

ラオス人民民主共和国  
公共事業運輸省住宅・都市計画局  
首都ビエンチャン  
首都ビエンチャン水道公社

ラオス国  
首都ビエンチャン上水道拡張事業  
準備調査

最終報告書

平成 27 年 6 月  
(2015 年)

独立行政法人  
国際協力機構(JICA)

株式会社日水コン

東大
CR (5)
15-024

**為替レート**

(2014 年度ファクトファインディングミッション適用)

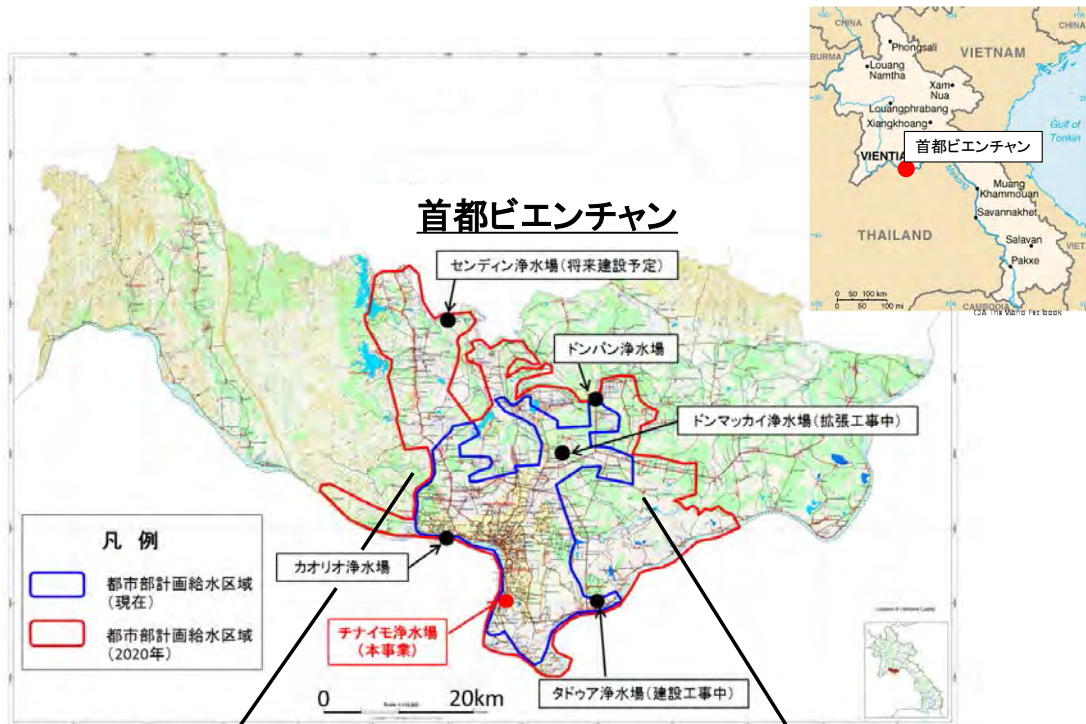
1USD = 120.4 JPY

1USD = 8,094.60 LAK

1LAK = 0.0149 JPY

## 調査対象位置図

### ラオス全図



### 事業対象地域図



## 目 次

為替レート.....	1
調査対象位置図.....	2
目 次.....	3
表 目 次.....	8
図 目 次.....	11
略 語 表.....	13
<b>1. 序論.....</b>	<b>1-1</b>
1.1 調査の背景.....	1-1
1.2 調査の目的と調査対象地域.....	1-1
1.2.1 調査の目的.....	1-1
1.2.2 調査対象地域.....	1-2
1.3 調査スケジュールと作業項目.....	1-2
1.3.1 調査スケジュール.....	1-2
1.3.2 作業項目.....	1-3
<b>2. 調査対象地域の状況.....</b>	<b>2-1</b>
2.1 自然状況.....	2-1
2.1.1 気候.....	2-1
2.1.2 地形.....	2-2
2.1.3 水文.....	2-2
2.1.4 水理地質.....	2-5
2.2 社会・環境状況.....	2-6
2.2.1 人口と行政.....	2-6
2.2.2 土地利用.....	2-9
2.2.3 その他の社会経済及び環境状況.....	2-11
<b>3. 水道セクターの分析.....</b>	<b>3-1</b>
3.1 水道セクターの現状と問題点.....	3-1
3.2 水道セクターの法律、政策、および計画.....	3-2
3.2.1 水道セクターの法的枠組み.....	3-2
3.2.2 水道セクターの政策と計画.....	3-2
3.3 首都ビエンチャンの水需要.....	3-3
3.4 既存水道施設の給水量および施設能力の現状.....	3-4
3.5 無収水の現況.....	3-6
3.6 首都ビエンチャンの水道施設の全体的な基本構想.....	3-8
3.7 首都ビエンチャンでの水道セクターにかかる現在のプロジェクト.....	3-8
3.8 首都ビエンチャンの既存水道施設.....	3-8
3.8.1 取水施設.....	3-10
3.8.2 浄水場.....	3-10
3.8.3 送水管.....	3-11

3.8.4	配水池.....	3-12
3.8.5	配水管.....	3-12
3.8.6	給水管.....	3-17
3.9	チナイモ浄水場の既存施設.....	3-17
3.9.1	チナイモ浄水場の取水施設.....	3-17
3.9.2	チナイモ浄水場の処理施設.....	3-19
3.9.3	チナイモ浄水場の送配水施設.....	3-22
3.9.4	電力状況.....	3-22
3.10	運転維持管理.....	3-23
3.10.1	浄水場.....	3-23
3.10.2	送水および配水ネットワーク.....	3-24
3.11	水道セクターの組織.....	3-24
3.12	水道料金.....	3-27
3.13	NPNLの財務分析.....	3-30
3.13.1	NPNLの経営状況.....	3-30
3.13.2	NPNLの財務状況.....	3-32
3.13.3	水道サービスに対する支払意思額と支払可能額.....	3-37
3.14	関連する進行中の調査とプロジェクト.....	3-41
3.14.1	AfD支援による水供給マスタープラン2014.....	3-41
3.14.2	AfDによる既設管の布設替えプロジェクト.....	3-42
3.14.3	ドンマッカイ上水道拡張事業.....	3-45
3.14.4	JICA支援による技術協力プロジェクト.....	3-47
3.15	水道セクターにおけるPPPによるプロジェクト.....	3-48
3.15.1	タドゥア給水事業.....	3-48
3.15.2	センディン給水事業.....	3-50
3.15.3	ドンバン上水道拡張事業.....	3-53
3.16	水道施設の改善に係る長期計画.....	3-53
3.17	長期財務計画.....	3-55
3.18	NPNLによる水道事業の現況認識と評価.....	3-57
3.18.1	技術的側面.....	3-57
3.18.2	運営的側面.....	3-58
3.18.3	財務的側面.....	3-60
3.18.4	人材的側面.....	3-61
<b>4.</b>	<b>事業計画.....</b>	<b>4-1</b>
4.1	2030年までの水需要予測.....	4-1
4.1.1	人口予測.....	4-1
4.1.2	水需要.....	4-3
4.2	水道施設の段階的整備計画.....	4-6
4.3	拡張後のチナイモ浄水場及びその他の浄水場からの配水エリア.....	4-7
4.4	事業で拡張される水道施設の検討.....	4-9
4.5	事業の全体計画.....	4-10
4.5.1	事業の全体計画について.....	4-10
4.5.2	全体計画の基本的な考え方.....	4-10
4.5.3	フェーズプラン.....	4-11

<b>5. 事業概要</b> .....	<b>5-1</b>
5.1 施設計画 .....	5-1
5.2 施設設計 .....	5-4
5.2.1 チナイモ取水ポンプ場 .....	5-4
5.2.2 チナイモ浄水場 .....	5-7
5.2.3 送水および配水ポンプ設備 .....	5-21
5.2.4 送配水管施設 .....	5-28
5.3 事業で建設される施設の運転維持管理計画.....	5-39
5.4 事業の全体費用 .....	5-40
5.4.1 事業内容 .....	5-40
5.4.2 工事費 .....	5-41
5.4.3 維持管理費 .....	5-42
5.5 フェーズ1事業の概要.....	5-46
5.5.1 パッケージ案 .....	5-46
5.5.2 コンサルティングサービスの内容（案） .....	5-48
5.5.3 概算事業費 .....	5-49
5.5.4 妥当性検証のための類似案件との事業費比較 .....	5-52
5.5.5 更新費 .....	5-53
5.5.6 事業実施スケジュール .....	5-56
5.5.7 施工計画 .....	5-57
5.5.8 工事資機材の調達計画および調達方法 .....	5-58
<b>6. 環境社会配慮</b> .....	<b>6-1</b>
6.1 事業対象地域の概要 .....	6-1
6.2 環境社会影響を及ぼす可能性のある事業コンポーネントの概要.....	6-2
6.3 ラオスにおける法令および関係機関.....	6-3
6.3.1 環境社会配慮に係る法令 .....	6-3
6.3.2 環境行政組織 .....	6-6
6.4 代替案 .....	6-6
6.5 スコーピング .....	6-8
6.6 初期環境影響評価(IEE).....	6-11
6.6.1 IEE の TOR .....	6-11
6.6.2 IEE 結果 .....	6-12
6.7 環境社会管理およびモニタリング計画.....	6-21
6.7.1 実施体制 .....	6-21
6.7.2 緩和策およびモニタリング .....	6-23
6.8 コンサルテーションミーティング .....	6-32
6.9 事業実施の為に今後必要な手続き .....	6-34
<b>7. 事業実施体制</b> .....	<b>7-1</b>
7.1 事業実施体制の検討 .....	7-1
7.1.1 水道事業の事業実施組織 .....	7-1
7.1.2 本事業の事業実施機関 .....	7-3
7.2 維持管理 .....	7-4
7.2.1 維持管理 (O&M)計画 .....	7-4
7.2.2 技術支援の提案 .....	7-6

<b>8. ライフ・サイクル・コスト入札の導入</b> .....	<b>8-1</b>
8.1 ライフ・サイクル・コスト入札導入の目的.....	8-1
8.2 LCC入札の上下水道プロジェクトへの適用パターン.....	8-1
8.2.1 世界銀行融資による下水処理場施設案件の先行事例.....	8-1
8.2.2 円借款による上水道整備事業での事例.....	8-2
8.3 本件首都ビエンチャン上水道拡張事業への導入可能性.....	8-3
8.3.1 LCC入札導入にあたって留意すべき点.....	8-3
8.3.2 推奨されるLCC入札の方式.....	8-4
8.3.3 ラオスの調達に係る法制度.....	8-5
8.3.4 LCC入札導入の妥当性.....	8-6
8.4 LCC入札の手続きと評価方法.....	8-6
8.4.1 評価価格.....	8-6
8.4.2 性能証明（工場検査）.....	8-7
8.4.3 罰則.....	8-8
8.5 本邦企業の優位性.....	8-8
<b>9. 下水・排水部門の分析</b> .....	<b>9-1</b>
9.1 下水・排水部門の現状と課題.....	9-1
9.1.1 下水・排水部門の現状.....	9-1
9.1.2 下水・排水部門の課題.....	9-4
9.2 下水・排水部門の方針と計画.....	9-5
9.2.1 これまでの技術協力関係.....	9-5
9.2.2 ラオス政府の方針.....	9-6
9.3 上水道拡張により増加する下水・排水の影響.....	9-6
9.3.1 上水道拡張計画.....	9-6
9.3.2 拡張に伴う下水・排水への影響.....	9-6
9.4 首都ビエンチャンにおける下水と排水に対する包括的な計画.....	9-7
9.4.1 これまでの提言等に対する評価.....	9-7
9.4.2 別途考えられる方策について.....	9-7
<b>10. 事業効果</b> .....	<b>10-1</b>
10.1 事業の経済的内部収益率（EIRR）及び財務的内部収益率（FIRR）.....	10-1
10.1.1 財務分析.....	10-1
10.1.2 経済分析.....	10-5
10.1.3 財務計画.....	10-10
10.1.4 事業による水道料金改定の影響分析.....	10-14
10.2 運用・効果指標の選定と算定.....	10-16
10.2.1 事業に対する運用・効果指標の選定と算定.....	10-16
10.2.2 データの取得.....	10-16
10.2.3 定量的効果.....	10-16
10.2.4 定性的効果.....	10-17
<b>11. 事業評価と提言</b> .....	<b>11-1</b>
11.1 事業の評価.....	11-1
11.2 提言.....	11-2

## 添付資料

- 添付資料 1 : Minutes of Meetings on the Preparatory Survey on Vientiane Capital Water Supply Expansion Project in the Lao People's Democratic Republic on February 21, 2014.
- 添付資料 2 : Minutes of Meeting on Inception Meeting (August 21, 2014) on September 30, 2014.
- 添付資料 3 : Minutes of Meeting on Interim Report Meeting (November 25, 2014) on December 25, 2014.
- 添付資料 4 : Minutes of Meeting on Draft Final Report Meeting (January 27, 2015) on February 3, 2015.



## 目 次

表 2.1.1	首都ビエンチャンの気温.....	2-1
表 2.1.2	首都ビエンチャンの降水量.....	2-2
表 2.1.3	メコン河の平均河川流量.....	2-4
表 2.1.4	メコン河の水深.....	2-4
表 2.2.1	首都ビエンチャンの人口と世帯数 (2013).....	2-7
表 2.2.2	計画給水区域の概要.....	2-8
表 2.2.3	ラオスの GDP 成長率.....	2-11
表 2.2.4	特別経済区と特定経済区の一般的な定義.....	2-12
表 2.2.5	農業・非農業の労働人口配分.....	2-12
表 2.2.6	首都ビエンチャンの SEZ (2014 年 9 月時点).....	2-13
表 2.2.7	観光収入、ホテル及びレストラン数の変化 (首都ビエンチャン).....	2-13
表 2.2.8	宗教と民族構成.....	2-14
表 3.2.1	ラオスの法制度の概要.....	3-2
表 3.2.2	投資計画の概要 (2005-2020).....	3-3
表 3.2.3	2020 年目標の概要.....	3-3
表 3.4.1	既存浄水場の設計処理能力と実際の処理量の比較.....	3-5
表 3.5.1	年間の生産水量及び販売水量の内訳.....	3-6
表 3.7.1	首都ビエンチャン水道セクターに関連する現在プロジェクトの概要.....	3-8
表 3.8.1	首都ビエンチャンの既存浄水場の概要.....	3-10
表 3.8.2	配水池諸元.....	3-12
表 3.8.3	総延長 (送配水管).....	3-15
表 3.8.4	布設後 30 年以上経過の管路延長.....	3-16
表 3.8.5	管種の状況.....	3-17
表 3.8.6	首都ビエンチャンの給水メーター数.....	3-17
表 3.9.1	既存ポンプの運転パラメータの表示値 (現地調査時).....	3-21
表 3.9.2	チナイモ浄水場、NPNL、首都ビエンチャンの 2013 年の年間電力消費量.....	3-22
表 3.10.1	2013 年のチナイモ浄水場運転管理費.....	3-23
表 3.12.1	NPNL の現在及び将来の水道料金 (2014 年 9 月施行).....	3-28
表 3.12.2	水道料金のカテゴリー (NPNL).....	3-28
表 3.12.3	NPNL の過去の水道料金 (2007 年 5 月施行).....	3-29
表 3.12.4	NPNL の改定版水道料金 (2009 年 4 月施行).....	3-29
表 3.12.5	NPNL の改定版水道料金 (2009 年 9 月施行).....	3-29
表 3.13.1	NPNL の過去 5 年間の経営指標.....	3-30
表 3.13.2	1,000 給水栓当り職員数の国際データ.....	3-31
表 3.13.3	NPNL の貸借対照表 (過去 5 年間).....	3-33
表 3.13.4	NPNL の損益計算書 (過去 5 年間).....	3-34
表 3.13.5	NPNL の財務指標.....	3-36
表 3.13.6	インタビュー調査のサンプル配分.....	3-37
表 3.13.7	社会条件調査 (インタビュー調査) の結果概要.....	3-40
表 3.14.1	WSM/P 2014 による人口、水需要予測及び提案される水生産量.....	3-42
表 3.14.2	JICA と AfD との協調支援によるプロジェクトのスキームの予算の配分.....	3-43
表 3.14.3	ドンマックイ拡張事業の事業費内訳.....	3-45
表 3.14.4	主な成果と担当組織.....	3-47
表 3.15.1	タドゥア給水事業のコスト概要.....	3-48
表 3.15.2	タドゥア給水事業の建設予定施設の概要.....	3-49
表 3.15.3	タドゥア給水事業で提案される水道料金.....	3-50

表 3.15.4	センディン給水事業の事業費	3-51
表 3.15.5	センディン給水事業の建設予定施設の概要	3-52
表 3.16.1	2030年を目標とした3つのシナリオの主な技術的特徴	3-53
表 3.18.1	運営面に関連した業務指標の比較	3-59
表 3.18.2	首都ビエンチャン(NPNL) 職員配置数	3-61
表 3.18.3	技術研修センターの技術、経営コース	3-62
表 4.1.1	WSM/P 2014、UDM/P 2011、WSM/P 2004による人口予測	4-1
表 4.1.2	本調査による人口予測	4-1
表 4.1.3	NPNLによる給水人口の比較	4-2
表 4.1.4	本調査による人口予測	4-2
表 4.1.5	水道計画における家庭様水使用量のガイドライン	4-4
表 4.1.6	WSM/P 2014による非家庭用水の予測	4-4
表 4.1.7	水需要予測の概要	4-6
表 4.2.1	フェーズ1とフェーズ2の概要	4-7
表 4.5.1	各施設の全体工程計画の考え方	4-11
表 4.5.2	各フェーズの事業スコープの主な内容	4-11
表 5.2.1	取水ポンプの基本設計条件	5-5
表 5.2.2	取水ポンプ形式の比較	5-5
表 5.2.3	各フェーズにおける新設取水ポンプ台数とポンプ能力	5-6
表 5.2.4	取水ポンプの吐出流量コントロール方法のコスト比較	5-7
表 5.2.5	浄水施設の概要	5-8
表 5.2.6	既設ろ過池の主な設計諸元	5-10
表 5.2.7	新設ろ過池の主な設計諸元	5-10
表 5.2.8	新逆洗水ポンプと空洗ブロワの基本仕様	5-12
表 5.2.9	浄水処理に使用する薬品	5-12
表 5.2.10	薬品注入率の範囲(案)	5-13
表 5.2.11	中央監視システムに伝送される運転情報	5-20
表 5.2.12	送配水施設の基本設計流量	5-21
表 5.2.13	三つの送配水系への各送配水量	5-21
表 5.2.14	固定回転数および回転数可変によるポンプ制御の電力使用料の比較	5-26
表 5.2.15	ポンプ形式の比較	5-27
表 5.2.16	送配水システムのポンプとして選定されたポンプの形式、台数および基本仕様と既存ポンプの取り扱い	5-28
表 5.2.17	本事業で布設される管路の口径別延長	5-31
表 5.2.18	計算条件	5-32
表 5.2.19	水位条件	5-32
表 5.2.20	ポンタンとサムケ高架水槽からの給水エリアに新設される送配水管	5-35
表 5.2.21	サラカム配水センターの配水ゾーンに布設される配水管の口径、管種および延長	5-37
表 5.2.22	布設替えあるいは新設する配水管の口径、管種および延長	5-39
表 5.3.1	主な水道施設の運転維持管理計画	5-40
表 5.4.1	事業内容(フェーズ1及び2)	5-41
表 5.4.2	工事費(フェーズ1及び2)	5-42
表 5.4.3	維持管理費用	5-44
表 5.4.4	維持管理費用の内訳(フェーズ1及び2)	5-45
表 5.5.1	パッケージ(フェーズ1)	5-47
表 5.5.2	パッケージ別の工事費内訳(フェーズ1)	5-50
表 5.5.3	概算事業費算出条件	5-51
表 5.5.4	概算事業費算出結果(フェーズ1)	5-51
表 5.5.5	類似案件プロジェクトリスト	5-52

表 5.5.6	取水および浄水施設の単位浄水処理能力 (M <sup>3</sup> ) 当たり単価の比較	5-53
表 5.5.7	2050年までの更新費 (フェーズ1施設)	5-55
表 5.5.8	事業実施スケジュール (フェーズ1)	5-56
表 6.1.1	民族分布 (2013年)	6-1
表 6.1.2	4郡における貧困世帯数(2013年)	6-1
表 6.1.3	病院数、学校数および電化率(2013年)	6-2
表 6.1.4	飲料用水源および水道普及率(2013年)	6-2
表 6.3.1	環境社会配慮に係る法令	6-3
表 6.4.1	取水施設候補地代替案	6-7
表 6.4.2	浄水場候補地代替案	6-7
表 6.4.3	高架水槽候補地代替案	6-8
表 6.5.1	スコーピング	6-8
表 6.6.1	IEE の TOR	6-11
表 6.6.2	スコーピングおよび IEE 結果	6-12
表 6.6.3	取水口付近に生息する魚類	6-18
表 6.6.4	配水管の予定埋設距離と予定ルートの道路状態	6-20
表 6.7.1	実施体制およびその役割	6-22
表 6.7.2	事業の環境影響別管理実行計画(工事時)	6-23
表 6.7.3	事業の環境影響別管理実行計画(供用時)	6-26
表 6.7.4	モニタリング計画(工事時)	6-26
表 6.7.5	モニタリング計画(供用時)	6-29
表 6.7.6	工事時のモニタリングスケジュール	6-30
表 6.7.7	工事段階の環境管理にかかる費用	6-31
表 6.7.8	実施スケジュール	6-32
表 6.8.1	コンサルテーションミーティング結果	6-33
表 7.2.1	技術支援の提案	7-6
表 8.2.1	LCC の内訳	8-1
表 8.2.2	総合評価価格の内訳表	8-2
表 8.2.3	世銀の事例と円借款の事例の比較	8-3
表 8.3.1	チナイモ浄水場拡張への適用可能性を検討した処理方式の比較	8-4
表 8.3.2	ポンプ設備パッケージの内容	8-5
表 8.4.1	ポンプ設備パッケージの総合評価	8-7
表 8.4.2	応札者による保証値	8-7
表 8.4.3	ポンプの工場検査項目	8-8
表 10.1.1	財務分析の主な前提条件	10-1
表 10.1.2	本事業の費用と便益	10-4
表 10.1.3	経済分析の主な条件と仮定	10-5
表 10.1.4	水道プロジェクトの経済便益	10-6
表 10.1.5	本事業の経済便益	10-8
表 10.1.6	本事業の経済費用と経済便益	10-10
表 10.1.7	浄水購入単価の値上げ計画	10-11
表 10.1.8	水道料金値上げの計画	10-12
表 10.2.1	効果指標	10-16
表 10.2.2	データの取得	10-16
表 10.2.3	チナイモ浄水場拡張による指標	10-16
表 10.2.4	首都ビエンチャン都市部の指標	10-17
表 11.1.1	事業の財務経済分析結果	11-1

## 目 次

図 1.2.1	調査対象地域.....	1-2
図 1.3.1	調査スケジュール.....	1-2
図 2.1.1	首都ビエンチャンの気温.....	2-1
図 2.1.2	首都ビエンチャンの降水量.....	2-2
図 2.1.3	メコン河の平均河川流量.....	2-4
図 2.1.4	メコン河の水深.....	2-5
図 2.1.5	原水汚濁濁度（チナイモ浄水場）.....	2-5
図 2.1.6	地質図.....	2-6
図 2.1.7	ビエンチャン盆地の地層.....	2-6
図 2.2.1	ラオスおよび首都ビエンチャンの人口増加の推移（2005-2013）.....	2-7
図 2.2.2	首都ビエンチャン9郡の現在の給水区域と将来の拡張給水区域.....	2-8
図 2.2.3	首都ビエンチャンの土地利用（計画中のSEZおよびニュータウン含む）.....	2-10
図 2.2.4	首都ビエンチャンの観光客訪問者数.....	2-13
図 2.2.5	ドンボシー保護林位置図.....	2-15
図 3.3.1	NPNLによる給水人口.....	3-4
図 3.3.2	NPNLによる2008年から2013年にかけての給水量.....	3-4
図 3.4.1	既存浄水場の位置.....	3-5
図 3.5.1	年間生産水量、販売水量と無収水量の推移.....	3-7
図 3.5.2	管の管種と口径による漏水の発生件数の比較.....	3-7
図 3.8.1	首都ビエンチャンの主要既存水道施設の概要図.....	3-9
図 3.8.2	送水システム概要図.....	3-11
図 3.8.3	送水管の管種、口径、布設年度.....	3-11
図 3.8.4	現況配水システム概要図（チナイモ浄水場周辺）.....	3-13
図 3.8.5	中心市街地部における配水管網イメージ.....	3-14
図 3.8.6	総延長（送配水管）.....	3-15
図 3.9.1	チナイモ浄水場既存取水施設.....	3-18
図 3.9.2	チナイモ浄水場での送・配水管分離.....	3-22
図 3.11.1	プロジェクトに関連する水道セクターの組織.....	3-25
図 3.11.2	DPWTの組織図.....	3-26
図 3.11.3	NPNLの組織図.....	3-27
図 3.12.1	3ケースの水使用量における水道料金請求額の変化.....	3-29
図 3.13.1	NPNLの営業収入と純損失（過去5年間）.....	3-32
図 3.13.2	営業費用各費目の割合（2013年）.....	3-34
図 3.13.3	営業費用各費目の変化.....	3-35
図 3.14.1	水理計算モデル2025(例).....	3-42
図 3.14.2	AEP-IIプロジェクトで設置された送配水管の位置図.....	3-44
図 3.14.3	AEP-IIおよびNPNL自身のプログラムで更新されたGSP管の位置図.....	3-44
図 3.14.4	ドンマッカイ浄水場の処理フロー.....	3-46
図 3.14.5	ドンマッカイ浄水場からの送水管システム.....	3-46
図 3.15.1	タドゥア給水事業における給水区域.....	3-49
図 3.15.2	タドゥア浄水場の概略図.....	3-50
図 3.15.3	センディン給水事業の給水区域.....	3-51
図 3.15.4	センディンの水位関係図.....	3-52
図 3.16.1	水道の改善に係る長期計画.....	3-54
図 3.16.2	水道の改善に係る長期計画での位置.....	3-55
図 3.18.1	首都ビエンチャンにおける現行水道システムの問題と解決の困難性.....	3-57

図 4.1.1	首都ビエンチャンにおける人口予測 .....	4-1
図 4.1.2	首都ビエンチャンの給水人口予測 .....	4-2
図 4.1.3	現在と将来の給水区域 .....	4-3
図 4.1.4	首都ビエンチャンにおける NRW の推移 .....	4-5
図 4.2.1	整備計画 (チナイモ浄水場の段階的拡張 80,000 M <sup>3</sup> /日) .....	4-6
図 4.3.1	各浄水場による配水境界の将来計画 .....	4-8
図 5.1.1	チナイモ浄水場拡張と取水ポンプ場拡張の配置図 .....	5-2
図 5.1.2	チナイモ浄水場からの送水システムおよび配水エリアの概略計画図 .....	5-3
図 5.2.1	新規取水ポンプ場の概略平面図・断面図 .....	5-4
図 5.2.2	新設チナイモ浄水場の処理プロセス・フロー図 .....	5-8
図 5.2.3	硫酸バンド注入システムのフロー図 .....	5-13
図 5.2.4	ポリマー注入システムのフロー図 .....	5-14
図 5.2.5	塩素注入システムのフロー図 .....	5-16
図 5.2.6	管理棟の部屋割り図 .....	5-17
図 5.2.7	チナイモ浄水場計装フロー .....	5-20
図 5.2.8	チナイモ浄水場からの送配水システムのフロー図 .....	5-22
図 5.2.9	サムケおよびポンタン高架水槽への送水システムのフロー図 .....	5-24
図 5.2.10	サラカム配水センターへの送水システムのフロー図 .....	5-25
図 5.2.11	ポンプ直送による配水システムのフロー図 .....	5-26
図 5.2.12	本事業で布設される管路位置図 (フェーズ 1 及び 2) .....	5-30
図 5.2.13	管網計算結果 (フェーズ 1) .....	5-33
図 5.2.14	管網計算結果 (フェーズ 2) .....	5-34
図 5.2.15	サラカム配水センターの平面配置図と新設地上水槽と高架水槽の断面図 .....	5-37
図 5.2.16	配水管の布設替えおよび新設が必要な区間 .....	5-38
図 6.6.1	既存チナイモ取水口施設内における新取水口位置図 .....	6-17
図 6.6.2	送水管敷設ルート位置図 .....	6-19
図 7.1.1	ラオスの水道事業における組織的枠組み .....	7-1
図 7.1.2	事業の実施体制 .....	7-3
図 8.2.1	世銀下水処理場案件の LCC 入札の流れ .....	8-2
図 9.1.1	対象地域図 .....	9-1
図 9.1.2	首都ビエンチャン市内排水路網 .....	9-3
図 9.1.3	排水路網の模式図 .....	9-3
図 9.2.1	下水処理のマイルストーン .....	9-6
図 10.1.1	財務経済分析に用いる本事業の浄水量 .....	10-2
図 10.1.2	NPNL の純利益／純損失およびキャッシュフロー残高の予測 (基礎シナリオ) .....	10-12
図 10.1.3	NPNL の純利益／純損失およびキャッシュフロー残高の予測 (第二のシナリオ) .....	10-13
図 10.1.4	各所得レベルごとのサンプル家庭数 .....	10-14
図 10.1.5	低所得家庭の平均所得の予測 (3%成長) に基づく支払可能額と水道料金請求額 .....	10-15

## 略 語 表

ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
AfD	French Development Agency	フランス開発庁
DBB	Design Bid Build	設計・施工分離方式
DEWATS	Decentralized Wastewater Treatment System	分散型汚水処理設備
DF/R	Draft Final Report	ドラフト・ファイナル・レポート
DHUP	Department of Housing and Urban Planning	公共事業運輸省住宅・都市計画局
DIP	Ductile Iron Pipe	ダクタイル鋳鉄管
DONRE	Department of Natural Resources and Environment	首都ビエンチャン天然資源環境局
DPWT	Department of Public Works and Transport	首都ビエンチャン公共事業運輸局
EA	Executing Agency	実施機関
ECC	Environmental Compliance Certificate	環境遵守認証
EDL	Electricite du Laos	ラオス電力公社
EIRR	Economic Internal Rate of Return	経済的内部収益率
EIA	Environment Impact Assessment	環境影響評価
ESMMP	Environmental and Social Management and Monitoring Plan	環境社会管理監視計画
ESS	Environmental and Social Staff	環境社会スタッフ
ET	Elevated Tank	高架水槽
FIRR	Financial Internal Rate of Return	財務的内部収益率
F/R	Final Report	ファイナル・レポート
F/S	Feasibility Study	実行可能性(フィージビリティ)調査
GOJ	Government of Japan	日本国政府
GOL	Government of the Lao PDR	ラオス政府
GSCP	Grass Fiber Coated Pipe	ガラス繊維巻鉄筋コンクリート管
GSP	Galvanized Steel Pipe	亜鉛メッキ鋼管
HDPE	High Density Polyethylene Pipe	高密度ポリエチレン管
ICB	International Competitive Bidding	国際競争入札
IC/R	Inception Report	インセプション・レポート
IEE	Initial Environmental Examination	初期環境評価
IT/R	Interim Report	インテリム・レポート
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
JST	JICA Study Team	JICA 調査チーム
Lao PDR	Lao People's Democratic Republic	ラオス人民民主共和国
LCB	Local Competitive Bidding	国内競争入札
LCC	Life Cycle Cost	ライフサイクルコスト
MAWASU	Management Ability of Water Supply Authority	水道公社事業管理能力

M/D	Minutes of Discussion	協議議事録
MOD	Ministry of Defense	国防省
MOH	Ministry of Health	保健省
MONRE	Ministry of Natural Resources and Environment	天然資源環境省
M/P	Master Plan	マスタープラン
MPWT	Ministry of Public Works and Transport	公共事業運輸省
NGPES	National Growth and Poverty Eradication Strategy	国家成長及び貧困撲滅戦略
NPNL	Vientiane Capital Water Supply State Enterprise	首都ビエンチャン水道公社
NRW	Non-Revenue Water	無収水
NTU	Nephelometric Turbidity Unit	ネフェロメ濁度単位
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
O&M	Operation and Maintenance	運転維持管理
PNP	Water Supply State Enterprises (i.e. Provincial Nam Papa)	水道公社
PNP-LP	Luang Prabang Provincial Water Supply State Enterprise	ルアンプラバン県水道公社
PNP-KM	Khammouane Provincial Water Supply State Enterprise	カムアン県水道公社
PMU	Project Management Unit	プロジェクト管理組織
PVC	Polyvinyl Chloride	塩化ビニル
RPM	Rotation per Minute	回転毎分
SP	Steel Pipe	鋼管
UDM/P 2011	The Project for Urban Development Master Plan in Vientiane Capital in 2011 (a urban development master plan in Vientiane Capital prepared in 2011 with support by JICA)	首都ビエンチャン都市開発マスタープラン策定プロジェクト (2011)
uPVC	Un-plasticized Polyvinyl Chloride	無可塑ポリ塩化ビニル
VC	Vientiane Capital	首都ビエンチャン
WACC	Weighted Average Cost of Capital	加重平均資本費
WaSRO	Water Supply Regulatory Office	水道規制事務局
WB	World Bank	世界銀行
WSM/P 2004	The Study on Vientiane Water Supply Development Project in 2004 (a water supply master plan in Vientiane Capital prepared in 2004 with support by JICA)	ビエンチャン市上水道拡張整備計画調査 (2004)
WSM/P 2014	NPNL Water Supply Assets Master Plan in 2014 (a water supply master plan in Vientiane Capital prepared in 2014 with support by AfD)	首都ビエンチャン水供給マスタープラン (2014)
WTP	Water Treatment Plant	浄水場

## 1. 序論

### 1.1 調査の背景

ラオス人民民主共和国（以下、ラオス）首都ビエンチャンは、経済成長が進み都市圏の人口増加や産業成長が堅調な伸びを示す一方、社会インフラ整備が追い付かず、とりわけ水道施設の整備拡張は喫緊の課題である。2013年の人口は約85万4千人であり、2020年には100万人に達する見通しである。

首都ビエンチャンには9郡がある。そのうち計画給水区域は主に7郡の都市部（4郡全域と残り3郡の一部）であり、その水道普及率は2013年で72%であった。首都ビエンチャン水道公社（NPNL）では、都市部への給水のため、4個所に既存浄水場（チナイモ浄水場、カオリオ浄水場、ドンマックイ浄水場、ドンバン浄水場）を持ち、その設計浄水量の合計は180,000 m<sup>3</sup>/日であるが、2013年のデータでは日平均給水量が199,000 m<sup>3</sup>/日以上と近年は複数の浄水場で過負荷運転を続けている。また、本調査の水需要予測によると、2030年に400,000 m<sup>3</sup>/日以上の水供給が必要とされている（表4.1.7を参照）。このような状況の中、首都ビエンチャンの住民生活向上のために、水供給量の早急な増加が必要となっている。

日本政府は、1964年のカオリオ浄水場の建設に始まり、首都ビエンチャンの水道セクターへ約50年間継続的に支援を行ってきた。この間、無償資金協力「ヴィエンチャン市上水道改善計画（1992-1996）」（チナイモ浄水場の拡張と更新）、無償資金協力「ラオス国ビエンチャン市上水道施設拡張計画（2006-2009）」（カオリオ浄水場の拡張とチナイモ浄水場の改良）が行われた。また現在、技術協力プロジェクト「水道公社事業管理能力向上プロジェクト<sup>1</sup>」を実施中など、これまで様々な協力を行ってきた。かかるなか、2014年2月にラオス政府とJICAは、有償資金協力の活用を念頭に置いたチナイモ浄水場の拡張にかかる実行可能性調査（F/S）を実施することで合意に達した。

### 1.2 調査の目的と調査対象地域

#### 1.2.1 調査の目的

本調査の目的は、首都ビエンチャンの住民に安全で安定した水供給サービスをおこなうため、チナイモ浄水場の拡張を含む、首都ビエンチャン水道施設拡張のためのF/Sを実施することである。本調査は、2014年2月21日にJICAとラオス政府関係者との間で署名された協議議事録（Attachment 1参照）に基づく協力準備調査である。また、本報告書は、特に以下の計画を前提として作成している。

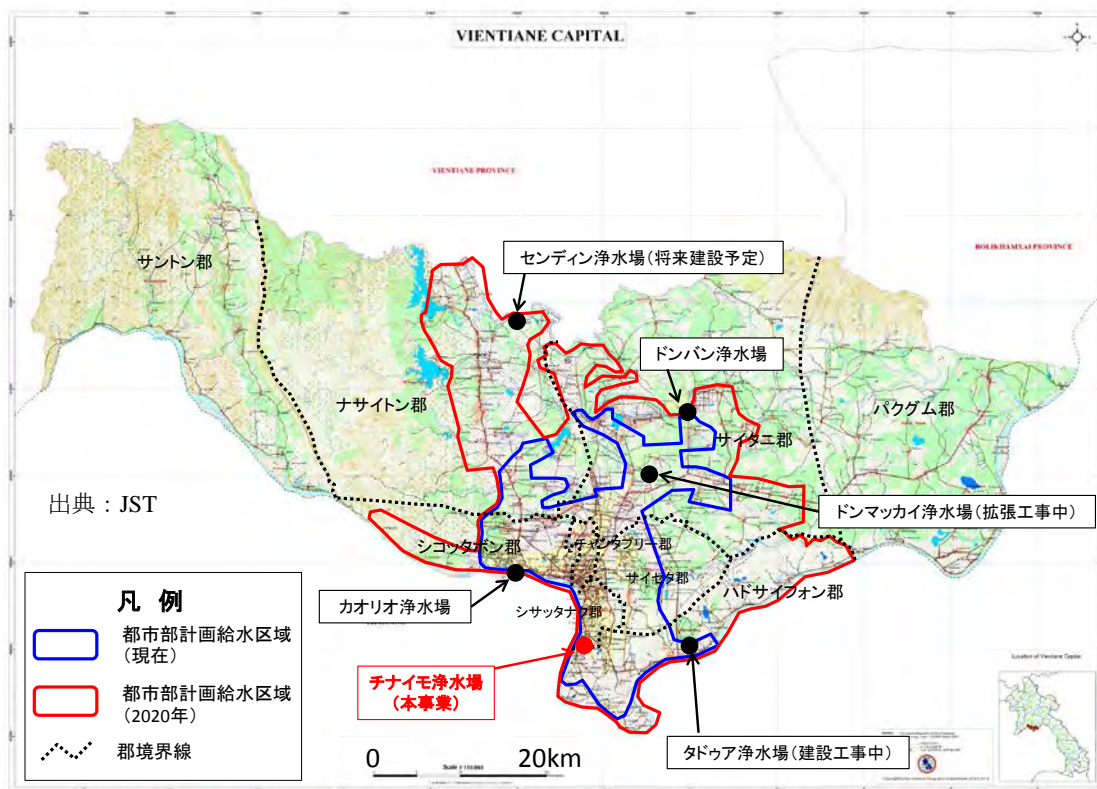
- 首都ビエンチャン水供給マスタープラン（2014年）：（WSM/P 2014）
- ビエンチャン市上水道拡張整備計画調査（2004年）：（WSM/P 2004）
- 首都ビエンチャン水道公社長期計画（2014-2020年）
- 首都ビエンチャン都市開発マスタープラン策定プロジェクト（2011年）：（UDM/P 2011）

<sup>1</sup> 首都ビエンチャン水道公社、ルアンプラバン県水道公社、カムアン県水道公社に対する技術指導を実施。



### 1.2.2 調査対象地域

本調査は首都ビエンチャンの全域を対象としながらも、特に図 1.2.1 の「調査対象地域」に示すように、首都ビエンチャンの都市部計画給水区（9 郡中 7 郡）における現在及び将来（2020 年）の計画給水区域を計画の対象地域とした。



### 1.3 調査スケジュールと作業項目

#### 1.3.1 調査スケジュール

本調査は、図 1.3.1 に示すように調査行程を現地調査と国内作業に分けて実施された。

年	2014						2015					
	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6
現地調査		■ 1次現地調査			■ 2次現地調査			■ 3次現地調査	■ 4次現地調査			
国内作業		□ 国内準備作業		□ 1次国内作業			□ 2次国内作業	□ 3次国内作業				
報告書作成		△ IC/R			△ IT/R			△ DF/R				△ F/R

IC/R: インセプションレポート, IT/R: インテリムレポート, DF/R: ドラフトファイナルレポート, F/R: ファイナルレポート

図 1.3.1 調査スケジュール

### 1.3.2 作業項目

#### 国内準備作業

- (1) 既存の情報やデータの収集及び解析
- (2) インセプションレポート (IC/R) の作成

#### 1次現地調査

- (3) インセプションレポート (IC/R)の説明・協議
- (4) 計画フレームワークの検討

#### 1次国内作業

- (5) インテリムレポート(IT/R) の作成

#### 2次現地調査

- (6) インテリムレポート (IT/R)の説明・協議
- (7) 施設整備計画の策定
- (8) 下水・排水計画の確認・提案
- (9) 施設の概略設計
- (10) 概算事業費の算定
- (11) 施工計画の策定
- (12) 事業実施計画の策定
- (13) 事業効果の検討
- (14) 経済・財務分析
- (15) 技術支援・技術協力の検討
- (16) 提言

#### 2次国内作業

- (17) ドラフトファイナルレポート(DF/R) の作成

#### 3次現地調査:ドラフトファイナルレポートの説明

- (18) ドラフトファイナルレポート(DF/R) の説明・協議

#### 3次国内作業:ファイナルレポートの準備

- (19) ファイナルレポート (F/R)の作成

#### 4次現地調査:ライフサイクルコスト (LCC) 評価入札の調査

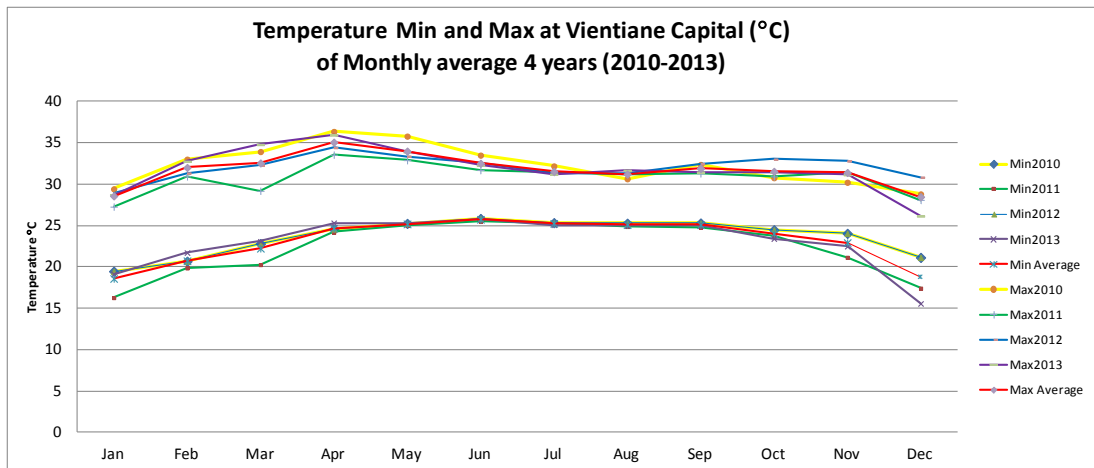
- (20) 本事業で LCC 評価による入札の可能性の調査

## 2. 調査対象地域の状況

### 2.1 自然状況

#### 2.1.1 気候

首都ビエンチャンの気候は、東南アジア特有の熱帯モンスーン気候に分類され、モンスーン期（雨期）と乾期がある。雨期は5月から10月にかけて、乾期は11月から4月となる。首都ビエンチャンについて、2010年から2013年における各月の気温を図2.1.1と表2.1.1に示す。同様に2010年から2013年における降水量を図2.1.2および表2.1.2に示す。月平均最高気温は12月の28.47°Cから4月の35.06°Cである。また、月平均最低気温は12月の18.23°Cから6月の25.61°Cである。月平均降水量は2月の7.5mmから8月の435.2mmで年間平均降雨量は、1600～1750mmである。約87%の降雨量は、5月から9月の間に発生する。



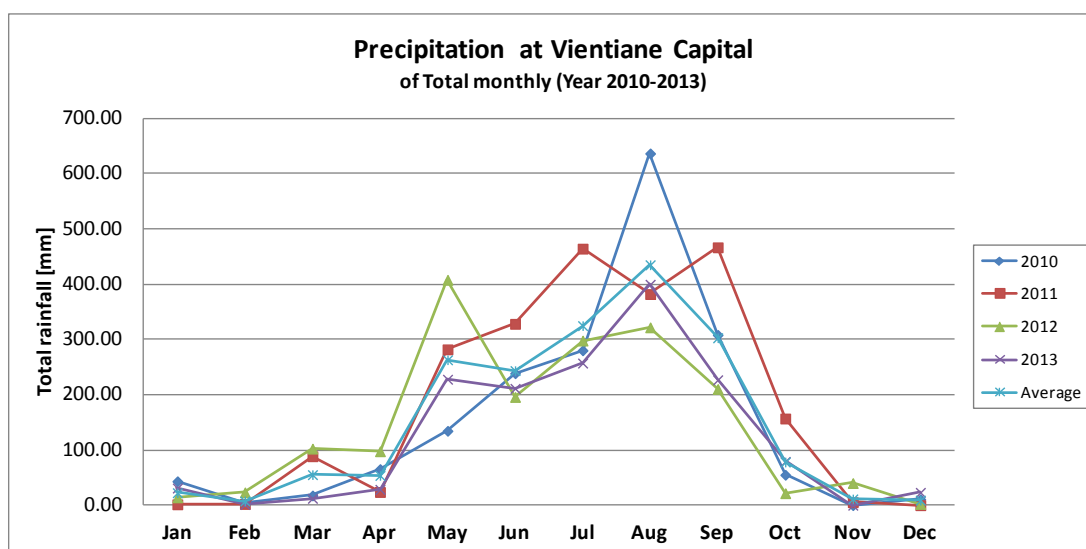
出典: Meteorology and Hydrology Department, Ministry of Natural Resources and Environment

図 2.1.1 首都ビエンチャンの気温

表 2.1.1 首都ビエンチャンの気温

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
Min2010	19.72	20.73	21.64	25.14	26.04	25.29	24.75	24.24	24.29	23.64	20.20	18.75
Min2011	16.29	19.87	20.27	24.20	25.02	25.52	25.26	24.88	24.77	23.75	21.15	17.43
Min2012	19.47	20.68	22.81	24.58	25.25	25.84	25.34	25.27	25.30	24.48	24.05	21.14
Min2013	19.14	21.72	23.09	25.32	25.26	25.79	25.07	24.98	24.99	23.41	22.49	15.58
Min Average	18.65	20.75	21.95	24.81	25.39	25.61	25.11	24.84	24.84	23.82	21.97	18.23
Max2010	29.42	33.01	33.93	36.35	35.79	33.49	32.19	30.64	32.37	30.77	30.22	28.81
Max2011	27.28	30.93	29.19	33.55	32.89	31.70	31.47	31.23	31.30	30.92	31.43	28.09
Max2012	28.88	31.33	32.30	34.41	33.36	32.58	31.28	31.30	32.45	33.00	32.79	30.83
Max2013	28.69	32.75	34.78	35.93	33.89	32.28	31.20	31.66	31.44	31.45	31.13	26.15
Max Average	28.57	32.01	32.55	35.06	33.98	32.51	31.53	31.21	31.89	31.54	31.39	28.47

出典: Meteorology and Hydrology Department, Ministry of Natural Resources and Environment



出典: Meteorology and Hydrology Department, Ministry of Natural Resources and Environment

図 2.1.2 首都ビエンチャンの降水量

表 2.1.2 首都ビエンチャンの降水量

Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
2010	43.4	3.2	17.6	65.4	134.6	238.8	280.3	636.8	308.3	55.0	0.0	10.8
2011	1.6	2.2	88.6	23.9	282.1	328.3	464.4	382.2	466.8	156.9	5.4	0.0
2012	14.2	23.2	102.4	97.6	408.0	195.9	298.0	321.9	210.4	21.7	40.1	2.2
2013	31.1	1.4	12.5	28.7	228.0	211.4	257.3	399.9	227.0	79.2	0.0	23.2
Average	22.6	7.5	55.3	53.9	263.2	243.6	325.0	435.2	303.1	78.2	11.4	9.1

出典: Meteorology and Hydrology Department, Ministry of Natural Resources and Environment

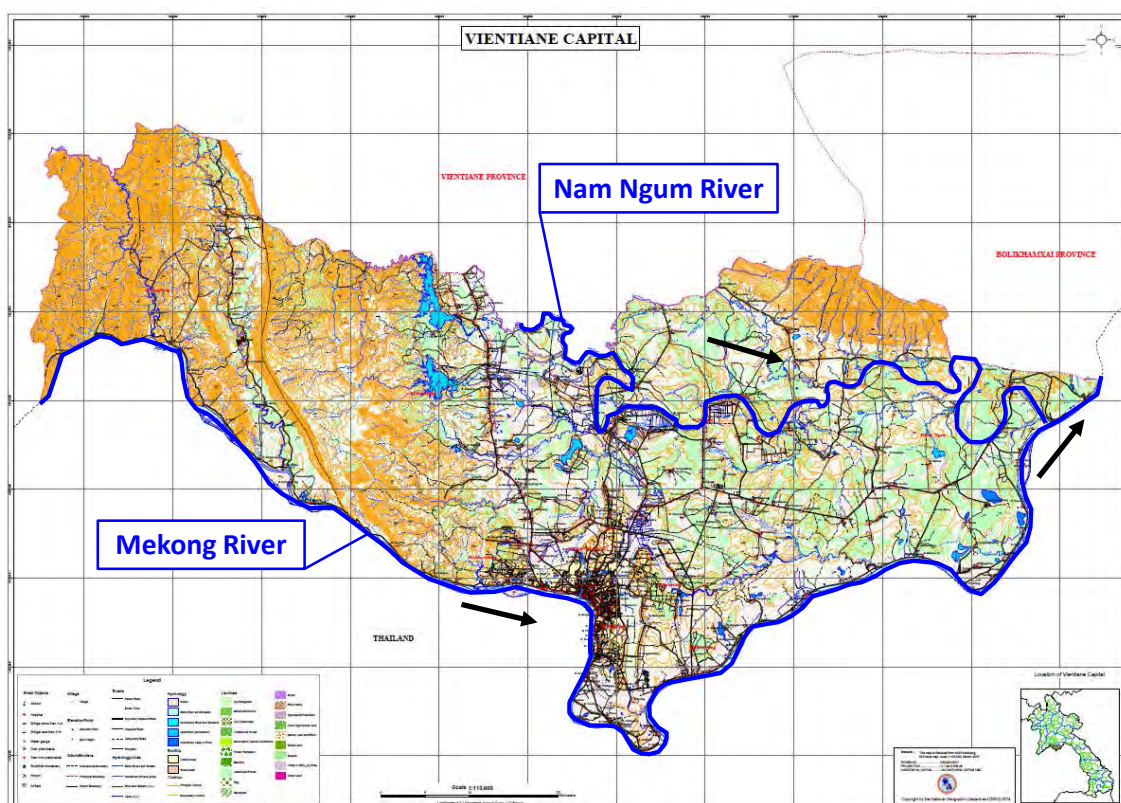
## 2.1.2 地形

ラオスの国土は 236,800km<sup>2</sup> であり、約 8 割は山地部で残りの 2 割がメコン河およびその支流に沿って広がる平野部で構成されている。

首都ビエンチャンは、メコン河の左岸に沿って東西に延びる沖積平野に位置している。首都ビエンチャンの面積は約 3920 km<sup>2</sup> であり、標高は、都市の西部を除いて 160~180m である。西部は 180~650m である。

## 2.1.3 水文

首都ビエンチャンにはメコン河とナムグム川の二つの主な河川がある。ナムグム川は首都ビエンチャンの東側でメコン河に合流する。メコン河の平均流量は、雨期と乾期の間で大きく異なり、2010年では、3月に最低流量の 912.24m<sup>3</sup>/秒 (78,817,589.33 m<sup>3</sup>/日) を、同年9月に 8,908.79m<sup>3</sup>/秒 (769,715,950.80 m<sup>3</sup>/日) の最大流量を記録している。水深も乾期と雨期の間で 10m 以上と大きく変動する。メコン河の水質については、特に雨期で濁度が高い。原水濁度は、過去に 3,000 NTU 以上を記録している。



出典: National Geographical Department, Prime Minister's Office

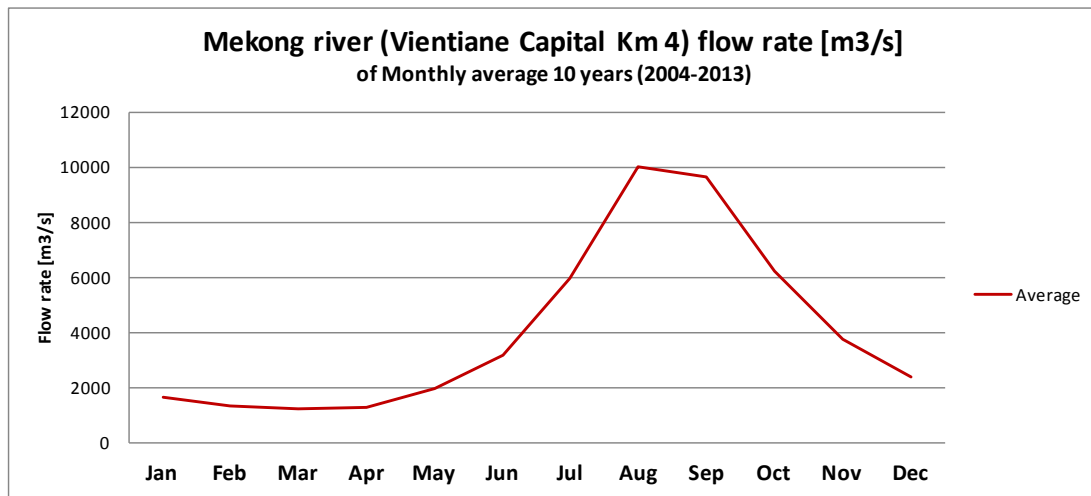
図 2.1.1 首都ビエンチャンの地形図

本調査は、メコン河を水源とするチナイモ浄水場の拡張を目的としている。そのメコン河の特徴を以下に示す。

### (1) メコン河の河川流量

過去 10 年分の平均河川流量を図 2.1.3 および表 2.1.3 に示す。

図 2.1.3 より、メコン河の河川流量は雨期と乾期で大きく変動することが分かる。2010 年では、3 月に約  $912\text{m}^3/\text{秒}$  の流量が観測されたが、同年の 9 月にはその約 10 倍近くの約  $8909\text{ m}^3/\text{秒}$  が観測された。本調査ではチナイモ浄水場を今後  $80,000\text{m}^3/\text{日}$  まで拡張することを計画しており、取水量は合計  $160,000\text{ m}^3/\text{日}$  に達するが、その流量は乾期である 3 月の流量の約 0.15~0.2% 程度で、メコン河の河川流量にほとんど影響を与えないものである。



出典: Meteorology and Hydrology Department, Ministry of Natural Resources and Environment

図 2.1.3 メコン河の平均河川流量

表 2.1.3 メコン河の平均河川流量

	Year	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1	2004	1355.82	1175.612	950.8481	1199.679	2279.217	4139.094	6802.099	9869.7744	10961.274	6058.518	3070.424	2169.602
2	2005	1838.838	1488.228	1562.94	1804.817	1963.941	4568.468	8860.917	13803.011	13045.816	8666.915	5565.838	2834.861
3	2006	1762.685	1365.46	1221.3	1063.429	1898.409	3195.034	5863.978	9523.9333	8541.2289	8050.663	3495.534	2138.814
4	2007	1568.535	1309.661	1081.003	1291.156	2204.11	2719.773	4125.816	8346.0802	9967.6347	7229.541	3885.343	2273.452
5	2008	1560.907	1554.584	1353.644	1441.051	2253.757	4368.851	9098.956	14468.77	11481.915	7222.11	5817.781	2742.805
6	2009	2110.134	1696.68	1390.021	1404.473	1788.905	2769.604	6165.656	7269.8224	7704.6107	4324.349	2411.728	1813.347
7	2010	1465.601	1095.37	912.2406	1126.636	1403.089	2012.512	3849.835	8394.067	8908.7494	5791.159	3103.342	1954.95
8	2011	1597.485	1240.145	1383.702	1391.856	2653.592	3882.694	7308.897	9813.1491	10481.798	5857.483	3202.547	2000.572
9	2012	1711.25	1225.751	1085.488	1066.464	1401.067	2281.049	3651.137	9863.6449	7215.8839	4451.916	2828.075	2133.11
10	2013	1697.134	1560.184	1404.919	1265.698	1820.252	2175.394	4107.34	8939.2644	8097.5552	4696.212	4203.269	3756.128
	Average	1666.839	1371.168	1234.61	1305.526	1966.634	3211.247	5983.463	10029.152	9640.6466	6234.887	3758.388	2381.764

出典: Meteorology and Hydrology Department, Ministry of Natural Resources and Environment

## (2) メコン河の水深

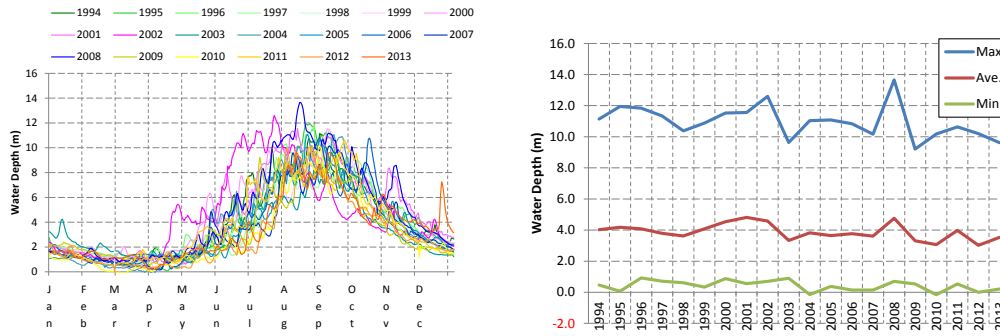
過去 20 年分のメコン河水深データを表 2.1.4 および図 2.1.4 に示す。これら水深データより、乾期と雨期の水深で 10m 以上の変動があることが分かる。この水深の変動を考慮して、乾期においても十分な取水量を確保できるように、取水施設を検討する必要がある。

表 2.1.4 メコン河の水深

Item	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	All
Max	11.1	12.0	11.8	11.3	10.4	10.9	11.5	11.6	12.6	9.6	11.0	11.1	10.8	10.2	13.7	9.2	10.2	10.6	10.2	9.6	13.66 (2008)
Ave.	4.0	4.2	4.1	3.8	3.6	4.1	4.5	4.8	4.6	3.3	3.8	3.6	3.8	3.6	4.8	3.3	3.1	4.0	3.0	3.5	3.88
Min.	0.5	0.1	0.9	0.7	0.6	0.3	0.9	0.6	0.7	0.9	-0.1	0.4	0.2	0.2	0.7	0.5	-0.2	0.5	0.0	0.2	-0.16 (2010)
Max-Min	10.7	11.9	10.9	10.6	9.8	10.6	10.7	11.0	11.9	8.7	11.2	10.7	10.7	10.0	13.0	8.7	10.3	10.1	10.2	9.4	-

(Unit: m)

出典: Meteorology and Hydrology Department, Ministry of Natural Resources and Environment

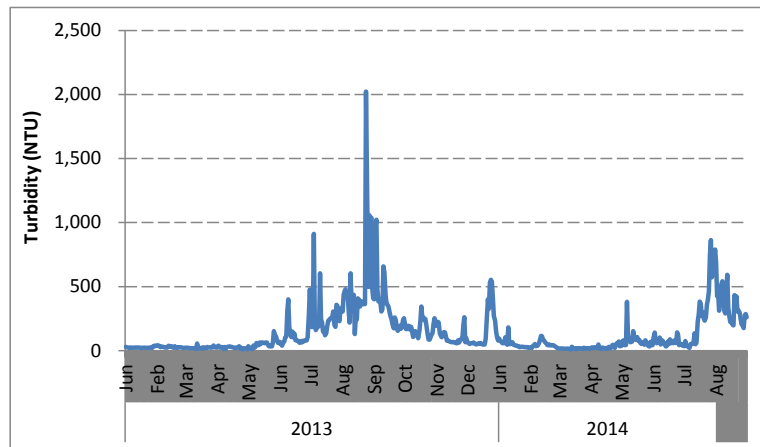


出典: Meteorology and Hydrology Department, Ministry of Natural Resources and Environment

図 2.1.4 メコン河の水深

(3) 原水水質

チナイモ浄水場で計測しているメコン河の原水濁度データを図 2.1.5 に示す。これより、メコン河の濁度は高く、特に雨期に高くなる傾向があることが分かる。2013年1月から2014年8月までの期間では、最大2000度を超える濁度が観測された。さらに、過去には3000度以上の濁度も計測されていることをヒアリング調査で確認した。



出典: Chinai mo WTP

図 2.1.5 原水汚濁濁度 (チナイモ浄水場)

2.1.4 水理地質

ビエンチャン盆地はコラト高原にあるサコンナコン盆地の北部に位置している (図 2.1.6)。海水面が高かった白亜紀の間に海水はコラト台地に流入した。そのため、首都ビエンチャンの地下の一部には塩の層や岩塩が存在している。塩の層は、一般にビエンチャン県南部の地下50mから200mに分布していることから、首都ビエンチャンでは、深井戸からの地下水の塩分濃度が高い傾向があり、場所によっては海水とほぼ同等の塩分濃度の水を汲み上げる深井戸もある。そのため、首都ビエンチャンの地下水は水道水には適さない。

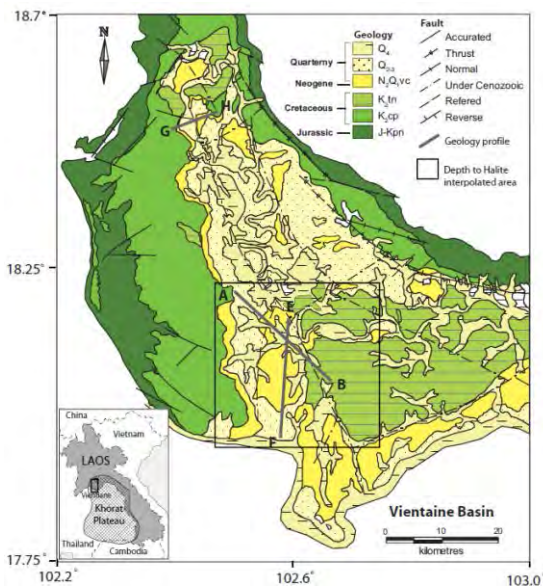


図 2.1.6 地質図

Period	Symbol	Thickness [m]	Vientiane Stratigraphy	Thai Equivalent
Neogene Quaternary	Q <sub>1</sub>	0.5		
	Q <sub>2,3</sub>	20-25		
Cretaceous	N <sub>2</sub> Q <sub>1-2</sub>	70	Vientiane Fm.	
	K <sub>2</sub> sb	150	Saysomboun Fm.	Phu Thok Fm.
			Thangon Fm.	Maha Sarakham Fm.
Early	K <sub>2</sub> tn	>550		
	K <sub>2</sub> cp	400	Champa Fm.	Phu Phan Fm.
Jurassic Cretaceous	J-K <sub>1</sub> pn	350	Phu Phanang Fm.	Phra Wilhan Fm.

図 2.1.7 ビエンチャン盆地の地層

出典: Luleå University of Technology Department of Chemical Engineering and Geosciences Division of Applied Geophysics, 2008, Assessment of Hydrogeological and Water Quality Parameters, Using MRS and VES in the Vientiane Basin, Laos

## 2.2 社会・環境状況

### 2.2.1 人口と行政

#### (1) 人口

ラオス人口は 1995 年の国勢調査では、4.57 百万人であった。近年の国勢調査によれば、2005 年に 5.62 百万人に増加し、また 2012 年の統計年鑑では 6.51 百万人を記録している。この間の伸び率は約 2.1% / 年である。

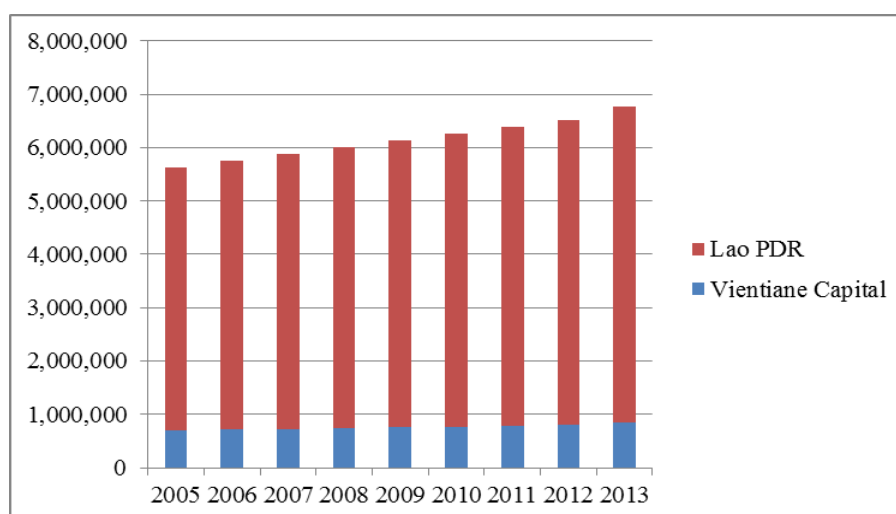
ラオス統計局による統計資料 (Social Statistics) では首都ビエンチャンの人口は、2005 年に 698,318 人だったものが、2012 年に 797,130 人となった。また、最新のデータでは、首都ビエンチャン投資計画局の人口統計資料 (Statistic Data of Property Vientiane Capital) から 2013 年に 854,069 人に達している。ラオスおよび首都ビエンチャンの人口増加の推移を表 2.2.1 と図 2.2.1 に示す。

表 2.2.1 ラオスおよび首都ビエンチャンの人口増加の推移 (2005 - 2013)

年	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
ラオス	5,621,982	5,747,587	5,873,616	6,000,379	6,127,910	6,256,197	6,385,057	6,514,432	6,771,000
首都ビエンチャン	698,318	711,919	725,820	740,010	754,384	768,743	783,032	797,130	854,069

出典: ラオス統計局: 2005~2012 年、首都ビエンチャン投資計画局: 2013 年





出典:ラオス統計局、首都ビエンチャン投資計画局

図 2.2.1 ラオスおよび首都ビエンチャンの人口増加の推移 (2005 - 2013)

首都ビエンチャンは、全人口の 41%は他県からの移住者である。このように、首都ビエンチャンの人口増加は、自然増加のみでなく地方から移り住む人口の増加も併せ持っている。

2013 年の統計資料では首都ビエンチャンの世帯数は 145,558 であった。また、表 2.2.1 に示すように、平均世帯人数は 5.5 人と計算される。

表 2.2.1 首都ビエンチャンの人口と世帯数 (2013)

No.	郡名	人口	世帯数	世帯当たり人数 (平均)
1.	チャンタブリー	71,878	12,254	5.9
2.	シコッタボン	109,096	20,638	5.3
3.	サイセタ	108,889	21,517	5.1
4.	シサッタナク	78,088	11,196	7.0
5.	ナサイトン	71,795	13,168	5.5
6.	サイタニ	183,838	32,771	5.6
7.	ハドサイフォン	90,662	18,217	5.0
8.	サントン	30,985	6,137	5.0
9.	パクグム	55,992	9,660	5.8
	その他	52,846	-	-
	<b>首都ビエンチャン</b>	<b>854,069</b>	<b>145,558</b>	<b>5.5</b>

出典: Statistics Information and Poverty of Vientiane Capital, DPI

## (2) 行政区域

首都ビエンチャンの行政区域は 3,920 km<sup>2</sup> で国土の 1.7% を占める。また、首都ビエンチャンには、9 郡（チャンタブリー郡、シコッタボン郡、サイセタ郡、シサッタナク郡、ナサイトン郡、サイタニ郡、ハドサイフォン郡、サントン郡、パクグム郡）があり、その中で、また 483 の村に分割される。

## (3) 計画給水区域

首都ビエンチャン水道公社（NPNL）による給水は、現在、全9郡483村のうち、263村に渡っている。NPNLは、2020年までに給水区域をさらに124村拡大する計画であり、これらの村は都市部と地方部に分類されている。表 2.2.2 では、「現在の給水区域村数」と「将来の拡張区域村数（2020）」および、「都市部の村数」と「地方部の村数」を色分けして示す。図 2.2.2 では、それらの位置を示している。なお、これら村のリスト及び人口は、DATA BOOK を参照。

表 2.2.2 計画給水区域の概要

No.	郡名	村数			
		現数	現在の給水区域	将来の拡張区域(2020)	計画給水区域外の村
1.	チャントブリー	30	30	0	0
2.	シコッタボン	60	57	3	0
3.	サイセタ	48	44	4	0
4.	シサッタナク	37	37	0	0
5.	ナサイトン	54	13	41	0
6.	サイタニ	104	33	40	31
7.	ハドサイフォン	60	44	16	0
8.	サントン	37	3	8	26
9.	パクグム	53	2	12	39
	合計	483	263	124	96

- : 都市部の村  
(現在の給水区域)
- : 都市部の村  
(将来の拡張区域)
- : 地方部の村  
(現在の給水区域)
- : 地方部の村  
(将来の拡張区域)

出典: Planning and Investment Department, NPNL  
Note: The numbers are as of the year 2013.

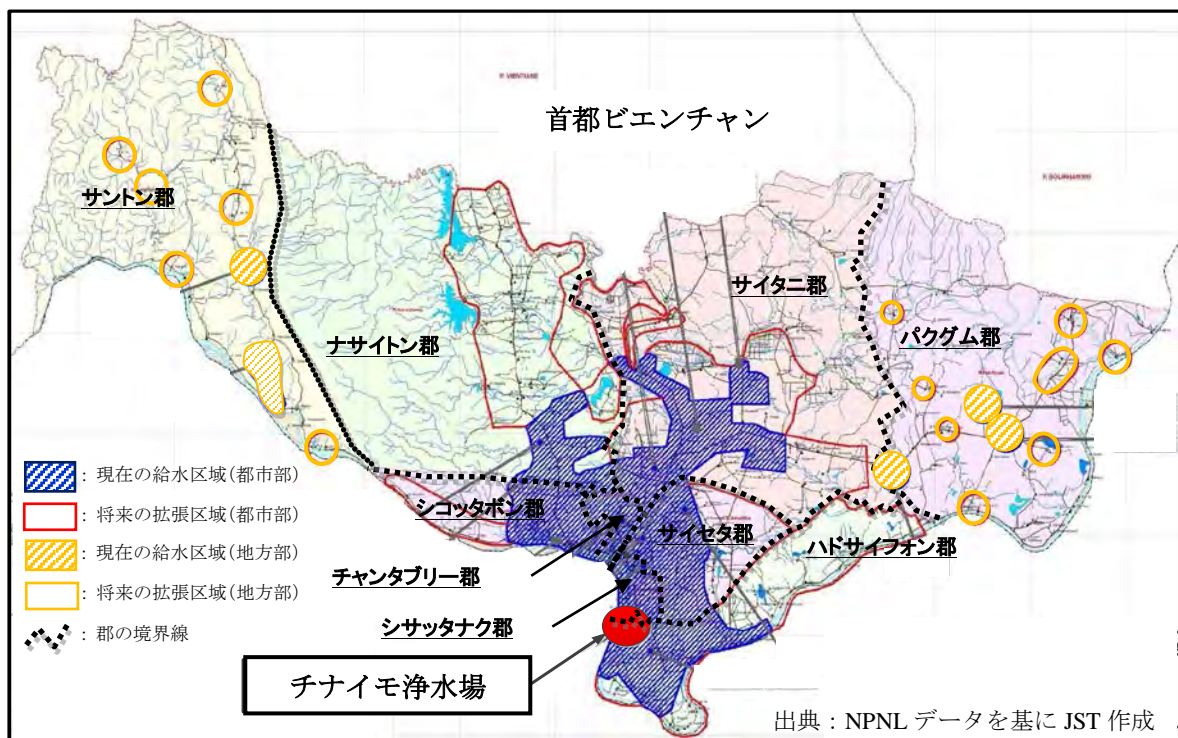


図 2.2.2 首都ビエンチャン9郡の現在の給水区域と将来の拡張給水区域

### 2.2.2 土地利用

首相府国土地理局によって 2010 年に作成された土地利用図を図 2.2.3 に示す。シサッタナク郡およびチャンタブリー郡においては、ほとんどの土地は住宅地として利用されている。サイセタ郡、シコッタボン郡においては、約 3-5 割の土地が住宅地として利用されており、残りの土地は水田および林地である。その他の郡においてはほとんどの土地が水田として利用されている。

ラオス政府は都市機能の首都中心から郊外への分散化のため以下の新都市（ニュータウン）開発を計画している。

- ノンピンニュータウン
- ドチャンパニューウン
- タートルアンニュータウン
- 450 周年道路ニュータウン

また、郡部および首都郊外においての工業化も進めており、以下の経済特区<sup>2</sup>（SEZ）開発を推し進めている。

- 1) 建設中であり、いくつかの施設は運営を始めている SEZ
  - VITA パーク（ビエンチャン工業貿易地域）
  - ロンタン-ビエンチャン特定経済区
- 2) 建設中である SEZ
  - タートルアン湖特定経済区
  - ドンポシー特定経済区
- 3) 計画中の SEZ
  - サイセタ開発地域

首都ビエンチャンにて計画中のニュータウンおよび SEZ の位置も併せて図 2.2.3 に示す。

---

<sup>2</sup>経済特区は、特別経済区と特定経済区の 2 種類に分類される。特別経済区は 1,000ha 以上の面積を持ち、かつ国内外の投資を呼び込む為の機能を持つ街であり、一方、特定経済区は、工業、製造業、観光業、免税、IT、国境貿易等の特定の目的を持って開発される地区である。

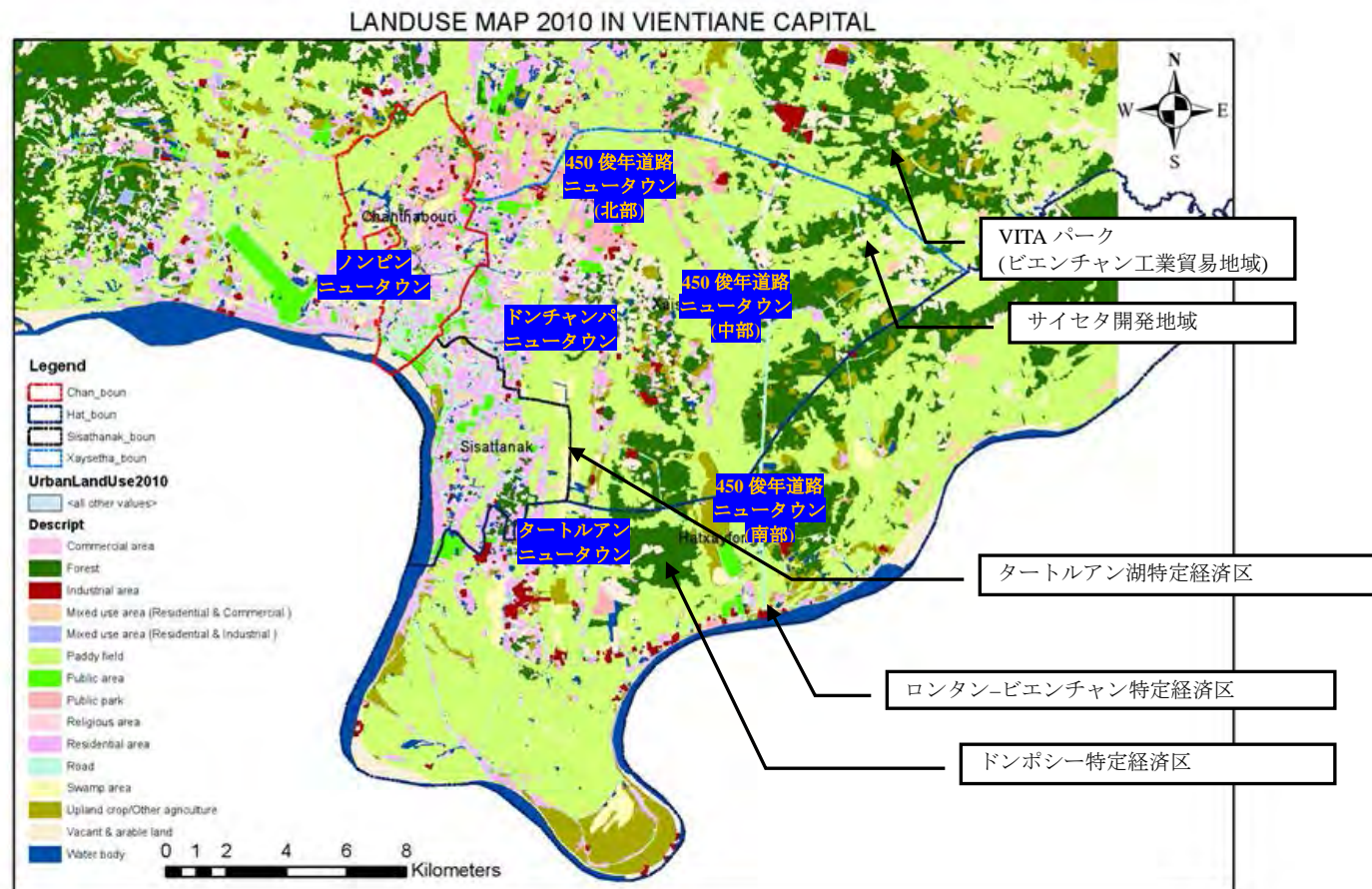


図 2.2.3 首都ビエンチャンの土地利用（計画中の SEZ およびニュータウン含む）

### 2.2.3 その他の社会経済及び環境状況

#### (1) ラオス経済

ラオスでは、政府が 1986 年に新思考を掲げ、国営・公営企業の独立採算制の導入、国内経済・貿易自由化政策などが推進され、計画経済から市場経済への移行が進んできた。1980 年代後半以降 90 年代後半にかけて、近隣 ASEAN 諸国の高成長に伴い、ラオスも順調な経済成長を続けた。1997 年のアジア経済危機の影響で 98 年の経済成長率は低下したが、1999 年以降は GDP 成長率 5~6% の堅調な成長を続け、近年では 7~8% の経済成長を達成している（表 2.2.3）。

表 2.2.3 ラオスの GDP 成長率

単位：%

年	2008	2009	2010	2011	2012	2013
GDP 成長率	7.82	7.50	8.53	8.04	8.20	8.15

出典：World Development Indicator、世銀

ラオス政府は 2008 年に特別経済区の創設を開始した。2009 年と 2010 年には、特別経済区と特定経済区（SEZ）に関する法律・規定・決定等が発表された（投資促進法 第 2 号/NA 08/07/2009 日付、第 47 号/SC 26/10/2010 日付、第 443 号/PM 26/10/2010 日付、第 517 号/PM 09/12/2010 日付）。これらの法律・規定等によって、以下のような投資優遇策が導入された。それらの優遇策によって、いくつかの工業団地<sup>3</sup>が出現してきた。

表 2.2.4 主な投資優遇策

No.	投資優遇策	法的基礎
1	状況に応じて、利益税を 1 年から 10 年免除	投資促進法 第 2 号
2	生産用材料などへの輸入関税の免除	同上
3	輸出用生産物全般への輸出税の免除	同上
4	投資資金へのアクセス、情報提供、国からの土地使用権の購入権の提供	同上
5	SEZ の開発と管理に関する全権を付与	法令 第 443 号/PM 26/10/2010 日付
6	独立的に経済財務管理を行う権利	同上
7	当該地域の土地及びその他の固定資産・不動産の賃貸に関する決定を行う権利	同上

出典：投資促進法 第 2 号 08/07/2009 日付、法令 第 443 号/PM 26/10/2010 日付

ラオスでは、2014 年 9 月時点で 10 個所の SEZ が存在した。SEZ は特別経済区と特定経済区があり、定義については表 2.2.4 に記載の通りである。

<sup>3</sup>政府が工業、製造業、製造業のためのサービス業用の土地として決定した地域。通常、SEZ よりも小規模のもの。（No.02/NA Law on Investment Promotion）

表 2.2.4 特別経済区と特定経済区の一般的な定義

No.	SEZの種類	定義
1	特別経済区	近代都市として、国内外の投資家を誘引し、総合的な開発を図るもの。そのため政府は1,000ha以上の地域を特定。特別経済区には特定の投資優遇策と経済財務面での自治が与えられ、同時に治安システムと持続的な環境保護システムを与えられている。
2	特定経済区	政府がその使用に当たり、ある特定の目的を定めている地域。例えば、工業地域、輸出生産地域、観光地域、関税自由化地域、IT開発地域、国境貿易地域等。

出典：投資促進法 第2号 08/07/2009 日付

周辺諸国との関係については、経済貿易面ではラオスは地理的、言語的、その他の関係からタイ国とのつながりが強い。タイ国からの輸入総額（2012年）は、「ラオスの総輸入額の41.8%を占め、タイ国への輸出総額（2012年）は、ラオスの総輸出額の54.3%を占めている。

ラオスの2013年の一人当たりGDPは1,660.7米ドル（世銀<sup>4</sup>）であった。GDPの28%は農業部門が占めており、33%を工業部門、39%をサービス部門が占めている（LSB<sup>5</sup>）。しかし、人口センサス（2005）（以下、「センサス2005」<sup>6</sup>）によると、人口の大部分は農業部門に従事している（表2.2.5）。農家と兼業農家を含めると、全国の人口の約78%を占める。

## (2) 首都ビエンチャンの経済状況

全国と比較して、首都ビエンチャンでは農業人口は労働人口の35%でしかない。首都ビエンチャンでは、より多くの労働人口（64.7%）が非農業部門で働いている。

表 2.2.5 農業・非農業の労働人口配分

単位：%

No.	県・首都	農家	漁業	畜産農家	兼業農家	非農業従事者	合計
1	首都ビエンチャン	25.4	0.1	0.3	9.5	64.7	100
2	ラオス全域	64.3	0.1	0.2	14.0	21.5	100

出典：センサス2005

統計資料によると、都市部に居住する人口の割合は1995年センサスの数値から増加してきた。全国的に、1995年には非都市部に83%の人口が居住していたが、2005年には非都市部に73%の人口が居住している。またセンサス2005では、こうした傾向がいくつかの県と首都ビエンチャンで特に強いことが述べられている。地方部に居住していた人々の一部が、首都ビエンチャンに移住して非農業部門で働き始めたことが考えられる。商業、工業、サービス部門の堅実な成長のために、より良いインフラの整備を行うことが首都ビエンチャンにとってますます重要になっている。

<sup>4</sup> World Bank HP, <http://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.CD>

<sup>5</sup> Statistical Yearbook 2013, Lao Statistics Bureau

<sup>6</sup> Population Census 2005, Government of Lao PDR

前節で述べられたように、2014年9月現在10個所のSEZがある。このうち5個所は首都ビエンチャンに配置されている（表 2.2.6）。さらに、SEZ は公共水道の大口使用者となることが見込まれる。

表 2.2.6 首都ビエンチャンのSEZ（2014年9月時点）

No.	SEZ名	設立年	借地期間	開発業者	投資計画
<b>特別経済区</b>					
1	VITA パーク（ビエンチャン工業貿易地域）	2009	75年	政府（工業省）及び民間	工業、商業、サービス業
<b>特定経済区</b>					
2	サイセタ開発地域	2010	50年	政府及び民間（ラオスと中国）	農産物加工、軽工業、観光サービス
3	タートルアン湖特定経済区	2011	99年	100%民間（中国）	文化地域、金融・ビジネス、居住区、観光、ゴルフ
4	ロンタン-ビエンチャン特定経済区	2008	99年	100%民間（ベトナム）	ゴルフ、ホテル、アパート、リゾート、会議場、スポーツ、マーケット、病院等
5	ドンブシー特定経済区	2012	50年	100%民間（マレーシア）	商業、工業、その他機関

出典：特別経済区に関するラオス国家委員会

### (3) 首都ビエンチャンの観光

図 2.2.4 は、過去 11 年間に首都ビエンチャンに訪問した観光客数を示している。2010-11 財政年度（10月から翌9月）には、首都ビエンチャンの総観光客数は百万人（1,164,742）を越え、その後も観光客数は増加し続けている。表 2.2.7 は、首都ビエン

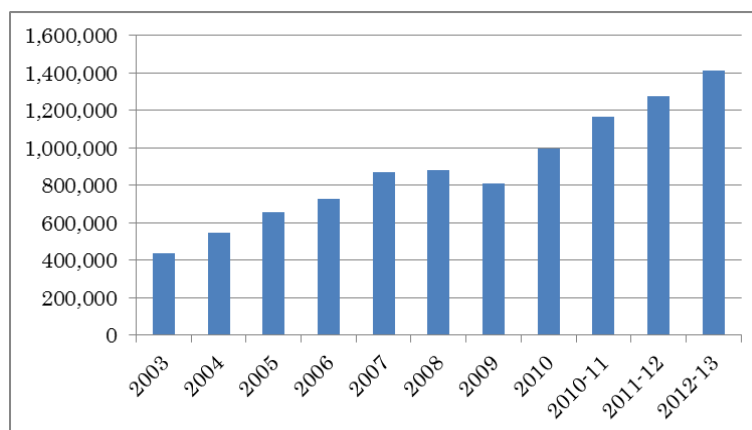


図 2.2.4 首都ビエンチャンの観光客訪問者数

出典：2010 ラオス国観光統計報告書（2003-2010）、及び首都ビエンチャン社会経済データ（2010-11 から 2012-13）

チャンにおける観光収入、ホテル・レストラン数の伸びを示している。観光客数の継続的な伸びによって、観光収入および関係産業もまた継続的に拡大している。前節で述べた地方部から都市部への移住人口の一部は、首都ビエンチャンにおけるこれらのホテル、レストラン、その他の観光関連産業によって吸収されたと考えられる。観光業は、外貨獲得と経済成長のみならず、雇用の創出という観点からも、首都ビエンチャンの最も重要な産業の一つである。

表 2.2.7 観光収入、ホテル及びレストラン数の変化（首都ビエンチャン）

年度	2009-2010	2010-2011	2011-2012	2012-2013
観光客数（人）	994,545	1,164,742	1,276,925	1,412,964
観光収入（USD）	89,215,376	111,938,975	120,185,012	139,808,471
ホテル数（件）	143	154	181	200
レストラン数（件）	186	191	199	217

出典：首都ビエンチャン社会経済データ

**(4) 宗教および民族**

宗教と民族構成を表 2.2.8 に示す。仏教がラオスの主要な宗教で、全人口の 66.8% を占めている。第二はキリスト教の 1.5% である。民族に関しては、ラオ族が半数以上 (54.6%) を占める最大の民族である。他方で、全人口の 10% 以下の小規模な民族が多数存在する。

**表 2.2.8 宗教と民族構成**

No.	宗教	割合 (%)	民族	割合 (%)
1	Buddhist	66.8	Lao	54.6
2	Christian	1.5	Keummeu	10.9
3	Bahai	0.0	Mong	8.0
4	Islam	0.0	Tai	3.8
5	その他	30.9	Phuthai	3.3
6	非回答	0.7	Leu	2.2
7	-	-	Katang	2.1
8	-	-	Makong	2.1
9	-	-	その他	13.0

出典：センサス 2005

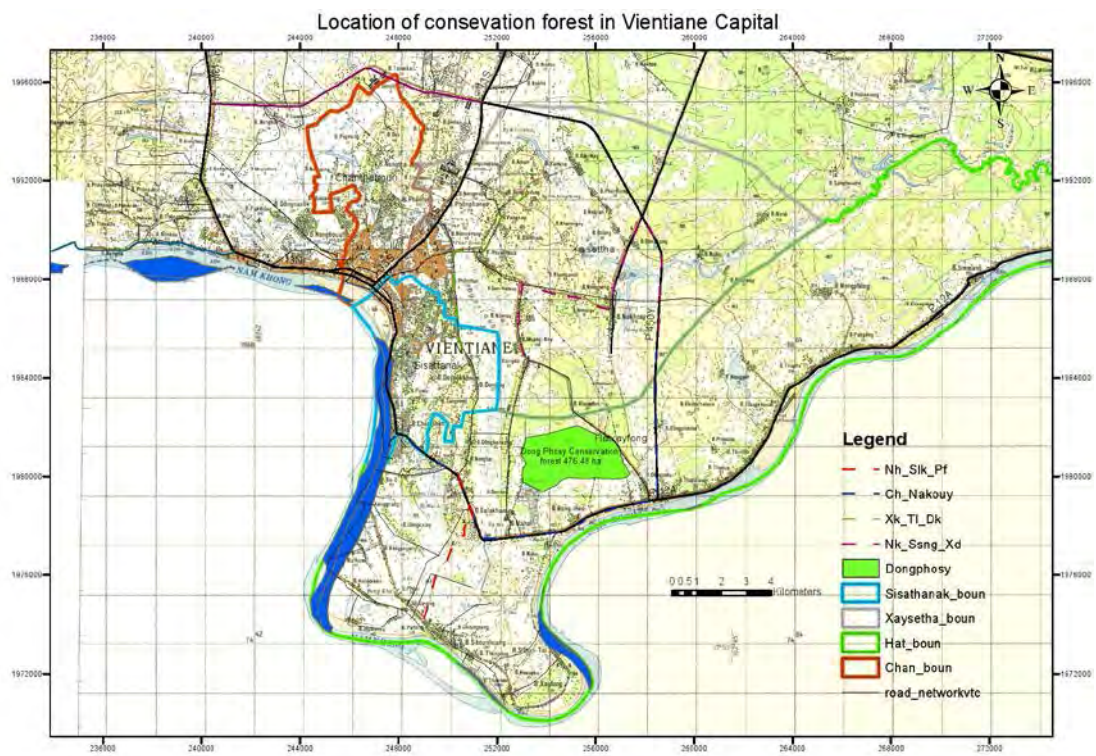
**(5) 文化遺産**

取水口、浄水場、送水管、高架水槽および配水管建設の為の事業候補地においては、文化遺産や遺跡は確認されなかった。

**(6) 保護区/希少種**

首都ビエンチャンでは、ドンポシー保護林と名付けられた郡の保護区がある。436ha の土地がこの保護区のために保存されている。この保護区的位置図を図 2.2.5 に示す。事業候補地（取水口、浄水場、送水管、高架水槽および配水管建設予定地）は保護区内に位置せず、また希少種も当該候補地では確認されていない。





