

カンボジア国
工業科学技術革新省(MISTI)

カンボジア国
スバイリエンにおける上水道拡張計画
準備調査報告書
(先行公開版)

令和4年2月
(2022年)

独立行政法人 国際協力機構 (JICA)

株式会社建設技研インターナショナル
北九州市上下水道局
株式会社 TEC インターナショナル

環境
JR(P)
22-029

カンボジア国
工業科学技術革新省(MISTI)

カンボジア国
スバイリエンにおける上水道拡張計画
準備調査報告書
(先行公開版)

令和4年2月
(2022年)

独立行政法人 国際協力機構 (JICA)

株式会社建設技研インターナショナル
北九州市上下水道局
株式会社 TEC インターナショナル

通貨換算率（2021 年 6 月）
1.00USD＝109.97 YEN

序 文

独立行政法人国際協力機構は、カンボジア国のプルサット及びスバイリエンにおける上水道拡張計画にかかる協力準備調査を実施することを決定し、同調査を株式会社建設技研インターナショナル、北九州市上下水道局、株式会社 TEC インターナショナルに委託しました。

調査団は、平成 29 年 5 月 21 日から 7 月 23 日（第 1 回現地調査）、平成 29 年 8 月 9 日から 10 月 15 日（第 2 回現地調査）、令和元年 11 月 5 日から 12 月 22 日（水源確定後第 1 回現地調査）、令和 2 年 1 月 12 日から 3 月 8 日（水源確定後第 2 回現地調査）、令和 3 年 11 月 28 日から 12 月 18 日（水源確定後第 3 回現地調査）の 5 回にわたりカンボジアの政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地踏査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

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

終わりに、調査にご協力とご支援を頂いた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

令和 4 年 2 月

独立行政法人国際協力機構
地球環境部
部長 岩崎 英二

要 約

1. 国の概要

(1) 国土・自然

カンボジア国（以下、カンボジアとする）はインドシナ半島に位置し、北西はタイ、北はラオス、南東はベトナムの三カ国と国境を接している。カンボジアの総人口は、1,528 万人（2019 年、カンボジア計画省統計局）、国土面積 181,035km²（日本の約 2 分の 1 弱）を有する。カンボジアには、インドシナ半島最大の淡水湖トンレサップ湖に源を発するトンレサップ川とチベット高原に源流を発するメコン川の二大河川が流れており、この 2 大河川が首都プノンペンで合流している。国土の大部分は平野部であるが、東北部、北部、北東部には山脈が存在する。また、ベトナム、ラオスと国境を接する北部、北東部は深い森林に覆われ、野生動物や原生林の宝庫となっている。

カンボジアの気候は熱帯性モンスーン気候帯に属し、明確に雨期と乾期が分かれている。一般的に 5 月から 10 月が雨期、11 月から 4 月が乾期と言われている。2000 年から 2019 年までの平均年間降水量は 1,480mm、この期間での最大年間降水量は 2019 年の 2,161mm である。

(2) 国家経済

カンボジア経済は、内戦終結後の 1993 年に新憲法の下で新たな政権が発足して以降、高い成長率を示している。特に、2004 年から 2007 年にかけては、農業、製造業、建設業、サービス部門がいずれも好調で、カンボジアの経済成長率は 4 年連続で 10%を超えた。リーマンショック発生翌年の 2009 年には製造業と建設業がマイナス成長に転落した影響で経済成長率は 0.1%まで急減速したものの、その後回復し、2011 年から 2019 年までは、9 年連続で 7%を超える高い伸び率となった。カンボジアの近年の景気拡大をもたらしている要因について、セクター別にみると、製造業については、欧米向けを中心とする縫製品輸出が牽引役であり、また、建設業については、コンドミニアムやリゾートなどの建設ラッシュが牽引役であり、さらに、サービス部門については、観光業・小売業の成長が牽引役である。2020 年は、COVID-19 の影響で -3.1%のマイナス成長となったが、2021 年からは再びプラス成長が見込まれ、2022 年には 5%程度まで回復することが予想されている（国際通貨基金（International Monetary Fund : IMF）の見通し。2021 年 9 月公表。）一方、カンボジアにおける貧困層の割合は未だ高く、2004 年に 53.2%だった貧困率は、2018 年には 13.5%に大幅に改善しているものの、貧困削減はカンボジアの重要課題となっている。

2. プロジェクトの背景・経緯及び概要

カンボジアでは、プノンペンの給水改善、次いでその成果を地方都市に普及させる形で地方都市の給水改善が進められており、その過程で独立行政法人国際協力機構（Japan International Cooperation Agency : JICA）は技術協力・無償資金協力・有償資金協力を通じ支援してきた。プノンペンにおいては、内戦終了直後の 1993 年に JICA の支援により「プノンペン市上水道整備計画」が策定され、同計画をもとに、我が国の無償資金協力による浄水場・配水管網の整備、北

九州市等と連携した技術協力によって運営・維持管理能力が強化された。他ドナーの支援との相乗効果もあり、2006年には、給水率90%、無収水率8%、24時間給水の実現等を達成し、プノンペン水道公社（Phnom Penh Water Supply Authority：PPWSA）は、アジアにおける最良の水道事業体の一つとなった。

一方、地方都市では、給水普及率は35%（2005年）にとどまっていた。水道事業を管轄する工業手工芸省（Ministry of Industry and Handicraft：MIH、当時）では、都市部の給水普及率を2025年までに100%とする目標が周知されており、当国政府は地方都市の上水道施設整備を進めている。日本及び他ドナーの協力を得て浄水場施設が整備された8都市の公営水道事業体を対象に、JICAは2007年から北九州市等と連携した技術協力を開始し、運転・維持管理技術及び経営能力の強化支援を進めた。その結果、一定レベルの上水道施設の運転は可能となったが、給水能力が小さいため地方都市における給水普及率は未だ低位に留まっている。

例えば、スバイリエン市は管理区域¹内人口として2019年時点で約10万人弱を擁しているが、実際に給水できている人口は約2.4万人にすぎない。そのため、水道普及率は23.6%程度にとどまっている（都市部の水道普及率は48.9%）。MIHの周知目標である2025年までの都市部の給水普及率100%達成をめざす同市にとって、上水道施設等の拡張が喫緊の課題となっている。

かかる状況から、カンボジア政府は2016年8月にプルサット市及びスバイリエン市の給水サービス向上を目的とした無償資金協力事業である「プルサット及びスバイリエンにおける地方上水道拡張計画」（以下、本プロジェクトという）の要請を行った（正式な要請書提出は2017年6月）。

2017年5月～10月にプルサット及びスバイリエンにて現地調査を行った結果、スバイリエンについては、当初ワイコ湖の表流水を水源とすることで調査を進めていたが、現地調査及び国内解析を進める中で、ワイコ湖に建設されているワイコダム本体の安定性やダム前後の取付道路盛土の洪水に対する高さ不足、ダム直下流部の洪水流下能力の不足等により、ワイコダムを利用した表流水開発ができないと考えられた。以上より、水源をワイコ湖の表流水から地下水へ変更の可能性を検討するとともに、調査工程を後ろへシフトして最適な水源についての調査を追加することで業務を実施することをカンボジア側との協議により決定した。

その結果、プルサット市を対象としたプロジェクトを切り離して先行させ、スバイリエン市を対象とした本プロジェクトを、2027年を目標年として調査計画を進めることとなった。本プロジェクトはスバイリエン市住民の生活環境を向上させるために、上水道システムを拡張・改良することで、安全な水へのアクセス率を向上し、安定した給水サービスを提供することを目標とするものである。

なお、MIHは2020年4月頃に工業手工芸省から改名し、現在、工業科学技術革新省（Ministry of Industry, Science, Technology and Innovation：MISTI）となっている。

¹ 管理区域の設定は、2015年10月にMISTIのエク・ソンチャン元長官の号令の元、全国の地方水道局を対象とした区域の見直しを実施したものに準じており、水道局が給水を行うことをMISTIから認可された区域を指す。

3. 調査結果の概要とプロジェクト内容

(1) 調査結果概要

前述の背景から JICA は、以下の通り計 5 回（プルサットとの合同調査を含む）にわたり協力準備調査団をカンボジアに派遣した。

【プルサット及びスバイリエン調査】

第 1 次現地調査：2017 年 5 月 21 日 ～ 同年 7 月 23 日

（インセプションミニッツ協議を含む）

第 2 次現地調査：2017 年 8 月 9 日 ～ 同年 10 月 15 日

（第 1 次、第 2 次調査の調査結果に関するミニッツ協議を含む）

【スバイリエン水源確定後調査】

第 3 次現地調査：2019 年 11 月 5 日 ～ 同年 12 月 22 日

第 4 次現地調査：2020 年 1 月 12 日 ～ 同年 3 月 8 日

Web 協議：2021 年 4 月 12 日

（スバイリエンの調査再開ミニッツ協議）

第 5 次現地調査：2021 年 11 月 28 日 ～ 同年 12 月 18 日

（水源確定後スバイリエン準備調査報告書案説明協議）

同調査団は、対象地域において、既存水道施設の現況調査、社会状況調査に加え、測量調査、地質調査、水質調査を実施した。

2018 年には（独）水資源機構によってワイコダムの健全性に関する詳細調査が行われ、緊急を要するワイコダムの改築の必要性はないということが結論づけられ、ワイコ湖からの継続的取水が可能という結論となった。従って、2019 年からは、表流水を水源とする計画を前提として調査を行った。

調査団は、カンボジア側からの要請内容を確認し、事業規模の妥当性を検討したうえで、無償資金協力として適切な概略設計を行い、事業実施計画を策定し、概略事業費を積算することを目的とする本協力準備調査を実施した。協力対象事業として 2027 年を目標年次としてスバイリエン市の管理区域内都市部人口に対して 86.7%、管理区域内都市部以外の 18.5%に対して既存浄水場とあわせて 13,360m³（一日最大）の安定的な給水を達成するため、本プロジェクトにより 6,800 m³/日の新規浄水場の建設を行い、給水能力を向上することでカンボジア側と確認した。

(2) 内容・規模

1) 水道施設建設

施設建設計画は、以下の通りである。

取水・導水施設

施設			規模及び構造
大分類	中分類	小分類	
取水施設 7,480m ³ /日	取水ポンプ 設備	ポンプ棟	鉄筋コンクリート造 矩形 地下階あり 1 階壁芯: B11.6m × L16.0m × H3.3m (梁下) 地下階壁芯: B7.5m × L10.5m × H6.9m (梁下) 占有設備: 電気室、非常用自家発電機室、取水ポンプ 室、オフィス、トイレ、取水ピット、取水ポンプ (5.2m ³ /m, 19m, 30kW, 2 台)
導水施設	導水管路	導水管	DIPφ350, L=2.9km

出典: JICA 調査団

浄水施設

区 分	新設スパイリエン浄水場 計画浄水量: 7,480m ³ /日、計画一日最大給水量: 6,800m ³ /日	
	内 容	数 量
着水井	鉄筋コンクリート造 内寸法: 幅 1.5m×長 3.90m×水深 4.60m 容量: V=26.9m ³ 、滞留時間: T=5.2min (基準値: T≥1.5min)	1 池
急速攪拌池	鉄筋コンクリート造 水流エネルギー利用方式 内寸法: 幅 1.50m×長 1.50m×水深 4.19m 容量: V=9.43m ³ 、滞留時間: T=1.82min (基準値: 1<T<5min)	1 池
フロック形成池	鉄筋コンクリート造 緩速攪拌方式: 上下迂流式 列数: 5 列 1 池当り内寸法: 幅 7.00m×長 3.65m×平均有効水深 3.78m (高さ 4.50m) G 値: 10 - 75 (1/s) GT 値: 23,000 - 210,000	2 池
薬品沈澱池	鉄筋コンクリート造 横流式薬品沈殿方式 上澄水集水装置: 集水トラフ+潜りオリフィス 1 池当り内寸法: 幅 7.00m×長 20.00m×平均水深 4.4m 表面負荷率: Q/A=18.6mm/min (基準値 15~30mm/min) 平均流速: V=0.08m/min (基準値: 0.40m/min 以下)	2 池
急速ろ過池 (参考) ※	鉄筋コンクリート造 形式: 自然平衡方式 1 池当り内寸法: 幅 2.50m×長 6.00m ろ過砂厚: 1.0m 下部集水装置: 有孔ブロック型 ろ過速度: V=124.7m/日 (基準値 120~150m/日) 逆洗方式: 空気洗浄+逆流洗浄	4 池
配水池	鉄筋コンクリート造、フラットスラブ構造 有効容量: V=2,188m ³ (1,094m ³ ×2 池) 有効水深: H=3.8m (基準値: 3~6m) 滞留時間: T=8 時間 (1 日当り需要変動より設定) 1 池当り内寸法: 幅 12.00m×長 24.00m×高 4.50m	2 池
排水池	鉄筋コンクリート造 容量: V=198.0m ³ (99.0m ³ ×2 池) 1 池当り内寸法: 幅 4.00m×長 11.00m×水深 2.25m (高 5.60m)	2 池
天日乾燥床	鉄筋コンクリート造 床面積: A=550.4m ² (一床当りの面積: 幅 8.6m×長 16m=137.6m ²)	4 床
	凝集剤: ポリ塩化アルミニウム (PAC) 酸・アルカリ剤: 消石灰 (アルカリ剤)	

区 分	新設スパイリエン浄水場 計画浄水量：7,480m ³ /日、計画一日最大給水量：6,800m ³ /日	
	内 容	数 量
薬品注入設備	塩素剤：次亜塩素酸カルシウム（さらし粉） ※薬品注入棟に設置	1 式
自家発電設備 （薬品注入棟内）	容量：長時間型 350KVA 形式：低騒音キュービクルタイプ	1 式
薬品注入棟	鉄筋コンクリート造、3 階建て、延床面積：425.8m ² （用途）1 階：ワークショップ、倉庫、自家発電機室、トイレ 薬品搬入施設（1、2、3 階吹抜け） 2 階：廃液貯留槽、薬品注入機 3 階：薬品溶解槽	1 式
管理棟	鉄筋コンクリート造、1 階建て、延床面積：266.7m ² （用途）1 階：事務室、会議室、監視・制御室、分析室、トイレ	1 式

