ /時 x 26m x 100hp x 2台 600 m ³ /時 x 26m x 100hp x 2台 (エンジン掛)	なし
急速混和池	円形 2池	
フロック形成池	長方形機械式 幅7.3m x 長7.3m x 深3.4m x 4池	長方形水流式 幅0.3m x 長90.0m x 深0.4m x 1池
沈澱池	長方形水平流 幅7.3m x 長54.8m x 深3.1m x 4池	長方形水平流 幅2.4m x 長6.4m x 深3.4m x 1池
ろ過池	下向流単層 幅6.7m x 長6.6m x 8池	下向流単層 幅2.4m x 長1.8m x 1池
浄水池	長方形 容量 6,400 m ³	円形
高架水槽	—	円形
浄水ポンプ	250 m ³ /時 x 45m x 70hp x 2台 250 m ³ /時 x 45m x 74hp x 1台 (エンジン掛) 300 m ³ /時 x 20m x 37hp x 1台	
逆洗ポンプ	1,400 m ³ /時 x 15m x 150hp x 1台	
場内用水ポンプ	5 m ³ /時 x 20m x 2hp x 1台	

4. 計画給水人口および計画給水量

4-1. 計画人口

プーケット県の1987年人口は 153,600人であり、1980年以降年間平均増加率は2.3%となっている。これは、1980～1985年の南部地域の自然増加率2.5%にはほぼ等しい。

計画人口は下記の方法により、2011年で 213,700人と予測される。

- 県およびDTCP計画区域レベルではJICAのタイ国南部地域潜在観光地開発調査報告書による。
- 各町人口は都市計画区域内の現在シェアによって予測する。
- 郡人口は、町人口の合計とする。
- プーケット市のDTCP計画区域については、JICAのプーケット市下水排水改善計画調査報告書の結果と置き替える。

4-2. 計画給水区域

将来の計画給水区域は、DTCPの開発計画、PWAの水道整備戦略、将来の土地利用、人口の伸び、観光開発の見込みを考慮して、図 4-1のように定める。

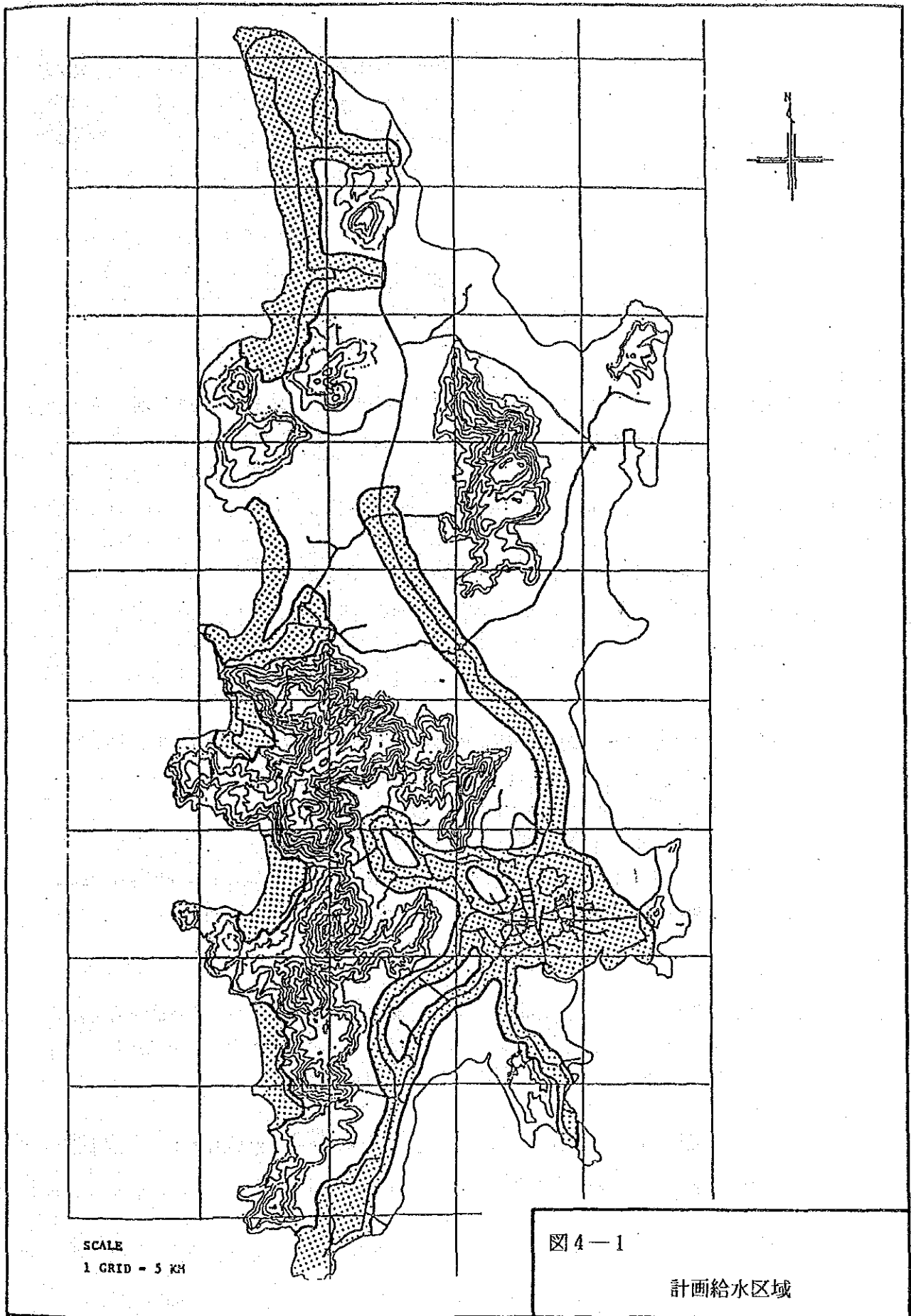
観光開発が計画給水区域決定の最も重要な要因となっており、水道整備については、海浜リゾート地区を最優先させるために、2001年までの計画給水区域に取り込んでいる。