出典:ピエンチャン市天然資源環境局

図 2.2.5 ドンポシー保護林位置図

### 3. 水道セクターの分析

#### 3.1 水道セクターの現状と問題点

ラオス政府の国家成長及び貧困撲滅戦略（National Growth and Poverty Eradication Strategy: NGPES）では、給水分野と衛生分野を経済成長と貧困撲滅のための重要な開発セクターとしてとらえ、そのため、ラオス政府は、国内の給水事情と公衆衛生の改善に優先度を置き、2020年までに都市部の水道普及率を80%まで向上させることを目標として設定している。しかしながら、WHOのデータによれば、2012年のラオス全体の水道普及率は25%であり、都市部で60%、地方部で6%に留まっている。

また、首都ビエンチャンでは、2020年までに都市部の水道普及率を90-95%にすることを目標に掲げている<sup>7</sup>。この目標達成及び持続的な水道事業のために、首都ビエンチャンの水道セクターでは、以下の問題に取り組む必要がある。

- 首都ビエンチャンの都市部における水道普及率は、2013年で未だ72%となっている。なお、首都ビエンチャン全体では、58%である。
- 2020年までの計画給水区域拡張計画がある中、浄水場の生産能力が十分でない。
- 既存浄水場は、13-16%以上の過負荷運転を行っている。
- 水道に接続する17%の家庭で、1日1回以上断水（又は水圧不足）が発生している。
- 既存高架水槽が、長い間使われていない。
- 複数の給水地域で水圧が低い。
- 配水管の管径が十分でない場所がある。
- 管材によっては高い漏水がある（例えば老朽管、耐久性がない管材の使用部など）。
- 使用されている管種が多い（メンテナンスの困難）。
- 配管工の十分なトレーニングと技能向上が必要である。
- 手動による配管ネットワーク管理がされている。
- 厳格な水道規制がない。

低水圧とともに断水になる地域を図3.1.1に示す。WSM/P 2014によると低水圧と断水の原因は、“配水管網の水理的問題と不適切な管径”と記されている。さらに“チナイモーサラカム間において、サラカム高架水槽が空の状態が続いており、その上流及び下流部で慢性的な水不足が続いている。”と、今後のチナイモーサラカム間の水圧改善をふくめた送・配水施設の増強の必要性を記載している。

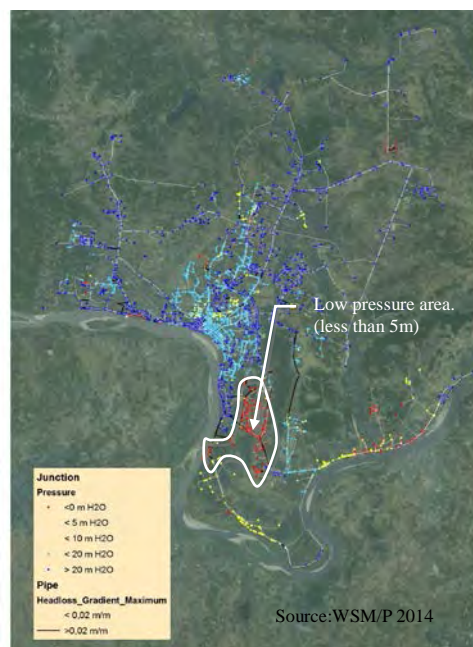


図 3.1.1 低水圧及び断水地域

<sup>7</sup>第5回首都ビエンチャン人民革命党員委員会により合意された事項。

## 3.2 水道セクターの法律、政策、および計画

### 3.2.1 水道セクターの法的枠組み

ラオスでの水道セクターにおける法制度の概要を表 3.2.1 にまとめる。1999 年に発行された首相決定 No.37「水道セクターと下水道セクターに関する管理と開発 (PM Decision No.37)」では、上下水道セクターの主要行政機関の役割を規定している。中央レベルでは、公共事業運輸省 (MPWT) が都市部の水供給の責務を負う<sup>8</sup>。首相決定 No.37 に基づいて、MPWT は、ラオス全域における都市や町の水道整備や下水管理などのあらゆる局面について、事業の調整や促進を含む主導的役割を果たす。

表 3.2.1 ラオスの法制度の概要

Year	Title	No
1996	Law on Water and Water Resources	05/NA
1997	National Rural Water Supply and Sanitation Strategy and Guidelines National Framework (MOH)	14/11/97
1999	Management and Development on the Water Supply Sector (recognized as the sector policy)	37/PM
2001	Decree to Implement the Law on Water and Water Resources	204/PM
2003	Drinking Water Quality Targets	953/MOH
2004	Decree on Promotion and Developments of SMEs	42/PO
2004	Water Supply Tariff Policy	57/PM
2004	WASA Tariff Determination Guidelines, Version 6	WASA
2005	Regulation of Urban Water Supply Operations	Decree 191/PM
2005	Enterprise Law	11/NA
2005	Organization and Activities of the Water Supply Division, DHUP, MCTPC	8027/DHUP
2005	Management of Drinking Water Quality Standards and Household Water Use	137/MOH
2006	Notice on Conservation of Nam Papa Muang Khua Water Source	137/MOH
2009	Water Supply Law	04/NA
2009	Organization and Activities of the Water Supply Regulator Office (WASRO)	/MPWT

出典: Urban Water Supply and Sanitation in Lao PDR (2012)

2009 年にラオス国会によって承認された水道法では、水供給に関連する法規を統合し、公共事業サービスの向上ため、法整備を強化することを目指している。この法律は、都市部における水道システム構築のため、給水の規制や経営の原則を決定している。また水の量と質を確保することと同様、すべての社会層や民族に対して都市水道の供給を促進させることを目指している。

### 3.2.2 水道セクターの政策と計画

都市部の水道セクターの開発は公共事業運輸省 (MPWT) によって担われ、農村部は保健省 (MOH) の管轄となっている。

1999 年の首相決定 No.37 によれば、水道セクターの目標は、2020 年までに都市部人口の 80% に 24 時間安全な飲料水へのアクセスを提供とすることとなっている。この目標を達成するために、ラオス政府は、1999 年以降、首都ビエンチャンとその他の県における都市部で水

<sup>8</sup> 2012 年の MPWT 大臣令以降、水道事業はその規模等によって中央レベルと地方レベルに区別され、一部の事業は地方自治体にその責務を権限移譲する政策が進められている。

道施設を徐々に普及させ、また各地のスモールタウン<sup>9</sup>でも経済発展を支えるために水道施設整備の促進を行ってきた。

1999年の首相決定 No.37を受けて、ラオス政府は水道セクターにかかる投資計画を作成し、全国の都市部における水道システムに対して、更新、拡張、開発事業を優先順位とともにリストアップしている。1999年に作成された投資計画は、ラオスの貧困地域のスモールタウンの成長を重視する方針に沿って、2004年に改訂されている。改訂版では、2005–2020年の必要投資額はスモールタウンを対象とした103百万ドルの投資を含め、約267百万ドルと見積もられている。概要を表3.2.2に示す。

表 3.2.2 投資計画の概要 (2005-2020)

No	対象とする地区	投資額 (百万USD)	対象とする 人口規模
I	Vientiane Capital	129.0	672,000
II	Secondary Towns	20.7	311,000
III	Provincial Capitals	14.6	262,000
IV	Small Town Water Supply Systems	102.5	564,000
<b>Total - Urban water supply sector</b>		<b>266.8</b>	<b>1,953,000</b>

出典: Urban Water Sector Regulation in Lao PDR: Reform, Key Measures, Successes and Challenges, WaSRO, MPWT

投資計画では2010、2015、2020年の目標を定めており、表3.2.3では2020年の目標を示す。

表 3.2.3 2020年目標の概要

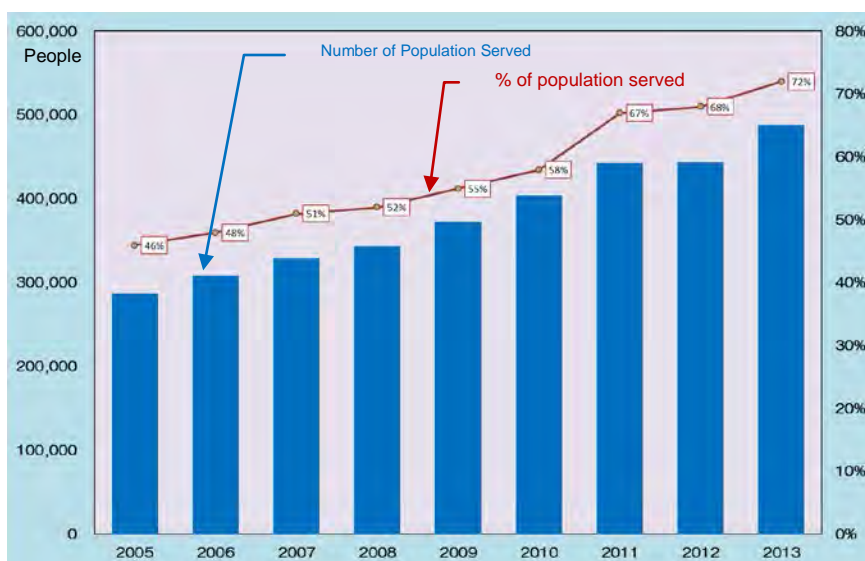
	首都ビエンチャン (都市部)	県 (都市部)	郡 (郡都市部)	その他の集落
Service coverage	90% coverage	80% coverage	75% coverage	70% coverage
Unit consumption				
Service quality	Provide reliable, 24 hour supply with 10m min. residual head for 100% of service area			
Water Quality	Comply fully with Water Quality Regulations			
Unaccounted For Water	<200 L/connection/day	<170 L/conn./day	<140 L/conn./day	<140 L/conn./day
Master plan	Update 20-year water supply master plan			

出典: Urban Water Sector Regulation in Lao PDR: Reform, Key Measures, Successes and Challenges, WaSRO, MPWT

### 3.3 首都ビエンチャンの水需要

1999年の首相決定 No.37以降、首都ビエンチャン水道公社(NPNL)は給水人口の向上のために事業を推進している。図3.3.1に首都ビエンチャンにおける給水人口及び水道普及率の向上を示す。給水率は2005年に46%(約287千人)であったが、2013年までの8年間で72%(約489千人)となった。

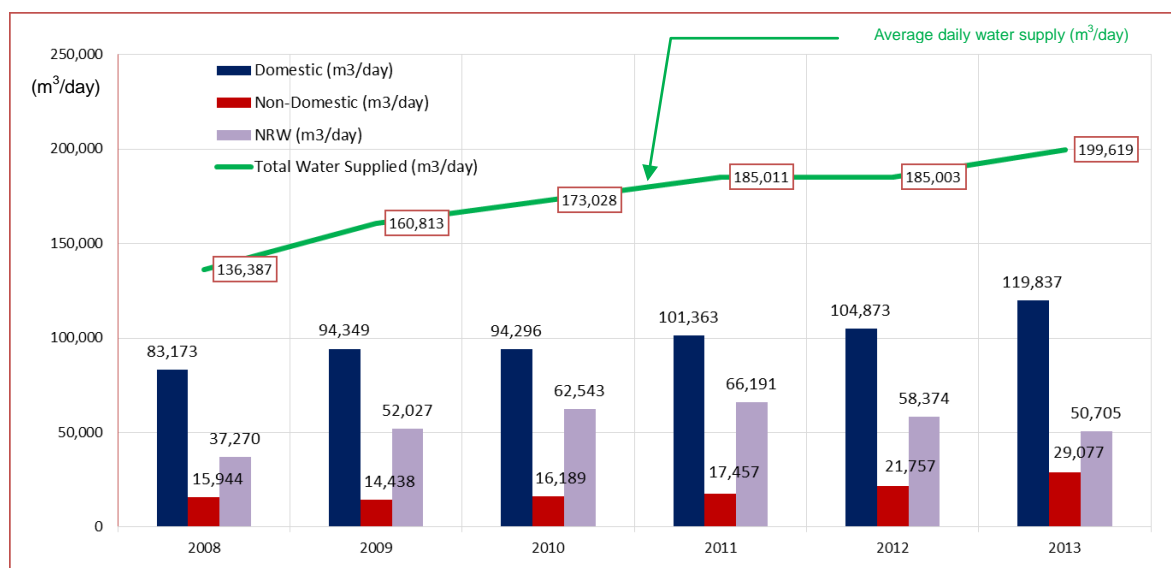
<sup>9</sup> スモールタウンは、都市部から外れた地方部に位置するが、その周辺一帯の集落に対して、公共・商業・物流サービスを提供できる地方拠点として、今後、都市部と同様に経済発展が見込まれる小都市である。



出典: NPPL

図 3.3.1 NPPL による給水人口

水道普及率の向上とともに、給水量も大幅に増加した。図 3.3.2 に近年の給水量の増加を示す。



出典: NPN

図 3.3.2 NPPL による 2008 年から 2013 年にかけての給水量

また、家庭用水需要量のみならず非家庭用水需要量も年々増加し（図 3.3.2 参照）、他方で無収水量（NRW）は 2012 年より減少している。

### 3.4 既存水道施設の給水量および施設能力の現状

首都ビエンチャンの水道は、メコン河とナムグム川の二つの川を水源として、現在、4 個所で浄水場が稼働中である。図 3.4.1 にそれらの位置を示す。

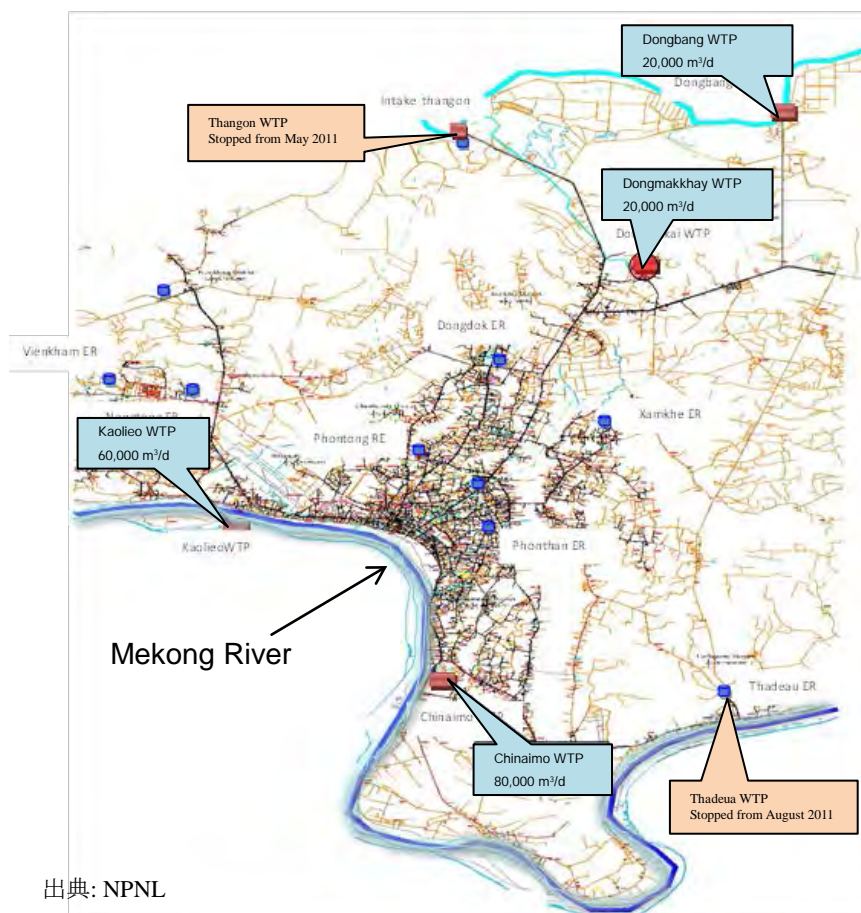


図 3.4.1 既存浄水場の位置

既存浄水場の合計処理能力は、180,000 m<sup>3</sup>/日であるが、2013 年の実際の生産水量の記録によると複数の浄水場で過負荷運転が行われている。表 3.4.1 にて各浄水場の設計処理能力と 2013 年における処理量の実績を比較する。

表 3.4.1 既存浄水場の設計処理能力と実際の処理量の比較

浄水場名	設計処理能力 (m <sup>3</sup> /日)	実際の生産水量(2013) (m <sup>3</sup> /日)	浄水場の稼働率 (%)	稼働年	資金又はドナー名
チナイモ浄水場 (Chinaimo WTP)	80,000	93,272	116.6%	40,000 in 1983 + 40,000 in 1996	アジア開発銀行 本邦政府 (無償)
カオリオ浄水場 (Kaoleio WTP)	60,000	68,084	113.5%	20,000 in 1964 + 40,000 in 2009	本邦政府 (無償) 本邦政府 (無償)
ドンマックハイ浄水場 (Dongmakhay WTP)	20,000	22,992	115.0%	2006	ラオス政府
ドンバン浄水場 (Dongbang WTP)	20,000	15,271	76.0%	2009	NPNL 及びベトナム民間会社
Total	180,000	199,619	110.9%		

\* Thangon WTP と Thadeua WTP は 2011 年から停止している。

出典: NPNL

4 個所の浄水場のうち、チナイモ浄水場とカオリオ浄水場では、それぞれ年間の日平均生産量として、16.6% および 13.5%の過負荷運転が行われている。ドンマッカイ浄水場についても同様に 15%の過負荷運転が行われている。一方、ドンバン浄水場では、設計能力の 76% で稼働している。この理由は、原水の高濁度時に本処理場の上向流式沈澱池では、フロックのキャリーオーバーが多くなり、これを避けるため処理量を落とすことが必要なことと、浄水場からの送水管破裂事故が頻繁に起こり、その修理のため浄水場の運転を停止する必要があることによる。

### 3.5 無収水の現況

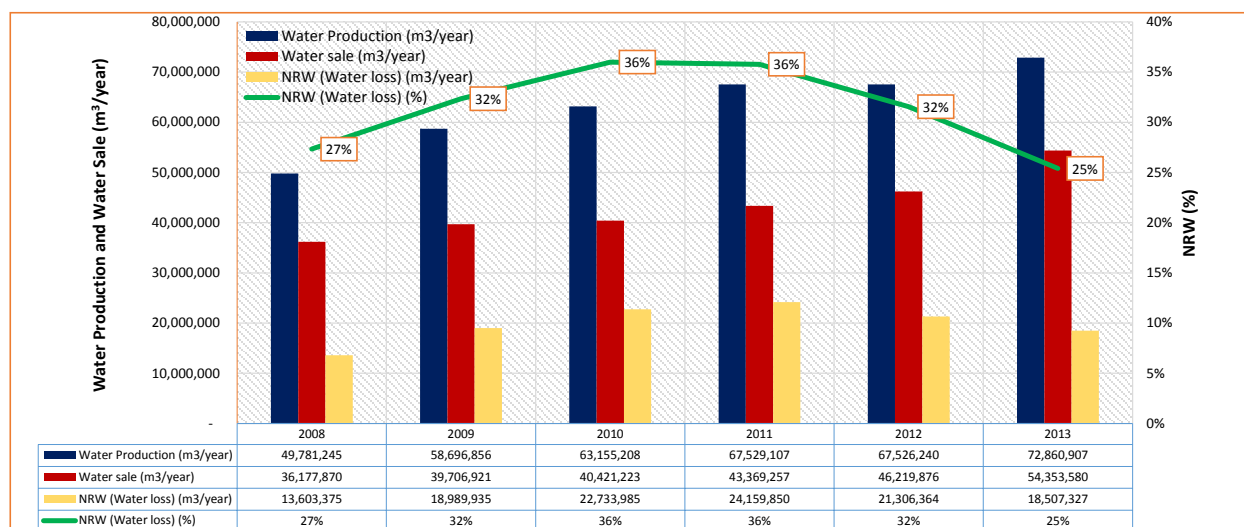
既存浄水場からの生産水量および NPPL の各支所における販売水量についての過去 6 年間のデータを表 3.5.1 に示す。

表 3.5.1 年間の生産水量及び販売水量の内訳

No.	Description	Unit	Year (Unit: m <sup>3</sup> /year)						Remarks
			2008	2009	2010	2011	2012	2013	
<b>I</b>	<b>Water Production</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>49,781,245</b>	<b>58,696,856</b>	<b>63,155,208</b>	<b>67,529,107</b>	<b>67,526,240</b>	<b>72,860,907</b>	
1	Chinaimo WTP	-/-	31,084,110	30,733,637	31,030,111	31,666,256	31,985,534	34,044,404	Expnd @ 2009
2	Kaoliew WTP	-/-	10,376,985	20,722,610	22,404,972	23,705,576	23,075,997	24,850,598	
3	Dongmakkhay WTP	-/-	7,814,850	6,885,463	7,229,388	7,418,263	7,734,214	8,392,190	
4	Thadeua WTP	-/-	192,602	58,105	70,657	31,241	-	-	
5	Thangon WTP	-/-	312,698	297,041	335,706	314,496	-	-	
6	Dongbang WTP	-/-	-	-	2,084,374	4,393,275	4,730,495	5,573,715	
<b>II</b>	<b>Water sale</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>36,177,870</b>	<b>39,706,921</b>	<b>40,421,223</b>	<b>43,369,257</b>	<b>46,219,876</b>	<b>54,353,580</b>	
1	Commercial section	-/-	8,092,593	8,211,977	7,815,717	8,698,825	9,093,952	12,648,354	set up 2009
2	Sikhottabong branch	-/-	5,411,064	6,414,455	6,791,283	7,447,845	7,995,542	8,689,470	
3	Chanthabouly branch	-/-	5,407,891	6,097,356	6,253,781	6,400,208	6,564,797	7,383,014	
4	Saysettha branch	-/-	8,559,280	7,840,971	6,789,535	7,265,814	7,585,079	8,364,252	
5	Xaythany branch	-/-	-	1,851,282	3,275,989	3,909,817	5,012,073	5,971,917	
6	Sisattanak branch	-/-	7,513,307	8,051,463	7,385,657	6,079,391	6,410,578	7,231,594	
7	Hadxayfong branch	-/-	914,950	1,007,614	1,777,237	3,216,026	3,557,855	4,064,979	
8	Thangon branch	-/-	278,785	231,803	332,024	351,331	-	-	
<b>III</b>	<b>NRW (Water loss)</b>	<b>%</b>	<b>13,603,375</b>	<b>18,989,935</b>	<b>22,733,985</b>	<b>24,159,850</b>	<b>21,306,364</b>	<b>18,507,327</b>	
			<b>27%</b>	<b>32%</b>	<b>36%</b>	<b>36%</b>	<b>32%</b>	<b>25%</b>	

出典: NPPL

首都ビエンチャンの過去 6 年間の無収水 (NRW)の推移を図 3.5.1 に示す。図から 2010 年まで無収水率は上昇し、36%に達したものの、その後 2011 年から減少してきており、2013 年には 25%となっていることがわかる。



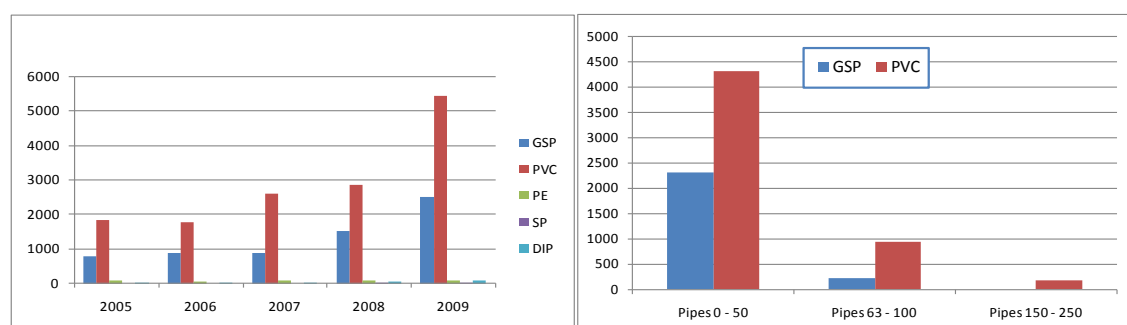
出典: NPNL

図 3.5.1 年間生産水量、販売水量と無収水量の推移

NPNL は、2012 年から AfD の支援により無収水削減プログラムを行っており、近年の無収水率の低減に貢献している。主な活動は以下のとおりである。

- 管材の選定基準や管の施工技術の見直し
- 漏水通知のための電話番号 1169 の周知促進と漏水補修の手順の改善による対応期間の短縮
- 流量計の機能チェックとそのフォローアップの徹底および不正確な流量計の校正や取替えの促進
- 顧客水道メータの機能チェックと故障メータの交換の促進

その他、無収水の低減に寄与した取り組みとしては、古い亜鉛メッキ鋼管（GSP : Galvanized Steel Pipe）を高密度ポリエチレン管（HDPE : High Density Polyethylene Pipe）あるいは無収塑塩化ビニル管（uPVC : Unplasticized Polyvinyl Chloride Pipe）へ更新したことが挙げらる。



出典: NPNL

図 3.5.2 管の管種と口径による漏水の発生件数の比較

図 3.5.2 は、ほとんどの漏水が GSP 管と PVC 管の口径 100mm 以下の管から発生していることを示すものであるが、NPNL はこうした過去の傾向と知見から PVC や古い GSP 管の



布設替えを行ってきており、現在 30 年以上経過する GSP 管でまだ残っているものは、1,539 m (口径 50mm が 760 m、口径 75mm が 688 m) となっている。

### 3.6 首都ビエンチャンの水道施設の全体的な基本構想

首都ビエンチャンの将来の全体的な水道施設整備計画についての NPPL の基本的な考えは以下に要約される。

- 1) 現状において給水量が不足あるいは給水圧が不足している地域、特にドンドック (Dongdok) 大学や 150 床病院近隣およびサムケ (Xamkhe) 高架水槽 (ET: Elevated Tank) 周辺、そして地盤が比較的高い地域 について、早急な給水の改善が行われなければならない。
- 2) 前述した SEZ や工業団地建設などの開発による将来の水需要の増大に対応するため、時宜を得た適切な水道施設整備を戦略的に実施していかなければならない。
- 3) 首都ビエンチャンの官庁や都市機能の中心が北部のタンゴン (Thangone) 地区へと移転される計画であり、その方針に沿った水道整備が必要である。

### 3.7 首都ビエンチャンでの水道セクターにかかる現在のプロジェクト

過去には、アジア開発銀行 (ADB)、JICA、AfD、UN-Habitat、世界銀行 (WB)、中国輸出入銀行 (China Exim Bank) 等、多くの機関が二国間や多国間により、ラオスにおける都市部の水道や衛生へのアクセス率増加を目的に支援を行ってきた。また、近年では民間企業も参加する官民連携 (PPP) 事業も行っている。現在進行中 (または検討中) である首都ビエンチャンの都市部における水道セクターに関連するプロジェクトを表 3.7.1 に示す。

表 3.7.1 首都ビエンチャン水道セクターに関連する現在プロジェクトの概要

プロジェクト名	資金	備考	状況
首都ビエンチャン水道マスタープラン (WSM/P 2014)	AfD	首都ビエンチャン都市部の水道計画マスタープラン (計画目標年次 2030 年)	2014 年 9 月にファイナルレポートを作成・提出
GSP 更新事業- フェーズ II	AfD	既設管の更新プロジェクト	2013 年 11 月に終了
ドンマックイ上水道拡張事業	中国輸銀	EPC によるドンマックイ浄水場の拡張 (100,000 m <sup>3</sup> /日) 及び配管整備	建設中、2015 年末に完成予定
首都ビエンチャン上水道拡張事業	JICA	チナイモ浄水場の拡張 (フェーズ 1 で 40,000 m <sup>3</sup> /日、さらにフェーズ 2 で 40,000 m <sup>3</sup> /日) 及び配管整備	2015 年 6 月にファイナルレポートの作成・提出
水道公社事業管理能力向上プロジェクト	JICA	技術協力プロジェクト	実施中、2017 年 8 月まで実施予定
タドゥア給水事業	ラオス民間企業	BOT によるタドゥア浄水場の建設 (20,000 m <sup>3</sup> /日) 及び配管整備	建設中、2016 年完成予定
センディン給水事業	ラオス民間企業	BOT によるセンディン浄水場の建設 (20,000 m <sup>3</sup> /日) 及び配管整備	2015 年 7 月調印予定。2017 年より供与開始の予定
ドンバン上水道拡張事業	検討中	ドンバン浄水場の拡張 (20,000 m <sup>3</sup> /日) 及び配管整備	

出典: JST

これらのプロジェクトの内容は、後述の 3.14、15 章に記載する。

### 3.8 首都ビエンチャンの既存水道施設

図 3.8.1 に首都ビエンチャンの主要水道施設の概要を示す。



用されていたが、近年は給水量不足のため、高架水槽を経由せずに直接、浄水場から配水されている。

### 3.8.1 取水施設

首都ビエンチャンの水道の主な水源は、メコン河とナムグム川の二つの河川によっている。

メコン河の水位は、10m 以上の季節変動を伴うため、これまでの建設された取水施設は通年を通して一定の取水ができるような施設が採用されている。最も古い取水施設は、1964年に建設されたカオリオ浄水場の取水塔であるが、2006年-2009年の拡張事業で取水管方式の新たな取水施設が建設されている。チナイモ浄水場の取水施設は、35年前（1980年）のもので取水ゲート方式が採用されている。

ナムグム川においてもメコン河同様、水位の季節変動がある。既存ドンマックイ浄水場は、ナムグム川に建設された灌漑用取水施設で取水された灌漑用水を水路から分岐して取水している。ドンバン浄水場は、フロート式取水ポンプ設備をナムグム川に浮かべ、そこから取水する方式である。この方式は、チナイモやカオリオ浄水場のような大規模取水ではない場合に適用できる方式である。

### 3.8.2 浄水場

既存の4個所の浄水場の概要を表 3.8.1 にまとめる。

表 3.8.1 首都ビエンチャンの既存浄水場の概要

処理場	完成年	能力 (m <sup>3</sup> /日)	原水	浄水法	資金
チナイモ	1968年	40,000	メコン河	従来型急速ろ過システム	ADB
	1996年 改修・拡張	40,000	メコン河	従来型急速ろ過システム	本邦政府（無償）
カオリオ	1964年	20,000	メコン河	従来型急速ろ過システム	本邦政府（無償）
	2008年拡張	40,000	メコン河	従来型急速ろ過システム	本邦政府（無償）
ドンマックイ	2006年	20,000	ナムグム川	従来型急速ろ過システム	ラオス政府
ドンバン	2008年	20,000	ナムグム川	上向流式沈澱池+ 自己洗浄型急速ろ過池	NPNL+ベトナム民間企業

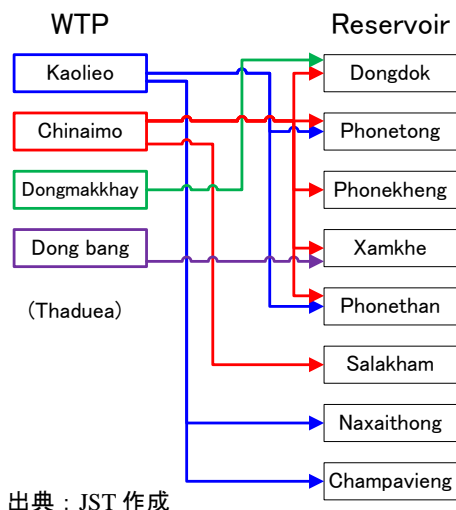
出典：JST

### 3.8.3 送水管

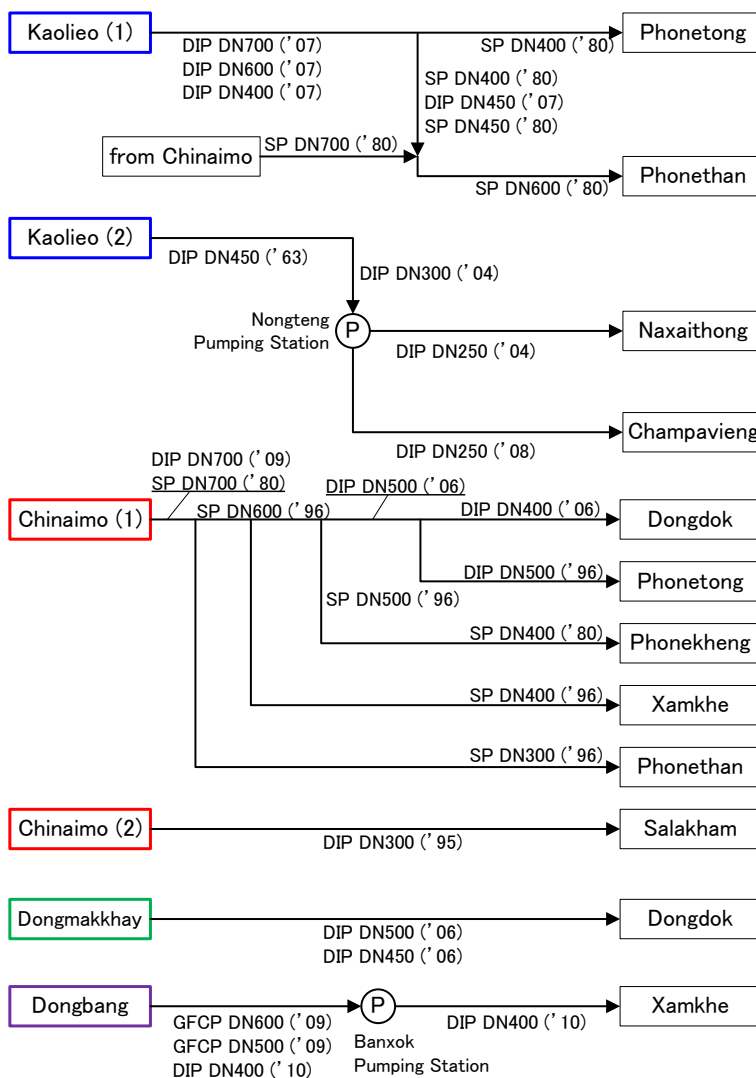
浄水場から配水池の系統を整理した既存の送水系統システムを図 3.8.2 に示す。

チナイモ浄水場を除く浄水場からの送水管は、送配水兼用となっている。チナイモ浄水場からの送水管は、2009年の日本の無償協力援助により安定給水のために送配水分離が行われている。

各送水管の管種、口径および布設年度を整理したものを図 3.8.3 に示す。



出典：JST 作成  
図 3.8.2 送水システム概要図



出典：JST 作成

図 3.8.3 送水管の管種、口径、布設年度

### 3.8.4 配水池

首都ビエンチャンには、8つの高架水槽、2つの地下式の配水池と4個所の浄水池の計14の配水池があるが、現在8つの高架水槽の全てが水量不足のために使用されていない。これは、水量不足の状況下で高架水槽を使用すると、配水管に空気が入り、水が流れなくなるためである。したがって、首都ビエンチャンでの給水は、全て自然流下ではなくポンプによって直接配水されている。高架水槽付近の配水については、送水圧によって配水されている状況である。各配水池諸元を表3.8.2に示す。

表 3.8.2 配水池諸元

名称	種類	容量 (m <sup>3</sup> )	水位 (m)	関連する浄水場	備考
Dongdok	Ground Reservoir	1,000	HWL +193.40 LWL +190.90	Chinaimo Dongmakkhay	-
Dongdok	Elevated Tank	660	HWL +226.50 LWL +220.50	Chinaimo Dongmakkhay	Unuse
Phonetong	Elevated Tank	1,500	HWL +204.77 LWL +198.57	Chinaimo Kaolieo Dongmakkhay	Unuse
Phonekheng	Elevated Tank	2,000	HWL +197.85 LWL +191.59	Chinaimo	Unuse
Xamkhe	Elevated Tank	2,000	HWL +200.00 LWL +198.01	Chinaimo Dongbang	Unuse
Phonethan	Elevated Tank	1,500	HWL +207.24 LWL +201.04	Chinaimo Kaolieo	Unuse
Salakham	Elevated Tank	1,500	HWL +206.00 LWL +199.30	Chinaimo	Unuse
Naxaithong	Elevated Tank	1,000	HWL +200.70 LWL +195.70	Kaolieo	Unuse
Nogteng	Ground Reservoir	1,000	HWL - LWL -	Kaolieo	-
Champavieng	Elevated Tank	400	HWL - LWL -	Kaolieo	Unuse
Sub-total		12,560			
Chinaimo WTP	Clear Water Reservoir (Ground)	10,800	HWL +170.60 LWL +167.90	Chinaimo	-
Kaolieo WTP	Clear Water Reservoir (Ground)	14,000	HWL +170.60 LWL +166.60	Kaolieo	-
Dongmakkhay WTP	Clear Water Reservoir (Ground)	2,000	HWL - LWL -	Dongmakkhay	-
Dongbang WTP	Clear Water Reservoir (Ground)	3,000	HWL - LWL -	Dongbang	-
Sub-total		29,800			
Total		42,360			

出典: Prepared by JST from NPPL data

Note: A total capacity of the clear water reservoirs set in vicinity of WTPs is 29,800 m<sup>3</sup>. These reservoirs cannot be a buffer reservoir for water distribution.

### 3.8.5 配水管

#### (1) 配水システム

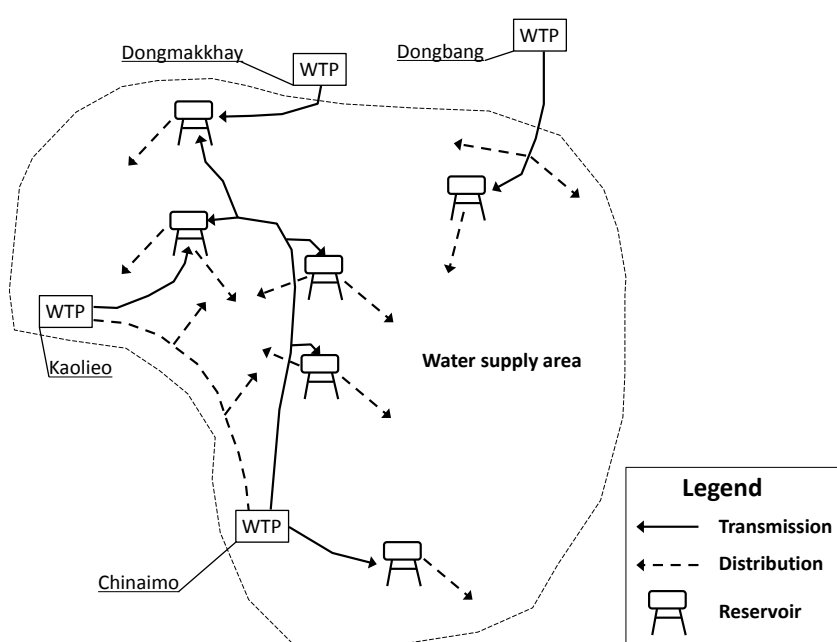
全ての配水池および浄水場からの配水エリアはブロック化されておらず、図3.8.4に示すように配水管は全て繋がっている状況である。



サラカム (Salakham) 高架水槽



ポンタン (Phonethan) 高架水槽



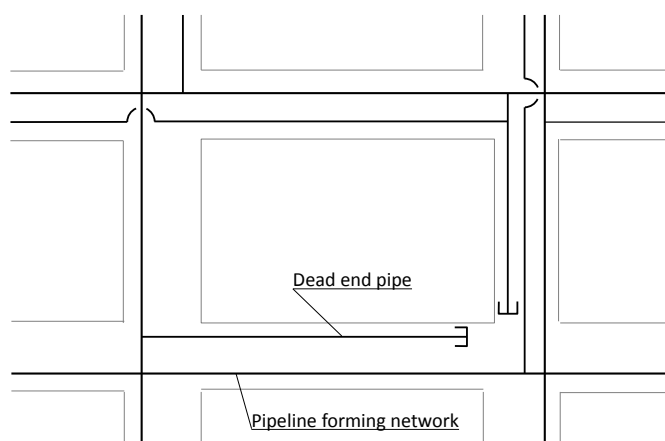
出典：JST 作成

図 3.8.4 現況配水システム概要図 (チナイモ浄水場周辺)

## (2) 配水管網の状況

現況の配水管網は下記に示すような状況となっている。

- 中心市街地部では配水管網はネットワークを形成している。しかし、配水主管に相当する管路がなく管路口径も全体的に小さい。これらが、水圧が低い傾向にあることの原因となっていると想定される。
- 小さい口径の管路が複数条埋設されている道路がある。これより、水需要の増加に対して、既設管路の布設替えではなく、その都度小さい口径の管路を既設管と並行して布設してきたことが想定される。
- 並行して埋設されている管路のほとんどは、ネットワークを形成しておらず、図 3.8.5 に示すように行き止まり管となっており、水理的に望ましい状況にない。



出典：JST 作成

図 3.8.5 中心市街地における配水管網イメージ

### (3) 管路延長

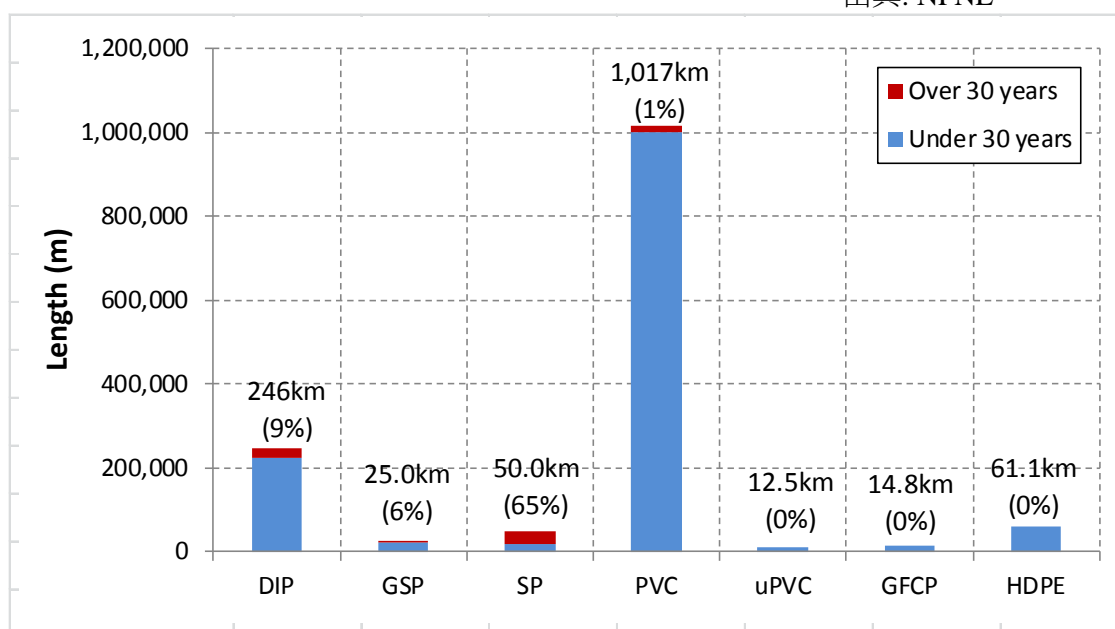
送水管および配水管の管路延長を表 3.8.3 および図 3.8.6 に示す。NPNL は、首都ビエンチャンにおいて約 1,426km の管路を管理している。

1,426km のうち、PVC が 1,016km で全体の約 72%を占めており、次いでダクタイル鋳鉄管 (Ductile Iron Pipe: DIP) が 246km で全体の 17%を占めている。他の管種については、大きな差はなく 12~61km の範囲内の延長となっている。

表 3.8.3 総延長（送配水管）

Diameter	Pipe Material (m)							Total (m)	Ratio (%)
	DIP	GSP	SP	PVC	uPVC	GFCP	HDPE		
φ 1000			386					386	0%
φ 700	1,538		9,685					11,223	1%
φ 600	3,118		7,774			150		11,042	1%
φ 500	464		2,919			14,678		18,061	1%
φ 450	18,465		7,296					25,761	2%
φ 400	23,400		10,875					34,275	2%
φ 350	9,735		4,264					13,999	1%
φ 300	38,211		6,607					44,818	3%
φ 250	36,736	50		50,544				87,330	6%
φ 200	36,833	153	42	101,094			400	138,522	10%
φ 150	22,481	631	27	131,092				154,231	11%
φ 110					3,996			3,996	0%
φ 100	24,685	3,695		199,341				227,721	16%
φ 90				18,873	8,503		693	28,069	2%
φ 80	36							36	0%
φ 75	27,437	7,338		253,212				287,987	20%
φ 63				32,667			34,280	66,947	5%
φ 50	2,870	8,249		159,820			24,542	195,481	14%
φ 40		4,858		70,323			1,227	76,408	5%
<b>Total</b>	<b>246,009</b>	<b>24,974</b>	<b>49,875</b>	<b>1,016,966</b>	<b>12,499</b>	<b>14,828</b>	<b>61,142</b>	<b>1,426,293</b>	<b>100%</b>
<b>Ratio</b>	<b>17%</b>	<b>2%</b>	<b>3%</b>	<b>72%</b>	<b>1%</b>	<b>1%</b>	<b>4%</b>	<b>100.0%</b>	<b>-</b>

出典: NPNL



出典: NPNL

図 3.8.6 総延長（送配水管）



布設後 30 年以上経過している管路の集計結果を表 3.8.4 に示す。30 年以上経過している管路の中では、鋼管の延長が最も長く約 33km、次いで DIP が約 22km である。最も古い管路は 1963 年に布設されたもので管種は DIP であり、布設後 50 年以上を経過している。

表 3.8.4 布設後 30 年以上経過の管路延長

種別	管種	口径	布設年				延長 合計 (m)	備考
			1963	1973	1980	1983		
配水管	uPVC	75				30	30	
		90					0	
		100		470			470	
		150				8,679	8,679	
		160					0	
		200					0	
		250				5,882	5,882	
小計						15,061		
配水管	GSP	50	760				760	
		75				688	688	
		90					0	
		100					0	
		150			79		79	
		200			12		12	
小計						1,539		
送水管 および 配水管	DIP	75	2,231			24	2,255	
		100	2,409				2,409	
		150	11,731			502	12,233	
		200	1,944	1,309	156	707	4,116	
		250				520	520	
		300	27				27	
		350					0	
		400					0	
		450	492				492	
		500					0	
		600					0	
		700					0	
		800					0	
		900					0	
1000					0			
小計						22,052		
送水管 および 配水管	SP	100			79		79	
		200			32		32	
		250	162		298		460	
		300			16		16	
		350			4,363		4,363	
		400			6,804		6,804	
		450			6,320		6,320	
		500					0	
		600			4,316		4,316	
		700			9,621		9,621	
		800			90		90	
		1000			438		438	
1100			107		107			
小計						32,646		
送水管	GFCP	500					7,200	Dongbang 浄水場からの配水管
合計			19,756	1,779	32,731	17,032	78,498	

出典: NPNL

**(4) 管種**

既設管路状況より、例えば 300mm 以上は DIP、250mm 以下はポリエチレン管といったように、各口径で管種が決められていない状況が想定される。現況の管種を整理すると表 3.8.5 に示すような状況である。

**表 3.8.5 管種の状況**

<b>• 300mm 以上の管種</b>	
ダクタイル鋳鉄管	: 比較的新しい配水管
鋼管	: 比較的古い配水管
<b>• 250mm 以下の管種</b>	
鋳鉄管	: 1963 年前後に布設された配水管
ダクタイル鋳鉄管	: 2004 年以降に布設された配水管
PVC と uPVC	: 大半の配水管に使用されている
亜鉛めっき鋼管	: 100mm 以下の古い配水管に使用されている
石綿管	: ごく一部の配水管に使用されている
ポリエチレン管	: 比較的新しい配水管に使用されている
<b>• 給水管</b>	
ポリエチレン管	: 比較的新しい給水管
PVC	: 比較的古い給水管

出典：JST 作成

**3.8.6 給水管**

首都ビエンチャンにおける給水件数（2014 年 8 月時点）は 98,702 件で、給水管は 15mm から 200mm となっている（表 3.8.6 参照）。

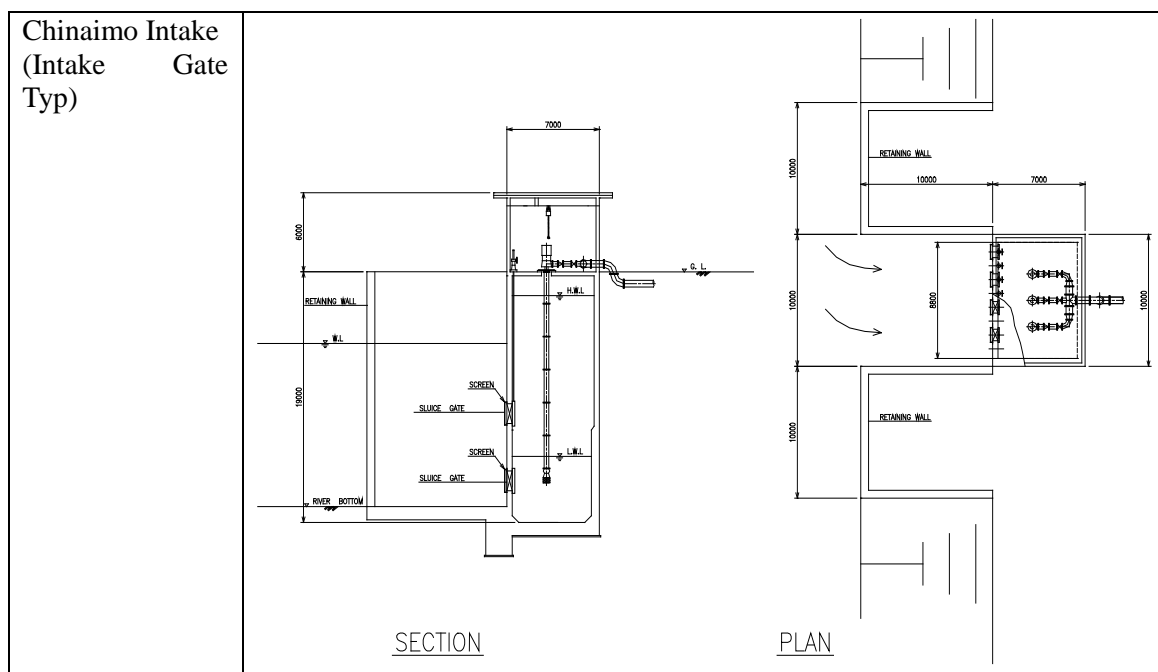
**表 3.8.6 首都ビエンチャンの給水メーター数**

支所名	DN15	DN20	DN25	DN40	DN50	DN80	DN100	DN150	DN200	合計
シコッタボン+ナサイトン支所	14,627	5,377	1,291	147	26	20	3			21,491
チャンタブリー支所	9,496	5,415	945	169	7	16				16,048
サイセタ支所	12,245	6,191	942	169	16	5				19,568
シサッタナク支所	10,134	4,279	951	144	12	3				15,523
サイタニ支所	10,457	3,528	500	155	13	1				14,654
ハドサイフォン支所	7,626	2,194	222	32	5	1	2			10,082
コマーシャル部門	141	361	241	333	78	101	69	8	4	1,336
合計	64,726	27,345	5,092	1,149	157	147	74	8	4	98,702

出典: Nampapa Water Meter Management Section (date: 28, Aug. 2014)

**3.9 チナイモ浄水場の既存施設****3.9.1 チナイモ浄水場の取水施設**

図 3.9.1 にチナイモ浄水場の取水施設の概要を示し、以下に説明する。



出典：JST

図 3.9.1 チナイモ浄水場既存取水施設

- a. 取水施設構造物の状況  
取水施設構造物の状況については、既に築造後 35 年以上が経過しているが、外観上主だったダメージ等は見られない。ただし、原水流入口には、河川の流下物のポンプ井内への流入を阻止するスクリーンが取り付けられていない。
- b. 原水取水ポンプ  
合計 6 台の取水ポンプが設置されている。これらのポンプ使用は以下に示すとおりである。

ポンプ No.	台数	揚水量	ポンプ揚程	形式	備考
P-RW1to 4	4	18 m <sup>3</sup> /min	14.8 m	縦軸斜流ポンプ	水封式のシャフト防護管付
P-RW5&6	2	18 m <sup>3</sup> /min	14.8 m	水中モーターポンプ	特殊水封式

出典：JST

現地調査時においては、ポンプ No. 2, 3, 4 および 5 が稼働中であり、異常な振動や騒音はなく正常に稼働していた。ポンプの全吐出量は、管理棟に設置されているコントロールパネルに表示されるが、それによると 4,000 m<sup>3</sup>/hr (96,000 m<sup>3</sup>/日)が浄水場に導水されている。ポンプ No.1 のモーターは故障しており、修理中であった。

ポンプ No.1、2、3 および 4 の縦軸斜流ポンプ 4 台は、1978 年に設置され 35 年以上経過している。1994 年には、日本の無償資金協力を実施した際に一度オーバーホールしてはいるが、NPNL の維持管理により大きな故障もなく現在も稼働している。チナイモ浄水場職員

によると、ポンプ軸受ベアリングやスリーブを1.5年～2年おきに交換しメンテナンスしているとのことである。

2台の水中モーターポンプは、1994年の無償資金協力の際に設置されたものであり、これまで大きな故障がなく稼働していたが、2014年11月の時点の現地調査では、1台がモーター絶縁部の損傷により修理中となっていた。

#### c. 電気設備およびコントロールパネル

電力は浄水場にあるモーターコントロールセンター(MCC-1 および MCC-7)から、原水取水ポンプ用のモーターコントロールパネル (MCC-2 および MCC-6)に供給されている。電気パネルについては問題なく稼働している。

### 3.9.2 チナイモ浄水場の処理施設

既存チナイモ浄水場の処理施設について以下に詳述する。

#### a. 着水井兼急速混和池

取水ポンプにより送られた原水は原水導水管を通り着水井に届けられ、着水井にある4つの堰により4つのフロック形成池へと分配される。使用されている凝集剤は硫酸バンドであるが、注入点は1) 導水管からの流出部に混和する方式と2) 4つの堰落ちを利用し、その堰の直上部に硫酸バンドを滴下する方法、そして3) 導水管内のオリフィスを利用し、そこに直接注入する方式の3方式が選べるようになっているが、現在は、3)の導水管内への注入により運転している。

#### b. フロック形成池と沈澱池

凝集剤注入後、原水は4つのフロック形成池に送られ、そこでポリマーが注入され(原水が高濁度の場合)、上下迂流による水流による攪拌を受け、フロックが形成される。

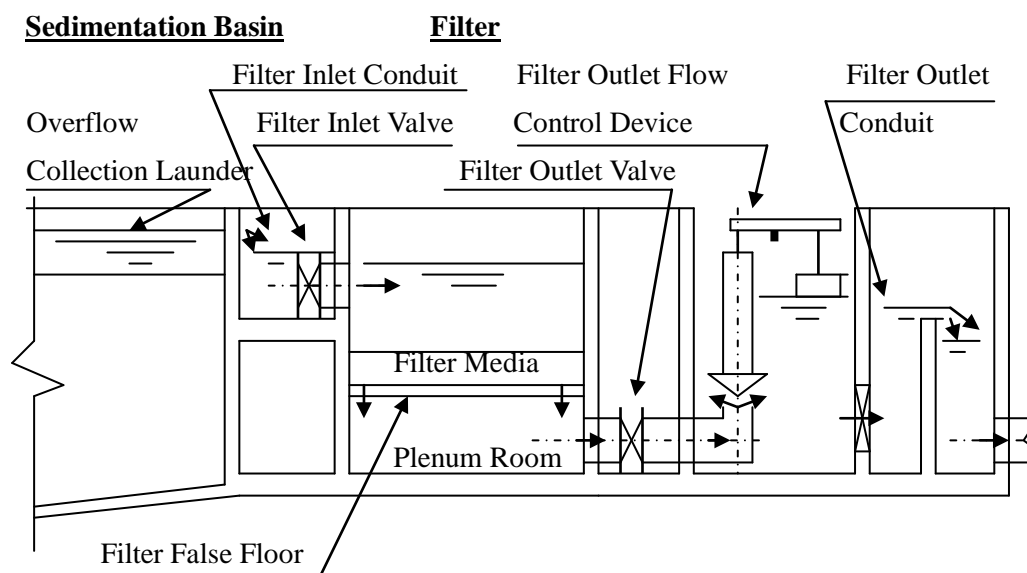
その後、原水の濁質と凝集剤により形成されたフロックは、横流式の沈澱池で沈降除去される。沈澱水は、沈澱池後方の取り出し施設で集められて、次の急速ろ過池に流入する。既存の処理施設で、低濁度のよい沈澱水が得られており、凝集から沈澱までの浄水プロセスは良好に運転されている。

#### c. ろ過池

ろ過池の概略構造は、下図に示すとおりである。ろ過池の方式は、共通流入・流出渠タイプで、流出側に流量一定制御のためのコントロール設備(バルブセット)が設置されている。ろ過池は、全部で8池あるが、調査時においては、うち1池が下部集水装置の損傷のため、稼働していなかった。下部集水装置は、ポーラス・コンクリート・スラブであるが、ろ過池の洗浄後にまれに損傷することがあるとのことである。洗浄後にろ床板の下に空気だまりが残留する場合があります、空気弁の操作が十分でないためかは不明であるが、その空気が圧縮され損傷の原因になるのではと考えられている。

ろ過池の流出側の流量コントロール設備は、いずれも稼働しており定速ろ過によりろ過プロセスはコントロールされている。

ろ過池の逆洗設備として、2台の逆洗ポンプ（ $25.5 \text{ m}^3/\text{min} \times 6 \text{ m} \times 37 \text{ kW}$ ）と2台のエアブロー（ $83 \text{ m}^3/\text{min} \times 90 \text{ kW}$ ）が設置され、現在も稼働している。



出典：JST

図 3.9.2 チナイモ浄水場ろ過池の概略構造

#### d. 薬品注入設備

既存チナイモ浄水場には、硫酸バンド注入設備、次亜塩素酸カルシウム注入設備、消石灰注入設備、ポリマー注入設備がある。

##### 1) 硫酸バンド注入設備

硫酸バンド溶液は、塊状の固形硫酸バンドを溶解水槽で機械ミキサーで溶解して作成され、その後、自然流下で注入される。注入量は、堰を利用したマニュアルの計量器により調整している。フロックの形成状況や処理水水質を見る限り、注入は良好に行われていると判断されるが、より正確な注入量設定が可能な計量ポンプの使用を好ましい。また、硫酸バンド溶解槽がコンクリート製で、耐酸性溶液のライニングが施されているが、腐食が激しく耐薬品性の水槽の使用を検討すべきと思料される。

##### 2) 消石灰注入設備

後アルカリとして消石灰注入設備が設けられている。設備は、機械ミキサー付コンクリート製消石灰溶解槽 2 槽とサチュレータからなり、ろ過水に自然流下で消石灰の飽和溶液を注入できるような設備となっている。現在では原水のアルカリ度が十分高い傾向であるため、本設備は使用されていない。

##### 3) 次亜塩素酸カルシウム注入設備

次亜塩素酸カルシウム（さらし粉）は、3つの溶解水槽でミキサーにより攪拌され溶解される。注入量は堰調整で水位一定注入ができる注入機により計量され、前塩素および後塩素注入点まで自然流下で注入できるようになっている。注入設備は問題なく稼働しているが、薬品溶解作業時にさらし粉が空中に飛散するため、薬注室内の鉄部に著しい腐食が見られる。

## 4) ポリマー注入設備

2基のポリマー注入設備が着水井横に設置されている。プラスチック製溶解水槽でポリマーを手動で溶解する簡易な設備で、そこから自然流下でフロック形成池に注入される。注入量をコントロールする機器はなく、マニュアルで注入量を時々調整しているもので最適な注入率の維持は難しく、計量機器が必要である。

## e. 送水・配水ポンプ設備

チナイモ浄水場敷地内には、2ヶ所のポンプ場があり、ろ過流出渠に隣接された古いポンプ場と新しい配水池にある新配水ポンプ場がある。

古いポンプ場には、小型の送水ポンプ2台（1978年製造、仕様  $4.3 \text{ m}^3/\text{min} \times 66 \text{ m}$ ）と大型の送水ポンプとして、古い3台（1978年製造、仕様  $14.1 \text{ m}^3/\text{min} \times 56 \text{ m}$ ）と新しい3台（1994年製造、仕様  $14.1 \text{ m}^3/\text{min} \times 56 \text{ m}$ ）が設置されているほか、2台の逆洗ポンプと2台のエアブローアがある。新しいポンプ場には、4台の配水ポンプ（2007年製造、仕様  $13.4 \text{ m}^3/\text{min} \times 72 \text{ m}$ ）が設置されている。

ポンプおよびブローアとも状態はよく、送・配水量は、電磁流量計（2014年11月に既設の故障中の超音波流量計を交換）により測定されている。

表 3.9.1 既存ポンプの運転パラメータの表示値（現地調査時）

稼働中のポンプ名	吐出側圧力の読み (m)	吸込み側圧力の読み (m)	TDH = DP-SP	ポンプ吐出流量 $\text{m}^3/\text{min}^*$	備考
送水ポンプ (小型) $4.3 \text{ m}^3/\text{min} \times 66 \text{ m}$	52	-4	56	7	TDH :56 m < 66 m rated
送水ポンプ No.3 $14.1 \text{ m}^3/\text{min} \times 56 \text{ m}$	56	-2.72	58.72	13	TDH:58.72m >56 m rated
送水ポンプ No.6 $14.1 \text{ m}^3/\text{min} \times 56 \text{ m}$	52	-2.85	54.85	15	TDH:54.72m < 56 m rated
配水ポンプ No.2 $13.4 \text{ m}^3/\text{min} \times 72 \text{ m}$	65.26	- 3.67	68.93	15	TDH:68.93m < 72m rated
配水ポンプ No.4 $13.4 \text{ m}^3/\text{min} \times 72 \text{ m}$	Not reading	Not reading	-	15 (推定)	Based on No.2 pump

全送配水量	$65 \text{ m}^3/\text{min} = 93,500 \text{ m}^3/\text{日}$
原水取水量表示流量	$96,000 \text{ m}^3/\text{日}$

出典：JST

## f. 受変電設備

既存の受変電設備は、2007年の日本の無償資金協力により改造され以下の仕様となっている。

- 1) 電力会社からの22kVの高圧回線を24kV受電盤で受電し、
- 2) 容量1,000kVAと2,000kVAの主変圧器2台により22kVの高圧電源を380Vの低圧電源に降圧し、
- 3) 一方の主変圧器から配水ポンプ場の二次引込盤へ380Vの低圧電源を供給し、低圧フィードバックから新配水ポンプ場内の配水ポンプへ電源を供給し、

- 4) 二次引込盤からの 380V 低圧電源を 1 号～4 号配水ポンプ盤と補機盤に供給し、
- 5) もう一方の主変圧器からは、380V の低圧電源を、水処理用の 380V フィーダ盤（2 面）、および取水ポンプ場へ 2 回線で配電し、
- 6) 380V フィーダ盤から 380V の低圧電源をコントロールセンタ 2 面(MCC-7 および MCC-1)へ供給する。そしてコントロールセンタ MCC-7 および MCC-1 から 380V の低圧電源を取水ポンプ場へ供給する。

受変電設備は全て十分に維持管理されており、稼働中である。現場調査の結果、電力会社からの電源供給は、ループ受電方式を採用しているため安定しており信頼性が高いことが分かった。チナイモ浄水場の現在の日あたりの電力消費量は約 30,000kWh である。これは NPNL 全体の電力消費量の 46%を占めており、首都ビエンチャン全体の電力消費量の 0.9%を占めている。チナイモ浄水場、NPNL、首都ビエンチャンの 2013 年の年間電力消費量を表 3.9.2 に示す。

表 3.9.2 チナイモ浄水場、NPNL、首都ビエンチャンの 2013 年の年間電力消費量

(単位: kWh)

チナイモ浄水場	NPNL	首都ビエンチャン
11,134,652	24,122,704	1,187,030,381

出典：NPNL 及び EDL

### 3.9.3 チナイモ浄水場の送配水施設

チナイモ浄水場では、図 3.9.2 に示すように当時送配水同一管であった幹線を、無償資金協力「ビエンチャン市上水道拡張計画（2006-2009）」によって、送・配水管の分離が行われた。この改良は、安定した送水量の確立と変動する配水量に対応することを目的として行われた。

送・配水管分離により、送水管として管径 700mm のダクタイル鋳鉄管が新たに 2009 年に布設され、配水管として 1980 年に布設された管径 700mm の鋼管が使用された。当時の水理計算では、計画送水量及び配水量は下記のとおり。

- 計画送水量	29,000 m <sup>3</sup> /日
- 計画配水量	51,000 m <sup>3</sup> /日
合計	80,000 m <sup>3</sup> /日

### 3.9.4 電力状況

チナイモ浄水場への電力は、エネルギー鉱業省の監督下の国営企業である電力公社 (EDL : Electricite du Laos 社) から供給を受けており、国の主要 115kV の送電グリッドから分岐した送電線から 2 方向からの 22kV の複数受電ができるようになっており、安定した受電を受けている。

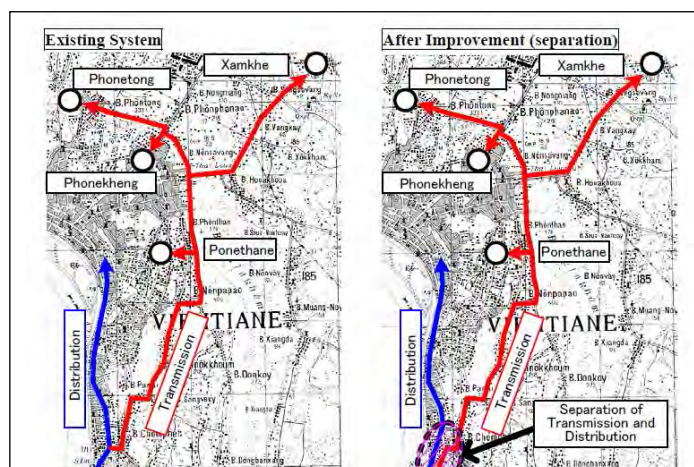


図 3.9.2 チナイモ浄水場での送・配水管分離

出典：ビエンチャン市上水道拡張計画基本設計調査報告書（2005）

チナイモ浄水場場長によれば、これまで浄水場への電力供給は安定しており、深刻な停電などはおこっていないとのことである。また、NPNL と EDL との最近の協議によれば、新設施設の電力要求量が確定して後、確認される必要であるが、チナイモ浄水場への送電は、継続的に安定して維持されるであろうとの見通しである。

### 3.10 運転維持管理

#### 3.10.1 浄水場

既存浄水場の処理プロセスは、基本的に原水、沈澱池処理水、ろ過水の各水質をモニタリングし、浄水場の試験室のスタッフによるジャーテスト結果に基づく薬注率の設定を行い、運転管理されている。

NPNL は一般的な横流式急速ろ過方式の浄水場の運転には長い経験を有しており、浄水場の最終処理水の水質は水質基準を満たし良好に維持されている。原水のメコン河の濁度は時に数千 NTU を超えるが、その状況でも最終処理水の水質は基準を満足している。

概して浄水場の運転維持管理に関して大きな問題点は見られないが、以下の設備に関する運転維持管理が、浄水場オペレータの重要な役割として挙げられる。

- 流量測定機器
- 取水ポンプ（縦軸斜流ポンプ）
- 送配水ポンプ
- 乾期における取水口前の堆積土の除去

運転管理費に関しては、2013 年のチナイモ浄水場の全体の支出のうち、その約 68% が電気代であり、薬品代は 21% となっている。電気代は、主にポンプの運転に係るもので取水および送配水ともにポンプによるころから支出の多くを占めることになっている。表 3.10.1 に、2013 年のチナイモ浄水場（80,000 m<sup>3</sup>/日）運転管理費の実績を示す。

表 3.10.1 2013 年のチナイモ浄水場運転管理費

No.	項目	金額(LAK)	金額(USD)	比率
1	Electricity	7,383,170,880	922,896	67.8%
2	Chemical	2,279,520,810	284,940	20.9%
	2.1 Alum	1,440,617,600	180,077	-
	2.2 Chlorine	805,672,800	100,709	-
	2.3 Polymer	33,230,410	4,154	-
3	Fuel	46,800,000	5,850	0.4%
4	Personal Cost	1,160,208,717	145,026	10.7%
5	Vehicle	22,000,000	2,750	0.2%
6	Others (Overtime Wages)	0	0	
<b>Total</b>		10,891,700,407	1,361,463	100.0%

出典：チナイモ浄水場



### 3.10.2 送水および配水ネットワーク

既存の配水ネットワークでは、適切な水圧での配水がネットワーク全域に亘って確保されておらず、顧客に対して適正な水圧の水道水を提供できていない状況が発生している。これは、当面の増加する需要に対応しようと適切な水理検討をせずに無計画に小口径の管を布設してきたため、結果的にそれらがボトルネックとなり多くのエリアで水圧不足が生じているものと考えられる。また、浄水場からの送水量が需要に間に合わず、高架水槽に貯水されないため高架水槽をバイパスして直接配水管に繋げている状況であり、NPNL はネットワーク内のバルブの開閉で切り回そうとしているが、十分対応できない状況にある。

AfD によるマスタープラン（WSM/P 2014）においても、既存の配水ネットワークのコントロールの問題点を指摘しており、また、無収水を低減し、より効果的な配水のコントロールを行うため、18 箇所の配水ゾーンの設定を提案している。

漏水対策については、NPNL は現在 4 つの漏水対策チームを組織して対応している。うち、1 チームが漏水探知と夜間最少流量の測定を行い、他の 3 チームが漏水の補修にあたっている。各チーム、3~4 人の職員で編成されている。この活動は、いわゆる“受動的な維持管理”であり、補修工事の多くは、顧客からの漏水の苦情を基に実施されている。

NPNL では、予防メンテナンスの考えはまだ十分浸透していないようであるが、管材の選定や管の施工技術の改善などの必要性が認識されつつある。

また、NPNL では、配水ネットワーク内の水質（残留塩素）と水圧のモニタリングを、それぞれ 90 箇所と 108 箇所の地点で行っている。

### 3.11 水道セクターの組織

ラオスの都市水道は、公共事業運輸省（MPWT）が管轄しており、都市水道に係る計画およびプログラムの策定、資金確保、都市水道施設の設計・施工、運転維持管理のためのガイドラインの策定、及び各県レベルの水道公社（PNP）に対する技術支援を行う。MPWT 内では、これらの業務を、住宅・都市計画局（DHUP）の水道課（WSD）が行っている。DHUP は、1) 法律、規制、技術基準等の作成と改訂、2) それら法律や規制等のモニタリングと監査およびその体制の整備、3) 入札管理や単価設定のためのマニュアル等の作成とトレーニングの機会の提供、4) 資金調達とドナー間の調整、5) 100 億 LAK 以上の水道プロジェクトに係る調査、設計、費用の承認といった役割を担っている。MPWT の下に設けられた水道規制委員会（WSRC）は、公共及び民間の水道事業者の規制監督の役割を担っている。WSRC は MPWT の副大臣を委員長とし、政府、民間セクター、消費者、水道事業者を含む 9 名の委員から構成される。WSRC の事務局である水道規制室（WasRO）は、規制計画や規制、ガイドラインの草案の作成と水道事業者の業績評価を行っている。

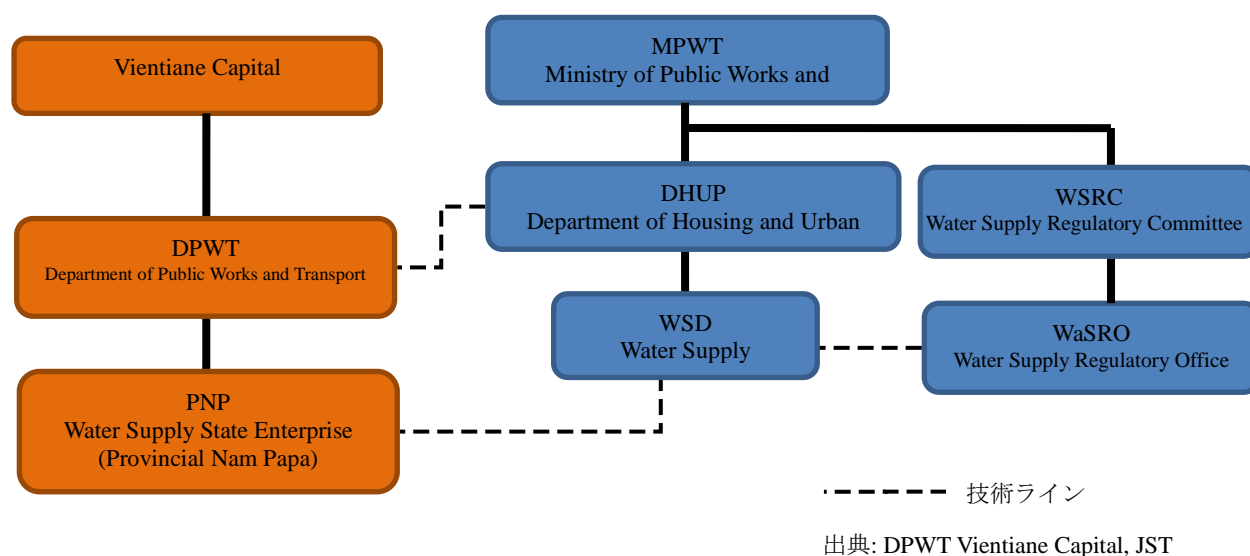
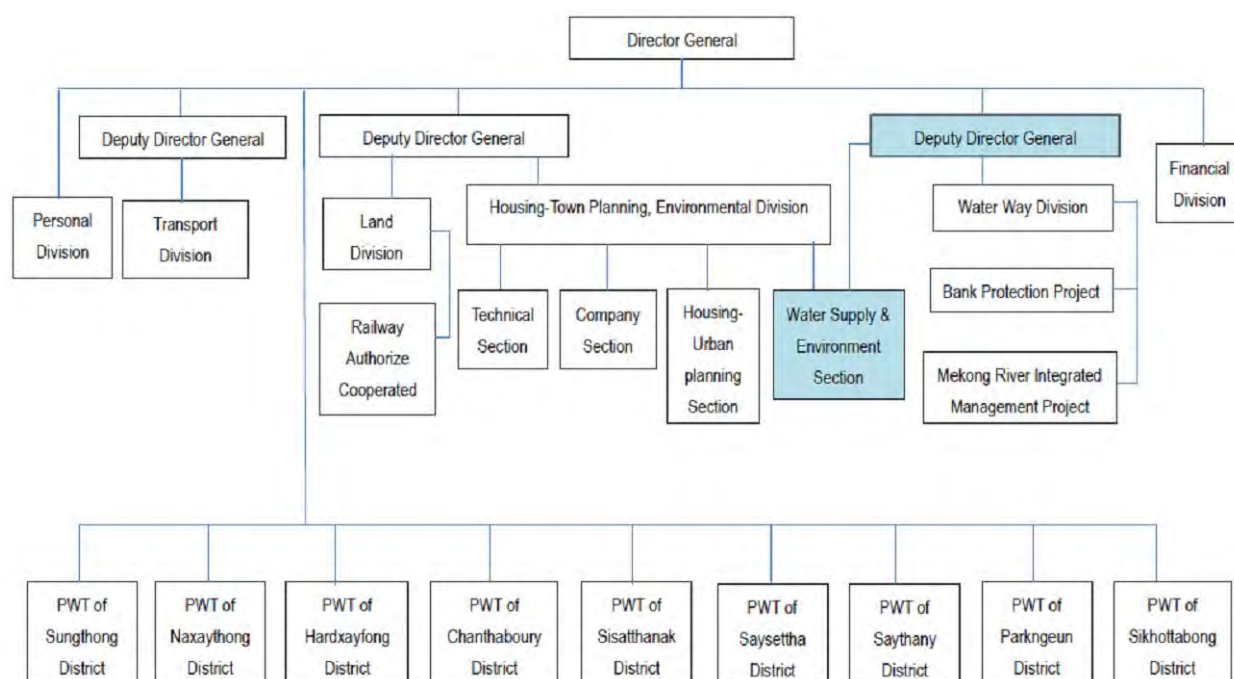


図 3.11.1 プロジェクトに関連する水道セクターの組織

首都ビエンチャンの水道事業に関して、首都ビエンチャン公共事業運輸局 (DPWT) は 1) 建設プロジェクトに係る調査、設計、計画と建設許可の発出、2) 50-70 億 LAK の新規の建設およびリハビリ・プロジェクトの調査、設計、費用の承認、3) 全ての建設プロジェクトの実施および調達や雇用のための入札の調整および交渉についての任務を負っている。DPWT の主要な役割の一つに、県知事/市長の施策により県と首都ビエンチャンの公共事業に関する活動を展開するための計画を作成することがある。DPWT は、それらの計画書を MPWT の大臣へ提出し承認を受けることとなっている。DPWT はまた、県や自治体 (ミクロ) レベルでのその活動の実施のため、省庁下の地区事務所、地方部門、首都ビエンチャンなど、すべての部門との調整を行わなければならない。図 3.11.1 中にある 技術ラインであるが、これは技術的な支援・規制等の関係性を示したものである。

図 3.11.2 に DPWT の組織図を示す。

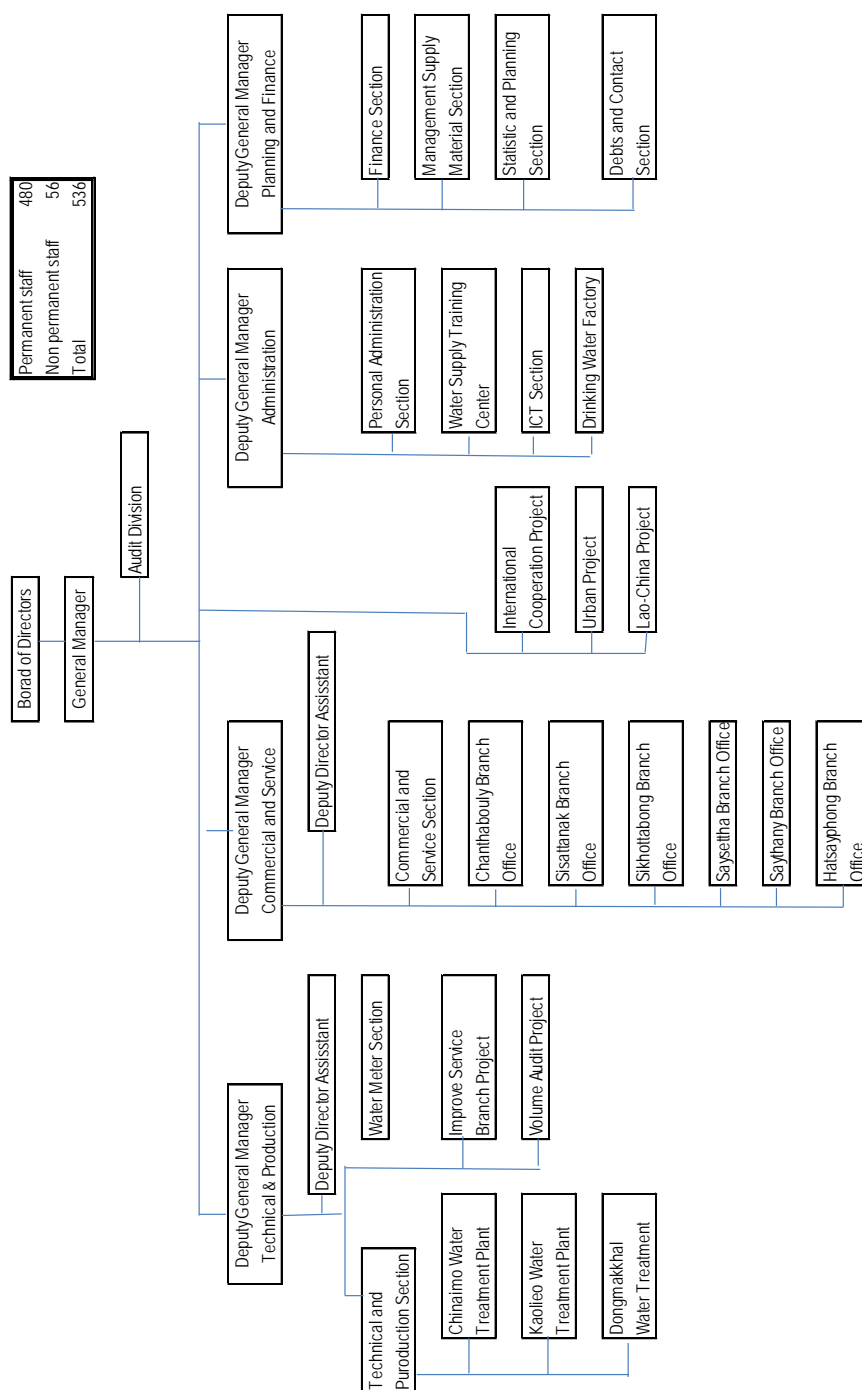


出典：DPWT-Vientiane Capital

図 3.11.2 DPWT の組織図

首都ビエンチャン水道公社 (NPNL) は、首都ビエンチャンにおける水道事業を担っている。NPNL の組織図を図 3.11.3 に示す。その中で技術・生産部門 (Technical and Production Section) は、水道施設の管理に係る直接的な責任を負っている。

NPNL は、支払い可能で合理的な価格で消費者への飲料水の供給を継続的に提供しなければならない。効率的かつ費用効果の高い方法で 2020 年までに首都ビエンチャンの都市部で 90 パーセントの水供給を満たすことを目標とし、自己資金において設備投資を行い、効率的に消費者に高いレベルのサービスを提供することを使命としている。



(出典: NPWL)

図 3.11.3 NPWL の組織図

### 3.12 水道料金

水道料金表と顧客のカテゴリーを表 3.12.1 および表 3.12.2 にそれぞれ示す。この水道料金表は、首都ビエンチャン知事によって承認され、2014 年 8 月にビエンチャン水道局長によって施行された。同料金表には将来の料金についても記載されており、それらも同時に承認された。NPWL は 2018 年まで継続して毎年 3% から 5% の値上げを行う予定である。

表 3.12.1 NPNL の現在及び将来の水道料金（2014 年 9 月施行）

カテゴリー	使用者の種類	各年の単価 (LAK/m <sup>3</sup> )				
		2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年
		-	3%	3%	4%	5%
1	カテゴリー 1: 家庭					
	1-10 m <sup>3</sup> /月	1,300	1,339	1,379	1,434	1,560
	11-30 m <sup>3</sup> /月	1,800	1,854	1,910	1,986	2,085
	31-50 m <sup>3</sup> /月	2,300	2,369	2,440	2,538	2,665
	51m <sup>3</sup> /月以上	2,800	2,884	2,970	3,089	3,244
2	カテゴリー 2: 政府、大使館、国際機関等	2,300	2,369	2,440	2,538	2,665
3	カテゴリー 3: 民間企業、事務所、工場、商店等	2,800	2,884	2,971	3,089	3,244

出典：Agreement No.900, dated 4 September 2014, Vientiane Capital Governor

注：上の水道料金は 2014 年 9 月から 2018 年まで適用される。

表 3.12.2 水道料金のカテゴリー (NPNL)

No.	カテゴリー	顧客の種類
I	カテゴリー 1 : 家庭等	- 農家 - 軍隊/警察 - 退職者 - 一般家庭
II	カテゴリー 2 : 政府	- 行政機関 - 公立病院/学校 - 省庁 - 公園 - 国際機関
III	カテゴリー 3 : 民間企業、事務所、工場、商店等	- 工業、工場および企業 - ホテル、ゲストハウス、レストラン - 私立学校/病院

出典：NPNL

NPNL の水道料金システムは、逓増性の区画料金を有する従量料金<sup>10</sup>である。NPNL は全顧客に水道メータを設置し、毎月、検針結果に基づき請求を行う。顧客は、家庭、政府、及び商工業という 3 つのタイプに分類されている。

NPNL は、独立採算性に基づいており、水道料金は水道サービスに必要な全ての費用、建設費用、運転維持管理費用、更新費用を回収し、さらに適正な利潤を計上できるように設定されている。NPNL は、後述するように近年純損失を被ってきたため、今後 5 年間の継続的な料金値上げが承認された。

表 3.12.3 から表 3.12.5 は、過去数年間の水道料金の改定状況を示している。2007 年 5 月の水道料金が 2009 年 4 月に改定され、3 つあった顧客カテゴリーが、1 つのカテゴリーに統合され、同一単価が全ての顧客に適用された。家庭に対しては、2009 年 4 月に単価が引き上げられている。他方で、その他のカテゴリー（例えば、商業、工業、及び政府）にとっては単価が引き下げられている。さらに、家庭に対する水消費量 31m<sup>3</sup> 以上の単価は、間もなく同年（2009）9 月に引き下げられた。これは、同年 4 月の値上げが非常に高く、NPNL が多

<sup>10</sup> 水道料金が使用量に基づいて計算され（従量料金）、料金単価が使用量の範囲によって異なり（区画料金）、使用量が多いほど区画料金が高くなる（逓増性）料金制度のこと。

くの苦情を受けたためであった。2014年には、この料金引き下げから5年が経過し、NPNLは料金引き上げを行うことが可能となった。

表 3.12.3 NPNL の過去の水道料金（2007年5月施行）

カテゴリー	顧客の種類	使用量 (m <sup>3</sup> )	LAK/m <sup>3</sup>
1	家庭、行政機関、警察、軍隊	0 - 5	420
		6 - 30	685
		30 -	1,060
2	国営企業、民間企業及び商店、工場、ホテル、ゲストハウス、レストラン、ボトル水工場	0 - 10	1,575
		11 - 50	2,670
		50 -	4,140
3	国際機関、大使館、外国人、外国企業	0 - 10	5,685
		11 - 50	6,745
		50 -	8,655

出典：Notice No.11, dated 3 May 2007, Vientiane Capital Governor

表 3.12.4 NPNL の改定版水道料金（2009年4月施行）

カテゴリー	顧客の種類	使用量 (m <sup>3</sup> )	LAK/m <sup>3</sup>
1	全水使用者	0 - 10	500
		11 - 30	1,000
		31 - 50	2,500
		50 -	5,000

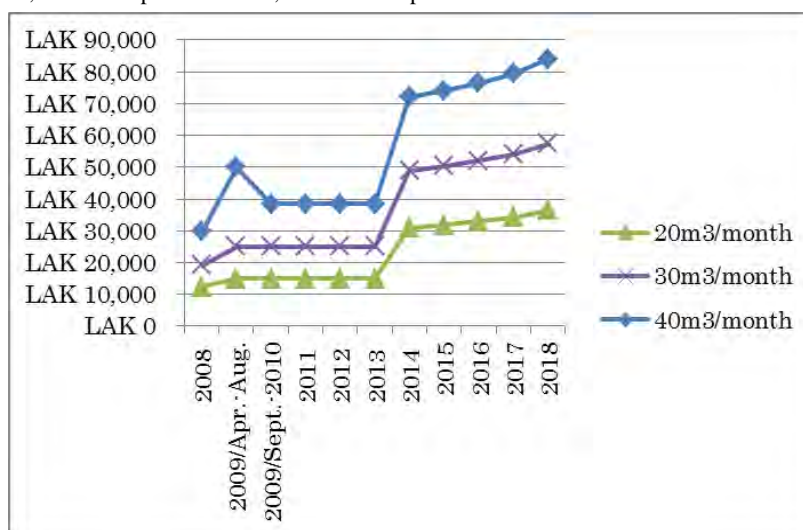
出典：Agreement No.170, dated 21 April 2009, Vientiane Capital Governor

表 3.12.5 NPNL の改定版水道料金（2009年9月施行）

カテゴリー	顧客の種類	使用量 (m <sup>3</sup> )	LAK/m <sup>3</sup>
1	全水使用者	0 - 10	500
		11 - 30	1,000
		31 - 50	1,350
		50 -	2,700

出典：Agreement No.494, dated 7 September 2009, Vientiane Capital Governor

図 3.12.1 は、水消費量に応じた月当たりの水道請求額（家庭）を示している。2014年の料金改定は大口水使用者に対して、より大きな影響（多額の請求）を及ぼしている。改定された料金システムが顧客に問題なく受け入れられるかどうか NPNL の健全な財務状況を実現する上で重要である。



出典：JST

図 3.12.1 3 ケースの水使用量における水道料金請求額の変化

### 3.13 NPNL の財務分析

#### 3.13.1 NPNL の経営状況

表 3.13.1 は、過去 5 年間の NPNL の経営情報と経営指標を示している。主な経営情報の年間増加率は次の通りである。浄水量：5.6%（2010-2013 年の平均）、請求水量：8.3%（同期間）、顧客数：8.3%（同期間）。

表 3.13.1 NPNL の過去 5 年間の経営指標

項目	単位	2009 年	2010 年	2011 年	2012 年	2013 年
<b>経営情報</b>						
1. 浄水量	m <sup>3</sup> /年	58,696,856	63,155,208	67,529,107	67,526,240	72,860,907
2. 請求水量	m <sup>3</sup> /年	39,706,921	40,421,223	43,369,257	46,219,876	54,353,580
3. 顧客数	件	69,898	75,792	81,617	87,901	96,288
4. 料金請求額	1,000 LAK/年	N.A.*1	61,938,375	71,674,155	78,512,545	98,671,231
5. 料金徴収額	1,000 LAK/年	79,138,236	58,047,985	70,216,857	78,060,457	98,220,071
6. NPNL 職員数 *2	人	487	521	551	547	529
<b>経営指標</b>						
7. 無収水 (NRW) *3	m <sup>3</sup> /年	18,989,935	22,733,985	24,159,850	21,306,364	18,507,327
	%	32.4%	36.0%	35.8%	31.6%	25.4%
8. 料金徴収率 *4	%	-	93.7%	98.0%	99.4%	99.5%
9. 1,000 給水栓当り職員数*5	人	6.97	6.87	6.75	6.22	5.49
10. 平均料金 *6	LAK/m <sup>3</sup>	-	1,532.32	1,652.65	1,698.67	1,815.36
11. 給水原価 *7	LAK/m <sup>3</sup>	1,711.89	1,515.38	1,360.05	1,542.91	1,605.04
12. 水消費量/顧客 *8	m <sup>3</sup> /月	47.34	44.44	44.28	43.82	47.04
13. 請求金額/顧客 *9	LAK/月	-	68,101	73,181	74,433	85,396

出典：JST が NPNL のデータに基づき作成

注：\*1; N.A., 正確なデータは入手不可。\*2; NPNL の職員数は常勤と契約社員を含む。\*3; 無収水量は、(=1.-2.)で計算。無収水率は、(=3./1.)で計算。\*4; 料金徴収率は、(=5./4.)で計算。\*5; 1,000 給水栓当り職員数は、(=6./(3./1,000))で計算。\*6; 平均料金は、(=4./2.)で計算。\*7; 給水原価は、(=(Total operating expenditure + Financial expenses)/1.)で計算、財務データは表 3.13.4 参照。\*8; 水消費量/顧客は、(=(2./3.)/12)で計算。\*9; 請求金/顧客は、(=4./3.)で計算。

経営指標から、以下のような NPNL の経営状況がわかる。

- 無収水率は、いまだに 25% から 36% と高い。しかし、過去 3 年間では状況が改善してきている。
- 料金徴収率は良好で近年さらに改善している。2009 年の請求金額は、料金値上げと引き下げに伴う混乱のために、入手できなかった。
- 1,000 給水栓当り職員数（5.49 から 6.97）は、他の途上国のデータ（表 3.13.2 の 7.2 から 8.3）に比べると比較的良好である。過去 5 年間で効率性は改善してきた。NPNL 職員の労働生産性は高く、顧客数に対する職員数は適正である。
- 平均料金は、2013 年に 1,815 LAK/m<sup>3</sup>（0.23 USD）である。給水原価は、1,605 LAK/m<sup>3</sup>（0.20 USD）である。

- 水消費量/顧客は、2010年から2012年で約44 m<sup>3</sup>/月である。2013年には47 m<sup>3</sup>/月に増加した。平均料金と請求金額/顧客もまた2013年に増加した。NPNLによると、特に非家庭用顧客の多くの水道メータが2013年に取り換えられ、その後、多くの非家庭用顧客の水使用量が正確に検針され、請求水量が増加したとのことである。顧客の水道メータの取り換えがこれらの指標の改善につながったと考えられる。

表 3.13.2 1,000 給水栓当り職員数の国際データ

出典	平均値	対象都市
Water in Asian City, ADB, 2004	8.3	東南アジア 18 都市 (ホーチミン、デリーなど)
2007-Benchmarking and data book of water utilities in India, ADB, 2007	7.4	インド 20 都市 (ムンバイ、バンガロール、バラナシなど)
Databook of Southeast Asian Water Utilities, ADB, 2005	7.2	東南アジア 20 都市 (ベトナム 17 都市、その他 3 か国)

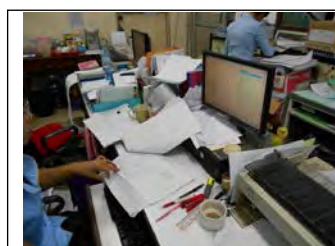
出典：JST

参考までに、料金徴収率に関連して、メータ検針、料金請求・徴収の一般的な作業フローが、次の Box 3.13.1 に記載されている。NPNL が水道料金支払方法の多様化を始めたことは望ましいことである。

#### Box 3.13.1 メータ検針、請求・徴収の作業フロー

以下は、NPNL のメータ検針、請求・徴収業務の一般的な作業フローである。

1. 全ての NPNL の顧客には水道メータが設置されている。
2. NPNL のメータ検針員が全顧客に対し月一回水使用量の計測を行う。
3. 彼らは全顧客の水使用量を NPNL 本部に報告する。
4. 水使用量は NPNL 本部の営業課の職員によってチェックされる。異常がなければ顧客データベースに入力される。
5. 水道料金請求書が NPNL 本部の営業課で印刷される。
6. 印刷された請求書は顧客の住居に各月の 10 日までに配達される。
7. 顧客は月末までに請求額を支払わなければならない。
8. 顧客は、次のいずれかの方法で水道料金を支払うことができる。NPNL 支所及び本部、指定された民間銀行、銀行の ATM、e-バンキング (携帯での支払い)、現場での検針員への支払。
9. NPNL 本部の顧客データベースは、顧客からの支払状況を随時更新するために、支所及び指定された銀行とオンラインで繋がっている。
10. ある顧客が 2 か月間水道料金を支払わないと、NPNL は基本的に給水停止するために職員を滞納者宅に派遣する。



NPNL 本部における水使用量の入力作業

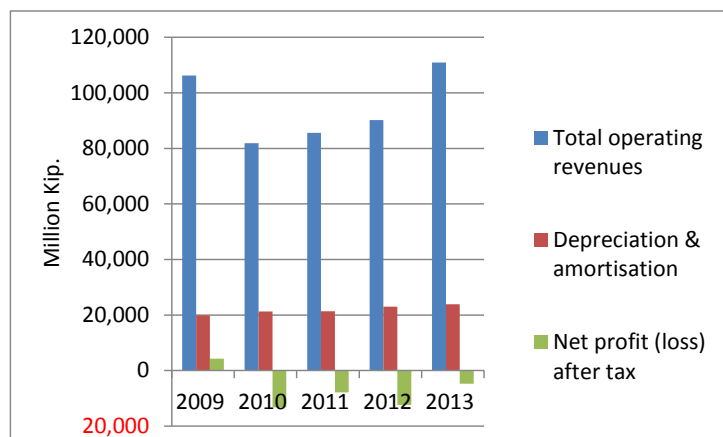


NPNL 本部での請求書印刷



### 3.13.2 NPNL の財務状況

表 3.13.3 及び表 3.13.4 は、NPNL の過去 5 年間の貸借対照表と損益計算書を示している。損益計算書に示される通り、NPNL は 2010 年以來、純損失を計上してきた。損失額（税引き後純損失）は各年の営業収入額の 4% から 16% である（表 3.13.4）。



出典：JST

図 3.13.1 NPNL の営業収入と純損失（過去 5 年間）

表 3.13.3 NPNL の貸借対照表 (過去 5 年間).