※3-2-2-4-(3)-4)に示す通り、急速ろ過池の施設規格および構造は、入札者の提案に任せるものとすることから、上表の値は参考諸元である。

出典：JICA 調査団

配水施設

施設	施設及び構造	数量
配水池 （浄水場内）	鉄筋コンクリート造、矩形、2 池割り 有効容量：V=1,094m ³ ×2、有効水深：H=3.80m 水位：HWL+3.90m、LWL+0.10m 基礎：直接基礎	1 池
配水ポンプ （浄水場内）	横軸両吸込渦巻ポンプ 3.5m ³ /分 H=55m 75kW インバータ制御	3 台（内 1 台予備）
配水管	ダクタイル鋳鉄管 一般部：T 形継手、継ぎ輪のみ K 形継手 異形管防護：T 形ロック／K 形特殊押輪 口径：φ400mm L= 0.1km φ350mm L= 0.4km φ300mm L= 0.4km	0.9km
	高密度ポリエチレン管 口径：φ250mm L= 6.6km φ200mm L= 2.9km φ150mm L= 9.5km φ100mm L= 15.4km φ 80mm L= 33.2km φ 50mm L= 43.3km	110.9km
	橋梁添架 鋼管 口径：φ 80mm 5 箇所 φ 50mm 1 箇所	6 箇所
配水監視設備	中央監視局：データ通信装置、監視用コンピュータ、プリンタ及び付属装置 流量監視局：配水管路 2 局（1 局あたり 流量計 φ250 1 個、φ200 1 個及びデータ通信装置とその付属設備） 旧浄水場 1 局（データ通信装置とその付属設備、なお流量信号は既設流量計より受信） 圧力監視局：配水管路 4 局（1 局あたり圧力計 1 個、データ通信装置とその付属設備） 機器仕様概要： データ通信装置中央側 PLC, ルータ 1 式 データ通信装置監視局側 RTU, GPRS ルータ 7 式 流量計：電磁流量計 φ250 2 台 φ200 2 台 圧力伝送器：2 線式圧力伝送器 4 台	1 式

注)水管橋、橋梁添架の延長はダクティル鑄鉄管、高密度ポリエチレン管延長に含む
出典：JICA 調査団

2) 調達器材

施設完成後の適切な施設の運転維持管理及び貧困層の給水栓接続推進のために、以下の機材を調達する。

区 分	機 材 名	仕 様 等	数 量
水質管理用機器	水質計器類	蒸留水製造装置、濁度計、pH 計、電気伝導度計	1 式
	無停電電源装置 (UPS)	出力容量：3kVA	1 台
	連続測定水質分析計	処理水の濁度を連続測定する装置 測定範囲：0-100NTU（濁度）、0-3mg/L（残留塩素）	1 式
	試薬類	pH 標準液、BTB 試薬、DPD 試薬他	1 式
	ガラス器具	ビーカー、メスフラスコ、ピペット、ビュレット他	1 式
	実験台	中央実験台（試薬棚、コンセント付、配管・配線を含む）サイド実験台、流し台	1 式
	その他水質分析室設備・備品	収納棚、冷蔵庫、机・椅子	1 式
機械設備用機材	クランプ式電力量計	電圧レンジ：AC600V 電流レンジ：AC600mA-1000mA（以上）	1 台
	絶縁抵抗計	アナログ指示値の場合 250V レンジ：0～50MΩ 500V レンジ：0～100MΩ 1000V レンジ：0～2000MΩ デジタル指示値の場合 250V レンジ：0～500MΩ 500V レンジ：0～2000MΩ 1000V レンジ：0～4000MΩ	1 台
	接地抵抗計	0～1000Ω	1 台
	振動測定装置	加速度：0.02～200m/s ² 、速度：0.3-1,000mm/s 変位：0.02-100mm	1 台
	機械式トルクレンチ	測定範囲：50-300Nm	1 台
	携帯型超音波流量計	対象配管口径：13mm-600mm	1 台
	ふるい振とう機	対応有効径：0.8mm-1.0mm	1 台
配管管理用機材	ポリエチレン管接合機 (EF 接合)	φ 63-280mm	1 台
会計システム機材	SUMS システム	コンピュータ x3 台（請求: Billing、経理: Accounting、支払: Cashier それぞれのソフトに PC1 台ずつ必要）、UPSx1、プリンタ x1、SUMS ソフトウェア（Full License x2 式、Light License x 1 式） Full License は、Billing と Accounting のソフトを含んでおり、Light License は Cashier のソフトを含んでいる。Billing、Accounting、Cashier のソフトをそれぞれ別の PC で操作することから、Full License x 2 式、Light License x 1 式、PC 3 台が必要となる。	1 式
給水装置	給水用資材	1 組当り - 配水管（DN350mm～OD63mm）からのサドル分水栓 - 給水管 HDPE（口径 25mm）30m - 水道メータ（口径 15mm、接線羽車式、シングルジェット、Class C） - 止水栓（口径 15mm） - エルボ、機器接続等の付属品	375 組

出典：JICA 調査団

3) ソフトコンポーネント

本プロジェクトでは、次の3つの分野に対するソフトコンポーネントを実施する。

- 浄水施設運転維持管理
- 配水施設運転維持管理
- 生産管理

4. プロジェクトの工期及び概略事業費

(1) プロジェクトの工期

本プロジェクトの実施には、実施設計・入札業務（E/N～コンサルタント契約～入札評価）に12ヶ月、業者契約後の機材調達及び建設工事に23ヶ月を要する。

(2) 概略事業費

1) 日本側負担分

「施工・調達業者契約認証まで非公表」

2) カンボジア国側負担分

カンボジア側負担費用合計は7千5百万円である。項目は、取水場・浄水場予定地の造成・整地、不発弾・地雷調査、環境モニタリング、情報通信費、新規取水施設と浄水施設への電気引き込み、銀行取決めによる手数料、貧困世帯用に調達された給水管接続用資機材を用いた接続作業費用等である。

5. プロジェクトの評価

(1) 妥当性

プロジェクトの裨益対象

本プロジェクトによりスバイリエン市住民への水供給能力が改善される。管理区域内人口に対する水道普及率は2019年に23.6%であったものが、目標年次の2027年に52.6%まで上昇する（カンボジア国側負担の配水管敷設を含む場合）。また、MISTIが目標に掲げる都市部区域内人口に対する水道普及率は、86.7%となる。増加する裨益人口（給水人口）は約32,419人（都市部：22,543人、農村部：9,876人）である。

プロジェクトの緊急性

スバイリエン市は既存の水道システムを有してはいるが、水道普及率が2019年時点で23.6%に留まっていることから、水道普及率の更なる改善のために上水道施設の拡張が急務となっている。

プロジェクトの上位計画（NSDP）との整合性

「国家戦略開発計画（NSDP）2019-2023」では、都市部の給水普及率を2025年までに100%とする目標を設定しており、都市部給水人口の9割をパイプ給水でカバーし、残りの1割をパイプ給水以外の手段による給水で賄うことを目標としている。この目標は、スバイリエン水道局の管理区域内の都市部人口に限定した給水普及率としては、概ね達成することができる。本プロジェクトはスバイリエン市において、その実現に寄与するものである。また、本プロジェクトでは先方

負担事項となる給水管接続において、貧困層に対して無償で資機材を配布する等の配慮をしており、NSDP 最大の目標である貧困層対策との整合性も確保されている。

我が国の援助政策との整合性

カンボジアに対する我が国の援助方針である「対カンボジア王国国別開発協力方針」（2017 年 7 月）においても「生活の質向上」を重点分野に位置づけ、「上下水道、排水、電力（無電化地域の縮小）、都市交通（都市鉄道、バス、車両登録）など都市生活環境整備に資する分野での支援を行う」としており、本プロジェクトの実施は、我が国の援助政策と整合している。

(2) 有効性

本プロジェクトの有効性に関しては、以下の定量的効果及び定性的効果が見込まれる。

定量的効果

スパイリエン市の上水道施設の拡張を行うことにより、下表に示すような効果が期待できる。

No.	指標	基準値 (2019 年実績値)	目標値 (2027 年) 【事業完成 2 年後】
1	日平均給水量 (m ³ /日)	4,627	10,009
2	給水人口 (人) ²	23,545	55,964
3	水道普及率 (%)		
	管理区域全体	23.6	52.6
	都市域	48.9	86.7
4	貧困世帯 ³ への給水管接続 (貧困レベル 1 及びレベル 2)	53	1,254

注) 算出方法については、3-2-2-1 参照
出典：JICA 調査団

定性的効果

定性的効果は以下の通りである。

- 住民の生活環境の改善（これまで雨水等を利用していた住民の公衆衛生環境の改善、および利便性の向上）

以上の内容により、本案件の妥当性は高く、また有効性が見込まれると判断される。

² 給水区域内の人口増加が予測通り推移すれば、2019 年に 23.6%である水道普及率は、2027 年に管理区域内の普及率として 52.6%、管理区域内の都市部区域内人口に対する水道普及率は 86.7%となる。

³ 2010 年及び 2011 年に MOP が実施した” Identification of Poor Household Programme”の貧困層データを元に推定された 2027 年の計画給水区域における貧困世帯数 (Poor Level1) は 410 世帯と推定される。本プロジェクトの機材供与対象となる未接続の貧困層世帯数は、接続済みの貧困世帯数の 35 世帯を控除し、375 世帯となる。

カンボジア国

スバイリエンにおける上水道拡張計画

準備調査報告書

(先行公開版)

目 次

要約

目次

位置図／プロジェクト全体図

完成予想図／写真

図表リスト

略語集

第 1 章 プロジェクトの背景・経緯	1-1
1-1 当該セクターの現状と課題	1-1
1-1-1 現状と課題	1-1
1-1-2 開発計画	1-1
1-1-3 社会経済状況	1-3
1-2 無償資金協力の背景・経緯及び概要	1-4
1-3 我が国の援助動向	1-6
1-4 他ドナーの援助動向	1-7
第 2 章 プロジェクトを取り巻く状況	2-1
2-1 プロジェクトの実施体制	2-1
2-1-1 組織・人員	2-1
2-1-2 財政・予算	2-3
2-1-3 技術水準	2-3
2-1-4 既存施設・機材	2-4
2-2-4-1 取水施設	2-4
2-2-4-2 導水施設	2-19
2-2-4-3 浄水施設	2-19
2-2-4-4 送配水施設	2-24
2-1-5 新設浄水場予定地	2-27
2-1-6 電力事情	2-27
2-2 プロジェクトサイト及び周辺の状況	2-28
2-2-1 関連インフラの整備状況	2-28
2-2-2 自然条件	2-28
2-2-3 環境社会配慮	2-30

2-2-3-1 環境影響評価	2-30
2-2-3-2 用地取得・住民移転	2-81
2-2-3-3 その他	2-83
2-3 当該国における無償資金協力事業実施上の留意点	2-89
2-4 その他（グローバルイシュー等）	2-89

第3章 プロジェクトの内容..... 3-1

3-1 プロジェクトの概要	3-1
3-2 協力対象事業の概略設計	3-2
3-2-1 設計方針	3-2
3-2-1-1 基本方針	3-2
3-2-1-2 自然条件に対する方針	3-3
3-2-1-3 社会条件に対する方針	3-4
3-2-1-4 建設事情／調達事情に対する方針	3-5
3-2-1-5 現地業者の活用に係る方針	3-5
3-2-1-6 実施機関の運営・維持管理能力に対する対応方針	3-5
3-2-1-7 施設、機材等のグレードの設定に係る方針	3-6
3-2-1-8 工法／調達方法、工期に係る方針	3-6
3-2-2 基本計画（施設計画／機材計画）	3-6
3-2-2-1 水需要予測	3-6
3-2-2-2 取水施設計画	3-21
3-2-2-3 導水施設計画	3-31
3-2-2-4 浄水施設計画	3-32
3-2-2-5 配水施設計画	3-46
3-2-2-6 機材調達計画	3-56
3-2-3 概略設計図	3-60
3-2-4 施工計画／調達計画	3-62
3-2-4-1 施工方針／調達方針	3-62
3-2-4-2 施工上／調達上の留意事項	3-63
3-2-4-3 施工区分／調達・据え付け区分	3-63
3-2-4-4 施工監理計画／調達監理計画	3-64
3-2-4-5 品質管理計画	3-65
3-2-4-6 資機材等調達計画	3-67
3-2-4-7 初期操作指導・運用指導等計画	3-68
3-2-4-8 ソフトコンポーネント計画	3-68
3-2-4-9 実施工程	3-73
3-2-5 安全対策計画	3-73
3-3 相手国側負担事業の概要	3-75
3-3-1 相手側負担手続き事項及び分担事業	3-75
3-3-1-1 入札前	3-75