4-3. 計画給水人口

計画給水人口は、計画給水区域をプーケット市、リゾート地区、その他に分け、2011年における普及率をそれぞれ 90%、70%、50%と定めて 110,514人に設定する。このときの普及率は計画給水区域内人口 146,468人に対して 75.5%である。

4-4. 計画給水量

1987年における PWAプーケット事業所の配水量は 805,878 m^3 /年、給水量は 394,314 m^3 /年、給水栓数は 888個となっている。



プーケット市については、プーケット市下水排水改善計画調査報告書で計画下水量予測のため、計画人口、計画給水量の詳細な検討を行っており、これらについては、多くをこの報告書に依存している。（本調査では前述した PWA と PMW の経緯のためプーケット市のデータ収集を十分に行えなかった。）

(1) 基礎水量

将来の需要水量は下記の方法により、個別に予測する。

1) 生活用水

計画給水区域をプーケット市、リゾート地区、その他に分けて、それぞれの1人1日使用水量を定め、計画給水人口×1人1日使用水量により算出する。

2) 公共用水

官庁、学校、病院に分けて、次式により算出。

官庁用水：計画給水人口×1人1日使用水量(10 lpcd)

学校用水：就学生徒数 × 1人1日使用水量(12 lpcd)

病院用水：ベッド数 × 1ベッド1日使用水量 (1.5 m³/日・ベッド)

3) 観光用水

プーケット市とリゾート地区に分け、次式により算出。

プーケット市：ホテル室数×1室1日使用水量 (1.2 m³/日・室)

リゾート地区：利用者数×1人1日使用水量

(高級ホテル640 lpcd、普通ホテル500 lpcd)

利用者数はタイ国南部地域潜在観光地開発調査報告書で示されたホテル稼働率 60%、1室1日利用者数 1.8人を用いて算出。

4) 商業用水

プーケット市については、市民生活に連動するものとして、生活用水基礎水量の5%、リゾート地区については観光客に連動するものとして、観光用水の 37%を見込む。

5) 工業用水

プーケット市については、現況の 684 m³/日が将来も変わらないものとし、深海港については計画値の 1,000 m³/日を使用。

(2) 無効水量

PMW の無効水率は過去5年間10～15%の範囲にあるが、浄水場からの配水量の読みは、マスター・メーターが未設置のため、配水ポンプの公称能力と運転時間に基づいている。一方、PWA プーケット事業所の無効水率は1987年に46.5%となっている。このためプーケット市と新規給水区域については無効水率を20%とし、PWAの既存給水区域については、徐々に改善され、2011年にはPWAの戦略目標である20%に到達するものと想定する。

(3) ピーク率

プーケット市におけるピーク率は過去5年間1.09～1.16の範囲にあると報告されているが、前述したように計測方法に問題がある。一方、PWAプーケット事業所では系統別（パトン、カトゥ、深海港）に浄水場からの配水量が計測されているが、運転開始して間もないため運転が安定しておらず、異常なピーク率を示している。例えば、パトンで3.61、カトゥで3.11、深海港で6.34であり、パトンの場合には間欠運転になっている。したがって、これらのデータを根拠にピーク率を定めることは、むしろ危険である。ここでは水道システムの規模、他都市の例を勘案して、1.30を採用する。

(4) 計画給水量

計画給水量は表4-1のようにまとめられる。2011年における計画給水量は1日平均で70,536 m^3 /日、1日最大で91,697 m^3 /日である。

表 4-1 計画給水量

(単位：m³/日)

用途		1991	1996	2001	2006	2011
生活用水	市内	2,560	6,319	14,205	26,529	47,595
	市外					73,657
公共用水		338	1,578	3,141	4,590	6,634
観光用水						7,474
商業用水		505	1,182	2,353	3,439	4,970
工業用水		0	0	28,100	39,851	69,753
小計		3,539	9,443	52,144	80,129	140,073
ゾーン内訳						
ゾーン1		5,923	13,418	26,494	39,511	50,334
ゾーン2		0	31,218	38,282	44,135	49,383
ゾーン3		285	1,211	2,486	4,594	7,799
ゾーン4		610	1,137	2,084	5,390	8,481
ゾーン5		0	0	0	9,808	10,822
ゾーン6		0	0	0	17,787	23,239
ゾーン7		2,626	5,159	10,784	15,967	20,518
ゾーン8		0	0	0	2,880	4,015
ゾーン1と7		8,549	18,577	37,278	55,478	70,852
その他のゾーン		895	33,566	42,852	84,594	103,739
無効水率 (%)						
ゾーン1と7		43	26	25	23	20
その他のゾーン		20	20	20	20	20
無効水量		2,685	3,227	14,584	21,848	35,896
1日平均給水量		6,244	12,670	66,728	101,977	175,969
ピーク率		1.20	1.20	1.20	1.20	1.20
1日最大給水量		15,204	80,074	122,372	211,163	261,888

注) ゾーンについては図 5-1参照のこと。