貸借対照表	単位 : 1,000 LAK				
	31 Dec. 2009	31 Dec. 2010	31 Dec. 2011	31 Dec. 2012	31 Dec. 2013
<b>I. 資産</b>					
<b>1. 流動資産</b>					
現金及び現金相当物	3,154,970	3,710,420	4,878,429	2,395,597	1,429,129
在庫	23,594,156	29,299,717	26,564,335	27,419,273	23,288,508
売掛金	75,083,970	48,468,349	25,163,886	33,814,983	44,246,670
<b>流動資産総額</b>	<b>101,833,096</b>	<b>81,478,486</b>	<b>56,606,650</b>	<b>63,629,853</b>	<b>68,964,307</b>
<b>2. 固定資産</b>					
無形固定資産	520,758	520,758	520,758	5,979,879	5,979,879
有形固定資産	322,970,017	324,336,496	318,131,845	310,719,206	293,832,966
購入もしくは建設途上の固定資産	6,086,240	9,348,519	10,623,088	12,207,436	12,147,456
その他の固定資産	3,800,016	5,983,723	6,201,717	8,396,369	15,922,589
<b>固定資産総額</b>	<b>333,377,031</b>	<b>340,189,496</b>	<b>335,477,408</b>	<b>337,302,890</b>	<b>327,882,890</b>
<b>資産総額</b>	<b>435,210,127</b>	<b>421,667,982</b>	<b>392,084,058</b>	<b>400,932,743</b>	<b>396,847,197</b>
<b>II. 負債及び資本</b>					
<b>1. 流動負債</b>					
短期負債	0	0	0	0	0
買掛金	24,507,807	31,655,367	9,432,885	17,065,915	23,796,232
前受金	642,702	358,968	1,141,916	1,722,211	1,116,575
その他の買掛金	8,999,155	5,211,836	11,181,678	12,427,863	13,076,585
<b>流動負債総額</b>	<b>34,149,664</b>	<b>37,226,171</b>	<b>21,756,479</b>	<b>31,215,989</b>	<b>37,989,392</b>
<b>2. 長期負債</b>					
前受金	0	0	0	0	0
借入金及び債務	63,125,468	55,578,671	58,787,940	62,440,123	58,179,244
未払収益	16,663,841	18,550,468	4,052,919	6,076,583	8,028,707
<b>長期負債総額</b>	<b>79,789,309</b>	<b>74,129,139</b>	<b>62,840,859</b>	<b>68,516,706</b>	<b>66,207,951</b>
<b>3. 資本</b>					
自己資本	321,271,154	310,312,672	307,486,720	301,200,048	292,649,853
登記資本金	16,831,695	10,218,419	15,078,258	21,107,296	21,326,601
価値及び準備金増加額	261,565,351	267,858,628	267,858,628	267,858,628	263,801,154
資産再評価による変更額	47,769,152	47,769,152	47,917,541	47,917,540	47,917,540
純利益	4,215,957	(13,236,433)	(7,834,180)	(12,315,709)	(4,712,026)
その他の資本蓄積	(9,111,001)	(2,297,094)	(15,533,527)	(23,367,707)	(35,683,416)
<b>総資本</b>	<b>321,271,154</b>	<b>310,312,672</b>	<b>307,486,720</b>	<b>301,200,048</b>	<b>292,649,853</b>
<b>負債及び資本総額</b>	<b>435,210,127</b>	<b>421,667,982</b>	<b>392,084,058</b>	<b>400,932,743</b>	<b>396,847,196</b>

出典 : NPNL の財務諸表に基づき JST 作成

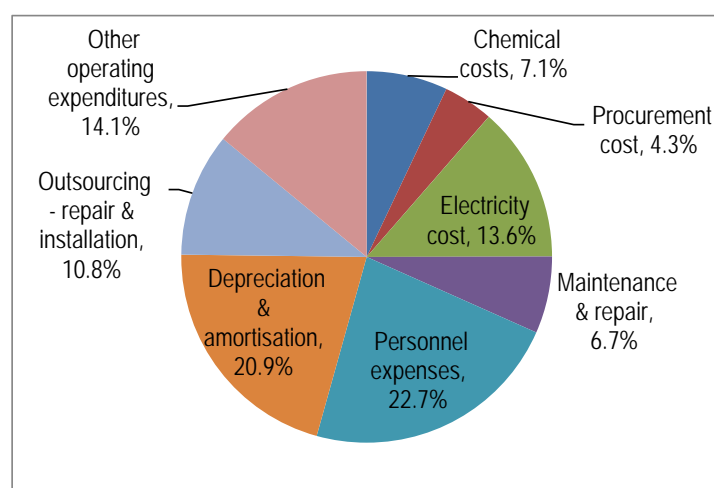
表 3.13.4 NPNL の損益計算書（過去 5 年間）

損益計算書	単位：1,000 LAK				
	2009	2010	2011	2012	2013
<b>I. 営業収入</b>					
水道料金収入	75,561,397	56,130,309	62,210,132	68,713,149	86,722,923
新規接続費用等収入	9,393,401	11,403,638	21,864,370	19,041,633	20,700,532
その他の収入	21,254,579	14,358,622	1,554,379	2,431,570	3,514,913
<b>I. 総営業収入</b>	<b>106,209,378</b>	<b>81,892,569</b>	<b>85,628,881</b>	<b>90,186,352</b>	<b>110,938,368</b>
<b>II. 営業支出</b>					
薬品費	6,549,574	14,937,661	8,045,895	7,148,524	8,064,774
設備及び配管購入費	15,771,446	11,091,247	11,974,187	10,768,654	4,962,148
電力費	12,700,941	12,022,357	11,413,278	14,417,116	15,464,386
維持・修繕費	14,782,721	7,891,640	5,152,974	8,637,070	7,639,295
人件費	12,406,998	12,741,287	13,283,943	14,928,890	25,876,503
減価償却費	19,931,807	21,298,057	21,401,468	23,002,347	23,898,883
減価償却費の戻し額	0	873,384	372,483	0	90,466
修繕、接続、警備等の外注費	1,973,965	3,220,909	4,755,603	6,459,259	12,269,346
その他の営業費用	11,654,063	10,888,846	14,703,195	16,236,038	16,036,553
<b>II. 総営業支出</b>	<b>95,771,514</b>	<b>93,218,620</b>	<b>90,358,061</b>	<b>101,597,898</b>	<b>114,121,422</b>
<b>III. 営業収益 (I-II)</b>	<b>10,437,864</b>	<b>(11,326,051)</b>	<b>(4,729,180)</b>	<b>(11,411,546)</b>	<b>(3,183,054)</b>
<b>IV. 非営業収入/費用</b>					
その他の事業収入	2,236,350	2,267,638	211,748	3,520,268	1,320,492
その他の事業支出	1,272,842	1,759,018	1,843,313	1,722,709	1,293,540
手数料、その他	186,657	482,160	592,664	567,648	241,269
非通常費用	184,091	1,607	8,941	10,878	1,059,373
財務的収入	211,321	550,591	612,822	465,748	2,567,985
財務的支出	4,710,965	2,485,826	1,484,652	2,588,944	2,823,267
<b>VI. 総非営業収入 (費用)</b>	<b>(3,906,884)</b>	<b>(1,910,382)</b>	<b>(3,105,000)</b>	<b>(904,163)</b>	<b>(1,528,972)</b>
<b>V. 税引前利益 (損失)</b>	<b>6,530,980</b>	<b>(13,236,433)</b>	<b>(7,834,180)</b>	<b>(12,315,709)</b>	<b>(4,712,026)</b>
売上税	2,274,046	0	0	0	0
政府への配当金支払い	0	0	0	0	0
<b>VI. 税引後純利益 (損失)</b>	<b>4,256,934</b>	<b>(13,236,433)</b>	<b>(7,834,180)</b>	<b>(12,315,709)</b>	<b>(4,712,026)</b>

出典：NPNL の財務諸表に基づき JST 作成

図 3.13.2 は 2013 年における NPNL の営業費用各費目ごとの割合を示している。人件費が営業費用の中で最も大きく、減価償却費はその次で、電力費が三番目に大きい。減価償却費は将来の設備更新のための留保分を意味しており、これが高い割合を占めていることは望ましい。

NPNL は純損失を計上している。しかし、費用項目が減価償却費を含んでおり、この額が各年の純損失よりも大きくなっている。減価償却費は会計手続きであり、実際の現金の支出ではないため、NPNL ではまだキャッシュフロー

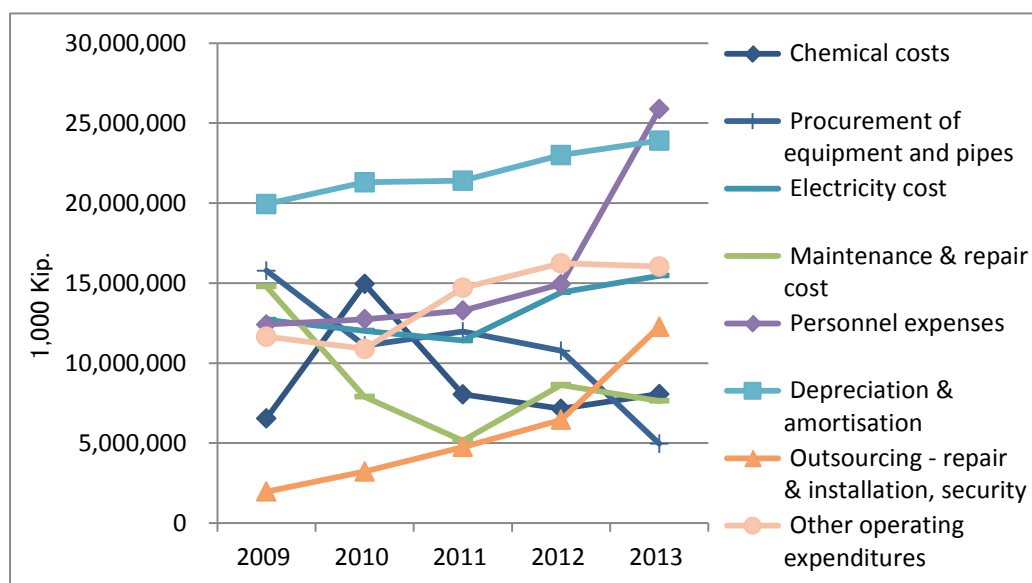


出典：JST

図 3.13.2 営業費用各費目の割合 (2013 年)

があることになる。

図 3.13.3は過去5年間の営業費用の各費目の変化を示している。8つの費用のうち、人件費がここ数年もっとも増えてきている。そして、修繕、接続、警備のための外注費もこの期間、特に2013年に増加している。NPNLによると、人件費の増加は、財務省（MOF）の職員給与値上げに関する新たな政策によって引き起こされたとのことである。外注費の増加は、NPNLのいくつかの部署が独立し、これら独立した企業に外注したことで引き起こされている。それらは Construction Water Supply and Sanitation State Company（CWSSC）及び Water and Environment Engineering State Enterprise（WEE）である。CWSSCは水道衛生施設の建設を行っている。WEEは水道衛生分野のエンジニアリングサービスを行っている。



出典：JST

図 3.13.3 営業費用各費目の変化

NPNLでは、顧客数と水使用量の増加により、過去4年間、特に2013年に営業収入が増加してきた。他方で、営業費用では人件費と外注費が大きく増加した。結果として、NPNLは過去4年間純損失を計上してきた。しかし、損失額は減少してきている。

表 3.13.5は、財務諸表を元に作成されたNPNLの財務指標を示している。

表 3.13.5 NPNL の財務指標

	2009	2010	2011	2012	2013	参考
営業利益率	9.83%	-13.83%	-5.52%	-12.65%	-2.87%	日本の民間企業の平均 5%。高い数値が良い。
ワーキングレシオ	0.90	1.14	1.06	1.13	1.03	アジア 18 事業体の平均 1.05。低い数値が良い。
株主資本利益率 (ROE)	1.33%	-4.27%	-2.55%	-4.09%	-1.61%	日本の民間企業の平均 2%。高い数値が良い。
総資産利益率 (ROA)	1.50%	-3.14%	-2.00%	-3.07%	-1.19%	日本の民間企業の平均 4%。高い数値が良い。
自己資本比率	73.8%	73.6%	78.4%	75.1%	73.7%	日本の民間企業の平均 37%。高い数値が良い。
インタレスト・カバレッジ・レシオ	2.22	-4.56	-3.19	-4.41	-1.13	日本の民間企業の平均 5。高い数値が良い。
デット・サービス・カバレッジ・レシオ	5.07	0.91	3.09	1.95	2.91	1 より小さい場合、十分な債務返済能力がない。1.5 以上の場合、日本では健全。高い数値が良い。
流動比率	298%	219%	260%	204%	182%	日本の民間企業の平均 117%。200%以上が望ましい。

出典：NPNL の財務諸表に基づき JST 作成

注： 営業利益率 = 利払い前営業利益 / 営業総収入

ワーキングレシオ = O&M 費用 / 総収入

株主資本利益率 = 税引後純利益 / 自己資本

総資産利益率 = 税引前利益 / 総資産

自己資本比率 = 自己資本 / 総資産

インタレスト・カバレッジ・レシオ = 利払い前営業利益 / 支払利息額

デット・サービス・カバレッジ・レシオ = (営業利益 + 減価償却費) / (元本返済額 + 支払利息額)

流動比率 = 流動資産 / 流動負債

**営業利益率**：企業の利益性を示す。営業総収入に対する利払い前営業利益の割合で示される。NPNL の場合、2009 年のみ日本の民間企業平均 (5%) を上回るなど良好であった。しかし、2010 年には最低となり 2013 年でもマイナスである。傾向としては 2013 に向かって、-13.8% から -2.9% へと改善してきている

**ワーキングレシオ**：総収入に占める O&M 費用の割合を示す。数値が小さいほど企業の経営状況は良い。NPNL は過去 5 年間で 0.9 から 1.14 であった。これらの数値は日本の民間企業の平均値 (1.05) に近い。NPNL の状況は 2009 年にはよかったが、2010 年から 2012 年にかけて悪化し、2013 年には若干改善した。

**株主資本利益率 (ROE) / 総資産利益率 (ROA)**：自己資本や総資産に対する収益性を評価する。日本の民間企業の平均は 2% (ROE) および 4% (ROA) である。2010 年以降の純損失を反映して、NPNL のこれらの数値は悪いが、2013 年に若干改善した。

**自己資本比率**：自己資本に対する借入金の割合から安全性を評価する。この数値が高ければ、自己資本が多く負債が少ないことから財務状況がより健全であることを示す。NPNL では、過去 5 年間で 70% 以上であったことから、日本の民間企業平均 (37%) よりも高い。そのため、NPNL は総資産に対する負債の規模はおおむね安定しており、日本の民間企業より負債の割合が小さくなっている。

**インデット・カバレッジ・レシオ**：支払利子額に対して何倍の利払い前営業利益を有しているかを示す。日本の民間企業平均は5倍である。対照的に、NPNLは2009年に2.22、それ以降はマイナスの営業利益を反映してマイナスであった。

**デット・サービス・カバレッジ・レシオ**：元本と金利の返済額に対して、何倍の可処分収益（営業収益と減価償却費）を有しているかを示す。これが1.5以上であれば、日本では財務的に健全と判断される。NPNLでは、多額の返済が集中した2010年を除き、1.95以上であった。一般的に言うと、ローン返済額はまだNPNLの支払能力の範囲内にある。

**流動比率**：流動資産と比較することで流動負債の額が安全かどうかを判断する。この数値が200%以上であれば、財務的に健全とされる。NPNLの場合、2013年（182%）を除き、近年は200%以上であった。NPNLは危険な状況にはないものの、今後は流動負債を注意深くチェックし、管理することが望まれる。

全体として、NPNLの最も重要な財務上の問題は、継続的に純損失を計上していることである。負債総額と元本金利返済負担はまだ支払い能力範囲内にあると考えられる。2014年9月時点で、NPNLは将来値上げを含む新料金を施行した。NPNLの健全な財務状況に実現のために、この料金値上げが今後も計画通りに行われることが、強く望まれる。

### 3.13.3 水道サービスに対する支払意思額と支払可能額

首都ビエンチャンの社会経済状況に関する情報、特に水使用状況、家庭の水道料金支払意思額と可能額等を入手するために、2014年9月から11月にかけて現地コンサルタント会社への再委託により「社会条件調査（インタビュー調査）」が実施された。

この調査（インタビュー調査）では、合計1,000サンプル（家庭900サンプル、商業100サンプル）を収集した。1,000サンプルの配置は、表3.13.6に示す通り、各地区の人口規模によって決定された。

表 3.13.6 インタビュー調査のサンプル配分

No.	郡の名称	村数	人口 (2013)	家庭 サンプル数		非家庭 サンプル数	
1	チャンタブリー郡	30	71,878	80.74 <sup>*1</sup>	100 <sup>*2</sup>	10.06 <sup>*3</sup>	10
2	シコッタボン郡	60	109,096	122.55	100	15.27	15
3	サイセタ郡	48	108,889	122.31	100	15.25	15
4	シサッタナク郡	37	78,088	87.71	100	10.93	10
5	ナサイトン郡	54	71,795	80.65	100	10.05	10
6	サイタニ郡	104	183,838	206.50	200	25.74	25
7	ハドサイフォン郡	60	90,662	101.84	100	12.69	15
8	サントン郡	37	30,985	34.80	100	0	0
9	パクグム郡	53	55,992	62.89		0	0
	<b>合計</b>	<b>483</b>	<b>801,223</b>	<b>900</b>	<b>900</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

出典：人口データに基づき JST 作成

注： \*1; サンプル数は必要サンプル数（900）を総人口（801,223）で割り、各区の人口（例、71,878）を掛けて求めた。\*2; 計算されたサンプル数を10の桁を四捨五入して100単位にした。\*3; 非家庭サンプル数は必要サンプル数（100）をサントン郡とパクグム郡の両区の人口を除いた首都人口（714,246）で割り、各区の人口（例、71,787）を掛けて求めた。

調査結果の詳細は、「DATA BOOK, B.5 Survey on social conditions (Interview survey)」に含まれている。調査結果の概要は、本節最後の表 3.13.7 に示されている。以下に、水道サービスに対する支払意思額と支払可能額に関する重要な調査結果について記載する。

**(1) 月平均水道料金：53,696 LAK/月**

月当り水道料金に関する首都ビエンチャンのサンプル家庭（900 件）の回答の平均は、53,696LAK/月であった。「3.13.1 NPNL の経営状況」に示した通り、実際の月平均水道料金は、政府用と商業用使用者を含め 85,398LAK/月と計算された。家庭が認識している水道料金支払額は妥当であると考えられる。615 件の公共水道使用世帯のうち、447 件（72.7%）は、水道料金の高さを「普通」と回答しており、141 件（22.9%）が「高い」と回答している。

**- 商店・ホテル・レストラン等 100 サンプルへのインタビュー結果：**

参考までに、首都ビエンチャンの商業等（商店、ホテル、レストラン等）100 サンプルからの月当たり水道料金に対する回答の平均は、548,252LAK/月であった。

**(2) 公共水道の使用状況と要望：非飲用、水量・水圧が不十分**

調査の結果、公共水道は直接の飲用目的には使われておらず、飲用には水売りの大型ボトルや小型のボトル水を使用していることがわかった。他方で、公共水道に対する最大の要望は、「水量の増加」が 615 件の公共水道使用者のうち 441 件（71.7%）であった。次に「水圧の増加」が 284 件（46.2%）であった。「料金値下げ」を挙げたのは、20 件（3.3%）であった。

**(3) 支払意思額：62,268 LAK/月（公共水道使用者）、41,036 LAK/月（その他）**

「もしも、公共水道のサービスレベルが、経営及び施設改善によって、水量、水質、給水時間、水圧の面で良くなるとすれば、あなたは水道サービスに対して、月当り最大いくらまで支払う意思がありますか」との公共水道使用者への質問に対して、得られた調査結果の平均は、62,268LAK/月であった。この金額は、平均月水道料金（53,696LAK/月）より 8,572LAK/月（16.0%）高い。

他方で、非公共水道使用者に対しては、次の質問を行った。「もしも、公共水道があなたの家のそばまでつながった場合、公共水道を使用することを望むか。もしも「はい」であれば、良質の公共水道に対して毎月いくらまで支払う意思があるか。」これに対し、96.5%の非公共水道使用者が「はい」と回答し、その支払意思額の平均は 41,036LAK/月であった。ほとんどの非公共水道使用者が公共水道への接続を望んだが、その支払意思額はあまり高くはない。

**- 商業等 100 サンプルへのインタビュー調査結果：**

参考までに、改善された公共水道への商業等の支払意思額の平均は、公共水道使用者で 609,341LAK/月、非公共水道使用者で 221,111LAK/月であった。

**(4) 平均家庭所得月額：6,302,383 LAK/月（約 783 USD）**

首都ビエンチャンにおける平均家庭所得に関する調査結果は、月額で 6,302,383LAK/月であった。しかし、各区ごとに平均値はばらつきがあり、最低は 4,272,167LAK/月（パクグム郡）で、最高は 8,372,000LAK/月（チャンタブリー郡）であった。一般的に、家庭所得のインタビュー調査結果は、家庭が控えめに回答する傾向があることから、実際よりも少なく算出

される傾向がある。そのため、実際の平均家庭所得は、この値よりも多少高い可能性がある。

平均家庭所得（6,302,383LAK/月）と比較すると、平均水道料金（53,696LAK/月）は平均家庭所得の 0.85%、支払意思額（62,268LAK/月）は 0.99%となっている。

**(5) 支払可能額推定値：220,583 LAK/月 – 252,095 LAK/月**

家庭の水道サービスへの支払可能額に関して、2 つの国際機関が、平均家庭所得に占める水道料金の割合を試算している。IBRD（国際復興開発銀行）は家庭の支払可能額の上限を家庭所得の 4%と試算している（Project Appraisal Manual, IBRD）。パン・アメリカン保健機構は、水道と下水サービスへの料金を家庭所得の 5%以下とすべきこと、すなわち水道に 3.5%、下水に 1.5%以下とすることを薦めている。首都ビエンチャンの水道料金支払可能額をこれらを元に計算すると、平均家庭所得の 3.5%で 220,583LAK/月、4%で 252,095LAK/月となる。

社会条件調査（インタビュー調査）を通じて、次の点が明らかになった。

- a) 首都ビエンチャンでは、家庭の支払意思額（62,268LAK/月）は、試算された家庭の支払可能額（220,583LAK/月から 252,095LAK/月）よりも極めて低い。
- b) 通常、住民は公共水道を飲用には用いない。水売りの大型ボトルや小型のボトル水を飲用に購入する。
- c) 平均水道料金は、平均家庭所得の 1%以下である。ほとんどの住民は、これを高額ではない（普通、もしくは安い）と考えている。
- d) 住民の公共水道に対する主な要望は、給水量と水圧を増加することである。



表 3.13.7 社会条件調査（インタビュー調査）の結果概要

## 1. 調査結果：家庭

No.	項目	値	回答数等	備考		
1	回収サンプル数		900 サンプル			
2	家庭の公共水道使用の有無	公共水道	615			
		非公共水道	285			
A	<b>給水状況</b>					
3	公共水道使用者に対して： 公共水道の月平均水道料金	月平均水道料金	53,696 LAK/month			
		家庭の料金への意見	高い	141		
			普通	447		
			安い	27		
4	水使用状況	水のタイプ	飲用	洗濯	入浴/シャワー	庭水やり/洗車
		公共水道	0	615	615	615
		浅井戸	0	279	279	279
		深井戸	0	95	95	95
		河川	0	31	31	31
		水売り	900	0	0	0
		ボトル水(小型)	126	0	0	0
5	公共水道使用者に対して： 公共水道に対する要望があるか	はい：491, いいえ：124			複数回答可	
		水量の増加	441			
		水圧の増加	284			
		臭いの軽減	96			
		濁度/色の解消	21			
		給水時間の延長	73			
		水道料金の値下げ	20			
		漏水修理時間の短縮	1			
		職員の態度の改善	6			
その他	6					
6	公共水道使用者に対して：もしも、公共水道のサービスレベルが水量、水質、給水時間、水圧に関して良くなるとしたら、月額で最大いくらまで支払う意思があるか。		62,268 LAK/月			
7	非公共水道使用者に対して：もしも、公共水道があなたの家の近くまで来た場合、あなたは公共水道を使いたいのか。	はい：275      いいえ：10				
		良質な公共水道に対して、平均月額いくらまで支払う意思があるか。	41,036 LAK/月			
		接続費用として、いくらまで支払う意思があるか。	881,091 LAK			
B	<b>家庭状況</b>					
8	全家庭に対して：あなたは家庭の構成人数		5.21 人/家族			
9	全家庭に対して：平均月家庭所得		6,302,383 LAK/月			

出典：社会条件調査結果を基に JST 作成

## 2. 調査結果：商業等

No.	項目	値	回答数等	備考
1	回収されたサンプル数		100 サンプル	
2	公共水道使用の有無	公共水道	91	
		非公共水道	9	
A	<u>給水状況</u>			
3	日常の業務の水をどうやって得ているか。	公共水道	91	複数回答可
		浅井戸	8	
		深井戸	7	
		水売り	100	
		小型のボトル水	80	
4	公共水道使用者にたいして：公共水道の月平均水道料金	月平均水道料金	548,253 LAK/月	
		使用者の料金への意見：高い	22	
		普通	67	
		安い	2	
5	公共水道使用者に対して：もしも、公共水道のサービスレベルが水量、水質、給水時間、水圧に関して良くなるとしたら、月額で最大いくらまで支払う意思があるか。		609,341 LAK/月	
6	非公共水道使用者に対して：もしも、公共水道があなたの家の近くまで来た場合、あなたは公共水道を使いたいか。	はい：9      いいえ：0		
		良質な公共水道に対して、平均月額いくらまで支払う意思があるか。	221,111 LAK/月	
		接続費用として、いくらまで支払う意思があるか。	1,094,444 LAK	

出典：社会条件調査結果を基に JST 作成

## 3.14 関連する進行中の調査とプロジェクト

## 3.14.1 AfD 支援による水供給マスタープラン 2014

NPNL は、AfD の支援とともに首都ビエンチャン水供給マスタープラン 2014 (WSM/P 2014) を作成している。WSM/P 2014 の目的は、以下のとおり。

- NPNL による 10 年規模の水道計画を作成すること
- 首都ビエンチャン水道システム（特に無収水対策）を見直すこと
- 優先プロジェクトの選定とアセットの試算
- 首都ビエンチャンにより承認された都市計画とのオーバーレイ
- 将来の水供給計画と開発方針の提案

計画目標年次を 2030 年とし、人口予測、水需要予測、及び提案される水生産量は、以下のよう要約される。

表 3.14.1 WSM/P 2014 による人口、水需要予測及び提案される水生産量

	2010	2015	2020	2025	2030
首都ビエンチャンの人口	813,679	943,840	1,094,169	1,268,442	1,470,472
給水郡の人口	657,212	761,889	883,238	1,023,915	1,186,996
給水村落の人口	484,245	561,373	650,785	754,438	917,996
家庭用水原単位 (Lpcd)	208	220	218	218	217
家庭用水需要量 (m <sup>3</sup> /日)	100,803	123,722	141,731	164,174	199,273
非家庭用水需要 (家庭用水に対する比率)	22%	30%	35%	45%	50%
非家庭用水需要量 (m <sup>3</sup> /日)	22,175	37,117	49,606	73,878	99,636
水需要量合計 (m <sup>3</sup> /日)	122,978	160,839	191,337	238,052	298,909
無収水 (NRW) 率	36%	33%	25%	20%	20%
無収水量 (m <sup>3</sup> /日)	44,272	53,077	47,834	47,610	59,782
水需要量 (無収水含む) (m <sup>3</sup> /日)	167,251	213,916	239,171	285,663	358,691
ピーク係数	1.15	1.15	1.15	1.15	1.15
日最大水需要量(m <sup>3</sup> /日)	192,338	246,004	275,047	328,512	412,494
提案される水生産量 (開発) (m <sup>3</sup> /日)	180,000	280,000	340,000	360,000	420,000

出典: Nam Papa Nakhone Luang Water Supply Assets Master Plan, Phase I & II- Final Report, September 2015

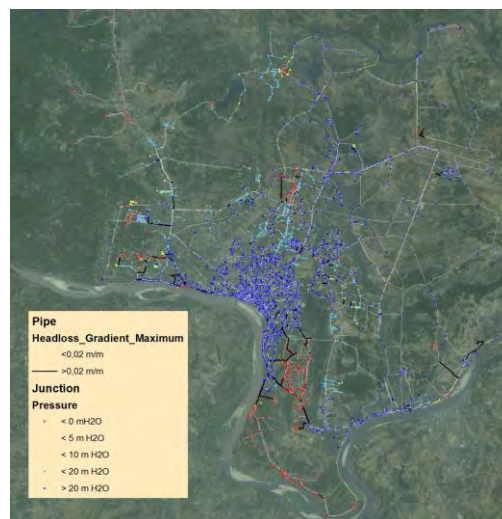
WSM/P 2014 では、詳細な管網計算(Water GEM 使用)が行われており 2015、2020、2025、2030 年の水理計算モデルが含まれる。図 3.14.1 は、一例として 2025 年のデザインモデルを示している。

将来的な新たな AfD 支援としては、既存配管網のゾーニング計画、GIS 構築、及び M/P の更新が検討されている。

### 3.14.2 AfD による既設管の布設替えプロジェクト

AfD は、2006 年から 2009 年に亘って実施された表 3.14.2 に示す JICA との協調支援として、5.2 百万ユーロのグラントプロジェクトである “Alimentation d’Eau Potable (AEP-II)” を実施した。既設管の更新は、このプロジェクトの一部として行われたものである。

このプロジェクトの当初の計画としてのプロジェクトスコープと JICA と AfD の予算配分を表 3.14.2 に示す。JICA はカオリオ浄水場の拡張と一部の送配水施設の拡張を行い、AfD はそれ以外のスコープを負担した。



出典: WSM/P2014

図 3.14.1 水理計算モデル 2025 (例)

表 3.14.2 JICA と AfD との協調支援によるプロジェクトのスコープの予算の配分

単位: 百万ユーロ

コンポーネント 1	スコープ	JICA	AfD	ラオス	合計
1.1	Expansion of Kaoleio WTP	12.57		0.28	12.85
1.2	Transmission & Distribution Mains	3.46	4.00	0.58	8.04
1.3	Consultant Services	1.12	0.25	0.08	1.45
1.4	Contingency	2.23	0.25	0.28	2.76
コンポーネント 2					
2.1	Billing System Establishment	-	0.45	0.05	0.50
2.2	GIS Development	-	0.15	0.05	0.20
2.3	Water meters procurement	-	0.15	0.05	0.20
2.4	Initial Sewerage Study	-	0.15	-	0.15
2.5	Contingency	-	0.10	-	0.10
Total		19.38	5.50	1.37	26.25

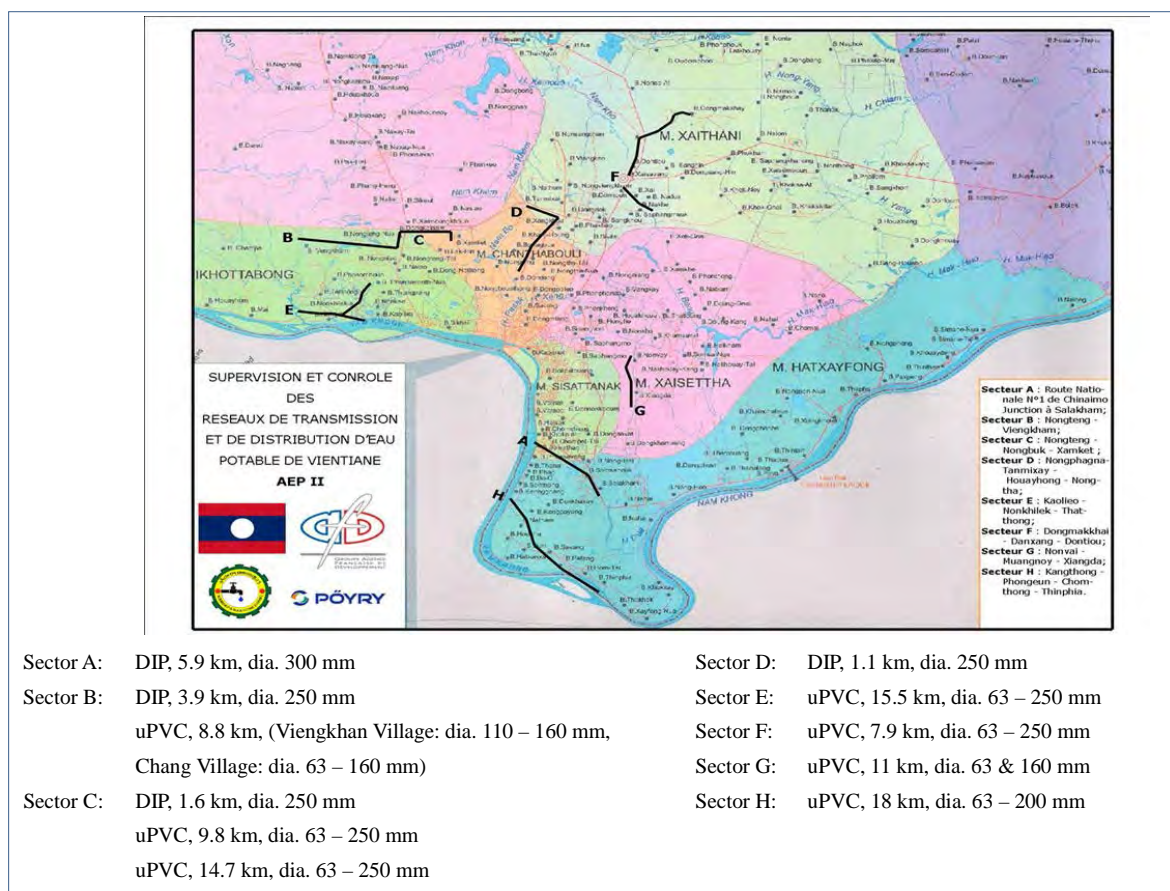
注記: コンポーネント 2.4 (Initial Sewerage Study) は実施されなかった。

上記のプロジェクトスコープのうち、コンポーネント 1.2 の実際の工事契約が、2.9 百万ユーロで実施された。この AEP-II プロジェクトで設置された送配水管の位置図を図 3.14.2 に示す。

この残余金である 1.1 百万ユーロと予備費を利用して、以下のスコープがプロジェクトに追加された。

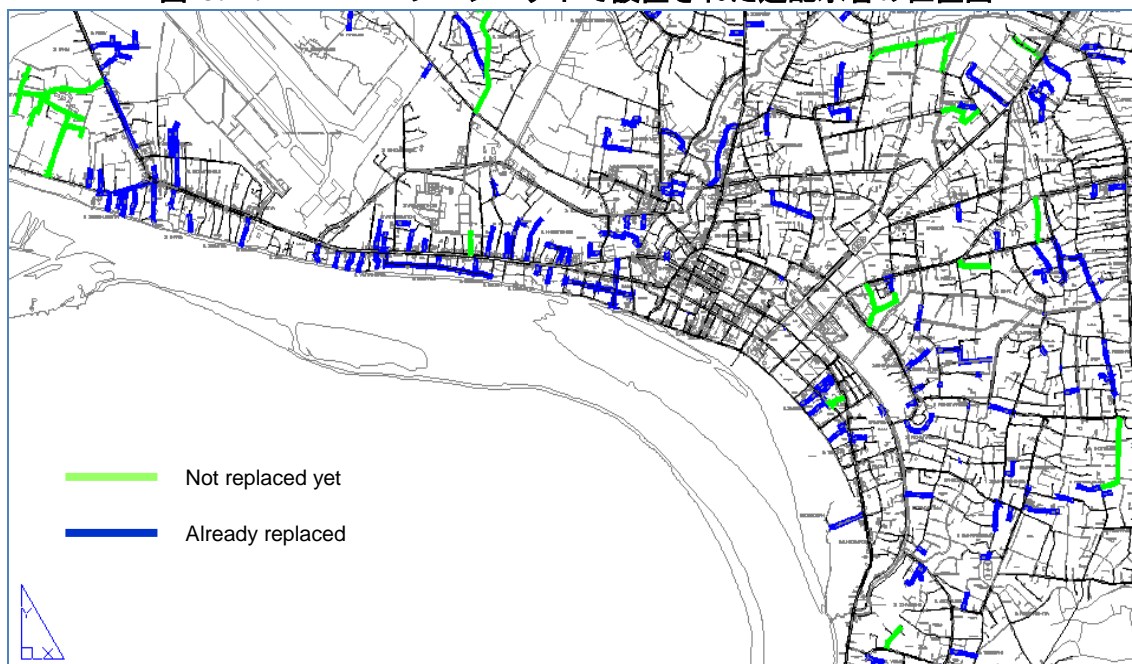
- 1) 口径 100mm 以下の GSP 管の HDPE 管あるいは uPVC 管への布設替え (総延長約 60km)
- 2) NPNL のマスタープラン作成と管網水理モデルの開発
- 3) 財務管理コンサルタントの雇用による 2010-2012 年の期間における財務監査
- 4) バックホー、車両、コンピュータの調達

このように、管の更新は、AEP-II プロジェクトの追加スコープとして実施されたもので、実際に更新された管延長は 62km であった。図 3.14.3 に、管の更新が行われた位置図を示す。



出典：NPNL

図 3.14.2 AEP-II プロジェクトで設置された送配水管の位置図



出典：NPNL

図 3.14.3 AEP-II および NPNL 自身のプログラムで更新された GSP 管の位置図

### 3.14.3 ドンマックイ上水道拡張事業

#### (1) 事業スコープ

給水システムの拡張工事が、現在、中国輸銀による融資事業として実施中である（2015年4月現在）。本工事契約は、MPWT と China Yunnan Construction Engineering Group Co., Ltd. との間の EPC 契約によるもので、主なスコープは以下のとおりである。

- ・ ナムグム川からの新たな取水施設の建設
- ・ 原水導水管布設（2 条、各 18.9 km、口径 1000 mm、強化プラスチックモルタルパイプ (RPMP)）
- ・ 処理能力 100,000 m<sup>3</sup>/日の浄水施設の新設
- ・ 送水管布設（19.5 km、口径 1200mm ~ 500mm、ダクティル鑄鉄管）
- ・ SCADA（Supervisory Control and Data Acquisition System）

#### (2) 事業費

同プロジェクトの F/S 報告書によると、事業費は 78.75 百万米ドルと見積もられており、その内訳は表 3.14.3 に示すとおりである。

表 3.14.3 ドンマックイ拡張事業の事業費内訳

項目	金額 (1,000 USD)	比率
1. Construction	61,255.6	77.96%
1.1 Water Intake and Raw Water Transmission Works	20,937.0	
1.2 Water Treatment Plant	21,691.3	
1.3 Clear Water Transmission Pipeline	17,894.7	
2. Preliminary Work Cost, Engineering Investigation/Survey/ Design Cost, Insurance Premium for the Project, Cost for Construction of Contractor's Residential Camp, Personnel Transfer Cost, Vehicle Purchase and Maintenance Cost, Other Management Cost, etc.	6,286.7	8.00%
3. Contingency Cost	8,476.1	10.79%
4. Loan Interest during Construction Period	1,451.6	1.85%
5. Initial Working Capital	1,100.0	1.40%
Total Cost of Engineering Construction	78,570	100%

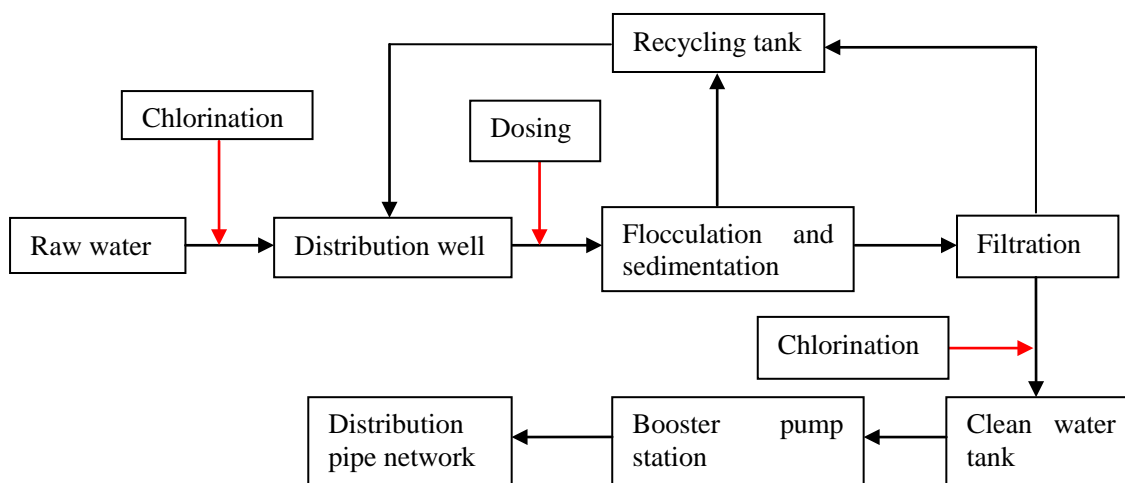
出典: F/S Report for Dongmakkhay Water Supply Project

#### (3) 原水取水施設と導水管施設

水源はナムグム川であり、原水はそこからポンプアップして口径 1,000mm の 2 条の導水管で浄水場まで送られる。導水管延長は、8.6km 分の管材は DCIP で、10.3km 分は Reinforced Plastic Mortar Pipe (RPMP) で構成される。

#### (4) 浄水場

浄水処理システムは、一般的な横流沈殿の急速ろ過システムが採用されている。図 3.14.4 に、浄水システムのプロセスフローを示す。



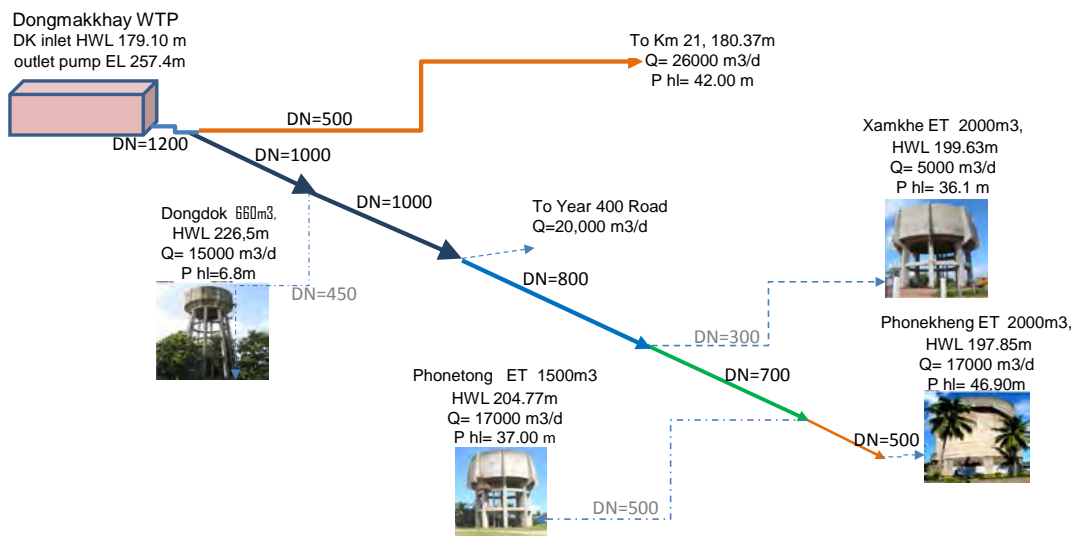
出典: Feasibility Study Report, Dongmakkhay Water Treatment Plant (2011)

図 3.14.4 ドンマックイ浄水場の処理フロー

(5) 送配水施設

ドンマックイ浄水場の処理水は、既存の高架水槽と工業団地に送水される計画である。本プロジェクトには、ポンタン、ポンケン、サムケおよびドンドックの4個所の高架水槽への送水管と接続される計画である。

図 3.14.5 に、ドンマックイ浄水場からの送水管施設の計画を示す。



出典: Feasibility Study Report, Dongmakkhay Water Treatment Plant (2011)

図 3.14.5 ドンマックイ浄水場からの送水管システム

### 3.14.4 JICA 支援による技術協力プロジェクト

技術協力プロジェクト「水道公社事業管理能力向上プロジェクト」は、2012年の8月より開始し、2017年8月まで実施される計画である。実施機関は公共事業運輸省（MPWT）の住宅・都市計画局（DHUP）であり、関係機関として、MPWT内の水道規制事務局（WasRO）やDHUP内の水道課（WSD）、及び3つの水道公社（首都ビエンチャン水道公社: NPNL、ルアンプラバン水道公社: PNP-LP、カムアン県水道公社: PNP-KM）が含まれる。

このプロジェクトは、MPWT、NPNL、PNP-LP、PNP-KMを含む全国的な水道局の能力開発をめざしている。プロジェクトの成果と各成果における担当の組織を表 3.14.4 に示す。

**表 3.14.4 主な成果と担当組織**

成果	担当組織
1. 各パイロット水道公社の長期、中期、短期経営企画のために必要なデータが継続的に利用可能となる。	全般: DHUP 各地: NPNL, PNP-LP, PNP-KM
2. パイロット水道公社が PDCA サイクルを通じて、長期、中期、短期経営計画に基づき管理を行うことができる。	全般: DHUP 各地: NPNL, PNP-LP, PNP-KM
3. パフォーマンス指標（PI）を含む経営計画の監視が強化される。	全般: WasRO 各地: NPNL, PNP-LP , PNP-KM
4. 成果の1～3を活用し、事業計画上の技術ガイドラインが作成される。	DHUP
5. 他の水道公社へ技術ガイドラインに関連する技術や知識の普及が展開される。4	全般: WasRO 各地: NPNL, PNP-LP, PNP-KM
6. プロジェクトが適切に管理、運営される。	全般: WasRO 各地: NPNL, PNP-LP, PNP-KM

(出典: R/D and Minutes of Meeting (M/M) signed on June 27, 2012)

なお、この技術協力プロジェクトは NPNL の経営能力強化を目指すものであることから、本事業による施設整備との関連性が強く、双方のプロジェクトの成果の相乗効果が期待できる。



### 3.15 水道セクターにおける PPP によるプロジェクト

#### 3.15.1 タドゥア給水事業

##### (1) プロジェクト範囲

タドゥア給水事業は、ハドサイフォン郡における水道システムの構築である。給水量は 20,000 m<sup>3</sup>/日である。このプロジェクトは、ローカル民間企業 Vientiane Automation and Solution Engineering Company (VASE)の BOT によって行われる。プロジェクトのコンポーネントは次のとおり。

- 取水施設の建設：メコン河より取水 21,000 m<sup>3</sup>/日
- 浄水施設の建設：設計水量 20,000 m<sup>3</sup>/日、凝集、沈殿、ろ過、浄水池、ポンプ施設
- 配水施設の建設：配水本管、呼び径 250-600mm、延長 25,026m、及び配水支管 (uPVC) 延長 58,808m の布設（ただし、各戸接続は含まれない）

NPNL と VASE の契約は 2014 年 1 月の覚え書きの後、同年 6 月に調印された。2015 年 1 月より建設が始まっており、2016 年完工の予定である。コンセッション期間は完成後から 35 年である。

##### (2) 事業費

見積もられた事業費は 19.8 百万ドル（建設費のみ）である。表 3.15.1 に F/S に基づく概要を示す。

表 3.15.1 タドゥア給水事業のコスト概要

	費用 (1,000 USD)	比率 (%)
1. 浄水場の建設（取水場建設含む）	10,000	50.5
2. 管路の布設（uPVC 75-100、DIP 250-600）	9,800	49.5
総費用	19,800	100.0

出典: Proposal of Project for the Construction of Water supply system in Hatsaifong District, Vientiane Capital

##### (3) 水道供給区域

原水はメコン河のであり、給水区域は、図 3.15.1 に示すとおりである。

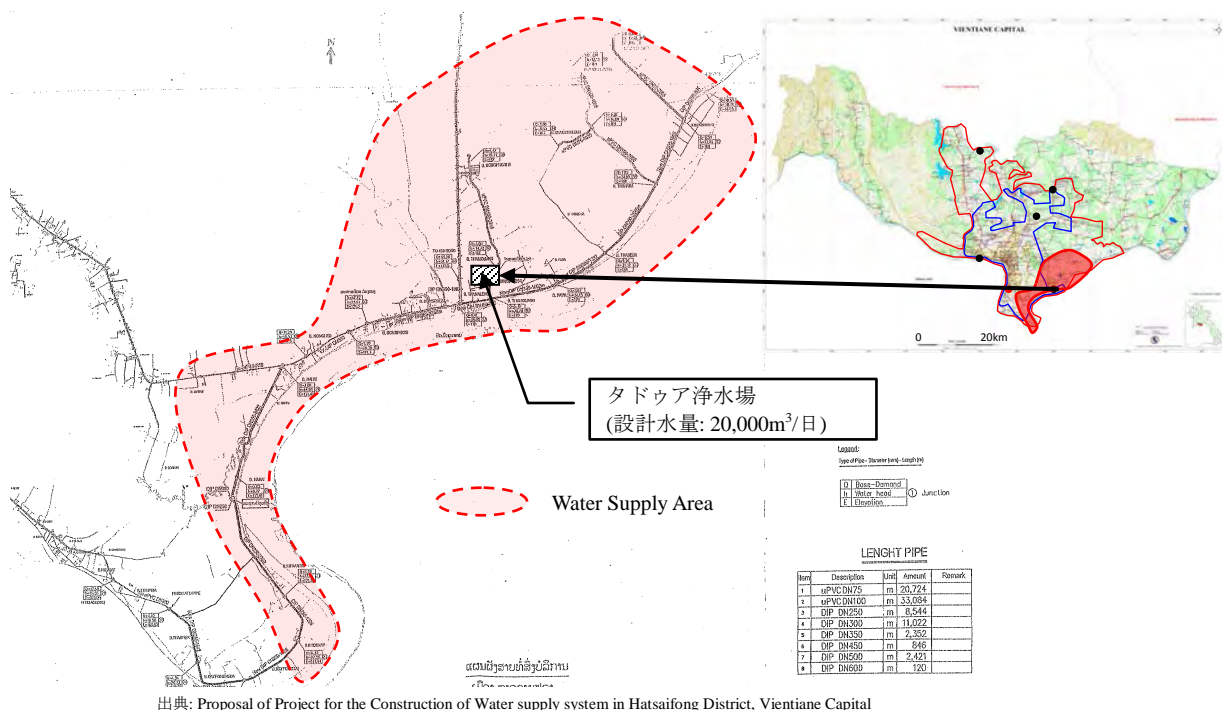


図 3.15.1 タドゥア給水事業における給水区域

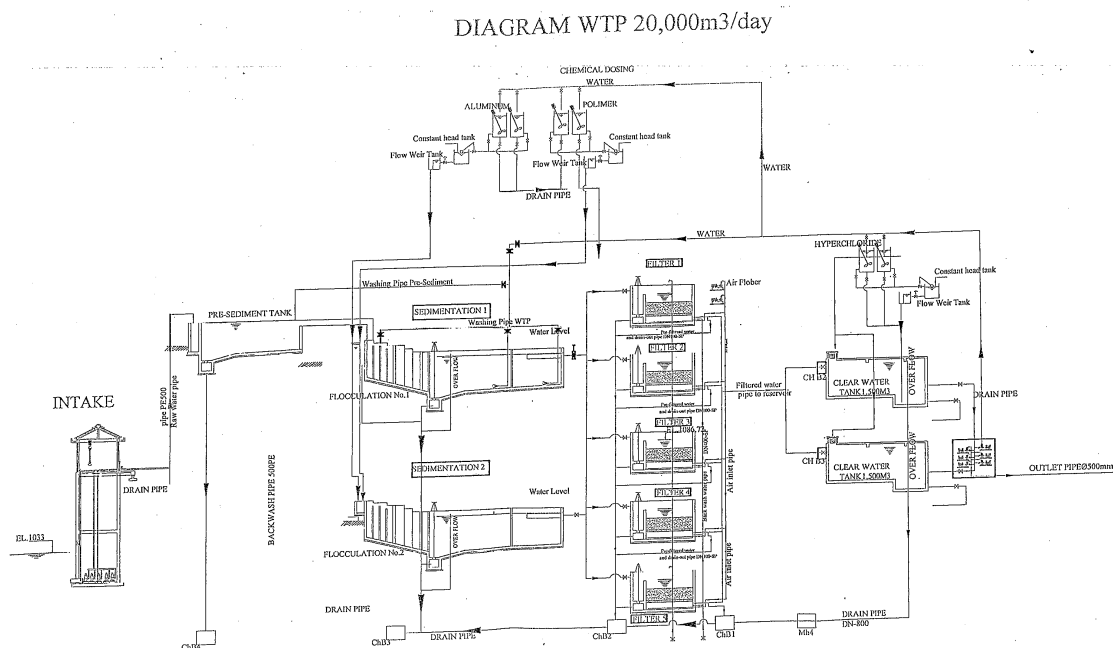
(4) 水道供給施設

タドゥア給水事業で建設される水道施設の概要を表 3.15.2 に、浄水場の概略図を図 3.15.2 に示す。

表 3.15.2 タドゥア給水事業の建設予定施設の概要

施設	施設計画
システム	自然流下
取水施設	取水塔 (メコン河に設置) 21,000 m <sup>3</sup> /日
浄水施設	- 浄水能力 20,000 m <sup>3</sup> /日 - 凝集施設: 着水井、混和池 - 沈殿施設: 沈澱池、越流堰 - ろ過施設: 急速砂ろ過池
浄水池	1500m <sup>3</sup> x 2 池
逆洗施設	エアブロー
送水ポンプ	送水ポンプ場、加圧ポンプ
送配水管	- DIP 呼び径 600mm、延長 120m - DIP 呼び径 500mm、延長 2,142m - DIP 呼び径 450mm、延長 846m - DIP 呼び径 350mm、延長 2,352m - DIP 呼び径 300mm、延長 11,022m - DIP 呼び径 250mm、延長 8,544m - uPVC 呼び径 100mm、延長 33,084m - uPVC 呼び径 75mm、延長 20,724m

出典: Proposal of Project for the Construction of Water supply system in Hatsaifong District, Vientiane Capital



出典: Proposal of Project for the Construction of Water supply system in Hatsaifong District, Vientiane Capital

図 3.15.2 タドゥア浄水場の概略図

(5) 水道料金

完成後、タドゥア浄水場からの生産水は NPNL へバルク売りされる。投資会社である VASE は表 3.15.3 に示す 6 段階の料金を提案している。

表 3.15.3 タドゥア給水事業で提案される水道料金

段階	期間	単位	料金
1	2016-2018	LAK/m <sup>3</sup>	1,750
2	2019-2021	LAK/m <sup>3</sup>	2,500
3	2022-2025	LAK/m <sup>3</sup>	3,000
4	2026-2030	LAK/m <sup>3</sup>	3,600
5	2031-2035	LAK/m <sup>3</sup>	4,300
6	2036-2050	LAK/m <sup>3</sup>	4,500

出典: Proposal of Project for the Construction of Water supply system in Hatsaifong District, Vientiane Capital

3.15.2 センディン給水事業

(1) プロジェクト範囲

センディン給水事業はナサイトン郡での水道システムの構築である。給水量は 20,000m<sup>3</sup>/日である。このプロジェクトは、ローカル民間企業 Asia Investment and Sole Co., Ltd. (AIS) の BOT によって行われる。コンポーネントは次のとおり。

- 取水施設の建設：取水管（ナムグム川より）
- 浄水施設の建設：設計水量 20,000 m<sup>3</sup>/日

- 配水施設の建設：高架水槽 2ヶ所
- 浄水施設への導水管、送水管の布設：延長 5,500m
- 配水管の布設：延長 147,900m

NPNL と AIS との間の覚え書きは 2014 年 5 月に結ばれた。契約調印は 2015 年 7 月頃を想定しており、また 2017 年より供与開始を想定している。

## (2) 事業費

見積もられた事業費は 12.1 百万ドルで、表 3.15.4 に F/S に基づく事業費の概要を示す。

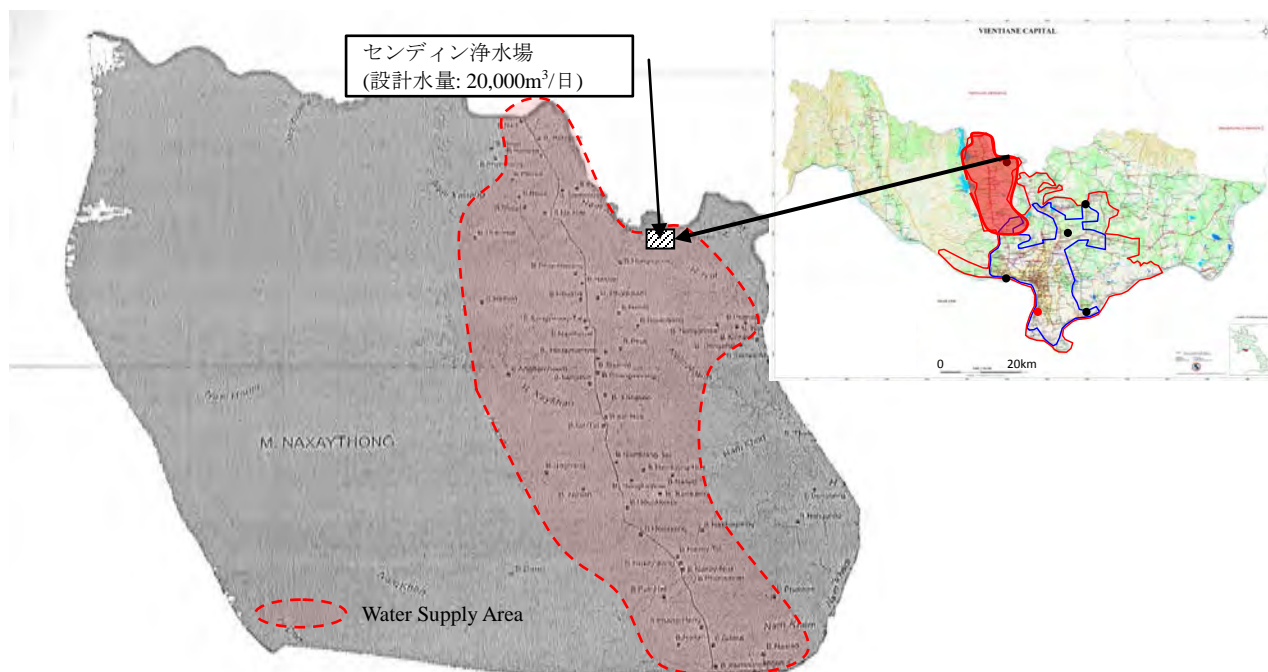
表 3.15.4 センディン給水事業の事業費

	費用 (1,000 USD)	比率 (%)
1. 浄水場の建設 (取水場建設含む)	1,800	14.9
2. 高架水槽の建設 (2ヶ所)	800	6.6
3. 送・配水管の布設	9,500	78.5
総費用	12,100	100.0

出典: Pre-feasibility Study on Water Supply Project Sendin Village, Naxaihong District, Vientiane Capital

## (3) 水道システム

原水はナムグム川河川水であり、給水区域は図 3.15.3 に示すとおりである。



出典: Pre-feasibility Study on Water Supply Project Sendin Village, Naxaihong District, Vientiane Capital

図 3.15.3 センディン給水事業の給水区域

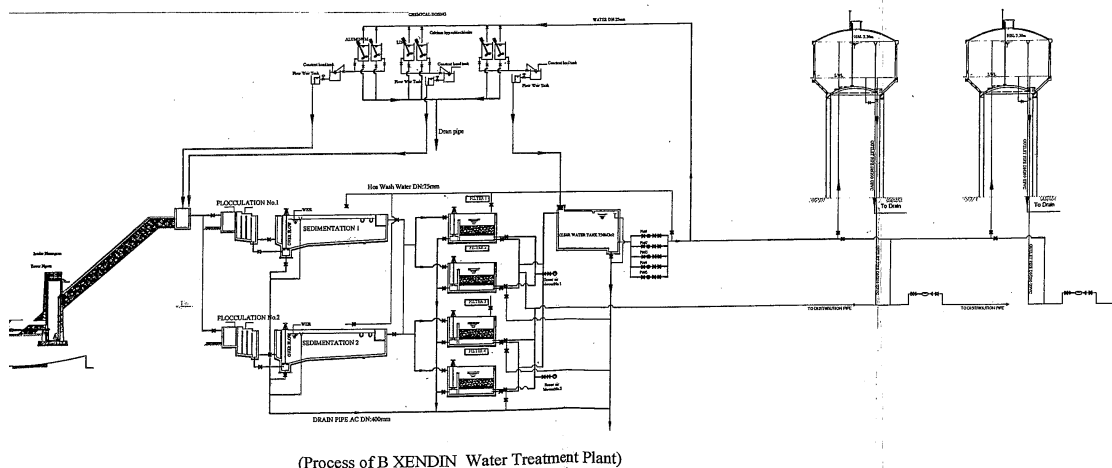
## (4) 水道施設

センディン給水事業で建設される水道施設の概要を表 3.15.5 に、施設の水位関係図を図 3.15.4 に示す。

表 3.15.5 センディン給水事業の建設予定施設の概要

施設	施設計画
システム	自然流下
取水施設	取水井、取水管 (20m)
浄水施設	- 沈砂池 10x34m, 2 池 - 凝集池 10x7m, 2 池 - 沈澱池 12x42m, 2 池 - ろ過池 4.8 x 8.7m, 5 池
高架水槽	18x18x3.8m, 2 池
逆洗施設	エアブロー
送水管	DIP 呼び径 450mm、延長 5,500m
配水管	- DIP 呼び径 400mm、延長 18,000m - DIP 呼び径 300mm、延長 10,000m - DIP 呼び径 200mm、延長 4,000m - DIP 呼び径 150mm、延長 1,800m - DIP 呼び径 100mm、延長 33,000m - DIP 呼び径 75mm、延長 37,000m - uPVC 呼び径 50mm、延長 44,000m - GSP 呼び径 450mm、延長 120m - GSP 呼び径 400mm、延長 60m

出典: Pre-feasibility Study on Water Supply Project Sendin Village, Naxaihong District, Vientiane Capital



出典: Pre-feasibility Study on Water Supply Project Sendin Village, Naxaihong District, Vientiane Capital

図 3.15.4 センディンの水位関係図

### 3.15.3 ドンバン上水道拡張事業

既存のドンバン浄水場 (20,000m<sup>3</sup>/日) は、NPNL とベトナム民間会社 (Mai Dong Company) による NPNL で最初のジョイント・ベンチャープロジェクト (投資額 USD1000 万ドル) である。資本金は、NPNL が 51% を Mai Dong が 49% を出資し、浄水場は 2009 年以来運転されている。

現在、NPNL は、ドンバン浄水場の拡張事業のために民間企業を含むドナー機関を探している。

### 3.16 水道施設の改善に係る長期計画

WSM/P 2014 は、AfD 支援によって、2030 年を目標年次として作成された<sup>11</sup>。WSM/P 2014 から、NPNL による水道施設改善のための現在の長期計画は、表 3.16.1 に示されている以下の計画を提案している。

表 3.16.1 2030 年を目標とした 3 つのシナリオの主な技術的特徴

項目	オプション 1	オプション 2	オプション 3
水需要 (m <sup>3</sup> /日)	373,000 m <sup>3</sup> /日	408,000 m <sup>3</sup> /日	408,000 m <sup>3</sup> /日
配管拡張 (km) (> 呼び径 200 mm)	436 km	436 km	436 km
配管増強 (km)	60 km	99 km	135 km
浄水場拡張 (m <sup>3</sup> /日)	既存: 180,000 ドンマックイ: 100,000 チナイモ: 40,000 タドゥア: 20,000 センディン: 20,000 タンゴン*: 40,000 ノンダ*: 20,000 420,000	既存: 180,000 ドンマックイ: 100,000 チナイモ: 40,000 タドゥア: 20,000 センディン: 20,000 タンゴン*: 40,000 ノンダ*: 20,000 420,000	既存: 180,000 ドンマックイ: 100,000 チナイモ: 40,000 タドゥア: 20,000 センディン: 20,000 チナイモ*: 20,000 ドンバン*: 20,000 タドゥア*: 20,000 420,000
貯水量 (m <sup>3</sup> )	10,000	50,000	25,000
コスト (euro)	50,000,000	73,000,000	68,000,000
生産費含むコスト (euro)	80,000,000	103,000,000	98,000,000
	(ドンマックイ拡張事業、チナイモ拡張事業、タドゥア給水事業は除く。)		

出典: WSM/P 2014 を基に JST により作成

\*: 2030 年までに、さらなる 60,000 m<sup>3</sup>/日の生産量増加のため拡張が必要な浄水場

NPNL はドンマックイ浄水場拡張 (100,000m<sup>3</sup>/日) を 2015 年までに、チナイモ浄水場拡張 (40,000m<sup>3</sup>/日) とタドゥア浄水場建設 (20,000m<sup>3</sup>/日) を 2017 年までに、センディン浄水場建設 (20,000m<sup>3</sup>/日) を期限不確定ではあるが実施することを計画している。また、その後の水需要に対応するため、NPNL は 2030 年までに首都ビエンチャンの浄水能力をさらに 60,000m<sup>3</sup>/日向上させることを目的として、以下のオプションを検討している。

<sup>11</sup> WSM/P 2014 は、2014 年 9 月にファイナルレポートが作成・提出されているが、2015 年 5 月時点では、未だ承認は出ていない。ただし、関係者の中では、現在の M/P として取り扱っている。

### オプション 1、2

- タンゴン(Thanghone)浄水場建設 : 40,000 m<sup>3</sup>/日
- ノンダ(Nongda)浄水場建設 : 20,000 m<sup>3</sup>/日

### オプション 3

- チナイモ (Chinaimo) 浄水場拡張 : 20,000 m<sup>3</sup>/日
- ドンバン (Dongbang) 浄水場拡張 : 20,000 m<sup>3</sup>/日
- タドゥア (Thadeua) 浄水場拡張 : 20,000 m<sup>3</sup>/日

オプション 1、2 では、新たにタンゴン浄水場の建設 (40,000 m<sup>3</sup>/日) とノンダ浄水場の建設 (20,000 m<sup>3</sup>/日) を行う計画であり、他方、オプション 3 では、既存のタドゥア浄水場、チナイモ浄水場、ドンバン浄水場をさらに拡張 (それぞれ 20,000 m<sup>3</sup>/日) することで、60,000 m<sup>3</sup>/日を増量する計画である。図 3.16.1 では上記オプション 1～3 に対する長期改善計画を示し、図 3.16.2 ではこれらの位置を示す。

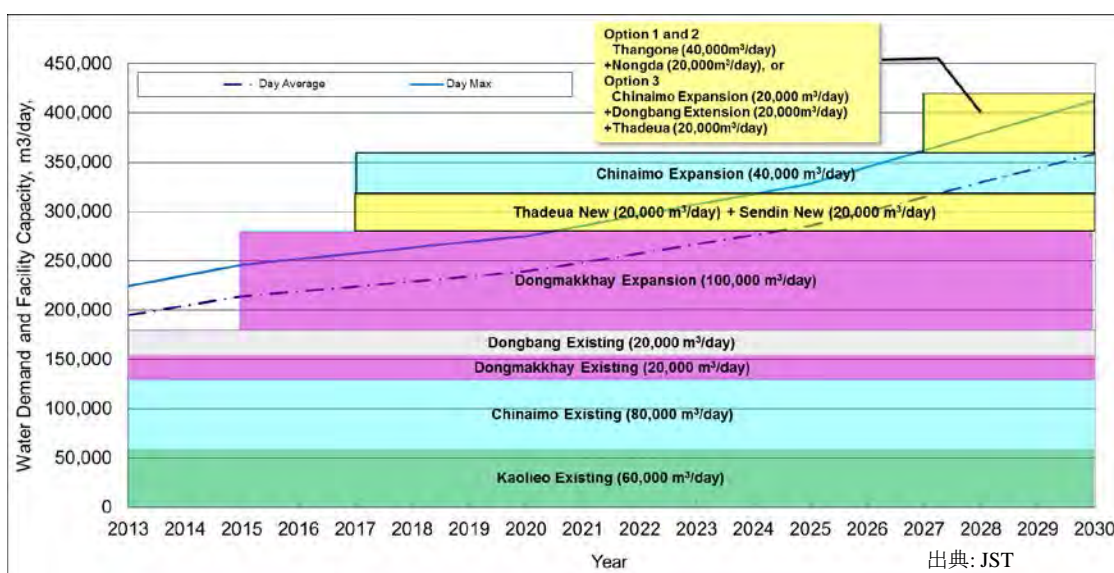
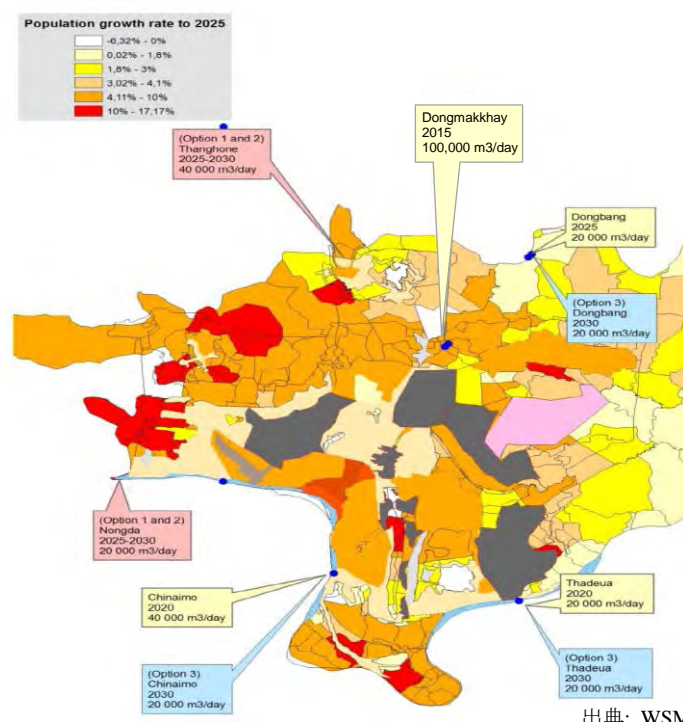


図 3.16.1 水道の改善に係る長期計画

出典: JST



出典: WSM/P, AFD 2014

図 3.16.2 水道の改善に係る長期計画での位置

さらに、WSM/P 2014 は、現在の配水管網において発生している低水圧地域の状況を改善するために、ボトルネック部分を特定し、必要な配管の新設と適正な管径を有する管への布設替え、そして 40 年以上の管の更新を提案している。

### 3.17 長期財務計画

NPNL は AfD の支援で財務計画 (NPNL の財務分析と将来のビジネスプラン) を作成している。GRET (フランスの開発 NGO) が、このプロジェクトのために NPNL に技術支援を行ってきた。このプロジェクトは MaDeVie プロジェクト (事業経営改善および首都ビエンチャン水道へのアクセス向上プロジェクト) と呼ばれている。前述の財務計画は、営業・財務経営の近代化を行うために、MaDeVie の主要な柱の一つとして作成されている。

本節では、現在の NPNL の長期財務計画を把握するために、財務計画の主要部分であるビジネスプラン案の概要について記載する。本節のビジネスプラン案の記述の出典は、次の通りである。“DRAFT FOR REVIEW, Development of the NPNL financial plan, made by GRET, Project Madevie: Funding AFD, September 2014”

#### (1) ビジネスプラン：方法論

2030 年までのビジネスプランが、いくつかの前提条件と、NPNL の現在の財務諸表を元に作成されている。ここでは、将来のキャッシュフローが、毎年のキャッシュフロー及びその蓄積額の将来予測のために作成されている。

ビジネスプラン作成上の重要な前提条件は次の通りである。

- ビジネスプランの期間：2014 年から 2030 年



- 水道料金：2014年における改定前（第1のシナリオ）及び現行料金（第2、3、4のシナリオ）
- 新規接続の増加率は2020年までは年率7%で、2020年から2030年までは年率4%
- タドゥア浄水場は2016年に、センディン浄水場は2017年に、それぞれ操業開始する。
- ドンマックイ浄水場は2015年に操業開始する。その資産価値は、借入額（投資金額の95%）に等しい。借り入れ条件は、返済期間10年、猶予期間なしで、金利は2%。
- マスタープラン（WSM/P 2014）で計画された配管網の拡大と増強が実施される。
- 無収水率は25%とする。

## (2) ビジネスプランのシナリオ：結果

### 第1のシナリオ：

追加の仮定：

- 前回（2014年9月まで）の水道料金を適用

結果：

- マイナスのキャッシュフロー
- 営業キャッシュフローが借入金元本の返済を賄えない。
- ドンマックイ浄水場の減価償却費と借入金返済のため、損益計算書も純損失になる。
- NPNLが純利益を計上できるのは2028年以降。

### 第2のシナリオ：

追加の仮定：

- 現在（2014年10月以降の）水道料金を適用

結果：

- 毎年純利益を計上。
- NPNLは債務を全て返済できる。
- しかし、キャッシュ残高はM/P（配管網の拡張と増強）を賄いきれない。

### 第3のシナリオ：

追加の仮定：

- 現在（2014年10月以降の）料金を適用
- ドンマックイプロジェクトへの中国EXIM銀行の融資条件が、猶予期間5年つきの返済期間25年に変更される。
- さらに、AEP1とAEP2のNPNLの借入金が無償に変更されると想定

結果：

- NPNLのキャッシュフローが大きく改善
- M/Pの実施費用を見込んでも、5年間（2015年から2018年、および2020年）のキャッシュフローが、マイナスになるが、その他の年は2030年までプラスになる。
- 2023年以降は、NPNLは年々純利益を蓄積することができる。

### 第4のシナリオ：

- 浄水購入価格の20%引き下げ
- 売掛金回収期間の短縮
- 材料在庫の最小化

結果：

- NPNLにとって第3のシナリオよりも好ましい結果

- わずか3年間（2016年から2018年）のマイナスのキャッシュフローとそれ以外の年のプラスのキャッシュフロー
- M/P実施に際してNPNLは資金を借り入れる必要がなく自己資金で賄える。

### (3) 結論

AfD支援でGRETによって作成されたビジネスプランは、多くの重要な情報をNPNLに提供し、いくつかのアイデアはすでに実現された。しかし、次のような、古い情報と前提の誤りも含んでいる。

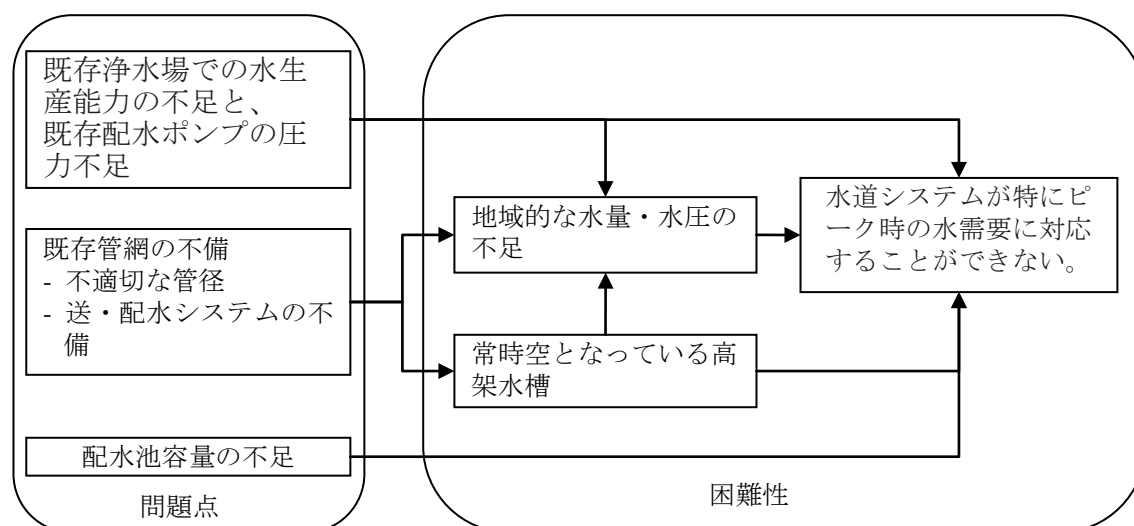
- 改定前の水道料金が適用されている。
- 将来のすでに承認された水道料金値上げ（2015年から2018年までの4回の値上げ）が予測に適用されていない（これらを加味すれば更に数値は良好になる。）。
- 現在建設中のNPNLの新事務所建設費用（301億LAK）がビジネスプランに反映されていない。

本調査でも財務計画を行うが、ここではAfD支援でGRETが作成したビジネスプランの結果を尊重しつつ、上述の状況の変化を考慮することが不可欠である。

## 3.18 NPNLによる水道事業の現況認識と評価

### 3.18.1 技術的側面

首都ビエンチャンにおける水道システムの問題は、浄水場の生産能力不足、配水ポンプの圧力不足、配水管網の不備により頻繁に発生している複数の断水地域と低水圧地域、配水池容量の不足に、概ね要約される。よって、既存水道システムは、特にピーク時の水需要に適切に対応することができていない。図3.18.1に技術的な観点から存在する水道システムの問題点を示す。



出典：JST

図 3.18.1 首都ビエンチャンにおける現行水道システムの問題と解決の困難性

### (1) 生産能力の不足と送配水ポンプの圧力不足

既存のチナイモ浄水場、カオリオ浄水場、ドンマッカイ浄水場、ドンバン浄水場の総生産能力は 180,000 m<sup>3</sup>/日である中、2013 年の日平均給水量は 199,000 m<sup>3</sup>/日を超え、複数の浄水施設は、設計能力を超えて、過負荷運転を続けている。

よって、水需要を満たし、安定した給水サービスを確保するためには、首都ビエンチャン水道システムにおいて浄水場生産能力の向上が急務であることは明らかである。

また、配水管網が都市中心部から郊外へと拡大される中、配水圧力がこれらのエリアのために十分であるかどうか、ゾーニングを含めた検討が必要である。

### (2) 既存管の不適切な管径

WSM/P 2014 では、水量・水圧不足の原因は、既存管の不適切な（小さな）管径により、管路内で重大なヘッドロス（水頭損失）が発生していることを指摘している。

### (3) 配水池容量の不足

現在、既存の配水池容量は、12,560 m<sup>3</sup>であり、既存浄水場の設計容量（180,000 m<sup>3</sup>/日）に対して、2 時間にも満たない。配水池は、ピーク時の水需要に対する緩衝機能の役割を果たすため、今後の給水量の増量を鑑みても、増強が必要となる。

## 3.18.2 運営的側面

NPNL の運営に関連した主な業務指標をプノンペン水道公社（Phnom Penh Water Supply Company）といくつかの日本の水道局の値とを表 3.18.1 に比較し、評価する。

表 3.18.1 運営面に関連した業務指標の比較

No.	主要業務指標	計算	単位	NPNL 2013	フンベン 水道公社 2012	日本の水道事業者				
						札幌 2011	新潟 2011	秋田 2012	横須賀 2010	鹿児島 2010
1	水質基準適合率%	= 飲料水基準に適合したサンプル数/全サンプル数	%	94.5	N/A	100	100	100	100	100
2	浄水場過負荷率	= 浄水場生産水量/浄水場設計処理能力	%	110.9	N/A	71.6	67.6	63.4	81.5	73.8
3	配水池貯留能力	= 貯水池容量/日平均配水量 = 42,360m <sup>3</sup> /199,618m <sup>3</sup> /d	%	21	N/A	103	79	107	104	158
4	1,000給水栓当たり職員数	= 529 人/96,288 栓数*1000	職員数/1000 栓	5.49	3.0	0.77	0.93	0.86	0.88	1.21
5	配水量1m <sup>3</sup> 当たり消費エネルギー	= 年間の電力使用量/取水量	KWh/m <sup>3</sup>	0.35	N/A	0.16	0.34	0.42	0.22	0.57
6	無収水率	= (1-(請求水量/配水量))*100	%	25	6.6	7.2	6.6	10.6	10.0	8.3
7	漏水率		%	N/A	N/A	3.0	3.6	7.6	7.5	6.0
8	終年化管路率	= 布設後40年以上の管延長(21,535 m)/口径75mm以上の全管延長(1,087,456m)	%	2.0	N/A	1.5	10.2	2.2	17.8	19.2
9	顧客苦情数(水道サービスレベル)	= 水道サービスに係る苦情数/1000顧客数	件/1000顧客	0.106	N/A	0.08	0.12	0.43	2.3	0.05
10	顧客苦情数(水質)	= 水質に関する顧客苦情数/1000顧客数	件/1000顧客		N/A	0.16	0.04	0.13	0.41	0.51

出典：水道事業者公表資料から JST が作成

現在の無収水率は 25% であると報告されている。また、漏水率は現在測定できていないが、無収水の減少に効果的な対策を実行する上で、無収水の内訳を分析することが今後重要となる。NPNL は、2014 年にパイロットエリアで夜間最小流量の計測を始めたところであり、このようなパイロットエリアにおける経験を他の給水区域へ展開していくことで、更なる無収水の削減に貢献することが期待されている。

浄水場の過負荷率 110.9% は、首都ビエンチャンにおける水需要の急速な増大に対して浄水場施設の拡張計画の実施遅れを示唆している。水道整備は、施設が過負荷運転となる前に適切に整備計画が実施されなければならない。処理過程が過負荷状態で運転された場合、給水水質が保証できなかつたり、給水圧が低下したりして顧客の不満を増加する結果となる。

NPNL における布設 40 年以上経過した老朽管の比率は、日本の事業者と比較しても高くはない。首都ビエンチャンに設置された既設パイプのほとんどは、1980 年代以降のものであることからこの比率は現在は低い。2020 年以降には、老朽管の割合は増加するとみられ、適切な管のアセットマネジメント計画を近い将来策定する必要がある。NPNL においては、現在 GIS の整備をしており、これにより既設管データが整理され、将来のアセットマネジメント計画の開発準備にも貢献することが期待される。

給水水質のモニタリングは、現在、配水管網における 96 ポイントで月に 1 度検査されている。モニタリング項目は、濁度、pH、残留塩素である。2013 年に検査した全サンプルにお

いて、5.5%が飲用水水質基準を満たしていなかった。チナイモ浄水場の水質試験室によれば、給水圧が低くもしくは水がないために、いくつかの採水箇所では採水できていないが、このようなサンプルも不合格サンプルとして計上されるため、実際に水質基準を下回る比率は、5.5%より下回ると推測される。ただし、配水管網中の水質の安全性は、適切な水圧が常に管網で維持されている時に保証されるものである。

単位生産水量あたりの電力消費量は、他と比較して高くはない。しかしながら首都ビエンチャンは地形的にほぼ平坦であるため、NPNLは原水の取水から処理水の配水まですべてポンプに頼っている。NPNLが使用する年間電力使用量は、首都ビエンチャンの全使用量の約1%を占めている。ポンプの最適な操作とあわせて高効率なポンプと操作システムの採用はポンプ施設の運転管理費を低減するのに重要となる。

顧客からの苦情に関する指標は高い値となっている。水圧が非常に低いかゼロの給水地域があり、苦情の多くはこれらのエリアから寄せられていると推察される。苦情の内訳については分類化されておらず、現在、苦情数だけが把握されているが、顧客の苦情を水圧、水質、漏水等に分類することにより、NPNLが今後、問題を分析し適切な対策を取る手助けとなるであろう。

### 3.18.3 財務的側面

首都ビエンチャンでは、NPNLが水道サービスの財務管理を行っている。そこで、現在の水道事業の財務面の確認と評価を行うためにはNPNLの財務状況を分析することが不可欠である。

NPNLの財務状況の評価は、「3.13 NPNLの財務分析」および「3.17 長期財務計画」に記載されている。ここでは、簡潔にこれらで述べられたポイントについて記述する。

NPNLは2010年以降、顧客数と水使用量の増加により、特に2013年に営業収入を増加させてきたが、水道料金改定が行われず、他方で人件費と外注費が大きく増加した結果、過去4年間純損失を計上してきた。ただし、純損失の規模は、減価償却費よりも少ないため、NPNLはキャッシュフローの問題には直面していない。

財務指標の試算の結果、NPNLの負債総額と元本金利返済負担はまだ支払い能力範囲内にあると考えられた。新しい水道料金が2014年10月から導入されたため、2015年以降は料金値上げに伴う収入増によってNPNLの財務状況が改善することが予想される。

NPNLはAfDの支援で財務計画(NPNLの財務分析と将来のビジネスプラン)を作成している。ビジネスプランでは、いくつかの前提条件と現在の財務諸表を元に2030年までのキャッシュフロー(年額・累積額)が作成された。

AfD支援で作成されたビジネスプランは、多くの重要な情報をNPNLに提供し、いくつかのアイデアはすでに実現された。しかし、改訂前の水道料金が適用されているなど、古い情報と前提の誤りも含んでいる。