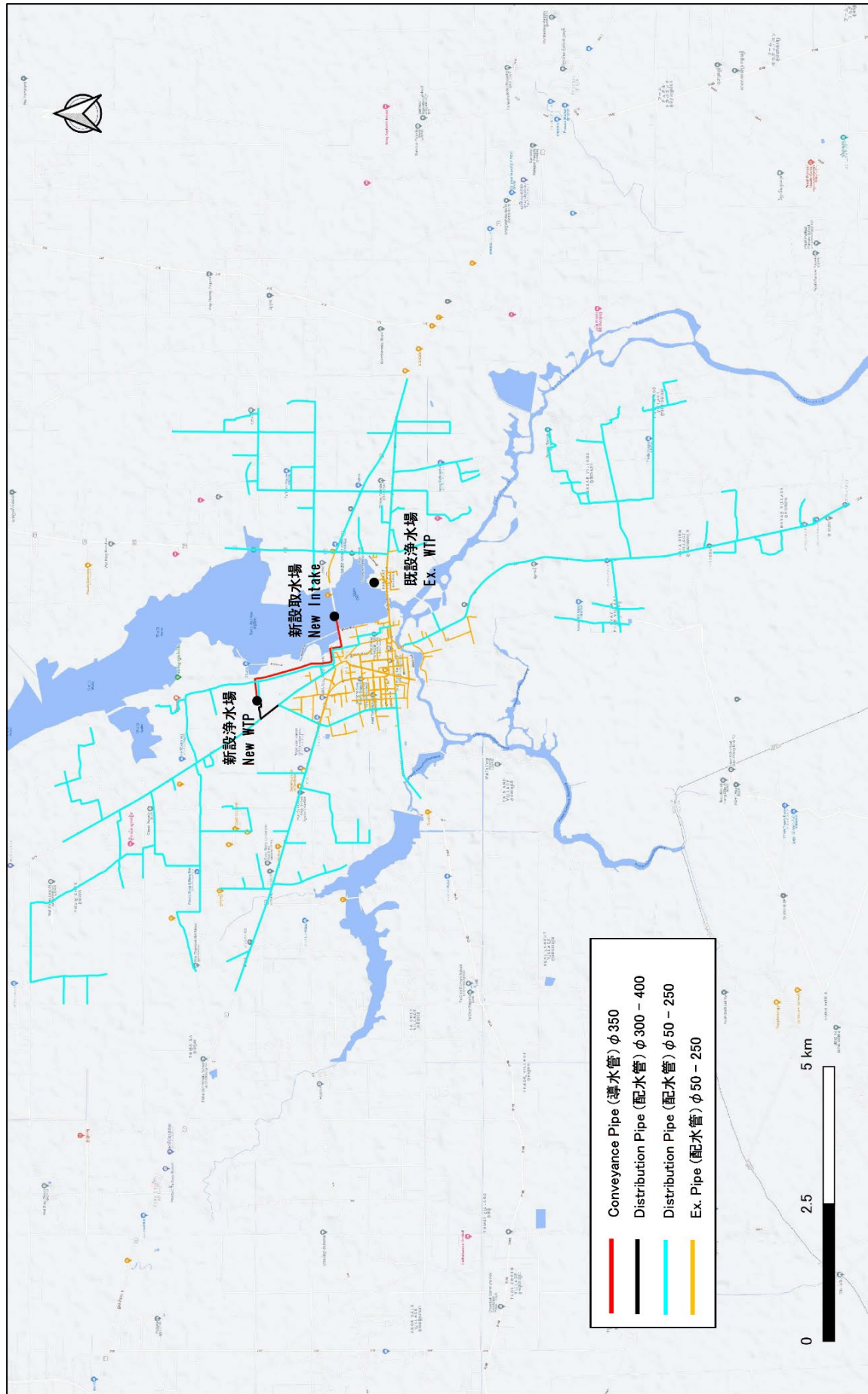
3-3-1-2 施工中.....	3-75
3-3-1-3 供用開始後.....	3-77
3-3-2 既存施設の処理水質について.....	3-77
3-3-3 浄水場及び取水場用地取得及び整地.....	3-77
3-3-4 ワイコ湖からの取水許可.....	3-78
3-3-5 新規取水場及び浄水場への電力引込.....	3-80
3-3-6 導水管ルート及び送・配水管ルートの占有許可.....	3-80
3-3-6-1 国道、橋梁添架および軌道敷での占有許可.....	3-80
3-3-6-2 一般道路での占有許可.....	3-81
3-3-7 各戸給水管接続と水道メータの調達と設置.....	3-81
3-3-8 環境社会配慮への対応.....	3-82
3-3-8-1 EPC の承認取得.....	3-82
3-3-8-2 環境管理計画及びモニタリング計画の実施.....	3-83
3-3-9 仮設用地の確保.....	3-83
3-3-10 その他.....	3-83
3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画.....	3-85
3-4-1 プロジェクト実施後の運営・維持管理.....	3-85
3-4-2 施設の維持管理項目.....	3-89
3-5 プロジェクトの概略事業費.....	3-91
3-5-1 協力対象事業の概略事業費.....	3-91
3-5-1-1 日本側負担費用.....	3-91
3-5-1-2 カンボジア側負担費用.....	3-91
3-5-1-3 積算条件.....	3-91
3-5-2 運営・維持管理費.....	3-92
3-5-2-1 財務状況分析.....	3-92
3-5-2-2 水使用状況.....	3-94
3-5-2-3 現況の水道料金収入と無収水率.....	3-95
3-5-2-4 給水量の将来予測.....	3-96
3-5-2-5 将来の運営・維持管理費.....	3-97
3-5-2-6 スパイリエン水道局の損益収支予測.....	3-99
第4章 プロジェクトの評価.....	4-1
4-1 事業実施のための前提条件.....	4-1
4-2 プロジェクト全体計画達成のために必要な相手方投入（負担）事項.....	4-2
4-3 外部条件.....	4-3
4-4 プロジェクトの評価.....	4-3
4-4-1 妥当性.....	4-3
4-4-2 有効性.....	4-3

[附属資料]

1. 調査団員・氏名	A-1
2. 調査行程	A-4
3. 関係者（面会者）リスト	A-12
4. 討議議事録（M/D）	A-15
5. ソフトコンポーネント計画書	A-89
6. 参考資料（収集資料リスト）	A-110
7. その他資料・情報	A-112
7-1 テクニカルノート	A-112
7-2 概略設計図	A-143
7-3 取水ポンプ揚程計算書	A-206
7-4 取水ポンプ～浄水場導水管ウォーターハンマー解析	A-207
7-5 導水管水理計算	A-208
7-6 管種の選定	A-209
7-7 管路敷設位置・埋設深さ等	A-210
7-8 配水池容量の算出	A-212
7-9 配水管網計算	A-213
7-10 貧困世帯数の想定	A-231
7-11 水道事業全体 基本情報チェックシート	A-233
7-12 プロジェクトモニタリングレポート (PMR)	A-235



調査対象地域位置図



プロジェクト全体図



(取水施設)



(浄水施設)

完成予想図

■写真

	
(写真-1) 取水施設計画予定地（国道を挟んでワイコ湖北側）	(写真-2) 取水施設計画地付近の道路。路肩に導水管を敷設予定。
	
(写真-3) 取水施設計画地付近。カンボジア側による路肩の補強。	(写真-4) ワイコダム。カンボジア側によるダム下流側河床洗掘の補強。
	
(写真-5) 新設浄水場計画地。元々雑木林であったが伐採が完了している。	(写真-6) 配水管敷設予定の道路。



(写真-7) 元のハンドポンプの揚水管にモーターポンプを設置して揚水。



(写真-8) UNICEF が建設したハンドポンプ井戸にモーターポンプを設置。



(写真-9) 飲料用は、井戸水に濁りが出た時には砂フィルターを通して利用。



(写真-10) 特に雨季には水瓶に雨水を貯めて飲料用に利用。

表リスト

表 1-2-1	カンボジア国側からの要請内容（スバイリエン市分）	1-4
表 1-3-1	技術協力及び有償資金協力プロジェクトの実績（都市給水分野）	1-6
表 1-3-2	我が国の無償資金協力実績（都市給水分野）	1-6
表 1-4-1	他ドナー国・機関の援助の実績（都市給水分野）	1-7
表 2-1-1	スバイリエン水道局の業務分掌と職員数	2-1
表 2-1-2	スバイリエンの既存水道施設の概要（運用予定を含む）	2-4
表 2-1-3	スバイリエンの月間及び年間降雨量	2-5
表 2-1-4	スバイリエン州における試掘井戸諸元	2-18
表 2-1-5	既存浄水場（重力式急速ろ過）施設概要	2-21
表 2-1-6	既存浄水場（膜ろ過）施設概要	2-22
表 2-1-7	鉄及びマンガンの水質試験結果	2-23
表 2-2-1	カンボジアの絶滅危惧種	2-34
表 2-2-2	鳥類調査結果	2-36
表 2-2-3	魚類調査結果	2-38
表 2-2-4	大気質測定結果(mg/m ³)	2-40
表 2-2-5	スバイリエン井戸水水質調査結果	2-41
表 2-2-6	地下水水質調査結果（浄水場原水）	2-43
表 2-2-7	地下水水質調査結果（浄水場処理水）	2-44
表 2-2-8	水質調査結果（取水口予定地付近）	2-45
表 2-2-9	騒音・振動調査結果（dB）	2-47
表 2-2-10	スバイリエン州及び対象ディストリクトの職業従事者（%）（2010 年）	2-48
表 2-2-11	スバイリエン州用途別土地利用面積	2-49
表 2-2-12	コミュニティ別貧困世帯	2-50
表 2-2-13	スバイリエン州識字率（2008 年-2013 年）	2-50
表 2-2-14	対象地区の保健衛生状況	2-51
表 2-2-15	カンボジア環境関連法令	2-52
表 2-2-16	カンボジア環境基準等	2-52
表 2-2-17	最大許容騒音レベル dB(A)	2-53
表 2-2-18	JICA ガイドラインとカンボジア法規制の比較	2-56
表 2-2-19	代替案比較結果（事業実施有無）	2-65
表 2-2-20	代替案比較結果（水源）	2-65
表 2-2-21	スコーピング結果	2-67
表 2-2-22	調査 TOR	2-69
表 2-2-23	環境社会配慮調査結果	2-70
表 2-2-24	影響評価	2-74
表 2-2-25	影響評価に基づく緩和策（工事前）	2-77
表 2-2-26	影響評価に基づく緩和策（工事中）	2-77
表 2-2-27	影響評価に基づく緩和策（供用時）	2-79

表 2-2-28	モニタリング計画案.....	2-79
表 2-2-29	ステークホルダー協議記録.....	2-80
表 2-2-30	モニタリングフォーム案（工事中）.....	2-83
表 2-2-31	モニタリングフォーム案（供用時）.....	2-84
表 2-2-32	環境チェックリスト案.....	2-85
表 3-1-1	協力対象事業の主なコンポーネント.....	3-1
表 3-2-1	スバイリエン水道局管理区域のディストリクト及びコミュニン.....	3-7
表 3-2-2	スバイリエンにおける給水の現況（2019 年）.....	3-8
表 3-2-3	スバイリエンの既存水道施設の概要（運用予定を含む）.....	3-8
表 3-2-4	カンボジア国及びスバイリエン州の人口（センサスデータ）.....	3-9
表 3-2-5	スバイリエン水道局管理区域内の人口（Provincial Hall データ）.....	3-9
表 3-2-6	対象給水エリアの 2027 年における給水人口.....	3-10
表 3-2-7	本プロジェクト実施による水道普及率及び給水普及率.....	3-12
表 3-2-8	家庭用一人一日平均使用水量.....	3-14
表 3-2-9	用途別一日平均使用水量.....	3-15
表 3-2-10	スバイリエン水道局の無収水率の推移.....	3-16
表 3-2-11	負荷率の実績.....	3-16
表 3-2-12	水需要の実績及び予測表.....	3-17
表 3-2-13	計画給水区域の比較検討.....	3-19
表 3-2-14	基本的な計画諸元の確認その 1.....	3-20
表 3-2-15	基本的な計画諸元の確認その 2.....	3-20
表 3-2-16	取水施設の設計上の計画高.....	3-25
表 3-2-17	水平導水管取水方式と取水門付開水路取水方式の比較.....	3-26
表 3-2-18	取水ポンプの種類と特徴.....	3-27
表 3-2-19	取水ポンプの台数比較.....	3-27
表 3-2-20	取水ポンプの仕様.....	3-28
表 3-2-21	取水施設計画の内容・諸元.....	3-31
表 3-2-22	導水施設計画の内容・諸元.....	3-32
表 3-2-23	混和池の攪拌方式の比較.....	3-34
表 3-2-24	フロック形成池の攪拌方式の比較.....	3-35
表 3-2-25	沈澱池の比較.....	3-36
表 3-2-26	ろ過池ろ過流量の調節方式の比較.....	3-37
表 3-2-27	ろ過池の計画前提条件.....	3-38
表 3-2-28	ろ過池の基本仕様.....	3-39
表 3-2-29	監視制御項目.....	3-44
表 3-2-30	浄水場施設計画の内容・諸元.....	3-45
表 3-2-31	配水方式の比較.....	3-49
表 3-2-32	配水ポンプの仕様.....	3-51
表 3-2-33	河川横断等の施工方法.....	3-53
表 3-2-34	配水管設計基準.....	3-54

表 3-2-35	配水施設計画の内容・諸元	3-56
表 3-2-36	当初要請と現地調査結果の比較	3-57
表 3-2-37	既存スバイリエン浄水場における使用水質分析機材	3-57
表 3-2-38	機材調達計画	3-59
表 3-2-39	概略設計図面リスト	3-60
表 3-2-40	主要品質管理項目と管理方法	3-66
表 3-2-41	施設建設・機材調達業務とソフトコンポーネントの役割分担	3-68
表 3-2-42	スバイリエン水道局の課題と現状	3-68
表 3-2-43	各分野の活動内容	3-71
表 3-2-44	安全対策計画の内容	3-74
表 3-3-1	相手国側負担事業（入札前）	3-75
表 3-3-2	相手国側負担事業（施工中）	3-75
表 3-3-3	相手国側負担事業（供用開始後）	3-77
表 3-4-1	本プロジェクト後の運営・維持管理体制	3-85
表 3-4-2	新規浄水場運転係の交代勤務の例	3-86
表 3-4-3	要員計画	3-88
表 3-4-4	維持管理項目	3-89
表 3-5-1	カンボジア側負担費用内訳	3-91
表 3-5-2	スバイリエン水道局の損益計算書概要	3-92
表 3-5-3	スバイリエン水道局の貸借対照表概要	3-93
表 3-5-4	スバイリエン水道局の自己資本構成比率	3-94
表 3-5-5	スバイリエン水道局の流動比率	3-94
表 3-5-6	スバイリエン水道局の有収水量内訳	3-95
表 3-5-7	スバイリエン水道局の水道料金収入	3-95
表 3-5-8	スバイリエン水道局の無収水率	3-95
表 3-5-9	目標年における一日最大給水量の内訳	3-96
表 3-5-10	スバイリエン水道局の総給水量内訳と総有収水量（予測）	3-97
表 3-5-11	プロジェクト実施後の運営・維持管理費用推計	3-97
表 3-5-12	スバイリエン水道局の職員数（実績）	3-98
表 3-5-13	スバイリエン水道局の将来の職員数（計画）	3-98
表 3-5-14	想定される増加人件費（USD※1）	3-98
表 3-5-15	収支予測(現行料金)	3-99
表 3-5-16	収支予測(単年度黒字化料金)	3-100
表 3-5-17	損益収支予測(累積黒字化料金、物価上昇なし)	3-101
表 3-5-18	損益収支予測(累積黒字化料金、物価上昇あり)	3-101
表 4-1-1	定量的効果	4-4

図リスト

図 2-1-1	浄水課の人員体制	2-1
図 2-1-2	配水課の人員体制	2-2
図 2-1-3	営業課の人員体制	2-3
図 2-1-4	ワイコ川流域とワイコ川	2-5
図 2-1-5	過去 20 年間の平均降水量	2-6
図 2-1-6	過去 10 年間の平均気温	2-6
図 2-1-7	ワイコダム直下流の橋の下流側の日平均水位	2-7
図 2-1-8	HAV グラフ	2-8
図 2-1-9	ワイコ湖周辺に計画されている湖岸堤	2-9
図 2-1-10	ワイコ湖周辺の公園・護岸の標準断面図	2-10
図 2-1-11	ワイコ湖の公園・護岸の工事状況（2020 年 2 月）	2-10
図 2-1-12	メコン川流域水盆区分とスバイリエン州	2-11
図 2-1-13	スバイリエン州の地質図	2-12
図 2-1-14	スバイリエン州の地形	2-13
図 2-1-15	スバイリエン市浄水施設と 3 生産井の位置	2-14
図 2-1-16	スバイリエン市内浄水場の生産井構造図と地質柱状図（井戸 No.2）	2-15
図 2-1-17	スバイリエン市内浄水場生産井の稼働パターン	2-15
図 2-1-18	既存井戸調査の対象井戸位置図	2-16
図 2-1-19	既存浄水施設システム	2-20
図 2-1-20	既存浄水場 施設構成略図	2-20
図 2-1-21	既存浄水場（重力式急速ろ過）概況写真、（左）浄水池、（右）ろ過器、塩素注入器	2-20
図 2-1-22	既存浄水場（膜ろ過）概況写真 （左）取水施設 （中央・右）膜ろ過装置	2-21
図 2-1-23	既存配水システム概要	2-24
図 2-1-24	過去一日最大配水時の配水量トレンド	2-25
図 2-1-25	一日最大配水時の配水圧、流速	2-26
図 2-1-26	時間最大配水時（時間係数 1.30）の配水圧、流速	2-26
図 2-1-27	新設浄水場予定地 位置	2-27
図 2-2-1	対象地位置図	2-31
図 2-2-2	カンボジア保護地区	2-32
図 2-2-3	ワイコ湖保護地区（水色部分）	2-33
図 2-2-4	ワイコ湖と保護区	2-35
図 2-2-5	スバイリエンにおけるコメの作付様式（黄色：一期作地域、薄緑：多期作地域）	2-46
図 2-2-6	スバイリエン州土地利用図	2-49
図 2-2-7	EPC 承認手続き	2-54
図 2-2-8	EIA 承認手続き	2-55
図 3-2-1	スバイリエン水道局の管理区域	3-7
図 3-2-2	本プロジェクト対象給水区域	3-10
図 3-2-3	スバイリエンの管理区域及び給水区域	3-13

図 3-2-4	水需要と計画給水量.....	3-18
図 3-2-5	新規取水施設及び浄水場の位置図	3-21
図 3-2-6	ワイコ湖の北西岸の断面（東西方向）（1/2）	3-22
図 3-2-7	ワイコ湖の北西岸の断面（東西方向）及び写真（2/2）	3-22
図 3-2-8	ワイコ湖取水候補地点の地形図	3-23
図 3-2-9	ワイコ湖取水候補地点 No.2 の横断図	3-24
図 3-2-10	取水施設候補地点の状況（2019 年 12 月）	3-24
図 3-2-11	取水施設の建設候補地の状況（航空写真）	3-25
図 3-2-12	プノンペン都内の既設ポンプ施設	3-30
図 3-2-13	取水施設（案）の 3 次元パース	3-30
図 3-2-14	導水管敷設計画路線	3-32
図 3-2-15	浄水処理プロセスフロー	3-33
図 3-2-16	新設浄水場配置計画	3-40
図 3-2-17	新設浄水場水位高低図	3-41
図 3-2-18	排水・排泥処理プロセス	3-42
図 3-2-19	浄水場からの排水管路ルート	3-43
図 3-2-20	計画給水区域.....	3-46
図 3-2-21	既存給水区域と拡張給水区域における位置・水量の関係.....	3-47
図 3-2-22	既存区域と拡張区域の配水系統組替え案	3-48
図 3-2-23	計画配水管路線図.....	3-50
図 3-2-24	河川横断等位置図.....	3-52
図 3-2-25	橋梁、暗渠写真.....	3-52
図 3-2-26	配水監視のための管理区域及び流量計・圧力計の設置箇所.....	3-53
図 3-2-27	消火栓設置位置.....	3-54
図 3-2-28	配水管計画.....	3-55
図 3-2-29	ソフトコンポーネント実施工程	3-72
図 3-2-30	実施工程表.....	3-73
図 3-3-1	新設浄水場予定地.....	3-78
図 3-3-2	新設取水場予定地.....	3-78
図 3-3-3	取水許可レター（12,000m ³ /日分、2017 年 9 月）	3-79
図 3-3-4	取水承認要請レター.....	3-79
図 3-3-5	取水許可レター（11,000m ³ /日分、2021 年 7 月）	3-80
図 3-3-6	各戸接続標準図.....	3-81
図 3-3-7	EPC 同意レター	3-82
図 3-3-8	仮設ヤード及び廃棄物処分場候補地位置図	3-83
図 3-4-1	スバイリエン水道局の組織（現在）	3-87
図 3-4-2	スバイリエン水道局の組織（将来）	3-88
図 3-5-1	スバイリエン水道局の損益収支と給水量 1 m ³ あたりの総費用.....	3-93

略語表

ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
ADCP	Acoustic Doppler Current Profiler	超音波流速計
AFD	Agence Française de Développement	フランス開発庁
A/P	Authorization to Pay	支払授權書
APGR	Annual Population Growth Rate	人口増加率
ARAP	Abbreviated Resettlement Action Plan	簡約版住民移転計画
B/A	Banking Arrangement	銀行取り極め
BM	Benchmark	ベンチマーク
CDC	Council for the Development of Cambodia	カンボジア開発評議会
CMAC	Cambodia Mine Action Center	カンボジア地雷対策センター
CMDGs	Cambodia Millennium Development Goals	カンボジア国ミレニアム開発目標
CRC	Complaint Resolution Committee	苦情処理評議会
DD	Detailed Design	詳細設計
DIH	Department of Industry and Handicraft	州工業手工芸局
DIP (DCIP)	Ductile Cast Iron Pipe	ダクタイル鑄鉄管
DISTI	Department of Industry, Science, Technology and Innovation	州工業科学技術革新局
DOA	Department of Agriculture	州農業局
DOWRAM	Department of Water Resources and Meteorology	州水資源気象局
DOE	Department of Environment	州環境局
DPWS	Department of Potable Water Supply	工業・手工芸省水道部
DPWT	Department of Public Works and Transport	州公共事業局
EAC	Electricity Authority of Cambodia	カンボジア電力庁
EC	Expropriation Committee	収用評議会
EDC	Electric du Cambodia	カンボジア電力公社
EMP	Environmental Management Plan	環境管理計画
EMOP	Environmental Monitoring Plan	環境モニタリング計画
E/N	Exchange of Notes	交換公文
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
EL	Elevation	標高
EPC	Environmental Protection Contract	環境保護契約
FS (F/S)	Feasibility Study	フィージビリティ・スタディ
G/A	Grant Agreement	贈与契約
GOJ	Government of Japan	日本国政府
GPRS	General Packet Radio Service	汎用パケット無線サービス

GRET	Groupe de Recherche et d'Échanges Technologiques	フランスの NGO
HDPE	High Density Polyethylene	高密度ポリエチレン
HH	Household	世帯
HW	Headworks	頭首工
HWL	High Water Level	高水位
IBA	Important Bird Area	重要野鳥生息地
IEC	International Electrotechnical Commission	国際電気標準会議
IEE	Initial Environmental Examination	初期環境調査
IEIA	Initial Environmental Impact Assessment	初期環境影響評価
IMO	Independent Monitoring Organization	独立監視機構
IRC	Inter-ministerial Resettlement	省庁間住民移転委員会
ISO	International Organization for Standardization	国際標準化機構
IUCN	International Union for Conservation of Nature and Natural Resources	国際自然保護連合
IWRM	Integrated Water Resources Management	統合水資源管理
JEC	Japanese Electrotechnical Committee	電気規格調査会
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
JIS	Japanese Industrial Standard	日本工業規格
KBA	Key Biodiversity Area	生物多様性保全地域
KHR	Cambodia Riel	カンボジアリエル
LCC	Life-cycle Cost	ライフサイクルコスト
Lpcd (LPCD)	litre per capita day, unit water consumption per day per capita	一人一日当り給水量（給水原単位）
LWL	Low Water Level	低水位
MCM	Million Cubic Meter	100 万立方メートル
M/D	Minute of Discussion	討議議事録
MEK-WATSAN	Mekong Region Water Supply and Sanitation Initiative	メコン川流域水道・衛生改善計画
MEF	Ministry of Economic and Finance	経済財政省
MIH	Ministry of Industry and Handicraft	工業・手工芸省
MIME	Ministry of Industry, Mines and Energy	鉱工業エネルギー省
MISTI	Ministry of Industry, Science, Technology and Innovation	工業科学技術革新省
MOA	Ministry of Agriculture	農業省
MOE	Ministry of Environment	環境省
MOP	Ministry of Planning	計画省
MOWRAM	Ministry of Water Resources and Meteorology	水資源気象省
MP (M/P)	Master Plan	マスター・プラン
MPWT	Ministry of Public Works and Transport	公共事業省

MRD	Ministry of Rural Development	農村開発省
MWL	Mean Water Level	平均水位
NCDD	National Committee for Sub-National Democratic Development	民主的地方開発委員会
NPRS	National Poverty Reduction Strategy	国家貧困削減戦略
NRW	Non-Revenue Water	無収水
NSDP	National Strategic Development Plan	国家戦略開発計画
NTU	Nephelometric Turbidity Units	比濁法濁度単位
OJT	On the Job Training	現任訓練
OP	Operating Policy	業務政策
PAC	Poly-Aluminium Chloride	ポリ塩化アルミニウム
PAP	Project Affected Person / People	プロジェクトの実施により 影響を受ける人/人々
PE	Polyethylene	ポリエチレン
PIU	Project Implement Unit	プロジェクトチーム
PMO	Project Management Office	プロジェクトマネジメント オフィス
PMR	Project Monitoring Report	モニタリング報告書
PPWSA	Phnom Penh Water Supply Authority	プノンペン水道公社
PVC	Polyvinyl Chloride Pipe	硬質塩化ビニル管
RAP	Resettlement Action Plan	住民移転計画
RD	Resettlement Department	住民移転局
RGC	Royal Government of Cambodia	カンボジア国政府
ROW	Right of Way	敷設権
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition	監視制御及びデータ収集
SDGs	Sustainable Development Goals	持続可能な開発目標
SEC	Expropriation Sub Committee	副収用評議会
SEDP	Socioeconomic Development Plan	社会経済開発計画
SEZ	Special Economic Zone	経済特区
SOP	Standard Operating Procedure	標準作業手順書
SPM	Suspended Particulate Matter	浮遊粒子状物質
SUMS	Synergistic Utility Management System	総合事務管理システム
SUR	Svay Rieng	スバイリエン
S/V	Supervision	施工監理
SWWs	Svay Rieng Water Works	スバイリエン水道局
TOR	Terms of Reference	委託事項
TPW	Targeted Provincial Waterworks	公営水道局
TSP	Total Suspended Particulate	総浮遊粒子状物質
UN	United Nations	国際連合
UNESCO	United Nations Educational, Scientific, and Cultural	国連教育科学文化機関

	Organization	
UN-OCHA	United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs	国際連合人道問題調整事務所
USGS	United States Geological Survey	アメリカ地質調査所
UPS	Uninterruptible Power System	無停電電源装置
UXO	Unexploded Ordnance	不発弾
WB	World Bank	世界銀行
WTP	Water Treatment Plant	浄水場
WWs	Waterworks	水道局

単位表

Length /Thickness	:	km, m, cm, mm, μm
Weight	:	mg, g, kg, t
Time	:	second: s, sec • minute: min • hour: h, hr • day: d • year: y, yr
Pressure	:	Pa, kPa, MPa, mmAq, atm, bar
Volume	:	cm^3 , m^3 , L (L: liter), MCM
Flow Rate (volume)	:	m^3/h , m^3/min , m^3/d , L/min, mL/min
Flow Rate (mass)	:	kg/h, t/h
Density	:	kg/m^3 , g/cm^3 , mg/L
Velocity	:	cm/s, m/s, km/h
Viscosity	:	$\text{Pa} \cdot \text{s}$, $\text{mPa} \cdot \text{s}$
Area	:	mm^2 , cm^2 , m^2 , km^2 , ha
Frequency	:	Hz
Power	:	W, kW
Voltage	:	V, kV
Electric Current	:	A, mA, kA
Temperature	:	degree C , degC, $^{\circ}\text{C}$
Torque	:	$\text{N} \cdot \text{m}$
Rotation Speed	:	min-1
Force	:	N
Efficiency	:	%