本調査の財務計画ではこのビジネスプランの結果を尊重しつつ、上述の状況の変化を考慮し、前提の誤りを修正する必要がある。

### 3.18.4 人材的側面

NPNL の職員は 53 名の臨時職員を含め 533 名（2014 年 9 月現在）である。表 3.18.2 に各部門の職員配置数を示す。

**表 3.18.2 首都ピエンチャン（NPNL） 職員配置数**

Position/Department	No of Permanent Staff	No of Non-permanent Staff
General Manager	1	
Deputy General Manager	4	
Audit Division	4	
Technical and Production Section	49	6
Chinaimo Water Treatment Plant	28	5
Kaolieo Water Treatment Plant	36	2
Dongmakkhal Water Treatment Plant	28	1
Water Meter Section	23	1
Improve Service Branch Project	15	3
Volume Audit Project	3	
Commercial and Service Section	17	
Chanthabouly Branch Office	26	1
Sisattanak Branch Office	27	2
Sikhottabong Branch Office	31	1
Saysettha Branch Office	28	
Saythany Branch Office	30	1
Hatsayphong Branch Office	26	2
Sungthong Branch Office	6	
Parkngerm Branch Office	4	3
International Cooperation Project	4	
Urban Project	3	
Personal Administration Section	25	9
Water Supply Training Center	7	5
ICT Section	15	
Drinking Water Factory	3	11
Finance Section	13	
Management Supply Material Section	10	
Statistic and Planning Section	7	
Debts and Contact Section	7	
Total	480	53

出典: NPNL

職員の生産性は、一般的に 1,000 接続あたりの職員数として測定される。NPNL の場合、1,000 接続あたりの職員数は 5.2 人であり、その生産性は国際的な標準（1,000 接続あたり 5 人）からみると適切であるといえる。

人材育成に関しては、NPNL はチナイモ浄水場に隣接する（AfD からの支援により設立された）技術研修センターを所有しており、JICA も過去に技術協力プロジェクト「水道事業人

材育成プロジェクト (2003-2006)』を通じたトレーナー養成、教科書作成などの NPNL の人材育成を支援している。

技術研修センターでは、表 3.18.3 に示すように、技術および経営に係るコースを提供している。各コースの研修期間は通常 4～5 日となっている。

表 3.18.3 技術研修センターの技術、経営コース

No	Technical Module	No	Administrative Module
1	Basic for water distribution and pipeline component	1	Water supply administration
2	Controlling of water pipeline using	2	Management and development for personal
3	Pipeline laying (Level 1)	3	Training of trainer
4	Pipeline laying (Level 2)	4	Water supply basic knowledge (For new staff)
5	Use and maintenance of water measure	5	Administrative and secretary
6	Control of waste water in pipe system	6	Statistic and KPI
7	Basic of hydraulic and Hydrostatic	7	Corporation and Planning
8	Select and install the pump	8	Water tariff setting
9	Topographical survey	9	Financial basic and Nampapa business
10	Estimation and calculate of connection to household	10	Financial analysis
11	Water supply network design	11	Financial and water supply management
12	Basic design of water treatment plant	12	Commercial account
13	Using GIS in the water system	13	Storage management
14	Analysis the problem (pump) of water treatment plant	14	Bidding and procurement
15	Electricity of water treatment plant	15	Customer service (Meter record, bill, money collection)
16	3 Phase electrical and connection	16	Basic of using program AutoCAD
17	Electrical and controlling	17	Basic of using program water CAD
18	Installation, using and maintenance	18	Using Word and Excel
19	Production control and maintenance of water treatment plant	19	Using word and Excel (Advance)
20	Water quality analysis (Level 1)	20	Using Program Powerpoint and Internet-Email
21	Water quality analysis (Level 2)	21	Program installation and computer maintenance
22	Water quality analysis (Level 3)		
23	Analysis by use chemical in water production		

出典: Technical Training Center, NPNL

首相令 (首相決定 No.37) によると、NPNL はラオスのすべての水道公社のトレーニングのための技術開発コースやワークショップを提供することを要求されている。また、NPNL はトレーニングマニュアルやスタッフの能力開発手法についても、各公社へ水平展開する責任を負っている。

これらの理由から、技術研修センターは NPNL だけでなく、ラオスのすべての水道公社が利用している。トレーナーのほとんどは、NPNL のスタッフであり、各水道公社は技術研修センターに研修料を支払うこととなっている。2013 年には、NPNL はトレーニングコースのために 244,197,727LAK を支払い、他の公社は合計で 75,966,000LAK を支払っている。NPNL は 2013 年に 475 人の職員の研修コースへ参加を計画したが、その年は 361 人が研修を受けるにとどまった。

他の水道公社と比較すれば、NPNL は多くの経験豊富で有能なスタッフを抱えているが、経験の少ない職員もまだ多くいることから、基本的なトレーニングが必要であることが NPNL 内部からも指摘されている。特に保守管理にかかる技術者の数は限られており、故障した機器を迅速に修理することが困難な状況も見受けられる。このため、保守管理のアウトソーシングも、より効率的な方法として検討されるべきだろう。



## 4. 事業計画

### 4.1 2030年までの水需要予測

#### 4.1.1 人口予測

##### (1) 首都ビエンチャンにおける全人口

首都ビエンチャンの人口予測は、過去にもいくつかの調査において行われてきた。本調査では以下の既往調査結果と比較検討する。

- 首都ビエンチャン水供給マスタープラン（2014年）：（WSM/P 2014）
- 首都ビエンチャン都市開発マスタープラン策定プロジェクト（2011年）：（UDM/P 2011）
- ビエンチャン市上水道拡張整備計画調査（2004年）：（WSM/P 2004）

これら調査での人口増加率は、WSM/P 2014で3.0%、UDM/P 2014で2.6-3.0%、WSM/P 2004で2.8%が採用されている。調査の比較を表4.1.1に示す。

表 4.1.1 WSM/P 2014、UDM/P 2011、WSM/P 2004 による人口予測

調査名	2015	2,020	2,025	2030
WSM/P 2014	943,840	1,094,169	1,268,442	1,470,472
UDM/P 2011	943,840	1,074,000	-	1,439,000
WSM/P 2004	902,716	1,034,521	-	-

最近の統計情報によれば首都ビエンチャンの人口は2013年において854,069人となっている。2008年（740,010人）からの最近5年では、約3%の増加率であった。今後のSEZ、ニュータウン開発等も鑑みると、WSM/P 2014による3.0%は妥当であると思われる。よって、増加率3.0%を用いて、本調査での人口予測を再計算すると以下ようになる。また、人口予測の詳細は、SUPPORTING REPORT, A6に示す。

表 4.1.2 本調査による人口予測

調査名	2013	2015	2,020	2,025	2030
本調査	854,069	906,082	1,050,397	1,217,698	1,411,646

2013年の人口データは、報告書のDATA BOOK, C1を参照。

図4.1.1のグラフに示すように、これら予測結果の数字はほぼ同じである。

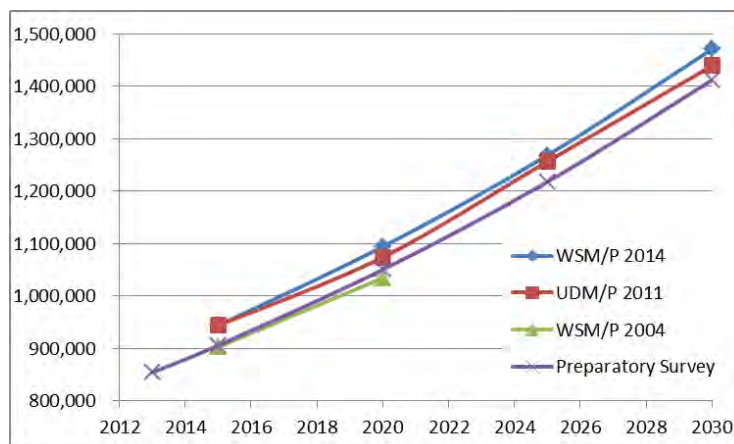


図 4.1.1 首都ビエンチャンにおける人口予測

## (2) 首都ビエンチャンにおける給水人口

上記調査では NPNL による将来の都市部における給水人口も予測しており、表 4.1.3 にこれらの比較を示す。

表 4.1.3 NPNL による給水人口の比較

調査名	2015	2,020	2,025	2030
WSM/P 2014	561,373	650,785	754,438	917,996
UDM/P 2011	506,000	620,000	-	915,000
WSM/P 2004	467,000	564,000	-	-

首都ビエンチャンの既存給水地域では、近年の 2005 年から 2012 年にかけての人口増加 (0.0 - 3.0%) は、将来拡張地域や郊外のそれ (2.0 - 4.0%) と比較して比較的低い。

本調査では、NPNL による現在の給水区域では 1.5% の伸びとし、将来の拡張区域では 3.0% として 給水人口を算出した。その結果、近年の 2013 年に 489,175 人だった給水人口は表 4.1.4 に示すように 2030 年には 921,787 人と見積もられている。人口予測の詳細は、SUPPORTING REPORT, A6 に示す。

表 4.1.4 本調査による人口予測

調査名	2013	2015	2,020	2,025	2030
本調査	489,175	557,287	689,167	804,207	921,787

上記は、7 郡：チャンタブリー郡、シコッタボン郡、サイセタ郡、シサッタナク郡、ナサイトン郡、Xaythany 郡、ハドサイフォン郡に広がる都市部の給水人口

WSM/P 2014 や本調査では給水人口数は以前の調査よりも増えていると見られる。図 4.1.2 にこれらの調査と本調査の予測結果の比較を示す。

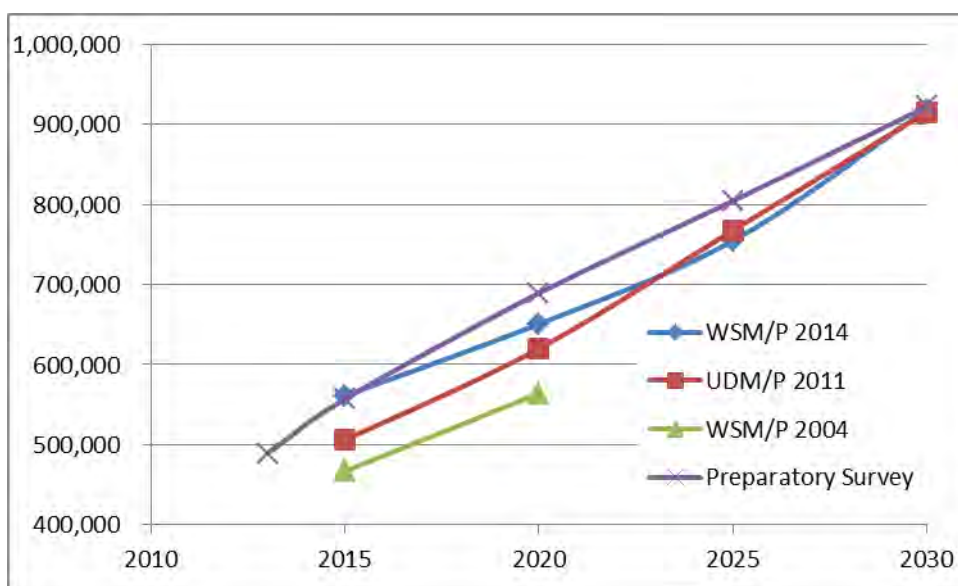
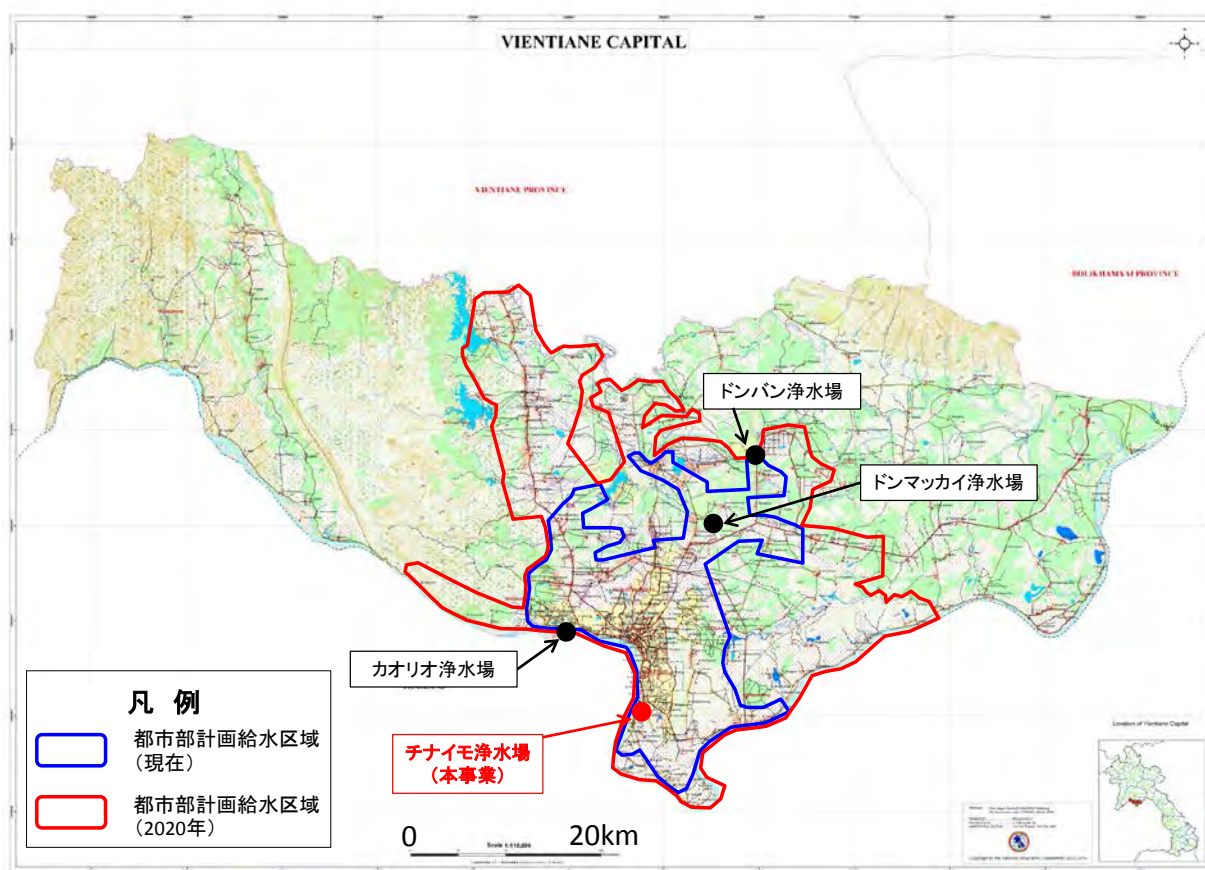


図 4.1.2 首都ビエンチャンの給水人口予測

## 4.1.2 水需要

### (1) 将来給水区域

NPNL は、4 個所の既設浄水場（チナイモ浄水場、カオリオ浄水場、ドンバン浄水場、ドンマッカイ浄水場）によって、都市部に水道水を供給しており、この都市部の将来計画給水区域は、7 郡に広がる。図 4.1.3 に現在と将来の計画給水区域を示す。



出典：JST

図 4.1.3 現在と将来の給水区域

以下、本節では、この計画給水区域（すなわち、首都ビエンチャンの都市部における現在および将来の給水区域）について言及する。

### (2) 家庭用水需要量

NPNL のデータによれば、2013 年の家庭用水量に対する有収水量は  $43,740,423\text{m}^3/\text{年}$ （日平均  $119,836\text{m}^3/\text{日}$ ）であった。一人当たりの水使用量は給水人口が 489,175 人であるため、原単位は 245 リッター/人/日 (lpcd) と計算される。過去 3 年の家庭用水使用量もまた約 235-245 lpcd であった。なお、過去の報告書では、2000 年に 182 lpcd、2005 年に 188 lpcd、2010 年に 208 lpcd とここ十数年で家庭用水需要量も増加の傾向が見られる。

一方、公共事業運輸省(MPWT)住宅・都市計画局(DHUP)の水道課(WSD)が発行し *Management and Technical Guidance Water Supply (2009)* は次のような水道計画の設計基準を定めている。

**表 4.1.5 水道計画における家庭様水使用量のガイドライン**

No	分類	既に給水している人口規模	l/p/c/d (lpcd)
I	Municipality	> 100,000	200 -250
II	Large City	50,000 - 100,000	120 - 200
III	Small City	20,000 - 50,000	100 - 120
IV	Small Town (but many people living)	5,000 - 20,000	80 - 120
V	Small Town (but not many people living)	2,000 - 5,000	60 - 80
VI	Community	< 2,000	40 - 60

出典: *Management and Technical Guidance Water Supply (2009)*, WSD of DHUP in MPWT

現在の首都ビエンチャンの家庭使用量は、ほぼガイドラインの上限値に達している。よってラオスの首都であることも考慮して、水需要予測では家庭用水量は、245 リッター/人/日 (lpcd) を適用する。

### (3) 非家庭用水需要量

NPNL のデータでは、2013 年の非家庭用水給水量は、2013 年で 10,613,657m<sup>3</sup>/year (日平均水量 29,078m<sup>3</sup>/日) であった。これは、家庭用水給水量の 24%であり、この比率は年々増加している (例えば、2009 年には 15%であった。)

一方で、WSM/P 2014 では、表 4.1.6 に示すように 2030 年までに 50%まで上昇することを予測している。

**表 4.1.6 WSM/P 2014 による非家庭用水の予測**

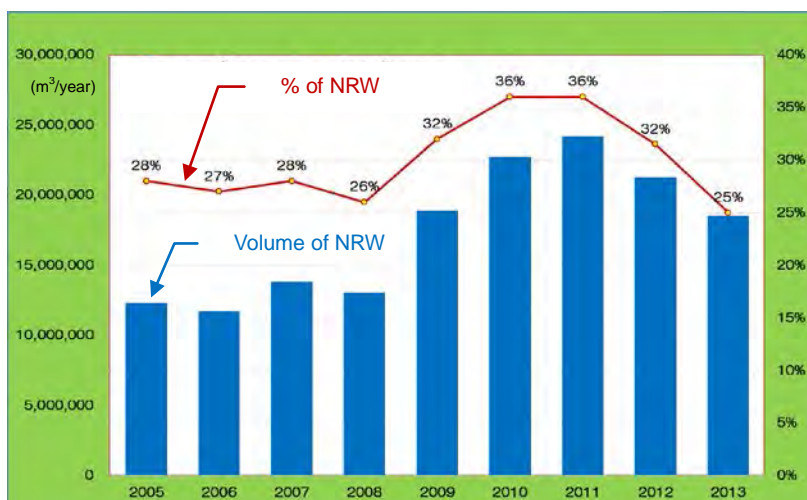
	2010	2015	2020	2025	2030
Non-Domestic Water Demand (m <sup>3</sup> /日)	22,175	37,117	49,606	73,878	99,636
Domestic Water Demand (m <sup>3</sup> /日)	100,803	123,722	141,731	164,174	199,273
Non-Domestic Water Demand (%)	22%	30%	35%	45%	50%

出典: *WSM/P 2014*, WAT, AfD, and NPPL

近年も非家庭用水量の比率が年々増している中で、SEZ の開発など、今後もその割合は急増してゆくものと見られる。よって、本調査でも、上記の WSM/P 2014 による非家庭用水の比率を水需要予測に使用する。

### (4) 無収水量 (NRW)

近年の NPPL のデータでは、2011 年に 36%であった無収水率は、2013 年に 25%と大幅に減少している。これは、AfD 支援による検針員の能力強化、水道メータ検査機材の調達とメータ検査、および水道メータ管理課の設立などの各種の活動による効果と考えられる。



出典：NPNL

図 4.1.4 首都ビエンチャンにおける NRW の推移

これらの活動が継続されることで、無収水率も今後さらに低下することが期待され、1年に1%程度の削減率を見込み、15年後の2030年には無収水率10%程度になるものと推定した。

#### (5) ピークファクター

チナイモ浄水場からの水生産量のデータを分析し、2013年の日最大給水量(100,773m<sup>3</sup>/日)は日平均給水量(91,627 m<sup>3</sup>/日)の1.1倍であった。このピークファクターを2030年までの日最大水需要量の計算にも適用する。

#### (6) 水需要予測の概要

給水人口、一人当たりの水使用量、非家庭用水需要量、無収水率、ピークファクターを設定し、2030年までの水需要予測の概要を表4.1.7に示す。また、詳細は、SUPPORTING REPORT, A6に示す。

表 4.1.7 水需要予測の概要

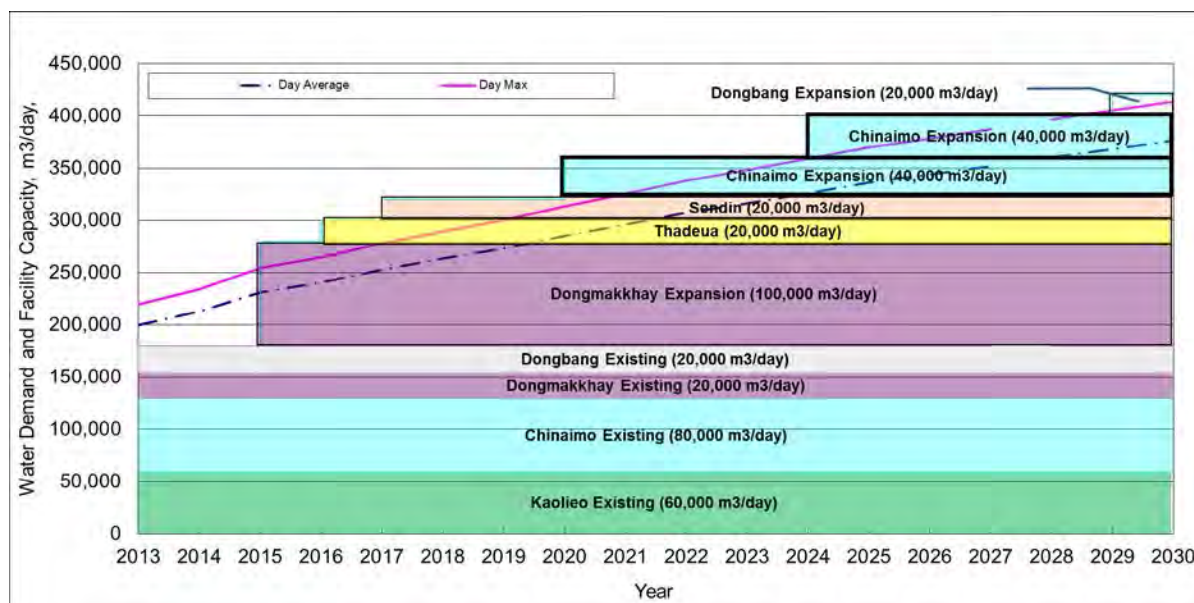
	単位	2013	2015	2020	2025	2030
首都ビエンチャン人口	人	854,069	906,082	1,050,397	1,217,698	1,411,648
都市部の人口*	人	675,751	700,498	766,891	840,368	921,787
給水人口（都市部）	人	489,175	557,287	689,167	804,207	921,787
水道普及率	%	72%	80%	90%	96%	100%
1人当たり水使用量	lpcd	245	245	245	245	245
家庭用水量	m <sup>3</sup> /日	119,848	136,535	168,846	197,031	225,838
非家庭用水量	%	24%	27%	35%	45%	50%
	m <sup>3</sup> /日	28,764	36,864	59,096	88,664	112,919
水需要量合計	m <sup>3</sup> /日	148,612	173,399	227,942	285,695	338,757
無収水量 (NRW)	%	25%	25%	20%	15%	10%
	m <sup>3</sup> /日	49,537	57,800	56,986	50,417	37,640
日平均水需要量	m <sup>3</sup> /日	199,619	231,199	284,928	336,112	376,397
ピークファクター		1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
日最大水需要量	m <sup>3</sup> /日	219,600	254,300	313,400	369,700	414,000

出典：JST

\*都市部の人口とは、将来計画給水地域の人口であり、7郡（チャンタブリー郡、シコッタボン郡、サイセタ郡、シサッタナク郡、ナサイトン郡、サイタニ郡、およびハドサイフォン郡）に広がる計画給水区域（現在の給水区域と将来の拡張区域）の人口を示す。

## 4.2 水道施設の段階的整備計画

既存の浄水場能力の合計は、現在 180,000m<sup>3</sup>/日（チナイモ浄水場の 80,000<sup>3</sup>/日、カオリオ浄水場の 60,000<sup>3</sup>/日、ドンマックイ浄水場の 20,000 m<sup>3</sup>/日、ドンバン浄水場の 20,000<sup>3</sup>/日）である。ドンマックイ浄水場拡張事業（100,000 m<sup>3</sup>/日の拡張）は、現在工事中で 2015 年に完工予定であり、また、タドゥア浄水場（20,000 m<sup>3</sup>/日）の建設も 2015 年 1 月より始まっており、2016 年に完工予定である。さらに、センディン浄水場（20,000 m<sup>3</sup>/日）が 2017 年にも供与開始を予定している。これらを鑑みて、チナイモ浄水場の拡張にかかる整備計画を図 4.2.1 に示す。



出典：JST

図 4.2.1 整備計画（チナイモ浄水場の段階的拡張 80,000 m<sup>3</sup>/日）

当初ラオス政府より要望があったチナイモ浄水場の拡張は40,000 m<sup>3</sup>/日であった。しかし、本調査での水需要予測の結果から、チナイモ浄水場を2020年までに40,000 m<sup>3</sup>/日拡張し、生産能力を120,000 m<sup>3</sup>/日に向上しても2024年以降に再び給水量が水需要量を下回り、水不足に陥ることが予想される。従って、チナイモ浄水場の拡張はフェーズ1（2020年までに40,000 m<sup>3</sup>/日の拡張）とフェーズ2（2024年までに、さらに40,000 m<sup>3</sup>/日の拡張）として段階的に現在の敷地内で最大限拡張可能な160,000 m<sup>3</sup>/日（合計80,000 m<sup>3</sup>/日の拡張）まで生産量を増加することを、ラオス政府と合意した。

段階的拡張をフェーズ1およびフェーズ2とし、概要を表4.2.1に示す。

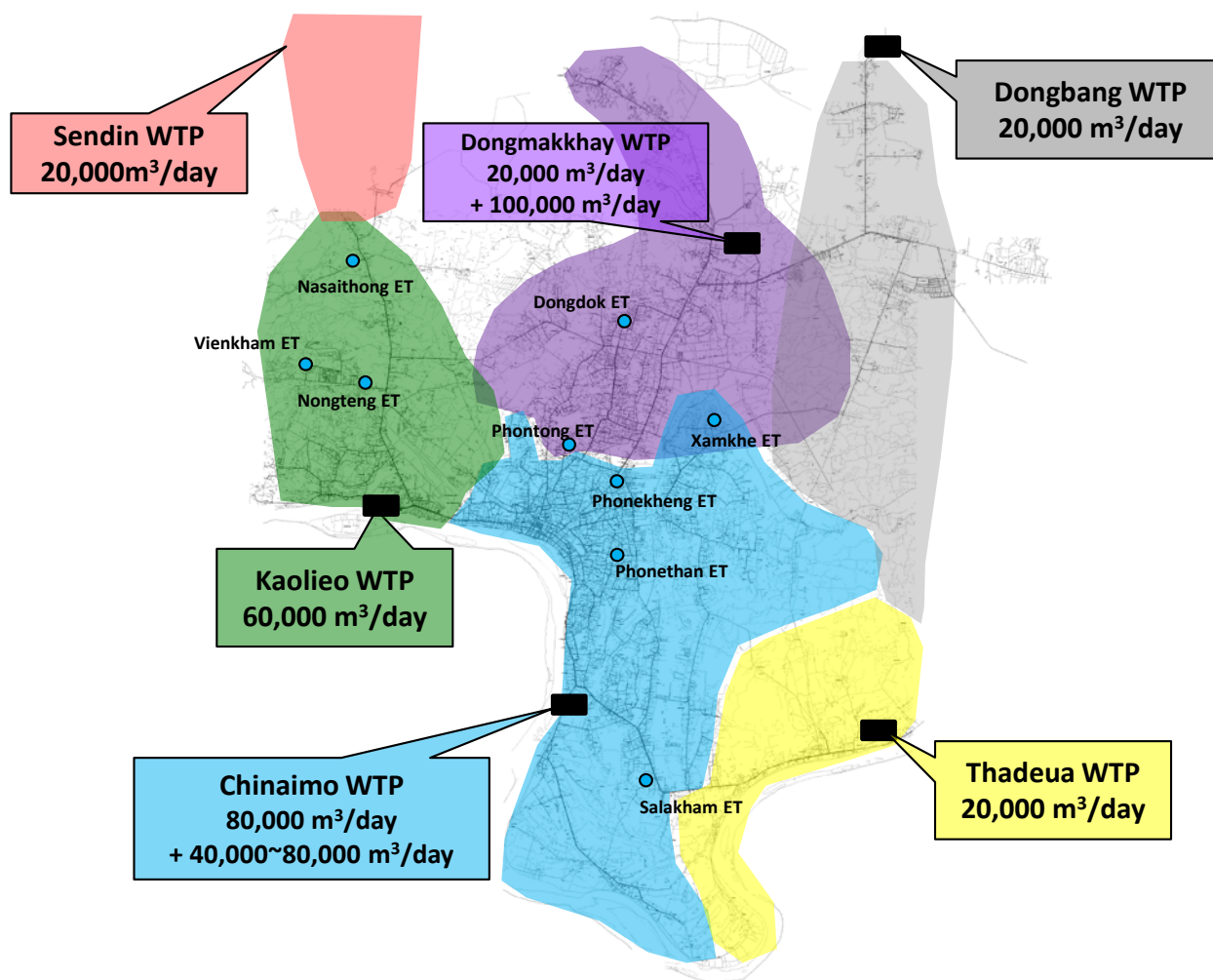
**表 4.2.1 フェーズ1とフェーズ2の概要**

フェーズ	チナイモ浄水場の施設能力	備考
フェーズ1	120,000m <sup>3</sup> /日	2020年までに既設80,000 m <sup>3</sup> /日に対して40,000 m <sup>3</sup> /日の拡張
フェーズ2	160,000m <sup>3</sup> /日	2024年までに既設120,000 m <sup>3</sup> /日に対して40,000 m <sup>3</sup> /日の拡張

出典：JST作成

### 4.3 拡張後のチナイモ浄水場及びその他の浄水場からの配水エリア

現在、首都ビエンチャン水道システムには配水ゾーニング計画が存在しない。しかしながら、将来の各浄水場からの配水境界の基本的な考え方は、関係当局の間で図4.3.1に示されるように理解されている。



出典：JST

図 4.3.1 各浄水場による配水境界の将来計画

チナイモ浄水場は、首都ビエンチャンの中心部だけでなく、サラカム高架水槽に向かうタドゥア道路に沿った地域等、首都ビエンチャン南部の主要な浄水場となる。首都ビエンチャン中心部への水供給は直接ポンプ配水だけでなく、ポンタン高架水槽からも配水される。タートルアンニュータウンへもチナイモ浄水場から主に供給されることになる。

タドゥア浄水場は、タドゥア道路と友好橋の近くの開発地域に沿った地域をカバーすることになる。タドゥア浄水場は システム設計に応じて 6,000 m<sup>3</sup>/日をタートルアンニュータウンに供給する。

ドンマッカイ浄水場もポンタン、ポンケン、ドンドック、及びサムケ高架水槽を介して首都ビエンチャンの北部と中心部への主な供給源となる。450 周年道路に沿った地域に対する供給は新しく設置された送水本管から分岐した支管により供給される。

カオリオ浄水場の供給エリアはドンマッカイ浄水場とチナイモ浄水場の拡張が完了後は 首都ビエンチャンの西部及び北西部へシフトされる。



ドンバン浄水場は首都ビエンチャンの北東に位置する新規開発工業地域へ主に供給することになる。

センディン浄水場はナサイトン郡に位置する中心の都会エリアから北西の部分カバーする。水供給システムはカオリオ供給システムとリンクすることがより良い。

#### 4.4 事業で拡張される水道施設の検討

首都ビエンチャンの水道システムの現況・問題点とチナイモ浄水場システムの現況を把握・考慮した上で、以下のような基本的コンセプトに基づき水道施設の拡張計画が検討された。

- (1) チナイモ浄水場は1980年に当初40,000 m<sup>3</sup>/日の処理施設が運転を開始して以降、1993 – 1996年に既存施設のリハビリと新たに40,000m<sup>3</sup>/日の処理施設の建設により処理能力が80,000 m<sup>3</sup>/日に拡張され、現在に至っている。当時設置されたポンプ等機械電気設備は、既に25~40年以上経過しているが、現在も利用されている。これらの機械電気設備を引き続き2020年以降さらに長期に亘って利用することについて、老朽化による停止やスペアパーツ入手の困難さ等の問題が懸念される。したがって、チナイモ浄水場の拡張にあたっては、2020年以降も引き続き80,000m<sup>3</sup>/日の現有処理能力が維持されるために、これらの古いポンプ等機械電気設備を更新する必要がある。
- (2) チナイモ浄水場の取水源はメコン河であるが、雨期には濁度が非常に高くなる傾向がある（過去の記録では4000 NTU）。したがって、浄水処理施設の計画にあたっては、こうした高濁度に対しても安定した処理水質かつ処理量を年間を通して確保できるプロセスが必要である。
- (3) また、メコン河の水位は年間で10m以上の変動があるため、取水ポンプ施設の計画にあたっては年間を通して一定の取水量を確保することが必要となる。
- (4) 浄水場施設の計画にあたっては、今後の運転維持管理の容易性や向上を考慮して、必要であればろ過池や薬注設備等の既存施設の改良や改修の必要性も含むこととする。
- (5) チナイモ浄水場の敷地が限られているため、施設の拡張についてはコンパクトな設計が望まれる。
- (6) 配水システムについては高架水槽を利用し自然流下による配水するエリアとチナイモ浄水場からのポンプ圧送による直接配水によるエリアを区別する。既存のポンタン、サムケおよびサラカムの各高架水槽を有効に利用し、そこからの自然流下で配水するエリアを分離し配水コントロールを簡素化し、それ以外のエリアにおいてはチナイモ浄水場からの一定水圧制御によるポンプ圧送による配水とする。
- (7) 送配水システムのコントロールについては、メンテナンス頻度が低くシンプルかつ信頼性の高い操作性を考慮したシステムを検討する。

上記コンセプトに基づいて、取水ポンプ、送配水ポンプの水理計算を行い、経済的なポンプの台数と制御方法を検討した。また管網計算による分析も踏まえながら、チナイモ系統の給水区域の設定や必要な送配水管の管径、その他、配水センターの位置や容量も検討した。なお、検討した事柄は、調査期間中のインテリムレポート協議やドラフト・ファイナルレポート協議により適宜、ラオス政府側と確認を行い、決定した。

## 4.5 事業の全体計画

### 4.5.1 事業の全体計画について

上述のとおり、事業目標年次である 2030 年までに、チナイモ浄水場は処理能力 160,000 m<sup>3</sup>/日まで拡張する必要があるが、首都ビエンチャンの水需要に対応して柔軟かつ時宜を得た整備を進めることが肝要であり段階的な拡張整備を行うことが妥当である。

よって 4.2 でも 議論したようにチナイモ浄水場をフェーズ 1 とフェーズ 2 の段階による整備を以降検討する。

フェーズ 1 の建設は、2020 年に完了され、建設された施設により需要予測通りに推移すれば 2025 年までの水需要にまで対応できるとみられている。並行して、フェーズ 2 施設は、2024 年までに建設され 2030 年までの水需要増加に対応できるよう実施されなければならない。

WSM/P 2014 に記載されている将来のプロジェクトには、ドンマッカイ上水道拡張事業、タドゥア給水事業、チナイモ拡張事業、タンゴン給水事業、ノンダ給水事業、およびドンバン上水道拡張事業があるが、現在進行中のプロジェクトは、ドンマッカイ上水道拡張事業とタドゥア給水事業である。また、その他のプロジェクトについて、センディン給水事業があり、現在、NPNL とラオス民間企業の間で 2014 年 5 月に覚書を交わした段階である。

ドンマッカイ浄水場は、現在建設中で 2015 年に完成予定であるが、導水管・送水管の建設はまだ着手されていない（2015 年 1 月現在）。これらに要する建設期間を考えるとドンマッカイ浄水場の供用開始は早くても 2016 年初頭とみられる。

タドゥア給水事業の建設は 2015 年 1 月に開始され、2016 年末に供用開始が見込まれている。

センディン給水事業についても、今後、契約を結び、2017 年より供与開始を計画している。

チナイモ拡張事業においては、上述の関連プロジェクトの実施状況も踏まえながら、段階的に整備していくことが妥当であると思料される。

### 4.5.2 全体計画の基本的な考え方

前節の 4.2 で示したように、チナイモ浄水場はフェーズ 1 実施後に 120,000m<sup>3</sup>/日、フェーズ 2 実施後に 160,000m<sup>3</sup>/日の送配水能力を有する。また、チナイモ浄水場を段階的に拡張する場合、全体計画における基本的な考え方を整理する必要がある。その基本的な考え方を以下に示す。

- 浄水施設や送配水管など段階的整備が可能な施設はフェーズ 1（120,000m<sup>3</sup>/日）、フェーズ 2（160,000m<sup>3</sup>/日）で段階的に整備を行う。
- 取水施設や配水池など施設の性質上段階的に整備することができない施設は、フェーズ 1 において、フェーズ 2（160,000m<sup>3</sup>/日）実施を前提とした施設容量に合わせて整備を行う。

上記の考え方にに基づき、本事業における各施設の全体工程計画の考え方を表 4.5.1 に示す。

表 4.5.1 各施設の全体工程計画の考え方

施設	段階的整備の考え方	備考
取水施設	• フェーズ2 (160,000 m <sup>3</sup> /日) に合わせて整備する。	段階的整備不可
導水管	同上	段階的整備不可
浄水施設	• フェーズ1 : 120,000 m <sup>3</sup> /日に合わせて整備する。 • フェーズ2 : 160,000 m <sup>3</sup> /日に合わせて整備する。	段階的整備可
配水池	• フェーズ1 : 160,000 m <sup>3</sup> /日に合わせて整備する。	段階的整備不可
ポンプ (取水、送配水)	• フェーズ1 : 120,000 m <sup>3</sup> /日に合わせて整備する。 • フェーズ2 : 160,000 m <sup>3</sup> /日に合わせて整備する。	段階的整備可
送配水管	• フェーズ1 では、120,000 m <sup>3</sup> /日の供給量を考慮して給水区域を設定する。 • フェーズ1 で整備する管路は、フェーズ2 の160,000 m <sup>3</sup> /日に合わせた管路口径で整備する。	段階的整備可

出典：JST 作成

### 4.5.3 フェーズプラン

上述した全体計画の考え方に基づいて、各施設をフェーズ分けした結果を表 4.5.2 に示す。

表 4.5.2 各フェーズの事業スコープの主な内容

コンポーネント	フェーズ1の内容	フェーズ2の内容
1) チナイモ浄水場の原水取水ポンプ場の新設	<ul style="list-style-type: none"> <li>取水施設土木構造物の建設</li> <li>120,000 m<sup>3</sup>/日浄水生産のための取水ポンプの設置</li> <li>導水管の新設</li> <li>受変電設備の新設</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>40,000 m<sup>3</sup>/日の追加浄水生産のための取水ポンプの設置</li> </ul>
2) チナイモ浄水場施設の拡張建設	<ul style="list-style-type: none"> <li>40,000 m<sup>3</sup>/日能力の浄水施設拡張建設(着水井、ブロック形成池、沈澱池、ろ過池、薬注設備)</li> <li>受変電設備の新設</li> <li>新規送配水ポンプ設備の設置</li> <li>新規運転管理棟の建設</li> <li>新規送配水ポンプ場の建設</li> <li>新規薬注棟の建設</li> <li>新規浄水池の建設</li> <li>既存ろ過池の改造</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>40,000 m<sup>3</sup>/日能力の浄水施設拡張建設(着水井、ブロック形成池、沈澱池、ろ過池、薬注設備)</li> <li>送配水ポンプ設備の追加設置</li> </ul>
3) サラカム配水センターの建設	<ul style="list-style-type: none"> <li>サラカム配水センターの建設(地上配水池の新設、揚水ポンプ設備の新設、高架水槽の新設)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>揚水ポンプの追加設置</li> </ul>
4) 送・配水管路施設の拡張	<ul style="list-style-type: none"> <li>サラカム配水センターへの送水管の新設(5,815 m)</li> <li>既存送水管からポンタン高架水槽への分岐管の布設替(885 m)</li> <li>配水管の設置(約43 km)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>配水管の設置(約98 km)</li> </ul>

出典：JST

## 5. 事業概要

### 5.1 施設計画

#### (1) 取水および浄水施設

取水及び浄水施設は、下記条件のもと施設計画を行った。図 5.1.1 に 2030 年におけるチナイモ取水ポンプ場とチナイモ浄水場の整備概要図を示す。

- 1) 将来の施設の配置計画は、利用できる敷地等を注意深く検討して、取水ポンプ場および浄水場とも現有の敷地範囲内で実施する。
- 2) 新たな取水ポンプ場が既存の上流側の敷地に建設する。
- 3) 浄水場については、フェーズ 1 の拡張分について現有浄水場敷地の東側のスペースに十分、ブロック形成池、沈澱池、ろ過池を建設する。しかし、隣接する国防省管轄の士官学校（Kaysone Phomvihane Academy of National Defense）との敷地の境にフェンスがあり、フェンスは拡張工事中に一時的に撤去する。また、フェンスに沿ってすくなくとも 5～10m 程度軍用地側の土地を建設中には借用する。
- 4) フェーズ 2 においては、既存の管理棟のある場所を利用すれば拡張が可能であり、また施設自体の老朽化も見られるため、フェーズ 2 では管理棟を取り壊す。フェーズ 1 では、新しく機能が強化される水質試験室と中央監視室を持つ管理棟が取水ポンプ場側敷地に建設する。
- 5) 新しい配水池はフェーズ 1 において敷地内地下に増設する。新規の薬注棟と送配水ポンプ場は、この地下式配水池の上部を利用して建設する。



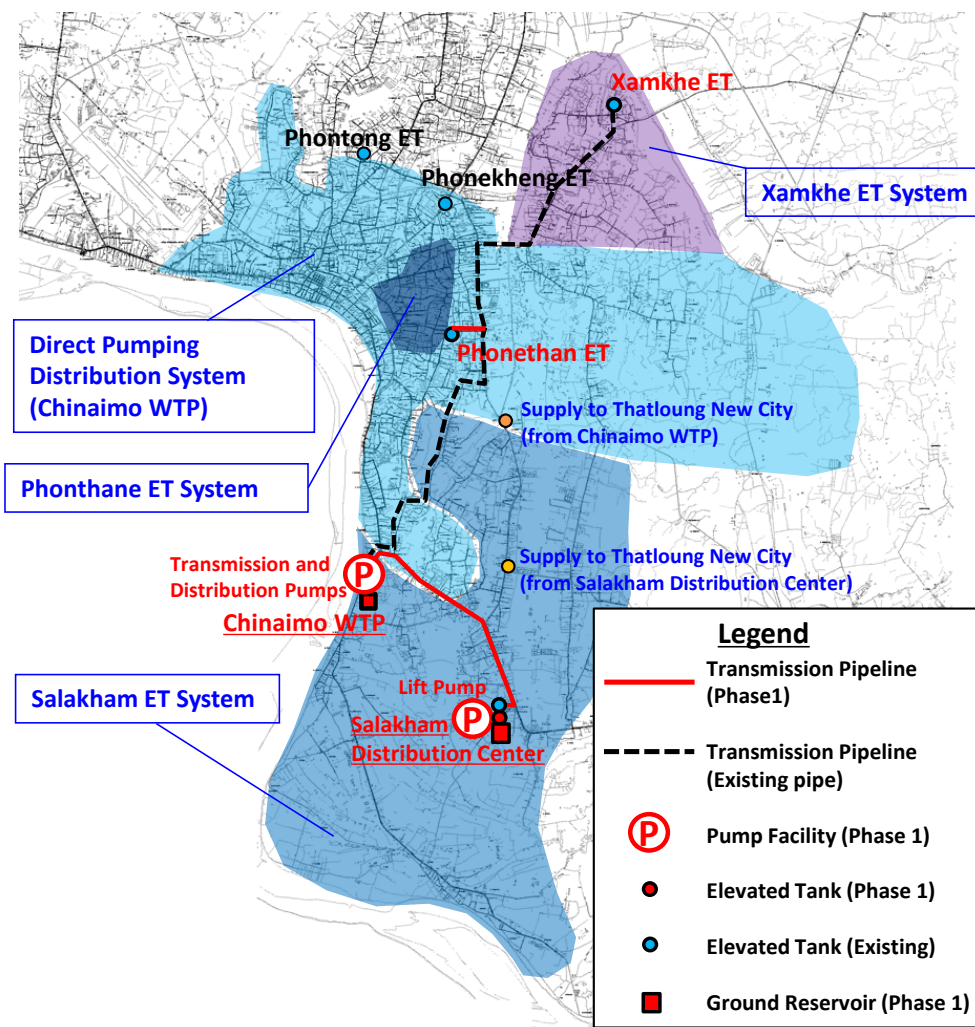
出典：JST 作成

図 5.1.1 チナイモ浄水場拡張と取水ポンプ場拡張の配置図

## (2) 送配水システム

図 5.1.2 に、チナイモ浄水場からの送配水システムの拡張の概略図を示す。送配水システムは、以下の三つのシステムからなる。

- 6) サムケおよびポンタン高架水槽への送水システムとそこからの配水システム
- 7) サラカム配水センターとそこからの配水システム
- 8) チナイモ浄水場からの直接ポンプ配水システム



出典：JST 作成

図 5.1.2 チナイモ浄水場からの送水システムおよび配水エリアの概略計画図

チナイモ浄水場から送水管は 2 系統となり、一つは既存ポンタン高架水槽とサムケ高架水槽へ送水する系統で、もう一つは新たに設立されるサラカム配水センターへ送る系統である。

ポンタン高架水槽およびサムケ高架水槽への既存送水管は引き続き利用される。これらの高架水槽から自然流下で配水される区域は、チナイモ浄水場から直接ポンプにより配水される区域とバルブで仕切られる。

既存サラカム高架水槽のサイトは、新たにサラカム配水センターとして機能が強化され、 $1,500\text{m}^3$  の既存高架水槽に加え、 $2,000\text{ m}^3$  の新設高架水槽と揚水ポンプ設備を付帯する  $5,200\text{ m}^3$  の地上水槽が建設される。この配水センターは、首都ビエンチャン南部方面の新規給水エリアとチナイモ浄水場から現状ポンプ直送によっている既存給水エリアの一部を取り込み、自然流下にて配水する。

首都ビエンチャンの中心部の多くは、現状と同様チナイモ浄水場からのポンプ直送により配水されるが、十分な配水圧の流量の確保のため配水管の増強が必要となる。

## 5.2 施設設計

### 5.2.1 チナイモ取水ポンプ場

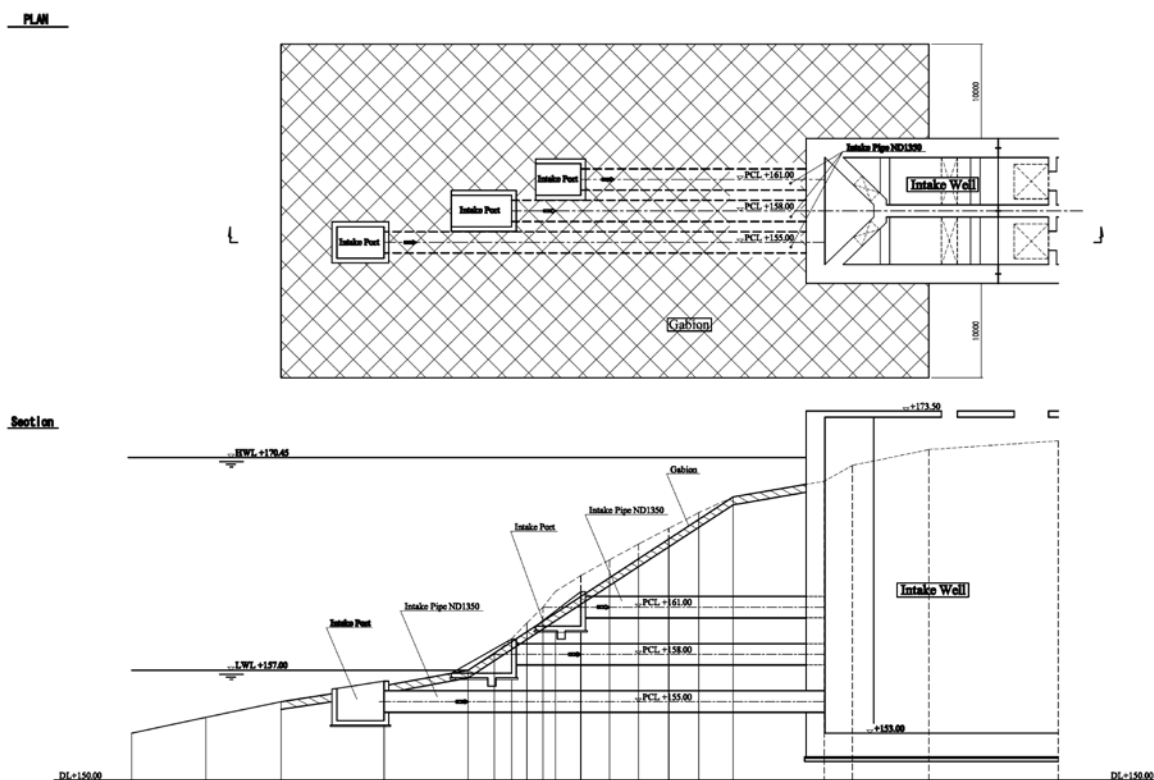
既存のチナイモ取水ポンプ場の直上流側に新たな取水ポンプ場を建設する。

メコン河の水位は、年間で 10m 以上の水位変動があるため、取水施設は、水位変動に合わせて取水が可能ないように、口径 1350mm の取水パイプ 3 本を、それぞれ高中低の異なるレベルに設置した施設とする。

#### 1) 取水スクリーン

浄水場長の報告によると、メコン河水中に流下してくるプラスチックやビニール類のごみが取水ポンプ井に入り、取水ポンプのインペラに絡まる事故が発生する。そのため、新設のポンプ場では、電動式の荒目および細めのスクリーンを設置し、これらの異物の取水ポンプ井への流入を防ぐ設計とする。

図 5.2.1 に新規の取水ポンプ場の概略平面図と断面図を示す。



出典：JST

図 5.2.1 新規取水ポンプ場の概略平面図・断面図

#### 2) 取水ポンプ設備

##### a. 基本設計条件

表 5.2.1 に新設する取水ポンプの基本設計条件を示す。

表 5.2.1 取水ポンプの基本設計条件

設計項目	容量	備考
ポンプ吐出量	127,400 m <sup>3</sup> /日 (168,000 m <sup>3</sup> /日)	Phase 1 (Phase 2)
最低吸込み水位	+157 m	LWL
平均吸込み水位	+164 m	設計ポンプ運転点として採用 (メコン河の平均水位)
最大ポンプ実揚程	Max.: +19.5 m	新設着水井の水位 (最低水位+157 m から+16.5 m)
吐出側パイプ損失水頭	1.5 m	
ポンプ周り損失水頭 (余裕値)	1.0 m	
最大ポンプ全揚程	22 m	19.5 m + 1.5 m + 1.0 m = 20 m

出典：JST

## b. ポンプ形式の選定

最も適したポンプ形式の選定のため、適用可能と考えられる以下の3つのポンプ形式、1) 縦軸斜流ポンプ、2)水中モーターポンプ、3)両吸い込み渦巻きポンプを比較検討する。

表 5.2.2 に三つのタイプの比較検討結果を示す。

表 5.2.2 取水ポンプ形式の比較

項目	縦軸斜流ポンプ	封水式水中モーターポンプ	両吸い込み渦巻きポンプ
適用汎用度	極めて一般的	一般的	極めて一般的
要求吐出量および揚程への適合性	可能	可能	可能
インペラタイプ	オープン	オープン	クローズ
ポンプ構造	水封した構造の中に長いシャフトと多くのベアリングを必要とし複雑である。	単純である。	グランド部に封水が必要なためやや複雑である。
運転	圧力封水供給が常時必要。	特に操作は必要ない。	圧力封水供給が常時必要。
メンテナンス	ベアリング交換に技能を要する。	特になし。	グランドパッキンの交換が必要。
設置スペース	小	小	メコン河からの取水には、広いスペースのある深いポンプピットに設置する必要がある。
浮遊物対策	荒目スクリーンが必要	荒目スクリーンが必要	荒目と細目スクリーンが必要
価格比較	1.00 (基準値)	1.05	0.70

出典：JST



比較の結果、封水式水中モーターポンプを以下の理由から選定することとする。

- 1994年に設置された既存封水式水中モーターポンプはチナイモ浄水場およびカオリオ浄水場において大きなトラブルもなく20年以上運転されてきた実績がある。
- NPNLは、このタイプのポンプの運転操作に対し長い経験を有している。
- 特段のメンテナンスの必要がなく、既存の縦軸斜流ポンプと比較しても、スペアパーツの必要性が低く、メンテナンス上非常に有利である。
- 設置が簡単であり、また複雑な付帯設備を必要としない。
- 取水ポンプ場敷地の用地が限られておりスペースを取らない。

### c. ポンプ能力とポンプ台数

チナイモ浄水場の拡張フェーズに合わせたポンプ設置計画を表 5.2.3 に示す。また、既存の取水ポンプについては、撤去せず、非常用のスタンバイとして現状のままとする。

**表 5.2.3 各フェーズにおける新設取水ポンプ台数とポンプ能力**

項目	フェーズ 1	フェーズ 2	計
ポンプの必要新設台数	3	2	5
ポンプの運転台数	3	4	4
各ポンプの能力	29.5 m <sup>3</sup> /min	29.5 m <sup>3</sup> /min	29.5 m <sup>3</sup> /min
ポンプ能力合計	88.5 m <sup>3</sup> /min (127,400 m <sup>3</sup> /日)	118 m <sup>3</sup> /min (169,920m <sup>3</sup> /日)	118 m <sup>3</sup> /min

出典：JST

### 3) 原水流量コントロール

取水ポンプの吸い込み側水位が+157 m から +170.45 m と大きく変動することから、ポンプの吐出し量も変動する。そのため、流量コントロールを適切に行わなければ、流量過大となりポンプのモーターの過負荷やポンプの振動やキャビテーションの原因となる。

そこで、ポンプをこうしたダメージから守るためだけでなく、メコン河の水位変動にかかわらず年間を通して安定した取水を確保するためには、ポンプの吐出し流量のコントロールが必要である。これには、一般に二つの方法がある。1) ポンプの回転数は固定でポンプ吐出側弁を制御する方式、2) ポンプの回転数制御による方式がある。

### ポンプ吐出流量コントロール方法のコスト比較

上記の二つの流量コントロール方法について、下記条件において現在価値分析によりコスト比較を行った。

- 電気代: 11 円/ kWh (734 LAK/ kWh)
- 割引率: 3.27 %
- 開始年度: 2014

- 運転期間 2019年から2038年までの20年間
- 1年のうち、3か月は最大流量で、残りの月数は日平均流量で運転されるとした。

表 5.2.4.に比較結果を整理する。

**表 5.2.4 取水ポンプの吐出流量コントロール方法のコスト比較**

項目	台数制御 (百万円)	回転数制御 (百万円)
調達・設置費の現在価値 (Phase 1)	116	163
調達・設置費の現在価値(Phase 2)	68	96
調達・設置費の現在価値計*1	184	259
運転費の現在価値 (Phase 1)	115	93
運転費の現在価値 (Phase 2)	449	314
運転費の現在価値計*2	564	407
合計(*1 + *2)	748	666

出典：JST

ポンプ制御方式の検討において、台数制御の方が、調達・設置費（初期費用）は小さいが、運転費を含む合計としては、台数制御の方が回転数制御よりも高い結果となった。この結果から、初期費用+運転費を総合的に評価して回転数制御による方法を適応する。

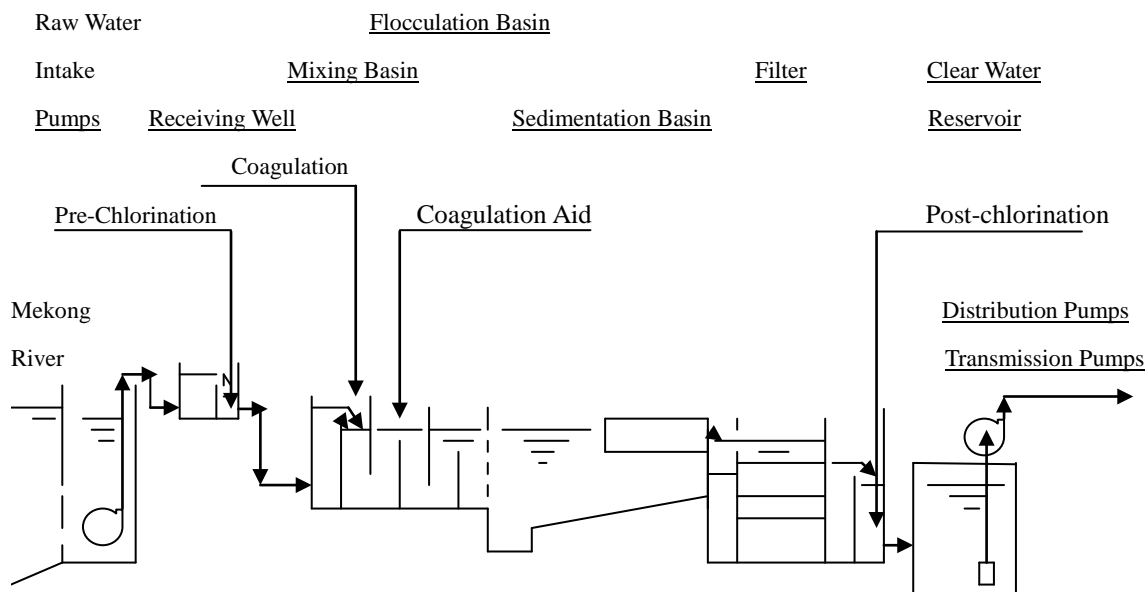
## 5.2.2 チナイモ浄水場

メコン河の原水水質は、雨期における非常な高濁度と通年の高アルカリ度を特徴とする。過去の水質分析結果では最高濁度 4,000 NTU 超の記録がある。しかし既設の急速ろ過システムを採用しているチナイモ浄水場は、1980年の操業開始以来、長期に亘りその機能を十分に発揮している。

1980年開設の当初のチナイモ浄水場は、機械式フラッシュミキサーと水平パドル型機械式フロキュレーターを備えていた。しかし、急速混和池やフロック形成池における機械式攪拌機のほとんどは、高濁度期に堆積したスラッジのため損傷してしまった。損傷を受けた大部分の攪拌機は1994年～1995年の無償資金協力による改修工事開始以前に撤去されていた。この改修工事では機械式攪拌機は全て水流攪拌式に置き換えられ、水流攪拌方式は現在も稼働している。

以上から、水流攪拌式とともに、既設同様の従来型急速ろ過システムを本調査でも採用する。

提案する水処理プロセスと薬品適用の概要は図 5.2.2 のプロセス・フロー図に示すとおりである。



出典：JST

図 5.2.2 新設チナイモ浄水場の処理プロセス・フロー図

表 5.2.5 浄水施設の概要

施設名	寸法、形式、仕様
着水井 (Receiving Well)	鉄筋コンクリート造 池数: 1 井 水位: HWL+176.50m    LWL+175.50m 滞留時間: T=2min, 容量: V=240 m <sup>3</sup>
急速混和池 (Rapid Mixing Basin)	鉄筋コンクリート造 池数: 1 池 (44,000 m <sup>3</sup> /日) 攪拌方式: 水流による混和
フロック形成池 (Flocculation Basin)	鉄筋コンクリート造 池数: 4 池 (44,000 m <sup>3</sup> /日) 攪拌方式: 上下迂流式 滞留時間: T=21min, 池内平均流速: V=12.20 cm/s
沈澱池 (Sedimentation Basin)	鉄筋コンクリート造 池数: 2 池(44,000 m <sup>3</sup> /日) 表面負荷率: Q/A=17 mm/min、池内平均流速: V=0.38 m/min
ろ過池 (Filter)	鉄筋コンクリート造 池数: 4 池 (44,000 m <sup>3</sup> /日) ろ過面積: 1 池当たり 77 m <sup>2</sup> , ろ過速度: V=143.00 m/日
逆洗ポンプ (Backwash Pumps)	型式: 封水式水中モーターポンプ 台数: 3 台 (2 常用 + 1 予備) 吐出量: 15.5 m <sup>3</sup> /min, 吐出圧: 10 m, モーター出力 t: 45 kW
ブローア (Blowers)	型式: ロータリータイプ、消音器付 台数: 2 台 (1 常用 + 1 予備) 吐出量: 96 m <sup>3</sup> /min, 吐出圧: 35 kPa, モーター出力: 110 kW
浄水池 (Clear Water Reservoir)	鉄筋コンクリート造 池数: 1 池 水位: HWL+170.61m    LWL+165.61m 有効容積: V=9,800 m <sup>3</sup> (4,900m <sup>3</sup> × 2)

出典：JST

## 1) 着水井

既設浄水場は着水井と急速混和池とを兼ねた構造をもつ。原水はこの着水井兼急速混和池に設けられた4基の分配堰によって4系統のフロック形成池に分配される。

拡張計画では1基の新規着水井が設けられ原水流量の安定と、処理プロセスへの一定水頭での重力導水とが図られる。着水井の設置場所は下流側処理プロセスから何らの影響も受けることなく取水ポンプが運転できるように新設取水ポンプ場の下流側直後とする。原水は、分配堰から自然流下で原水導水管に導けるように十分な損失水頭をもたせて着水井に揚水される。続いて、原水は既設の着水井兼急速混和池および新設急速混和池に導水される。各急速混和池への原水流量は各急速混和池への流入管に設置された流量調節弁と流量計によって制御される。

## 2) 急速混和池

急速混和池においては落水によって生成した水流攪拌が行われる。既設の急速混和池には次段のフロック形成プロセスに原水を分配する4基の分配堰がある。落水はこれらの分配堰によって生まれ、この水量攪拌に必要な水頭はおよそ40cmである。

本拡張計画では同様の水跳式の急速混和池を採用する。凝集剤(硫酸バンド)は全水量との急速混和が瞬時にできるように分配堰の上で分散される。

## 3) フロック形成池

縦型上下水流式フロック形成方式、すなわち既設方式と同型を採用する。同様にGT値100sec<sup>-1</sup>から20sec<sup>-1</sup>範囲とするテーパー・フロキュレーションを採用する。フロック形成池での全水頭損失はおよそ0.3mで滞留時間は約20分である。

## 4) 沈殿池

既設の沈殿池は約20m長の流出ロンダーをもつ水平流型である。既設沈殿池の主な設計諸元は次のようであり、拡張計画においても同様の設計要項とする。

既設沈殿池の池数	:	4池
沈殿池寸法	:	W 13.6 m x L 64 m
滞留時間	:	160分
表面負荷率	:	17 mm/分
水平流速	:	0.38 m/分 (平均)
流出ロンダー負荷率	:	138 m <sup>3</sup> /日/m
スラッジ除去方法	:	人力による水洗浄

## 5) ろ過池

既設急速砂ろ過池は空気・水同時洗浄方式である。既設ろ過池の主要設計要項を表5.2.6に示す。

表 5.2.6 既設ろ過池の主な設計諸元

項目	要項
ろ過池数:	8 池
ろ過面積:	77 m <sup>2</sup> /1 池当たり
ろ過速度:	6 m/hr
ろ過砂有効径:	1.0 mm (均等係数 1.3)
ろ過砂層厚:	砂 1000 mm, 砂利 40 mm
下部集水装置:	50 mm ポーラスコンクリートスラブ
逆洗流速:	0.36 m <sup>3</sup> /min/m <sup>2</sup>
逆洗時間 (設計値) :	20 minutes
ろ過制御方式:	定速式 (valvocet による)

出典 : JST

ろ過池数はフェーズ 1 では 12 池となり、フェーズ 2 拡張では 16 池となる。ろ過池寸法は既設と同一とするが拡張分および既設改修分ともろ過能力向上のための変更や改良が加えられる。

新設ろ過池の主要設計諸元は表 5.2.7 に示すとおりである。

表 5.2.7 新設ろ過池の主な設計諸元

項目	要項
ろ過池数:	12 池 (フェーズ 1) 16 池 (フェーズ 2)
ろ過面積:	77 m <sup>2</sup> /1 池当たり
ろ過速度:	6 m/hr
ろ過砂有効径:	1.0 mm (uniformity coefficient 1.3)
ろ過砂層厚:	砂: 1000 mm, 砂利: 40 mm
下部集水装置:	ノズル付コンクリートスラブ
逆洗流速:	0.4 m <sup>3</sup> /min/m <sup>2</sup> (0.2 m <sup>3</sup> /min/m <sup>2</sup> 空気水同時洗浄時)
空洗速度:	1.0 m <sup>3</sup> /min/m <sup>2</sup>
逆洗時間 (設計値) :	20 minutes (暫定)
ろ過制御方式:	減衰式

出典 : JST

#### a. 下部集水装置

空気・水の同時洗浄方式を採用するが、下部集水装置は集水ノズル方式を採用するように変更する。これは既設の多孔コンクリートスラブ方式が度々、逆洗時に損傷しその修理に 1～2 ヶ月といった長期間を要するためである。結局のところ損傷したろ過池は長期間の使用不能となる。長期のろ過運転で多孔コンクリートスラブの内側に徐々に目詰まりが生じることにより空気洗浄・水洗浄の圧力がスラブ内で上昇しついにはスラブが損傷すると考えられる。

ノズル式下部集水装置は損傷した場合でも容易に予備のノズルと交換できることからメンテナンスが容易である。ノズル式下部集水装置は世界中の水道事業体において長期運転の実績があり、空気・水の同時洗浄方式も本方式に適用可能である。

## b. ろ過流入

既設沈殿池の上澄水は流出ロンドーで集水され、幅 1000 mm x 深さ 400 mm の 2 基の開口部をとおして各ろ過池に導水される。開口部を通したろ過池流入水の水流が強すぎ流量を制御する装置もないため、ろ過砂表面を攪拌してしまうことが逆洗後に観察されている。この改良策として流入力を消失させる流入ガイドを設ける。

## c. 逆洗水配管システム

既設の逆洗水システムは逆洗水がろ過水渠からろ過池操作廊上部の高架水槽に揚水され、そこから逆洗水が重力でろ過池に注入される方式である。既存の逆洗システムは空気・水の同時洗浄モードを意図しているものの、現実の運転方法は空洗後に水洗浄単独を行っている。これは逆洗水流量を制御する装置がないためであり、一定流量方式が水単独洗浄と空気・水の同時洗浄との両方に採用されているためである。水単独洗浄と空気・水の同時洗浄とでは異なる水洗浄流速にするのが同時洗浄方式では一般的である。通常、空気・水の同時洗浄工程では逆洗水流速を小さくしている。もしも空気・水の同時洗浄時に逆洗水流速大を採用するるとろ過砂の消失が増加することになる。

この問題を改善するために逆洗水を直接、ろ過池にポンプ圧送し、制御弁と流量計とにより最適な範囲に流量調整することを提案する。逆洗流量は逆洗工程に連動して制御弁により調整される。

提案される空気・水同時洗浄方法は以下のとおりである。

逆洗工程	空気	水
空洗 (空気単独)	1.0 m <sup>3</sup> /min/m <sup>2</sup>	—
空気・水同時洗浄	1.0 m <sup>3</sup> /min/m <sup>2</sup>	0.2 m <sup>3</sup> /min/m <sup>2</sup>
水洗 (水単独)	—	0.4 m <sup>3</sup> /min/m <sup>2</sup>

各洗浄工程の時間長さは実運転経験で調整されるが、空洗 (2~3 分間)、同時洗浄 (4~6 分間) および水洗浄 (5~8 分間) が通常、採用されている。

## d. ろ過砂

チナイモ浄水場は 1980 年以来運転され、1994 年 - 1996 年の間に改修および拡張工事が実施された。改修工事期間には既設ろ過池のろ過砂は均等係数調整のための篩い分けのみが実施されたものの砂の交換は行われなかった。既設ろ過砂は現在まで長期間継続して使用され、砂が空洗・逆洗で既に摩耗し有効径が減少しているものと想定される。したがって本計画ではろ過砂の取り換えを含むこととする。

## e. ろ過制御システム

既設ろ過池は envico 社の製品で、現在では製造が中止されている「valvocets」というろ過制御装置を用いている。この「valvocets」は既に 20 年以上も使われている。

このようろ過制御装置は、最初のチナイモ浄水場が 1970 年代に建設された当時、ろ過池数は 4 池のみで設計されていたため、少ない池数でろ過池を制御するために必要なものであった。しかしろ過池数が 12 池となる拡張工事後には多くのろ過池が同時運転となることもあり、より簡便なるろ過制御システムを適用するのが妥当と考えられる。既設の「valvocets」を撤去し、各池のろ過水流出管に制御弁と流量計とを設ける方式とする。

## f. 逆洗ポンプおよびブロワー

既設の逆洗水ポンプと空洗ブロワーは、現在も稼働中であるが既に老朽化が進んでいると判断される。それらは全て本計画では新品に取り換える設計とする。新規逆洗水ポンプは新ポンプ室に設置し、新空洗ブロワは新ろ過棟の管廊内に設置する設計とする。

新逆洗水ポンプと空洗ブロワの基本仕様を表 5.2.8 に示す。

**表 5.2.8 新逆洗水ポンプと空洗ブロワの基本仕様**

	逆洗水ポンプ	空洗ブロワ
形式	水封式潜水ポンプ	ロータリー式一軸型 ルーツブロワ (ファン付防音箱収納)
台数	3 台 (常用 2 + 予備 1)	2 台 (常用 1 + 予備 1)
ポンプ能力 (CMM)	15.5	96
吐き出し圧力	10 m	35 KPa
回転数 min <sup>-1</sup>	990	1450
モーター出力 kW	45	110
供給電力 V	380	380

出典：JST

## 6) 薬品注入システム

処理工程に使用される薬品を表 5.2.9 に要約して示す。新設浄水工程の薬注点は、同様な原水水質傾向が将来も続くであろうとの仮定のもとで現状施設運転経験に基き推奨している。

**表 5.2.9 浄水処理に使用する薬品**

薬品名	使用目的	注入点
硫酸バンド(固形)	凝集剤	急速混和池
ポリマー	凝集助剤	フロック形成池
前塩素 (塩素ガス)	消毒剤・酸化剤	着水井
後塩素 (塩素ガスおよび 緊急時用 次亜塩素酸 カルシウム)	酸化剤	ろ過水流出渠

出典：JST

チナイモ浄水場における 35 年以上に及ぶメコン河原水処理の経験およびチナイモ浄水場水質試験室で得られた実際の薬注記録とに基づき、本事業計画における薬品注入率の範囲は表 5.2.10 に示すように設定された。

表 5.2.10 薬品注入率の範囲 (案)

注入率	硫酸バンド	ポリマー	前塩素	後塩素
最大 (mg/l)	100	1	1	2
平均 (mg/l)	35	0.3	0.5	1
最低 (mg/l)	10	0.05	0.2	0.5

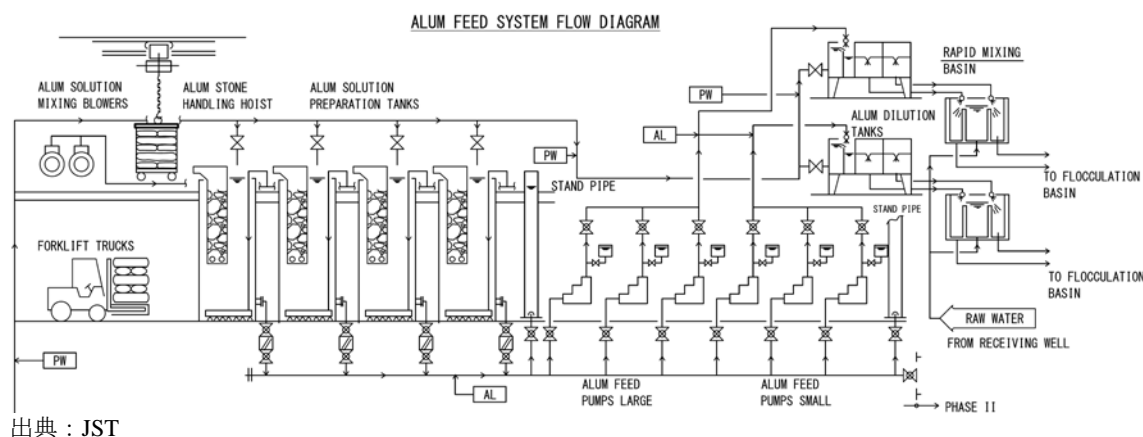
出典：JST

## a. 硫酸バンド注入システム

カオリオ浄水場で採用されている固形硫酸バンドを使用する。固形硫酸バンドは空気吹き込み攪拌によってFRP製水槽内にて10% または20%溶液に溶解し、この溶液を定量ポンプで注入する。硫酸バンド注入システムの主要要素機器仕様は以下のとおりである。:

硫酸バンド溶解槽数	:	4 基
溶解槽容量	:	15 m <sup>3</sup>
注入ポンプの形式	:	ダイヤフラム式定量ポンプ
注入ポンプの能力	:	大 1.37 ~ 13.7 l/min 小 0.75 ~ 7.5 l/min
注入ポンプの台数	:	大 (フェーズ 1) 3 (常用 2+ 予備 1) 小 (フェーズ 1) 3 (常用 2+ 予備 1) 小 (フェーズ 2) 3 (常用 2+ 予備 1)

硫酸バンド注入システムのフロー図は図 5.2.3 に示すとおりである。



出典：JST

図 5.2.3 硫酸バンド注入システムのフロー図

## b. ポリマー注入システム

ポリマーは凝集助剤として原水濁度が非常に高いときに用いられる。既設は人力で溶解する極めて単純なポリマー注入装置で、その注入はポリマー溶解槽底に取付けのcockの開度によって単純に調節するものである。ポリマー溶液はフロク形成池の上部から自然流下で滴下するようになっている。これは非常に単純ではあるが、ポリマー溶解と注入率の正確な調整は容易でない。ポリマーは溶解しきらず塊状となりやすく、正確な注入調節を



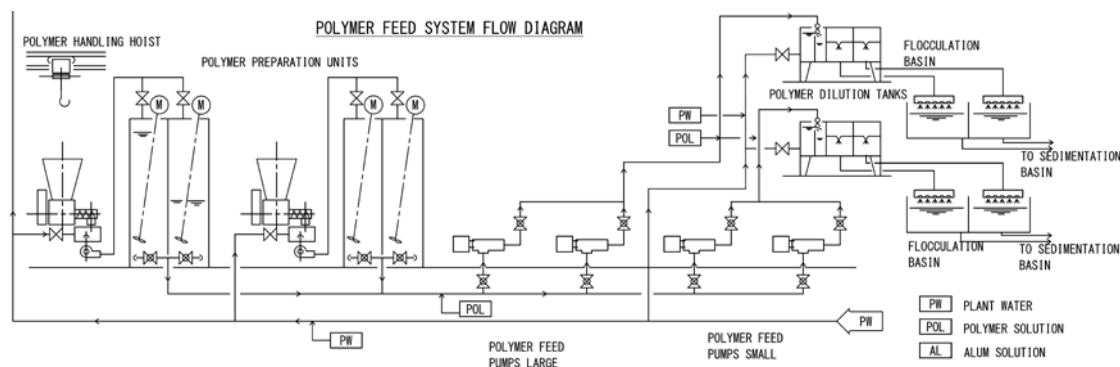
確実にし、容易なポリマー溶液調整のために、下記仕様のようなパッケージ型のポリマーユニットを選定する。

形式	:	パッケージ型、自動バッチ溶解システム (紛体フィーダー付、溶解槽攪拌機付、弁配管共)
数量	:	2 台 (常用 1 台、予備 1 台)
能力	:	1,666 リットル容量 (熟成時間 30 分込) で 40 バッチ分

ポリマー溶液は下記仕様の供給ポンプで注入される。

供給ポンプの形式	:	一軸ネジポンプ
供給ポンプの能力	:	大 1.0 — 21 l/min 小 0.5 — 10.5 l/min
供給ポンプの台数	:	大(フェーズ 1) 2 (常用 1+ 予備 1) 小(フェーズ 1) 2 (常用 1+ 予備 1) 小(フェーズ 2) 2 (常用 1+ 予備 1)

ポリマー注入システムのフロー図は図 5.2.4 に示すとおりである。



出典：JST

図 5.2.4 ポリマー注入システムのフロー図

### c. 塩素注入システム

次亜塩素酸カルシウム (さらし粉) が現在、チナイモ浄水場では消毒剤として使われている。次亜塩素酸カルシウムの使用については下記のような問題が明らかになっている。これは次亜塩素酸カルシウムが非常に強い酸化剤でもある紛体で供給され、その一部が溶解作業中に空中に拡散されることによる。

- 薬品準備室に使用されている電動チェーンホイストが激しく発錆し、かなりの部品が既に撤去されている。
- 既存の攪拌機は未だ使用可能ではあるが本体は既に錆びついている。
- 換気扇とフレームは劣化してしまい既に撤去されている。

更に次亜塩素酸カルシウム溶液が注入パイプの目詰まりを起こす問題がある。



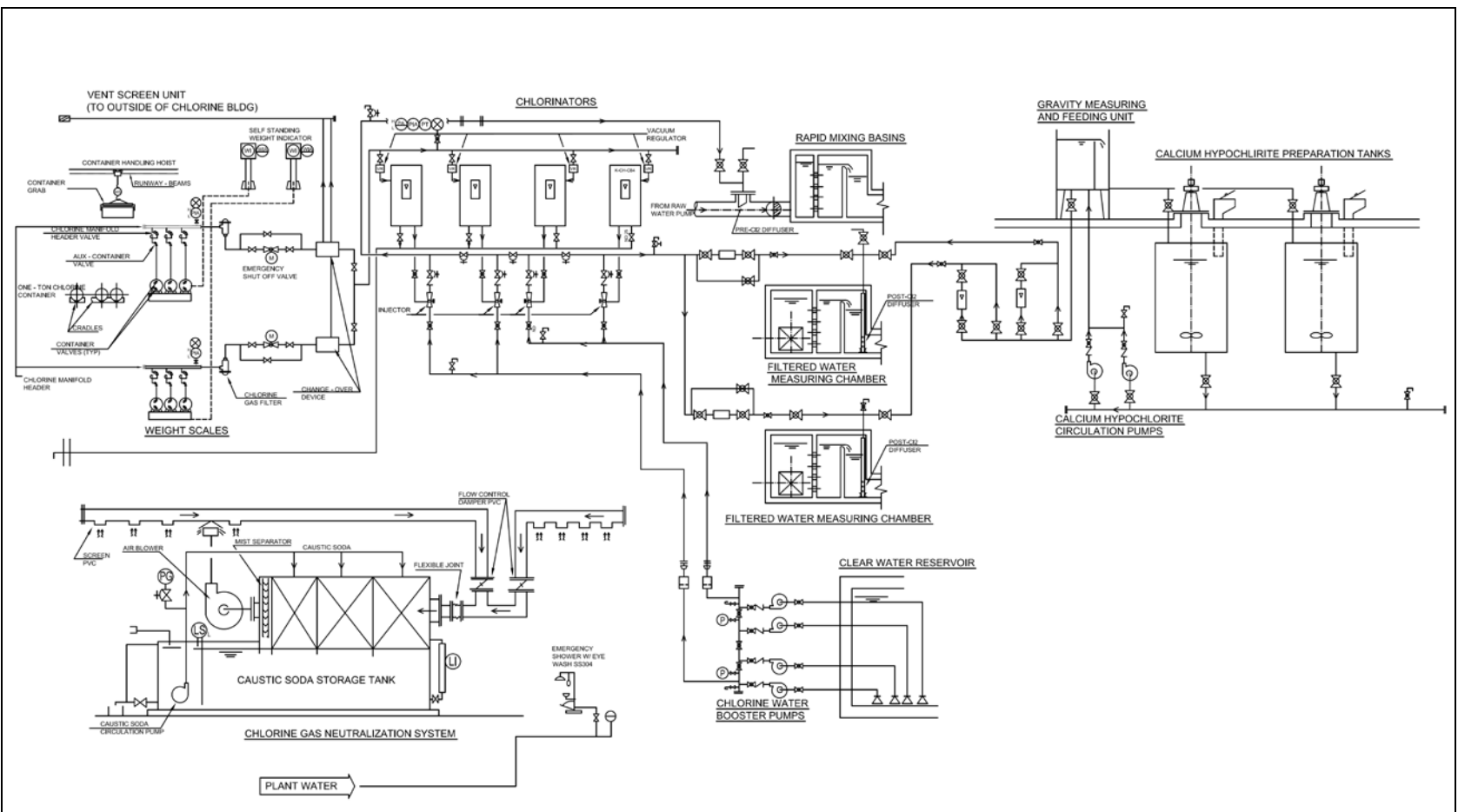


図 5.2.5 塩素注入システムのフロー図

出典：JST

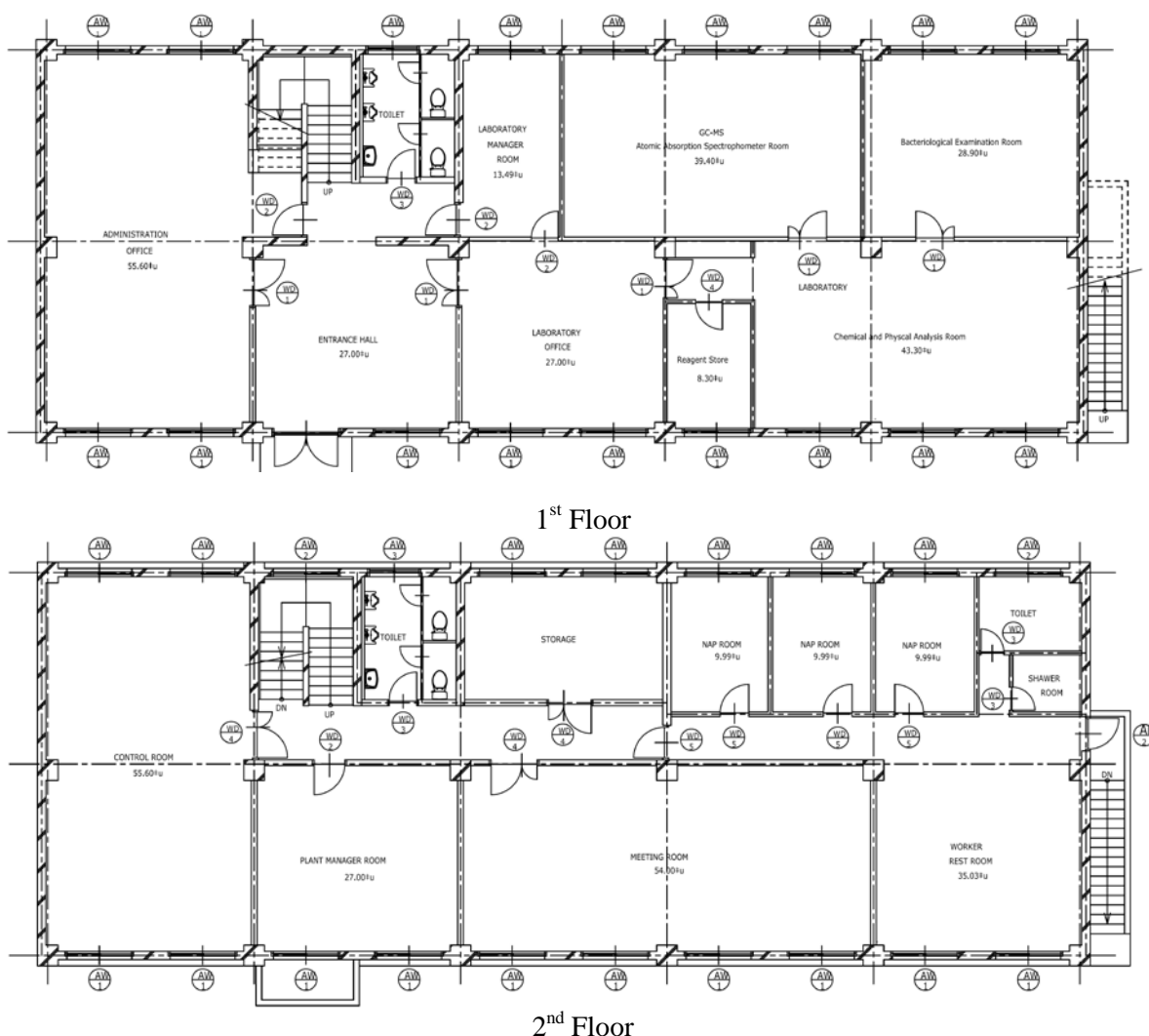
## 7) 管理棟および薬品注入棟

既設管理棟は老朽化（約 35 年）しており、上階にある硫酸バンド溶解槽からの漏洩が下階の水質試験室に至っている。これは強酸の漏洩によりコンクリート構造内面まで劣化されているためと考えられる。更に加えて、既存棟床面積は将来拡張時に必要とされる事務室、水質試験室、薬品注入室等を確保するにはスペースが足りない。

新規の管理棟と薬注棟を別々の場所に分離して建設する計画とする。また、既存の管理・薬注棟は、そのまま残される。チナイモ浄水場内の限られた土地を考慮して、新管理棟はチナイモ浄水場に対面する取水場に移すべきである。既存管理棟が建つ土地は Phase 2 拡張時の新規浄水プロセス建設用地として確保しておく。

## a. 管理棟

新管理棟は図 5.2.6 に示すように約 550 m<sup>2</sup> の総床面積をもつ 2 階建てコンクリート構造とする。



出典：JST

図 5.2.6 管理棟の部屋割り図

管理棟には場長室、水質試験室、中央監視制御室、管理室、会議室およびシフト運転員用の3控室を配置する。

#### b. 薬品注入棟

薬品注入棟は、新浄水池の上部に建設され、全床面積 1,800 m<sup>2</sup> の 2 階建コンクリート構造である。薬品注入棟には、薬品貯蔵室、硫酸バンド注入室、ポリマー注入室、塩素注入室、塩素中和室、次亜塩素酸カルシウム注入室およびブロー室を配置する。

#### 8) 水質試験室

新水質試験室には下記の役割を持たせるものとする。

- 1) 原水水質の分析および監視
- 2) 処理プロセスの制御および監視
- 3) 処理水が飲料水水質基準に適合していることの確認
- 4) 配水管網における残留塩素濃度、濁度、pH の確認
- 5) 消費者苦情対応としてのサンプル水質分析

水質試験室は化学分析室、微生物試験室、試薬倉庫、水質試験室長室および水質試験スタッフ室を備えた総床面積 160 m<sup>2</sup> で新設管理棟内に設置される。

装備する主要機器は以下のとおりである。

- 採水システム（原水、沈澱池処理水、ろ過水および配水からの各検水栓を水質試験室内に設ける
- ジャーテスター
- 濁度計、pH メーター、電導度計、残留塩素計
- 分光光度計
- ガスクロマトグラフィー質量分析計
- 原子吸光分光光度計
- 水質試験実験台およびドラフター
- 蒸留水器
- 微生物試験装置（オートクレーブ、滅菌器、培養器）
- その他（他の従来からの分析機器、ガラス器具、試薬）

#### 9) 浄水池（兼配水池）

浄水量の増大に併せ 9,800 m<sup>3</sup> 容量の新設浄水池をチナイモ浄水場敷地内に建設し、送配水システム運転に必要な装備を設ける。チナイモの総浄水池容量は 既存の 10,800 m<sup>3</sup> から 20,600 m<sup>3</sup>（チナイモ浄水場の日平均浄水量の 3.8 時間に相当）に増強される。

新設浄水池は鉄筋コンクリート製の地下構造とする。土地の制約により新設薬品注入棟は浄水池の天井スラブ上に建設される。新設の送配水ポンプ類は全て浄水池上の新設ポンプ場に設置される。

#### 10) 電源供給と受電システム

既設変電所は浄水場内に設置されており、浄水場、取水場の両施設に電源を供給している。運転員によると、受電システムが一緒になっているため、取水ポンプ場の電圧降下が発生することがあるとのことである。浄水場拡張に伴いチナイモ浄水場と取水ポンプ場の電力

需要が増加することを考えると、取水ポンプ場が浄水場電源供給の影響を受けないようにするため、EDL から別々に受電することを推奨する。

a. 取水ポンプ場変電所

受配電のための新変電所は、主に以下の主要設備により構成される。

- 22 kV/380V 変圧器 (1,000kVA) 1 組
- 22 kV 受電盤およびフィーダ盤
- 380 V 受電盤およびフィーダ盤
- 取水ポンプ盤
- 既設ポンプ運転のための既設ポンプ場への 380 V フィーダ盤

b. 浄水場変電所

チナイモ浄水場の電力需要増加に伴い、EDL から受電している既設システムを更新することを推奨する。新変電所は主に以下の主要設備により構成される。

- 22 kV 受電盤
- 22 kV フィーダ盤
- 22 kV/3.3 kV 変圧器 (2,000kVA) 1 組
- 22 kV/380 V 変圧器 (1,500kVA) 1 組
- 3.3kV 受電盤
- 配水ポンプ盤
- 送水ポンプ盤
- 逆洗ポンプ盤
- 380 V 受電盤
- 380 V フィーダ盤
- 浄水場、送配水のために必要となる計装設備

11) 中央監視システム

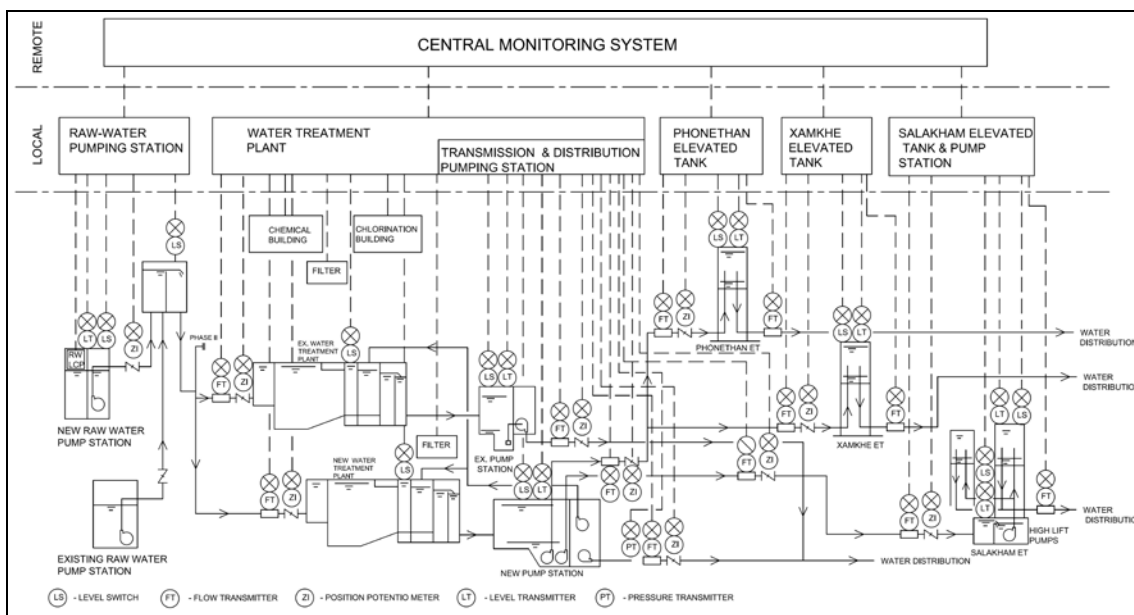
中央監視サーバ、オペレータワークステーション、グラフィック監視盤が管理本館の中央監視室に設置される。