第1章 プロジェクトの背景・経緯

1-1 当該セクターの現状と課題

1-1-1 現状と課題

カンボジア王国（以下カンボジア）の「国家戦略開発計画（NSDP）2019-2023」では、都市部の給水普及率を2025年までに100%とする目標を設定しており（水道普及率は90%が目標）、当国政府は地方都市の上水道施設整備を進めている。日本及び他ドナーの協力を得て浄水場施設が整備された8都市（バットアンバン、カンポット、コンポンチャム、コンポントム、プルサット、スバイリエン、シハヌークビル、シェムリアップ）の公営水道事業体を対象に、JICAは2007年から北九州市等と連携した技術協力を開始し、運転・維持管理技術及び経営能力の強化支援を進めた。その結果、一定レベルの上水道施設の運転は可能となったが、給水能力が小さいため地方都市における水道普及率はいまだ低位に留まっている。

スバイリエン市においては、管理区域¹内人口として2019年時点で約10万人を擁しているが、約2.4万人にしか水道による給水ができておらず、水道普及率は23.6%程度に留まっている（都市部の水道普及率は48.9%）。水道に接続のない住民は井戸水や天水に頼っている状況であり、そのような水は鉄臭や泥臭を帯びている。NSDPの目標である2025年までの給水普及率100%達成を目指す同市にとって、上水道施設等の拡張が喫緊の課題となっている。

1-1-2 開発計画

カンボジア政府による水道セクターに係る国家開発計画としては、以下のものが挙げられる。

上位計画

2005年以前にカンボジアでは以下の国家計画に基づき開発が進められてきた。

- 第二次社会経済開発計画（Second Five-Year Socioeconomic Development Plan 2001-2005 : SEDP II 2001-2005）
- 国家貧困削減戦略（National Poverty Reduction Strategy 2003-2005 : NPRS 2003-2005）
- 四辺形戦略（Rectangular Strategy）

その後、2006年以降の5ヶ年計画として、上述のNPRS、SEDP IIを一本化したNSDP 2006-2010が、2006年1月に閣議で了承された。NSDPは最大の目標を貧困削減と捉え、カンボジアのミレニアム開発目標（Millennium Development Goals : MDGs）であるカンボジア国ミレニアム開発目標（Cambodia Millennium Development Goals : CMDGs）の指標達成を目標とし、四辺形戦略を具現化するための戦略とされた。その後、MDGsは持続可能な開発目標（Sustainable Development Goals : SDGs）に引き継がれ、NSDP2019~2023においては7つの目標が掲げられた。

¹ 管理区域の設定は、2015年10月にMISTIのエク・ソンチャン元長官の号令の元、全国の地方水道局を対象とした区域の見直しを実施したものに準じており、水道局が給水を行うことをMISTIから認可された区域を指す。

四辺形戦略、NSDP 及び SDGs の概要を下記に示す。

四辺形戦略 (Rectangular Strategy)

2004 年 7 月 16 日の第三次政権成立後の初閣議においてフン・セン首相が表明した国家開発戦略で、戦略の四辺に①農業分野の強化、②インフラの復興と建設、③民間セクター開発と雇用創出、④能力構築と人材開発を掲げ、その中心部に「良き統治 (グッドガバナンス)」が置かれた。「良き統治」の内容として、汚職撲滅、法・司法改革、行財政改革及び国軍改革を優先課題としている。

四辺のひとつである「インフラの復興と建設」の重要項目の一つに「水資源と灌漑システム管理」があげられ、安全な水の供給、水起源の疾病の削減、食糧安全保障や経済活動等のための水分野に関する支援の提供が戦略の柱として掲げられた。

最新のものは 2018 年 9 月に第四次四辺形戦略が発表されており、ガバナンス改革の推進を中心に据え、策定後 5 年間の 4 つの柱は、「人的資源開発」のほか、「経済の多様化」、「民間セクター開発・市場開拓」及び「持続的で包摂的な開発」となっている。水道分野の政策は、四辺の一つである「人的資源開発」の中の「教育・科学・技術の質の強化」、「公衆衛生と栄養の促進」および他の四辺である「持続的で包摂的な開発」の中の「都市開発・管理の強化」や「民間セクター開発・市場開拓」の中の「雇用市場開発」等と関連を有している。

国家戦略開発計画 2019～2023 年 (National Strategic Development Plan : NSDP)

都市部における安全な水へのアクセス率を 2025 年までに 100%まで引き上げること、品質、安全性、持続可能性、および手頃な価格を確保することを目標としている。そのため、水道行政の所管官庁である工業科学技術革新省 (Ministry of Industry, Science, Technology and Innovation: MISTI) では下記項目の実施を目指している。

- 技術及び財務上の管理強化
- 国際援助における協力・調整の有効性の向上
- 政策と規制の枠組みの強化
- 都市給水部門における地方分権化と非集中化の促進
- 水源の保護と規制の施行の改善
- 人的資源の育成・改善
- 水供給の利点と関係者の理解を深め、「すべての人のための水」の実践

持続可能な開発目標 (Sustainable Development Goals : SDGs)

持続可能な開発目標 (SDGs) は、2001 年に策定されたミレニアム開発目標 (MDGs) の後継として、2015 年 9 月の国連サミットで採択された「持続可能な開発のための 2030 アジェンダ」にて記載された、2016 年から 2030 年までの国際目標である。持続可能な世界を実現するための 17 のゴール・169 のターゲットから構成され、地球上の誰一人として取り残さない (leave no one behind) ことを誓っている。

飲料水については、「目標 6. すべての人々の水と衛生の利用可能性と持続可能な管理を確保する。」で言及されている。

水供給及び衛生に関する基本方針

2003 年 2 月、カンボジア政府は水供給及び衛生に関する基本方針を発表し、「全ての国民が安全な水供給を受け、衛生施設を有し、安全で衛生的かつ環境に適応した生活環境を享受することができる」ことを目的に以下の方針を表した。

- 水供給は、地形や政治的、歴史的背景等の地域状況に応じて実施する。
- 民間企業の参画を推奨する。
- 水道料金は全ての費用を賄えるよう設定する。ただし、貧困者にも配慮したものである必要がある。
- 地方分権化のメカニズムと公共機関の独立採算制を推進する。

1-1-3 社会経済状況

カンボジア経済は、内戦終結後の 1993 年に新憲法の下で新たな政権が発足して以降、高い成長率を示している。特に、2004 年から 2007 年にかけては、農業、製造業、建設業、サービス部門がいずれも好調で、カンボジアの経済成長率は 4 年連続で 10%を超えた。リーマンショック発生翌年の 2009 年には製造業と建設業がマイナス成長に転落した影響で経済成長率は 0.1%まで急減速したものの、その後回復し、2011 年から 2019 年までは、9 年連続で 7%を超える高い伸び率となった。カンボジアの近年の景気拡大をもたらしている要因について、セクター別にみると、製造業については、欧米向けを中心とする縫製品輸出が牽引役であり、また、建設業については、コンドミニアムやリゾートなどの建設ラッシュが牽引役であり、さらに、サービス部門については、観光業・小売業の成長が牽引役である。2020 年は、COVID-19 の影響で-3.1%のマイナス成長となったが、2021 年からは再びプラス成長が見込まれ、2022 年には 5%程度まで回復することが予想されている（国際通貨基金（International Monetary Fund : IMF）の見通し。2021 年 9 月公表。）。一方、カンボジアにおける貧困層の割合は未だ高く、2004 年に 53.2%だった貧困率は、2018 年には 13.5%に大幅に改善しているものの、貧困削減はカンボジアの重要課題となっている。

1-2 無償資金協力の背景・経緯及び概要

前述の通りカンボジア地方都市では、上水道施設の拡張が課題となっていた。こうした状況の中、カンボジア政府は 2016 年 8 月にプルサット市及びスバイリエン市の給水サービス向上を目的とした無償資金協力事業である「プルサット及びスバイリエンにおける地方上水道拡張計画」の要請を行った。要請内容（スバイリエン市分）の概要は表 1-2-1 に示す通りである。

表 1-2-1 カンボジア国側からの要請内容（スバイリエン市分）

区分		要請内容
施設建設	水源地整備	地下水(もしくはワイコ湖)*1
	取水施設	取水ポンプ場または井戸一式
	原水導水	導水管一式
	浄水場	面積 約 1ha
		浄水能力 11,000m ³ /日
		処理 酸化池・凝集沈殿・急速濾過
	送水管及び高架水槽	送水管及び高架水槽一式
	配水管網拡張	延長 60km
機材調達	配水管理システム	配水流量監視設備 一式
	水質管理機器	原子吸光高度計・蒸留装置、顕微鏡、試薬類、ガラス器具、濁度計、pH計、UPS等
	電気機械設備用工具	電源テスター、検電器、振動計測器、トルクレンチ、ハンディ流量計、濾過砂テスター、絶縁チェッカー等
	配水管理用機材	漏水探知機、配管探知機、配管布設機材、管網情報システム等
その他		詳細設計、施工監理、ソフトコンポーネント

注：*1 要請書では地下水を水源とする旨記載されていたが、調査開始後、カンボジア側からワイコ湖の表流水利用の可能性検討を優先して欲しいとの要望があり、本協力準備調査ではワイコ湖からの表流水利用を念頭に調査を開始した。

出典：Application Form for Grant Aid from Japan, 26th June 2017, Department of Potable Water Supply, MISTI

それに基づき、協力準備調査の実施が決定し、JICA 調査団は、事業規模の妥当性を検討した上で無償資金協力として適切な概略設計を行い、事業計画を策定し、概略事業費を積算することを目的とする本協力準備調査を実施した。

2017 年 5 月から 9 月にかけて現地調査を行った結果、スバイリエン市については、当初要請で想定されていた表流水（ワイコダムに支えられた貯水池）水源について、ダム堤体の構造的脆弱性に懸念があることが判明し、水源を地下水に変更して追加調査を行う必要性が生じた。このためプルサット市とは調査を切り分け、「スバイリエンにおける上水道拡張計画」（以下、本プロジェクトという）として調査を実施することとなった（プルサット市は「プルサット上水道拡張計画」として、2019 年 12 月に交換公文 (E/N) 締結済）。その後、独立行政法人水資源機構によってワイコダムの健全性に関する詳細調査（「水資源分野における我が国事業者の海外展開活性化に向けた協議会」2018 年 8 月）が行われた。調査の結果、ワイコダムの補修はコンクリートの増打ちや下流護床の先掘対策程度で対応可能であり、カンボジア側の技術で十分実施可能であるため、ワイコダムの緊急を要する改築の必要性はなく、適切な補修、維持管理が行われれば問題がないと結論づけられた。この結果に伴い、カンボジア側が適切なダムの維持管理を行っていくという了解の元 2019 年 11 月から現地調査を再開し、第一次現地調査結果のアップデートを実施した。2020 年 2 月に第二次現地調査を実施し、実施機関である工業手工芸省（当時）（Ministry of Industry and Handicrafts : MIH）とプロジェクトスコープについて合意する予定であったが、他無償事業予

算との関係から現地調査中に本プロジェクトの一時中断が決まり、プロジェクトスコープの合意については見送られた。一方、目標年 2027 年、都市部 9 割への給水を政策とすること等については合意した。その後、アジア開発銀行 (ADB) の融資にてスバイリエン市の郊外向けに浄水能力 9,000m³/日の浄水場とともに、取水施設：11,000m³/日、導送配水管：31km が建設されることが判明したため、2020 年 12 月に MISTI (2020 年 4 月頃に MIH から改名) に事実確認を行い、ADB 建設分は、JICA 実施予定地域とは重複しないことを確認するとともに、ADB 建設分の稼働後においても JICA 実施予定の施設が優先的に運用されることを確認した。更に、本プロジェクトの基本スコープ及びカンボジア側の負担事項に関して合意を得た。以上の経緯を含めた本協力準備調査における協議の結果、ワイコ湖から取水をし、国道 1 号線沿いの北側に新規取水施設を建設、新たに土地を購入して新規浄水場建設を行い、導水施設・送配水施設も含めた上水道施設の拡張のほか、水質管理機器等の機材調達及びソフトコンポーネントについてプロジェクトコンポーネントとすることで合意した。

1-3 我が国の援助動向

我が国によるカンボジアに対する過去の都市水道分野に関連する援助を表 1-3-1 及び表 1-3-2 に示す。

表 1-3-1 技術協力及び有償資金協力プロジェクトの実績（都市給水分野）

協力内容	実施年度	案件名/その他	概要
技術協力プロジェクト	2003～2006	水道事業人材育成プロジェクト	プノンペン市水道公社における水道施設の運転・維持管理能力の向上、上水道分野の人材育成体制の改善
	2007～2011	水道事業人材育成プロジェクト・フェーズ2	8州都の地方公営水道局における水供給施設の運転・維持管理能力の向上
	2012～2018	水道事業人材育成プロジェクト・フェーズ3	対象地方公営水道局における持続的かつ安定した経営による水道サービス向上
開発計画調査型技術協力プロジェクト（旧開発調査）	1992～1993 年度	プノンペン市上水道整備計画	プノンペン市の上水道マスタープラン及び既存施設の緊急改修計画の策定
	1996～2000 年度	シェムリアップ市上水道整備計画調査	シェムリアップ市の上水道マスタープランの策定及び優先プロジェクトのフィージビリティ調査の実施
	2004～2005 年度	プノンペン市上水道整備計画（フェーズ2）	プノンペン市及びカンダール都市部における上水道マスタープランの策定及び優先プロジェクトのフィージビリティ調査の実施
	2009～2011 年度	シェムリアップ市上水道拡張整備事業準備調査	上水道施設の拡張に係る新規水源及び取水方式の選定、施設整備計画の策定及びフィージビリティ調査、地下水使用の現状評価の実施
有償資金協力	2008～2013	ニロート上水道整備事業（借款契約額：35.1 億円）	浄水場（生産能力 130,000m ³ /日）の建設、処理水管の建設、汚水管の建設
	2011～2020	シェムリアップ市上水道拡張事業（借款契約額：71.6 億円）	上水道設備の拡張（トンレサップ湖を水源とする取水場・導水管建設、浄水場・配水管の建設）及び人材育成・組織強化の支援
	2021～2023	シェムリアップ市上水道拡張事業（第2期）（借款契約額：63.4 億円）	上水道設備の拡張（トンレサップ湖を水源とする取水場・導水管建設、浄水場・配水管の建設）及び人材育成・組織強化の支援