12) 中央監視システムは RTU (遠隔端末装置) と PLC (プログラマブル・ロジック・コントローラ) から情報を受け取る。このシステムはセンサー類や手入力データからの情報を取り込むことができる。中央監視システムにより収集・モニターされる情報を表 5.2.11 に示す。計装フロー案を図 5.2.7 に示す。

表 5.2.11 中央監視システムに伝送される運転情報

取水ポンプ場	浄水処理プロセス	薬品注入および塩素注入システム	送配水ポンプ場	配水池と高架水槽
水位	流入量	訳注ポンプ運転状況	ポンプ運転状況	サラカム地上配水池への流入量I
荒目・細目スクリーン運転状況	沈澱池水位警報	硫酸バンド溶解用プロアー運転状況	水位計	流量制御弁開閉度
取水ポンプ運転状況	ろ過池運転状況	硫酸バンド溶解槽水位警報	サムケおよびポンタン高架水槽への送水流量	サラカム地上配水池と高架水槽水位
流量制御弁開閉度	逆洗ポンプ運転状況	塩素ガス漏洩警報	サラカム配水センターへの送水流量	サラカム地上配水池と高架水槽越流警報
原水濁度	空洗プロアー運転状況	中和装置運転状況	配水ポンプ吐出圧と流量	サラカム揚水ポンプ運転状況
		塩素水注入ポンプ	流量制御弁開閉度	サムケおよびポンタン高架水槽からの配水流量

出典：JST



出典：JST

図 5.2.7 チナイモ浄水場計装フロー

### 5.2.3 送水および配水ポンプ設備

#### (1) 送水および配水ポンプシステムの設計条件

##### a. 設計流量

表 5.2.12 に、に、チナイモ浄水場から送配水される日平均流量、日最大流量、時間最大流量の基本流量を示す。

**表 5.2.12 送配水施設の基本設計流量**

フェーズ	日平均流量 (日最大 x 1/1.1)	日最大流量	時間最大流量 (日最大 x 1.54)
フェーズ 1	109,000 m <sup>3</sup> /日	120,000 m <sup>3</sup> /日	185,000 m <sup>3</sup> /日
フェーズ 2	145,000 m <sup>3</sup> /日	160,000 m <sup>3</sup> /日	246,000 m <sup>3</sup> /日

出典：JST

##### b. 送水および配水流量の配分

チナイモ浄水場の浄水は以下の3つの送配水システムにより顧客に給水される。

- サムケ高架水槽とポンタン高架水槽への送水システム
- サラカム配水センターへの送水システム(同システムは、既存高架水槽、新設高架水槽、新設地上配水池および揚水ポンプ設備で構成される)
- チナイモ浄水場から配水ポンプにより直接配水

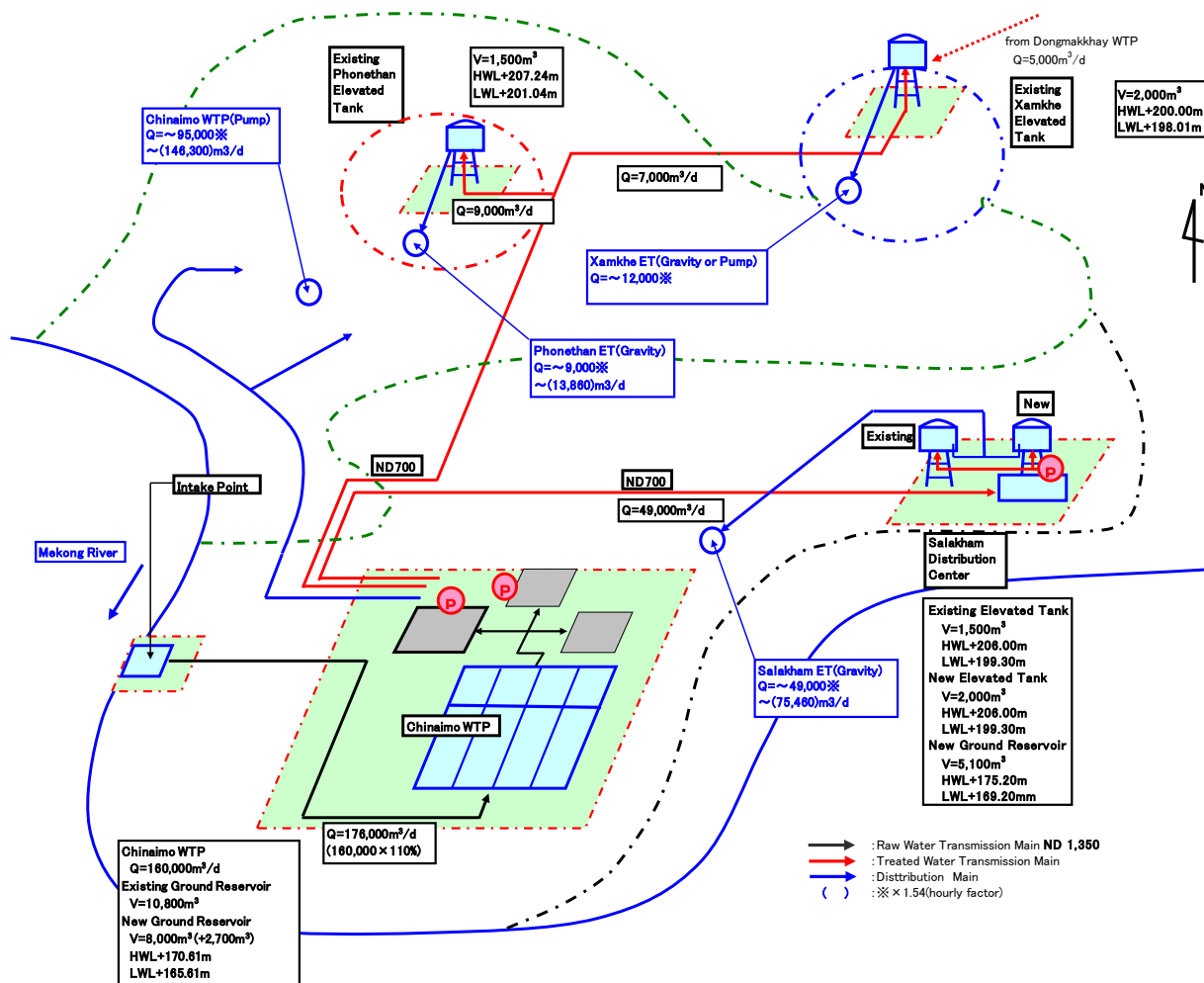
表 5.2.13 に、上記送水および配水システムに配分される流量を示す。また図 5.2.8 に、チナイモ浄水場からの送水システムのフロー図を示す。

**表 5.2.13 三つの送配水系への各送配水量**

	サムケ・ポンタン高架水槽への送水システム	サラカム配水センターへの送水システム	チナイモ浄水場から直接配水	合計
フェーズ 1 日最大流量	12,000 m <sup>3</sup> /日	37,000 m <sup>3</sup> /日	71,000 m <sup>3</sup> /日	120,000 m <sup>3</sup> /日
フェーズ 2 日最大流量	16,000 m <sup>3</sup> /日	49,000 m <sup>3</sup> /日	95,000 m <sup>3</sup> /日	160,000 m <sup>3</sup> /日

出典：JST





出典：JST

図 5.2.8 チナイモ浄水場からの送配水システムのフロー図

(2) 送配水ポンプ施設の基本設計コンセプト

a. エネルギーの最適投入

省エネルギーで経済的な送配水システムの運転のための最適なエネルギー投入について検討する。このエネルギー最適投入の考えに基づき、各フェーズにおける要求される送配水量流量に対してエネルギー投入量が最も最少となるよう、システム毎のポンプの運転台数を検討するものである。

b. 送配水システムの簡単でかつ最適な運転

送配水システムの設計にあたっては、不必要な連携やフィードバックを省き特別なモニタリングや制御システムを用いない簡単な運転とすることを基本とした。

送水システムは、原則として、送水ポンプで側のバルブ制御によるエネルギー消散型の制御によって、送水流量一定のコントロールを行う。これにより、送水受け側での不測のバルブ締切りによる送水ラインでのサージ現象やポンプモーターへの悪影響を未然に防ぐようにする。送水受け側のポイントには、流量コントロール設備は設けない。受け側の水位が

たとえ高水位に達しても流入バルブの閉止は、事前に送水ポンプ場側のコントロールなしでは、行わないようにするためである。

一方、配水ポンプによる直接配水する配水システムのコントロールは、高架水槽に一旦送水してそこから自然流下で配水する配水システムのコントロールとは大きく異なり、また、送水ポンプの送水システムのコントロールとも大きく違う。配水システムは、顧客へ水が均等な水圧で給水されるために十分な配水ポンプの吐出圧を保つよう計画される。顧客の給水栓における水圧と水量は、どれだけの顧客の給水栓が開けられているかということと、運転されているポンプ台数とのバランスによるものであり、顧客の給水栓における流量と水圧は、配水ポンプ場でコントロールされない。配水ポンプのコントロールは、台数制御あるいはポンプの回転数制御により配水ポンプ場でのポンプ吐出圧の一定制御により行うものである。極端な例として、顧客の給水栓がすべて閉じた状態でしかも配水管網に漏水が全くない状況を想定した場合、配水管網内の水圧は、配水ポンプの吐出圧と同じになり、配水量はゼロになる。

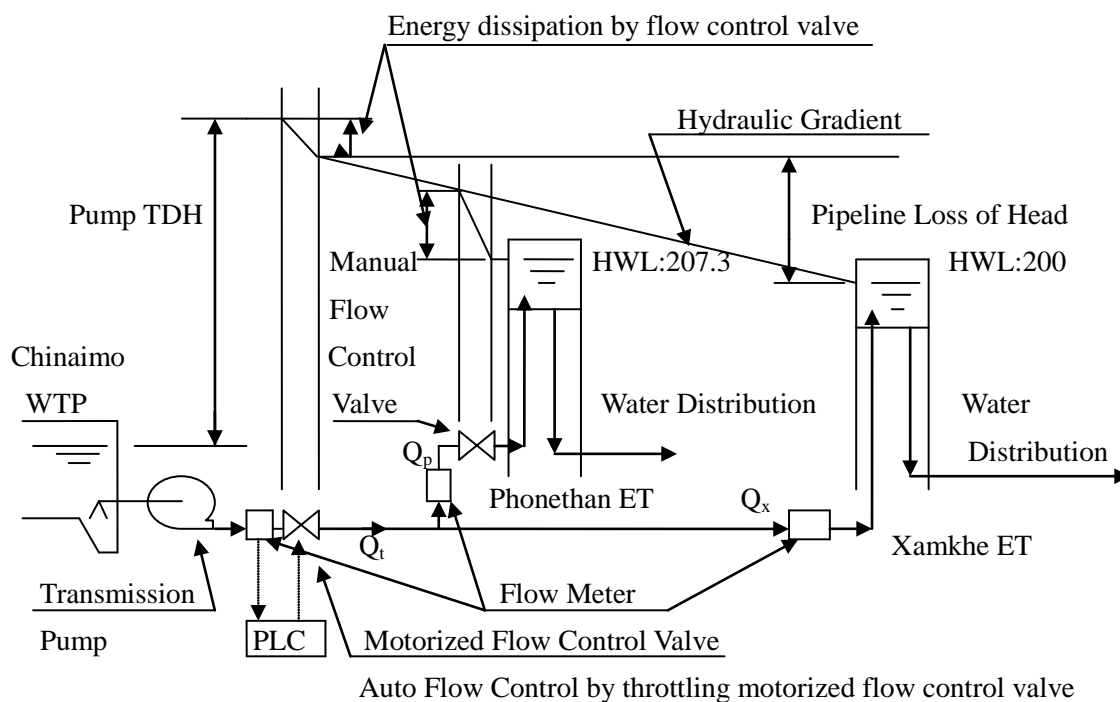
c. 既存設備の利用と廃棄

チナイモ浄水場の拡張工事は、フェーズ1が2020年、フェーズ2が2025年に完工となることから、その時点における既存施設の既往設置年数や現在の稼働状況等を考慮して継続使用とするかどうかを判断することし、既存設備の廃棄の取り扱いについては、拡張計画の全体的な設計内容に合体させる。

### (3) 送配水システムの基本設計

a. サムケ高架水槽およびポンタン高架水槽への送水システム

この送水システムは、チナイモ浄水場からのポンプ送水を既存の送水管を通して既存のサムケおよびポンタンの二つの高架水槽へ送水するシステムである。本送水システムの基本的なフローダイアグラムを図 5.2.9 に示す。



出典：JST

図 5.2.9 サムケおよびポンタン高架水槽への送水システムのフロー図

本システムの機能的な内容は以下に説明される。

- チナイモ浄水場からのポンプ送水量  $Q_t$  ( $Q_p + Q_x$ )は、ポンプ井水位の変動に対応して PLC により、ポンプ吐出がの電動式流量制御弁により自動的にコントロールされる。
- ポンタン高架水槽への流入量  $Q_p$  は、流入側の制御弁で手動でコントロールされるが、一旦、一定の流入量がこの制御弁により一定流量に設定されれば、その一定流量がコンスタントに高架水槽に流入することになる。
- ポンタン高架水槽に流入後の残りの流量  $Q_x$  がサムケ高架水槽に流入するので、サムケ流入水槽への流量コントロール弁は設けない。

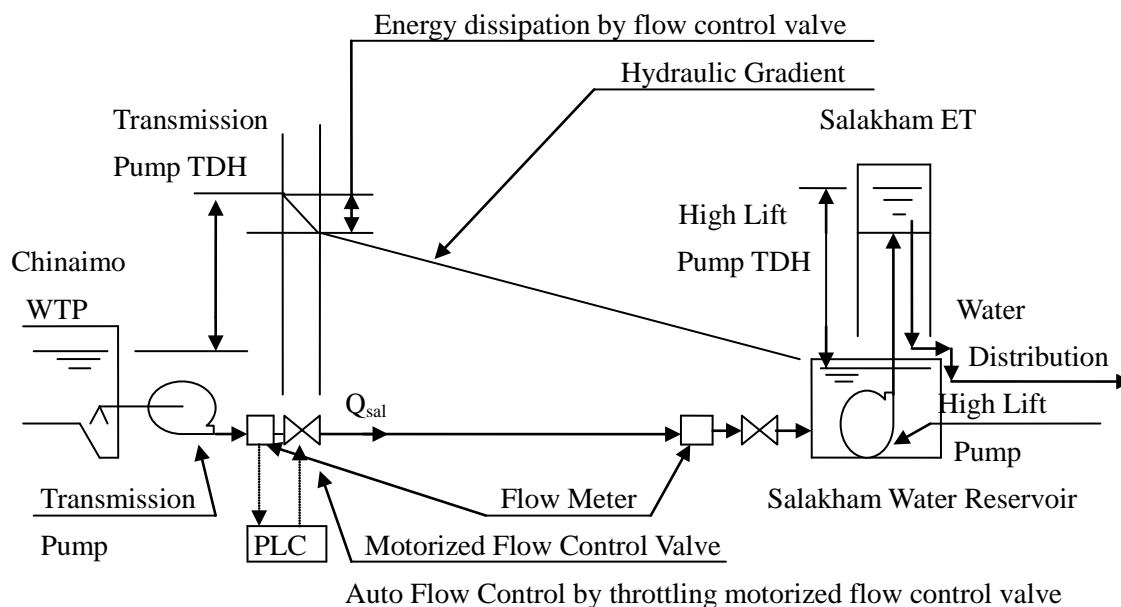
#### b. サラカム配水センターへの送水システム

現在、サラカムには高架水槽が 1 基あるが、将来の水需要の増大に対し、現状の水槽容量  $1,500 \text{ m}^3$  では、ピーク時の水需要変動に対応できないことから、新たな高架水槽の増設が必要である。既存高架水槽サイトの土地を利用することとし、 $2,000 \text{ m}^3$  の高架水槽と  $5,200 \text{ m}^3$  の地上配水池の増設を行い、全容量として  $8,700 \text{ m}^3$  の配水池容量を確保する。同配水センターが受け持つ給水区域の日最大水使用量に対して 4.5 時間分の容量となる。

チナイモ浄水場からサラカム配水センターへの送水システムの設計概要は以下に示すとおりであり、そのフロー図を図 5.2.10 に示す。

- チナイモ浄水場の浄水は、ポンプ送水されるが、その送水流量は、PLC によりポンプ側の流量制御弁により自動的にコントロールされる。

- 送水水量は全量、ポンプによりサラカム配水センターの地上配水池に送水される。
- この地表配水池内の浄水は、さらに2基の高架水槽に揚水される。高架水槽への流入量は、高架水槽内水位変動と連動した自動オーバーライディング・ポンプユニットにより制御され、水槽内水位が設定最低水位レベル以上に保たれる。
- 高架水槽からは自然流下により顧客に給水される。



出典：JST

図 5.2.10 サラカム配水センターへの送水システムのフロー図

c. チナイモ浄水場からのポンプ直送による配水システム

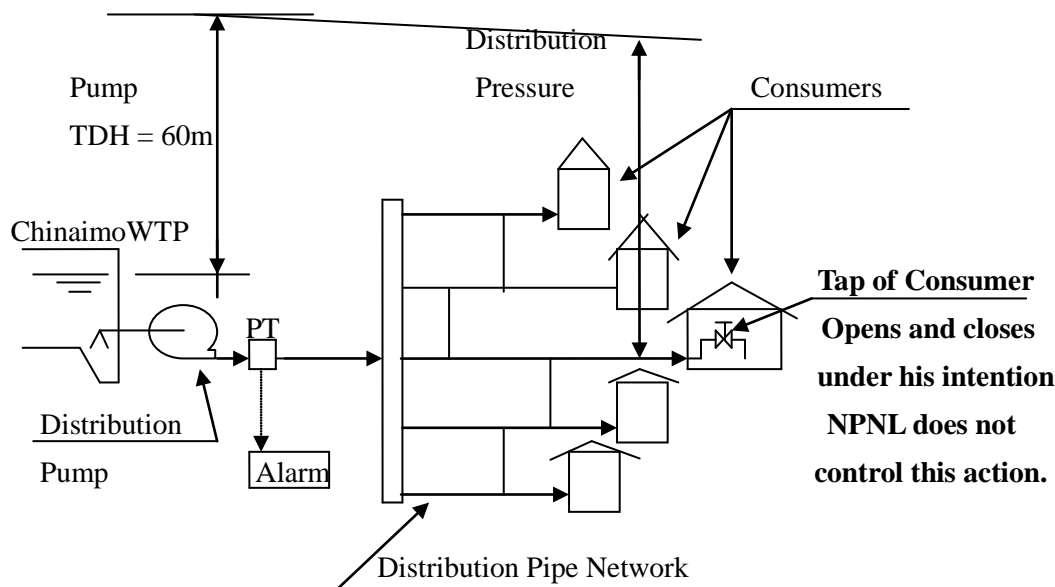
首都ビエンチャン中心街への配水は、チナイモ浄水場からポンプ直送方式により配水される。この直送方式の配水コントロールは、ポンプの台数制御方式によるもので、ポンプ吐出側の水圧を一定に保つよう制御することで、都内における均一な水圧の分布と流量を確保することを図るものである。本事業における配水管網の改善計画のための水理解析においては、設計条件として、漏水量の低減および最適で経済的な管網の計画のため、配水ポンプの水圧を 60 m を採用している。

ポンプ直送方式の配水システムの設計は以下に説明され、そのフロー図を図 5.2.11 に示す。

- チナイモ浄水場からの浄水は、直接、配水ポンプにより配水ネットワークを通し顧客に給水される。配水圧は、配水ポンプの吐出側に設置された水圧トランスミッターで計測され、モニターされる。
- 配水ネットワーク内の水需要が増えた場合、すなわち、顧客が給水栓を開けている栓数が増えた場合、配水ポンプの吐出圧は減少し、吐出量と吐出圧はポンプの Q-H カーブに従いその需要によるシステムヘッドカーブとの交点で平衡する。
- もし、さらに配水圧が事前に設定した最低水圧よりも低くなったには、水圧監視トランスミッターによりアラームが起動する。
- この低水圧のアラーム (LOW) の起動と同時に、休止していた配水ポンプが起動し配水圧が事前に設定されてある一定に保たれる。
- 配水ネットワークの水需要が減った場合、すなわち、顧客が給水栓を開けている栓数が

減った場合、ポンプの吐出圧が上昇し、吐出量と吐出圧は Q-H カーブ上に従い、その需要によるシステムヘッドカーブとの交点で平衡する。

- もし、さらに配水圧が上昇し設定水圧以上に達した場合、アラーム (HIGH) が起動すると同時に、運転中のポンプの1台が停止し、配水圧が事前に設定されてある一定に保たれる。



出典：JST

図 5.2.11 ポンプ直送による配水システムのフロー図

上述したポンプの台数制御による配水システムのコントロールの経済性について、ポンプの回転数制御による方法と比較検討する。

回転数制御は、スピードコントロール用の電気パネルや制御装置が必要となり初期費用としては高額となるが、配水システムの配水量の時間変動が大きい場合、すなわち夜間に非常に需要が落ち、逆にピーク時の需要が非常に大きい場合、省エネルギーとなり経済的に有利となる場合がある。

下記は両者を比較したものであるが、チナイモ浄水場の配水システムとしては、ポンプの台数制御方式が初期費用と電気使用料を加味した経済比較において、台数制御が回転数制御による方式よりも有利な結果を示している。

表 5.2.14 は、年間の電力資料量について上記2方式を現在価値で比較したものである。フェーズ1およびフェーズ2ともに、固定回転数による台数制御の方式が現在価値合計値が低い結果となっている。

表 5.2.14 固定回転数および回転数可変によるポンプ制御の電力使用料の比較

項目	固定回転数	回転数可変
フェーズ1 電力使用量 kWh	4,818,361	4,918,452
フェーズ2 電力使用量 kWh	6,156,265	6,554,609

注：年間の運転において日最大流量で3ヵ月、日平均流量で9ヵ月 運転すると仮定

出典：JST

前節 5.2.1 ではチナイモ取水ポンプ場の取水ポンプは、回転数制御による方式が固定回転数による台数制御よりも有利である結果を得た。これはメコン河の河川水位変動は、乾期と雨期で約 13m 差があり取水ポンプの吸込実揚程（吸水面からポンプ中心までの垂直高さ）の変動も大きいため、固定回転数にした場合、乾期の低水位時の条件で設計するため、雨期の高水位時には余分な仕事（揚程）を流量制御弁により減衰（エネルギーを捨て）させる必要があり、不経済な運転となるためである。

一方、送水及び配水ポンプでは、吐出実揚程（ポンプ中心から高架水槽の吐出口や配水本管先端までの垂直高さ）の変動がないため、初期投資の大きいポンプの回転数制御よりも、固定回転数による台数制御が有利である結果となった。

#### (4) 送配水ポンプのポンプ形式の選定

本事業で採用される送配水ポンプとして、1) 縦軸斜流ポンプ、2) 封水式水中モーターポンプ、3) 両吸い込み渦巻きポンプの三つのポンプ形式が比較検討された。表 5.2.15 にその基本項目についての比較結果をまとめる。

表 5.2.15 ポンプ形式の比較

項目	縦軸斜流ポンプ	封水式水中モーターポンプ	両吸い込み渦巻きポンプ
適用汎用度	極めて一般的	一般的	極めて一般的
要求吐出量および揚程への適合性	可能	可能	可能
インペラタイプ	オープン	オープン	クローズ
ポンプ構造	水封した構造の中に長いシャフトと多くのベアリングを必要とし複雑である。	単純である。	グランド部に封水が必要なためやや複雑である。
運転	圧力封水供給が常時必要。	特に操作は必要ない。	圧力封水供給が常時必要。
メンテナンス	ベアリング交換に技能を要する。	特になし。	グランドパッキンの交換が必要。
設置スペース	小	小	広くて深いポンプ設置スペースが必要である。
価格	1.00 (基準値)	1.05	0.70

出典：JST

上記の比較と以下の理由から、封水式水中モーターポンプと両吸い込み渦巻きポンプの 2 形式が送配水システムにて用いられるポンプとして推奨される。

- 封水式水中モーターポンプは、1994 年からチナイモ浄水場において 30 年以上の運転実績があり、カオリオ浄水場においても取水ポンプとして同様長期間の実績がある。
- このタイプの取り扱いに長い経験を有し、運転維持管理に習熟している。

- ・ 現場において特段の維持管理やスペアパーツを必要とせず長年の運転実績が証明されている。
- ・ ポンプ設置が簡単であり、また、複雑な付帯設備を必要としない。

表 5.2.16 に本事業で採用されるポンプの形式、台数および基本仕様についてフェーズごとに整理した表を示す。また、既存のポンプの取り扱いについても同表に示す。

**表 5.2.16 送配水システムのポンプとして選定されたポンプの形式、台数および基本仕様と既存ポンプの取り扱い**

ポンプ設備	説明	フェーズ 1	フェーズ 2
既存配水ポンプ(2006年に設置のもの)	モーターと電気パネルは継続利用し、ポンプのみ交換	-	-
既存送水ポンプ(1978年に設置のもの)	不使用	-	-
ポンタンおよびサムケ高架水槽への新設送水ポンプ	封水式水中モーターポンプ; 5.6 m <sup>3</sup> /min x 50 m x 90 kW)	3 台 (2 常用 + 1 予備)	-
サラカム配水センターへの新設送水ポンプ	封水式水中モーターポンプ; 11.5 m <sup>3</sup> /min x 30 m x 110 kW	3 台 (2 常用 + 1 予備)	1 台
新設配水ポンプ(小型)(既存の布設替え)	両吸込み渦巻きポンプ; 12 m <sup>3</sup> /min x 60m x 220 kW	3 台 (2 常用 + 1 予備)	1 台
新設配水ポンプ(大型)	両吸込み渦巻きポンプ; 24 m <sup>3</sup> /min x 60m x 355 kW	3 台 (2 常用 + 1 予備)	2 台
サラカム配水センターの揚水ポンプ	封水式水中モーターポンプ; 12.5 m <sup>3</sup> /min x 37 m x 132 kW	4 台 (3 常用 + 1 予備)	1 台

出典：JST

## 5.2.4 送配水管施設

### (1) 送配水管施設概要

本事業のフェーズ1およびフェーズ2で、それぞれ布設される送水管および配水管の位置図 5.2.12 に示す。また、それら送水管および配水管の口径別延長を表 5.2.17 に示す。

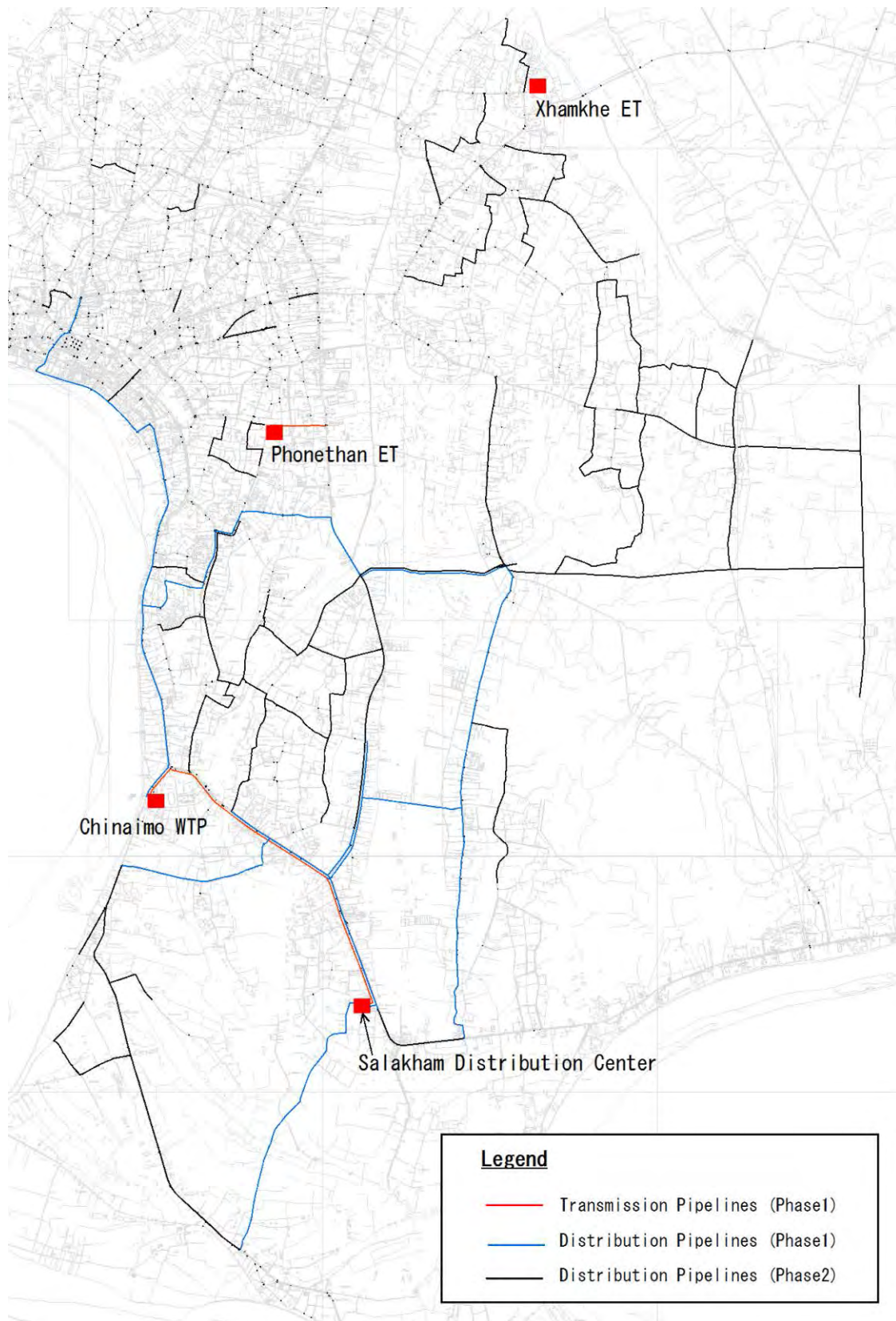
配水管のフェーズ分け（フェーズ1、フェーズ2）は以下の考え方にに基づき行った。

- フェーズ1では、チナイモ浄水場能力である 120,000m<sup>3</sup>/日を配水できるように配水管を整備する。
- フェーズ1では、人口密集エリア（特に中心市街地部）を優先するように配水管路を整備する。この中心市街地部は現在チナイモ浄水場とカオリオ浄水場の両方から配水するようになっているが、NPNLはこのエリアをチナイモ浄水場だけで配水し、カオリオ浄水場はカオリオ浄水場北部に配水したいという方針にも整合している。

- フェーズ1の水需要に対して既設管で対応できるエリアについては、フェーズ2で配水管を整備する。
- エリアの東側方面（Road 450 タウン方面）については、現在水道は普及していないが、フェーズ1の送配水能力である120,000m<sup>3</sup>/日では十分な水を供給できないため、フェーズ2で実施することとする。

各エリア（ポンタンおよびサムケ高架水槽の配水エリア、サラカム配水センターの配水エリア、チナイモ浄水場からのポンプ直送エリア）の口径・延長等の詳細については(3)以降に示す。





出典：JST作成

図 5.2.12 本事業で布設される管路位置図（フェーズ1及び2）

表 5.2.17 本事業で布設される管路の口径別延長

フェーズ	送水管 / 配水管	口径	管種	延長 ( m )
フェーズ 1	送水管	450	DIP	885
		700	DIP	5,815
	小計			6,700
	配水管	300	DIP	2,308
		350	DIP	6,221
		400	DIP	11,086
		500	DIP	724
		600	DIP	1,669
		700	DIP	2,031
		800	DIP	5,930
		1,000	DIP	9,306
		1,100	DIP	258
	1,200	DIP	3,156	
	小計			42,689
フェーズ 1 合計				49,389
フェーズ 2	配水管	150	DIP	29,643
		200	DIP	23,885
		250	DIP	9,677
		300	DIP	18,277
		350	DIP	6,856
		400	DIP	3,256
		450	DIP	210
		500	DIP	2,607
		600	DIP	845
700	DIP	2,308		
フェーズ 2 合計				97,564
総計				146,953

出典：JST 作成

**(2) 管網計算****1) 目的**

管網計算は、コンピューターによる配水状況のシミュレーションを行い、適切な水量および水圧を確保できるかを確認し、管路整備の計画策定にあたっては管路の口径、延長を算出するために実施する。

**2) 計算方法**

アメリカ合衆国環境保護庁により開発された管網解析用のソフトウェアである「EPANET」を用いて計算を行う。この EPANET は、アメリカ合衆国環境保護庁により無償で配信されているため、水道の管網解析に一般的に用いられるソフトウェアである。

**3) 管網計算条件**

管網計算の計算条件を表 5.2.18 に示す。

水圧については、各接点で最小水圧 15m を確保することを基準として管網計算を行った。ただし、物理的に 15m を確保することが困難な地区については、ラオスのガイドライン<sup>12)</sup>に基づき、最小水圧 10m を確保できるようにシミュレーションを行った。

管路口径の選定については、上記の最小水圧を確保できる口径のうち最小口径のものを選定した。

表 5.2.18 計算条件

項目	条件	備考
計算方法	ヘーゼン・ウィリアムズ式	$H=10.666 \times C^{-1.85} \times D^{-4.87} \times Q^{1.85} \times L$ H: 摩擦損失 (m) C: 流速計数 (C 値) D: 管内径 (m) Q: 流量 (m <sup>3</sup> /s) L: 管路延長 (m)
流速計数 (C 値)	110	M/P(2005)と同条件
時間係数	1.55	住宅と商、工業混在地域* (水道施設設計指針 p.434) 時間係数 = $1.8665(Q/24)^{-0.0214}$ Q: 一日最大給水量 (m <sup>3</sup> /日) (= 160,000 m <sup>3</sup> /日)

\* 現地では参照できる時間当たり配水量データがなかったため、日本水道協会の水道施設設計指針 (2012) p.434 を基に設定した

出典: JST 作成

計算に用いた水位条件を表 5.2.19 に示す。

表 5.2.19 水位条件

配水エリア	配水方法	地盤高(m)	LWL(m)	ポンプ揚程(m)
チナイモ直接配水エリア	ポンプ配水	171.21m	-	56m
サラカム	自然流下	171.54m	地盤高 + 27.5m	-
ポンタン	自然流下	176.83m	地盤高 + 24.5m	-
サムケ	自然流下	180.00m	地盤高 + 18.01m	-

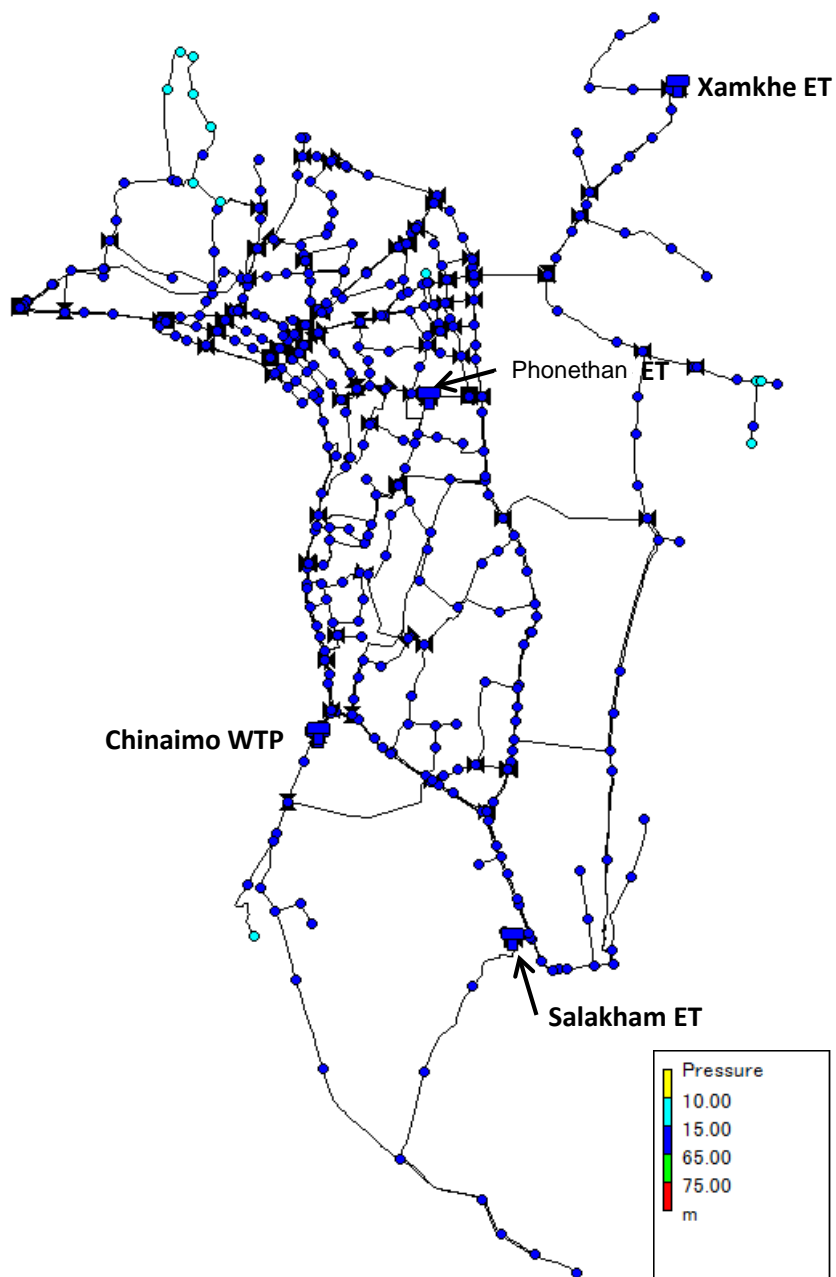
#### 4) 管網計算結果

フェーズ 1 およびフェーズ 2 それぞれの管網計算結果を図 5.2.13 と図 5.2.14 に示す。

<sup>12)</sup> Guideline: MANAGEMENT AND TECHNICAL GUIDELINES WATER SUPPLY (February 2009) Ministry of Public Works and Transport, Department of Housing and Urban Planning, Water Supply Division

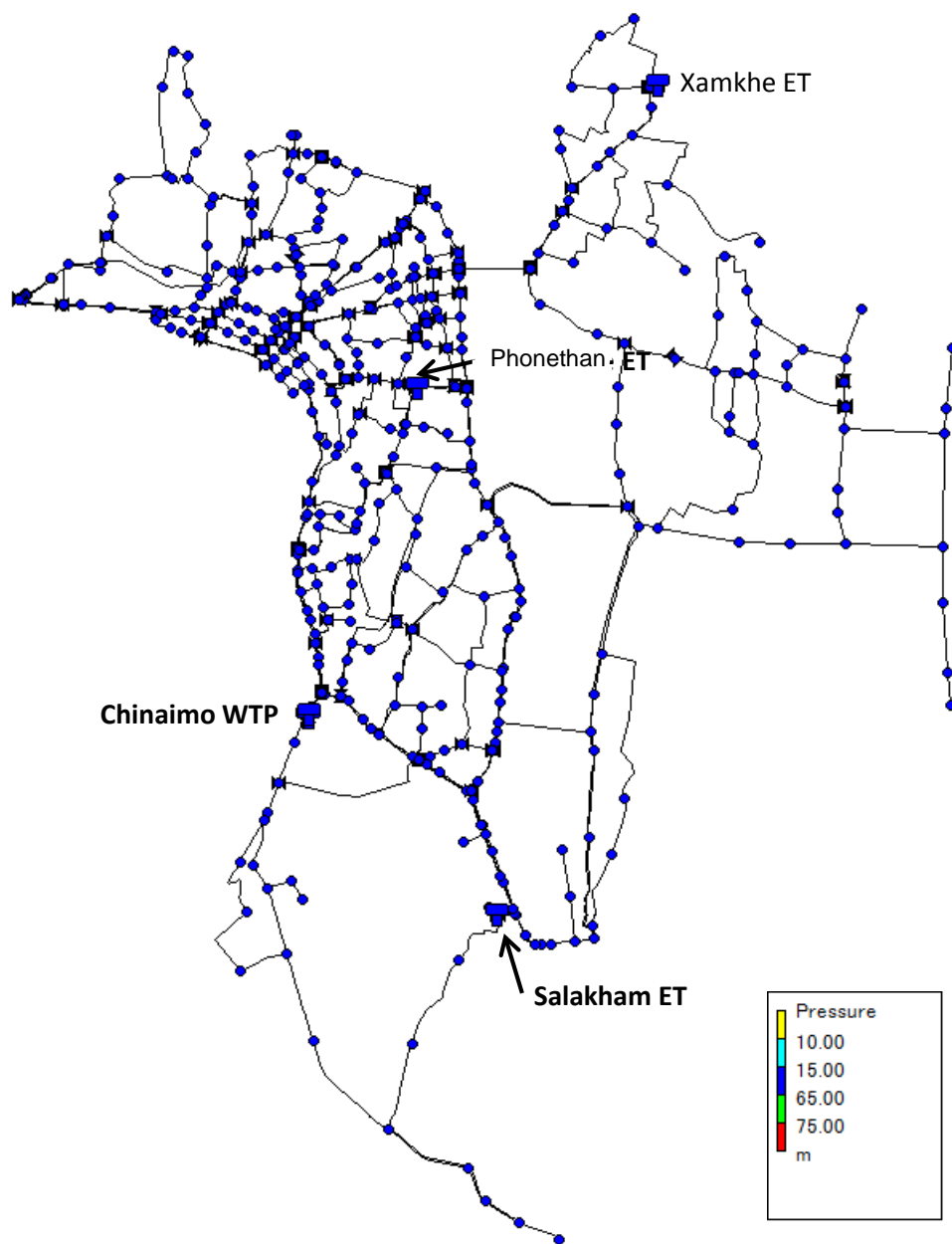
フェーズ1では、一部の地区を除くほとんどの地区で水圧を15m確保できている。また、15mを確保できない地区でもラオスのガイドライン<sup>12</sup>で規定されている10mの水圧は確保できている。

フェーズ2では、全ての地区において水圧15mを確保できている。



出典：JST 作成

図 5.2.13 管網計算結果（フェーズ1）



出典：JST 作成

図 5.2.14 管網計算結果（フェーズ 2）

### (3) ポンタンおよびサムケ高架水槽システムの送水管と配水管

チナイモ浄水場の浄水は、既存の送水管を用いてポンタンとサムケ高架水槽に送水され、その後、自然流下により高架水槽周辺部の区域に既存配水管により配水される。既存送水管からポンタン高架水槽への分岐管（延長 885m）のみ、既存の口径の管から 300mm から 450mm に布設替えされる。これは、「5.2.3(3) 送配水システムの基本設計」で示したように、ポンタン高架水槽とサムケ高架水槽への送水量のコントロールを考慮したものである。布設替え

対象ではないその他の送水管（1980年～1996年布設）は、フェーズ2に対応した送水能力があり、かつ既設管が問題なく現状も使用されているためこの既設管を活用する。

これらの高架水槽からの給水される区域は管網解析に基づき設定され、他のチナイモからのポンプによる直接配水の給水区とはバルブで仕切られる。

表 5.2.20 に、ポンタンおよびサムケ高架水槽システムの新設される送配水管の延長を示す。

表 5.2.20 ポンタンとサムケ高架水槽からの給水エリアに新設される送配水管

フェーズ	高架水槽	送水管 / 配水管	新設 / 布設替	口径	管種	延長 (m)
フェーズ1	ポンタン	送水管	布設替	450	DIP	885
フェーズ2	ポンタン	配水管	新設	150	DIP	977
				450	DIP	210
				小計		1,187
			布設替	150	DIP	2,300
				250	DIP	781
				小計		3,081
	配水管 合計					4,268
	サムケ	配水管	新設	150	DIP	3,411
				200	DIP	3,225
				300	DIP	6,783
小計				13,419		
布設替			-	-	-	
配水管 合計					13,419	
フェーズ1、2合計						18,572

出典：JST作成

#### (4) サラカム配水センターへの送水管と配水管システム

既存のサラカム高架水槽のある敷地内の空地に配水池を拡張して、サラカム配水センターとして運用される。このサラカム配水センターは、既存の高架水槽に加え、新しい高架水槽と地上配水池からなり、地上配水池には地上配水池に送られた浄水を高架水槽へ揚水する揚水ポンプ設備が備えられる。サラカム配水センターは、ここから自然流下により、タドゥア道路沿いの開発エリアやチナイモ浄水場の南側の地区および首都ビエンチャン中心部の南側の一部への配水をカバーする。

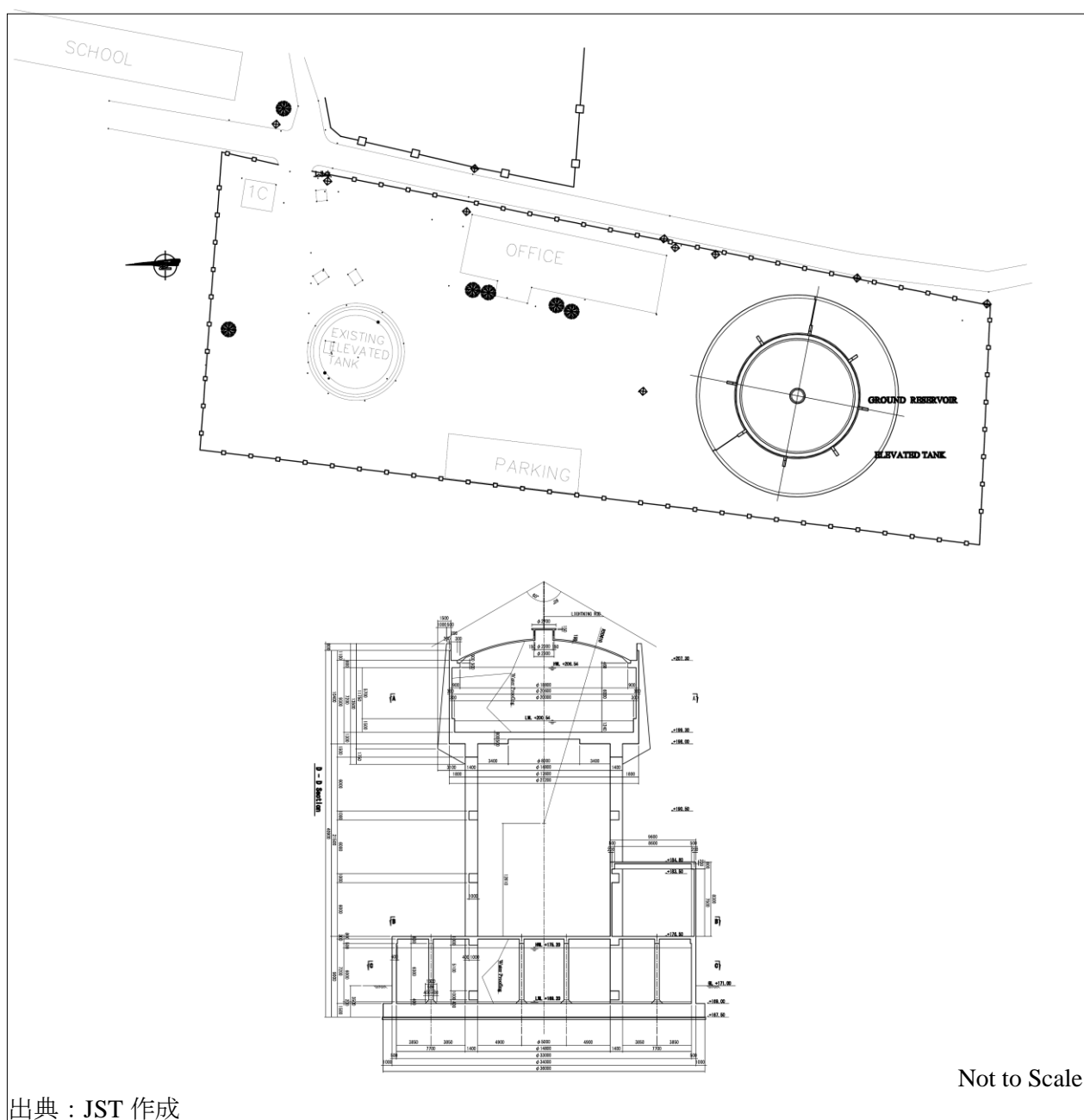
チナイモ浄水場からの浄水は、一旦新設される地上配水池（容量 5,100m<sup>3</sup>）に全量送水され、そこから 1,500 m<sup>3</sup> の既存高架水槽と 2,000 m<sup>3</sup> の新設高架水槽に揚水される。これらの水槽の合計容量（8,600m<sup>3</sup>）は、フェーズ1の日平均給水量（33,470 m<sup>3</sup>/日）の6.2時間分に、日最大給水量（36,818m<sup>3</sup>/日）は5.6時間分に相当する。

敷地の制約から、新設の高架水槽と地上水槽は一体の構造のRC造として、地上水槽の直上に高架水槽が建造される。地上水槽から、二つの高架水槽に地上水槽に設置されるポンプにより揚水される。

そのため新たに EDL から受電するための受変電設備が必要となる。新規受変電設備は以下の主要機器から構成される。

- 変圧器 1 式 (22 kV/380V x 1,000 kVA)
- 22 kV 受電およびフィーダー盤
- 380 V 受電およびフィーダー盤
- 用水ポンプ盤
- 流量および水位測定計装設備

図 5.2.15 に、サラカム配水センターの平面配置図と新設地上水槽および高架水槽の断面図概略を示す。



出典：JST 作成

図 5.2.15 サラカム配水センターの平面配置図と新設地上水槽と高架水槽の断面図

チナイモ浄水場からサラカム高架水槽への送水は、新たに口径 700 mm、延長 5,815 m の送水管の設置により増強され、フェーズ 1 では、日最大流量として 36,818 m<sup>3</sup>/日、フェーズ 2 では、同 49,090 m<sup>3</sup>/日がチナイモ浄水場送水ポンプにより送水される。

また、サラカム配水センターからの配水は、既存の高架水槽および新設の高架水槽からの自然流下より送られる。表 5.2.21 にサラカム配水センターから配水されるゾーンに布設される送配水管の延長を示す。

表 5.2.21 サラカム配水センターの配水ゾーンに布設される配水管の口径、管種および延長

フェーズ	送水管 / 配水管	新設 / 布設替	口径	管種	延長 (m)	
フェーズ 1	送水管	布設替	700	DIP	5,815	
			300	DIP	2,308	
	配水管	新設	500	DIP	6,221	
			600	DIP	10,209	
			小計		18,738	
			布設替	400	DIP	877
				500	DIP	724
				600	DIP	1,093
				800	DIP	1,341
	1000	DIP		2,224		
	1100	DIP	258			
	小計		6,517			
	配水管 合計				25,255	
フェーズ 1 合計				31,070		
フェーズ 2	配水管	新設	150	DIP	6,896	
			200	DIP	6,879	
			250	DIP	3,532	
			300	DIP	2,408	
			小計		19,715	
	布設替	150	DIP	2,682		
		200	DIP	420		
		250	DIP	2,487		
		300	DIP	6,765		
		350	DIP	841		
		400	DIP	1,679		
		小計		14,874		
	フェーズ 2 合計				34,589	
フェーズ 1、2 合計				65,659		

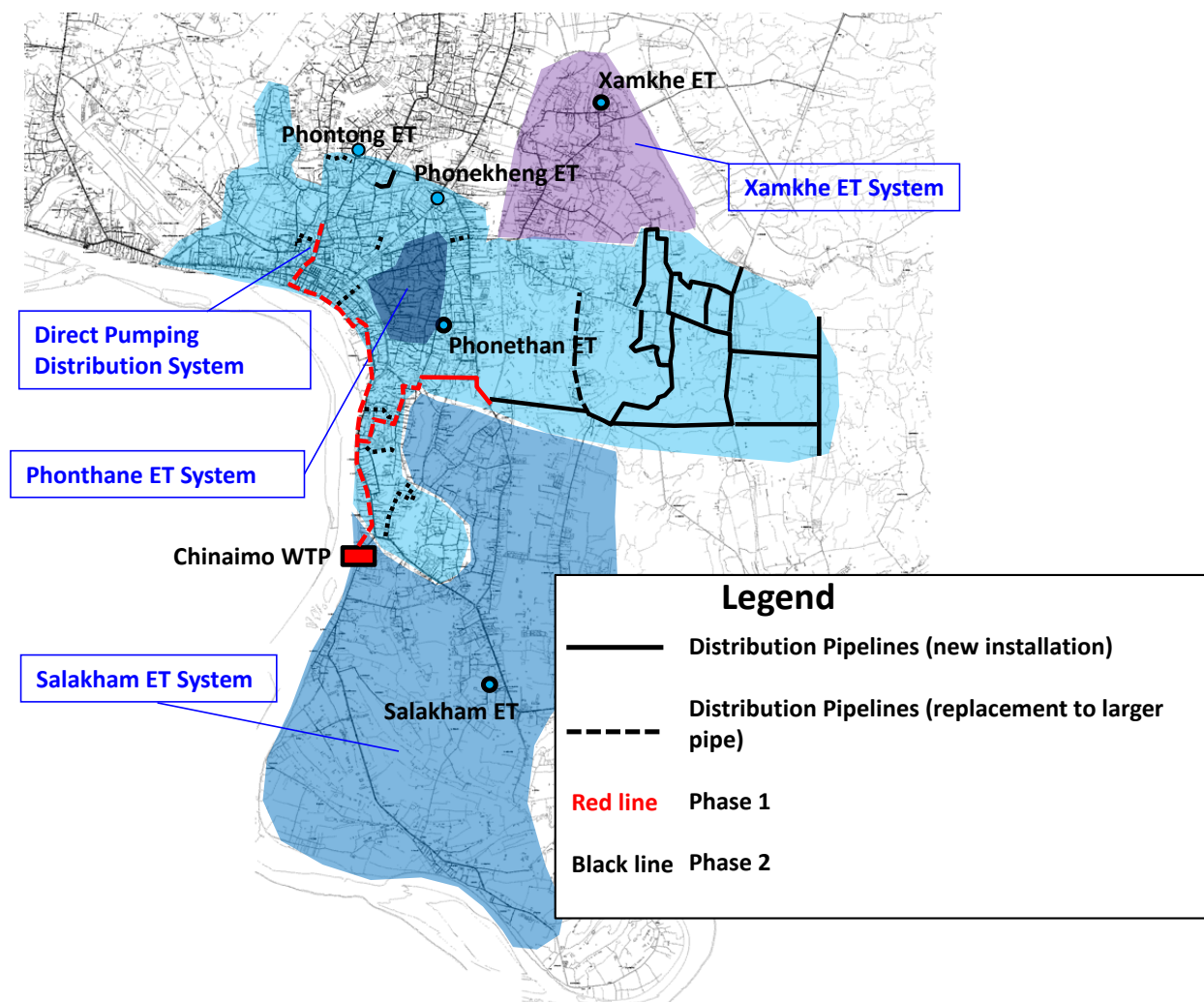
出典：JST

#### (5) チナイモ浄水場からのポンプ直送による配水システム

チナイモ浄水場から直接ポンプ圧送により配水されるゾーンにおいては、配水ネットワークの水理解析結果から、既存配水管の大口径管への布設替えや配水管の新たな布設が必要となる。



図 5.2.16 に、チナイモ浄水場からの配水管の布設替えが必要な区間と新たに新設の配水管が布設される区間を示す。



出典：JST 作成

図 5.2.16 配水管の布設替えおよび新設が必要な区間  
(チナイモ浄水場から直接ポンプ圧送により配水されるゾーン)

表 5.2.22 に図 5.2.16 で示されている配水管の延長を示す。

表 5.2.22 布設替えあるいは新設する配水管の口径、管種および延長  
(チナイモ浄水場から直接ポンプ圧送により配水されるゾーン)

フェーズ	送水管 / 配水管	新設 / 布設替	口径	管種	延長 (m)	
フェーズ 1	配水管	新設	1000	DIP	2,354	
			小計		2,354	
		布設替	600	DIP	576	
			700	DIP	2,031	
			800	DIP	4,589	
			1000	DIP	4,728	
			1200	DIP	3,156	
			小計		15,080	
		フェーズ 1 合計				17,434
		フェーズ 2	配水管	新設	150	DIP
200	DIP				13,112	
250	DIP				2,877	
300	DIP				1,623	
350	DIP				3,890	
400	DIP				714	
500	DIP				2,607	
600	DIP				845	
700	DIP				2,308	
Sub-Total					39,814	
布設替	150			DIP	1,539	
	200			DIP	249	
	300			DIP	698	
	350			DIP	2,125	
	400			DIP	863	
Sub-Total		5,474				
フェーズ 2 合計				45,288		
フェーズ 1、2 合計				62,722		

出典：JST 作成

### 5.3 事業で建設される施設の運転維持管理計画

本事業で建設される主な水道施設の運転維持管理計画は、前節の 4.4.2 で述べられたように、簡単な運転とより少ない維持管理を一つの設計基本コンセプトとして計画されており、その運転維持管理計画の概略は、表 5.3.1 のようにまとめられる。

さらに、5.2.2 の 8) および 11) に記載されたように、本事業では、新たに水質試験室と中央監視室の設置が計画されている。これらにより、浄水場オペレータは水質および水量管理に必要な情報を入手し、運転維持管理のために適切な判断を行うことができる。

表 5.3.1 主な水道施設の運転維持管理計画

施設	運転	メンテナンス
取水スクリーン	<ul style="list-style-type: none"> <li>基本的にタイマーあるいは水位設定による自動運転</li> <li>日に2度（朝晩）のマニュアル運転による機能チェック</li> </ul>	メーカーマニュアルに基づく機器メンテナンス
原水取水ポンプ	<ul style="list-style-type: none"> <li>適切なシフト運転</li> <li>ポンプ吐出水圧のモニタリング</li> </ul>	• N/A
原水取水ポンプ井	<ul style="list-style-type: none"> <li>定期的な排泥</li> </ul>	• N/A
混和池	<ul style="list-style-type: none"> <li>堰落ちによる水流攪拌</li> <li>硫酸バンド溶液の適当な希釈による均一な注入の維持</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>注入管のオリフィスの閉塞予防の洗浄</li> </ul>
フロック形成池	<ul style="list-style-type: none"> <li>上下迂流方式による水流攪拌</li> <li>角落としによる攪拌強度調整</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>定期的な排泥</li> </ul>
沈澱池	<ul style="list-style-type: none"> <li>原水濁度状況に応じ、人力とフラッシュ用水による人力による排泥</li> </ul>	• N/A
ろ過池	<ul style="list-style-type: none"> <li>ろ過水量のモニタリング</li> <li>水-空気洗浄の最適化</li> <li>通常ろ過継続期間 24 時間の維持</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>砂層表面のろ過砂の定期的な振いとり過砂の補充</li> </ul>
硫酸バンド注入設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>適正なバンド溶液濃度の調整</li> <li>適切な注入率の設定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>薬注管のクリーニング</li> </ul>
ポリマー注入設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>適正濃度のポリマー溶液の調整</li> <li>適正な注入率の設定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>薬注管のクリーニング</li> </ul>
塩素注入設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>複数塩素ガスコンテナのガス量および一定温度維持による運転</li> <li>適正な注入率の設定</li> <li>中和装置の定期的な試験運転</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>塩素ガス漏洩検知設備の定期的な点検</li> </ul>
サラカム配水センターへの送水設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>自動あるいは手動による送水ポンプ場での送水量コントロール</li> <li>ポンプの適切なシフト運転</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>封水用水の定期的点検</li> </ul>
ポンタンおよびサムケ高架水槽への送水設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>自動あるいは手動による送水ポンプ場での送水量コントロール</li> <li>ポンプの適切なシフト運転</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>封水用水の定期的点検</li> </ul>
首都ビエンチャン市街地方への配水ポンプ設備	<ul style="list-style-type: none"> <li>適正配水圧のためのポンプ台数制御によるポンプ吐出圧コントロール</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>ポンプケーシング頂頭部のエア弁によるエア抜き</li> <li>グラウンド・パッキンの調整</li> </ul>

N/A: 特にメンテナンスの必要なし

出典：JST

## 5.4 事業の全体費用

### 5.4.1 事業内容

事業はフェーズ1とフェーズ2から成り、表 5.4.1 に示す内容が挙げられている。

表 5.4.1 事業内容（フェーズ1及び2）

施設	工種	フェーズ1	フェーズ2
チナイモ取水場	土木工事(G)	160,000m <sup>3</sup> /日	なし
	導水管(G)	160,000m <sup>3</sup> /日	なし
	取水ポンプ（機械電気）(E)	120,000 m <sup>3</sup> /日 (既設の更新含む)	40,000 m <sup>3</sup> /日 (合計 160,000 m <sup>3</sup> /日)
	管理棟(G)	対象	なし
チナイモ浄水場	土木工事(G)	40,000 m <sup>3</sup> /日 (合計 120,000 m <sup>3</sup> /日)	40,000 m <sup>3</sup> /日 (合計 160,000 m <sup>3</sup> /日)
	不断水工事 (G)	対象	なし
	送配水ポンプ（機械電気）(E)	120,000 m <sup>3</sup> /日 (既設の更新含む)	40,000 m <sup>3</sup> /日
	薬液注入システム（機械電気）(E)	120,000 m <sup>3</sup> /日	40,000 m <sup>3</sup> /日
	監視装置（機械電気）(E)	対象	なし
	薬注棟(G)	対象	なし
	既設ろ過池の改良(E)	対象	なし
	水質試験室の機器類	対象	なし
サラカム配水センター	土木工事(G)	7,200m <sup>3</sup>	なし
	揚水ポンプ（機械電気）(E)	36,818m <sup>3</sup> /日	12,273m <sup>3</sup> /日
送配水管の拡張	送水管(G)	約 6.7km	なし
	配水管(G)	約 42.7km	約 97.6km

\*(G): “General” を示し、土木、管路、建築を示す。

\*(E): “Equipment” を示し、ポンプや関連施設の機械電気工事を示す。

出典：JST作成

#### 5.4.2 工事費

上記内容に基づき算出した工事費を表 5.4.2 に示す。

表 5.4.2 工事費（フェーズ1及び2）

施設	フェーズ1			フェーズ2			フェーズ1・2合計		
	FC (百万JPY)	LC (百万LAK)	小計 (百万JPY)	FC (百万JPY)	LC (百万LAK)	小計 (百万JPY)	FC (百万JPY)	LC (百万LAK)	小計 (百万JPY)
取水施設 (G)	221	14,930	444	1	307	6	223	15,237	450
取水ポンプ (機械)	387	484	394	122	121	124	508	605	517
取水ポンプ (電気)	244	484	251	83	121	85	327	605	336
浄水場拡張 (G)	138	37,257	693	67	18,132	338	206	55,389	1,031
送配水ポンプ (機械)	386	1,210	404	74	323	79	460	1,533	483
送配水ポンプ (電気)	485	1,210	503	31	323	36	516	1,533	539
薬注設備 (機械)	251	726	262	18	162	20	269	888	282
薬注設備 (電気)	97	726	108	2	162	5	100	888	113
監視システム	130	81	131	0	0	0	130	81	131
不断水工事	300	0	300	0	0	0	300	0	300
サラカム配水場 (G)	33	8,818	164	0	0	0	33	8,818	164
サラカム配水場のポンプ (機械)	156	81	157	31	20	31	187	101	188
サラカム配水場のポンプ (電気)	190	81	191	12	20	13	203	101	204
導水管 (G)	65	4,360	130	26	1,744	52	91	6,104	181
送水管 (G)	282	4,270	346	0	0	0	282	4,270	346
配水管 (G)	1,838	23,730	2,191	1,140	20,280	1,442	2,978	44,010	3,633
施設更新 (ろ過池)	105	1,765	131	0	0	0	105	1,765	131
水質試験室の機器類	100	0	100	0	0	0	100	0	100
紛争裁定費用	25	0	25	25	0	25	49	0	49
<b>合計</b>	<b>5,432</b>	<b>100,213</b>	<b>6,925</b>	<b>1,632</b>	<b>41,716</b>	<b>2,254</b>	<b>7,064</b>	<b>141,929</b>	<b>9,178</b>

\*(G): “General” を示し、土木工事、管路工事、建築工事を示す。

\*(E): “Equipment” を示しポンプや関連する施設の機械工事、電気工事を示す。

出典：JST 作成

### 5.4.3 維持管理費

将来の維持管理費は、現在のチナイモ浄水場（80,000m<sup>3</sup>/日）の維持管理費を基に下記の条件で算出する。

**チナイモ浄水場の維持管理費算出条件****電気代**

- 浄水量に比例して算出する（例えば、浄水能力が 160,000 m<sup>3</sup>/日となった時は、80,000m<sup>3</sup>/日の時の電気代の 2 倍とする）。ただし、浄水場の拡張後は浄水能力全量の水を生産はしないと考えられるため、浄水能力全量に向けて漸増するよう考慮する。

**薬品費**

- 電気代と同様に浄水量に比例して算出する（例えば、浄水能力が 160,000 m<sup>3</sup>/日となった時は、80,000 m<sup>3</sup>/日の時の電気代の 2 倍とする）。ただし、浄水場の拡張後は浄水能力全量の水を生産はしないと考えられるため、浄水能力全量に向けて漸増するよう考慮する。

**燃料代および車両代**

- フェーズ 1 では現況×1.5、フェーズ 2 では現況×2 を見込む。

**人件費**

- フェーズ 1 では現況×1.25、フェーズ 2 では現況×1.5 を見込む。

**サラカム配水センターの維持管理費算出条件****電気代**

- ポンプ揚程および計画配水量を基に現地の電気代から算出する。

**薬品費**

- なし

**燃料代、車両代、人件費**

- 現況のチナイモ浄水場の 2 割を見込む（フェーズ 1 及びフェーズ 2 とともに）

チナイモ浄水場とサラカム配水センターについて、2015 年から 2050 年までの維持管理費の算出結果を表 5.4.3 に示す。算出した維持管理費用の内訳を表 5.4.4 に示す。

表 5.4.3 維持管理費用

単位: LAK

年	チナイモ		サラカム		合計/年 (LAK)	合計/年 (JPY)	備考
	電気代 +薬品費	その他	電気代	その他			
2015	9,662,691,690	1,229,008,717	0	0	10,890,000,000	162,261,000	Chinaimo 80,000 m <sup>3</sup> /day
2016	9,662,691,690	1,229,008,717	0	0	10,890,000,000	162,261,000	
2017	9,662,691,690	1,229,008,717	0	0	10,890,000,000	162,261,000	
2018	9,662,691,690	1,229,008,717	0	0	10,890,000,000	162,261,000	
2019	9,662,691,690	1,229,008,717	0	0	10,890,000,000	162,261,000	
2020	10,870,528,151	1,391,234,807	1,160,700,000	245,801,743	13,670,000,000	203,683,000	Chinaimo 120,000 m <sup>3</sup> /day
2021	11,595,230,028	1,553,460,896	1,238,080,000	245,801,743	14,630,000,000	217,987,000	
2022	12,319,931,905	1,553,460,896	1,315,460,000	245,801,743	15,430,000,000	229,907,000	
2023	13,044,633,782	1,553,460,896	1,392,840,000	245,801,743	16,240,000,000	241,976,000	
2024	13,769,335,658	1,553,460,896	1,470,220,000	245,801,743	17,040,000,000	253,896,000	
2025	14,494,037,535	1,553,460,896	1,547,600,000	245,801,743	17,840,000,000	265,816,000	
2026	15,460,306,704	1,877,913,076	1,845,440,000	245,801,743	19,430,000,000	289,507,000	Chinaimo 160,000 m <sup>3</sup> /day
2027	16,426,575,873	1,877,913,076	1,960,780,000	245,801,743	20,510,000,000	305,599,000	
2028	17,392,845,042	1,877,913,076	2,076,120,000	245,801,743	21,590,000,000	321,691,000	
2029	18,359,114,211	1,877,913,076	2,191,460,000	245,801,743	22,670,000,000	337,783,000	
2030	19,325,383,380	1,877,913,076	2,306,800,000	245,801,743	23,760,000,000	354,024,000	
2031	19,325,383,380	1,877,913,076	2,306,800,000	245,801,743	23,760,000,000	354,024,000	
2032	19,325,383,380	1,877,913,076	2,306,800,000	245,801,743	23,760,000,000	354,024,000	
2033	19,325,383,380	1,877,913,076	2,306,800,000	245,801,743	23,760,000,000	354,024,000	
2034	19,325,383,380	1,877,913,076	2,306,800,000	245,801,743	23,760,000,000	354,024,000	
2035	19,325,383,380	1,877,913,076	2,306,800,000	245,801,743	23,760,000,000	354,024,000	
2036	19,325,383,380	1,877,913,076	2,306,800,000	245,801,743	23,760,000,000	354,024,000	
2037	19,325,383,380	1,877,913,076	2,306,800,000	245,801,743	23,760,000,000	354,024,000	
2038	19,325,383,380	1,877,913,076	2,306,800,000	245,801,743	23,760,000,000	354,024,000	
2039	19,325,383,380	1,877,913,076	2,306,800,000	245,801,743	23,760,000,000	354,024,000	
2040	19,325,383,380	1,877,913,076	2,306,800,000	245,801,743	23,760,000,000	354,024,000	
2041	19,325,383,380	1,877,913,076	2,306,800,000	245,801,743	23,760,000,000	354,024,000	
2042	19,325,383,380	1,877,913,076	2,306,800,000	245,801,743	23,760,000,000	354,024,000	
2043	19,325,383,380	1,877,913,076	2,306,800,000	245,801,743	23,760,000,000	354,024,000	
2044	19,325,383,380	1,877,913,076	2,306,800,000	245,801,743	23,760,000,000	354,024,000	
2045	19,325,383,380	1,877,913,076	2,306,800,000	245,801,743	23,760,000,000	354,024,000	
2046	19,325,383,380	1,877,913,076	2,306,800,000	245,801,743	23,760,000,000	354,024,000	
2047	19,325,383,380	1,877,913,076	2,306,800,000	245,801,743	23,760,000,000	354,024,000	
2048	19,325,383,380	1,877,913,076	2,306,800,000	245,801,743	23,760,000,000	354,024,000	
2049	19,325,383,380	1,877,913,076	2,306,800,000	245,801,743	23,760,000,000	354,024,000	
2050	19,325,383,380	1,877,913,076	2,306,800,000	245,801,743	23,760,000,000	354,024,000	
						1 LAK = 0.0149 JPY	

出典: JST 作成

表 5.4.4 維持管理費用の内訳（フェーズ1及び2）

1 USD = 8,094 LAK  
1 LAK = 0.0149 JPYテナイモ浄水場 運転維持管理費用（浄水能力 80,000 m<sup>3</sup>/day）

項目	金額(LAK)	金額(USD換算)	金額(JPY換算)	割合	備考
1 電気代	7,383,170,880	922,896	110,009,246	67.8%	
2 薬品費	2,279,520,810	284,940	33,964,860	20.9%	
2.1 硫酸アルミニウム	1,440,617,600	180,077	21,465,202	-	
2.2 塩素	805,672,800	100,709	12,004,525	-	
2.3 ポリマー	33,230,410	4,154	495,133	-	
3 燃料費	46,800,000	5,850	697,320	0.4%	
4 人件費	1,160,208,717	145,026	17,287,110	10.7%	
5 車両費	22,000,000	2,750	327,800	0.2%	
<b>Total</b>	<b>10,891,700,407</b>	<b>1,361,463</b>	<b>162,286,336</b>	<b>100.0%</b>	

テナイモ浄水場 運転維持管理費用（フェーズ1: 浄水能力 120,000 m<sup>3</sup>/day）

項目	金額(LAK)	金額(USD換算)	金額(JPY換算)	割合	備考
1 電気代	11,074,756,320	1,384,345	165,013,869	69.0%	現況 *1.5
2 薬品費	3,419,281,215	427,410	50,947,290	21.3%	現況 *1.5
2.1 硫酸アルミニウム	2,160,926,400	270,116	32,197,803	-	-
2.2 塩素	1,208,509,200	151,064	18,006,787	-	-
2.3 ポリマー	49,845,615	6,231	742,700	-	-
3 燃料費	70,200,000	8,775	1,045,980	0.4%	現況 *1.5
4 人件費	1,450,260,896	181,283	21,608,887	9.0%	現況 *1.25
5 車両費	33,000,000	4,125	491,700	0.2%	現況 *1.5
<b>合計</b>	<b>16,047,498,431</b>	<b>2,005,937</b>	<b>239,107,727</b>	<b>100.0%</b>	

テナイモ浄水場 運転維持管理費用（フェーズ2: 浄水能力 160,000 m<sup>3</sup>/day）

項目	金額(LAK)	金額(USD換算)	金額(JPY換算)	割合	備考
1 電気代	14,766,341,760	1,845,793	220,018,492	69.6%	現況 *2
2 薬品費	4,559,041,620	569,880	67,929,720	21.5%	現況 *2
2.1 硫酸アルミニウム	2,881,235,200	360,154	42,930,404	-	-
2.2 塩素	1,611,345,600	201,418	24,009,049	-	-
2.3 ポリマー	66,460,820	8,308	990,266	-	-
3 燃料費	93,600,000	11,700	1,394,640	0.4%	現況 *2
4 人件費	1,740,313,076	217,539	25,930,665	8.2%	現況 *1.5
5 車両費	44,000,000	5,500	655,600	0.2%	現況 *2
<b>Total</b>	<b>21,203,296,456</b>	<b>2,650,412</b>	<b>315,929,117</b>	<b>100.0%</b>	

## サラカム配水センター 運転維持管理費用（フェーズ1）

項目	金額(LAK)	金額(USD換算)	金額(JPY換算)	割合	備考
1 電気代	1,547,600,000	193,450	23,059,240	86.3%	
2 薬品費	0	0	0	0.0%	現況 *0
3 燃料費	9,360,000	1,170	139,464	0.5%	現況 *0.2
4 人件費	232,041,743	29,005	3,457,422	12.9%	現況 *0.2
5 車両費	4,400,000	550	65,560	0.2%	現況 *0.2
<b>Total</b>	<b>1,793,401,743</b>	<b>224,175</b>	<b>26,721,686</b>	<b>100.0%</b>	

## サラカム配水センター 運転維持管理費用（フェーズ2）

項目	金額(LAK)	金額(USD換算)	金額(JPY換算)	割合	備考
1 電気代	2,306,800,000	288,350	34,371,320	90.4%	
2 薬品費	0	0	0	0.0%	現況 *0
3 燃料費	9,360,000	1,170	139,464	0.4%	現況 *0.2
4 人件費	232,041,743	29,005	3,457,422	9.1%	Cuurent *0.2
5 車両費	4,400,000	550	65,560	0.2%	Cuurent *0.2
<b>Total</b>	<b>2,552,601,743</b>	<b>319,075</b>	<b>38,033,766</b>	<b>100.0%</b>	

出典：JST 作成



## 5.5 フェーズ1事業の概要

### 5.5.1 パッケージ案

フェーズ1事業内容について、工事内容や工事金額等を考慮して適切と考えられるパッケージ分類結果を表 5.5.1 に示す。

パッケージ 1、2 ともにラオスの建設事情を考慮して国際入札（ICB）での実施を検討している。

また、パッケージ 1 及び 2 ともに、下記事項から浄水処理方式は既存の横流式沈殿方式が妥当と判断され、この浄水処理方式を確実に選定できる設計・施工分離方式を想定している。

- 浄水場の拡張にあたり、考えられる浄水処理方式が 3 方式（①既存の横流式沈殿方式、②高速凝集沈殿方式、③セラミックろ過方式）あるが、②高速凝集沈殿方式や③セラミックろ過方式はメコン河の原水濁度のような高濁度には対応が難しい方式である。
- ①既存の横流式沈殿方式は、過去長期間に亘り高濁度原水に十分対応でき処理性能上も問題がないことが実証されており、この従来型の方式を変更する理由は乏しいと考えられる。
- 本プロジェクトは、既存浄水場（80,000m<sup>3</sup>/日）の拡張工事（40,000 m<sup>3</sup>/日）であり、既存部分と並列に拡張分を増設できる用地も確保されている中、あえて既存の処理方式と異なる処理方式のプロセスを導入するのは、運転維持管理上の複雑さや職員の運転管理能力の現状から言っても得策ではないと考えられる。

表 5.5.1 パッケージ (フェーズ 1)

パッケージ	対象施設	詳細	ICB/ LCB
パッケージ 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 取水施設(G)</li> <li>- 導水管(G)</li> <li>- チナイモ浄水場 (G)</li> <li>- チナイモ浄水場 (E)</li> <li>- 水質分析室の機器類</li> <li>- サラカム配水センター (G)</li> <li>- 送水管 (G)</li> <li>- 配水管 (G)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 取水施設土木(160,000m<sup>3</sup>/日)</li> <li>- 取水管 (推進工法)</li> <li>- 導水管(360m)</li> <li>- チナイモ浄水場拡張(40,000m<sup>3</sup>/日)</li> <li>- 管理棟</li> <li>- 不断水工事</li> <li>- チナイモ浄水場の機械電気施設(ポンプ施設類を除く薬注設備等)</li> <li>- 水質分析室の機器類</li> <li>- 高架水槽 (2000m<sup>3</sup>) および地下式配水池 (5,100 m<sup>3</sup>)</li> <li>- 送水管(6,700m)</li> <li>- 配水管 (42,689m)</li> </ul>	ICB
パッケージ 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 取水ポンプ(E)</li> <li>- 送配水ポンプ(E)</li> <li>- サラカム配水センターの揚水ポンプ(E)</li> <li>- 監視システム</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 取水ポンプと周辺設備 (120,000 m<sup>3</sup>/日)</li> <li>- 送配水ポンプと周辺設備 (120,000 m<sup>3</sup>/日)</li> <li>- 揚水ポンプと周辺設備 (37,000 m<sup>3</sup>/日)</li> <li>- 監視システム</li> </ul>	ICB

\*(G): “General” を示し、土木、管路、建築を示す。

\*(E): “Equipment” を示し、ポンプや関連施設の機械電気工事を示す。

出典：JST 作成

上記パッケージは以下に示す考えにより区分している。

**パッケージ 1:** フェーズ 1 事業に対応する取水施設の建設、原水配管、浄水場の拡張、浄水場内の建築物、薬品供給システムと監視システムの建設、水質試験器具の調達、サラカム高架水槽の建設、送水管・配水管の建設は、建設資材を標準化し、結果、運用・保守を簡素化するために一契約とする。本パッケージは、建設工事が推進工法や不断水工法などの進んだ技術と海外からの機材調達が必要となるため、国際競争入札(ICB)を想定している。

#### パッケージ 2:

フェーズ 1 事業に対応するチナイモ取水施設・浄水場とサラカム配水センターのポンプ及びその関連機器の調達・設置は、初期費用だけでなく電気代等も踏まえて、一定期間の運転を通して最も経済的な施設を導入することを目的として、LCC の考えに基づいた入札の実施を検討する。ポンプ及び関連施設は海外からの機材調達が必要となるため、国際競争入札(ICB)を想定している。

なお、パッケージ 1 と 2 を別パッケージとしたのは下記による。

- ポンプ設備を独立したパッケージとせず、取水場・浄水場建設のパッケージに含めて LCC 入札を適用した場合、ポンプ設備の LCC は他の建設費と合計した入札価格の一部となり、ポンプ設備の LCC が全体の統合された入札価格に与える影響が小さくなり、入札評価に適切に反映されない恐れがある。
- 各パッケージについて、入札時に健全な競争が見込まれる金額を考慮した。

### 5.5.2 コンサルティングサービスの内容（案）

効果的なコンサルティングサービスを実施するために、コンサルティングサービスの仕様書に以下の内容を明記する必要がある。

#### (1) 詳細設計

詳細設計は以下の事項に留意して実施する。

- F/S および予備調査報告書を含む事業に関する資料をレビューする。
- 事業で求められる事項を、事業実施機関と協議し明確にする。
- チナイモ取水場、チナイモ浄水場拡張、サラカム配水センター、および送配水管路建設のために測量調査、土質調査を実施する。
- チナイモ浄水場は、既存施設を稼働させたまま拡張する必要がある。既設の導水管から新設の導水管に切り替える際に、不断水工法を適用して浄水施設の運用に支障をきたさないよう十分に検討を行う。
- 既存施設が稼働している状況下でチナイモ浄水場の拡張工事を実施するため、工事により不意に既存施設に影響を与えないよう、浄水場と既存送配水管路に対して試掘調査を実施する。

#### (2) 入札支援

事業実施機関に対して以下の事項について入札支援を行う。パッケージ2については、LCC の考えに基づいた LCC 入札評価の導入が検討されているため、これに関する支援も行う。

- 事前資格審査
- 入札図書準備
- 入札評価
- 契約交渉

#### (3) 施工監理

施工監理の主な内容を以下に示す。

- コントラクターから提案される工事スケジュールのレビュー
- 工事の進捗を確認し、必要に応じてコントラクターに工事スケジュールの修正指示
- 進捗協議における事業実施主体の支援
- コントラクターから提出される製作図（施工図）のレビューおよび承認
- 出来高の確認と支払いのための手続き支援
- 工事状況の確認
- 工事費用の進捗管理および支援（出来高確認により施工会社に支払われた工事費用の進捗管理および支援）
- 契約変更における事業実施主体への助言
- 土木工事および機械電気設備設置作業の施工監理および品質確保
- コントラクターが提出する維持管理マニュアルと竣工図の確認および承認

#### (4) 能力育成

- チナイモ浄水場拡張に伴い必要となる維持管理トレーニングプログラムを作成し、NPNL 対象職員にトレーニングを実施する。

### 5.5.3 概算事業費

#### (1) 工事費

フェーズ1事業の工事費内訳を表 5.5.2 に示す。工事費は2つのパッケージ別に算出されており、パッケージの分類方法については、「5.5.1 パッケージ案」に示す通りである。

表 5.5.2 パッケージ別の工事費内訳（フェーズ1）

## Package1: Intake (G), WTP (G, E), Salakham (G), Transmission Line (G), Distribution (G)

item	unit	Quantity	Unit Price		Cost		Total yen
			Foreign	Local	Foreign	Local	
			yen	LAK	yen	LAK	
Intake (G)	Ls	1	221,440,000	14,930,000,000	221,440,000	14,930,000,000	443,897,000
Raw water pipeline (G)	Ls	1	64,670,000	4,360,000,000	64,670,000	4,360,000,000	129,634,000
Chinaimo WTP (G)	Ls	1	138,150,000	37,257,000,000	138,150,000	37,257,000,000	693,279,300
Method of non-suspension water	Ls	1	300,000,000	0	300,000,000	0	300,000,000
Chemical feed system Mechanical (E)	Ls	1	250,970,000	726,000,000	250,970,000	726,000,000	261,787,400
Chemical feed system Electrical (E)	Ls	1	97,150,000	726,000,000	97,150,000	726,000,000	107,967,400
Rehabilitation	Ls	1	104,500,000	1,765,000,000	104,500,000	1,765,000,000	130,798,500
Laboratory Equipment	Ls	1	100,000,000	0	100,000,000	0	100,000,000
Salakham (G)	Ls	1	32,700,000	8,818,080,000	32,700,000	8,818,080,000	164,089,392
Transmission pipeline (G)	Ls	1	281,990,000	4,270,000,000	281,990,000	4,270,000,000	345,613,000
Distribution pipeline (G)	Ls	1	1,837,710,000	23,730,000,000	1,837,710,000	23,730,000,000	2,191,287,000
Dispute Board Expencc	Ls	1	24,682,000	0	24,682,000	0	24,682,000
							0
Total					3,453,962,000	96,582,080,000	4,893,034,992

## Package2: Pumps and related equipment, Monitoring System

借款対象率

100

item	unit	Quantity	Unit Price		Cost		Total yen
			Foreign	Local	Foreign	Local	
			yen	LAK	yen	LAK	
Intake pump Mechanical	Ls	1	386,664,000	484,050,000	386,664,000	484,050,000	393,876,345
Intake pump Electrical	Ls	1	244,164,000	484,050,000	244,164,000	484,050,000	251,376,345
Transmission and distribution pump	Ls	1	385,785,000	1,210,140,000	385,785,000	1,210,140,000	403,816,086
Transmission and distribution pump Electrical	Ls	1	485,385,000	1,210,140,000	485,385,000	1,210,140,000	503,416,086
Salakham pump Mechanical	Ls	1	155,844,000	80,680,000	155,844,000	80,680,000	157,046,132
Salakham pump Electrical	Ls	1	190,194,000	80,680,000	190,194,000	80,680,000	191,396,132
Monitoring System	Ls	1	129,594,000	80,680,000	129,594,000	80,680,000	130,796,132
							0
Total					1,977,630,000	3,630,420,000	2,031,723,258

\*(G): "General" を示し、土木工事、管路工事、建築工事を示す。

\*(E): "Equipment" を示しポンプや関連する施設の機械工事、電気工事を示す。

出典：JST 作成

## (2) 概算事業費

フェーズ1事業の概算事業費算出条件を表5.5.3に示す。これに基づき算出した概算事業費算出結果を表5.5.4に示す。

表 5.5.3 概算事業費算出条件

項目	条件
概算事業費算出の基準年	2015年4月
為替レート	USD = 120.4 Yen USD = 8,094.60 LAK LAK = 0.0149 Yen
プライスエスカレーション	FC: 2.0% LC: 7.9%
予備費 (工事)	工事費の5%
予備費 (コンサルティングサービス)	コンサルティングサービス費用の5%
税率	現地調達費用に対して10.0%
管理費	コンサルティングサービスと工事費用の5.0%
輸入税	0%
フロント・エンド・フィー	JICA 融資額の0.2%
建中金利	工事: 0.7% コンサルティングサービス: 0.01%
会計年度	1月-12月

出典：JST 作成

表 5.5.4 概算事業費算出結果 (フェーズ1)

項目	合計				割合
	外貨 百万 JPY	内貨 百万 LAK	合計 百万 JPY	合計 百万 USD	
<b>A. 借款対象分</b>	7,266	179,097	9,934	82.5	92%
I) 調達/工事	6,472	149,750	8,703	72.3	-
工事費	5,432	100,213	6,925	57.5	-
パッケージ1	3,454	96,582	4,893	40.6	-
パッケージ2	1,978	3,630	2,032	16.9	-
物価変動予備費	452	35,924	987	8.2	-
物理的予備費	588	13,614	791	6.6	-
II) コンサルティングサービス	794	29,347	1,231	10.2	-
ベースコスト	710	21,688	1,033	8.6	-
物価変動予備費	45	6,261	139	1.2	-
物理的予備費	38	1,397	59	0.5	-
<b>B. 借款非対象分</b>	0	52,593	784	6.5	7%
a 調達/工事	0	0	0	0.0	-
b 土地収用	0	0	0	0.0	-
c 管理費	0	33,336	497	4.1	-
d 付加価値税	0	17,910	267	2.2	-
e 輸入関税	0	0	0	0.0	-
f フロントエンドフィー	0	1,347	20	0.2	-
<b>C. 建中金利(借款対象)</b>	103.1	0.0	103.1	1.1	1%
i 建中金利(調達/工事)	102.8	0.0	102.8	0.9	-
ii 建中金利(コンサルティングサービス)	0.3	0.0	0.3	0.3	-
<b>総事業費 (A+B+C)</b>	<b>7,369</b>	<b>231,690</b>	<b>10,821</b>	<b>90.1</b>	<b>100%</b>
<b>D. JICA借款対象額合計 (A + C)</b>	<b>7,369</b>	<b>179,097</b>	<b>10,037</b>	<b>83.6</b>	<b>93%</b>

出典：JST 作成

### 5.5.4 妥当性検証のための類似案件との事業費比較

算出した概算事業費の妥当性を検証するために類似案件との比較を行う。比較対象案件を表 5.5.5 に示す。

表 5.5.5 類似案件プロジェクトリスト

対象国	主な対象箇所	浄水処理能力 (m <sup>3</sup> /日)	事業費 (百万円/百万 USD)	備考
ラオス	チナイモ	40,000 (拡張)	10,821 百万円 (90.1 百万 USD)	本事業
	カオリオ <sup>1)</sup>	40,000 (拡張)	2,870 百万円	日本の無償資金協力(2005)
	タケク <sup>2)</sup>	15,000 (新設)	1,560 百万円	日本の無償資金協力(2013)
	ドンマックイ <sup>3)</sup>	100,000 (拡張)	78.6 百万 USD	Export-Import Bank of China からの融資 (2011 年に F/S 実施)
カンボジア	ニロート	130,000 (新設)	6,352 百万円	日本とフランスによる協調融資 (2008~2013)
	コンボンチャム <sup>4)</sup>	11,500 (新設)	3,360 百万円	日本の無償資金協力(2013)
	バッターバン <sup>4)</sup>	22,000 (新設)		
インド	サラウリム <sup>5)</sup>	100,000 (拡張)	14,778 百万円 (126 百万 USD)	日本の有償資金協力 (2006 年に F/S 実施)

1) Vientiane Water Supply Development Project (2005)

2) Thakhek Water Supply Development Project (2013)

3) Feasibility Study Report (Fsr) Dongmakkhay Water Treatment Plant, Phase Ii (2011)

4) Expansion of Water Supply Systems In Kampong Cham And Battanbang (2013)

5) Study On Augmentation of Water Supply And Sanitation for The Goa State in The Republic of India (2006)

出典：JST 作成

表 5.5.5 に示したプロジェクトは類似案件ではあるものの、以下の理由から事業費のみによる単純な比較はできない。

- 本事業は、単純な 40,000 m<sup>3</sup>/日 の拡張ではなく、既存施設 (80,000 m<sup>3</sup>/日) の機械電気施設の更新を含んでいる。
- 取水施設 (土木) は、既存施設の更新とフェーズ 2 の水量も踏まえて、160,000m<sup>3</sup>/日の施設を新たに建設する。
- 管路の口径や延長はプロジェクトごとに異なる。

上記の通り、事業費のみによる単純な比較は適切ではないため、ここでは各プロジェクトにおける取水施設・浄水施設の単位浄水能力当たりの直接工事費ベースで比較することとする。比較結果を表 5.5.6 に示す。なお、本事業内容を考慮して、取水場の土木施設は 160,000 m<sup>3</sup>/日、機械電気施設が 120,000 m<sup>3</sup>/日、浄水場の土木施設が 40,000 m<sup>3</sup>/日、機械電気施設が 120,000 m<sup>3</sup>/日 として計算する。

表 5.5.6 取水および浄水施設の単位浄水処理能力 (m<sup>3</sup>) 当たり単価の比較

施設	場所	①容量 m <sup>3</sup> /day	②直接工事費(USD)				単価(USD/m <sup>3</sup> ) (②÷①)			
			土木	機械	電気	小計	土木	機械	電気	小計
取水施設	Kampong Cham	土木、機械電気: 11,500	1,037,374	472,952	268,397	1,778,723	90	41	23	155
	Thakhek	土木、機械電気: 15,000	898,328	413,355	238,804	1,550,487	60	28	16	103
	Battanbang	土木、機械電気: 22,000	701,160	448,684	357,284	1,507,128	32	20	16	69
	Chinaimo	土木: 160,000 機械電気: 120,000	3,700,000	3,298,400	2,104,900	9,103,300	23	27	18	-
浄水場	Kampong Cham	土木、機械電気: 11,500	1,657,544	1,417,577	1,026,900	4,102,021	144	123	89	357
	Thakhek	土木、機械電気: 15,000	1,578,940	1,409,042	867,285	3,855,267	105	94	58	257
	Battanbang	土木、機械電気: 22,000	2,326,465	1,718,040	1,125,649	5,170,154	106	78	51	235
	Chinaimo	土木: 40,000 機械電気: 120,000	5,780,000	5,573,000	5,118,800	16,471,800	145	46	43	-
取水施設と 浄水場	Kampong Cham	土木、機械電気: 11,500	2,694,918	1,890,529	1,295,297	5,880,744	234	164	113	511
	Thakhek	土木、機械電気: 15,000	2,477,268	1,822,397	1,106,089	5,405,754	165	121	74	360
	Battanbang	土木、機械電気: 22,000	3,027,625	2,166,724	1,482,933	6,677,282	138	98	67	304
	Kaolieo	土木、機械電気: 40,000	3,885,002	3,296,385	1,447,657	8,629,044	97	82	36	216
	Chinaimo	取水土木: 160,000 浄水場土木: 40,000 機械電気: 120,000	9,480,000	8,871,400	7,223,700	25,575,100	-	74	60	-

※表 5.5.5 に示したプロジェクトのうち、工事費の内訳が分かるもので比較  
出典：JST 作成

直接工事費の合計金額で見ると本事業の工事費が高価であるが、単価 (USD/m<sup>3</sup>) でみると、他プロジェクトよりも安価となっている。一般には施設規模が大きくなると、単価は安価になる傾向となるため、本事業の積算金額は妥当な範囲であると判断できる。なお、本事業の浄水場の単価が高くなっているが、これは他の浄水場では採用されていないストレーナ形の下部集水装置付きのろ過池を採用していることによっている。

### 5.5.5 更新費

施設更新費については、土木構造物および機械電気施設別に以下のように考える。

#### 土木構造物

- チナイモ浄水場は 1980 年に第一期工事、1996 年に第二期工事が実施されている。第一期工事の施設については現在までに約 35 年、第二期工事の施設は約 19 年が経過している。首都ビエンチャンにある最も古い浄水場はカオリオ浄水場で、1964 年に第一期工事が実施され、約 51 年が経過している。このカオリオ浄水場の第一期施設は現在でも問題なく稼働しており、今後も更新計画等が特に検討されていない状況にある。このように施設が問題なく稼働している一因として、メコン河の水質が挙げられる。メコン河のアルカリ度は比較的高く、これによりコンクリートが酸化しにくく、土木構造物が長持ちしやすい環境にある。
- 現在のチナイモ浄水場土木構造物の健全な状況とカオリオ浄水場の実績より、2050 年までには土木構造物の更新は不要と判断する\*。

※チナイモ取水場については、施設の老朽化による更新ではなく、既存施設では 160,000m<sup>3</sup>/日の取水能力がないため、今回新たに新設することになっている。

#### 機械電気施設



- チナイモ浄水場にある機械電気施設は丁寧に維持管理されている状況にある。例えば、ポンプ施設については、1980年に設置し約35年が経過している取水ポンプや送配水ポンプが未だに稼働している。
- 一般的には機械電気施設の更新サイクルは15年と言われている。しかしながら、上記の実状を考慮して、今後導入される施設についても丁寧に維持管理されて通常の施設よりも長く使用されることが想定される。2050年までの更新費用としては、15年ごとに対象工事費の100%を見込むことが一般的であるが、これまでの維持管理状況も加味して以下の更新費とする。
  - ▶ 本事業で検討している機械電気施設のうち、ポンプ周りの配管やクレーン施設等を除く機械電気施設（主にポンプ施設）工事費の100%（1,584百万円）を見込む。
  - ▶ 機械電気施設設置の15年後に上記費用の50%（832.2百万円）を見込み、20年後に残りの50%（832.2百万円）を見込む。

### 管路施設

- 管路の耐用年数は一般に50年以上であるため、2050年までに管路更新は不要である\*。ただし、維持管理費用を見込む必要がある。維持管理費用は、建設費用の5%とし、その費用を建設10年後より2050年まで各年に配分する。

※本プロジェクトにおいて布設替えを実施する管路は、施設の老朽化によるものではなく、管路の流下能力不足解消のために実施するものである。

- 2050年までに必要となる維持管理費用は以下の通りである。

$$2,467 \text{ 百万円} \times 5\% = 124 \text{ 百万円}$$

$$\text{各年の維持管理費用} : 124 \text{ 百万円} / 20 \text{ 年} (=2031\sim 2050 \text{ 年}) = 6.2 \text{ 百万円} / \text{年}$$

上記により算出したフェーズ1事業で建設される施設において、2050年までの更新費を表5.5.7に示す。

表 5.5.7 2050 年までの更新費（フェーズ 1 施設）

年	更新費用 (百万円)	更新費用 (百万 LAK※)	チナイモ浄水場 の浄水容量
2015	-	-	80,000m <sup>3</sup> /日
2016	-	-	-
2017	-	-	-
2018	-	-	-
2019	-	-	-
2020	-	-	120,000m <sup>3</sup> /日
2021	-	-	-
2022	-	-	-
2023	-	-	-
2024	-	-	-
2025	-	-	-
2026	-	-	160,000m <sup>3</sup> /日
2027	-	-	-
2028	-	-	-
2029	-	-	-
2030	-	-	-
2031	6.2	416	-
2032	6.2	416	-
2033	6.2	416	-
2034	6.2	416	-
2035	832.2	55,852	-
2036	6.2	416	-
2037	6.2	416	-
2038	6.2	416	-
2039	6.2	416	-
2040	832.2	55,852	-
2041	6.2	416	-
2042	6.2	416	-
2043	6.2	416	-
2044	6.2	416	-
2045	6.2	416	-
2046	6.2	416	-
2047	6.2	416	-
2048	6.2	416	-
2049	6.2	416	-
2050	6.2	416	-
合計	1,776.0	119,192	

※1LAK=0.0149JPY

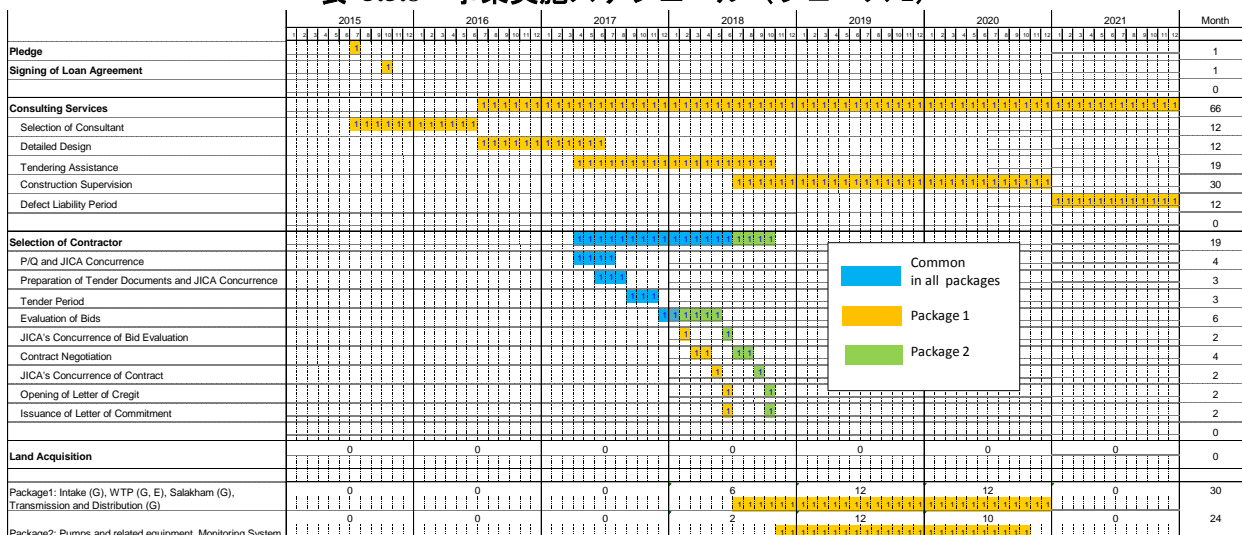
出典：JST 作成

5.5.6 事業実施スケジュール

フェーズ1事業の事業実施スケジュールを表 5.5.8に示す。このスケジュールは、各項目が以下の期間を要することとして設定している。

- (1) コンサルタントの選定 : 12 カ月
- (2) 詳細設計 : 12 カ月
- (3) 入札支援 (ICB) : 15 カ月
  - 入札図書作成と JICA 同意 : 3 カ月
  - 入札期間 : 3 カ月
  - 入札評価 : 4 カ月
  - 入札評価結果の JICA 同意 : 1 カ月
  - 契約交渉 : 2 カ月
  - 契約の JICA 同意 : 1 カ月
  - 信用状 (L/C) の開設 : 1 カ月

表 5.5.8 事業実施スケジュール (フェーズ1)



出典：JST 作成

### 5.5.7 施工計画

#### (1) 全般

チナイモ取水場・浄水場、サラカム配水センターについては、既存施設を運用しながらの工事となるため、運用方法を熟知し、かつ工事範囲の既存施設（配管、配線等）位置を試掘等により把握した上で工事を実施する。

場内配管について、構造物との取り付け部には鋳鉄製および鋼製の伸縮可とう管を用いる。

#### (2) 取水施設

取水施設について、現地は既存取水施設に隣接した狭隘な用地であるため、躯体築造にあたって土留めを施す。土工事の掘削は機械（バックホウ及びクラムシェル）で行う。取水管の布設は普通推進工法（刃口元押し工法）により行う。推進工法施工の発進立坑は取水井築造時の仮締切を利用する。到達立坑はメコン河堤外地（河川内）を仮締切により築造する。仮締切は遮水性に優れた鋼矢板を土留め壁とし、鋼製（H形鋼他）支保で支える構造とする。取水管の施工後、メコン河の護岸整備工事を実施する必要がある。護岸整備は堤体法面の洗掘、滑りによる崩壊防止する重要な工事である。

#### (3) 浄水施設

第一期工事の浄水施設の拡張工事は、軍用地側となり、拡張施設は現況のチナイモ浄水場用地境界近くまで必要とするため、工事期間中に隣接する軍用地を借地する必要がある。借地幅は5~10m程度で、境界にあるフェンスの撤去復旧工事が必要となる。なお、軍用地には建物があるが、この建物には影響を与えないよう配慮する。

導水管や浄水施設拡張に伴う配管工事については、既存施設を運用しながらの工事となるため、既設導水管等の切り替え工事には不断水工法を適用する。

#### (4) 送配水管路

NPNL のガイドライン※を踏襲し、口径φ300mm以上はダクティル鋳鉄管、φ250mm以下についてもダクティル鋳鉄管を用いる。

※NPNL のガイドラインでは、250mm以下の配水管にはダクティル鋳鉄管、若しくはuPVC管を用いることとしている。本事業で布設する配水管は配水上全て重要な管路であるため、ダクティル鋳鉄管を用いることとする。

布設工法は開削工法とする。安全確保の目的で土留めを適用する。適用条件は、これまでのNPNLによる工事実績を踏まえて掘削深度が2.0m以上となる場合に土留めを使用する。2.0m未満の場合は素掘りとする。

### 5.5.8 工事資機材の調達計画および調達方法

本事業実施に必要となる建設材料のうち、下記については建設業者が輸入調達する必要がある。そのほかのセメント、砕石、レンガ、砂、木材、合板、コンクリートブロック、フェンス、蛇かご、くぎ、ガソリン、軽油、潤滑油、足場材等は現地調達が可能である。

#### (1) 輸入調達材料

- 機械（ポンプ、モーター、流量計、バルブ類、可とう継手 等）
- 電気全般
- 管材（ダクタイル鋳鉄管）
- 鋼材（仮設材）

#### (2) 海外調達が必要となる建設方法

- 推進工法（取水管工事に必要となる）
- 不断水工法（既設浄水場を運用しながらの浄水場拡張工事に必要となる）

## 6. 環境社会配慮

### 6.1 事業対象地域の概要

本事業により建設される取水口、浄水場、送水管、高架水槽、配水管予定地の社会環境を把握するため、これらの施設建設予定地の位置する4郡(シサッタナク郡、ハドサイフォン郡、サイセタ郡およびチャンタブリー郡)についてより詳細な情報を収集した。

#### (1) 事業域民族分布

民族の種類とその割合について表 6.1.1 に示す。首都ビエンチャンの統計は入手できなかったため、ラオスの統計数字を記載している。国の民族分布と比べると、ラオ族の割合がどの郡においても、非常に高い。よって、少数民族に対しての配慮は特別必要ない。しかしながら、少数民族に属す被影響世帯が見つかった場合には、注意を払う必要がある。

表 6.1.1 民族分布 (2013 年)

No.	ラオス全体/郡	民族 (%)				
		Lao	Mong	Keummeu	Tai Noua	Others
1	ラオス全体*	54.6	8.0	10.9	3.3	23.2
2	シサッタナク	99.48	0.35	0.17	-	-
3	ハドサイフォン	99.02	0.35	0.22	0.01	0.4
4	サイセタ*	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
5	チャンタブリー	93.31	0.6	0.32	4.74	1.03

\*サイセタ郡においては、民族分布に係る統計資料は入手できなかったが、統計課によると、サイセタ郡ではほとんどの民族はラオ族とのものであった。

出典: 計画・投資省統計局および各郡

#### (2) 貧困層

2009年から2013年までの貧困層の世帯数を表 6.1.2 に示す。2013年では、サイセタ郡における3世帯を除いて、すべての郡で貧困層は記録されていない。

表 6.1.2 4郡における貧困世帯数(2013年)

No.	首都/郡	貧困世帯数				
		2009	2010	2011	2012	2013
1	首都ビエンチャン	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
2	シサッタナク	0	0	0	0	0
3	ハドサイフォン	0	0	0	0	0
4	サイセタ*	-	-	-	-	3
5	チャンタブリー	39	0	0	0	0

出典: 計画・投資省統計局および各郡統計課

#### 貧困層の定義:

貧困層の定義は、Decrees on Vulnerable and Standard for Development during 2012 and 2015, No. 309/PM Nov. 2013 の3項に以下のように規定されている。

- 貧困層の指標は、年齢もしくは性別を考慮しない、一か月の一人当たりの平均所得が、1) 国平均で 192,000 LAK/人/月 もしくは 24USD<sup>13</sup>人/月 以下、2) 地方において 180,000

<sup>13</sup> 1 USD = 8,000LAK

LAK/人/月もしくは 22.5 USD/人/月 および3) 都市において 240,000 LAK/人/月もしくは 30 USD/人/月とする。

### (3) 社会インフラ

病院数、学校数および電化率を表 6.1.3 に、また飲料用水源および上水道普及率を表 6.1.4 に示す。調査域の電化率は 100%である。首都ビエンチャン水道公社による水道普及率は、首都ビエンチャンでは 72%であるが、郡によりばらつきがあり、シサッタナク郡では 100%、ハドサイフォン郡では 70%である。

表 6.1.3 病院数、学校数および電化率(2013 年)

No.	首都/郡	病院 (数)	クリニッ ク (数)	学校 (数)				電化率* (%)
				Nursery	Primary	Secondary	University	
1	首都ビエンチャン	50	349	243	387	96	N/A	100%
2	シサッタナク	6	104	42	41	19	1	100%
3	ハドサイフォン	7	36	37	55	17	0	100%
4	サイセタ*	2	130	48	70	12	2	100%
5	チャンタブリー	1	109	32	39	19	0	100%

\*系統接続率

出典: 各郡統計課

表 6.1.4 飲料用水源および水道普及率(2013 年)

No.	首都/郡	飲料水源		水道普及率	
		Bottled Water from Factory (%)	Ground water (%)	Water Supply* (%)	River/ground water (%)
1	首都ビエンチャン	N/A	N/A	72%	28%
2	シサッタナク	100%	0%	100%	0%
3	ハドサイフォン	100%	0%	70%	30%
4	サイセタ*	95%	5%	84%	16%
5	チャンタブリー	100%	0%	95%	5%

\*首都ビエンチャン水道公社による供給

出典: 各郡統計課

## 6.2 環境社会影響を及ぼす可能性のある事業コンポーネントの概要

事業の工事時および供用時において、すべての事業コンポーネントについて、自然および社会環境に直接的甚大な影響を及ぼす可能性は予見されていない。工事時の工事ともなう活動による自然環境への負の影響については、軽微ながら予見された（「6.5.2 IEE 結果」に詳細を記載）。よって、ここでは事業コンポーネントの社会環境に及ぼす可能性について検討している。

### チナイモ浄水場拡張

新しい浄水場および関係諸施設は、既存のチナイモ浄水場施設内に建設予定である。よって、浄水場拡張による用地取得は発生しない。

### 取水施設および送水管の拡張および増強

取水施設は既存の取水施設内に建設される為、用地取得は発生しない。また、取水施設と浄水場をつなぐ送水管については、両施設を横断する公道下に埋設予定である。よって、

用地取得は必要ない。送水管埋設にともなう工事では、公道内約 4m を掘削することになる。

### 配水施設の拡張および増強

配水施設は(a)浄水場と高架水槽をつなぐ送水管および(b)地下配水池をとまなう高架水槽で構成される。チナイモ浄水場からの送水管は、既存のサラカム高架水槽施設内に建設予定の高架水槽に接続される。新しい浄水場と高架水槽をつなぐ送水管は公道下に埋設される。よって用地取得は発生しない。

## 6.3 ラオスにおける法令および関係機関

### 6.3.1 環境社会配慮に係る法令

#### (1) 環境社会配慮に係る法令概略

環境社会配慮に係る法令を表 6.3.1 に示す。

表 6.3.1 環境社会配慮に係る法令

No	Law	Enacted No. and Year	Key Contents
1	Constitution	No.25/NA May 2003	States the responsibility of all organizations and citizens to protect the natural environment and natural resources of the state
2	Environmental Protection Law	No. 29/NA December 2012	Specifies principles, rules and measures to manage, monitor, restore and protect the environment, natural resources and biodiversity Ensures sustainable socio-economic development
3	Ministerial Instruction on the Process of Environmental and Social Impact Assessment of the Investment Projects and Activities	No.8030/MONRE December 2013	Establishes uniform environmental and social impact assessment requirements and procedures for all investment projects categorized as Grope 2 in Ministerial Agreement No.8056/MONRE
4	Ministerial Instruction on the Process of Initial Environmental Examination of the Investment Projects and Activities	No.8029/MONRE December 2013	Established uniform initial environmental examination requirements and procedures for all investment project categorized as Grope 1 in Ministerial Agreement No.8056/MONRE
5	Ministerial Agreement on the Environment and Promulgation of List of Investment Projects and Activities Requiring for Conducting Environmental and Social Impact Assessment	No.8056/MONRE December 2013	Categorized investment projects and activities into two groups as: (1) group1 shall prepare Initial Environmental Examination (IEE) and (2) group 2 shall prepare environmental and social impact assessment (ESIA) and classified the investment projects and activities into 5 sectors as: (1) Energy Sector,(2) Agriculture and Forestry Sector, (3) Industrial Processing Sector,(4) Infrastructure and Service Sector, and (5) Mining Sector.
6	Environment Impact Assessment Guidelines	MONRE November 2011	Gives instructions for preparing an EIA report pursuant to the Decree on Environmental Impact Assessment
7	Agreement on National Environmental Standards	No.2734/WREA December 2009	Establish national environmental standards as a basis for environmental monitoring and pollution control on water, air, soil and noise



No	Law	Enacted No. and Year	Key Contents
8	Water and Water Resources Law	No.02-96/ NA October 1996	Regulates the management, exploitation, development, protection and sustainable use of water and water resources
9	Law on Aquatic Animals and Wild Life	No.07/NA December 2007	Provides principles and measures to protect and manage wildlife and aquatic animals
10	Agreement on Drinking Water and Household Water Quality Standard	No.1371/MOH Oct 2005	Defines rules, standards and measures relating to organizations and operational management activities, surveillance, monitoring and control of quality of drinking water and water used in households and service areas in order to manage and promote consumer health through clean and safe water for drinking and water uses.
11	Decree on the Compensation and Resettlement of the Development Project	No.192/PM July 2005	Defines principles, rules, and measures on compensation and resettlement on the development project
12	Regulation for Implementing Decree No.192/PM on Compensation and Resettlement of People Affected by Development Projects	No.2432/STEA November 2005	Defines principles, rules and measures on compensation and resettlement of the development project
13	Technical Guidelines on Compensation and Resettlement in Development Projects	Prime Minister's Office STEA February 2011	Gives instructions for implementing social impact assessment of development project focusing on the principles and procedures on compensation and resettlement
14	Land Law	No.04/NA Oct 2003	Provides rules on management, protection and use of land
15	Degree on the Implementation of the Land Law	No.88/PM June 2008	Give instructions for implementing the Land Law relating to the management, protection, use and development of land as well as ensuring the compliance with the set-targets and the uniformity of practice throughout the country
16	Public Road Law	No.04/99 NA April 1999	Defined principles, regulations and measures relating to management, use, planning, survey, design, construction and maintenance of public road. Article 20 stipulate total area of roads as road surface, road shoulder, footpaths, drainage channels, road slope and delimitation area for public road.
17	Law on National Heritage	No.08/NA November 2005	Determines the principles, regulations and measures for the administration, use, protection, conservation, restoration, rehabilitation of the national culture, history and natural heritage

出典: JST

## (2) 水利権

ラオス国法令では、上水事業に係るメコン河の取水権取得についての規定はなく、その必要はない。<sup>14</sup>

<sup>14</sup> 上水道の取水権については、近々改訂される水資源法施行後にその内容について確認する必要がある。

### (3) 事業に係る環境評価手順

事業者は、開発事業における IEE および ESIA の実施区分にかかる協約(Ministerial Agreement on the Endorsement and Promulgation of List of Investment Projects and Activities Requiring for Conducting the Initial Environmental Examination or Environmental and Social Impact Assessment No.8056/MONRE 2013) に示される分類に従い、初期環境評価(Initial Environmental Examination: IEE) もしくは、環境影響評価 (Environmental Impact Assessment: EIA)を実施し、事業の工事開始前までに、環境遵守認証(Environmental Compliance Certificate: ECC)の交付を受けることとされている。この協約において、事業が Group 1 に分類されている場合は IEE を、また Group 2 に分類されている場合は EIA をそれぞれ実施することが必要とされている。当該事業については、この協約のなかでは 3.35 給水処理事業<sup>15</sup>に該当し、すべての給水処理事業は Group1 と分類されていることから、規定により IEE の実施が義務付けられている。

IEE実施手順は、開発事業および開発活動に係る IEE 手続き規定(Ministerial Instruction on the Process of Initial Environmental Examination of the Investment Projects and Activities No.8029/MoNRE) に定められている。この規定によると、10 営業日の書類記載方法等確認の為の形式審査および 40 営業日の内容審査の、少なくとも計 50 営業日が、ECC を取得する為の必要期間とされている。当該事業の場合、事業者は首都ビエンチャン天然資源環境局に IEE 書を提出し、ECC の交付を受ける必要がある。<sup>16</sup>

当該事業の IEE 書案は、DONRE に提出された後、2 回の関係者間会議（関係者間会議については 6.7 Consultation Meeting を参照のこと）での審査を経た。その後、2015 年 2 月 17 日付で ECC が DONRE より交付された。交付された ECC は、B.6 Environmental Compliance Certificate として添付している。

### (4) JICA による環境社会配慮

当該事業は、円借款事業として、JICA 環境社会配慮ガイドライン（以下ガイドライン）の遵守が要件とされている。

当該事業はこのガイドラインに基づき、カテゴリ B プロジェクトと分類された。カテゴリ B プロジェクトはガイドラインにおいて「一般的に、影響はサイトそのものにしか及ばず、不可逆的影響は少なく、通常の方策で対応できると考えられる」と規定されている。<sup>17</sup> カテゴリ B プロジェクトにおいては、IEE レベルでの環境社会配慮調査を実施し、回避・最小化・代償を含む環境緩和策やモニタリングおよび環境社会配慮実施体制の案を作成する。また、事業を実施しない案を含む代替案の検討も必要とされる。環境社会配慮調査結果についての現地ステークホルダー協議は、カテゴリ A プロジェクトの場合は必ず実施し、カテゴリ B プロジェクトの場合は必要に応じて実施することとされている。

<sup>15</sup> 天然資源環境省環境社会影響評価局にて、上水道事業は、開発事業および開発活動に係る IEE 手続き規定においては、給水処理事業に相当すると確認した(2014 年 9 月付)。

<sup>16</sup> Article 2.4 Review of the Initial Environmental Examination Report, Ministerial Instruction on the Process of Initial Environmental Examination of the Investment Projects and Activities No.8029/MONRE)

<sup>17</sup> JICA 環境社会配慮ガイドライン（2010 年） 2.2 カテゴリ分類

## (5) 環境社会ガイドラインとの乖離

ラオス国法令により、当該事業は IEE の実施が必要とされている。一方、ガイドラインによると当該事業はカテゴリ B プロジェクトと分類され、IEE の実施が要件となっている。ラオス国法令において IEE の為の検討事項は非常に詳細な項目に及び、ガイドラインの規定では EIA の検討事項要件に近い。ガイドラインに規定されている検討事項はすべてラオス国法令での要件を満たしている。よって、ラオス政府と JICA の間における規定の乖離はない。

### 6.3.2 環境行政組織

当該事業における関連環境行政機関は以下のとおりである。

#### (1) 首都ビエンチャン天然資源環境局(DONRE) 環境影響評価課

首都ビエンチャン天然資源環境局(DONRE) 環境影響評価課は、管轄内における開発事業の IEE 書について審査および承認の担当を担っている。IEE 書の承認後、開発事業者へ ECC を交付し、IEE 書に則って実施される開発事業者によるモニタリングを監理する。当該事業の場合、この DONRE より ECC を取得することになっている。

#### (2) 首都ビエンチャン公共事業運輸局(DPWT)住宅・都市計画部給水・環境課

給水・環境課は、首都ビエンチャン公共事業運輸局住宅・都市計画部に設置されている。この課の職務は、住宅・都市計画の管理、改善と発展、建設資材の手続き、給水および環境管理を管轄下で行うことであると、首都ビエンチャン条例住宅・都市計画部および環境部の役割(No.4042/DPWT2011 年 9 月)に規定されている。

#### (3) 首都ビエンチャン水道公社チナイモ浄水場附属チナイモ浄水場研究所

チナイモ浄水場研究所は、チナイモ浄水場内に位置する。研究所は、取水口、浄水場およびチナイモ浄水場が配水している地域の水質測定を担当している。チナイモ浄水場研究所の2名の職員が、取水口と浄水場で計4個所の水質測定を毎日実施している。また、これらの職員は週毎にチナイモ浄水場配水地域 34 個所の水質測定を実施している。この研究所は、首都ビエンチャンで唯一飲料水の水質を専門としている機関であることから、要請があれば首都ビエンチャン内の他の浄水場の水質についても測定を行っている。

## 6.4 代替案

### 取水施設候補地

代替案の比較結果を表 6.4.1 に示す。取水施設を既存のチナイモ取水施設内に建設するという代替案2が、一番実行可能な案として選ばれた。また、40,000m<sup>3</sup>/day の拡張のみの場合は、既存の施設で対応できるため、事業を実施しない案も実行可能な案となる。

表 6.4.1 取水施設候補地代替案

項目	事業を実施しない案 (取水能力は拡張するが既存取水口を使用)		代替案 1 (既存取水口に隣接する土地に既存取水口と同じタイプの施設を建設)	代替案 2 (既存取水口敷地内に新取水口を建設)
	40,000m <sup>3</sup> /day のみの拡張	80,000m <sup>3</sup> /day の拡張		
用地確保	◎	△	△	◎
施設設計	◎	△	△	◎
結果				
実行可能性	◎ 既存取水施設で対応可能である。	△ 既存取水口内ではスペースが十分でなく、新たに取水口施設を建設する必要があるが、用地確保が難しい。	△ 既存取水口と同タイプの取水口の建設は既存敷地内の用地では建設が難しく、用地取得が必要となる。既存取水口施設に隣接する土地は、両側ともに空き地がなく、用地取得は難しい。	◎ 施設設計を考慮し、既存の施設内で建設できる規模にすることにより、新たな用地取得を避けることができる。

出典: JST

## 浄水場候補地

代替案の比較結果を表 6.4.2 に示す。浄水場施設を既存のチナイモ浄水場施設内に建設するという代替案 2 が、一番実行可能な案として選ばれた。

表 6.4.2 浄水場候補地代替案

項目	事業を実施しない案 (既存浄水場を使用)	代替案 1 (既存浄水場に隣接した土地に既存と同タイプの浄水場を建設)	代替案 2 (既存のチナイモ浄水場敷地内に建設)
用地確保	◎	△	◎
施設設計	△	◎	◎
結果			
実行可能性	△ 既存浄水場はすでに処理能力を超えて運転されており、これ以上の処理は設計処理量を超えた処理はできない。	△ 既存と同タイプの浄水場は、用地確保が必要となる。既存浄水場に隣接した土地に空き地はなく、用地確保が難しい。	◎ 浄水場の施設を移設させることにより、既存施設内に新しい浄水場の建設用地を確保できる。よって用地取得は必要ない。

出典: JST

## 高架水槽候補地

代替案の検討結果を表 6.4.3 に示す。高架水槽を既存のサラカム高架水槽施設内に建設するという代替案 3 が、一番実行可能な案として選ばれた。

表 6.4.3 高架水槽候補地代替案

項目	代替案 1 (ポンケン高架水槽を規模を拡張して再建)	代替案 2 (新しい土地に高架水槽を建設)	代替案 3 (既存サラカム高架水槽敷地内に新たに高架水槽を建設し、さらにチナイモ浄水場の貯水池を拡張)
用地確保	△	△	◎
施設設計	△	◎	○
維持費	△	◎	○
結果			
実行可能性	△ 既存敷地内での再建は用地の大きさに限りがあり、十分な貯水量を確保できる規模の高架水槽の建設は難しい。	△ 高架水槽の容量は十分に確保でき、維持費は代替案の中で一番低いが、現時点で用地は確保されていない為、建設の為に個人の用地の取得が必要となる。	○ 既存サラカム高架水槽敷地内での新たな高架水槽の建設およびチナイモ浄水場の貯水池の拡張は用地取得の必要がない。

出典: JST

## 6.5 スコーピング

当該事業を、環境社会配慮の観点から検討した。スコーピング結果を表 6.5.1 に示す。スコーピング結果によると、事業による甚大な負の影響は予見されなかった。主な負の影響は、工事時における建設機材の稼働等に伴う大気汚染、水質汚濁、廃棄物の排出、騒音・振動等の一時的かつ局所的な汚染である。事業による正の効果としては、工事時における地元での雇用の創出による地域経済への貢献が挙げられる。事業実施により給水範囲が広がることは、地域経済、雇用および生活様式の項目および社会インフラおよびサービスの項目において非常にプラスの影響をもたらすと予見された。

表 6.5.1 スコーピング

No.	Impacts	Rating		Brief Description
		Pre-Construction/Construction	Operation	
1. Anti Pollution				
1.1	Air Pollution	C	-	<b>Construction:</b> Limited air pollution is expected due to heavy machinery and construction activities <b>Operation:</b> No air pollution is anticipated.
1.2	Water Pollution	C	-	<b>Construction:</b> Temporary water pollution due to concrete mixing and excavation is expected. In addition, temporally water pollution from contractor's employ's camp/office is

No.	Impacts	Rating		Brief Description
		Pre-Construction/Construction	Operation	
				expected. <b>Operation:</b> No water pollution is anticipated.
1.3	Waste	B	C	<b>Construction:</b> Due to constructing new water treatment facilities, waste soil will be generated. <b>Operation:</b> Sludge will be generated in the process of treating water at water treatment plant.
1.4	Soil Contamination	-	-	<b>Construction/Operation:</b> No soil contamination is anticipated.
1.5	Noise and Vibration	C	-	<b>Construction:</b> Noise and vibration resulting from construction activities is anticipated. <b>Operation:</b> No noise and vibration pollution is anticipated.
1.6	Ground Subsidence	-	-	<b>Construction/Operation:</b> No activity that will cause ground subsidence is anticipated.
1.7	Offensive Odor	-	C	<b>Construction:</b> No activity that will cause offensive odor is anticipated. <b>Operation:</b> Offensive odor would be generated due to mishandling of chloride at water treatment plant.
1.8	Bottom Sediment	-	-	<b>Construction/Operation:</b> No activity that will effect bottom sediment is anticipated.
<b>2. Natural Environment</b>				
2.1	Protected Area	-	-	Protected area is not included in the project area.
2.2	Flora, Fauna and Biodiversity	-	-	Effect on flora, fauna, or biodiversity is not anticipated since project is implemented either in the existing sites (intake and water treatment plant) or urban area of Vientiane Capital.
2.3	Hydrological Situation	-	-	<b>Construction/Operation:</b> No activity that will affect negative impact on hydrological situation is anticipated.
2.4	Topography and Geographical Features	-	-	<b>Construction/Operation:</b> No activity that will affect negative impact on topography and geographical features is anticipated.
<b>3. Social Environment</b>				
3.1	Involuntary Resettlement	U	-	<b>Construction:</b> No resettlement is anticipated, however, temporary disturbance to the neighbor near construction sites would be anticipated. Extent of impacts need to be surveyed. <b>Operation:</b> No activity that will cause involuntary resettlement is anticipated.
3.2	Vulnerable (poor households, female-headed households etc)	-	-	No direct impact on vulnerable residing near construction site is anticipated.
3.3	Indigenous and Ethnic Minority	-	-	No direct impact on ethnic minority residing near construction site is anticipated.
3.4	Local Economy, Employment, Livelihood	C+	A+	<b>Construction:</b> Positive impact such as creation of local employment is expected. <b>Operation:</b> Increase water supply coverage will contribute the well-being of residents in Vientiane Capital.
3.5	Land Use and Utilization of Local Resources	-	-	Any significant impact on land use or change of local resources is anticipated since project is implanted either in the existing facilities (intake and water treatment plant) or under public road.
3.6	Water Usage or Water Rights of	U	-	Extent of impact on water usage near intake needs to be surveyed.

No.	Impacts	Rating		Brief Description
		Pre-Construction/Construction	Operation	
	Common			
3.7	Existing Social Infrastructures and Services	C	A+	<b>Construction:</b> Due to construction activities, traffic circulation would be disturbed temporarily. <b>Operation:</b> Water supply coverage will be increased after expansion of water supply capacity.
3.8	Social Institutions and Local Decision-Making	-	-	The project is purposed to increase water supply coverage in expanding existing facilities and extending water supply pipelines under public road. Accordingly, negative impact on social institutions is not anticipated.
3.9	Misdistribution of Benefit and Damage	-	-	The project is purposed to increase water supply coverage in expanding existing facilities and extending water supply pipelines under public road. Accordingly, negative impact on misdistribution of benefit and damage is not anticipated.
3.10	Local Conflict of Interest	-	-	The project is purposed to increase water supply coverage in expanding existing facilities and extending water supply pipelines under public road. Accordingly, negative impact on local conflict of interest is not anticipated.
3.11	Cultural Heritage	-	-	No cultural heritage is located in the project area.
3.12	Landscape	-	-	The project is purposed to increase water supply coverage in expanding existing facilities and extending water supply pipelines under public road. Accordingly, negative impact on landscape is not anticipated.
3.13	Gender	-	-	The project is purposed to increase water supply coverage in expanding existing facilities and extending water supply pipelines under public road. Accordingly, negative impact on gender is not anticipated.
3.14	Children's Rights	-	-	The project is purposed to increase water supply coverage in expanding existing facilities and extending water supply pipelines under public road. Accordingly, negative impact on children's rights is not anticipated.
3.15	Communicable Diseases such as HIV/AIDS	C	-	<b>Construction:</b> Inflow of construction workers from construction worker's camp to local communities will raise risks on communicable diseases. <b>Operation:</b> Any activities raising the risk of communicable diseases is not anticipated.
3.16	Working Environment (includes work safety)	C	-	<b>Construction:</b> Inappropriate management of working environment will raise the risk of accident and disease. <b>Operation:</b> Any activities raising the risk of working environment is not anticipated.
4. Others				
4.1	Accidents	C	-	<b>Construction:</b> The construction activities on public road would increase the risk of accidents to the local community. <b>Operation:</b> Any activities raising the risk of accidents is not anticipated.
4.2	Global Warming	-	-	<b>Construction/Operation:</b> No activity that will give negative impact on global warming is anticipated.

## Rating

A: Serious impact is expected, B: Some impact is expected, C: Small impact is expected, +Positive impact is expected, U: Extent of impact is unknown and examination is needed, Impact may become clear as study progresses, -: No impact is expected

出典: JST

## 6.6 初期環境影響評価(IEE)

### 6.6.1 IEE の TOR

スコーピング結果にもとづき作成された IEE の TOR を表 6.6.1 に示す。IEE はこの TOR に基づき実施される。

表 6.6.1 IEE の TOR

No.	Impacts	Methodology	
		Items for Study	
1. Pollution Control			
1.1	Air Pollution	1. Collect information on present air quality 2. Confirm present condition in the project area 3. Impacts during a construction phase	1. Collect existing information 2. Hearing from relevant authorities、 collect information on similar project 3. Confirm content, method, period, location, area on construction works and access road for construction vehicles
1.2	Water Pollution	1. Collect information on present water management 2. Confirm present condition in the project area 3. Impacts during a construction phase	1. Collect existing information 2. Hearing from relevant authorities、 collect information on similar project 3. Confirm content, method, period, location, area on construction works and access road for construction vehicles
1.3	Waste	1. Collect information on present water management 2. Confirm present condition in the project area 3. Impacts during a construction phase 4. Impacts during an operation phase	1. Collect existing information 2. Hearing from relevant authorities、 collect information on similar project 3. Confirm content, method, period, location, area on construction works and location of construction worker's camp/office 4. Confirm management system on existing facilities in the Chinaimo water treatment plant
1.5	Noise and Vibration	1. Confirm ambient noise standard in the Lao PDR 2. Confirm present condition in the project area 3. Impacts during a construction phase	1. Collect existing information 2. Hearing from relevant authorities、 collect information on similar project 3. Confirm content, method, period, location, area on construction works and location of construction worker's camp/office
1.7	Offensive Odor	1. Impacts during an operation phase	1. Confirm management system on existing facilities in the Chinaimo water treatment plant
3. Social Environment			
3.1	Involuntary Resettlement	1. Confirm present condition in the project area 2. Impacts during a construction phase	1. Hearing from relevant authorities、 conduct route survey 2. Confirm content, method, period, location area on construction works and access road for construction vehicles
3.6	Water Usage or Water rights of Common	1. Confirm present condition in the existing intake area	1. Hearing from relevant authorities and local communities on river usage around the existing intake area
3.7	Existing Social Infrastructures and Services	1. Impact during a construction phase	1. Confirm content, method, period, location, area on construction works
3.15	Communicable Diseases such as HIV/AIDS	1. Impact during a construction phase	1. Confirm content, method, period, location, area on construction works
3.16	Working Environment (includes work safety)	1. Confirm legislations on working environment in the Lao PDR	1. Confirm information on similar project
4. Others			
4.1	Accidents	1. Impact during a construction	1. Confirm content, method, period, location, area on



No.	Impacts	Items for Study		Methodology
				construction works
	Stakeholder Meeting	Conduct stakeholder meeting based on the guidelines of JICA and Ministerial Instruction No.8029/MONRE December 2013		Meeting type: Individual basis during IEE, group meeting after drafting IEE report Target : Relevant authorities such as DONRE and DPWT in Vientiane Capital, NPNL, DONRE and DPWT in Districts, village heads

出典: JST

## 6.6.2 IEE 結果

IEE は、既存データ、ステークホルダーからの聞き取り及び現場踏査等によって実施された。IEE の結果によれば、予見される事業による影響はほぼスコーピング時の結果と同じであった。よって、事業による甚大な負の影響は予見されず、また何らかの影響が予見された項目についても、適切な緩和策を講じることにより回避・最小化が可能であると判断された。主な負の影響は、工事時における建設機材の稼働等に伴う大気汚染、水質汚濁、廃棄物の排出、騒音・振動等の一時的かつ局所的な汚染である。以下、IEE の結果概要について述べる。また、スコーピングと IEE 結果の比較を表 6.6.2 に示した。この結果に基づき作成した円借款審査用資料を A.14 Scoping Form および A.15 Environmental Check List として添付した。

表 6.6.2 スコーピングおよび IEE 結果

No.	Impacts	Rating at Scoping	Rating Based on the Result of IEE				Brief Description
			Pre-Construction/Construction	Operation	Pre-Construction/Construction	Operation	
1. Anti Pollution							
1.1	Air Pollution	C	-	C	-	<b>Construction:</b> Limited air pollution is expected due to heavy machinery and construction activities. Considering the scale of construction, however, the negative impact from the construction works will be limited. <b>Operation:</b> No air pollution is anticipated.	
1.2	Water Pollution	C	-	C	-	<b>Construction:</b> Temporary water pollution due to concrete mixing, aggregate collection and excavation is anticipated. In addition, temporally water pollution from construction contractor's worker's office/camp is expected. Considering the scale of construction, however, the negative impact from the construction works will be limited. <b>Operation:</b> No water pollution is anticipated.	
1.3	Waste	B	C	C	-	<b>Construction:</b> About 80m <sup>2</sup> -160m <sup>2</sup> of waste soil, which would be disposed of 9m x 9m with 2m height will be generated from the construction site of intake and water treatment plant. Domestic waste such as vegetable debris and human waste will be generated from construction constructor's office/camp. The negative impact will be avoided or minimized with appropriate management. As for waste soil, it will be stock piled within the Chinaimo Water Treatment Premises for future use.	

No.	Impacts	Rating at Scoping	Rating Based on the Result of IEE			Brief Description
						Thus, no waste soil will be generated and transported to outside from the Chinaimo Water Treatment Premises. As for domestic waste, it will make a contract on municipal waste collection. As for treating human waste, it will install septic tank. <b>Operation:</b> Sludge generated in the process of treating water at water treatment plant will be diluted together with the sludge generated from existing water treatment plant and bring back to the Mekong River through drainage. Facility to dry up the sludge and disposed of is recommended to construct near future.
1.4	Soil Contamination	-	-	-	-	<b>Construction/Operation:</b> No soil contamination is predicted.
1.5	Noise and Vibration	C	-	C	-	<b>Construction:</b> Noise and vibration resulting from construction activities is anticipated. Impact will be minimized by installing wall to insulate the noise at the site adjacent to house located next to intake construction site and school located behind water treatment plant. Working hour of construction shall be limited in daytime (from 8:00-19:00). <b>Operation:</b> No noise and vibration pollution is anticipated.
1.6	Ground Subsidence	-	-	-	-	<b>Construction/Operation:</b> No activity that will cause ground subsidence is anticipated.
1.7	Offensive Odor	-	C	-	C	<b>Construction:</b> No activity that will cause offensive odor is anticipated. <b>Operation:</b> Offensive odor would be generated due to mishandling of liquid gas chlorine. The impact will be avoided in providing proper instruction on dealing with liquid gas chlorine.
1.8	Bottom Sediment	-	-	-	-	<b>Construction/Operation:</b> No activity that will effect bottom sediment is anticipated.
<b>2. Natural Environment</b>						
2.1	Protected Area	-	-	-	-	Protected area is not included in the project area.
2.2	Flora, Fauna and Biodiversity	-	-	-	-	Effect on flora, fauna, or biodiversity is not anticipated since project is implemented either in the existing sites (intake and water treatment plant) or urban area of Vientiane Capital.
2.3	Hydrological Situation	-	-	-	-	<b>Construction:</b> No activity that will affect negative impact on hydrological situation. <b>Operation:</b> The proposed intake amount for Chinaimo WTP expansion is 40,000.00 m <sup>3</sup> /day to 80,000 m <sup>3</sup> /day, which account for 0.05 % to 0.10 % of water discharge amount (78,817,589.33 m <sup>3</sup> /day) in the driest month in the past ten years between 2003 to 2013. Accordingly, the proposed intake amount would have a negligible impact on the water discharge of the Mekong River.
2.4	Topography and Geographic	-	-	-	-	<b>Construction/Operation:</b> No activity that will affect negative impact on topography and geographical features is anticipated.

No.	Impacts	Rating at Scoping	Rating Based on the Result of IEE			Brief Description
	al Features					
3. Social Environment						
3.1	Involuntary Resettlement	C	-	C	-	<p><b>Construction:</b> There is no land acquisition or resettlement since all construction sites are belonged to government land. However, some disturbance such as temporally blockage (4 to 6 days at a time) of part of the public road during installation of treated water transmission pipeline and/or distribution pipeline will be anticipated. During the construction of water treatment plant, about 5m from the boundary wall between the Chinaimo WTP and the school under Ministry of Defense need to be moved toward the school side due to secure the space for construction vehicle to pass by. The wall shall be restored to the original location after completion of the construction activities. A partial land of military school located south side of the existing Chinaimo WTP need to be transferred from Ministry of Defense to construct new chemical building near the injection point.</p> <p><b>Operation:</b> No activity that will cause involuntary resettlement is anticipated.</p>
3.2	Vulnerable (poor households, female-headed households etc)	-	-	-	-	No direct impact on vulnerable residing near construction site is anticipated.
3.3	Indigenous and Ethnic Minority	-	-	-	-	No direct impact on ethnic minority residing near construction site is anticipated.
3.4	Local Economy, Employment, Livelihood	C+	A+	C+	A+	<p><b>Construction:</b> Positive impact such as creation of local employment is predicted.</p> <p><b>Operation:</b> Increase water supply coverage will contribute the well-being of residents in Vientiane Capital.</p>
3.5	Land Use and Utilization of Local Resources	-	-	-	-	Any significant impact on land use or change of local resources is anticipated since project is implemented either in the existing facilities (intake and water treatment plant) or under public road.
3.6	Water Usage or Water Rights of Common	U	-	C	-	<p><b>Construction:</b>  <i>Water usage:</i> No river related activities confirmed near the proposed intake site. Some disturbance to fishery (non-commercial) may be anticipated, however, the impact would be minor.  <i>Water rights:</i> Application on taking water from the Mekong River for the intake needs to be made and obtain approval from DONRE.</p>
3.7	Existing Social Infrastructures and Services	C	A+	B	A+	<b>Construction:</b> Due to construction activities, traffic circulation would be disturbed temporarily. In case there is not enough space for materials, equipment or stock pile of excavated soil along the road where the treated water pipeline or distribution pipeline to

No.	Impacts	Rating at Scoping	Rating Based on the Result of IEE			Brief Description
						be installed, road will be partly occupied for 4 to 6 days at one site. <b>Operation:</b> Increase water supply coverage will contribute the well-being of residents in Vientiane Capital.
3.8	Social Institutions and Local Decision-Making	-	-	-	-	The project is purposed to increase water supply coverage in expanding existing facilities and extending water supply pipelines under public road. Accordingly, negative impact on social institutions is not anticipated.
3.9	Misdistribution of Benefit and Damage	-	-	-	-	The project is purposed to increase water supply coverage in expanding existing facilities and extending water supply pipelines under public road. Accordingly, negative impact on misdistribution of benefit and damage is not anticipated.
3.10	Local Conflict of Interest	-	-	-	-	The project is purposed to increase water supply coverage in expanding existing facilities and extending water supply pipelines under public road. Accordingly, negative impact on local conflict of interest is not anticipated.
3.11	Cultural Heritage	-	-	-	-	No cultural heritage is located in the proposed facility locations.
3.12	Landscape	-	-	-	-	The project is purposed to increase water supply coverage in expanding existing facilities and extending water supply pipelines under public road. Accordingly, negative impact on landscape is not anticipated.
3.13	Gender	-	-	-	-	The project is purposed to increase water supply coverage in expanding existing facilities and extending water supply pipelines under public road. Accordingly, negative impact on gender is not anticipated.
3.14	Children's Rights	-	-	-	-	The project is purposed to increase water supply coverage in expanding existing facilities and extending water supply pipelines under public road. Accordingly, negative impact on children's rights is not anticipated.
3.15	Communicable Diseases such as HIV/AIDS	C	-	C	-	<b>Construction:</b> Inflow of construction workers from construction worker's camp to local communities will raise risks on communicable diseases. Considering the scale of construction, the impact will be limited. <b>Operation:</b> Any activities raising the risk of communicable diseases is not anticipated.
3.16	Working Environment (includes work safety)	C	-	C	-	<b>Construction:</b> Inappropriate management of working environment will raise the risk of accident and disease. Considering the scale and type of construction, the impact will be limited. <b>Operation:</b> Any activities raising the risk of working environment is not anticipated.
<b>4. Others</b>						
4.1	Accidents	C	-	C	-	<b>Construction:</b> The construction activities for installing treated water pipeline and distribution line

No.	Impacts	Rating at Scoping	Rating Based on the Result of IEE			Brief Description
						under public road would increase the risk of accidents to the local community. With appropriate countermeasures such as fencing the construction site and assigning traffic control person on site, the impact would be avoided and minimized. <b>Operation:</b> Any activities raising the risk of accidents is not anticipated.
4.2	Global Warming	-	-	-	-	<b>Construction/Operation:</b> No activity that will give negative impact on global warming is anticipated.

## Rating

A: Serious impact is expected, B: Some impact is expected, C: Small impact is expected, +Positive impact is expected, U: Extent of impact is unknown and examination is needed, Impact may become clear as study progresses, -: No impact is expected

出典: JST

## (1) 取水予定地近辺の土地利用および河川利用

事業の、特に既存のチナイモ取水口施設内に建設予定の新取水口（取水口予定地）への影響を評価する為、周辺地域住民に対する聞き取り調査を実施した。<sup>18</sup> 取水口予定地はサイセサナ（Xaysethna）村（上流側）とフォンサバン（Phonsavang）村（下流側）の2村にまたがっている。位置図を図 6.6.1 に示す。

<sup>18</sup> 聞き取り結果については DATA BOOK B.6 に添付。



图 6.6.1 既存チナイモ取水口施設内における新取水口位置図

出典: JST

#### 取水口予定地周辺の土地利用 :

- 取水口予定地上流側に位置する住宅は外国人に賃貸されている。取水口から約300m-400m 下流側の土地は国防省の所有である。この土地内には、小型船舶用の船着き場があり、サントン郡から首都ビエンチャン市街地まで砂利を運ぶセメント会社に賃貸されている。また、取水口下流側の同敷地内には、住宅が一軒あり、国防省の宿舎として使われている。この取水口の道路を挟んで対面にチナイモ浄水場が位置する。

#### 取水口周辺の川利用 :

- 飲用、洗濯、水浴び：サイセサナ村、フォンサバン村ともに全ての世帯が上水道に接続している為、飲用、洗濯もしくは水浴び等日常生活に係る川の水利用はない。

- 河岸園芸：取水口付近の河岸園芸は禁止されている。取水口付近の河岸園芸は確認されなかった。
- 漁業：サイセサナ村に位置する取水口上流において、8世帯が漁業を営んでいることが確認された。確認された漁業は、家庭用消費分の補足を目的としている。取水口付近での商業漁業は行われていない。また、フォンサバン村では漁業を営んでいる世帯は確認されなかった。取水口付近で養殖は行われていない。

#### 水棲生物相および生息地：

既存のチナイモ取水口付近のメコン河における水棲生物相および生息地の統計資料はない。その為、地域住民から水棲生物相および生息に係る情報を聞き取り調査によって収集した。取水口付近に生息する魚類を表 6.6.3 に示す。

取水口付近では希少種は確認されていない。

**表 6.6.3 取水口付近に生息する魚類**

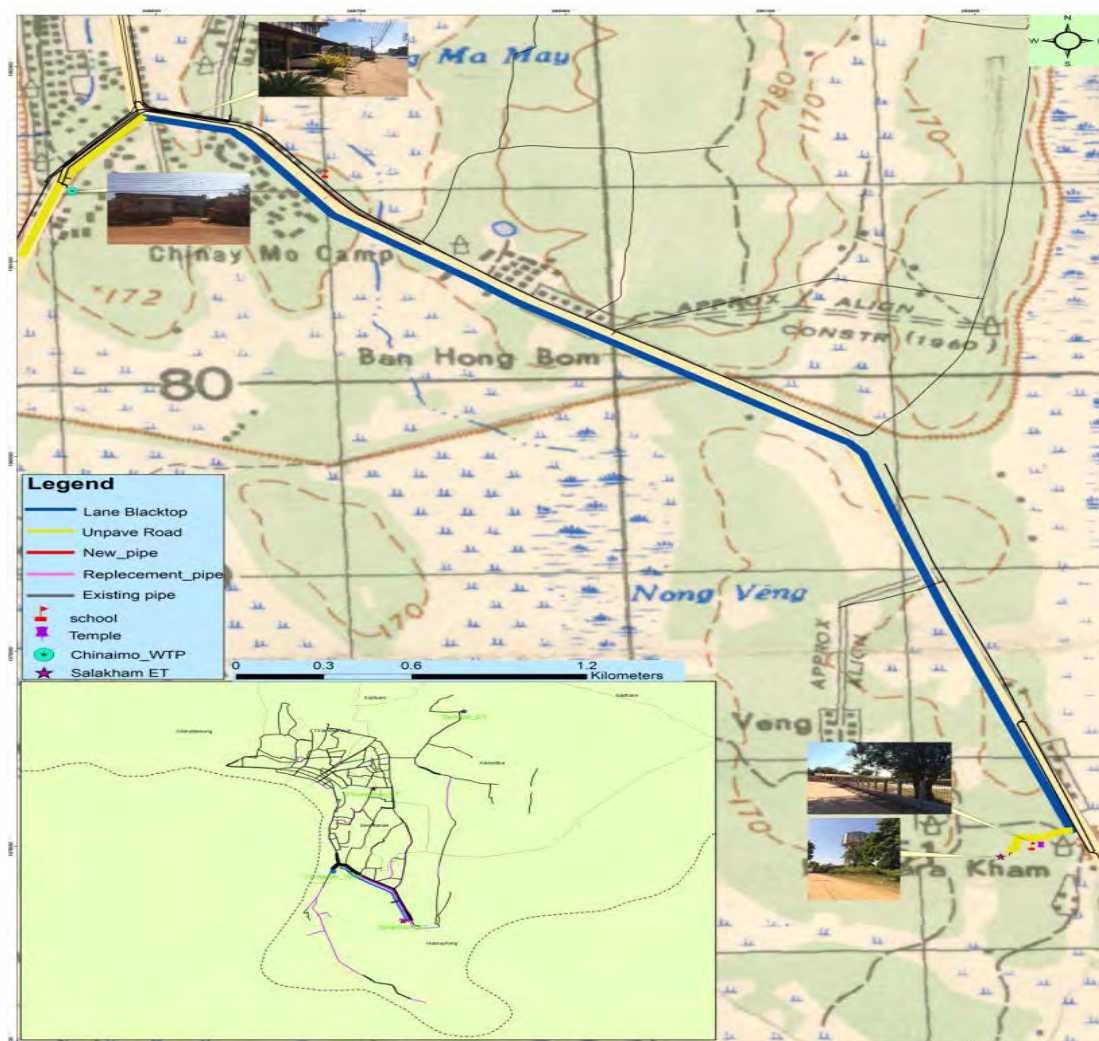
Types of fish
Puntius bebris
Pangasius pleurotaenia
Hemibagrus wuchioides
Cat fish
Barbonymus gonionotus

出典: JST

#### (2) 送水管および配水管埋設ルート予定地

送水管および配水管ルート予定地の土地利用を把握するため、当該予定地の調査を2014年10月および11月に実施した。

約6,000mの送水管埋設予定ルートのうち、約85%が舗装道路、約15%が未舗装であった。送水管埋設ルートの位置図を図 6.6.2 に示す。



出典: JST

図 6.6.2 送水管敷設ルート位置図

埋設を予定している配水管の総延長は、約 150km の予定である。首都ビエンチャンの中心に位置するチャンタブリー郡では、埋設ルートの 100%が舗装道路である。シサッタナク郡においては、埋設ルートの 59%が舗装道路、34%が未舗装道路、7%が舗装の為の道路工事中であった。サイセタ郡およびハドサイフォン郡においては、50%以上の埋設ルートが未舗装道路であるが、ルート上の多くの場所で舗装の為の工事が進行中であった。埋設ルート上に位置する 4 郡における配水管埋設ルートの距離および予定ルートの道路の状態についてまとめたものを表 6.6.4 に示す。配水管埋設予定ルートの典型的舗装道路の状況、未舗装道路の状況および道路工事中の状況をそれぞれ写真 6.5.1、写真 6.5.2、写真 6.5.3 に示す。



表 6.6.4 配水管の予定埋設距離と予定ルート of 道路状態

郡	配水管 (m)	舗装道路 (%)	未舗装道路 (%)	舗装の為の工事中道路 (%)
チャンタブリー	6,100	100	0	0
サイセタ	60,000	21	59	20
シサッタナク	3,7000	59	34	7
ハドサイフォン	45,000	34	28	38

出典: JST



写真 6.5.1 舗装道路



写真 6.5.2 未舗装道路



写真 6.5.3 舗装工事中道路

出典: JST

### (3) 住民移転、用地取得および補償

すべての事業予定地は政府用地を使用することになっている。事業予定地には居住者はなく、事業に因る住民移転、用地取得および補償は発生しない。取水施設および浄水場は、既存のチナイモ浄水場敷地内に建設予定である。同様に、高架水槽は、既存のサラカム配水

センター敷地内に建設予定である。送水管、導水管および配水管等の水道管については、すべて公道下に埋設する。

チナイモ浄水場拡張工事時には、工事車両通行の為、チナイモ浄水場と国防省管轄の士官学校に接した壁を約 5m ほど学校側に移設する必要がある。移設した壁は、工事終了時に原状回復しなければならない。

また、チナイモ浄水場に南接する国防省管轄の士官学校の用地一部を新しく建設する薬注棟の為に移譲してもらう必要がある。

水道管の埋設にあたっては過去の類似事業に倣い、以下の方針が適用される

- 水道管は公道内<sup>19</sup>にある電柱、通信塔等公共工作物および公道内を一部占有している個人の塀等を回避して埋設する。
- 水道管埋設工事後はすみやかに現場の原状回復をする。

管路ルートは詳細設計時に設置される land clearance committee によって最終決定される。

## 6.7 環境社会管理およびモニタリング計画

### 6.7.1 実施体制

工事時および供用時における事業の環境社会管理実施体制およびその役割についてまとめたものを表 6.7.1 に示す。実施体制は円借款審査前までには決定される。

---

<sup>19</sup>全公道域とは、車道、路肩、歩道、排水溝、沿道斜面および路上施設帯を含むと定義される。(公道法 20 条 1999 年)

表 6.7.1 実施体制およびその役割

Institution	Roles and Responsibilities
<b>Construction Phase</b>	
Project Owner	- Submit environmental monitoring report to DONRE, Vientiane Capital
Project Implementer	- Assign a staff dealing with environmental and social issues in the Project - Review monitoring report prepared by environmental and social staff
Environmental and Social Staff (ESS)	- Take a responsibility for the Project's environmental and social management based on the certified environmental and social management and monitoring plan (ESMMP) - Supervise the contractor's mitigation activities in accordance with the ESMMP - Prepare monitoring report and submit to the Project Implementer for review - Coordinate monitoring activities carried out by DONRE (every 3 months) - Coordinate between locals and contractor
Site Clearing Committee Chair: DPWT DONRE (Vientiane Capital, 4 District*) District Heads EDL (Vientiane Capital,) DOAF**(Vientiane Capital) DOT (Vientiane Capital)*** NPNL (Water Supply State Enterprise) Village Heads EDL	- Review pipeline route and give an advice for finalization of the route during detail design - Act as grievance committee to mediate the complain by affected people
Environmental and Social Staff in the Construction Contractor's Office	- Deal with environmental and social issues - Ensure the implementation of the contractor's ESMMP in all construction site - Prepare environmental and social report and submit to PIU regularly
<b>Operation Phase</b>	
Chinaimo WTP in NPNL	Implement periodical check-up on water quality for the water treated at its own Water Treatment Plant. Water in each processing stage is to be checked according to an monitoring plan prepared by Chinaimo WTP.

\*4 districts comprises of Sisathanak District, Hadxaifong District, Xaysetha District and Chanthabouly District.

\*\*Department of Agriculture and Forestry

\*\*\*Department of Telecommunications

出典: JST

## (1) 工事時

環境社会管理・モニタリング計画(Environmental and Social Management and Monitoring Plan: ESMMP)に基づき、工事請負業者は、工事請負業者環境社会管理・モニタリング計画(contractor's ESMMP: CESMMP)を作成する必要がある。工事請負業者は、この CESMMP に従い、環境影響緩和策を実施しなければならない。環境影響緩和策実施状況は、工事請負業者内で任命される環境・社会担当者によって管理される。緩和策の実施結果については、この担当者より事業実施機関に定期的に報告される。

また、工事請負業者による緩和策の実施状況は、事業実施機関内で任命される環境・社会担当者により監理されることとなる。モニタリング結果は担当者より事業実施機関に提出され、その内容は事業実施機関と環境エンジニアによってレビューされる。レビュー後のモニタリング結果は、定期的に事業者より DONRE に工事が終了するまで提出される。

DONRE と事業域内に位置する郡の天然資源環境課は、工事期間にわたり、3 カ月毎に工事現場に行き、環境社会管理の実施状況をモニタリングする。

## (2) 供用時

工事完了後は、当該事業によって新設された施設は、既存の施設と共にチナイモ浄水場が作成するモニタリング計画により NPNL に管理される。

## 6.7.2 緩和策およびモニタリング

## (1) 緩和策、モニタリング方法および責任機関

IEE の結果に基づき、影響が予見される各項目について、緩和策(案)を作成した。緩和策実施状況は定期的に監理することになっている。事業の緩和策、モニタリング方法および責任機関を工事時および供用時についてまとめたものを表 6.7.2(工事時)および表 6.7.3 (供用時)に示す。工事中においては、ESMMP に基づき、事業実施機関の環境担当者が、工事請負業者の実施する緩和策を監理する。供用時においては、当該事業によって新設された施設は、既存の施設と共に、NPNL によって管理される。

ESMMP は詳細設計時にレビューし、最終化することになる。また、ESMMP に基づき、工事請負業者は、工事作業開始前までに、CESMMP を作成し、環境エンジニアにより承認を得る必要がある。

表 6.7.2 事業の環境影響別管理実行計画(工事時)

Predicted Impacts	Mitigation Measures	Construction Site to be Applied	Monitoring Method	Responsible Organization
1.Pollution Control				
1.1 Air Pollution				
- Emission gas from construction vehicle, - Dust under dry weather	- Vehicles to be maintained in good condition to minimize exhaust emissions - Use fuel and lubricants of good quality in comply with national standards - Barricade construction site - Cover load-carrying platform properly when carrying fine construction materials or earth/sand - Spray water on unpaved road during dry weather - Initiate good traffic control to reduce congestion - Instruct construction vehicle only use access road approved by the Engineer to the construction site	- Intake - Water Treatment Plant - Raw Water Transmission Pipeline - Treated Water Transmission Pipeline - Distribution Pipeline - Elevated Tank	Visual inspection on site	Mitigation measures implemented by the construction contractor  Monitoring implemented by ESS
1.2 Water Pollution				
- Polluted water from construction contractor's office/camp/construction site	- Ensure good sanitation including kitchens and latrines and install good drainage and install septic tank - Construct hygienic human waste disposal systems such as mobile toilets and install septic tank in comply with national standards - Periodical check-up on water quality at discharged water from septic tank, settlement pond and the Mekong River near intake construction site	- Construction contractor's office/camp - Intake - Water Treatment Plant - Raw Water Transmission Pipeline - Treated Water Transmission	Visual inspection on site  Check the record on water quality from septic tank, settlement	Mitigation measures and periodical check-up implemented by the construction contractor  Monitoring implemented by ESS

Predicted Impacts	Mitigation Measures	Construction Site to be Applied	Monitoring Method	Responsible Organization
- Polluted water from batching plant	- By constructing settlement ponds, neutralize cleaning water generated from concrete mixing at batching plant with national standards - Restore sites properly on completion of work	Pipeline - Distribution Pipeline - Elevated Tank	pond and discharge point from intake construction site at the Mekong River	
<b>1.3 Waste</b>				
-Waste generated from construction contractor's office/camp/construction site	- Designate disposal site for waste soil and disposed of the waste soil only at the designated site - Make arrangement to sort out recyclable waste such as paper, cans, thins, bottles, cardboard, and polythene at collecting points and disposed of complying with local authority's regulations - Store hazardous materials at designated place, keep record and dispose of at designated place	- Construction contractor's office/camp - Intake -Water Treatment Plant - Raw Water Transmission Pipeline - Treated Water Transmission Pipeline - Distribution Pipeline - Elevated Tank	Visual inspection on site	Mitigation measures implemented by the construction contractor  Monitoring implemented by ESS
<b>1.4 Noise and Vibration</b>				
- Noise and vibrations from vehicles transporting construction materials/on-site construction activities	- Limit transportation and construction activities from 8:00 am to 19:00 pm in places close proximity to residential area - Prohibit the use of loud air horns - Barricade construction site - Construct noise wall near schools and hospitals as appropriate - Periodical check-up on noise level at construction site (intake, water treatment plant, water elevated tank)	- Intake - Water Treatment Plant -Raw Water Transmission Pipeline - Treated Water Transmission Pipeline - Distribution Pipeline	Visual inspection on site  Check the record on noise level at construction site (intake, water treatment plant, water elevated tank)	Mitigation measures implemented by the construction contractor  Monitoring implemented by ESS
<b>2. Social Environment</b>				
<b>2.1 Involuntary resettlement</b>				
- Temporary blockage of accessing public road for locals reside along the road due to installing treated water transmission pipeline and distribution pipeline	- Install assess point to public road	- Treated Water Transmission Pipeline - Distribution Pipeline	Visual inspection on site	Mitigation measures implemented by the construction contractor  Monitoring implemented by ESS
<b>2.2 Water Usage of Common</b>				
- Disturbance to fishery near intake construction site	- Ensure the discharged water from construction site to the Mekong River satisfy the national standard	- Intake	Check the record on water quality	Mitigation measures implemented by the construction contractor

Predicted Impacts	Mitigation Measures	Construction Site to be Applied	Monitoring Method	Responsible Organization
				Monitoring implemented by ESS
<b>2.3 Existing Social Infrastructures and Services</b>				
- Damage to the social infrastructure (road, bridges etc)  - Disturbance to traffic circulation	- Limit loading capacity depends upon local conditions such as restrictions on bridges - After completion of the water pipeline installation, restore the site to original state - Assign traffic control person on site	- Raw Water Transmission Pipeline - Treated Water Transmission Pipeline - Distribution Pipeline	Visual inspection on site	Mitigation measures implemented by the construction contractor  Monitoring implemented by ESS
<b>2.4 Communicable Diseases such as HIV/AIDS</b>				
- Spread of infection of communicable diseases	- Conduct Information, Education and Communication (IEC) campaigns to all the Site staff and worker and to the immediate local communities concerning the risks, dangers and impact, and appropriate avoidance behavior with respect to, of Sexually Transmitted Diseases (STD) - or Sexually Transmitted Infections (STI) in general and HIV/AIDS in particular	- Construction contractor's office/camp	Check the record of IEC	Mitigation measures implemented by the construction contractor  Monitoring implemented by ESS
<b>2.5 Working Environment (includes worker's safety)</b>				
- Raise the risk of accidents and diseases due to inappropriate management of working environment	- Ensure adequate health systems are on site - Eliminate stagnant water to prevent breeding patricianly of the malaria, filarial and dengue causing mosquitoes - Install safety devices - Equip construction worker's with safety gears - Ensure occupational safety among workers	- Construction contractor's office/camp - Intake - Water Treatment Plant - Raw Water Transmission Pipeline - Treated Water Transmission Pipeline - Distribution Pipeline - Elevated Tank	Visual inspection on site  Check the record of training course on occupational safety	Mitigation measures implemented by the construction contractor  Monitoring implemented by ESS
<b>3. Others</b>				
<b>3.1 Accidents</b>				
- Raise the risk of accidents due to inappropriate management of construction works	- Enforce traffic rules and adapt measures to prevent accidents - Barricade the construction sites - Assign traffic control person on site - Prepare contingency plans	- Raw Water Transmission Pipeline - Treated Water Transmission Pipeline - Distribution Pipeline - Elevated Tank	Visual inspection on site  Check the contingency plan and approve	Mitigation measures implemented by the construction contractor  Monitoring implemented by ESS

Note: ESS: Environmental and Social Staff in PMU

出典: JST

表 6.7.3 事業の環境影響別管理実行計画(供用時)

Predicted Impacts	Mitigation Measures	Construction Site to be Applied	Monitoring Method	Responsible Organization
1.Pollution Control				
1.1 Waste				
Improper management of sludge generated from water treatment process	- Dispose of the sludge at designated place	Chinaimo Water Treatment Plant	Visual inspection on site	Mitigation measures and monitoring implemented by NPPL (Chinaimo Water Treatment Plant)
1.2 Offensive Odor				
Improper management of chloride at water treatment plant	- Ensure proper handling procedure of liquid gas chlorine	Chinaimo Water Treatment Plant	Visual inspection on site	Mitigation measures and monitoring implemented by NPPL (Chinaimo Water Treatment Plant)

出典: JST

## (2) モニタリング計画

事業の環境影響別管理実行計画に沿って、工事時および供用時それぞれについて作成したモニタリング計画を表 6.7.4 および表 6.7.5 に示す。工事時においては、環境・社会担当者 (environmental and social staff: ESS)が、工事請負業者による環境影響緩和策の実施状況を、工事請負業者より提出される環境報告書の確認、および現地視察により、モニタリングする。モニタリング計画の有効性については、定期的にレビューし、必要に応じて、見直しをする必要がある。供用時には、当該事業によって新設された施設は既存の施設と共にチナイモ浄水場、NPPL によってモニタリングされる。モニタリング用フォーム(案)を A.16 Monitoring Form に添付する。

表 6.7.4 モニタリング計画(工事時)

Monitoring Items	Monitoring Methods	Measurement Point	Frequency	Responsible Organization
Air Pollution				
- Vehicles to be maintained in good condition to minimize exhaust emissions - Use fuel and lubricants of good quality in comply with national standards - Fence the site properly - Cover load-carrying platform properly when carrying fine construction materials or earth/sand - Spray water on unpaved road during dry season - Initiate good traffic control to reduce congestion - Instruct construction vehicle only use access road approved by the Engineer to the construction site	- Visual inspection on site	- Intake - Water Treatment Plant - Elevated Tank (-Treated Water Transmission Pipeline/Distribution Pipeline as appropriate)	Monthly	ESS
Water Pollution				
- Ensure good sanitation including kitchens and latrines and install good drainage and	- Visual inspection on site	- Construction contractor's	Monthly	ESS

Monitoring Items	Monitoring Methods	Measurement Point	Frequency	Responsible Organization
install septic tank - Construct hygienic human waste disposal systems such as mobile toilets and install septic tank in comply with national standards - Periodical check-up on water quality at discharged water from septic tank, settlement pond and the Mekong River near intake construction site - By constructing settlement ponds, neutralize cleaning water generated from concrete mixing at batching plant with national standards - Restore sites properly on completion of work	- Check the record on water quality from septic tank (BOD <sup>5</sup> ), settlement pond (pH, COD) and discharge point from intake construction site at the Mekong River (pH, COD) - Visual inspection on site	office/camp - Intake - Water Treatment Plant - Raw Water Transmission Pipeline - Treated Water Transmission Pipeline - Distribution Pipeline - Elevated Tank		
<b>Waste</b>				
- Dispose of construction waste such as waste soil from excavation at designated place - Make arrangement to sort out recyclable waste such as paper, cans, thins, bottles, cardboard, and polythene at collecting points and disposed of complying with local authority's regulations - Store hazardous materials at designated place, keep record and dispose of at designated place	- Visual inspection on site	- Construction contractor's office/camp - Intake - Water Treatment Plant - Raw Water Transmission Pipeline - Treated Water Transmission Pipeline - Distribution Pipeline - Elevated Tank	Monthly	ESS
<b>Noise and Vibration</b>				
- Limit transportation and construction activities from 8:00 am to 19:00 pm in places close proximity to residential area - Prohibit the use of loud air horns - Fence construction site - Construct noise wall near schools and hospitals as appropriate - Periodical check-up on noise level at construction site (intake, water treatment plant, water elevated tank)	- Hearing from locals on site - Visual inspection on site - Check the record on noise level at construction site (intake, water treatment plant, water elevated tank)	- Intake - Water Treatment Plant - Raw Water Transmission Pipeline - Treated Water Transmission Pipeline - Distribution Pipeline - Elevated Tank	Monthly	ESS
<b>Disturbance to locals along the road</b>				
- Install assess point to public road	- Visual inspection on site	- Treated Water Transmission Pipeline - Distribution Pipeline	Monthly	ESS
<b>Water Usage of Common</b>				
- Ensure the discharged water from construction site to the Mekong River satisfy the national standard	Check the record on water quality (pH, COD)	Intake	Monthly	ESS
<b>Existing Social Infrastructures and Services</b>				
- Limit loading capacity depends upon local conditions such as restrictions on bridges - After completion of the water pipeline installation, restore the site to original state	- Visual inspection on site	- Raw Water Transmission Pipeline - Treated Water	Monthly	ESS



Monitoring Items	Monitoring Methods	Measurement Point	Frequency	Responsible Organization
- Assign traffic control person on site		Transmission Pipeline - Distribution Pipeline		
<b>Communicable Diseases such as HIV/AIDS</b>				
- Conduct Information, Education and Communication (IEC) campaigns to all the Site staff and worker and to the immediate local communities concerning the risks, dangers and impact, and appropriate avoidance behavior with respect to, of Sexually Transmitted Diseases (STD) - or Sexually Transmitted Infections (STI) in general and HIV/AIDS in particular	- Check the record of IEC	- Construction contractor's office/camp	Every 6 Months	ESS
<b>Working Environment (includes worker's safety)</b>				
- Ensure adequate health systems are on site - Eliminate stagnant water to prevent breeding patricianly of the malaria, filarial and dengue causing mosquitoes - Install safety devices - Equip construction worker's with safety gears - Ensure occupational safety among workers	- Visual inspection on site  - Check the record of training course on occupational safety	- Construction contractor's office/camp - Intake - Water Treatment Plant - Raw Water Transmission Pipeline - Treated Water Transmission Pipeline - Distribution Pipeline	Monthly  Every 6 Months	ESS
<b>3. Others</b>				
<b>3.1 Accidents</b>				
- Enforce traffic rules and adapt measures to prevent accidents - Barricade the construction sites - Assign traffic control person on site - Prepare contingency plans	- Visual inspection on site  - Check the record of training course on occupational safety	- Raw Water Transmission Pipeline - Treated Water Transmission Pipeline - Distribution Pipeline	Monthly  Every 6 Months	ESS

出典: JST

表 6.7.5 モニタリング計画(供用時)

Monitoring Items	Monitoring Measures	Monitoring Point	Frequency	Responsible Organization
Waste				
- Dispose of the sludge at designated place	Visual inspection on site	Chinaimo Water Treatment Plant	Monthly	NPNL (Chinaimo Water Treatment Plant)
Offensive Odor				
- Ensure proper handling procedure of liquid gas chlorine	Visual inspection on site	Chinaimo Water Treatment Plant	Monthly	NPNL (Chinaimo Water Treatment Plant)

In addition to the monitoring items above, water quality check-up at new intake, new water treatment plant and new distribution pipeline will be conducted together with the water quality at existing facilities.

出典: JST

### (3) モニタリング頻度

#### 1) 工事時のモニタリング

工事請負業者による緩和策実施状況をモニタリングする。モニタリングの種類およびその内容については以下の通り。

#### 月毎モニタリング

一か月に一度実施機関もしくは PMU の環境・社会担当者 (ESS) が工事現場の視察および工事請負業者による緩和策実施状況の評価を行う。

主なモニタリング内容

- (a) 緩和策実施状況を把握する
- (b) ESMMP の有効性につき、実施機関もしくは PMU 所属の技術担当者から助言を得る
- (c) 実施機関もしくは PMU の現地業務へ参加する
- (d) ESMMP の緩和策有効性につき建設現場周辺住民に意見聴取する
- (e) 現場報告書の作成し実施機関もしくは PMU のプロジェクトマネージャへ提出する

#### 四半期モニタリング

四半期毎に ESS と DONRE および工事現場に位置する郡の天然資源環境課からなるモニタリング・評価チームが工事現場に行き以下の作業を行う。

- (a) 緩和策実施情報を把握する
- (b) 実施機関もしくは PMU と協働で、工事請負業はによる仕事が ESMMP にあるスケジュール通りに効果的に実施されているかどうかのレビューする
- (c) ESMMP の効果を高める為の修正が必要であるかどうか記録する
- (d) 環境緩和策の改善の為の、提案や意見を村代表および村民より聴取する
- (e) DONRE は、提言等を含む現場視察報告書を作成し、DHUP に送付する。
- (f) 月毎のモニタリング結果を四半期毎に取り纏め、DONRE と JICA に提出する四半期進捗報告書の環境社会配慮の項目に記載する

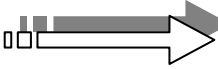
### 外部モニタリング・評価

事業の透明性確保および将来の類似事業に役立てる為、事業終了時に外部モニタリング・評価を実施することを提言する。社会環境専門家による外部モニタリングに係る職務内容は以下の通り。

- (a) IEE 書、進捗報告書、モニタリングレポート等のレビュー
- (b) 事業内の村民への意見聴取
- (c) 報告書の作成および関係諸機関への説明

各モニタリング・評価の頻度を表 6.7.6 に示す。

表 6.7.6 工事時のモニタリングスケジュール

Monitoring by:	M 1	M 2	M 3	M 4	M 5	M 6	30 Months	Project Completed
ESS	*	*	*	*	*	*		
ESS & DONRE Vientiane Capital			*			*		
External								*

出典: JST

### 2) 供用時モニタリング

チナイモ浄水場は、その浄水場で処理される水についての水質測定を定期的実施する。浄水場の水質は、水を処理する各工程毎に、チナイモ浄水場が作成したモニタリング計画に沿って実施される。当該 IEE 書のモニタリング計画では、水質測定の頻度は、このモニタリング計画に則って実施されることになる。浄水場における廃棄物および悪臭防止の為の管理状況は、一か月ごとに査察することとしている。しかしながら、供用時のモニタリング計画

については、工事終了時の法令の改正状況および現場を取り巻く環境の変化に合わせて最終化する必要がある。

#### (4) モニタリング予算

環境モニタリングに係る費用を以下の前提条件で見積もった。

- 工事期間を 30 カ月とする
- 環境・社会担当者(ESS)は、工事のすべての期間にわたって毎月モニタリングを実施する
- DONRE は、工事のすべての期間にわたって四半期毎にモニタリングを実施する

これらの条件によって見積もられた費用を表 6.7.7 に示す。工事時の環境モニタリング費用は、USD\$29,146 と見積もられた。モニタリング費用は、管理費に計上される。

**表 6.7.7 工事段階の環境管理にかかる費用**

*Environmental and Social Staff*

Description	Amount (USD)
Field Work	312
Vehicle*	1,920
	<b>2,232</b>

\*Vehicle include driver and petrol cost

*Water and Noise Sampling*

Description	Amount (USD)
Water Sampling*	5,400
Water Sampling Container	91
Noise Sampling	14,400
	<b>19,891</b>

*DONRE*

Description	Amount (USD)
Field Work	208
Vehicle*	640
Contingency**	84.8
	<b>933</b>

\*2 officers from DoNRE for quarterly monitoring

\*\*Contingency includes cost incurred for emergency inspection

*External Monitoring*

Description	Unit Price (USD)	Qty	Amount (USD)
External Monitoring		Lamp Sum	3,000
		<b>Total</b>	<b>3,000</b>

供用時のモニタリングは、既存の施設と共に NPNL によって実施されることになる為、ここでは費用は示さない。



表 6.8.1 コンサルテーションミーティング結果

Category	Stakeholder	Main Topic	Remarks
Formal meeting with administrative bodies	Department of Environmental and Social Impact Assessment, Ministry of Natural Resources and Environment (MONRE)	-Environmental assessment requirement for the Project	- Project required to conduct IEE - IEE to be submitted to Department of Natural Resources and Environment (DONRE) in Vientiane Capital for obtain ECC
	Department of Water Resources, MONRE	-Legal requirement on water usage of the Mekong River	- No official procedure stipulated in legislations - In practice, request for obtaining approval for water intake from MONRE to be made by Vientiane Capital
	Water Supply Division, Department of Housing and Urban Planning (DHUP), Ministry of Public Works and Transport (MPWT)	-Environmental assessment requirement for the Project - Water usage of the Mekong River	- Project required to conduct IEE - Information regarding water usage shall be obtained from MONRE
	Department of Public Works and Transport (DPWT), Vientiane Capital	-Pipeline installation policy - Water usage of the Mekong River	-Establish land clearance committees to give comments for finalizing pipeline route -In practice, request for obtaining approval for water intake from MONRE to be made by Vientiane Capital
	Division of Water Supply and Environment, DPWT	-Existing scheme on environmental monitoring	-Not formed yet
	Vientiane Capital Water Supply State Enterprise (NPNL)	- Pipeline installation policy	-Establish land clearance committees to give comments for finalizing pipeline route
	Chinaimo WTP	-Existing scheme on environmental monitoring at Chinaimo WTP	- Practice regular water quality check up
Interview	Villages Heads (Xaysathan Village, Phonsavad)	- River related activities near existing Chinaimo Water Intake	- No commercial fishery near intake area - Type of fish near intake area (Minutes, participant list and photo were attached in Data Book B.6. Field Survey)
	Villagers near Chinaimo Water Intake		
Focused meeting	Villages Head (Xaysathan Village) and villagers near Chinaimo Water Intake		
Village/District level stakeholder meeting	Villages Heads (90 villages), District officials concerned (4 Districts) in the Project area	-Project description - Result of IEE	- All stakeholder agreed the project implementation - Prompt implementation of the project was requested - Short time construction period in a site for reducing disturbance to the activities along the road was requested (Minutes attached in B6 Stakeholder Meeting at Village / District Level)
District/Vientiane Capital stakeholder meeting	District officials concerned (4 Districts) in the Project area and Vientiane Capital officials concerned	- Project description - Result of IEE	- All stakeholder agreed the project implementation and the content of IEE (Minutes attached in B6 Stakeholder Meeting at District/Vientiane Capital Level )

出典: JST

## 6.9 事業実施の為に今後必要な手続き

以下の手続きが事業の実施の為に必要となる。

- チナイモ浄水場に接する土地に係る国防省との調整

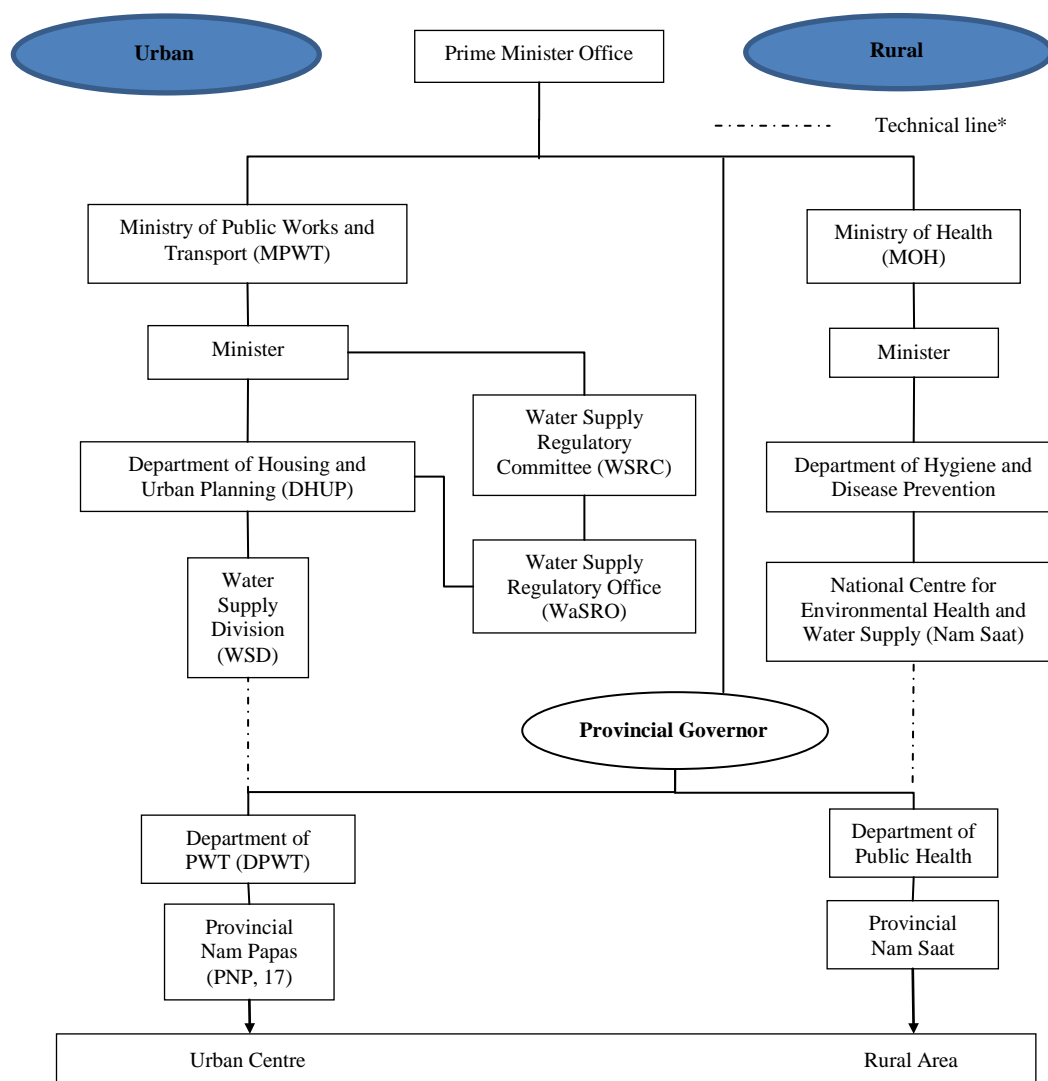
DPWT は、新しく建設する薬注棟の用地の移譲および浄水場建設時の工事車両通行の為に一時的借地につき、国防省と調整する必要がある。

## 7. 事業実施体制

### 7.1 事業実施体制の検討

#### 7.1.1 水道事業の事業実施組織

水道事業について、都市部は公共事業運輸省（MPWT）で農村部は保健省（MOH）の責務の範囲である。図 7.1.1 は、水道事業の現在のラオスにおける組織的枠組みを示す。



\*"Technical Line"とは行政組織上の管理系統ではないが、技術的な支援・規制等の関係を示す。

出典: Regulation of Water Supply Operation in Lao PDR, WASA, and modified by JST

図 7.1.1 ラオスの水道事業における組織的枠組み

尚、2012年のMPWT大臣令以降、都市部の水道事業はその規模等によって中央レベルと地方レベルに区別され、一部の事業は中央省庁（省レベル）から地方自治体（首都・県レベル）にその責務を権限移譲する政策が進められている。



**(1) 省レベル**公共事業運輸省 (MPWT)

MPWT の主な役割は、ラオス全域の都市部における水道施設整備・開発プロセスの調整である。

都市住宅計画局(DHUP)

DHUP は都市部水道分野の戦略と計画、技術標準、及び長期資本投資計画について責任を持つ。DHUP はまた MPWT の事業運営委員会の監督下で、まだ展開していない都市部への水道施設整備を計画する。

水道課 (WSD)

WSD は DHUP に所属するが、水道分野の開発のための政策、戦略と投資計画、資金調達、投資プロジェクトの展開と監督、標準ガイドラインの作成と実施、水道セクター機関の人的資源開発の役割を担う。

水道規制委員会 (WSRC)

WSRC は MPWT 下にある機関であり、ラオス全域の都市水道の戦略、政策、規則、規則管理を含む水道サービス規則にかかる立法、その他規則の草稿を作成している。WSRC は下記の MPWT 大臣が任命した要員により構成される。

1. MPWT の副大臣 (議長)
2. DHUP の局長 (副議長)
3. 首相府の公社編成事務局局長(委員)
4. DHUP の水道課長 (委員)
5. NPNL の総裁 (委員)
6. 消費者代表として、MPWT の女性組合委員長(委員)
7. 水道規制事務局の室長 (委員)

水道規制事務局(WaSRO)

WSRC の事務局である WaSRO は、Water Supply Authority (WASA) から名称が変更され Water Supply Regulatory Office (WaSRO)となった。WaSRO の局長は WSRC のメンバーの一人である。WaSRO は 規則、ガイドラインの作成・展開において、これらの法的順守の監視を行う。WaSRO はまた水道料金の決定に助言を行い、統計や組織業績に関する年次報告を作成する。

**(2) 首都・県レベル**公共事業局 (DPWT)

DPWT は、首都・県の組織であり、首都ビエンチャンまたは各県での事業実施において指導的及び管理的立場にある組織である。DPWT は将来的には、都市水道の認可機関となることが想定されている。

水道公社 (PNP)

都市水道の運営上の責任は 2000 年に導入された地方自治体への権限移譲施策により各地方自治体に委任されている。実際の水道施設の運営と維持管理に責任ある組織は、地方自治体所有の PNP であるが、すべての PNP は各地方自治体の統制下にある。なお、ラオスには地