表 1-3-2 我が国の無償資金協力実績（都市給水分野）

（単位：億円）

実施年度	案件名	供与限度額	概要
1993～1994	プノンペン市上水道整備計画	17.71	プンプレック浄水場の改修と一部配水施設を整備
1997～1999	第2次プノンペン市上水道整備計画	21.12	漏水量の削減を目的とする配水管更新と給水区域拡張を目的とする配水管新設
2000～2003	プンプレック浄水場拡充計画	0.60 25.80	詳細設計 プンプレック浄水場の拡張と一部の老朽化した施設の改修
2004～2005	シェムリアップ市上水道整備計画	15.37	シェムリアップ市の浄水施設、配水管網の建設と既存配水管の改修
2010～2013	地方州都における配水管改修及び拡張計画	27.60	プルサット、シハヌークビル、バットンバン各州都における配水管網の更新・拡張
2013～2016	コンポンチャム及びバットンバン市上水道拡張	33.55	コンポンチャム市及びバットンバン市における上水道施設の拡張

実施 年度	案件名	供与 限度額	概要
	計画		
2016～2018	カンポット上水道拡張計画	29.85	カンポット市における上水道施設の拡張
2019～2023	コンポントム上水道拡張計画	32.71	コンポントム市における上水道施設の拡張
2019～2024	プルサット上水道拡張計画	24.05	プルサット市における上水道施設の拡張
2020～2025	タクマウ上水道拡張計画	34.21	タクマウ市における上水道施設の拡張

1-4 他ドナーの援助動向

都市水道分野における国際機関や他ドナーの援助による関連するプロジェクトを表 1-4-1 に示す。

表 1-4-1 他ドナー国・機関の援助の実績（都市給水分野）

（単位：千米ドル）

実施 年度	機関名	案件名	金額	援助 形態	概要
2000～2006	アジア開発銀行	地方州都 6 都市水道施設改修事業	16,360	有償	バットアンバン、カンポット、コンボンチャム、コンポントム、プルサット、スバイリエンにおける水道施設改修
2003～2008	フランス開発機構	プノンペン市郊外水道整備事業	5,068	無償	プノンペン市郊外への配水管網の拡張
2003～2008	世界銀行	地方都市水道衛生改善事業	19,900	有償	地方 18 都市及びプノンペン市周辺 5 都市の水道衛生施設の整備
2007～2010	フランス開発機構	プノンペン市郊外水道整備事業	14,064	借款	チュルイチャンワール浄水場の拡張
2009～2013	フランス開発機構	ニロート上水道整備	20,272	借款	取水場、導水施設の建設。JICA との協調融資
2019～2024	アジア開発銀行	地方州都 8 都市水道施設改修事業	4,390	無償	バンテイメンチェイ、バットアンバン、コンボンチャム、コンボンスパー、コンポントム、カンポット、プルサット、シェムリアップにおける水道施設改修
			44,610	有償	
2014～2022	アジア開発銀行	都市給水プロジェクト	34,000	有償	ストウントレン、シェムリアップ、コンボンチャム、スバイリエンの都市給水、施設の拡張及び改修

上記に加え、国際連合人間居住計画（United Nations Human Settlements Programme : UN-Habitat）による以下のメコン河流域水道・衛生改善計画（Mekong Region Water Supply and Sanitation Initiative : MEK-WATSAN）の事業が実施されてきた。この事業は、メコン河流域に居住する貧困層を対象とした水供給衛生改善を目的としている。

- MEK-WATSAN for Pursat, Kampong Cham, Kampong Thom and Svay Rieng (2010-2013)
- MEK-WATSAN for Svay Rieng (2016)

第2章 プロジェクトを取り巻く状況

2-1 プロジェクトの実施体制

2-1-1 組織・人員

現在のスバイリエン水道局（Svay Rieng Waterworks : SWWs）の職員は局長及び3名の副局長を含め34名、総務課、経理・財務課、営業課、浄水課、配水課の5課で構成されている。この職員数には、2020年以降にADBプロジェクトのために増員された4名を含んでいる。また、配水課は課長が欠員であり、職員定数は35名である。表2-1-1にSWWsの業務分掌と職員数を示す。

表 2-1-1 スバイリエン水道局の業務分掌と職員数

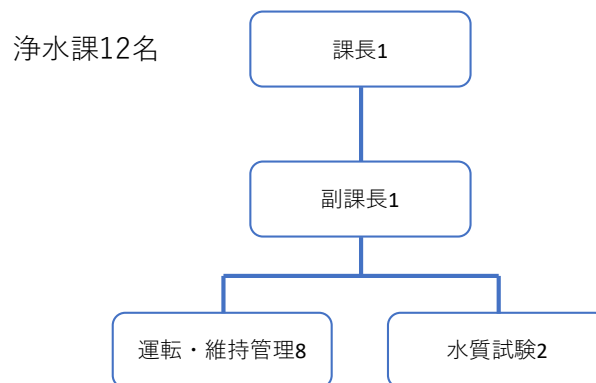
	業務分掌	職員数
局長	局総括管理	1
副局長	総務課を所管	1
副局長	経理・財務課を所管	1
副局長	技術総括 営業課、浄水課、配水課を所管	1
総務課	総務、人事管理、計画管理	2
経理・財務課	経理、財務	4
営業課	顧客管理、検針、給水接続	8
浄水課	浄水場運転・維持管理、水質試験	12
配水課	漏水調査及び修繕、管網管理、管路拡張、更新	5(4)*
計		35(34)

注：*) 括弧内の数値は、欠員による実際の職員数を示す。
出典：SWWs

以下、浄水課、配水課、営業課の運営・維持管理体制について記述する。

a) 浄水課

既存浄水場の運転維持管理を担当している浄水課の人員体制は図2-1-1のとおりである。



出典：SWWs

図 2-1-1 浄水課の人員体制

24 時間稼働する浄水場の運転維持管理は、水質試験担当の 2 名を除き、基本的に課長、副課長を含めた職員で行っている。

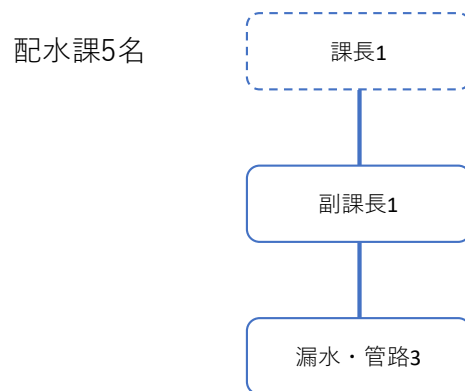
浄水場の運転業務は交替制で、平日、土日ともに、日中は午前 1 名、午後 1 名、夜間は 2 名の体制である。取水場も同様の人数での交替制となっている。なお、夜間の運転業務に応援として別の課の男性職員が勤務することもある。

維持管理業務のうち施設及び設備の点検は、日毎、月毎、年単位で実施されている。運転業務及び点検は、技術協力プロジェクト「水道事業人材育成プロジェクト」の支援で作成された標準作業手順書（Standard Operating Procedure: SOP）に基づいて実施されている。

水質試験は、担当者 2 名が日勤で実施している。水質試験担当者は残留塩素濃度確認のために、給水栓末端での採水業務も行う。

b) 配水課

配水課の主な業務は、漏水調査・修繕、管網管理、管路拡張・更新である。配水課の人員体制は図 2-1-2 のとおりである。



出典：SWWs

図 2-1-2 配水課の人員体制

現在、課長が欠員となっているが、配水課の定数は 5 名である。

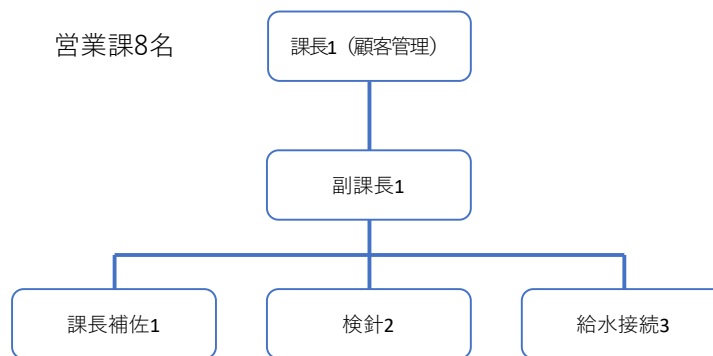
漏水調査では、音聴棒と埋設管探知器を使用し、調査を実施している。必要に応じて夜間のステップテストを実施しながら、夜間最小流量の把握にも努めており 2019 年は 5 件の漏水を発見している。過去に断水を伴うような大規模な漏水は発生していない。給水管からの漏水箇所の修繕については、営業課の給水接続工事を担当している職員が行う。

また、約 20 箇所ある排水弁によって月に 2 回程度洗管を実施しており、さらに水道水質について苦情がある場合にも、洗管作業を実施している。

管路の拡張・更新工事は、管の接合作業を直営で、掘削等その他の作業は外部人材を使って実施している。

c) 営業課

営業課は顧客管理、検針、給水装置を所掌している。営業課の人員体制は次頁に示す図 2-1-3 のとおりである。



出典：SWWs

図 2-1-3 営業課の人員体制

顧客情報は、「水道事業人材育成プロジェクト（フェーズ3）」で導入した Synergistic Utility Management System: SUMS システムを使用して課長の下で管理されている。

毎月の水道メータの検針については、2019 年時点で約 4,700 戸ある全ての水道メータを、2 名の検針員が担当している。通常、午前中にメータ検針、午後から請求書を作成し各戸に配布している。

給水接続工事では、メータの設置及び配管工事を水道局の直営で実施、掘削等その他の作業は外部人材を使って実施している。以前は、多い時に月 50 件程度あった接続件数が、2019 年には月平均で 23 件程度まで減少している。

2-1-2 財政・予算

財務・予算については、「3-5-2 運営・維持管理費」の節の、「3-5-2-1 財務状況分析」を参照。

2-1-3 技術水準

スパイリエン水道局は、「水道事業人材育成プロジェクト（フェーズ2）」（2007～2012 年）及びフェーズ3（2012～2018 年）の対象事業体である。2007 年から 2012 年にかけての 5 年間は、浄水場の運転維持管理、水質試験、配水施設維持管理等に係る技術移転、2012 年からは経営改善に係る技術移転が実施されてきた。

既存浄水場は地下水を原水として利用しており、鉄やマンガンを多く含むため、塩素を注入後に砂の層を通過させて処理している。本プロジェクトで採用を予定している浄水処理方式は急速ろ過方式で、既存浄水場の処理方式と異なるため、現職員は凝集沈殿、急速ろ過についての知識・経験を持っていない。

既存の浄水施設の点検整備は計画的に実施され、「水道事業人材育成プロジェクト」で導入したチェックシートや SOP が活用されている。しかし、施設を定められた手順で適切に運転、維持管理することはできるものの、設備が故障した場合に故障箇所を特定できないなど、維持管理についての技術は不足している。

水質試験は、通常測定している濁度、pH、残留塩素の測定などは適切に実施できている。しかし、既存浄水場で実施することがないジャーテストについては技術がなく、急速ろ過方式の浄水場において必須となる凝集剤の注入量を決定することはできない。生物試験についても、装置はあるが職員は試験、分析を実施したことがない。

配水施設の維持管理は、これまでの「水道事業人材育成プロジェクト」で指導された漏水調査や工事記録作成等の技術が活用されている。一方で、本プロジェクトで採用を予定している配水監視システムは既存浄水場に導入されていないため、現在は浄水場内のメータを読み、総配水流量の記録だけを行っている。従って、本プロジェクトを通じて整備される新たなシステムを活用しながら、配水流量監視、流量データの分析及びそれに基づく配水施設の維持管理を行っていく必要がある。

給水接続工事については、掘削は手掘り、給水装置の配管材料はポリエチレン製で、接続にはカップリング継ぎ手を用いているため、接続に特別な器具を必要としない。職員は作業に慣れているが、チェックリストなどを活用した施工の品質管理は行われておらず、今後急増する給水接続工事の品質を確保するためには改善されることが望ましい。

全体的にみると、既存施設の運転維持管理について改善すべき点があるものの、概ね計画的かつ良好に実施され業務記録も整理されている。一方、職員のうち工学系の高等教育を修了した者はわずかであり、各職員が必ずしも自分の職務に関する高度な専門的知識を有しているわけではない。