方自治体として、首都ビエンチャンと 16 の県があり、全部で 17 の PNP がある（首都ビエンチャン及び各県につき 1PNP が存在する）。

1999 年の政策(PM Decision No. 37) では、PNP にフルコストリカバリーを原則に経営費に加えて減価償却費、もしくは債務返済費を考慮しても十分な収入が得られる水道料金を設定する権限を与えている。実際には各 PNP は料金設定の承認を各知事に求め、委員会へ年間の予算や料金設定要求を提出する。各 PNP は知事への報告を行いながら PNP 取締役会に統制される。

### 7.1.2 本事業の事業実施機関

過去のいくつかのプロジェクト経験を鑑みて、本事業の実施体制はラオス側（DHUP、DPWT、NPNL 内）で議論され、ラオス側により所管機関、実施機関、事業管理組織、事業運営委員会について、次のように提案された。

- 所管機関は、MPWT を想定する。
- 実施機関は、DPWT を想定する。
- DPWT の下に、事業管理組織（PMU）が設立される。なお、同組織は、DPWT と NPNL の職員で構成されることを想定する。
- 事業を監視、調整するため、事業運営委員会（PSC）が設立される。なお、同委員会は、関連省庁と部門の要人で構成されることを想定する。

図 7.1.2 で、本事業の実施体制の概要を示す。

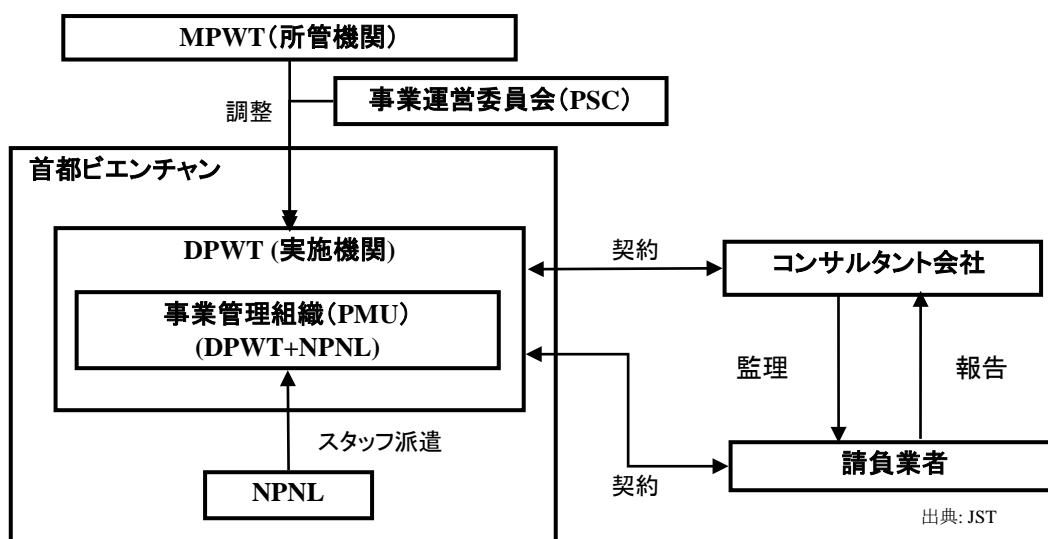


図 7.1.2 事業の実施体制

## 7.2 維持管理

### 7.2.1 維持管理 (O&M)計画

本事業で提案している水道施設の維持管理計画は「5.3 事業で建設される施設の運転維持管理計画」にて述べたとおりであるので、本節では NPNL の全体的な運営と、チナイモ浄水場拡張事業における施設の円滑な運転のため運転維持管理計画についての提案を行う。

#### (水質管理)

各浄水場に設置された 4 つの水質検査室では、24 時間安全で清浄な水を届けるため、毎月 98 検体の濁度、残留塩素、色度の検査を行っている。チナイモ浄水場の水質試験室の所長は、JICA からの技術協力による訓練を受けており、浄水場の運転に必要な水質管理を行う十分な能力を有している。水質分析は毎日実施されており、その結果もきちんと記録されている。NPNL にとっての今後の課題としては、水質分析項目を増やすことである。

#### (無収水の低減)

NPNL は「3.5 無収水量の現状」にて述べたように、2012 年より AfD による支援で無収水削減プログラムを推進してきた。上記実施の前には、さいたま市水道局が JICA の草の根技術協力プロジェクトにより、2004 年から 2006 年の 3 年間、配水管と給水管の維持管理について NPNL に対する技術支援を行っていた。老朽化した GSP 管の取替えや迅速な漏水補修といった対応を行っているにもかかわらず、2013 年の無収水率は依然として 25% である。このため、下記の長期計画における無収水管理計画を根気強く実施していくことが必要である。また、同時に、配管工の技術能力向上も重要であることから、OJT や NPNL の技術研修センターを活用して、配管工に特化した体系的な研修プログラムを導入することも必要となる。

#### (資機材の運転・維持管理)

「3.19.4 人材的側面」で述べたように、ポンプ等の故障した資機材修理ができる技術者の不足は、運転・維持管理において深刻な課題である。機械・電気技術者の増員が望まれる一方で、これらの運転維持管理に係る外部委託も解決方法の一つとなりうる。定期的な点検、修理、機械・電気機器のスパーパーツの計画的な供給を外部委託することは、効果的で効率的な運転維持管理を行う上で、検討する価値がある。しかしながら、これまでラオス国内では、そのような市場が存在していなかったこともあり、上記のようなサービスを提供できる民間企業がほとんど存在していないことに留意しなければならない。このため、維持管理サービスに豊富な経験がある外国企業とのジョイントベンチャーを組むことを外部委託契約の条件とすべきであろう。同時に、NPNL は民間企業の技術者のレベル向上のために、技術訓練センターを活用することを考慮すべきである。

#### (人材育成)

給水量および顧客の増加に伴い、職員を増員することは必要である。NPNL は職員を 2014 年の 480 人から 2020 年には 597 人に増員する予定であり、職員数の妥当性と詳細な職員配置計画を現在見直しているところである。この職員の増加に伴って、各職員に適切な訓練を行い、職員の効率性を上げることも重要である。NPNL の技術訓練センターは、NPNL の各部門及び他の水道公社の要望に基づいて年間訓練計画を立案しており、NPNL の長期計画における人材育成計画では、技術訓練センターで 500 名以上の職員が 4~5 日のトレー

ニングを受けることが計画されている。しかしながら、この研修目標人数を達成するのは難しいという指摘もあることから、各職種にとって必要となる研修とともに、期待されるキャリアパスに基づく戦略的な人材育成管理を検討する必要がある。例えば、OJTは人材育成において有効に活用できる研修の一つである。

#### (経営計画)

NPNLは現在、JICAの水道公社事業管理能力向上プロジェクト(The Capacity Development Project for Improvement of Management Ability of Water Supply Authorities；以下、MAWASUプロジェクト)のもと「長期計画2020」を策定している。NPNLの長期計画も水道公社経営の基礎となるものであり、毎年のプログラムと活動はこの長期計画に基づいて実施されることが望まれる。そのため、本事業もしかるべく長期計画に取り込まれるべきであり、モニタリングと見直しをされながら、実行されていくことが必要となる。

2014年10月22日版の長期計画には、1)安全な水供給、2)安定した給水、3)健全経営の3本の柱のもとに、以下のような詳細な計画が盛り込まれている。

##### - 水質管理計画

水質試験室の器具の更新計画と新規増員計画が含まれている。

##### - 施設建設計画(新設)

新しい供給区域のための15の新規小規模水道施設(全体能力:24,620m<sup>3</sup>)の建設が含まれている。

##### - 浄水場の拡張、更新、改良計画(大規模修繕)

拡張、更新、改良計画の対象となる浄水場は、ドンマッカイ、ドンバン、タドゥアとチナイモである。チナイモ浄水場については、40,000m<sup>3</sup>/日の拡張、取水ポンプ、送水ポンプ、配水ポンプの更新、ろ過池の改良が計画されているが、本事業計画に基づいて計画を再検討し、整合させる必要がある。

##### - 管路拡張計画

管路更新計画とマッピングシステムの導入が含まれており、2014年から2020年間の管路延長の計画は全体で596,988mである。

##### - 無収水管理計画

漏水調査、給水管に関する情報収集、マスターメーターと戸別メーターの改良、水圧管理、老朽管の更新に関連したより詳細なアクションプランが含まれている。

##### - 人材開発計画

想定される職員数に基づく、トレーニング費用が示されている。

##### - 職員採用計画

退職者数と新規採用者数を示したうえで、NPNLは2020年に常勤職員が597人となるよう計画している。採用と退職にかかる毎年の費用も見積もられている。

##### - コールセンターの創設及び改善計画

2014年から2020年の毎年の予算計画が示されている。

- 顧客アンケートの実施計画

2014年から2020年の毎年の予算計画が示されている。

- 水道教育実施計画

2014年から2020年の毎年の予算計画が示されている。

- ウェブサイト改善計画

2014年から2020年の毎年の予算計画が示されている。

概略予算を含む、これらの計画は、関係部署から集められてきたところであり、今後、内容の詳細の調整や確認が必要である。MAWASU プロジェクトのカウンターパートは、現在、MAWASU プロジェクトの専門家からの助言とともに、関係部署間の調整を行いながら、精査をしているところである。

これらの計画が順調に実施されれば、本チナイモ浄水場拡張事業はNPNLの経営計画の一部として効果的に機能することとなる。NPNLは本事業実施のための予算措置を開始することが望まれる。長期計画のモニタリングとレビューは、2017年8月のMAWASUプロジェクトの終了時までに行われることが予定されていることから、本チナイモ浄水場拡張事業において、この技術協力プロジェクトとの効果的な連携を目指し、長期計画の実施状況のフォローアップを行うことを提案する。

## 7.2.2 技術支援の提案

NPNLは主にJICAとAfDの技術支援プログラムを通して、人材開発と訓練システムの整備を行ってきた。JICAによるMAWASUプロジェクトは、NPNLによる上記の長期計画の準備と実行を支援しており、NPNLはMAWASUプロジェクト終了後には、自身で長期計画の再検討や推進を行う必要がある。MAWASUプロジェクトの成果をチナイモ浄水場の拡張事業において効果的に活用するため、以下の技術支援コンポーネントをコンサルティングサービスとして提案する。また、MAWASUプロジェクトのフォローアップに加えて、水道施設の機械電気設備の効率的な維持管理のために、維持管理業務の外部委託に向けた技術支援についても提案する。本技術支援コンポーネントの提案概要を表7.2.1に示す。

表 7.2.1 技術支援の提案

目的	インプット	活動
長期計画 2020 のフォローアップと促進	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 浄水場運転維持管理専門家 1.4MM (0.47 ×3 回)</li> <li>● 配管管理専門家(0.47 ×3 回)</li> <li>● 財務専門家(0.47 ×3 回)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 長期計画活動の進捗をモニターする。</li> <li>● 計画見直しの方法をアドバイスする。</li> </ul>
アウトソーシング導入の検討	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 本邦研修(2 週間、6 名)</li> <li>● 契約管理専門家 0.93MM (0.47 × 2 回)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 本邦水道事業の経験からアウトソーシング導入のアドバイスを行う。</li> <li>● アウトソーシングのための契約にかかる必要なアドバイスを行う。</li> </ul>

出典:JST

## 長期計画 2020 のフォローアップと促進

7.2.1 で述べたように、NPNL は、JICA による MAWASU プロジェクトを通じて長期計画の準備を進めており、MAWASU プロジェクト終了後には、NPNL 自身が長期計画 2020 の推進と進捗に応じた見直しを行う必要がある。この MAWASU プロジェクトと本チナイモ浄水場拡張事業との効果的な連携による NPNL の運営・維持管理能力の強化を目指し、長期計画 2020 の実施状況のフォローアップを行うことを提案する。具体的には、専門家による定期的な技術指導による長期計画 2020 の進捗状況のチェックと、進捗に応じた計画の見直しのアドバイスを行うという技術支援を含むものとする。

## アウトソーシング導入の検討

3.19.4 および 7.2.1 でも述べたが、機材が故障しても、対応できる技術者が少ないことから、放置されるなど、維持管理に問題があるケースも見られる。こうした状況の改善のためには、対応できる技術者の数を増やすことが考えられるが、NPNL として、十分な数の技術者を確保するには時間がかかる。他方で、機材を納入した業者等に保守管理契約を外注することで早急に改善が行えるケースもあると考える。具体的には、機械・電気・計装設備の定期点検、修理、スペアパーツの供給等の一部をアウトソーシングすることをラオス側と検討することを提案する。日本においても、多くの事業者では、上記のような維持管理業務の一部を民間委託している。こうした日本の状況をラオス側が学び、検討することで、維持管理の改善を目指す。

## 8. ライフ・サイクル・コスト入札の導入

### 8.1 ライフ・サイクル・コスト入札導入の目的

本件拡張事業に係る施設建設及び機材調達を行うにあたり、建設費等の初期費用に一定期間の O&M 費を加えたライフ・サイクル・コスト (Life Cycle Cost: LCC) を入札価格として評価することで、ラオス側の将来のコストを抑え、より効果的・効率的な施設建設と機材調達の実現を目的とするものである。

### 8.2 LCC 入札の上下水道プロジェクトへの適用パターン

#### 8.2.1 世界銀行融資による下水処理場施設案件の先行事例

世界銀行（以下、世銀）が下水処理場施設建設を対象に、デザイン・ビルド方式により業者選定を行った案件があり、その選定にあたり入札価格に LCC を用いた事例である。LCC は、表 8.2.1 に示すとおり、一定期間（ライフサイクル）における初期投資（建設費、設計費、設置費等）や O&M 費等から構成される。

表 8.2.1 LCC の内訳

Life Cycle Cost 内訳	O&M 費の内訳
1. 建設費	1. 人件費
2. 設計費	2. 電力費
3. 設置費	3. 薬品費
4. スペアパーツ費	4. パーツ交換費
5. O&M 費	5. 汚泥等処分費

出典：JICA 勉強会資料（2014年8月25日）

実際の入札時の LCC 算出にあたっては、以下の条件が施主側から与条件として示されている。

- ライフサイクルの年数 (ライフサイクル運転年数)
- 運転コスト算定のための単価(電力費、薬品費および人件費等の単価)
- 現在価値算定のための割引率

同事例では、ライフサイクルは 15 年として LCC が設定されている。

さらに、契約条項には応札者が提示した O&M 費を実際に証明するため、図 8.2.1 に示すように、試運転期間と瑕疵期間の間にプロセス証明期間を設け、処理水質や汚泥の質等の性能保証に加えて、この期間にかかった O&M 費の費用実績を含めた性能が評価されることになっている。

また、応札者が提示した性能が満たされない場合の罰則規定も設けられており、このプロセス証明期間の費用実績が、入札時に保証した 15 年間の O&M 費（現在価値ベース）との比較で 105%を超えている場合は、105%以下になるまで、コントラクター（応札者）は自己負

担で施設に改良を加えなければならないとしている。また、その超過分につき損害賠償を支払わなければならないという規定もある。

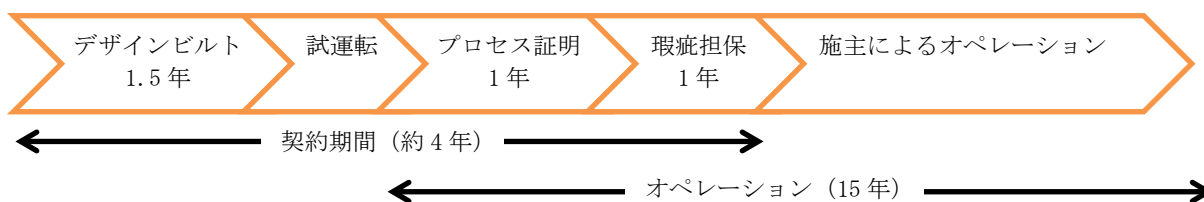


図 8.2.1 世銀下水処理場案件の LCC 入札の流れ

### 8.2.2 円借款による上水道整備事業での事例

一般に、上水道施設建設の中で、LCC 入札の適用が考えられる施設としては、O&M 費が高コストとなる以下の施設が考えられる。

- 1) 取水・送水・配水等のポンプ施設
- 2) 浄水場一式

上水道事業では、地形を利用した自然流下方式による水道システムを運用できる場合を除いて、取水施設および送配水施設ではポンプを多用するため、ポンプ類の電力費が全体の O&M 費に大きく影響し、初期費用と O&M 費を合わせた総合的なコスト比較を行う LCC 入札の適用が妥当なケースが考えられる。また、浄水処理施設についても、水処理プラントメーカーが持つ独自の処理プロセス技術を採用することによって、浄水場建設費を削減できたり、電力費・薬品費・人件費・パーツ交換費等の O&M 費を低減できる可能性があり、これらを浄水場一式として、上述の世銀の下水処理場建設案件のケースと同様、建設費と O&M 費を合わせた LCC 入札を適用することは可能と考えられる。この後者の場合は、水処理プラントメーカーが持つ技術力に基づく提案を広く求めるものであり、設計・施工分離方式ではなくデザイン・ビルド方式による入札方法を採用することが前提となる。

これまで、円借款による上水道整備事業においては、世銀の事例のような LCC 入札を行った事例はないが、類似した手法として以下が過去に適用されている。

バンコク水道整備事業において、ポンプ設備の入札に対し、ポンプ本体の価格や設置費に加え、そのポンプ効率から導きだされた電力費を入札金額に加え、総合評価価格 (Evaluated bid price) として評価する方式が採用されたケースがある。このケースでは、ポンプ類、ポンプ配管類、電気受電設備、ポンプ操作盤、計装機器類のみを独立した入札パッケージとし、効率評価を含む総合評価価格での評価が行われた (効率に関する罰則規定も別途明記)。総合評価価格は、概ね表 8.2.2 に示す費用により評価された。

表 8.2.2 総合評価価格の内訳表

価格項目	内訳	価格
ポンプ本体価格	- 取水ポンプ及びスベアパーツ価格 - 送水ポンプ及びスベアパーツ価格	-
設置費	- 輸送費及び設置費 - 試運転費用	-



運転費	- 取水ポンプの20年間の運転電力費 - 送水ポンプの20年間の運転電力費	-
<b>総合評価価格</b>		

出典：JST

上述の世銀と円借款の二つの事例についての概要を整理し、表 8.2.3 に比較する。

**表 8.2.3 世銀の事例と円借款の事例の比較**

比較項目	世銀による下水処理場建設案件の事例	円借款によるバンコク水道整備事業の事例
契約方式	デザイン・ビルド方式	設計・施工分離方式による施設建設契約方式
LCC 入札の対象施設	下水処理場建設	ポンプ設備（ポンプ、ポンプ配管類、電気受電設備、ポンプ操作盤、計装機器を含む）
LCC に加味する O&M 費用	1) 人件費（施主指定単価） 2) 電力費（施主指定単価） 3) 薬品費 4) パーツ交換費 5) 汚泥・砂・スクリーンごみ・油脂類等処分費	1) 電力費（施主指定単価） 2) パーツ交換費
試運転期間	3 ヶ月	1～3 ヶ月
LCC の算定	上記5項目の現在価値に割り戻した15年間のO&M費用+建設費+設計費+パーツ交換費	現在価値に割り戻した15年もしくは20年間の電力費+調達・据付費+パーツ交換費
プロセス証明	1年間のプロセス証明期間を設け、プロセス証明期間中にかかった費用実績を現在価値に割り戻して評価する。	プロセス証明期間は設けず、工場検査で証明。（仕様書で規定した検査方法に基づき検査し、合格とならなければならない。また20年間の電力費算定の根拠となった入札時の保証効率と検査結果を比較する。）
罰則規定	保証O&M費用とプロセス証明期間中の実績費とを比較し、実績値が105%を超えた場合は、105%以下になるよう自己負担で施設設備を改良する。また、その超過分については損害賠償を支払う。（但し、損害賠償の上限は契約額の10%まで）	入札時の保証効率を下回る場合、その下回った分について0.1%単位で設定される損害賠償を支払う。（損害賠償の上限は別途設定する。）

出典：JST

### 8.3 本件首都ピエンチャン上水道拡張事業への導入可能性

#### 8.3.1 LCC 入札導入にあたって留意すべき点

本件拡張事業において、LCC 導入を検討する上で留意すべき点としては以下の3点が挙げられる。

- 1) 拡張後のチナイモ浄水場処理能力は、120,000m<sup>3</sup>/日となりラオスで一番の大規模浄水場となるが、既存の浄水場（80,000m<sup>3</sup>/日）の処理方式は、横流式凝集沈殿・急速濾過法（従来方式）を採用しており、拡張（40,000 m<sup>3</sup>/日）においても既存と同様の従来方式のままとするか新しい浄水プロセスを導入すべきかの検討が必要である。
- 2) メコン河(取水源) は、雨期には非常に高い濁度を記録する（3000 NTU 以上）ことから、適用できる処理方式が限定され、また、運転管理体制についての考慮も必要である。

- 3) 首都ビエンチャンは地形的に、ほぼ平坦であり、そのため取水および送・配水については、自然流下方式を適用できず、すべてポンプ運転によるものとなる。

### 8.3.2 推奨される LCC 入札の方式

チナイモ浄水場の 2013 年の年間の O&M 費は、約 109 億 LAK (約 1.62 億円) であるが、そのおよそ 9 割が電力費 (68% : 1.1 億円) と薬品費 (21% : 0.35 億円) で占められており、残りおよそ 1 割が人件費 (11% : 0.17 億円) となっている。この点から、高効率で効果的な浄水処理プロセスあるいはポンプ設備が導入できれば、将来の O&M 費の低減に寄与し、総合的に LCC を低くできる可能性がある。

ただし、本件拡張事業において、世銀の事例と同様に、浄水場一式としての LCC 入札の適用が可能か、あるいは一部施設のみを対象として LCC 入札とできるかどうかは、上述したような原水濁度等の自然条件や既存施設の運転管理状況等を考慮し検討されなければならない。

表 8.3.1 に、本件浄水場の拡張にあたり、考えうる代替の浄水場処理方式の 3 方式と、それらの比較結果を示す。②の高速凝集沈澱方式や③のセラミックろ過方式は、メコン河の原水濁度のような高濁度には対応が難しい方式である。一方、①の既存処理方式は、過去長期間に亘り高濁度原水に十分対応でき処理性能上も問題がないことが実証されており、この従来型の方式を変更する理由は乏しいと考えられる。また、本件は、既存浄水場 (80,000m<sup>3</sup>/日) の拡張工事 (40,000 m<sup>3</sup>/日) であり、既存部分と並列に拡張分を増設できる用地も確保されている中、あえて既存の処理方式と異なる処理方式のプロセスを導入するのは、運転維持管理上の複雑さや職員の運転管理能力の現状から言っても得策ではないと考えられる。

表 8.3.1 チナイモ浄水場拡張への適用可能性を検討した処理方式の比較

比較事項	① 従来型 (横流式沈澱池+急速ろ過)	② 高速凝集沈澱池+急速ろ過	③ セラミックろ過
ラオスでの実績	45 年以上の運転経験がある。	1) Dongbang 浄水場で上向流式沈澱池が運転されている。(スラッジブランケットタイプ) 2) ラオ・ビール工場が 2014 年 7 月からメコン川を水源とし 16,000m <sup>3</sup> /d の高速凝集沈澱池 (スラリー循環型) を導入運転している。	実績なし。
高濁度原水への対応 (チナイモ浄水場の原水であるメコン河は雨期に 3000NTU 以上になる。)	処理水は雨期・乾期とも通年を通し、飲料水基準を満たす処理水が得られている。	1) Dongbang 浄水場ではナムグム川の濁度が上昇した際に処理水量が低下している。(年平均で能力の 2 割以上ロス) 2) ビール工場の施設は、現在の処理水量が能力の 50% で、現時点では原水に対応できているが、フル稼働時で高濁度対応の実績はまだない。 3) 高速凝集沈澱池は、日本の水道施設設計指針においても、一般に濁度が 1000NTU が超えると処理水量が 1 割以上減ると指摘されている。(濁度 3000NTU の原水を処理する場合、池内スラッジ濃度を適正に保つために処理水量の 3 割程度がスラッジとともに排水される。)	1) 高濁度原水に対しては実績がない。 2) 高濁度時対策として、前段に前処理として凝集沈澱池の建設し濁度を低減する必要がある。
運転管理費に関係する必要な機械電気設備類の比較	1) 薬品注入設備 2) 砂ろ過池の洗浄設備 3) 沈澱池の排泥はマニュアル	1) 薬品注入設備 2) 砂ろ過池の洗浄設備 3) 高速凝集沈澱池の攪拌装置 4) 自動排泥装置が必要	1) 薬品注入設備 2) 膜供給ポンプ 3) 膜の逆洗装置・圧縮空気設備 (4~12 時間おきに逆洗が必要)
建設費比較*	1	0.8~1	1.5~2 倍
薬品費*	1	0.9	高濁度時は前処理が必要で方式①と同様。原水濁度が低い場合は①より少なめ。
電気代*	1	方式①より若干高め。	方式①よりかなり高くなる。
総合評価	○	△	X

注：従来型を 1 としてコスト比較

出典：JST

以上の点から、浄水場拡張にあたっては、従来型の処理方式の採用を前提として、設計・施工分離方式による入札方式の採用が妥当であると思料される。

一方、現在のO&M費のおよそ7割を占めている電力費のほとんどが、取水および送配水ポンプの運転によるものであることから、本件の拡張事業により効率のよいポンプが調達できれば、将来のO&M費の低減に大きく寄与するものと期待される。よって、円借款によるバンコク水道整備事業の先行事例を元に同様な手法により、ポンプ設備だけを独立したパッケージとして取り出してLCC入札を行うことが妥当である。

本件のポンプ設備の内容は、表 8.3.2 に示す通りで、その調達および設置コストは、独立した一つのパッケージを構成するに十分な規模になると考えられる。

表 8.3.2 ポンプ設備パッケージの内容

ポンプ設備パッケージの範囲	内容
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 取水ポンプ(合計容量 120,000 m<sup>3</sup>/日)</li> <li>- 送・配水ポンプ(合計容量 120,000 m<sup>3</sup>/日)</li> <li>- サラカム揚水ポンプ(合計容量 36,818 m<sup>3</sup>/日)</li> </ul>	ポンプ類、ポンプ配管類、電気受電設備、ポンプ操作盤、計装機器類、遠隔監視システム

出典：JST

また、仮にポンプ設備を独立したパッケージとせず、取水場・浄水場建設のパッケージに含めてLCC入札を適用した場合、ポンプ設備のLCCは他の建設費と合計した入札価格の一部となり、ポンプ設備のLCCが全体の統合された入札価格に与える影響が小さくなり、入札評価に適切に反映されない恐れがある。したがって、ポンプ設備類のみを取り出し、個別のパッケージとして分離することが推奨される。

### 8.3.3 ラオスの調達に係る法制度

ラオスの公共事業における調達関連の法制度は、下記書類に記載されている。

- 1) Decree of the Prime Minister on Government Procurement of Goods, Works, Maintenance and Services No. 03/PM, Dated 09 January 2004
- 2) Implementing Rules and Regulation on Decree of Government Procurement of Goods, Work, Maintenance and Services No. 063/MOF, Dated 12 March 2004
- 3) No. 0861/MOF, Dated 05 May 2009 (Amended Version of 2))
- 4) Procurement Manual, 2009

LCCに関連する条項としては、2)の財務省令 Part VI: Criteria for Awarding Contracts 「Article 29: Award Criteria」に、以下の内容が記載されている。

“価格に加えて、評価基準は入札書類の金額的価値に置き換えられるものとして以下の項目を含んでも良い。金額的に定量化できない評価基準は合否判定基準で評価されなければならない。

- (a) 工事、サービスまたは資機材調達の工期
- (b) ライフサイクルでの運転コスト

- (c) アフターサービスと技術支援
- (d) 調達資機材に関連するスペアパーツの供給
- (e) 支払条件 “

上記条項の記載があることから、ラオス国内で LCC の考え方に基づいた入札を行うことは可能である。

### 8.3.4 LCC 入札導入の妥当性

世銀の事例では、下水処理場建設一式を LCC 入札の対象としたものであるが、本件拡張事業の場合、自然条件および運転管理体制面の制約から、浄水場拡張にあたり採用される処理方式としては従来型が推奨される。したがって、デザイン・ビルド方式は適用されず、設計・施工分離方式となり、世銀の事例のような浄水場拡張を一式とした LCC 入札は適用されないことになる。

しかし、チナイモ浄水場の取水ポンプ設備および送配水ポンプ設備は、これまで以上に扱う水量が大きくなり、O&M 費の大部分を占めているポンプによる電力費が今後もさらに多額となっていくとみられ、効率がよりよい最適なポンプ設備の導入を O&M 費を含めて評価できる LCC 入札を適用することは妥当と考えられる。

また、本件において拡張されるポンプ設備の規模からいって、これらを独立した一つの入札パッケージとしても、その想定入札額は十分大きくなり、世界的なポンプメーカー複数社による入札参加が期待できる。

以上に加えて、ラオス側の実施機関が LCC 入札を行いたいとの意向を持っていることも確認されている。ただし、これまで借款案件での国際入札手続き経験がほとんどないことも考慮すべきであろう。浄水場一式の LCC 評価となると、プロセス証明期間を含む性能評価が複雑になるとみられ、実施機関にそれ相応の対応能力が求められる。一方、ポンプ設備だけを LCC 入札とする本件の場合、プロセス証明期間を設けずに工場検査結果をもって評価できることから、その適用はより現実的なものと考えられる。

## 8.4 LCC 入札の手続きと評価方法

### 8.4.1 評価価格

表 8.4.1 に示すように、ポンプ本体費、スペアパーツ費、設置費等に加え、15 年あるいは 20 年間といった定められた年数（ライフサイクル）での電力費（現在価値換算）を加えた総合評価価格での入札評価が適当である。電力使用量は、仕様で規定されるポンプ吐出量、揚程に加え、応札者の提示するポンプ効率、モーター効率を基に算出される。

表 8.4.1 ポンプ設備パッケージの総合評価

項目	内容	提案価格
本体価格	- 取水ポンプ及びブスペアパーツ価格 - 送・配水ポンプ及びブスペアパーツ価格 - サラカム揚水ポンプ及びブスペアパーツ価格 - 遠隔監視システム及びブスペアパーツ価格	
設置費	- 輸送費及び設置費 - 試運転費用	
電力費	- 取水ポンプの 15-20 年間の運転電力費 - 送・配水ポンプの 15-20 年間の運転電力費 - サラカム揚水ポンプの 15-20 年間の運転電力費	
<b>総合評価価格</b>		

出典：JST

電力使用量の算出のため、応札者は表 8.4.2 にある保証値を応札時に提示することとなる。

表 8.4.2 応札者による保証値

項目	保証値
1. ポンプ吐出量, Q, (m <sup>3</sup> /min)	
2. ポンプスピード (RPM)	
3. ポンプ定格ヘッド, H, (m)	
4. ポンプ効率, np	
5. モーター効率, nm	

出典：JST

上記の保証値から、下記式により、電力使用量を算出し、指定した電力費単価と使用期間を掛け合わせて、プロジェクトライフでの電力費が算出される。

- 水力 (kW),  $HyP = 0.163 \times Q \times H$
- 総合効率,  $n = np \times nm$
- 電力使用量 (kW),  $TP = HyP / n$

一方で、後述する効率に関する罰則規定を設け、工場検査で応札時に落札者が保証したポンプ効率を満たさない場合、不合格品とするか、または相応の罰金を支払うことが規定される。

#### 8.4.2 性能証明（工場検査）

応札時に落札者が提案および保証したポンプ性能を評価するため、出荷前に工場にて検査を行う必要がある。LCC に関連する検査項目は表 8.4.3 に示す内容が含まれる。

表 8.4.3 ポンプの工場検査項目

テスト項目		結果
1.	ポンプ吐出量, Q, (m <sup>3</sup> /min)	
2.	ポンプスピード (RPM)	
3.	ポンプ定格ヘッド, H, (m)	
4.	ポンプ効率, np	
5.	モーター効率, nm	
6.	吸込性能	

出典：JST

検査結果が仕様で定められた規定値を外れる場合は、試験されたポンプは不合格(レジェクト)とされる。

各ポンプの効率の証明は、工場検査の結果をもって行い、実際に据え付けた後にプロセス証明期間を設けて効率を証明するという手順は用いられない。その理由は、工場検査の時点でポンプ効率を精密に把握できるからで、実際にポンプが据付けられた後にその測定をしようとするれば、そのための計測装置・設備を用意しなくてはならないが、本件ポンプの設置場所は、吸込み側水位や吐出側の状況が常時変動しているので、検査に必要な測定を正確に行うためには、精密な計測装置・機器類の設置や技術者が必要となり、それを実現するための費用をかけてまでプロセス証明をする必要もなく、工場検査の結果をもって評価するのが正確かつ現実的である。

### 8.4.3 罰則

前述したポンプの工場検査の結果に対して、すべての値が規定された仕様を満足するものの、落札者が保証した効率を下回る場合には、罰則(罰金)が適用される。罰則を設ける基本的な考え方は、虚偽の保証効率を提示する悪質な応札者の排除、あるいは罰金の支払いを前提に罰金を払ってでも低効率のポンプを納入し落札しようとする応札者を排除するためのもので、応札者に責任ある入札を実現させ、施主に不利益が生じないようにするためのものである。そのため、適切な罰金の料率の設定が求められる。

罰則は、下記のように効率の不足分につき設定される。

ポンプ価格 — 保証値よりも低い効率の 0.1%につき○○○\* LAK(または JPY)。ただし、△△△\* 百万 LAK(または JPN)を超えない。

モーター価格 — 保証値よりも低い効率の 0.1%につき○○○\* LAK(または JPY)。ただし、△△△\* 百万 LAK(または JPN)を超えない。

\*罰則のための料率と金額は、今後の段階において検討、議論される(詳細設計時または入札支援時)。

### 8.5 本邦企業の優位性

本件で調達を予定しているポンプ類は、大型でかつ機能的に高い仕様が要求されるポンプが多いので、入札参加者としてはそのようなポンプを製作できる世界的に名の通った本邦あるいは欧米のポンプメーカーが想定される。

一般に、メーカーが提案するポンプは、ポンプ自体の性能が規定される仕様を満たすことが第一条件となるが、実際の入札書の技術仕様書においては、ポンプ本体の性能だけでなく、その性能を検査するための工場検査の方法までが細かく規定される。検査方法は、JIS 規格あるいは同等の国際規格とすることが推奨され、こうした検査を行える施設を保有する工場は限定されるので、この点においても本邦メーカーは優位となると思料される。

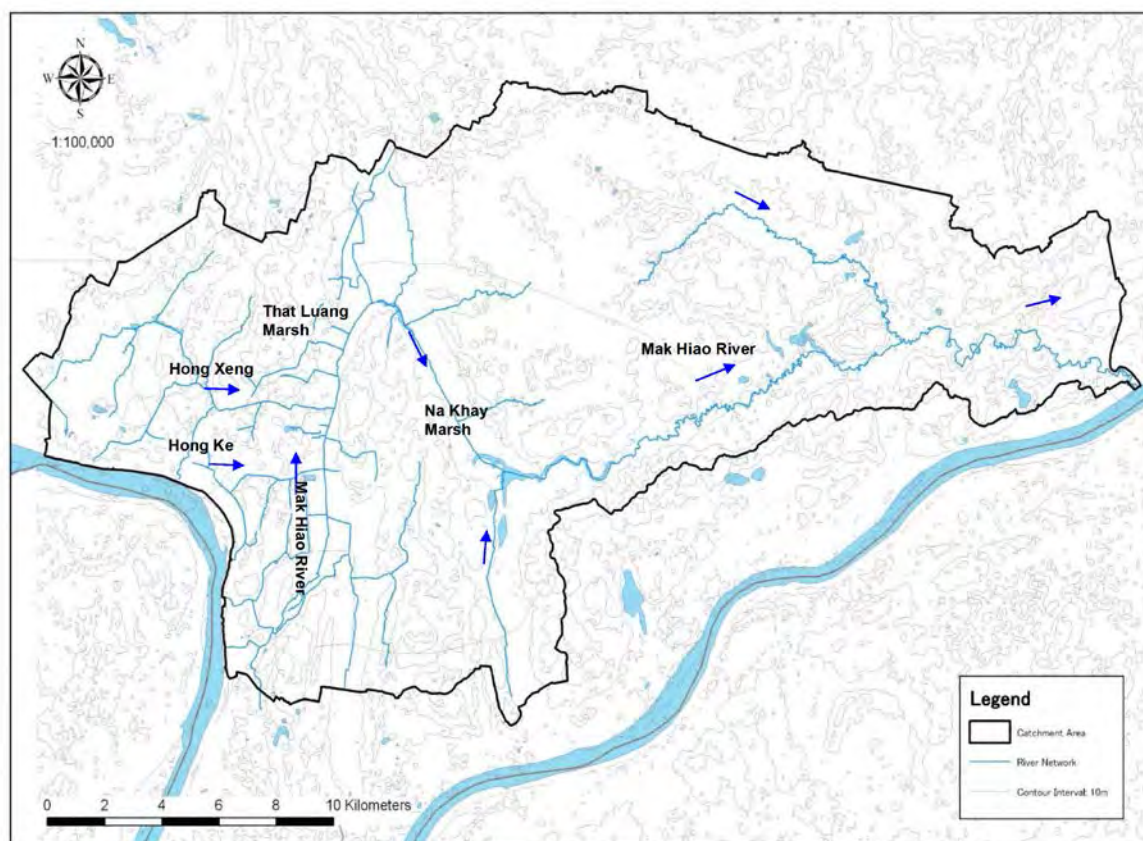
一般に、本邦メーカーが提案するポンプ性能は、入札書に示された仕様を満たすだけでなく、更により性能の製品を実際には提案してくるケースが多い。本邦メーカーからの聞取りによると、本邦メーカーは安全を見て仕様書が示す効率の5%は上回る効率の設定で製作することもあるとのことで、そのため、結果として本邦メーカーのポンプが高価になる傾向がある。しかし、LCC 入札とすることによって、効率を高めている分、将来の電力費が節約されるという点も同時に評価されることになり、本邦企業の優位性を保つことができる。また、結果として、ラオス側にとっても性能が高く、総合的にコストパフォーマンスの高いポンプが調達されるというメリットがある。

## 9. 下水・排水部門の分析

### 9.1 下水・排水部門の現状と課題

#### 9.1.1 下水・排水部門の現状

3基の分散型污水处理設備（Decentralized Wastewater Treatment System : DEWATS）を除いて、首都ビエンチャンには現在集中型の下水処理システムは無く、排水路網があるだけである。首都ビエンチャンのドンチャンパレスホテルの前にある水路の水が、排水ポンプ場を通じて、直接、メコン河に放流されているほかは、下水は排水路網を通じてホン・セン（Hong Xeng）、ホン・ケ（Hong Ke）排水路に流入後、マクヒアオ川（MaK Hiao River）に流入し、タートルアン湿地（That Luang Marsh）とナカイ湿地（Na Khay Marsa）を通過後、首都ビエンチャン中心市街地より、約30km東の地点でメコン河に合流する。（図9.1.1 参照）



出典：「ビエンチャン市水環境改善計画調査」（2011年9月）

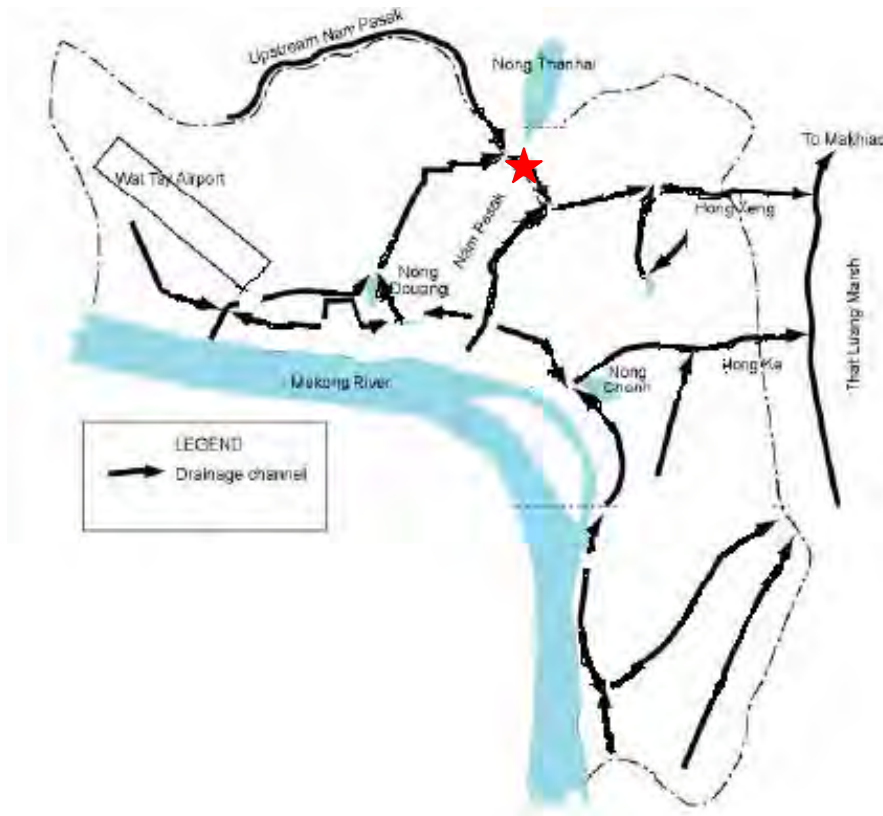
図 9.1.1 対象地域図

各施設や現地の状況を写真 9.1.1～9.1.6 に示す。



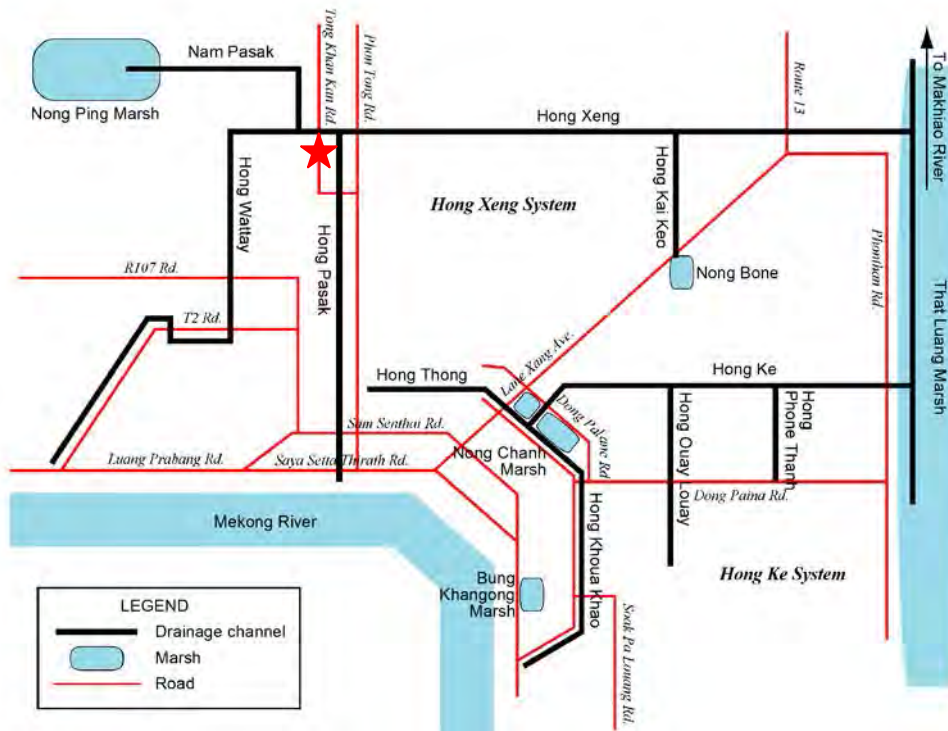
	
<p>写真 9.1.1 トンチャンパレスホテル前の水路</p>	<p>写真 9.1.2 水路末端のポンプ場 (除塵機)</p>
	
<p>写真 9.1.3 マクヒアオ川河口付近のゲート</p>	<p>写真 9.1.4 メコン河とマクヒアオ川の合流点</p>
	
<p>写真 9.1.5 ナカイ湿地</p>	<p>写真 9.1.6 タートルアン湿地</p>

マクヒアオ川に至る首都ビエンチャン市内の排水路網を図 9.1.2 に示す。  
これを模式化したものを図 9.1.3 に示し、主要地点の写真を写真 9.1.7～9.1.12 に示す。



出典：「ビエンチャン市水環境改善計画調査」に加筆

図 9.1.2 首都ビエンチャン市内排水路網



出典：「ビエンチャン市水環境改善計画調査」

図 9.1.3 排水路網の模式図

	
<p>写真 9.1.7 ホンケ水路とマクヒアオ川の合流点</p>	<p>写真 9.1.8 ホン・セン水路とマクヒアオ川の合流点</p>
	
<p>写真 9.1.9 ホンケ水路</p>	<p>写真 9.1.10 ホン・セン水路</p>
	
<p>写真 9.1.11 ホンケ水路支流の例</p>	<p>写真 9.1.12 ホン・セン水路支流</p>

### 9.1.2 下水・排水部門の課題

首都ビエンチャンの下水・排水網の特徴とその課題をまとめると以下ようになる。

- 1)一部を除き、ビエンチャンで発生する下水・排水は直接メコン河に流出することなく、湿地とマクヒアオ川を通して市街地より約 30km の地点で放流される。また、放流点の水質は「ビエンチャン市水環境改善計画調査」(2011年9月)で BOD<sub>2</sub>~3mg/l と良好である。

2) 首都ビエンチャンにははっきりとした雨期と乾期があるため、時期により流下水量が異なる、排水路断面は雨期用の大きさである。従って乾期には腐敗槽オーバーフロー水と生活雑排水しか流入しないため、支川末端では、下水の滞留や浮遊ごみ等が見られる。またこれらによる異臭が生じる場合がある。

3) 経済開発に伴う生活水準の高度化、人口の増加、都市域の拡大は未処理の生活雑排水量の増大に影響を及ぼし、下水量は確実に増加する。

4) 一方、首都ビエンチャンには下水処理施設はなく、腐敗槽と湿地や河川の浄化能力に頼っているため、汚濁負荷が増大していけば、河川水質の悪化や衛生環境の悪化が懸念される。

## 9.2 下水・排水部門の方針と計画

### 9.2.1 これまでの技術協力関係

#### (1) 日本

JICA は、2009 年 1 月から 2011 年 9 月まで開発調査「ビエンチャン市水環境改善計画」を実施し、マスタープランを策定、提言として構造物(簡易処理施設、水路浄化施設など)による水環境改善計画の早期の実施、水路蓋掛けの防止、湿地の保全、行政指導の強化、排水路の維持管理及びモニタリングの強化を挙げている。また、**Bremen Overseas Research and Development Association (BORDA)**と共同で 2 つの **DEWATS** プラントを設置した。これを受けて必要な情報の収集・分析、協力内容の検討、事前評価を行うことを目的として、2012 年 6 月及び 2013 年 5 月に詳細計画調査を実施している。引き続きこれらの成果を踏まえた上で、3 年にわたる「首都ビエンチャン都市水環境改善プロジェクト」が実施されることとなり、2014 年が初年度となっている。期待される成果としては、1) 汚水処理に必要な環境に配慮した施設の計画・設計能力の強化、2) 水環境管理に関する法規法令の運用能力の強化、3) 環境教育を通して市民の環境意識の向上を期待している。この他、自治体国際協力促進事業として千葉県が平成 24 年度より、環境部局職員の人材育成、能力向上等の技術移転を行っている。

#### (2) ドイツ

国際 NGO である **BORDA** とラオスの **DHUP: the Department of Housing and Urban Planning** が協働して、**BORDA** が開発した **DEWATS** を普及すべく協力を開始し、2013 年 6 月に **Inception Meeting** が開催されたところである。その後 **BORDA** は **DEWATS** のセミナーを 15 箇所において開催し、適地を選定した。目下ドナーを模索している。**DEWATS** は嫌気性処理を行う処理装置であり、建設費の低廉と特に維持管理費が安いことが期待されている。

#### (3) 韓国

韓国は 1974 年にラオスと外交関係を樹立して以来、90 年代より協力関係を深めてきた。韓国企業 **Sunjin** 社は 2011 年から 2012 年にかけて下水道事業の F/S 調査を実施し、首都ビエンチャン側に提出した。その内容は、2020 年には約 210km の管路を布設し、処理能力 30,000 m<sup>3</sup>/日の処理場を建設し、2030 年には管路延長約 280km、処理能力 70,000m<sup>3</sup>/日の処理場からなる下水道を総工費約 166,100 千ドルで完成させるというものである。

## 9.2.2 ラオス政府の方針

ラオス政府は、集中化システムは高コストのため、DEWATS をコミュニティや学校、私企業、他機関に設置することで徐々に改善を図ることとしている。首都ビエンチャンは積極的な下水道計画の策定をしていない。その理由は首都ビエンチャンは前述したとおり、市内より直接メコン河に排水することなく、下水も湿地や河川の浄化能力を利用して、きれいな水をマクヒアオ川より排出してきていた。それゆえ、今までは深刻な下水道の問題を抱えることはなかったからである。しかしながら、国の経済成長、市域の拡大や人口増に伴って、首都のみならず他の大都市においても衛生環境の改善や下水処理が住民にとって必要であると認識されて来ている。以下に 2030 年までのアクションプランを示す。

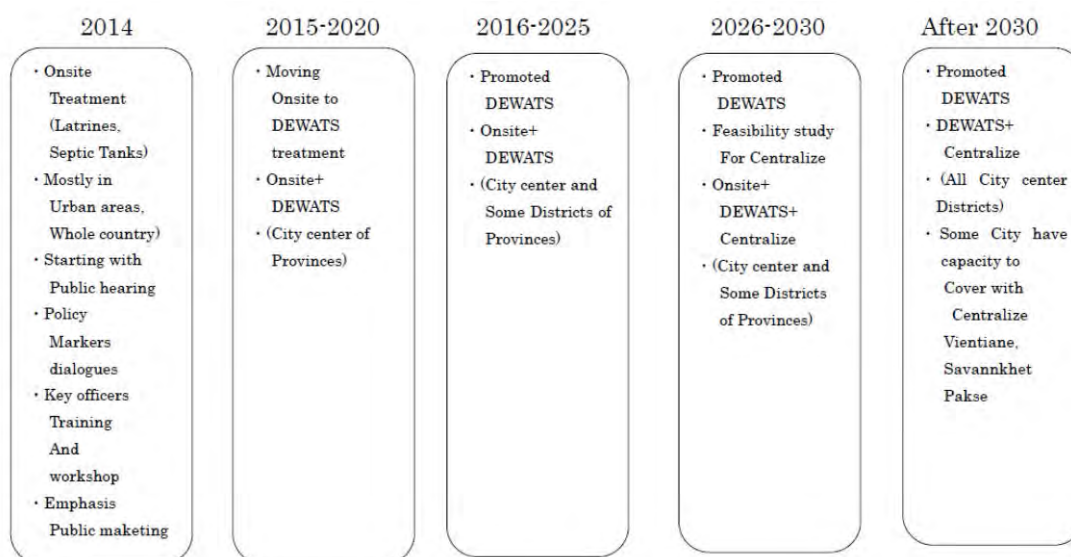


図 9.2.1 下水処理のマイルストーン

## 9.3 上水道拡張により増加する下水・排水の影響

### 9.3.1 上水道拡張計画

現在、首都ビエンチャンでは、都市部の計画給水区域の 72%に対して給水が行われている。4 つの既存浄水場の合計処理能力は 180,000m<sup>3</sup>/日であるが、近年のデータでは 2013 年の日平均で 199,000 m<sup>3</sup>/日を供給しており複数の浄水場で過負荷運転を強いられている。最新の水需要予測では、人口増加や経済の発展にともない、2030 年に日最大給水量で 400,000 m<sup>3</sup>/日を越える浄水量が必要とされている。

### 9.3.2 拡張に伴う下水・排水への影響

「ビエンチャン市水環境改善計画調査」(2011 年 9 月)では、上記の水道拡張による影響を論じたものではないが、人口増や経済発展を考慮した水質予測計算を行っている。これによれば、マクヒアオ川河口の BOD 水質は 2009 年に 1.9mg/l であったものが、2020 年には 3.1mg/l に増加するとされている。従って、水道拡張の計画年である 2030 年にはさらに悪化することが予想される。

## 9.4 首都ビエンチャンにおける下水と排水に対する包括的な計画

### 9.4.1 これまでの提言等に対する評価

これまでに各国の協力機関が提案している内容をソフト面(手順・方法など)とハード面(構造物、設備など)に分けて評価し、追加可能な施策について検討を行う。

#### (1) ソフト面

「ビエンチャン市水環境改善計画調査」(2011年9月)では、ソフト面の対策として以下のような事項を挙げている。

- ・湿地の保全対策
- ・行政指導の強化(法規の整備と運用強化)
- ・環境教育の強化
- ・排水路の維持管理及びモニタリングの強化
- ・汚水適正処理構想の立案

これらはいずれも今後の環境改善に必要なもので、湿地の浄化能力は湿地面積に関連づけられるため、特に湿地の保全対策については開発行為の禁止や開発に伴う排水規制の強化等を講じる必要がある。

#### (2) ハード面

ハード面の対策としては各国が以下のような提案を行っている。

韓国：下水道事業の推進  
ドイツ：DEWATSの普及  
日本：構造物対策(植生浄化施設の提案)  
水路蓋掛けの防止

このうち、下水道事業の推進は、現在、首都ビエンチャンの下水が直接的にメコン河に悪影響を及ぼしていないことを考慮すると、ただちに着手することはないと考えられる。次にDEWATSは、ラオス政府に推奨されているが、元が嫌気性処理であり、曝気を行わないため維持管理費は安くすむ。しかし反応時間を長く必要とする。水槽容量が十分でないと処理能力、良好な処理水質が得られないと考えられる。設置可能な場所からDEWATSを設置するというのが現実的な対策である。

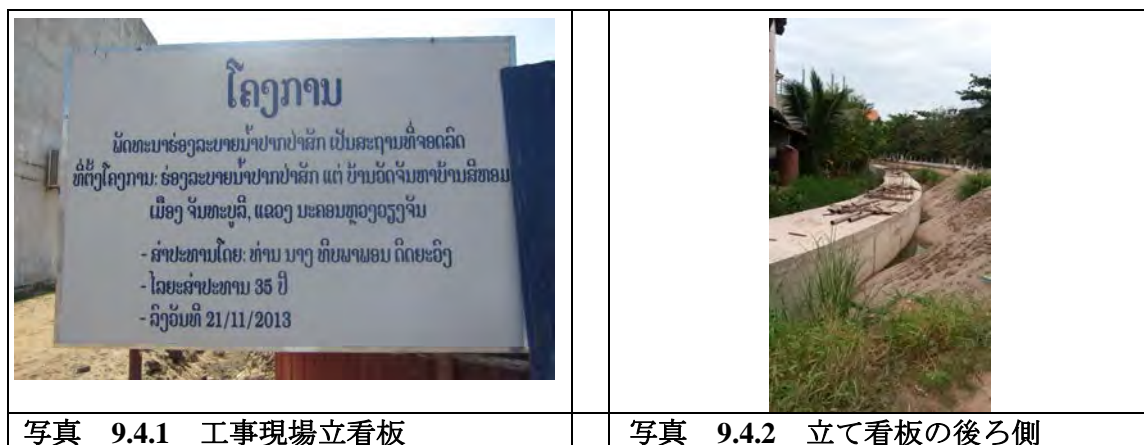
### 9.4.2 別途考えられる方策について

#### (1) ボックス・カルバート化

首都ビエンチャンの発生負荷量が増えたにしても、マクヒアオ川河口における水質は、極端に悪化はしないであろうことが予測される。逆にマクヒアオ川や湿地に流入する前の首都ビエンチャンの排水路はBOD30mg/lを越えるような水質となることが予想されている。

このため、現状でも課題となっている異臭の発生がより問題となろう。特に支川流末ではほとんど流量がなく、停滞しているところも見かけられる。構造物対策として、環境教育の面から「ビエンチャン市水環境改善計画調査」(2011年9月)では水路蓋掛け防止がうたわれているが、本川・支川とも水路幅は広く、水路の蓋掛けは現実的には困難である。

台形の自然水路(粗度係数大)を矩形のボックスカルバート(粗度係数小)にして対応することが考えられる。公的な資金に頼らないカルバート化の例があったので紹介する。



左の立て看板の後ろでは右に示す開水路をボックス・カルバート化している。立て看板の内容は以下に示すとおりである。

- Project: Development of drainage water parkpasuk in parking area  
(・事業：パークパサク排水の駐車場への開発)
- Project site: Parkpasuk drain water from vatchan to Synorm Village, Chanthabary District, Vientiane Capital  
(・事業場所：バチャンからソホルム村のパークパサク排水, チャンタブリー郡, 首都ビエンチャン)
- Concession by: Miss Thippaphone Dityavong  
(権利人：Thippaphone Dityavong さん)
- Period concession: 35years  
(権利期間：35年間)
- Date: 21 November 2013  
(日付：2013年11月21日)

この立て看板の内容が意味するところは以下の通りである。

- 1) 開水路上部を駐車場とする計画の策定
- 2) 自己資金にてボックスカルバートの建設
- 3) 駐車料金にて35年間で資金回収
- 4) 35年経過後にボックスカルバートを公に返還

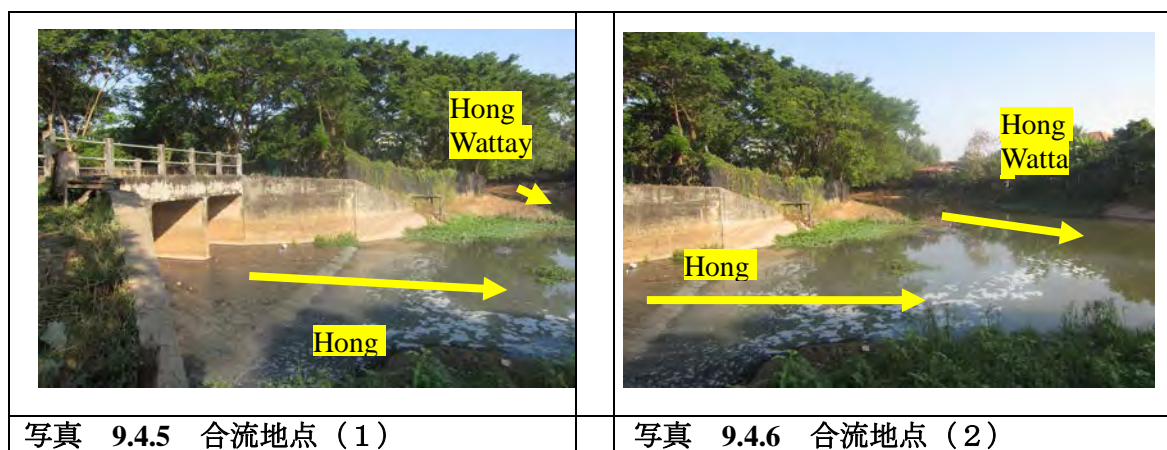
この他、カルバート化の別の方法としては、河川を挟んで道路と商業施設がある場合、敷地幅の河川部分をカルバート化することによって、道路からのアプローチをスムーズにした例や新設道路の設置にともなって近隣の河川をカルバート化した例などがある。



## (2) 河川浄化施設

### 1) ホン・セン排水路

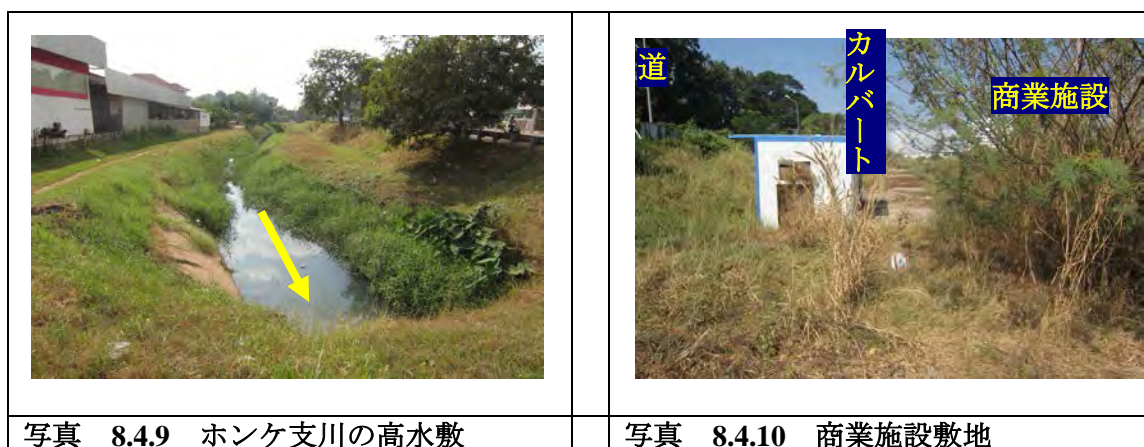
各家庭の汚水は排水管を通して排水路網に入ってくる。このため乾期においては、汚水管の役目を果たしていることになる。従って、この河川水を直接浄化することが考えられる。日本では高水敷に浄化施設が設けられるが、ホン・セン排水路には適当な高水敷が見あたらないため、農地を利用して施設建設を行う。設置場所はホン・ワッタイ支川 (Hong Wattay) にナム・パサク支川 (Nam Pasak) が合流後、ホン・パサク支川 (Hong Pasak) と合流する地点でほぼ3支川の浄化を1個所で行える場所である (図 9.1.2、図 9.1.3 の★印の場所)。



### 2) ホンケ排水路

ホン・ケ排水路に河川浄化施設を設置するには、敷地的な制約が大きい。かろうじて考えられるのは、高水敷があるところなるべく浄化施設を建設する。もしくは商業施設敷地の地下に施設を建設する。





以上述べてきた内容をまとめると、首都ビエンチャンは、都内より直接メコン河に下水や排水を排出することなく、下水も湿地や河川の浄化能力を利用して、下水処理施設無しで良好な水質にてマクヒアオ川より排出している。このことを考慮すると下水の二次処理を伴う下水道事業の推進は、ただちに着手する必要はないと考えられる。

湿地や河川の浄化能力を保つには、特に湿地の保全が重要である。そのためには開発行為の禁止や開発に伴う排水規制の強化等を講じる必要がある。

首都ビエンチャンの経済成長や人口増の現状及び市域の拡大から、水質の悪化や悪臭の発生が予想されるが、これらについては1) できるところから経費の安価な汚水処理システム（DEWATS など）を導入する、2) できるところから蓋掛けを推進する、3) 河川水を直接浄化する、などの方策をとって湿地保全と都市水路内水路の改善を行うべきである。

## 10. 事業効果

### 10.1 事業の経済的内部収益率（EIRR）及び財務的内部収益率（FIRR）

#### 10.1.1 財務分析

##### (1) 分析方法

本調査の財務分析では、割引キャッシュフロー法を用いる。この方法では、評価期間の各年の収入と支出を表示し、収入から支出を除いた残高を年ごとに割引率を用いて現在価値に変換する。収入は水道料金収入等であり、費用は建設費用、O&M費用、更新費用からなる。事業が財務的に実行可能であるかどうかは、事業のFIRRが加重平均資本費用(WACC)よりも大きいかどうかで判断される。FIRRがWACCよりも大きい場合、その事業は財務的に実行可能であると結論付けられる。

##### (2) 前提条件

財務分析の主な前提条件は次の通りである。

表 10.1.1 財務分析の主な前提条件

1	プロジェクト期間	2020 - 2049年 (30年間)
2	評価期間	2015 - 2049年
3	価格水準	2014年
4	為替レート	1.00 LAK 当り 0.0149 円、1.00 ドル当たり 120.4 円
5	加重平均資本費用 (WACC)	4.0 % <sup>*1</sup>

出典：JST 作成

注：\*1; 名目利子率は 1.7% である。法人税の加重平均は、料金収入の 0.25%。インフレ率は 5.6% である。これらの条件から、実質金利が計算される。実質金利は 4% よりも小さい。この場合、ミニマム・レート・テストが適用される。同テストでは、実質金利が 4% よりも小さい場合、財務分析に用いる割引率を 4% とすることになっている (“Guidelines for Financial Management and Financial Analysis of Projects”, African Development Bank, 2006 参照)。

円借款が本事業の主な資金源と想定されている。円借款は、ラオス政府の財務省 (MOF) に貸し出される。MOF と JICA の間で借款契約 (L/A) が締結された後、MOF と NPNL の間で転貸契約が結ばれ、NPNL は MOF に借款の償還を行う。MOF から NPNL への転貸条件は現時点で未定である<sup>20</sup>。NPNL からのヒアリングから、最も可能性の高い転貸条件として、本調査では以下の通り設定する。

- ✓ 日本政府から MOF に供与される金額の 100% が NPNL にとっての借入金となる。
- ✓ NPNL と MOF との間の返済金利は、円借款の金利より 0.5% から 1.0% 高くなる。
- ✓ 返済期間と猶予期間は、円借款の条件と同様で、返済期間 30 年、猶予期間 10 年。

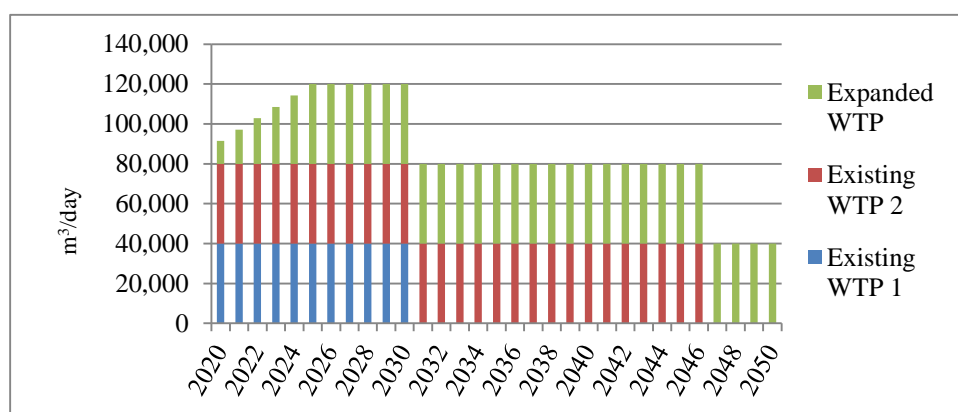
本事業の名目利子率は、表 10.1.1 の注に示された通り、円借款の供与条件 (2015 年 4 月 1 日現在) である金利 0.7% に 1.0% を追加した 1.7% と設定した。

<sup>20</sup>財務省によると、借款契約締結後に転貸条件が決定されるのが通例とのことである。

財務分析で用いられる本事業の費用と収入は、本事業を行った場合の費用・収入と、本事業を行わなかった場合の費用・収入をそれぞれ差し引いた差額と定義される。本事業の収入は、本事業を行った場合の顧客数から本事業を行わなかった場合の顧客数を差し引いた顧客からの料金収入等と想定する。

本事業は、チナイモ浄水場の拡張（40,000 m<sup>3</sup>/日）と既存チナイモ浄水場の改修（80,000 m<sup>3</sup>/日）の両方を含んでいる。改修事業は、これまで20年から40年更新されてこなかった取水施設と浄水場のポンプの更新や、薬品注入施設の廃棄と新設といった電気機械設備の更新を含んでいる。既存浄水場のほとんどすべての機械電気設備が本事業で更新される。土木構造物は、既設のチナイモ浄水場は1980年と1996年に建設されており、50年間は使用できると考えられているため改修しない。

本事業の財務経済分析では、既存のチナイモ浄水場は、すでに一般的な耐用年数を大幅に超過した古い機械電気設備を抱えているため、本事業を行わない場合には、2020年以前に操業を停止すると仮定する。そのため、本事業の財務収入を計算するための浄水能力は、浄水場拡張部分（40,000 m<sup>3</sup>/日）だけではなく、改修される既存浄水場（80,000 m<sup>3</sup>/日）も含むものとする。しかし、既存浄水場による収入は、図10.1.1に示す通り、土木構造物の典型的な耐用年数の間だけ続くものとする（当初建設後の50年後である2030年まで40,000 m<sup>3</sup>/日、2046年まで残りの40,000 m<sup>3</sup>/日）。



出典：JST 作成

図 10.1.1 財務経済分析に用いる本事業の浄水量

事業の費用は、初期投資費用、事業の更新費用及びO&M費用である。

### (3) 財務分析の限界

財務分析は多くの仮定と前提条件に基づいて行われる。もしも、これらの条件に変更があった場合、FIRRの結果が変わる可能性がある。例えば、無収水率が計画通りに改善しなければ、FIRRは悪化することが見込まれる。料金徴収率の変化は、財務評価の結果に影響する。前提条件の著しい変化により、財務的に実行可能ではない状況になる可能性がある。状況を良く観察し、それが著しく変化する場合には再計算を行う必要がある。

#### (4) 本事業の財務分析

##### 1) 事業の収入

本事業の財務的な収入は、水使用に対する顧客からの料金収入等によって生じる。家庭の平均水道料金は、NPNLの料金表と平均家庭水使用量から、2,081 LAK/m<sup>3</sup> (0.258 USD/m<sup>3</sup>) に設定された。政府用と商業用顧客の平均水道料金は、NPNLの料金表から、それぞれ2,665 LAK/m<sup>3</sup> および3,244 LAK/m<sup>3</sup>である。

家庭と非家庭の水使用量は、水需要予測で無収水率とともに設定されている。非家庭用のうち、政府用と商業用のそれぞれの水使用量は、実際の割合に基づき算出した。料金徴収率は2016年には99.6%で、毎年0.1%ずつ改善し、5年後の2021年には99.9%に達するとしている。その後は99.9%で一定とする。

水道料金単価の計算根拠は、SUPPORTING REPORT, A.17 FIRR and EIRR Calculation, Financial Plan of NPPL に含まれている。初期接続費用の価格は、1,600,000 LAK/件とする。メータレンタル料の単価は、3,600 LAK/件である。これらの価格はNPPLの規定から引用した (Announcement No. 0243/NPPL, dated 04 Mar. 2014, and Decision No. 059/NPPL/2013, Dated 07 May 201)。

本事業の財務的な収入の総額と詳細は、SUPPORTING REPORT, A.17 に記載されている。

##### 2) 事業の費用

本事業の財務費用は、初期投資費用と O&M 費用、及び機械電気設備の更新費用からなる。初期投資費用は調達・建設費用、管理費、コンサルタント費、物理的予備費、建中金利等からなる。しかし、インフレは一般的に財務的収入に反映されないとの理由から、物価予備費および建中金利は財務分析には含まない。建設費は主に拡張事業と既存施設の改修事業からなる。O&M費用は、電力費、薬品費、人件費、燃料・車両費等からなる。収入が拡張浄水場と改修される浄水場の双方に対する顧客を含むことから、O&M費用の各費目も、拡張分と改修分の両方の施設に係るものを網羅している。更新費用は、本事業の拡張分と改修分の施設の機械設備の更新費用を含んでいる。

##### 3) 事業の財務分析結果

本事業の評価期間の費用・便益の流れを表 10.1.2 に示す。すでに発表された2018年の料金値上げのあとに、固定価格での水道料金値上げを行わない場合、財務的内部収益率 (FIRR) は9.29%と計算された。これは WACC (4%) よりも高い。その結果、本事業は現在承認されている2018年までの水道料金値上げで、財務的に実行可能である。

表 10.1.2 本事業の費用と便益

Phase 1		only							
Assumptions:									
Existing Chinaimo WTP stops operation by the year 2020 without rehabilitation work planned by this Project. Therefore, production volume of this project is set at maximum 120,000m <sup>3</sup> /day.									
Following is shown in real term, therefore, water tariff must be raised regularly for inflation adjustment.									
Tariff must be raised at		0.00 %		in the year 2019 from that of the year 2018.					
(Unit: million JPY)									
Year	Cost				Revenue	Balance			
	Const- ruction *1	Replac- ement	O&M	Total	Total				
-4	2015	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
-3	2016	156.00	0.00	0.00	156.00	0.00	-156.00		
-2	2017	266.00	0.00	0.00	266.00	0.00	-266.00		
-1	2018	1,436.00	0.00	0.00	1,436.00	0.00	-1,436.00		
0	2019	3,287.00	0.00	0.00	3,287.00	0.00	-3,287.00		
1	2020	3,138.00	0.00	16.97	3,154.97	88.12	-3,066.85		
2	2021	418.00	0.00	217.99	635.99	1,139.64	503.65		
3	2022	0.00	0.00	229.91	229.91	1,221.79	991.88		
4	2023	0.00	0.00	241.98	241.98	1,303.93	1,061.95		
5	2024	0.00	0.00	253.90	253.90	1,386.07	1,132.17		
6	2025	0.00	0.00	265.82	265.82	1,468.22	1,202.40		
7	2026	0.00	0.00	265.82	265.82	1,391.88	1,126.06		
8	2027	0.00	0.00	265.82	265.82	1,404.37	1,138.55		
9	2028	0.00	0.00	265.82	265.82	1,417.04	1,151.22		
10	2029	0.00	0.00	265.82	265.82	1,429.91	1,164.09		
11	2030	0.00	0.00	265.82	265.82	1,443.08	1,177.26		
12	2031	0.00	6.20	177.21	183.41	951.28	767.87		
13	2032	0.00	6.20	177.21	183.41	951.28	767.87		
14	2033	0.00	6.20	177.21	183.41	951.28	767.87		
15	2034	0.00	6.20	177.21	183.41	951.28	767.87		
16	2035	0.00	832.20	177.21	1,009.41	951.28	-58.13		
17	2036	0.00	6.20	177.21	183.41	951.28	767.87		
18	2037	0.00	6.20	177.21	183.41	951.28	767.87		
19	2038	0.00	6.20	177.21	183.41	951.28	767.87		
20	2039	0.00	6.20	177.21	183.41	951.28	767.87		
21	2040	0.00	832.20	177.21	1,009.41	951.28	-58.13		
22	2041	0.00	6.20	177.21	183.41	951.28	767.87		
23	2042	0.00	6.20	177.21	183.41	951.28	767.87		
24	2043	0.00	6.20	177.21	183.41	951.28	767.87		
25	2044	0.00	6.20	177.21	183.41	951.28	767.87		
26	2045	0.00	6.20	177.21	183.41	951.28	767.87		
27	2046	0.00	6.20	177.21	183.41	951.28	767.87		
28	2047	0.00	6.20	88.60	94.80	935.12	840.32		
29	2048	0.00	6.20	88.60	94.80	935.12	840.32		
30	2049	0.00	6.20	88.60	94.80	935.12	840.32		
FIRR:		9.29%		NPV:		4,774 million JPY		B/C:	1.45
Note: *1; Construction cost excludes the 'Price escalation', 'Interest during construction' and adjusted the 'Contingency' also.									
Source: prepared by JST									

## 10.1.2 経済分析

### (1) 分析方法

資本投資プロジェクトの経済的実行可能性は、割引キャッシュフロー法を用いて行われる。この手法では、各年のプロジェクトのキャッシュフロー（便益から費用を引いたもの）を一定の割引率で現在価値に変換する。これらのキャッシュフロー現在価値を評価期間全体で合計する。現在価値の期間合計をゼロにする割引率、言い換えると、経済便益の現在価値と経済費用の現在価値を等しくする割引率を経済的内部収益率（EIRR）という。経済分析における割引率は、理論的に資本の機会費用を指す。本事業では、12%を資本の機会費用として設定する。ラオスでは、10%もしくは12%が資本の機会費用としてしばしば使われる。分析結果を控えめにするために、本事業では高い基準を採用する。算出された事業のEIRRが資本の機会費用（12%）よりも高い場合には、事業の経済的な利益率が国の資本の機会費用の基準値よりも高いことになり、本事業は経済的に実行可能であるといえることができる。

### (2) 前提条件

経済分析に関して、本調査では主に次のような条件と仮定を設けた。

表 10.1.3 経済分析の主な条件と仮定

1	プロジェクト期間	2020年–2049年（30年間）
2	評価期間	2015年–2049年
3	物価水準	2014年
4	為替レート	1.00 LAK 当り 0.0149 円、1.00 ドル当り 120.4 円
5	資本の機会費用	年率 12 %
6	標準変換係数（SCF）	0.95*

出典: JST

注: \*; ラオスにおけるいくつかの JICA プロジェクトでは、標準変換係数（SCF）として 0.9 または 0.95 を用いている。本調査では、経済分析結果を控えめにするために 0.95 を SCF として採用する。参考までに、0.9 を SCF として使っているプロジェクトは、“*The Master Plan Study on the Development of the New CNS/ATM Systems in Cambodia, Lao PDR, and Vietnam, JICA*”、0.95 を SCF として使っているプロジェクトは、“*Preparatory Survey on Nam Ngum 1 Hydropower Station Expansion in Lao PDR, JICA*”である。

### (3) 事業の経済分析

#### 1) 財務的価値から経済的価値への変換

事業の費用と便益が抽出され、評価期間全体を通じて通貨換算される。全費用は市場価格で、言い換えると「財務的価値」で算定される。経済評価は、国家経済の視点から便益と費用の関係を見るために行われるので、経済評価のために、この財務的価値が経済的価値に変換されなければならない。財務的費用を経済的費用に変換するために、次の点が考慮される。

- 移転項目の排除：税金、利子、補助金は政府から、もしくは政府への移転項目と考えられ、事業のための真の資源の消費ではない。

- 為替レートのゆがみの調整：輸入税、輸出税、輸出補助金などによる当該国の外国為替レートの価格のゆがみを調整する。

本分析では、国際価格水準が全ての費用に適用される。その結果、経済的価値の総費用は、外貨（日本円）で表示される。当該国物資の価格は標準変換係数（SCF）を乗じることで為替レートのゆがみを除外するように調整されなければならない。本調査の場合、SCF は前節で記載した通り、0.95 で設定される。

## 2) 本事業の経済便益

表 10.1.4 は、水道プロジェクトの経済便益を示している。本事業の便益は、定量化できる数量化可能な便益と、定量化できない数量化不可能な便益という 2 つのカテゴリーに分類される。経済評価では、本事業の経済便益として、すべての数量化可能な便益を含む。本調査では、表 10.1.4 の 2-1 および 2-2 を定量化可能な便益として選択する。

表 10.1.4 水道プロジェクトの経済便益

No.	効果	No.	具体的効果	定量化可能 /定量化困難
1	快適さの改善	1-1	家庭用使用者の生活の質の改善	定量化困難
2	費用削減効果	2-1	公共水道以外の代替水取得費用の削減	定量化可能
		2-2	公共水道の断水に伴う費用の削減	定量化可能
3	公衆衛生の改善	3-1	水系伝染病の減少による医療費の削減	定量化困難
		3-2	水系伝染病の減少に伴う稼働日数の増加	定量化困難
4	経済成長促進効果	4-1	プロジェクトの投資による地域経済の成長促進	定量化困難
5	環境保全効果	5-1	井戸の増加抑制による地下水資源の保全	定量化困難

出典：JST

定量化可能な経済便益に関し、以下に説明を加える。

### a) 費用削減効果

#### ➤ 公共水道以外の代替水取得費用の削減

本調査で行われた「社会条件調査」の結果によると、サンプル家庭の 42%がボトル水や水売りの水（20 リットルのプラスチック水槽）に加えて、浅井戸もしくは深井戸を使用している。本事業が行われない場合、現在の給水能力を超える将来の水需要は、公共水道以外の、例えば地下水等の代替的な水によって満たされることになる。しかし、事業が行われる場合、給水区域の水需要が満たされるように水道施設が建設される。言い換えると、井戸の建設や運転維持管理を含む代替水取得費用が、事業が行われた場合に節約される。代替水取得費用の削減による便益は、次のように試算される（詳細は SUPPORTING REPORT, A.17 を参照）。

年	給水量 (m <sup>3</sup> /日)		代替水取得費用単価 (LAK/m <sup>3</sup> )		代替水取得費用削減の総便益 (百万円/年)		
	家庭用	非家庭用	家庭用	非家庭用	家庭用	非家庭用	合計
2025	71,964	31,315	7,726	3,216	3,023.77	547.71	3,571.48
2030	75,235	32,738			3,161.21	572.59	3,733.80
2035	50,157	21,826			2,107.49	381.74	2,489.23

▶ 公共水道の断水に伴う費用の削減

事業を行わない場合、給水量が不十分なため、現在と変わらず家庭の 26%と商業施設の 62% (社会条件調査) は、断水に備えて貯水水槽を設置し、敷地内に水を蓄える状況が予測される。

事業を行う場合、給水能力は水需要を上回り、公共水道水は継続して供給されるようになり、公共水道の利用者の一部は、貯水水槽を設置しない(もしくは、それ以降水槽の更新をしない) ようになると予想される。

貯水水槽の調達および運転維持管理費用の節約は、水道プロジェクトの経済便益の一つである。貯水水槽費用の節約に伴う便益は次のように試算される。

年	節約される貯水水槽数	貯水水槽の年間費用 (LAK/年)	貯水水槽節約に伴う総便益	
			(百万 LAK/年)	(百万円/年)
2025	6,372	228,527	1,456.174	21.70
2030	6,662		1,522.447	22.68
2035	4,441		1,014.888	15.12

事業の総経済便益は、次のように試算される。



表 10.1.5 本事業の経済便益

Year	Phase 1 only	Water supply by the project			Benefit (million JPY)				
		Domestic (m <sup>3</sup> /day)	Non domestic (m <sup>3</sup> /day)	Total (m <sup>3</sup> /day)	Alternative water supply			Saving water tank cost	Grand Total
					Domestic	Non domestic	Total		
-4	2015	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-3	2016	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-2	2017	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
-1	2018	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0	2019	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	2020*1	50,308	21,892	72,200	176.15	31.91	208.06	1.26	209.32
2	2021	54,639	23,776	78,415	2,295.81	415.85	2,711.66	16.47	2,728.13
3	2022	58,971	25,661	84,632	2,477.83	448.82	2,926.65	17.78	2,944.43
4	2023	63,302	27,546	90,848	2,659.81	481.79	3,141.60	19.09	3,160.69
5	2024	67,633	29,430	97,063	2,841.79	514.74	3,356.53	20.39	3,376.92
6	2025	71,964	31,315	103,279	3,023.77	547.71	3,571.48	21.70	3,593.18
7	2026	72,595	31,589	104,184	3,050.29	552.50	3,602.79	21.89	3,624.68
8	2027	73,238	31,869	105,107	3,077.30	557.40	3,634.70	22.08	3,656.78
9	2028	73,892	32,154	106,046	3,104.78	562.38	3,667.16	22.28	3,689.44
10	2029	74,557	32,443	107,000	3,132.72	567.44	3,700.16	22.48	3,722.64
11	2030	75,235	32,738	107,973	3,161.21	572.59	3,733.80	22.68	3,756.48
12	2031	50,157	21,826	71,983	2,107.49	381.74	2,489.23	15.12	2,504.35
13	2032	50,157	21,826	71,983	2,107.49	381.74	2,489.23	15.12	2,504.35
14	2033	50,157	21,826	71,983	2,107.49	381.74	2,489.23	15.12	2,504.35
15	2034	50,157	21,826	71,983	2,107.49	381.74	2,489.23	15.12	2,504.35
16	2035	50,157	21,826	71,983	2,107.49	381.74	2,489.23	15.12	2,504.35
17	2036	50,157	21,826	71,983	2,107.49	381.74	2,489.23	15.12	2,504.35
18	2037	50,157	21,826	71,983	2,107.49	381.74	2,489.23	15.12	2,504.35
19	2038	50,157	21,826	71,983	2,107.49	381.74	2,489.23	15.12	2,504.35
20	2039	50,157	21,826	71,983	2,107.49	381.74	2,489.23	15.12	2,504.35
21	2040	50,157	21,826	71,983	2,107.49	381.74	2,489.23	15.12	2,504.35
22	2041	50,157	21,826	71,983	2,107.49	381.74	2,489.23	15.12	2,504.35
23	2042	50,157	21,826	71,983	2,107.49	381.74	2,489.23	15.12	2,504.35
24	2043	50,157	21,826	71,983	2,107.49	381.74	2,489.23	15.12	2,504.35
25	2044	50,157	21,826	71,983	2,107.49	381.74	2,489.23	15.12	2,504.35
26	2045	50,157	21,826	71,983	2,107.49	381.74	2,489.23	15.12	2,504.35
27	2046	50,157	21,826	71,983	2,107.49	381.74	2,489.23	15.12	2,504.35
28	2047	25,078	10,913	35,991	1,053.72	190.87	1,244.59	15.12	1,259.71
29	2048	25,078	10,913	35,991	1,053.72	190.87	1,244.59	15.12	1,259.71
30	2049	25,078	10,913	35,991	1,053.72	190.87	1,244.59	15.12	1,259.71

Note: \*1; Water supply volume of the year 2020 is assumed for 1 month.