2-1-4 既存施設・機材

2022 年 1 月現在における既存施設の概要は、表 2-1-2 に示すとおりである。

表 2-1-2 スバイリエンの既存水道施設の概要（運用予定を含む）

種 別	内 容	
	2019 年 10 月時点	2022 年中頃から運用予定 (ADB による拡張)
水源・取水地点	地下水 3 井戸	ワイコ湖
取・導水施設	取水ポンプ 15kW×3 台、導水管 1.3km	取水容量：11,000m ³ /日、導水管 63m
浄水施設	酸化、重力式急速ろ過方式 浄水能力 4,560m ³ /日（2020 年に 2,000m ³ /日分拡張：中国企業が新たに 導入した膜ろ過施設）、計 6,560m ³ /日	急速ろ過方式 浄水能力 9,000m ³ /日
配水施設	地上式配水池 1,000m ³ ・高架水槽 350m ³ 配水ポンプ 30kW×3 台	
	配水管 φ250～φ20 x 65km（DIP、 HDPE）	配水管：30.6km

出典：SWWs、JICA 調査団

2-1-4-1 取水施設

(1) 表流水源の確認

1) ワイコ湖及びワイコ川

ワイコ (Vay Kor) 川はカンボジア国内のメコンデルタ南東のスバイリエンを北側から南側に通過する河川である。スバイリエンより上流側の流域面積は約 1500km²、河川延長は約 60km である。スバイリエン市の南端にはワイコダムがあり、これはワイコ川を堰き止めて造られた人口貯水池で、長さ約 20km、深さ 3～7m、総貯水容量約 30MCM（3000 万 m³）を有する。



出典：JICA 調査団

図 2-1-4 ワイコ川流域とワイコ川

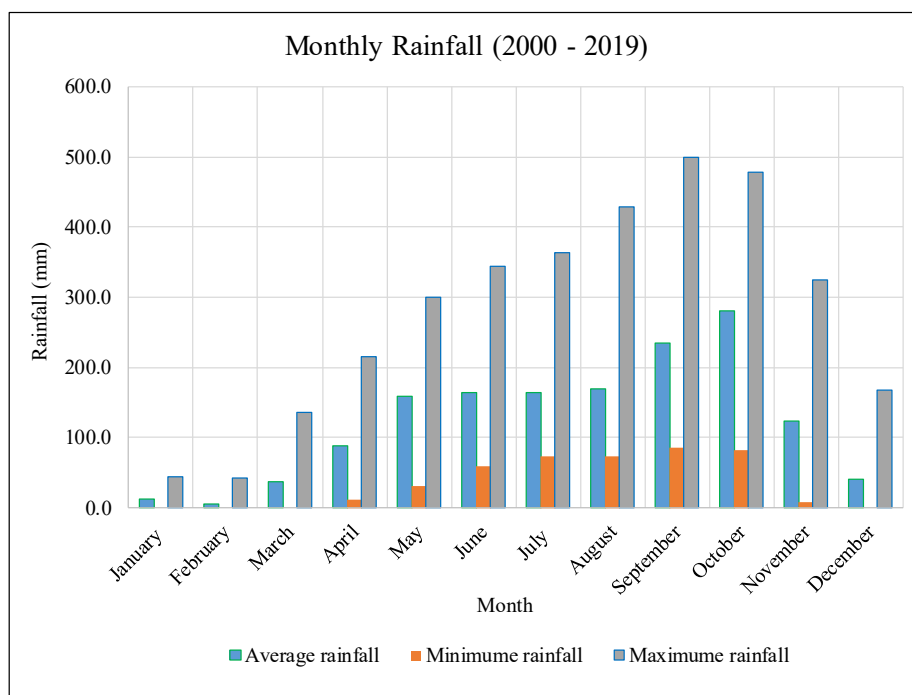
2) 気象及び降雨の状況

スバイリエンの過去 20 年間の降雨量を表 2-1-3 に示す。年間平均降雨量は約 1480mm、乾期（11 月～4 月）の月間降雨量は約 310mm である。2015～2016 年にかけての乾期 6 ヶ月の総降雨量は 81.8mm と最小値を記録しており、この年は 20 年に 1 度の渇水年であったと推定される。

表 2-1-3 スバイリエンの月間及び年間降雨量

Year	January	February	March	April	May	June	July	August	September	October	November	December	Total	Nov. to Apr
2000	0.0	0.0	18.0	125.0	164.0	222.0	99.0	111.0	86.0	191.0	111.0	20.0	1,147.0	
2001	24.0	0.0	136.0	106.0	142.0	222.0	150.0	153.0	244.0	370.0	38.0	42.0	1,627.0	397.0
2002	0.0	0.0	0.0	119.0	50.0	198.0	151.0	130.0	240.0	244.0	302.0	158.0	1,592.0	199.0
2003	0.0	0.0	2.0	22.0	300.0	187.0	364.0	99.0	267.0	297.0	70.0	0.0	1,608.0	484.0
2004	2.0	0.0	8.0	93.0	204.0	114.0	144.0	203.0	329.0	244.0	216.0	0.0	1,557.0	173.0
2005	0.0	0.0	0.0	11.0	32.0	232.0	111.0	97.0	251.0	478.0	324.0	168.0	1,704.0	227.0
2006	7.0	10.0	55.0	161.0	206.0	264.0	199.0	185.0	250.0	424.0	22.0	9.0	1,792.0	725.0
2007	32.0	0.0	50.0	92.0	189.0	74.0	242.0	249.0	260.0	388.0	122.0	5.0	1,703.0	205.0
2008	45.0	43.0	135.0	215.0	266.0	228.0	145.0	129.0	243.0	416.0	184.0	121.0	2,170.0	565.0
2009	0.0	26.3	118.0	147.8	288.3	60.2	159.4	185.5	285.7	178.0	9.0	17.4	1,475.6	597.1
2010	20.7	0.0	11.5	98.4	126.6	239.0	299.0	284.9	209.1	449.7	241.3	0.0	1,980.2	157.0
2011	3.9	1.2	92.3	94.6	245.5	170.1	103.0	248.2	251.2	378.6	252.3	0.0	1,840.9	433.3
2012	29.9	0.8	18.4	82.0	220.0	144.9	73.4	164.3	499.1	399.5	98.3	0.0	1,730.6	383.4
2013	1.9	6.8	16.0	65.5	125.5	96.8	111.3	107.7	97.5	100.7	62.1	5.4	797.0	188.4
2014	1.7	2.4	15.9	90.7	93.1	98.9	114.7	96.5	105.3	141.4	43.5	26.6	830.7	178.2
2015	3.5	0.7	6.0	68.2	108.2	91.5	88.5	128.5	144.3	82.2	38.9	14.8	775.2	148.5
2016	1.6	0.5	0.1	25.8	67.5	105.3	90.8	73.7	117.0	147.3	51.1	67.3	748.3	81.8
2017	26.0	14.3	17.7	63.5	131.8	97.1	132.0	164.2	158.3	148.4	71.7	29.6	1,054.6	240.1
2018	29.8	1.6	9.3	39.8	71.5	109.0	172.2	162.6	197.4	313.9	110.8	100.6	1,318.5	181.8
2019	27.3	0.2	23.2	59.1	141.6	343.9	331.7	429.8	452.1	230.9	121.0		2,160.8	321.2
Average	12.8	5.4	36.6	89.0	158.6	164.9	164.0	170.1	234.3	281.1	124.4	41.3	1,480.6	309.8
Minimum	0.0	0.0	0.0	11.0	32.0	60.2	73.4	73.7	86.0	82.2	9.0	0.0		
Maximum	45.0	43.0	136.0	215.0	300.0	343.9	364.0	429.8	499.1	478.0	324.0	168.0		

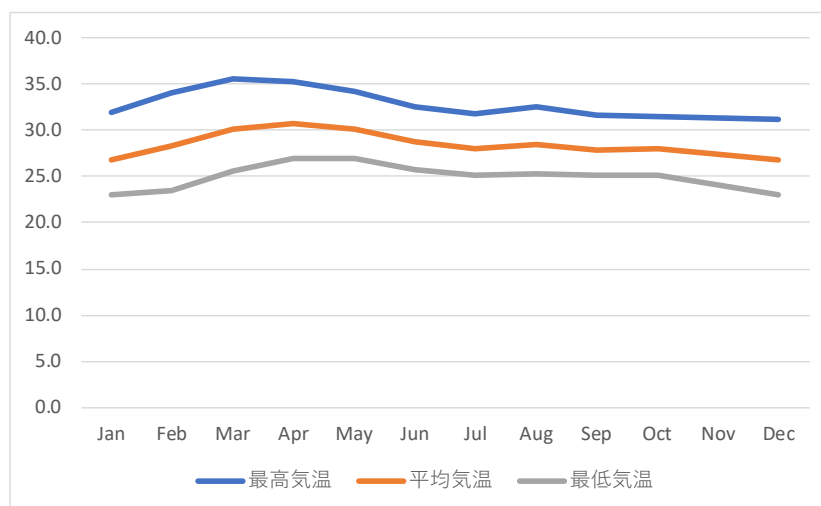
出典：Institute of Technology of Cambodia



出典：Institute of Technology of Cambodia

図 2-1-5 過去 20 年間の平均降水量

2009 年から 2019 年までの過去 10 年間の月別平均気温を次図に示す。カンボジアは熱帯モンスーン気候に属しており、年間通して高温な気候となっている。特に乾期の 2 月から 4 月が一年のうちで最も暑い時期に相当する。



出典：Institute of Technology of Cambodia

図 2-1-6 過去 10 年間の平均気温

3) ワイコ川及びワイコ湖の水位状況

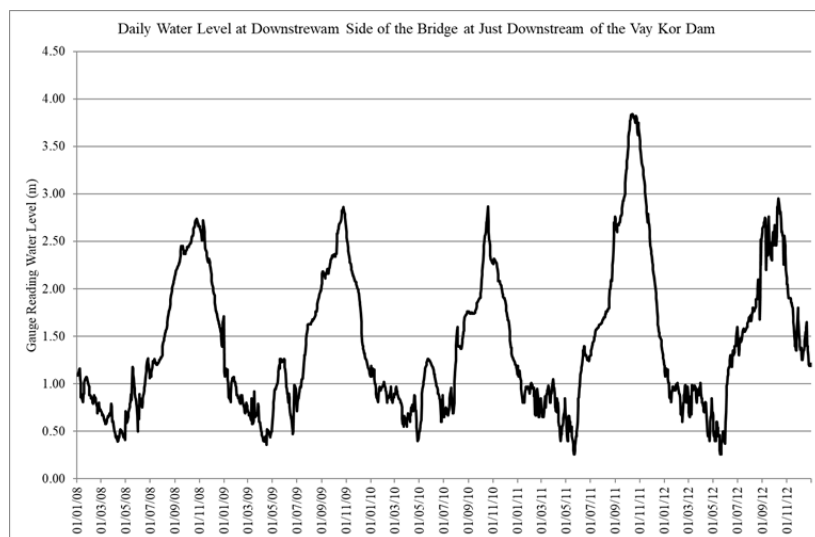
水資源気象省（Ministry of Water Resources and Meteorology : MOWRAM）では、ワイコ湖内の水位観測は行われていない。ただし、ワイコ川の水位については、ワイコダムが 2007 年に完成する以前から、ワイコダム直下流の簡易橋（Berry 橋）の下流側で観測されてきており、現在も同橋の下流側で水位標による水位観測が続けられている。同橋の下流側の最高水位は

EL.+3.84m（2011 年 10 月 13 日～14 日）である。この時の最高水位と橋梁上部との水位差やダムの越流水深を考慮すると、最高水位は EL.+4.00m を超えていた可能性があると推測する。

2011 年の洪水時における同橋の上下流の水位差を 20cm と仮定し、マニング式の粗度係数を 0.04 として計算すると、橋の通過流量は 243m³/秒、流速は 1.26m/秒と推定される。

上記の条件下では、橋の下流側と上流側の水位はそれぞれ EL.+3.84m 及び EL.+4.04m、ダムの越流水深は 1.02m と計算され（厚みの薄い堰の越流量の式）、ダム天端標高 (EL.+3.33) から、湖の最高水位は EL.+ 4.35m 程度と推定できる。

なお、橋の前後の水位差 20cm 程度は、氾濫源を横断する他の道路橋梁でも見られる水位差であり、特殊なケースとは言えない。



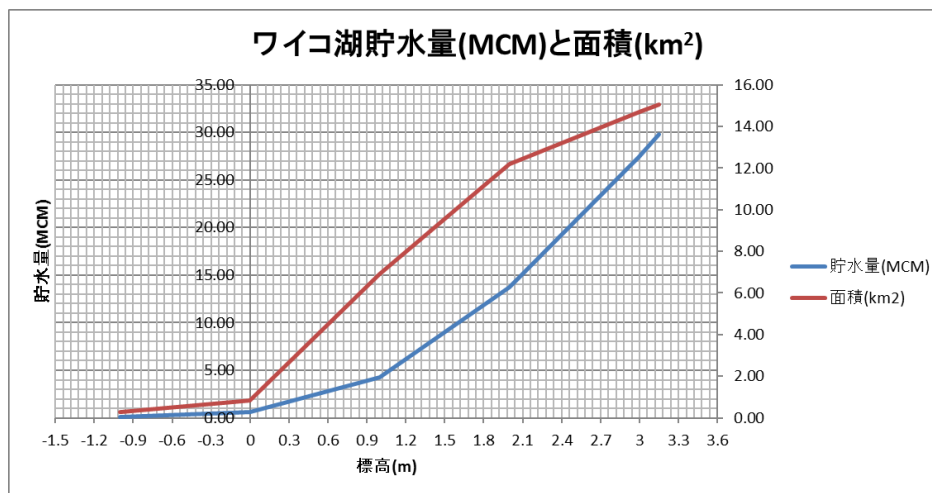
出典：MOWRAM

図 2-1-7 ワイコダム直下流の橋の下流側の日平均水位

4) ワイコ湖の貯水容量

調査団は、再委託にて 2017 年にワイコ湖の横断面測量を実施している。これは、ワイコ湖の縦断方向 1km 間隔で横断面を設定し、湖面水位と水深を記録したものである。この結果から得られた「水深-水面積-貯水容量 (H-A-V 曲線)」は以下のとおりである。なお、湖底に堆積した土砂の上から測量しているため、V 値は有効貯水容量に相当すると考えられる。