### 3) 事業の経済費用

建設費は、事業の調達、建設、コンサルティングサービスに関するあらゆる費用を含んでいる。財務費用から経済費用への変換方法は、「10.1.2 経済分析、(3) 経済分析、1) 財務価値から経済価値への変換」に述べられている。

更新設備の残存価値は、少額であるため評価最終年の費用から控除されていない。インフレーションは経済便益に反映されていないため、物価上昇と建中金利も経済費用から除外される。

#### (4) 経済分析結果

本事業の経済分析の結果は、次の通りである。

	経済的内部収益率 (EIRR)	NPV	B/C
水道事業	<b>27.30%</b>	<b>6,707 million JPY</b>	<b>2.15</b>

注：NPV と B/C は資本の機会費用（12%）を割引率として算出。

計算された EIRR は資本の機会費用（12%）を越えており、本事業は経済的に実行可能である。

表 10.1.6 本事業の経済費用と経済便益

Phase 1		only							
								(Unit: million JPY)	
Year	Cost				Benefit		Balance		
	Const- ruction	Replace- ment	O&M	Total	Total				
-4	2015	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
-3	2016	154.06	0.00	0.00	154.06	0.00	-154.06		
-2	2017	262.26	0.00	0.00	262.26	0.00	-262.26		
-1	2018	1,418.57	0.00	0.00	1,418.57	0.00	-1,418.57		
0	2019	3,255.34	0.00	0.00	3,255.34	0.00	-3,255.34		
1	2020	3,106.17	0.00	16.12	3,122.29	209.32	-2,912.97		
2	2021	413.35	0.00	207.09	620.44	2,728.13	2,107.69		
3	2022	0.00	0.00	218.41	218.41	2,944.43	2,726.02		
4	2023	0.00	0.00	229.88	229.88	3,160.69	2,930.81		
5	2024	0.00	0.00	241.20	241.20	3,376.92	3,135.72		
6	2025	0.00	0.00	252.53	252.53	3,593.18	3,340.65		
7	2026	0.00	0.00	252.53	252.53	3,624.68	3,372.15		
8	2027	0.00	0.00	252.53	252.53	3,656.78	3,404.25		
9	2028	0.00	0.00	252.53	252.53	3,689.44	3,436.91		
10	2029	0.00	0.00	252.53	252.53	3,722.64	3,470.11		
11	2030	0.00	0.00	252.53	252.53	3,756.48	3,503.95		
12	2031	0.00	6.20	168.35	174.55	2,504.35	2,329.80		
13	2032	0.00	6.20	168.35	174.55	2,504.35	2,329.80		
14	2033	0.00	6.20	168.35	174.55	2,504.35	2,329.80		
15	2034	0.00	6.20	168.35	174.55	2,504.35	2,329.80		
16	2035	0.00	832.20	168.35	1,000.55	2,504.35	1,503.80		
17	2036	0.00	6.20	168.35	174.55	2,504.35	2,329.80		
18	2037	0.00	6.20	168.35	174.55	2,504.35	2,329.80		
19	2038	0.00	6.20	168.35	174.55	2,504.35	2,329.80		
20	2039	0.00	6.20	168.35	174.55	2,504.35	2,329.80		
21	2040	0.00	832.20	168.35	1,000.55	2,504.35	1,503.80		
22	2041	0.00	6.20	168.35	174.55	2,504.35	2,329.80		
23	2042	0.00	6.20	168.35	174.55	2,504.35	2,329.80		
24	2043	0.00	6.20	168.35	174.55	2,504.35	2,329.80		
25	2044	0.00	6.20	168.35	174.55	2,504.35	2,329.80		
26	2045	0.00	6.20	168.35	174.55	2,504.35	2,329.80		
27	2046	0.00	6.20	168.35	174.55	2,504.35	2,329.80		
28	2047	0.00	6.20	84.17	90.37	1,259.71	1,169.34		
29	2048	0.00	6.20	84.17	90.37	1,259.71	1,169.34		
30	2049	0.00	6.20	84.17	90.37	1,259.71	1,169.34		
EIRR:		27.30%	NPV:	6,707	million JPY	B/C:	2.15		

出典：JST

### 10.1.3 財務計画

NPNL が本事業と他のプロジェクトを実施した際に、財務的に持続できるかどうかを見るために、NPNL 全体の進行中および将来の投資計画を含めた財務計画が作成された。

本調査の財務計画とは、今後 30 年間の損益計算書とキャッシュフロー計算書を指している。財務計画で、設定された期間中の各年の純利益／純損失とプラスもしくはマイナスのキャッシュフロー（およびキャッシュ残高）が試算される。例えば、減価償却費は損益計算書の

費用項目であるが、実際の現金の支出ではないため、毎年の純利益・純損失はキャッシュフローの額とは異なっている。毎年の純損失は、必ずしも深刻な問題であるとは限らないが、キャッシュ残高のマイナスは深刻な問題である。

## (1) 財務計画の前提

財務計画を作成するに当たっての重要な前提条件は次の通りである。

- ✓ 収入と支出の双方にかかる物価上昇は除外する。そのため、水道料金は財務計画で値上げが計画されていなくとも、定期的にインフレ率に合わせて引き上げられねばならない。
- ✓ NPNL と MOF の現在のローン(ADB や JICA、AfD 等)返済計画は、“*Loan Calculator ADB / JICA / AFD1 + AFD2, July 2010, NPNL*” に記載された 2014 年 11 月時点の条件から変わらないと仮定する。
- ✓ ドンマックイ浄水場建設プロジェクトでは、(中国 EXIM 銀行借款の転貸としての)NPNL と MOF の借款条件は、2014 年 11 月現在決定されていない。そこで、この条件を返済期間 30 年、猶予期間 5 年、金利 2%とする。借入金額は“*Draft for Review, Development of the NPNL financial plan, September 2014, GRET, supported by AFD*”(以下、「AfD 財務計画」)に記載された 4,150 億 LAK とする。
- ✓ 水道料金は、すでに承認された 2018 年までの料金(Decision No.1130, dated 20 Oct, 2014)で設定されている。さらなる料金値上げが必要な場合は、財務計画に明記される。
- ✓ 無収水率は、本調査の水需要予測の前提に従い、次のように仮定した。25%(2015 年)、20%(2020 年)、15%(2025 年)、10%(2030 年以降)。
- ✓ 水道料金徴収率は、2013 年の数値(99.5%)を考慮して次のように仮定した。99.6%(2015 年)、99.9%(2020 年以降)。
- ✓ ドンバン浄水場およびタドゥア浄水場、センディン浄水場からの NPNL の将来の浄水購入は、タドゥア浄水場からの浄水購入の条件に基づき、次のように仮定した。

表 10.1.7 浄水購入単価の値上げ計画

年	単位: LAK/m <sup>3</sup>					
	2016-18	2019-21	2022-25	2026-30	2031-35	2036-50
浄水購入単価	1,750	2,500	3,000	3,600	4,300	4,500

出典：NPNL

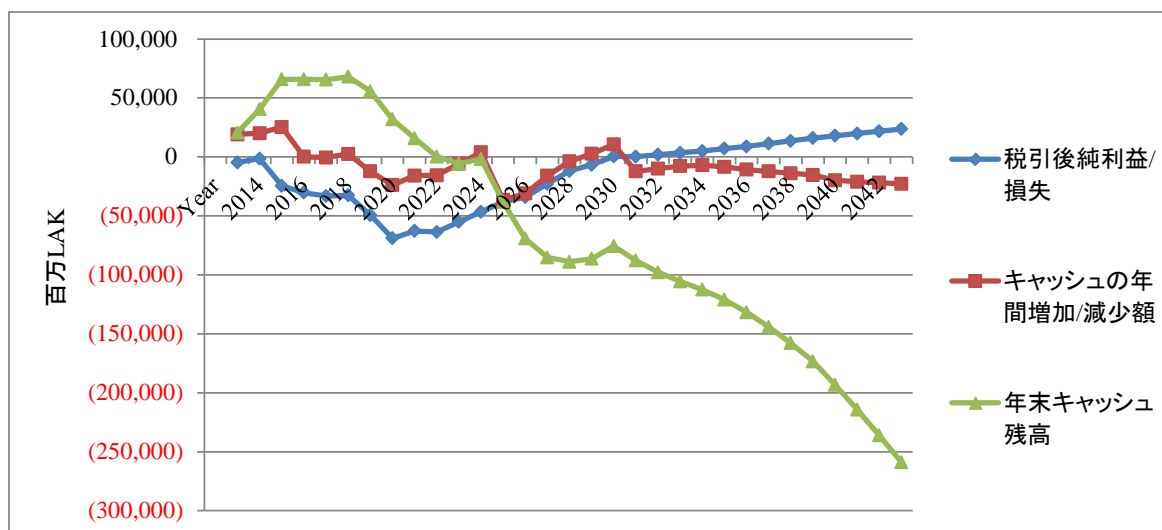
注：上記単価は現在価格と仮定。

- ✓ AfD によって雇用されたコンサルタントが、NPNL のマスタープラン(M/P)を作成している。財源は未定だが、投資計画は作成されている。その金額と支払スケジュールは AfD の財務計画に基づいた。すなわち、総額 8,416.32 億 LAK、毎年の支払金額は 2015 年から 2020 年までの 6 年間は毎年 684.42 億 LAK、2021 年から 2030 年の 10 年間は毎年 430.98 億 LAK となっている。
- ✓ 上記 M/P の財源は、譲許的な金利と返済期間の外国援助を想定した(金利 2%、返済期間 30 年、猶予期間 10 年)。
- ✓ 現在建設中の新事務所建設費用も財務計画に反映されている。

## (2) 財務計画結果

- 基礎シナリオ(2019 年以降追加料金値上げはない)

図 10.1.2 は、上述の重要な前提条件をもとに作成された財務計画の結果を示している（財務計画の詳細は、SUPPORTING REPORT, A.17 Financial Plan に添付）。



出典：JST 作成

図 10.1.2 NPNL の純利益／純損失およびキャッシュフロー残高の予測（基礎シナリオ）

図 10.1.2 は、2019 年以降、追加的な水道料金値上げのない場合の予測である。2029 年まで NPNL は、減価償却費と過去のローンの利子支払いのために毎年純損失を計上する。年末のキャッシュ残高は、多額のローン元本返済と M/P の投資支出によって、2019 年以降徐々に減少し 2026 年からはマイナスになる。

「10.1.1 財務分析」に示す通り、本事業を財務的に実行可能とするためには水道料金値上げは必要でない。他方で、NPNL は必要性が高いものの直接収入にはつながらない投資、例えば配管拡張、配管とバルブの交換・増強などを計画している M/P 等、を行わなければならない。また NPNL には、過去のプロジェクトで借り入れたローンの元本と利子がある。そのため、NPNL 全体としては、キャッシュ残高が完全に消費される前に追加的な料金値上げを行う必要がある。

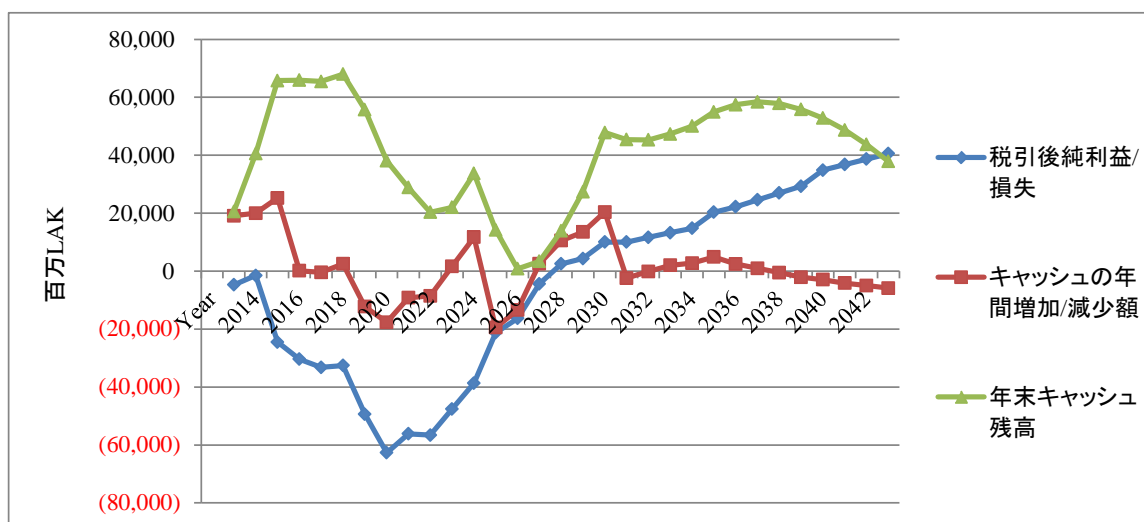
➤ 第二のシナリオ(5年に一度3.5%の料金値上げ)

図 10.1.3 は、2020 年から 5 年毎に 3.5% の料金値上げを行う場合のシミュレーションである。すなわち、3.5% の料金値上げは 2020 年、2025 年、2030 年、2035 年、2040 年に計画されている。

表 10.1.8 水道料金値上げの計画

年	2020	2025	2030	2035	2040
家庭用及び非家庭用水道料金値上げ	3.5%	3.5%	3.5%	3.5%	3.5%

注:上記値上げはインフレ調整分を除いている。



出典：JST 作成

図 10.1.3 NPNL の純利益／純損失およびキャッシュフロー残高の予測（第二のシナリオ）

第二のシナリオでは、インフレ調整に加えて3.5%の料金値上げが5年毎に想定されており、この場合 NPNL は、30年間継続してプラスのキャッシュ残高を有することができる。毎年の純利益は基礎シナリオよりも大きく、キャッシュの毎年の減少額は第二のシナリオのほうが小さくなっている。第二のシナリオでは、NPNL は M/P を実施して、なおかつ毎年の純利益と減価償却額で、全てのローンの元本を返済することができる。

上述の5年おきに3.5%の料金値上げは、物価上昇を除いた固定価格（実質ベース）であることに留意する必要がある。実際には、NPNL はインフレを考慮して料金値上げを計画しなければならない。例えば、資材や電気、薬品等のインフレ率が6%の場合、NPNL は毎年6%、あるいは3年で19%の料金値上げを計画する必要がある。上述の5年に一度3.5%の料金値上げは、こうしたインフレ調整に加えて行われるものである。

### (3) 財務計画の考察

#### ➤ M/P の実施

AfD 支援で作成された M/P の実施は、配管の増強と拡張のために必要である。しかし、これは直接的には NPNL の収入につながらず、むしろ負担になる。そのため、NPNL が M/P を行うに当たり、一度に全地域を実施するのではなく、段階的に、あるコンポーネントや配水区に焦点を当てて実施することが望ましい。その後、NPNL の財務状況をチェックして、他のコンポーネントや配水区に拡張する判断を行うべきであろう。

M/P の財源は、外国援助に見られるような返済期間と猶予期間が長く譲許的な利子率のローンを借りるべきである。ローンを財源とすることで、NPNL はプロジェクトの費用負担を配管等の耐用年数と同様に、より広い顧客の世代に分配することができる。

#### ➤ バルク水供給単価

浄水バルク供給の単価は、NPNL の財務計画における最も重要な要素の一つである。他の企業から浄水を購入することで、初期投資と契約期間の O&M 及び更新費を節約できる。しかし、高価なバルク水価格は NPNL の採算性を減らし、NPNL の顧客に対する水道料金

値上げの必要性を上げることになる。NPNL は浄水価格の単価引き上げを検討する際には、十分注意する必要がある。

➤ **NPNL のローン元本返済負担**

今後、NPNL は MOF からのローンを増やす計画である。これらのローンは利子とともに、毎年の利益蓄積額を用いて予定通りに返済されなければならない。この財務計画は、複数のローン（ドンマッカイ、チナイモ拡張、M/P 等）の条件がまだ正確に決定されていないため、いくつかの仮定に基づき作成された。NPNL は、返済必要額を把握するために、正確な将来のローン返済計画を作成する必要がある。

### 10.1.4 事業による水道料金改定の影響分析

本節の目的は、財務計画に基づき将来値上げされる水道料金を、家庭、特に低所得家庭が支払うことができるかどうかを検討することである。

#### (1) 水道料金の値上げの必要性

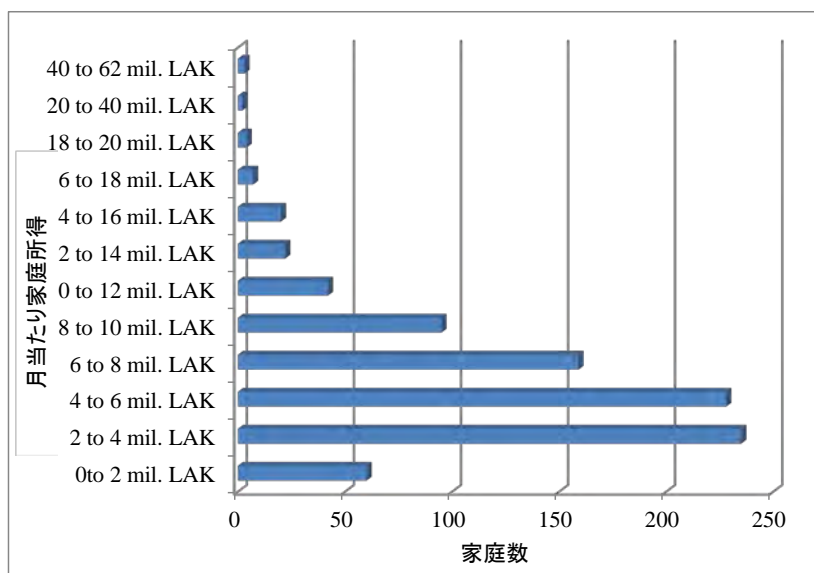
本事業の財務分析結果は「10.1.1 財務分析」に記載されている。財務分析により、本事業が財務的に実行可能となるためには、すでに承認されている 2018 年までの一連の料金値上げに加えて、さらなる料金値上げは必要ないことが明らかになった。他方で、「10.1.3 財務計画」で記載された財務計画では、NPNL が今後の 30 年間キャッシュ残高を持ち続けるためには、2020 年から 2040 年まで、5 年に 1 度ずつ、毎回 3.5% の料金値上げが必要との結論が得られた。

#### (2) 低所得家庭の支払可能額

社会条件調査（インタビュー調査）が本調査で実施され、首都ビエンチャンの 900 サンプルの家庭所得のデータが得られた。

図 10.1.4 は各所得レベル（図に示される所得階層）におけるサンプル家庭数を示している。最も多くの家庭が、月 2 百万 LAK から 4 百万 LAK の所得レベルに分類された。次に月 4 百万 LAK から 6 百万 LAK の所得レベルに分類されている。

本節では、社会条件調査（インタビュー調査）の最も所得の低い 10% の家庭を首都ビエンチャンの低所得家庭として考えることとす



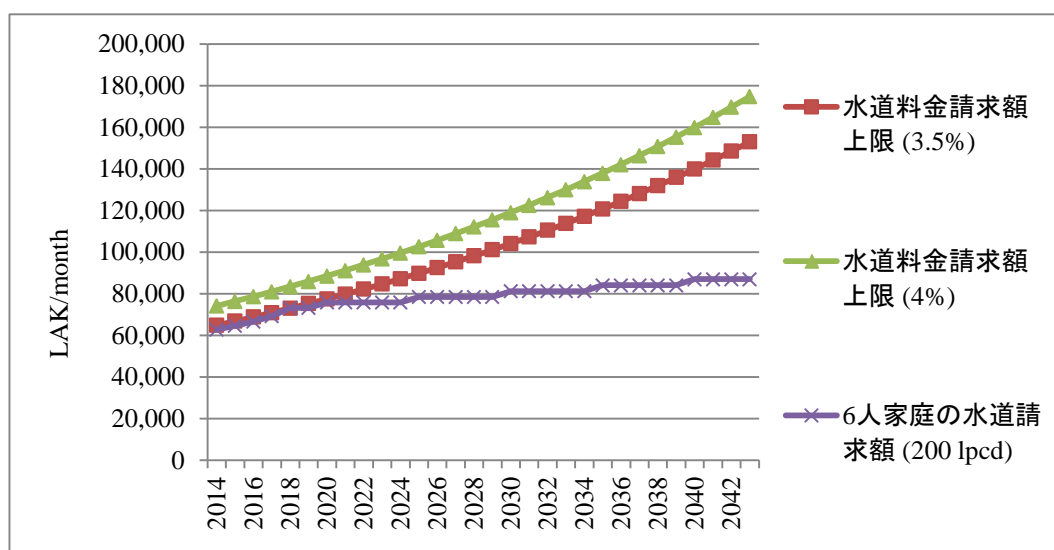
出典：社会条件調査（インタビュー調査）

図 10.1.4 各所得レベルごとのサンプル家庭数

る。低所得家庭（10%）の平均所得月額は、1,853,920LAK/月であった。これは、全サンプル家庭の平均所得月額（6,302,383LAK/月）の3分の1未満である。

水道サービスに対する家庭の支払可能性に関しては、前述のとおり、IBRD が家庭所得の4%を上限、パン・アメリカン保健機構が3.5%を上限としている。

他方で、2005年から2013年間の一人当たり実質GDP成長率は、平均で5.9%であった（世銀 HP）。もしも、低所得家庭の平均所得が将来、年率3%で増加すると仮定すれば、低所得家庭の水道料金支払可能額の上限と財務計画に基づく料金請求額は次のように推測される。



出典：JST 作成

図 10.1.5 低所得家庭の平均所得の予測（3%成長）に基づく支払可能額と水道料金請求額

紫の線は、5年に一度3.5%の料金値上げがあった場合の、6人家族の水道料金請求月額の将来変化を示す。緑と赤の線は、家庭所得が年率3%で増加した場合の、平均所得の3.5%および4%で計算した水道料金請求月額上限の将来変化を示している。30年間にわたり、紫の線はつねに緑と赤の線の下側にある。

図 10.1.5 の水道料金請求額の算定に当たり、低所得家庭の平均人数を、全体平均（5.21人、社会条件調査）よりもわずかに大きい6名とした。なお、一人当たり水使用量は、全体平均（245ℓ/人・日）よりも少なく見積もった。

財務計画で必要とされた料金値上げ（2020年より5年ごとに3.5%）は、将来の控えめな所得上昇を考慮した場合には、低所得家庭にとっても支払可能額の上限内にあり、支払うことができると考えられる。



## 10.2 運用・効果指標の選定と算定

### 10.2.1 事業に対する運用・効果指標の選定と算定

事業の効果を測るため、指標を用いて当初意図した効果が達成されているかモニターすることは重要である。本事業フェーズ1では、以下の指標を提案する。

- チナイモ浄水場からの給水人口
- チナイモ浄水場からの給水量
- チナイモ浄水場における施設稼働率

選定された指標は水道事業の運用と効果を評価するときの基準である。また、これらの指標の必要なデータは容易に収集されなければならない。表 10.2.1 に指標の説明を示す。

表 10.2.1 効果指標

No.	項目	効果
1.	チナイモ浄水場からの給水人口*(人)	水道サービスレベルの向上
2.	チナイモ浄水場からの日平均給水量 (m <sup>3</sup> /日)	水道サービスレベルの向上
3.	チナイモ浄水場稼働率 (%)	浄水場の効率的運転の適正化

アスタリスク (\*) がついた変数はチナイモ浄水場拡張後、各戸接続に責任のある NPNL の履行にも影響される。

### 10.2.2 データの取得

指標値を算定するためのデータは、表 10.2.2 に示される様に日常の水道事業の運営と維持管理の中で作成されたデータから取得できるものとする。

表 10.2.2 データの取得

No.	項目	頻度	手順
1.	チナイモ浄水場からの給水人口*(人)	各年	チナイモ浄水場からの給水区域を特定し、その区域における水道料金請求戸数または水道メータ設置数から、“接続戸数 x 平均世帯数”
2.	チナイモ浄水場からの日平均給水量 (m <sup>3</sup> /日)	毎日	チナイモ浄水場の流量メータ測定記録
3.	チナイモ浄水場稼働率 (%)	毎日	チナイモ浄水場の流量メータ測定記録から、“チナイモ浄水場日平均給水量 (及び日最大給水量) / 施設設計能力 (120,000 m <sup>3</sup> /日) “

### 10.2.3 定量的効果

本事業で測定される定量的効果は、表 10.2.3 に示される通りである。本事業では、目標年は 2023 年で施設完了後 2 年目である。

表 10.2.3 チナイモ浄水場拡張による指標

No.	項目	現在 (2013)	目標年 (2023)
1.	チナイモ浄水場からの給水人口*(人)	230,000	295,000
2.	チナイモ浄水場からの日平均給水量 (m <sup>3</sup> /日)	93,272	103,800 (日最大 114,200)
3.	チナイモ浄水場稼働率 (%)	116.6%	86.5 % (日最大 95.2%)

\*期待される目標値は、チナイモ浄水場の拡張後の配水管、給水管、各戸接続を担当する NPNL の履行にも依存する。

参考として、首都ビエンチャン都市部の計画給水区域における指標もに表 10.2.4 示す。

**表 10.2.4 首都ビエンチャン都市部の指標**

No.	項目	現在 (2013)	目標年 (2023)
1.	都市部の給水人口* (人)	489,175	760,840
2.	都市部の日平均給水量* (m <sup>3</sup> /日)	199,619	316,665
3.	都市部の水道普及率* (%)	72%	94%

\*期待される目標値は、配水管、給水管、各戸接続を担当する NPPL の履行、及びチナイモ浄水場以外の他の浄水場の稼働状況やパフォーマンスにも依存する。

拡張されたチナイモ浄水場は 2024 年の日最大水需要量に対して設計水量 (120,000 m<sup>3</sup>/日) の 100%稼働率にて運転することで計画されている。上記、指標値の根拠は SUPPORTING REPORT, A18 に記載する。

#### 10.2.4 定性的効果

本事業では、上記に加え、下記の定性的効果が期待される。

1. 事業は 24 時間連続給水を目指した安定給水を可能とする。
2. 事業は公衆衛生状況の改善に寄与する。

## 11. 事業評価と提言

本章では、フェーズ 1 事業について、その事業の評価と提言を言及する。フェーズ 2 事業に関しては、将来の首都ビエンチャンの水道事情や、他プロジェクトの状況、他ドナーの動向、関連する法規制の状況等の変化を踏まえて、本調査報告書の内容を見直すとともに、フェーズ 2 事業の実施前に F/S と評価を行う必要がある。

### 11.1 事業の評価

下記に示す理由から本事業は実行可能であると判断される。

フェーズ 1 事業の計画・概略設計にあたっては、将来とも首都ビエンチャンおよびラオスにおける技術レベルをもってその維持管理が行えることを念頭において行われた。よって、フェーズ 1 事業は現状の技術レベルでその建設・維持管理を行い、システムの持続可能性を確保できる。

フェーズ 1 事業（チナイモ浄水場拡張 40,000m<sup>3</sup>/日）は、NPNL の水供給システムにおいて現状の設計生産能力 180,000 m<sup>3</sup>/日から、実施中のドンマッカイ浄水場拡張建設（100,000m<sup>3</sup>/日）とタドゥア浄水場建設（20,000m<sup>3</sup>/日）、センディン浄水場建設（20,000m<sup>3</sup>/日）をあわせて、その水供給能力を 360,000 m<sup>3</sup>/日へと大幅に増加することとなり、首都ビエンチャンでの慢性的な水不足状態を解消することに寄与する。加えて送水管、配水管、高架水槽の整備も事業で実施することにより、拡張されたチナイモ浄水場で生産された水を首都ビエンチャンの住民へ安定的に配水することができる。

経済財務評価の詳細は、「第 10 章 10.1 事業の経済的内部収益率（EIRR）及び財務的内部収益率（FIRR）」に記載されている。分析の結果、NPNL が承認済の 2018 年までの水道料金値上げから、さらに値上げを行わなくとも、事業の財務的・経済的実行可能性があることが示された。

表 11.1.1 事業の財務経済分析結果

分析の種類	指標数値	数値の評価	結果
財務分析	FIRR: 9.29%	割引率（4%）以上	財務的に実行可能
経済分析	EIRR: 27.30%	割引率（12%）以上	経済的に実行可能

出典：JST 作成

本事業は、財務・経済的な視点からも、実行可能性が高いと言える。

事業の実行可能性を環境および社会的観点から検討する為、既存の資料、関係者からの聞き取りおよび現地踏査等を通して初期環境評価(IEE)を行った。IEE の結果、甚大な負の影響は予見されないとされた。事業の候補地の選定では、用地取得や住民移転を避ける為の設計がなされた。その結果、新たな施設の建設は、NPNL 所有の既存施設内で行うことや公道下に埋設することになり、土地収用または住民移転は発生しない。主な負の影響は、工事時における建設機材の稼働等に伴う大気汚染、水質汚濁、廃棄物の排出、騒音・振動等の一時的かつ局所的な汚染である。これら何らかの影響が予見された項目については、

IEE 書で作成した環境社会管理・モニタリング計画 (Environmental and Social Management and Monitoring Plan: ESMMP) の実施により回避・最小化が可能である。

## 11.2 提言

### (1) 水道セクターに関連する既存計画との整合

WSM/P 2014 は、AfD の支援によって 2014 年 9 月に最終報告書が作成された。また、JICA 技術協力プロジェクトの支援によって、NPNL の長期計画 (2014-2020) も作成されている。これらの報告書や計画は、本調査報告書の内容も考慮に入れながら、今後、NPNL によって更新する必要がある。

### (2) 将来の消毒方法

本調査では、チナイモ浄水場拡張後に、消毒法として現行の次亜塩素酸カルシウム (さらし粉) 使用の代わりに塩素ガスの使用を提案している。この提案に関してラオス政府は、塩素ガスの供給不足時に必要となる緊急的なさらし粉供給施設を設備するという条件で、チナイモ浄水場での消毒に塩素ガスを使用することに合意した。ただし、このことは、今後の首都ビエンチャンやその周辺国の状況変化を踏まえながら、次の段階でも引き続き協議を継続してゆく必要がある。

### (3) チナイモ浄水場隣地のラオス国防省との協調

工事期間中、新しい浄水場施設を建設するために、既設チナイモ浄水場の東側フェンスの外側数mの国防省管轄の士官学校敷地を借地することが必要である。また効率的な運転と維持管理を図り、注入点に近い場所に新薬品棟を建設するために既設チナイモ浄水場の南側にある同学校の土地を部分的に取得する必要がある。

### (4) 将来の汚泥処理

現在は、メコン河への汚泥処理に関する規則はない。フェーズ 1 事業では、チナイモ浄水場からの発生汚泥は他浄水場と同様に汚泥処理施設は無くメコン河へ放流する予定である。しかしながら将来の汚泥処理に関する方針や法規制等、状況が変われば再考慮しなければならない。将来、汚泥処理施設が必要となったときは士官学校のそばにある既設チナイモ浄水場の南側が最適な土地として考えられる。

### (5) 無収水 (NRW) の削減

水供給状況はチナイモ拡張事業の実施のみならず、ドンマックイ浄水場拡張事業等により改善される。配水システムの水圧増加はサービス区域への安定、連続供給を可能にする一方、副次的に漏水が増加する原因にもなりうる。そのためこれら事業の完了後には、NPNL は既設管路網の補強を含めた漏水対策を十分に行うことが強く求められる。将来の NPNL による NRW 削減対策のためには、AfD、JICA、もしくは他機関による支援や活動を、大いに活用及び経験にすべきであろう。

## (6) 職員の増員とトレーニング

チナイモ浄水場拡張と管路網の拡大による職員の増員が必要となる。増員職員の募集や彼らへの研修についても実施する必要がある。

## (7) マスタープランの見直しと F/S (フェーズ 2) の実施

フェーズ 1 事業の完了後には、その時点で承認されている水道マスタープランの見直しも必要となる。マスタープランは長期計画であるため、現在の首都ビエンチャンの水道状況から予見できない要因によって状況も変化する。故にマスタープランは段階的開発の途中で適宜見直すべきである。

同様にフェーズ 1 事業の完了後、フェーズ 2 事業の実施に対して、F/S を行いフェーズ 2 事業の内容・規模を見直し、投資額の最適化を図る必要がある。調査にて、家庭用水使用量や NRW 等が当初の想定と異なり日最大水需要量が増減するような状況が判明すれば、フェーズ 2 の実施においては、計画規模を見直したり、または投資額の最適化を図る必要がある。このような修正を含めフェーズ 2 事業の規模や内容を F/S によって再度検討する必要がある。

## (8) 環境に係る留意事項

工事前に工事計画の情報は各工事現場周辺に周知されなければならない。実施段階のモニタリング計画は、最新の法的要求事項に則して工事前までに作成されなければならない。

## (9) 配水支管の整備と接続数の向上

本事業はラオス政府が目標として掲げる首都ビエンチャンの都市部において 2020 年までに 90-95% の水道普及率の向上に寄与するものであるが、本事業の効果発現のためには、ラオス側による配水管網とりわけ配水本管から先の配水支管の整備と各戸接続数の向上が重要である。そのため、NPNL もしくはラオス政府は、2020 年またはそれ以降の中・長期計画に基づいた予算手当を確実に行うことが重要である。

## (10) 気候変動への対応

近年、ラオスの中央部や南部では雨期における洪水や乾期におけるメコン河の水位低下の問題が発生している。詳細設計の実施にあたっては取水施設建設予定地のメコン河の水位変化に関するデータを集め、本事業での建設予定施設に何らかの影響が予想されれば、施設設計において適切な対策を考慮する必要がある。

一般的に、水道セクターにおいて地球温暖化に対する影響として考えうる事項は、送水、配水、逆洗ポンプ等種々のポンプ使用によりエネルギーを消費し、間接的に火力発電所からの二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) の放出が挙げられる。しかしながら、首都ビエンチャンでは、水力発電所より都市への電力供給が行われており、それゆえ、本事業では地球温暖化に対して負に働く影響はないと考えられる。ただし、当然ながらポンプや他の設備は省エネで低排出量である製品が環境影響や NPNL の運転維持管理費の削減のためにも望ましく、製品の選定にあたっては、環境や運転費の面からも検討する必要がある。

## 添付資料

添付資料 1 Minutes of Meetings on the Preparatory Survey on Vientiane Capital Water Supply Expansion Project in the Lao People's Democratic Republic on February 21, 2014.

**THE MINUTES OF MEETINGS  
ON  
THE PREPARATORY SURVEY  
ON  
VIENTIANE CAPITAL WATER SUPPLY EXPANSION PROJECT  
IN  
THE LAO PEOPLE'S DEMOCRATIC REPUBLIC  
AGREED UPON BETWEEN  
MINISTRY OF PUBLIC WORKS AND TRANSPORT  
AND  
DEPARTMENT OF PUBLIC WORKS AND TRANSPORT OF  
VIENTIANE CAPITAL  
AND  
VIENTIANE CAPITAL WATER SUPPLY STATE ENTERPRISE  
AND  
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY**

Vientiane Capital, February 21, 2014

Based on a series of discussions between the Government of Lao People's Democratic Republic (hereinafter referred to as "Lao PDR") and Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as "JICA") concerning the project formulation for expanding water supply capacity in Vientiane Capital, JICA dispatched a mission to Lao PDR from 17 to 21 February, 2014 to identify the necessity, develop its scope, and confirm the implementation arrangements of the Preparatory Survey of the Vientiane Capital Water Supply Expansion Project (hereinafter referred to as "the Project").

The main points discussed during its visit are described in the Annex 1. The scope and implementing arrangements of the Preparatory Survey are described in the Annex 2.

It should be noted that the implementation of the Preparatory Survey does not imply any decision or commitment by JICA to extend its loan for the Project at this stage.

Annex 1: Main Points Discussed

Annex 2: Scope and Implementing Arrangements of the Preparatory Survey

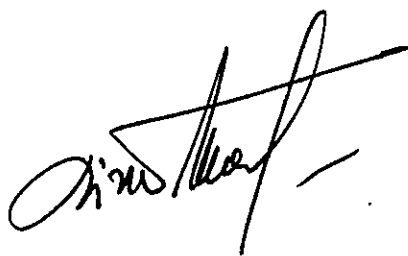
*ain*

*ain*

*ain*

*ain*





---

Khamthavy THAIPHACHANH  
Director General,  
Department of Housing and Urban  
Planning,  
Ministry of Public Works and Transport



---

Higuchi Hajime  
Assistant Director,  
Southeast Asia Division 2,  
Southeast Asia and Pacific Department,  
JICA



---

Detsongkham THAMMAVONG  
Director General,  
Department of Public Works and  
Transport,  
Vientiane Capital



---

Asaoka Shogo  
Water Supply Specialist,  
Water Resources Management Division 1,  
Global Environment Department,  
JICA



---

Khampheuy VONGSAKHAMPHOU  
General Manager,  
Vientiane Capital Water Supply State  
Enterprise

5

R

## MAIN POINTS DISCUSSED

### 1. Target Year

The target year of the Project is 2030. Water supply demand and capacity of facilities will be calculated by the target year. The target year will be finally confirmed during the Preparatory Survey.

### 2. Counterpart Agency

Department of Housing and Urban Planning (DHUP) of Ministry of Public Works and Transport (MPWT) would be the Coordinating and Supervising Agency. Department of Public Works and Transport (DPWT) of Vientiane Capital and Vientiane Capital Water Supply State Enterprise (NPNL) would be the Counterpart Agency. The Executing Agency of the Project will be decided before the appraisal of the Project.


### 3. Scope of Works

The construction of the new water treatment plant(s) and the sites examined in the Preparatory Survey will be decided before commencement of the Survey.

### 4. Implementation Schedule

Currently implementation schedule is estimated for around 6 months (in case of treating Chinaimo water treatment plant expansion). However, if a new water treatment plant(s) is added in the Preparatory Survey, the schedule may be subject to change.

(END)



## SCOPE AND IMPLEMENTATION ARRANGEMENTS OF THE PREPARATORY SURVEY

### I. BACKGROUND OF THE PREPARATORY SURVEY

Lao PDR has achieved around 8% of economic growth in these days. Accordingly, the urban population in Lao PDR has been increased. Population of Vientiane Capital which was only 600,000 in 2000 has reached 790,000 in 2010, and is estimated to exceed 1,000,000 by 2020. Although the number of population has been increased, the living environment for residents in Vientiane Capital is still not satisfactory. Under such circumstances, it is urgently necessary to improve infrastructure for better living in Vientiane Capital.

Lao PDR set the target of 65 % coverage of piped water supply for urban population and 80% coverage of access to safety water for all population by 2015 in the 7<sup>th</sup> National Socio-economic Development Plan (NSED) 2011 - 2015. Additionally, "Strategic Poverty Reduction Planning in Vientiane" states that 80% of citizen in urban areas in Vientiane Capital would access safe water by 2020 and 100% by 2030. In reality, there is still a long way to achieve these targets.

There are 9 districts in Vientiane Capital and piped water is supplied to only 7 districts with water supply coverage ratio of 71%. Although current water supply capacity in urban area of Vientiane Capital is 180,000 m<sup>3</sup> /day as total, water demand would reach 400,000 m<sup>3</sup>/day in 2030 due to rapid population growth. Therefore, insufficient water supply capacity becomes a very serious issue in Vientiane Capital in these days.

Japan has long cooperation history for water supply sector in Vientiane Capital, nearly 50 years. Japan provided several grant-aid projects in order for constructing, rehabilitating, and expanding capacity of Chinaimo and Kaoleio Water Treatment Plants and related facilities. In addition to hard infrastructure, Japan has provided assistance in capacity development for Vientiane Capital Water Supply State Enterprise (NPNL) for years through implementing technical cooperation projects, dispatching experts /volunteers and providing trainings.

In August 2013, the Director General of the Department of Housing and Urban Planning (DHUP) in Ministry of Public Works and Transport (MPWT) requested JICA to support for an expansion of capacity of Chinaimo Water Treatment Plant. In order to verify the feasibility of the project, JICA considered implementing the Preparatory Survey. In order to clarify the scope of works of the Preparatory Survey,

JICA dispatched a TOR (Terms of Reference) mission to Lao PDR from February 17 to 21, 2014.

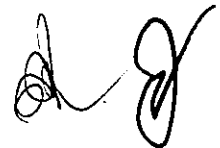
## II. OBJECTIVES OF THE PROJECT

The objectives of the Project is to increase water supply capacity in Vientiane Capital by constructing facilities (intake facilities, water treatment plant, transmission pipelines, reservoirs, and distribution networks) thereby contributing to the accomplishment of Vientiane Capital Master Plan for 2030 and the improvement of the living environment of residents in Vientiane Capital.

## III. SCOPE OF THE PROJECT

The Project covers the expansion (or construction) of a water treatment plant(s) and pumping stations, laying new transmission and distribution pipelines and its connection to service pipes. The scope will consist of the following components:

- (1) Expansion of Chinaimo Water Treatment Plant
  - Construction of Intake Facilities
  - Expansion of Chinaimo Water Treatment Plant
  - Expansion of a Transmission Pumping Station in Chinaimo Water Treatment Plant
  
- (2) Construction of a New Water Treatment Plant(s)
  - Construction of Intake Facilities
  - Construction of a New Water Treatment Plant(s)
  - Construction of a Transmission Pumping Station(s) in New Water Treatment Plant(s)
  
- (3) Construction or Rehabilitation of Transmission and Distribution Facilities
  - Transmission Pipelines
  - Distribution Reservoirs
  - Distribution Pumping Stations
  - Distribution Pipelines
  - Service Connections



(4) Consulting Services

- Detailed Design
- Tender Assistance
- Construction Supervision
- Environment and Social Considerations
- Another contents, if necessary

The scope may be subject to adjust during the course of the Preparatory Survey and the appraisal of the Project. The construction of the new water treatment plant(s) and the sites examined in the Preparatory Survey will be decided before commencement of the Survey.

**IV. PROVISIONAL TERMS OF REFERENCE FOR THE PREPARATORY SURVEY TEAM**

The provisional Terms of References (TOR) of the Preparatory Survey are listed as follows. The contents may be subject to change during the preparation and the course of the Preparatory Survey.

1. Review of Existing Studies and Implementation of Additional Studies

1-1 Collection and analysis of present conditions to confirm the background of the Project through existing data, information and field survey in Lao PDR

- 1) Natural conditions (meteorology, topography, hydrology, hydro-geology, etc.)
- 2) Socio-economic conditions and trends (population, industries, land use, social infrastructure, economic conditions, etc.)
- 3) Environment conditions (environmental laws and regulations, public health, etc.)
- 4) Evaluation of present water supply conditions and identification of problems

1-2 Collection and analysis of the present condition of the Project area through existing data, information and field survey

- 1) Current situation and problems of the water supply sector
- 2) Policies and plans of the water supply sector
- 3) Current status of the water supply amount and capacity of existing water supply facilities

- 4) Water demand in Vientiane Capital
- 5) Comprehensive plan for water supply facilities in Vientiane Capital
- 6) Other projects for water supply in Vientiane Capital
- 7) Situation of water sources
- 8) Raw water quality
- 9) Topographic survey
- 10) Geotechnical survey
- 11) Existing water supply facilities in Vientiane Capital
- 12) Current conditions of non-revenue water
- 13) Water supply sector organizations
- 14) Water tariff setting
- 15) Financial analysis of NPPL
- 16) Willingness to pay and affordability for water supply service
- 17) Power availability (situation of electric power supply and demand)
- 18) Social opinion about water supply
- 19) Related on-going studies and projects
- 20) Other donors' assistance and projects by PPP (Public-Private Partnership) in water supply sector
- 21) Long-term plan for improvement of water supply facilities
- 22) Long-term financial plan
- 23) Identification and evaluation of present water supply conditions

1-3 Collection and analysis of sewerage and drainage sector

- 1) Current situation and problem on the sewerage and drainage sector
- 2) Policies and plans of the sewerage and drainage sector
- 3) Current status of the sewerage and drainage amount and capacity of existing those facilities
- 4) Comprehensive plan for the sewerage and drainage facilities in Vientiane Capital

2. Feasibility Study for the Vientiane Capital Water Supply Expansion Project

2-1 Planning of the Project

- 1) Water demand projection by 2030
- 2) Setting necessary capacity of the proposed water supply facilities
- 3) Identification of supply area from expanded the Chinaimo water treatment plant and other water treatment plant(s)

*ans*

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten mark]*

*h.*

- 4) Planning of the water supply facilities of the Project
- 5) Overall operation plan
- 6) Calculation of the area required for land acquisition for the Project
- 7) Land acquisition method and regulation

#### 2-2 Basic design of the Project

- 1) Identification of the Project scope
- 2) Design of facilities (intake facilities, water treatment plant, transmission pipelines, reservoirs, and distribution networks)
- 3) Development of the operation and maintenance plan related to the facilities to be constructed under the Project
- 4) Preliminary cost estimation with demarcation of foreign currency and local currency as for Japanese ODA loan projects
- 5) Comparison of the estimated project cost with that of other similar projects in order to verify the appropriateness of the project cost
- 6) Elaboration of the project implementation schedule and confirming necessary procedures for the approval of the Project implementation ( Environment Impact Assessment (EIA), land acquisition etc.)
- 7) Suggestion of the Project's procurement plan, method and contract packages
- 8) Analysis of impact on water tariff rate by the Project
- 9) Recommendation on TOR for consulting services (detailed design, tender assistance, construction supervision, etc.)
- 10) Project evaluation;
  - Technical evaluation
  - Economic and financial evaluation
  - Environmental and social evaluation
  - Institutional evaluation

#### 2-3 Consideration of environmental and social impacts

- 1) Analysis of the Project from the environmental and social perspective in accordance with the requirements of "JICA Guidelines for Environmental and Social Considerations (April 2010)" (preparation of EIA, Environmental Monitoring Plan (EMP) and Resettlement Action Plan (RAP), if necessary)
- 2) Review of necessary procedures and legal requirements in Lao PDR including laws and regulations related to environmental considerations (such as EIA, information disclosure act, etc.)

- 3) Proposal of appropriate institutional arrangements to compensate discrepancies between JICA Guidelines and those of Lao PDR

#### 2-4 Assessment of project effectiveness

- 1) Financial Analysis of NPPL (water supply tariff, operation and maintenance cost)
- 2) Selection and calculation of performance indicators (operation and effect indicator) and setting up baseline and target data
- 3) Identification of the qualitative effectiveness (positive impact in Vientiane Capital)
- 4) Analysis of the environmental impact (environmental improvement effect by substitution)
- 5) Calculation of the Project's economic internal rate of return (EIRR) and financial internal rate of return (FIRR)

### V. IMPLEMENTATION FRAMEWORK OF THE PREPARATORY SURVEY

#### 1. Survey Area

The Preparatory Survey will cover Vientiane Capital.

#### 2. Team Composition of the Preparatory Survey

JICA will select and dispatch a survey team (hereinafter referred to as "the Team") to carry out the Preparatory Survey. The Team is expected to include at least the following experts:

- 1) Water Supply Engineer A (team leader/ water supply planning)
- 2) Water Supply Engineer B (deputy team leader/ design of intake facilities and water treatment plant)
- 3) Water Supply Engineer C (deputy team leader/ design of transmission and distribution facilities)
- 4) Mechanical/Electrical Engineer
- 5) Procurement Planning and Cost Estimation Specialist
- 6) Economic and Financial Specialist (Economic and Financial Analysis)
- 7) Business Management Specialist
- 8) Environment and Social Considerations Specialist
- 9) Sewerage/Drainage Engineer (Sewerage and Drainage Sector Analysis)



The assignment of the experts may be subject to adjust. The Team should engage local consultants and/or other supporting staffs.

### 3. Steering Committee

The Steering Committee will be established and chaired by DHUP and co-chaired by Department of Public Works and Transport (DPWT) of Vientiane Capital and NPPL, and participated by Ministry of Planning and Investment (MPI), Ministry of Finance (MOF), and JICA Lao Office and the Team.

### 4. Tentative Implementation Schedule

The Preparatory Survey will be carried out in accordance with the tentative schedule shown as follows. The schedule may be subject to change during the preparation and the course of the survey.

Year	2014					
Month	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.
Work in Laos	■		■			■
Work in Japan	■		■		■	■
Report	▲ IC/R		▲ IT/R		▲ DF/R	▲ F/R

IC/R: Inception Report, IT/R: Interim Report,  
DF/R: Draft Final Report, F/R: Final Report

### 5. Reports

The Team shall prepare and present the following reports:

- (1) Inception Report : 20 copies (English), 5 copies (Japanese), and electronic data will be submitted before the beginning of the first work phase in Lao PDR. This report will cover basic approaches, plan of operations, a work schedule, staffing, organizations and other aspects of the survey.
- (2) Interim Report: 20 copies (English), 5 copies (Japanese) and electronic data will be submitted about three months after the beginning of the Preparatory Survey. This report will cover results of the midterm of the survey.

- (3) Draft Final Report : 20 copies (English), 5 copies (Japanese), electronic data will be submitted at the end of the survey in Laos. The member of the Steering Committee shall submit its comments after receipt of the Report.
- (4) Final Report (Summary): 20 copies (English), 5 copies (Japanese) , electronic data will be submitted within one month after receipt of the comments on the Draft Final Report.

#### 6. Monitoring

The work of the Team shall be subject to periodic review by JICA. JICA staffs shall attend meetings between the Team and Lao PDR during the implementation of the Preparatory Survey as necessary.

### VI. UNDERTAKING BY THE LAO PEOPLE'S DEMOCRATIC REPUBLIC

DPWT of Vientiane Capital and NPNL shall act as the counterpart agency to ensure the smooth implementation of the Preparatory Survey.

DPWT of Vientiane Capital and NPNL shall, at its own expense, provide the Team with the following items in cooperation with other concerned organizations;

- (1) security-related information as well as measures to ensure the safety for the Team;
- (2) information as well as support to have access to medical service;
- (3) data and information related to the Preparatory Survey;
- (4) counterpart personnel from related organizations;
- (5) authorization letters;
- (6) entry permits necessary for the Team members to conduct field surveys;
- (7) support in making travel arrangements to destinations and making appointments
- (8) office space, and;
- (9) assistance to the Team in customs clearance, exemption from any duties with respect to equipment, instruments, tools and other articles to be brought into and out of Lao PDR in connection with the implementation of the survey, according to Lao regulation and laws in force.

DPWT of Vientiane Capital and NPNL shall bear claims, if any arises, against

members of the Team resulting from, occurring in the course of, or otherwise connected with the discharge of their duties in the implementation of the Preparatory Survey, except when such claim arises from serious negligence or willful misconduct on the part of the member of the Team.

## VII. CONSULTATION

JICA, DHUP, DPWT of Vientiane Capital, and NPNL shall consult with each other in respect of any matters that may arise from or in connection with the Preparatory Survey.

## VIII. INFORMATION DISCLOSURE

The JICA Mission explained to Lao PDR the JICA's policy of information disclosure as follows;

1. Based on the Information Disclosure Law of Japan, JICA has a policy to disclose information to the public. However, confidential information will be kept undisclosed, such as bidding information to secure fairness of tender procedures and other issues to be mutually agreed.
2. Under the policy, the final report will be disclosed excluding confidential information to the public as soon as practical.

The JICA Mission and Lao PDR agreed that such information related to bidding for procurement of goods and services such as cost estimate, Bills and Quantities (B/Q), TOR, and person-months should be kept confidential until a relevant contract agreement is concluded.

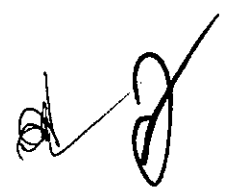
Other information which Lao PDR requests to keep undisclosed, if any, will be so kept based on mutual agreement between Lao PDR and JICA. Lao PDR agreed to submit a list of such information, if any, together with timing of disclosure to JICA by the date of the draft final report submission.

## IX. OTHERS



1. The nature of services to be rendered by the Team shall be exclusively advisory. All decisions as to whether to accept or implement any recommendations made or instructions given in the course of the implementation of the services shall be the responsibility of DPWT of Vientiane Capital and NPNL and other concerned agencies.
2. DPWT of Vientiane Capital and NPNL through Lao PDR shall take, with its own responsibility, all necessary measures for the use of recommendations and outcomes of the Preparatory Survey of Japanese ODA loan Project.
3. The Preparatory Survey will be conducted in a participatory manner, and intensive consultation with all concerned stakeholders.

(END)



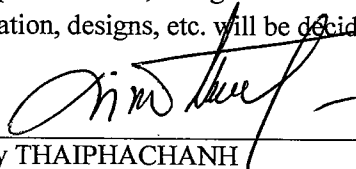
添付資料 2 Minutes of Meeting on Inception Meeting (August 21, 2014) on September 30, 2014.

MINUTES OF MEETING  
ON  
INCEPTION MEETING  
(AUGUST 21, 2014)  
FOR  
THE PREPARATORY SURVEY  
ON  
VIENTIANE CAPITAL WATER SUPPLY EXPANSION PROJECT  
IN  
THE LAO PEOPLE'S DEMOCRATIC REPUBLIC

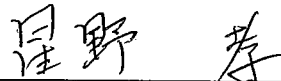
SEPTEMBER 30, 2014

This Minutes of Meeting was prepared after the Inception Meeting held on 21 August, 2014 for the purpose of confirming the Inception Report, which was prepared by the JICA Preparatory Survey Team (hereinafter referred as "the Survey Team"), for the Preparatory Survey on Vientiane Capital Water Supply Expansion Project in the Lao People's Democratic Republic (hereinafter referred as "the Survey"). The Survey Team submitted and explained the Inception Report to the Lao side. As the result of the discussions, both sides agreed upon the Inception Report. The confirmed matters are attached hereto.

It should be noted that this Minutes of Meeting does not mean the commitment of the project scope, project implementation, design and method to be implemented. The final project scope, project implementation, designs, etc. will be decided through the Appraisal of this project.



Khamthavy THAIPHACHANH  
Director General,  
Department of Housing and Urban Planning,  
Ministry of Public Works and Transport

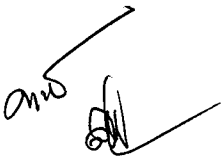


Takashi HOSHINO  
Team Leader  
JICA Preparatory Survey Team

Detsongkham THAMMAVONG  
Director General,  
Department of Public Works and Transport,  
Vientiane Capital



Khampheuy VONGSAKHAMPHOU  
General Manager,  
Vientiane Capital Water Supply State Enterprise



139

## 1. Overall Result of the Inception Meeting

Both sides confirmed the contents of the Inception Report. In particular, the following points were agreed by both sides.

### (1) Survey Condition

- 1) Survey Area: current and future expansion water supply area in Vientiane Capital, especially in the urban area as shown in Attachment 1.
- 2) Target Year: Year 2030

### (2) Survey Schedule and Scope of Work

The Survey Team explained to the Lao side the current survey schedule as shown in Attachment 2 and the Scope of Works for the Survey. The Lao side agreed upon the survey schedule and the Scope of Works for the Survey.

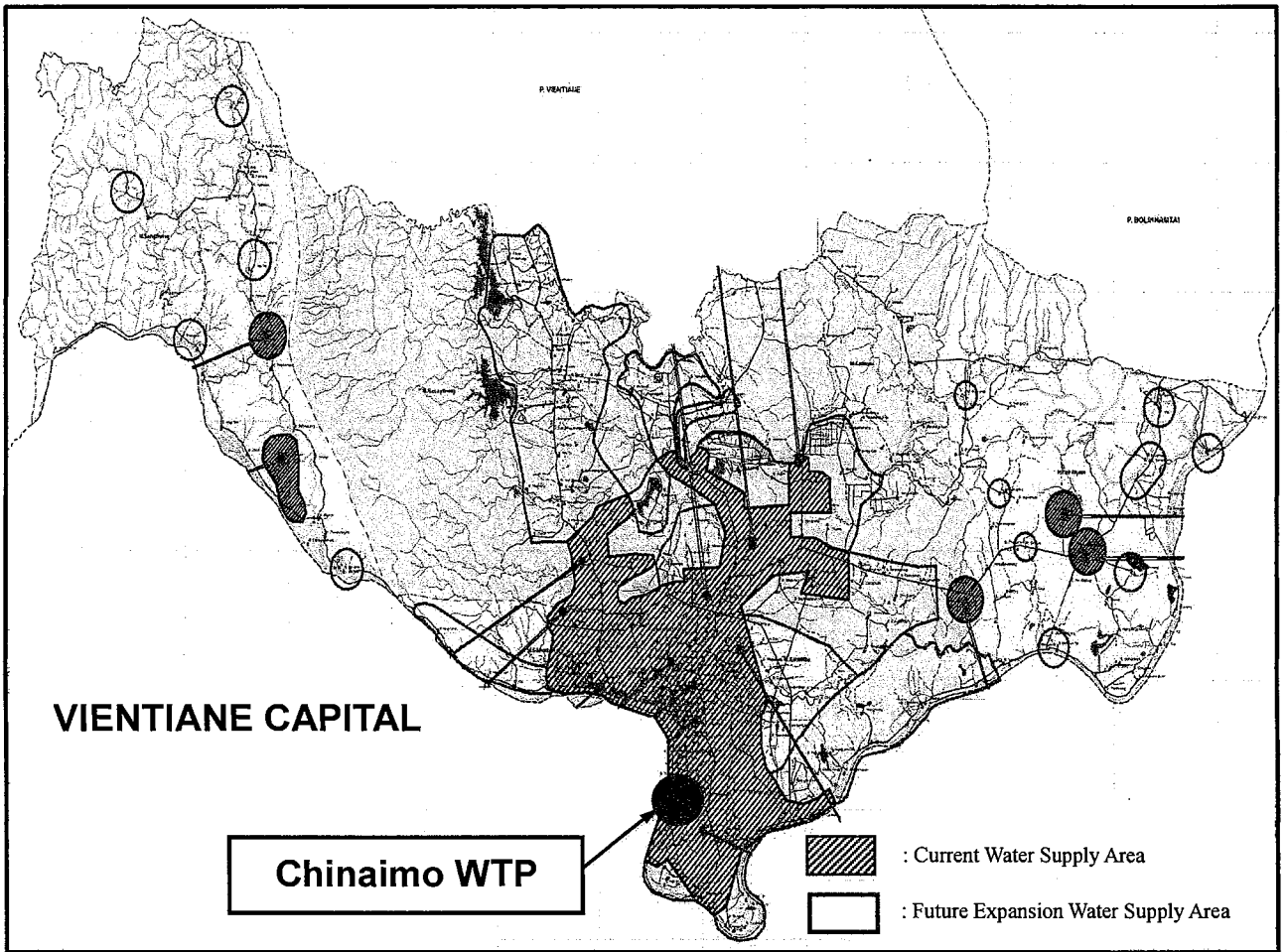
### (3) Counterpart and Steering Committee

The Survey Team requested to the Lao side to assign counterpart personnel and to establish Steering Committee. The Lao side agreed with the requests. A list of counterpart personnel is shown in Attachment 3. Department of Housing and Urban Planning will report to the Survey Team on the list of the Steering Committee members as soon as their decision is made.

## Attachments

1. The Areas of the Survey
2. Current Survey Schedule
3. The List of Counterpart Personnel

# 1. The Areas of the Survey



The Areas of the Survey

*Handwritten signature and initials*

*Handwritten number 139*



## 2. Current Survey Schedule

Description	2014						2015		
	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar
Preparation in Japan		<input type="checkbox"/>							
1 <sup>st</sup> Site Surveys in Vientiane		■							
1 <sup>st</sup> Work in Japan				<input type="checkbox"/>					
2 <sup>nd</sup> Site Surveys in Vientiane					■				
2 <sup>nd</sup> Work in Japan							<input type="checkbox"/>		
3 <sup>rd</sup> Site Survey in Vientiane (Explanation / Discussion of DFR)							■		
3 <sup>rd</sup> Work in Japan (Preparation of F/R)								<input type="checkbox"/>	
Reporting		△ IC/R		△ IT/R			△ DF/R	△ F/R	

*ans*  
*[Signature]*

179

### 3. The List of Counterpart Personnel

No	Name	Position	Organization
1.	Mr. Khamthavy THAIPHACHANH	Director General	DHUP, MPWT
2.	Mr. Detsongkham THAMMAVONG	Director General	DPWT, VC
3.	Mr. Bouchank KEOSITHAMMA	Deputy Director General	DPWT, VC
4.	Mr. Khampheuy VONGSAKHAMPHOUI	General Manager	NPNL
5.	Dr. Xaypasa LIENGSONE	Project Coordinator of Water Supply Division	DHUP, MPWT
6.	Mr. Khammone CHOMMANIVONG	Deputy Head of Housing Urban Planning Office	DPWT, VC
7.	Mr. Korlakanh SENBOUTTALATH	Engineer of Housing Urban Planning Office	DPWT, VC
8.	Mr. Sisamone KONGMANY	National Project Director	NPNL
9.	Mr. Southin KHIENGSOBATH	Chinaimo WTP Manager	NPNL
10.	Ms. Thavikhun PHANAKHONE	Manager of Financial Division	NPNL

aw  
ad

B9

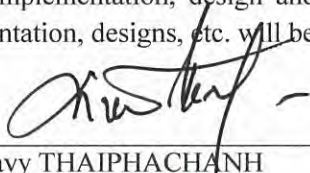
添付資料 3 Minutes of Meeting on Interim Report Meeting (November 25, 2014) on December 25, 2014.

MINUTES OF MEETING  
ON  
INTERIM REPORT MEETING  
(NOVEMBER 25, 2014)  
FOR  
THE PREPARATORY SURVEY  
ON  
VIENTIANE CAPITAL WATER SUPPLY EXPANSION PROJECT  
IN  
THE LAO PEOPLE'S DEMOCRATIC REPUBLIC

DECEMBER 25, 2014

This Minutes of Meeting was prepared after the Interim Report Meeting held on 25 November, 2014 for the purpose of confirming the progress and orientation in the middle of the Preparatory Survey on Vientiane Capital Water Supply Expansion Project in the Lao People's Democratic Republic (hereinafter referred as "the Survey"), which has been carried out by the JICA Preparatory Survey Team (hereinafter referred as "JST"). JST also submitted the Interim Report to the Lao side on 25 December 2014. As the result of the discussions and submission, both sides agreed upon the Interim Report Meeting. The confirmed matters are attached hereto.

It should be noted that this Minutes of Meeting does not mean the commitment of the project scope, project implementation, design and method to be implemented. The final project scope, project implementation, designs, etc. will be decided through the Appraisal of this project.



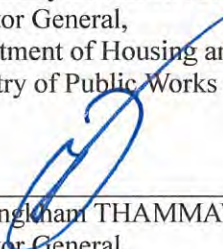
---

Khamthavy THAIPHACHANH  
Director General,  
Department of Housing and Urban Planning (DHUP),  
Ministry of Public Works and Transport (MPWT)



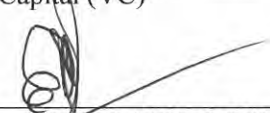
---

Takashi HOSHINO  
Team Leader  
JICA Preparatory Survey Team  
(JST)



---

Detsongkham THAMMAVONG  
Director General,  
Department of Public Works and Transport (DPWT),  
Vientiane Capital (VC)



---

Khampheuy VONGSAKHAMPHOU  
General Manager,  
Vientiane Capital Water Supply State Enterprise (NPNL)

#### 1. Steering Committee Establishment

A Steering Committee was established for the Survey. The Minister's Decision on the Steering Committee assignment on November 19, 2014, and the member list are shown in Attachment 1 and 2, respectively.

#### 2. Phasing Plan of Chinaimo WTP Expansion

JST presented 5 options, Case 1, 2, 2a, 3, and 3a, for the Chinaimo WTP expansion. Among the options, DHUP, DPWT and NPNL gave them assent to the stepwise expansion plan, that is, expansion of 40,000 m<sup>3</sup>/day in Phase 1 and more 40,000 m<sup>3</sup>/day in Phase 2 as Case 3a (or more 20,000 m<sup>3</sup>/day as Case 2a) up to the total capacity of 160,000 m<sup>3</sup>/day (or 140,000 m<sup>3</sup>/day) of Chinaimo WTP by the year 2030. The proposed stepwise expansion plans, Case 2a and 3a, are shown in Attachment 3.

#### 3. Concept on Service Area Demarcation among the WTPs

Basic concept on the demarcation of service areas among the existing and planned WTPs was confirmed among DHUP, DPWT, NPNL, and JST as explained in the JST presentation. The basic concept of service areas among the existing and planned WTPs is shown in Attachment 4.

#### 4. New Administration and Chemical Buildings in Chinaimo WTP

JST proposed to separate the existing administration office and chemical feeding facilities that those are currently in the same building, and to construct new administration and chemical buildings while the expansion work of Chinaimo WTP. DHUP, DPWT and NPNL gave them assent to the JST's proposal.

#### 5. Land Lending and Possibility of Land Acquisition for Chinaimo WTP Expansion

JST explained that it is necessary to rent the land with 5 m space from outside of the fence of the existing Chinaimo WTP where belongs to military school, during construction period, in order to construct new water treatment facilities in the Chinaimo WTP. JST also proposed to acquire the land (20 m) of military school near the injection point, to construct new chemical building near the injection point because of efficient operation and maintenance. Requested land lending and proposed acquisition area are shown in Attachment 4.

The Lao side made a reply that it would be difficult to acquire the land from Ministry of Defense (MOD) for expansion of new water supply facilities; however, we can request MOD to lend and acquire the land via Vientiane Capital. Meeting with Vice Mayor of Vientiane Capital will be arranged by the Lao side.

## 6. Disinfection Method

JST proposed to use chlorine gas as disinfection method instead of the current method, use of bleaching powder, in Chinaimo WTP after expansion. In respect to this JST's proposal, DHUP, DPWT and NPNL reached a consensus to use chlorine gas as disinfection method of Chinaimo WTP, on the condition that a bleaching powder feeding facility is also provided for emergency use due to shortage of chlorine gas supply, and also to discuss again about this matter in the future stage.

## 7. Project Implementation Framework

JICA mission would be dispatched to Vientiane in January, 2015 and the project implementation framework would be discussed at that time. The Lao side also will discuss internally about an appropriate project implementation framework before the mission dispatch by JICA.

## 8. Electricity

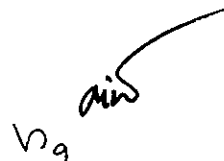
In connection with Chinaimo WTP expansion, it should be able to keep the sufficient electricity supply to Chinaimo WTP from EDL. Therefore, a meeting with EDL will be arranged by the Lao side for this matter.

## 9. Sludge Treatment

Currently, there is no regulation about sludge disposal to Mekong River. JST asked the Lao side the same policy would continue in the future. The Lao side made a reply that there is currently no problem to dispose sludge to Mekong River without sludge treatment facilities. Policy on sludge treatment for the future may be, however, suggested when Phase 2 starts if the circumstance is changed. The Lao side requested JST to add some recommendation regarding sludge disposal in the report, so that concerned parties in Vientiane Capital may consider the future policies and measures.

## Attachments

1. The Minister's Decision on Steering Committee Assignment on November 19, 2014
2. Member List for the Steering Committee
3. Proposed Stepwise Expansion Plan
4. Basic Concept of Service Areas among the Existing and Planned WTPs
5. Requested Land Lending and Proposed Acquisition Area
6. List of Attendance for the Interim Report Meeting



1. The Minister's Decision on Steering Committee Assignment on November 19, 2014



ສາທາລະນະລັດ ປະຊາທິປະໄຕ ປະຊາຊົນລາວ  
ສັນຕິພາບ ເອກະລາດ ປະຊາທິປະໄຕ ເອກະພາບ ວັດທະນະຖາວອນ



ກະຊວງໂຍທາທິການ ແລະ ຂົນສົ່ງ

ເລກທີ 177/21/ຍທຂ  
ນະຄອນຫຼວງວຽງຈັນ, ວັນທີ 19.11.2014

**ຂໍ້ຕົກລົງ**

ຂອງລັດຖະມົນຕີວ່າການ

ວ່າດ້ວຍ ການແຕ່ງຕັ້ງຄະນະກຳມະການຊີ້ນຳລວມ ກຽວກັບການກະກຽມສຳຫຼວດ  
ໂຄງການຂະຫຍາຍລະບົບນໍ້າປະປາ ນະຄອນຫຼວງວຽງຈັນ.

- ສິ່ງຕາມດຳລັດຂອງນາຍົກລັດຖະມົນຕີ ສະບັບເລກທີ 373/ນຍ ລົງວັນທີ 22/10/2007 ວ່າດ້ວຍການຈັດຕັ້ງ ແລະ ການ ເຄື່ອນໄຫວ ຂອງກະຊວງ ໂຍທາທິການ ແລະ ຂົນສົ່ງ.
- ສິ່ງຕາມ ໃບສະເໜີ ຂອງ ກົມເຄຫາ ແລະ ຜັງເມືອງ, ສະບັບເລກທີ 19519/ກຄຜ, ລົງວັນທີ 03/10/2014.
- ສິ່ງຕາມ ແຈ້ງການ ຂອງ ຫ້ອງການ, ສະບັບເລກທີ 19914/ທກ.ສລ, ລົງວັນທີ 14/10/2014.

**ລັດຖະມົນຕີວ່າການ ຕົກລົງ :**

- ມາດຕາ 1. ແຕ່ງຕັ້ງຄະນະກຳມະການຊີ້ນຳລວມ ກຽວກັບການກະກຽມສຳຫຼວດ ໂຄງການຂະຫຍາຍລະບົບນໍ້າປະປາ ນະຄອນຫຼວງວຽງຈັນ ດັ່ງມີລາຍຊື່ລຸ່ມນີ້:
- |  |   |              |
|--|---|--------------|
| 1. ທ່ານ ຄຳທະວີ ໄທພະຈັນ                         | ຫົວໜ້າກົມເຄຫາ ແລະ ຜັງເມືອງ                              | ເປັນປະທານ    |
| 2. ທ່ານ ບຸນຈັນ ແກ້ວສີທຳມະ                      | ຂອງຫົວໜ້າພະແນກ ຍທຂ ນະຄອນຫຼວງວຽງຈັນ                      | ເປັນສອງປະທານ |
| 3. ທ່ານ ຄຳເສີຍ ວົງສາຄຳຕຸຍ                      | ຜູ້ອຳນວຍການໃຫຍ່ ລັດວິສາຫະກິດນໍ້າປະປາ<br>ນະຄອນຫຼວງວຽງຈັນ | ເປັນກຳມະການ  |
| 4. ທ່ານ ຜູ້ຕາງໜ້າຈາກ ກະຊວງແຜນການ ແລະ ການລົງທຶນ |   | ເປັນກຳມະການ  |
| 5. ທ່ານ ຜູ້ຕາງໜ້າຈາກ ກະຊວງການເງິນ              |   | ເປັນກຳມະການ  |
| 6. ທ່ານ ຜູ້ຕາງໜ້າຈາກ ຫ້ອງການໄຈກາປະຈຳ ສປປ ລາວ   |   | ເປັນກຳມະການ  |
| 7. ທ່ານ ຜູ້ຕາງໜ້າຈາກ ຫົວໜ້າສຶກສາຂອງ ສົງຄາມໄຈກາ |   | ເປັນກຳມະການ  |
- ມາດຕາ 2. ຄະນະດັ່ງກ່າວ ມີໜ້າທີ່ຊີ້ນຳລວມໂຄງການ, ປະສານສົມທົບກັນ ແລະ ປະສານສົມທົບກັບພາກສ່ວນທີ່ກ່ຽວຂ້ອງ ເພື່ອເຮັດໃຫ້ວຽກງານການກະກຽມການສຳຫຼວດໂຄງການຂະຫຍາຍລະບົບນໍ້າປະປາ ນະຄອນຫຼວງວຽງຈັນ ໃຫ້ໄດ້ຮັບຜົນສຳເລັດເປັນຢ່າງດີ.
- ມາດຕາ 3. ໃຫ້ບັນດາທ່ານທີ່ຖືກແຕ່ງຕັ້ງທຸກພາກສ່ວນທີ່ກ່ຽວຂ້ອງຈົ່ງຮັບຮູ້ ແລະ ໃຫ້ການຮ່ວມມືໃນການປະຕິບັດວຽກງານໃຫ້ໄດ້ຮັບຜົນດີ.
- ມາດຕາ 4. ຂໍ້ຕົກລົງສະບັບນີ້ ມີຜົນບັງຄັບໃຊ້ ນັບແຕ່ມີລົງລາຍເຊັນເປັນຕົ້ນໄປ.

**ບ່ອນສົ່ງ:**

- ກົມຈັດຕັ້ງ ແລະ ຜະນົດງານ 1 ສະບັບ
- ຫ້ອງການກະຊວງ 1 ສະບັບ
- ບ່ອນກຽວຂ້ອງ 2 ສະບັບ
- ສຳເນົາ 3 ສະບັບ



**ດຣ ບຸນຈັນ ສິນທະວິງ**

(Translated into English)

Lao People's Democratic Republic  
Peace Independence Democracy Unity and Prosperity.

----- \*\*\*\*\* -----

Ministry of Public Works and Transportation  
(MPWT)

No. 19914/PWT.

Vientiane Capital, dated 19 Nov.

2014

**Minister's Decision**

**On Steering Committee Assignment about Preparatory Survey on the Project for  
Extension of Water Supply System in Vientiane Capital.**

- Based on decree of Prime Minister No. 373/PM, dated 22/10/2007 (22 Oct. 2007), Regarding the Organization and Activities of Ministry of Public Works and Transportation (MPWT).
- Based on Application Letter of DHUP, No. 19519/DHUP, dated 03/10/2014 (03 Oct. 2014).
- Based on announcement of Permanent Secretary Office (PSO), No. 19914/PSO. Administration Section, dated 14/10/2014 (14 Oct. 2014).

**Minister Decide that:**

Article 1: To assign Steering Committee about preparatory survey on the project for Extension of Water Supply System in Vientiane Capital as follow:

1. Mr. Khamthavy THAIPHACHAN, Director General of DHUP, MPWT Chairman/Chairperson
2. Mr. Bounchan KEOSITHAMMA, Deputy Director General of DPWT Vientiane Capital Deputy Chairperson.
3. Mr. Khampheuy VONGSAKHAMPHIOU, General Manager of Water Supply States Enterprise in Vientiane Capital (NPNL) member.
4. The representative from Ministry of Planning and Investment (MPI) member.
5. The representative from Ministry of Finance (MOF) member.
6. The representative from JICA Lao Office member.
7. The representative from study team of JICA member.

Article 2: This committee has duty for general lead or give general instruction, coordinate with each other and coordinate with related agency to make preparatory survey of the project for Extension of Water Supply System in Vientiane Capital has effective.

Article 3: The persons who was assigned please acknowledge and give cooperation on operating to get achievement.

Article 4: This decision has effective since sign on.

**Minister of Ministry of Public Works and Transportation (MPWT).  
Dr. Bounchan SINTHAVONG**





## 2. Member List for the Steering Committee

### Chairman

- |    |                            |                  |            |
|----|----------------------------|------------------|------------|
| 1. | Mr. Khamthavy THAIPHACHANH | Director General | DHUP, MPWT |
|----|----------------------------|------------------|------------|

### Deputy Chairman

- |    |                           |                         |          |
|----|---------------------------|-------------------------|----------|
| 2. | Mr. Bounchank KEOSITHAMMA | Deputy Director General | DPWT, VC |
|----|---------------------------|-------------------------|----------|

### Member

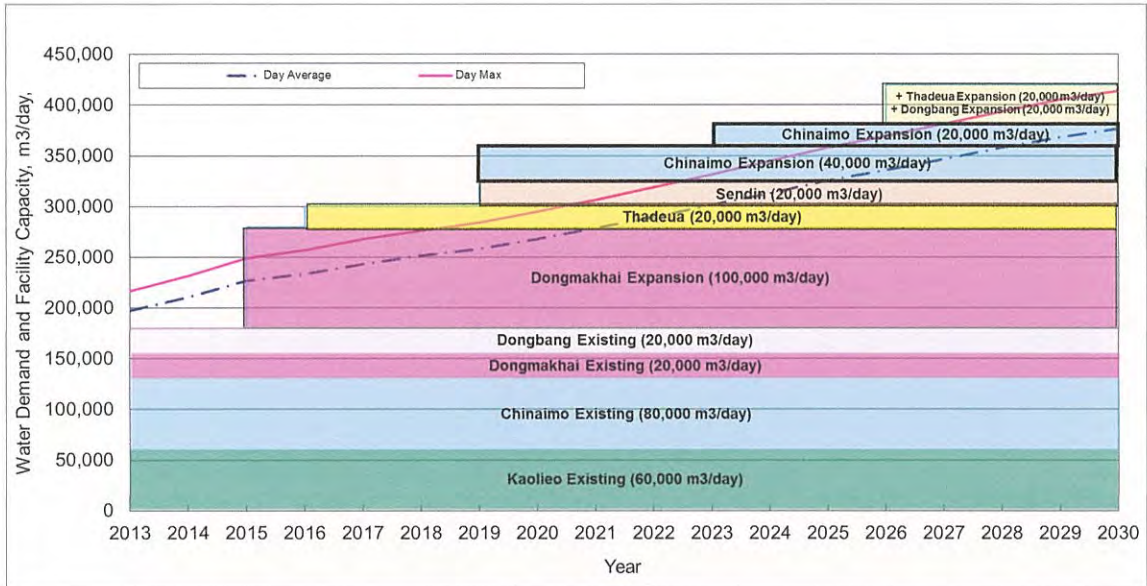
- |    |                              |  |      |
|----|------------------------------|--|------|
| 3. | Mr. Khampheuy VONGSAKHAMPHOU | General Manager  | NPNL |
| 4. | Ms. Phonemany Chovmmaly      | Technical Official   | MOF  |
| 5. | Mr. Vilasack Xayaphet        | Asia and Pacific Division, Department of International Cooperation | MPI  |

### Advisory Organization and Consultant

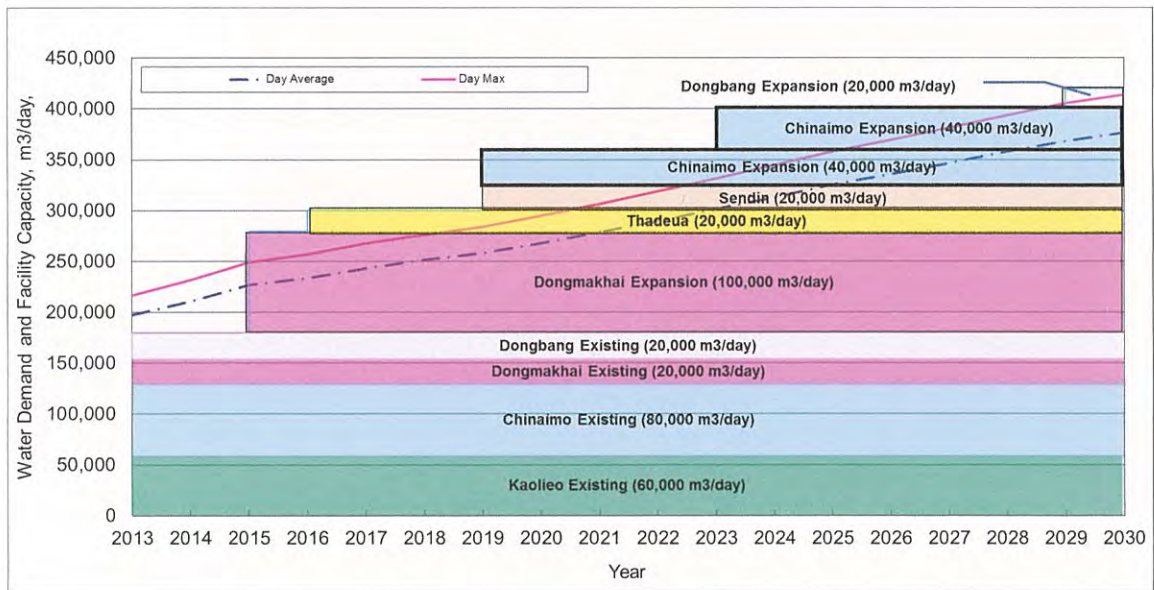
- |    |                     |                               |                 |
|----|---------------------|-------------------------------|-----------------|
| 6. | JICA                | Project Formulation Advisor   | JICA Lao Office |
| 7. | Mr. Takashi HOSHINO | Team Leader, JICA Survey Team | Consultant      |



### 3. Proposed Stepwise Expansion Plan



Stepwise Expansion Plan (Chinaimo Exp. 60,000 m<sup>3</sup>/day Stepwise: Case 2a)

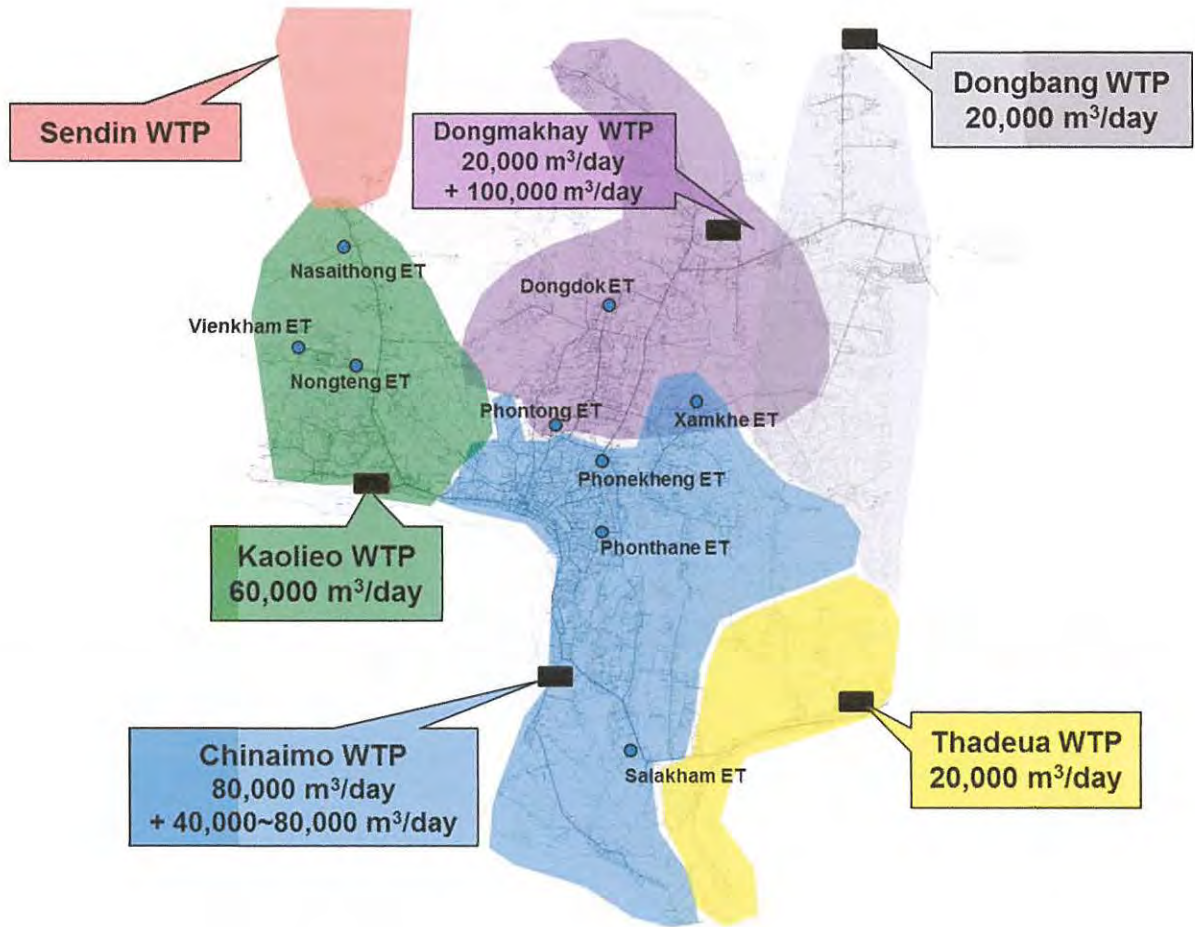


Stepwise Expansion Plan (Chinaimo Exp. 80,000 m<sup>3</sup>/day Stepwise: Case 3a)

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten initials/signature]*

#### 4. Basic Concept of Service Areas among the Existing and Planned WTPs

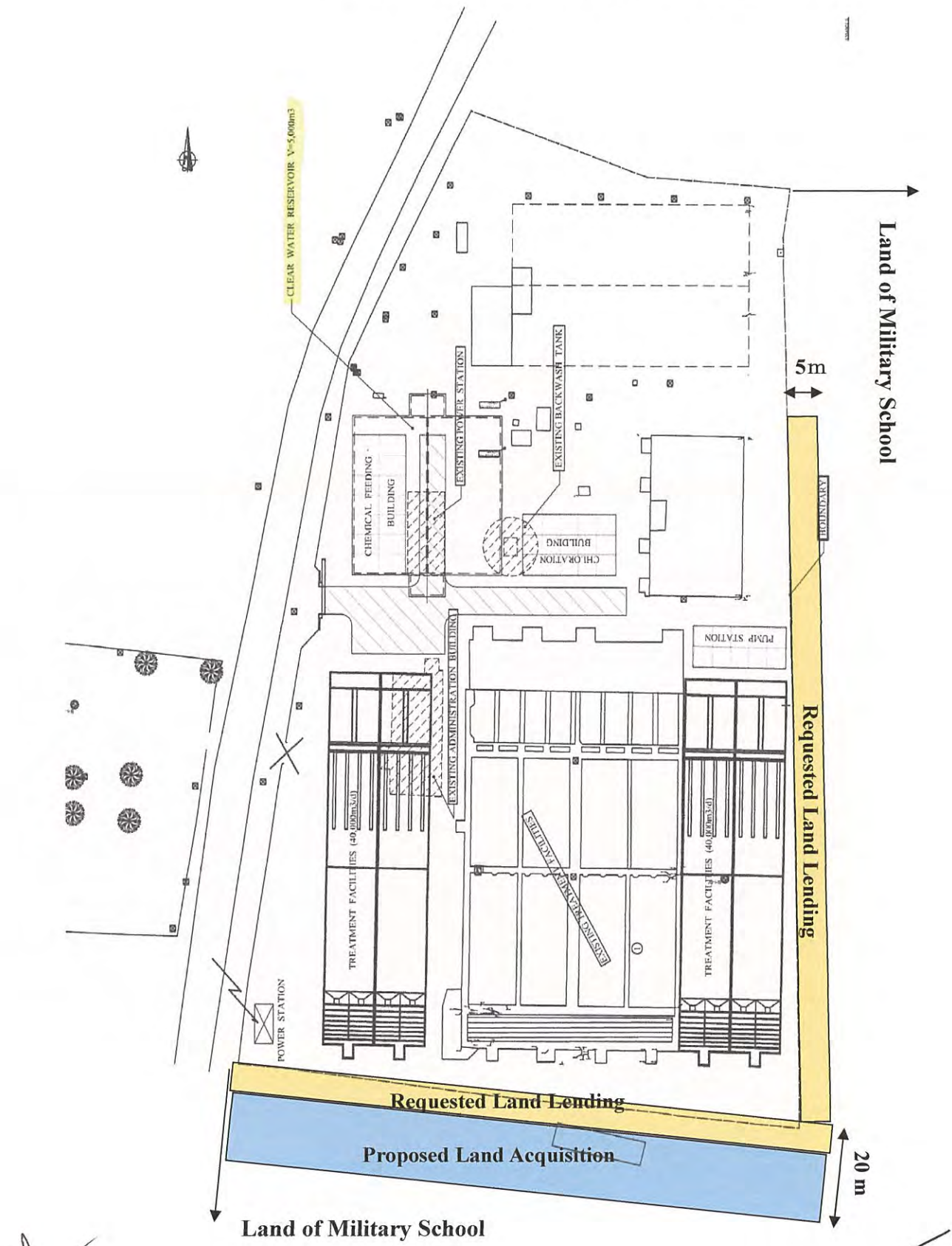


General Concept of Water Distribution Demarcation by WTPs

*[Handwritten signature]*

*[Handwritten signature]*

### 5. Requested Land Lending and Proposed Acquisition Area



Handwritten signatures and initials are present at the bottom right of the page.

## 6. List of Attendance for the Interim Report Meeting

No.	Name	Position	Organization
FROM DHUP, MPWT			
1.	Mr. Khamthavy THAIPHACHANH	Director General	DHUP, MPWT
2.	Mr. Khanthone VORACHITH	Director of Water Supply Division	DHUP, MPWT
3.	Dr. Xaypasa LIENGSONE	Project Coordinator of Water Supply Division	DHUP, MPWT
4.	Mr. Velh Saysovlinh	Cabinet Office	MPWT
FROM DPWT			
5.	Mr. Bouchank KEOSITHAMMA	Deputy Director General	DPWT, VC
6.	Mr. Khammone CHOMMANIVONG	Deputy Head of Housing Urban Planning Office	DPWT, VC
7.	FROM NPNL		
8.	Mr. Khampheuy VONGSAKHAMPHOUI	General Manager	NPNL
9.	Mr. Sisamone KONGMANY	National Project Director	NPNL
10.	Mr. Southin KHIENGSOBATH	Chinaimo WTP Manager	NPNL
11.	Mr. Houmphan OUDOMSAVATH	Manager of Technical Division	NPNL
FROM MOF (Ministry of Finance)			
12.	Ms. Phonemany Chovmmaly	Technical Officil	MOF
FROM MPI (Ministry of Planning and Investment)			
13.	Mr. Vilasack Xayaphet	Asia and Pacific Division, Department of International Cooperation	MPI
FROM JICA			
14.	Ms. Akiko KISHIUE	Project Formulation Advisor	JICA Lao
15.	Ms. Fuyuko OHKI	Representative	JICA Lao
FROM JST			
16.	Mr. Takashi HOSHINO	Water Supply Planning Specialist (Team Leader)	JST
17.	Mr. Yoshiaki YOKOTA	Water Facility Planning Specialist for Intake, Raw Water Transmission, and WTP (Co-Team Leader)	JST
18.	Mr. Hideharu KIKUCHI	Water Facility Planning Specialist for Transmission and Distribution Mains	JST
19.	Mr. Akira HAYASHI	Mechanical and Electrical Facility Planning Specialist	JST
20.	Mr. Toru AOKI	Procurement / Cost Estimation Specialist / Natural Condition Survey Supervisor	JST
21.	Ms. Chinatsu MAEDA	O&M / Technical Assistance Planning Specialist	JST
22.	Mr. Daizo IWATA	Economic and Financial Analyst / Business Analysis Analyst / Socio-economic Survey Supervisor	JST
23.	Ms. Mayumi GOTO	Environmental and Social Considerations Specialist	JST
24.	Mr. Akira OGURO	Sewage and Drainage Specialist	JST

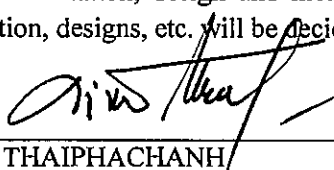
添付資料 4      Minutes of Meeting on Draft Final Report Meeting (January 27, 2015) on February 3, 2015.

MINUTES OF MEETING  
ON  
DRAFT FINAL REPORT MEETING  
(JANUARY 27, 2015)  
FOR  
THE PREPARATORY SURVEY  
ON  
VIENTIANE CAPITAL WATER SUPPLY EXPANSION PROJECT  
IN  
THE LAO PEOPLE'S DEMOCRATIC REPUBLIC

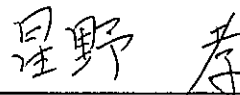
FEBRUARY 3, 2015

This Minutes of Meeting was prepared after the Draft Final Report Meeting held on 27 January, 2015 for the purpose of confirming the contents of Draft Final Report for the Preparatory Survey on Vientiane Capital Water Supply Expansion Project in the Lao People's Democratic Republic (hereinafter referred to as "the Survey"), which has been carried out by the JICA Preparatory Survey Team (hereinafter referred to as "JST"). JST also submitted the Draft Final Report to the Lao side on 3 February 2015. As the result of the discussions and submission, both sides agreed upon the Draft Final Report. The confirmed matters are attached hereto.

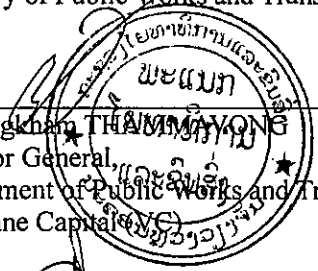
It should be noted that this Minutes of Meeting does not mean the commitment of the project scope, project implementation, design and method to be implemented. The final project scope, project implementation, designs, etc. will be decided through the Appraisal of this project.



Khamthavy THAIPHACHANH  
Director General,  
Department of Housing and Urban Planning (DHUP),  
Ministry of Public Works and Transport (MPWT)



Takashi HOSHINO  
Team Leader  
JICA Preparatory Survey Team  
(JST)



Detsongkham THAMMAYONG  
Director General,  
Department of Public Works and Transport (DPWT),  
Vientiane Capital

Khampheuy VONGSAKHAMPHOU  
General Manager,  
Vientiane Capital Water Supply State Enterprise (NPNL)

## 1. Overall Result of the Draft Final Report Meeting

Both JST and the Lao side principally agreed upon the contents of the Draft Final Report (DFR), however, both sides agreed the contents will be finalized by reflecting the comments in the Draft Final Report Meeting on the Final Report. In particular, the following points were agreed by both sides.

### (1) Raw Water Intake Pump Station

A new raw water intake pump station will be constructed in the Phase 1 of the Project with new submersible motor pumps. Screen facilities will be installed at the intake pump station to prevent plastics and other objects drifting in the Mekong River from flowing into the intake pump wells. The details of the screen facilities will be further discussed in the detailed design stage.

### (2) Administration Building

The existing administration building will be kept as it is during the Phase 1 of the Project. A new administration building will be, however, constructed in Phase 1 to accommodate new central monitoring system (which will cover the monitoring of both treatment processes and transmission/distribution system) and new laboratory enhanced with new water quality analysis equipment.

### (3) Chemicals for Coagulation and Disinfection Method

JST has proposed to use of aluminum sulfate as same as the current method in the Draft Final Report. NPNL asked future possibility of PAC instead of the current method. The type of coagulants (aluminum sulfate or PAC) will be further studied and reviewed during the detailed design stage in view of supply reliability, costs and suitability/sustainability for operation and maintenance.

### (4) Sludge Removal Method in Sedimentation Basin

Sludge removal is planned to carry out manually as same as the current method since it is difficult to modify the bottoms of the sedimentation basins to install mechanical scrapers. NPNL requested for JST to study the installation of mechanical scrapers instead of the manual method by comparing overall efficiency such as water loss amount and electricity costs of each method in the detailed design stage. JST agreed the further study for this matter in the detailed design stage in terms of initial cost, electricity cost, water loss amount, practicability, etc.

### (5) Depth of Flocculation Basin

NPNL proposed that it would be better to make the depth of the flocculation basin deeper than that of the existing one in order to make floc more effectively. JST replied that there are some factors for making floc effectively (e.g. optimum quantities and locations of chemical injection). This matter should be further studied and discussed in the detailed design stage.

### (6) Pipe Installation at Public Road

There are current or future concrete pavement road on the planned pipeline routes for the Phase 1 of the Project. The pipeline route, alignment, and road crossing locations will be further considered in the detailed design stage.



(7) Administration Cost

Both side confirmed that the administration cost is estimated as 5% of Consulting Services and Construction Cost, and this will be again fixed in the appraisal mission for the Phase 1 of the Project.

(8) FIRR and EIRR

Lao side basically understood and agreed with the methodology and results of the financial analysis and economic analysis of the Phase 1 of the Project.

2. Further Discussions

Both sides confirmed that not only the above mentioned matters, but also other technical matters such as details of facilities, equipment, and specifications also should be continuously discussed in the detailed design stage.

Attachments

1. List of Attendance for the Draft Final Report Meeting



**1. List of Attendance for the Draft Final Report Meeting**

No.	Name	Position	Organization
FROM DHUP, MPWT			
1.	Mr. Vorsith DENGKAYAPHICHITH	Civil Engineer of Water Supply Division	DHUP, MPWT
FROM DPWT			
2.	Mr. Khammone CHOMMANIVONG	Deputy Head of Housing Urban Planning Office	DPWT, VC
FROM NPNL			
3.	Mr. Khampheuy VONGSAKHAMPHOUI	General Manager	NPNL
4.	Mr. Viengthouay VANNARATH	Deputy General Manager	NPNL
5.	Mr. Sisamone KONGMANY	National Project Director	NPNL
FROM JST			
6	Mr. Takashi HOSHINO	Water Supply Planning Specialist (Team Leader)	JST
7	Mr. Yoshiaki YOKOTA	Water Facility Planning Specialist for Intake, Raw Water Transmission, and WTP (Co-Team Leader)	JST
8	Mr. Hideharu KIKUCHI	Water Facility Planning Specialist for Transmission and Distribution Mains	JST
9	Mr. Toru AOKI	Procurement / Cost Estimation Specialist / Natural Condition Survey Supervisor	JST
10	Mr. Daizo IWATA	Economic and Financial Analyst / Business Analysis Analyst / Socio-economic Survey Supervisor	JST