ワイコダム越流部の天端標高は EL.+3.30m であるため、H-A-V カーブより水位 EL.+3.33m の貯水容量を約 30MCM (3000 万 m³) と推定できる。州水資源気象局 (Department of Water Resources and Meteorology : DOWRAM) によれば、近年の厳しい渇水年と言われる 2015 年における湖の最低水位は 2.15m であり、その際の最小貯水量は H-V 曲線より約 15.5MCM (1550 万 m³) と推定できる。



出典：JICA 調査団

図 2-1-8 HAV グラフ

5) ワイコ湖からの水利用状況

現在、ワイコ湖からは灌漑用水が取水されている。既存の灌漑エリアは 5,500ha であるが、灌漑システムの整備が不十分なため、乾期は灌漑エリア全体の 3 分の 1 のみに給水しているとのことである（DOWRAM の情報）。

灌漑時期は 1 月～3 月の 3 ヶ月で、その水量の原単位は 10,000～12,000m³/ha である（DOWRAM の情報）。仮に将来、5,500ha の 3 分の 2 に灌漑用水が供給された場合は、灌漑用水量は 36～44MCM（3666～4400 万 m³）となり、ワイコ湖の推定有効貯水容量の 30MCM を上回ることになる。このため、カンボジア側がワイコ湖の水資源量に対する適切な水利用の管理を行うことが重要となる。

6) 水量から見たワイコ湖からの上水取水の可能性

ワイコ湖からの新規上水用の取水量については、MOWRAM が 7,500m³/日から 12,000m³/日の取水を 2017 年 9 月に承認しており、この水量は乾期の 6 ヶ月間で最大 2.3MCM 程度に相当する。更に現在 ADB により建設中の浄水場運用開始後（2022 年中頃予定）には、取水量は 21,000m³/日弱となり、3.8MCM に相当する水量となる見込みである。DOWRAM の観測による渇水年の 2015 年の乾期の湖の残水量は約 15.5MCM であったことがわかっている。また、調査団が 2020 年 7 月に確認した最低水位 1.6m の貯水容量は約 10MCM である。以上より、現在の灌漑用水量が維持される限り、上水用の取水量 3.8MCM は確保することができる。

7) ワイコダムの将来計画

a) 計画概要

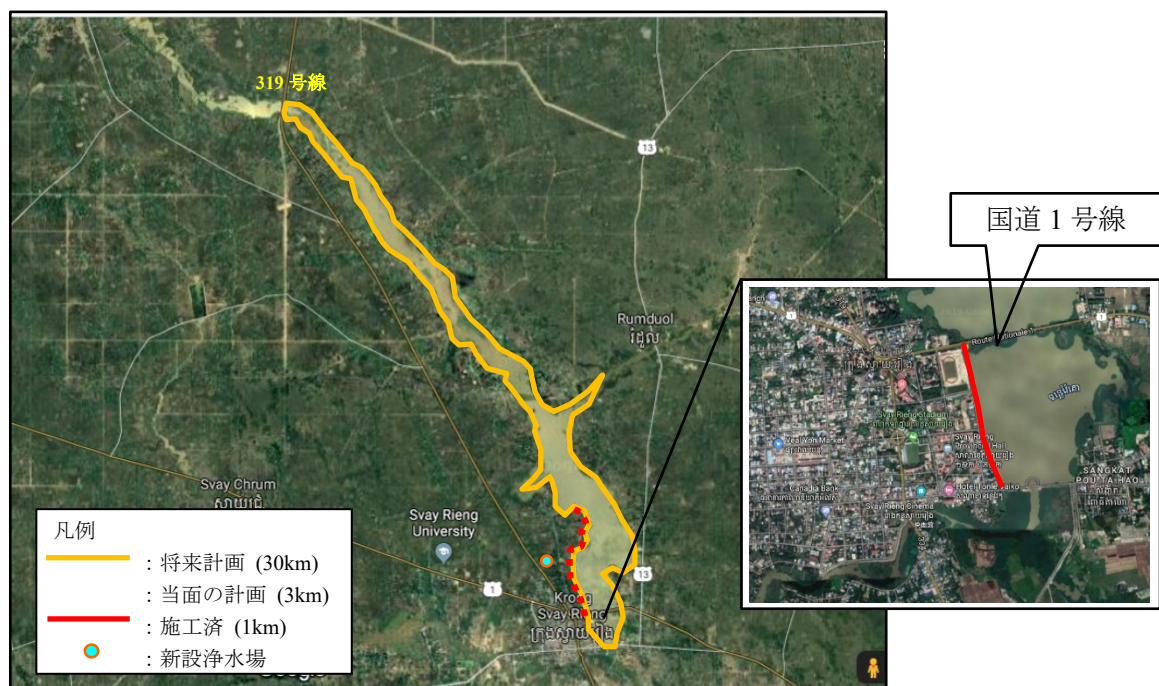
DOWRAM によると、県道 319 号線よりも上流で 2 つの貯水池（ダム湖、合計容量 3～5MCM）の建設、ワイコダムの下流でも 1 つの貯水池の建設が計画されている。さらに、将来的に現在のワイコダムの位置から県道 319 号線までの湖の周囲全体約 30km を湖岸堤で嵩上げして、灌漑用水量を増やす予定としている。

また、県道 319 号線の近傍には、現在のワイコダムと同様の形状のダムが存在し、県道 319 号線から上流域においても湖岸堤を建設する予定とのことであるが、この上流域の湖岸堤に関

する計画策定はまだ進んでいない。現在、湖岸堤構築の用地確保のため、Provincial Hall は順次土地収用を進めている。このように、湖岸堤の構築や既存ダム（堰）の嵩上げなどにより、将来的に 16,000ha の農地への灌漑を目標としている（図 2-1-9 参照）。

しかしながら、整備予算を持っている Provincial Hall によると、国道 1 号より下流側の公園・護岸整備が優先され、ワイコ湖全体の堤防嵩上げ工事の完了時期、及びワイコダム本体の嵩上げ計画の時期については未定である。

ワイコ湖整備事業は、周囲の湖岸堤を構築し、その後にワイコダム本体の嵩上げ工事という順序となるため、当面の間、ワイコダムの水位が現状の高水位 HWL よりも上昇する状況は考え難い。また、湖岸堤を嵩上げする場合でも、国道 1 号線の道路高を上回ることはないとの MOWRAM の考えがあり、取水施設設計の際は、この点に留意する。



出典：Google Earth を基に JICA 調査団

図 2-1-9 ワイコ湖周辺に計画されている湖岸堤

b) 国道 1 号線下流側（南側）

既に、国道 1 号から下流右岸においては、DOWRAM から事業を引き継いだ Provincial Hall の予算を活用して、湖岸公園と護岸の工事が進んでいる。この工事の標準断面を図 2-1-10 に、工事状況を図 2-1-11 に示す。

同工事は、基本的に湖岸の有効利用（公園化）に重点を置いた整備であり、堤防の嵩上げは計画されておらず、護岸の天端高についても現況道路高に見合ったレベルに留まる。なお、国道 1 号線沿いの新規取水施設の建設予定地付近では、この湖岸整備に伴い、道路幅を南側に 2m 程度拡幅する計画がある。

c) 国道 1 号線上流側（北側）

上記のとおり、湖岸堤の整備時期は未定である。



出典：Provincial Hall

図 2-1-10 ワイコ湖周辺の公園・護岸の標準断面図



出典：JICA 調査団

図 2-1-11 ワイコ湖の公園・護岸の工事状況（2020年2月）

8) 道路の拡張計画について

上述したとおり、新規取水地点周辺では、高速道路の新設及び国道1号線改修の計画がある。両者とも、現状で取水施設の設計に影響を与えるものではないが、計画にあたっては、取水地点の場所が確定後、取水施設のレイアウトをカンボジア側関係者に共有し、所要の手続きにて承認を得る必要がある。以下に道路改修計画の概要を示す。

a) 高速道路の新設計画

ワイコ湖近郊では、国道1号線の北側約3kmに、Phnom Penh ～Bavet 高速道路の計画が存在する。この計画については現在公共事業省 (Ministry of Public Works and Transport : MPWT) で検討中であるが、国道1号とは全くの別ルートとなるため、取水への影響はない。

b) 国道 1 号の拡幅計画

州公共事業局 (Department of Public Works and Transports : DPWT) によると国道の ROW は片側 30m、両側 60m であるが、現況の国道 1 号は全幅 11m となっており、道路拡幅の希望を持っている。現在の 2 車線から 4 車線化への拡幅に近い将来行われるとの情報があるため、取水施設 (ポンプ室) 位置は、車道拡幅の影響のない場所にする必要がある。

(2) 地下水および既存取水

1) 地形・地質及び水理地質概要

a) 地形・水質

スバイリエン州は、図 2-1-12 に示されるようにメコン川下流域 (Lower Mekong Basin) のすぐ外側に位置し、南部ベトナムに広がるメコン川氾濫原の一部を成す地域である。

図 2-1-14 の様に、スバイリエン州の大半は標高 10m 以下の低平地が広がっており、州の北部に一部標高が 20m 前後の高まりが分布するのみである。

この地形の違いは、図 2-1-13 示すその地質と整合しており、北部の高まりは古期沖積層の分布域で、それ以外の地域は広く新期沖積層に覆われている。

新期沖積層は、河川堆積物や氾濫原堆積物からなり、古期沖積層は主に段丘堆積物から成っている。



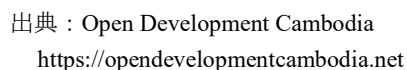
出典 : Sediment Transfer & Erosion on Large Alluvial Rivers Source to Sink

図 2-1-12 メコン川流域水盆区分とスバイリエン州

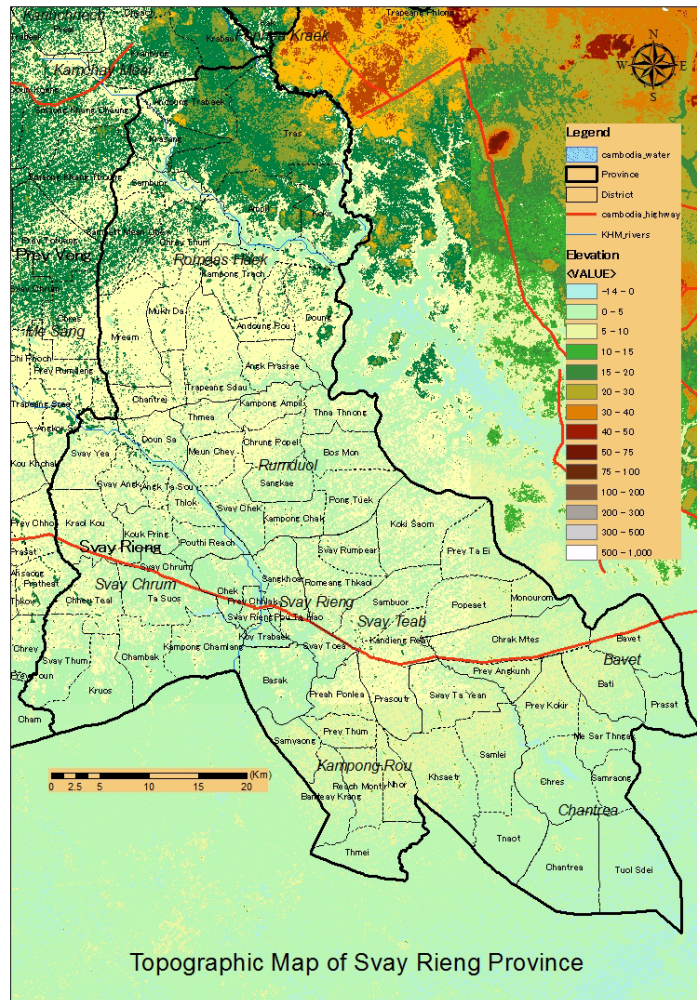
b) 水理地質

新期沖積層は、レンズ状に砂層が堆積している場合に良い帯水層となることがあるが、主として細粒のシルトや粘土から構成されていることが多いため、概して帯水層としては良好では

一方、古期積層は、厚い粗粒堆積物から成っているため、量的にも質的にも良好な地下水を胚胎していることが多い。沖積層の地下水の多くは不圧地下水であるが、古期沖積層は準被圧地下水であることが多い。これら帯水層並びにその水質分布は、沖積層の特徴として、その地域的な変動が大きいと言える。



2-12



出典：Open Development Cambodia
<https://opendatacambodia.net>

図 2-1-14 スバイリエン州の地形

2) 浄水場の水源井戸（既存取水）

スバイリエン市の既存浄水場の水源は地下水である。浄水場では図 2-1-15 に示す 3 箇所の生産井から揚水している。生産井の構造は、図 2-1-16 に示すように深度 200m まで掘削し、主要な帯水層にスクリーンを設けている。水中ポンプの設置深度は 27m でその揚水管はφ114mm である。なお、No.1 の生産井に関しては、既存井戸を利用したとされており、その詳細な構造は不明である。

帯水層は、深度 150m 以深にある層厚 30m 近くの古期沖積層の礫層が主要な帯水層である。深度 30m 付近までは新期沖積層の厚い粘土層で、礫層との間は細粒砂層と粘土層との互層となっている。スバイリエン市内の住民が使っている既存井戸は、新期沖積粘土層の下に堆積している細粒砂層から取水しているものと考えられる。

各生産井からの揚水量は 95 m³/時間で、井戸の稼働パターンは図 2-1-17 に示すとおり各井戸は 8 時間の休止時間を挟んで連続 16 時間の稼働を行っており、常時 2 本は稼働し、1 本は休止している状態を繰り返している。8 時間の休止時間は、過剰揚水の防止、揚水ポンプの過熱防止、メンテナンス時間の確保、ならびに運転担当スタッフの勤務時間との関係で決められている。

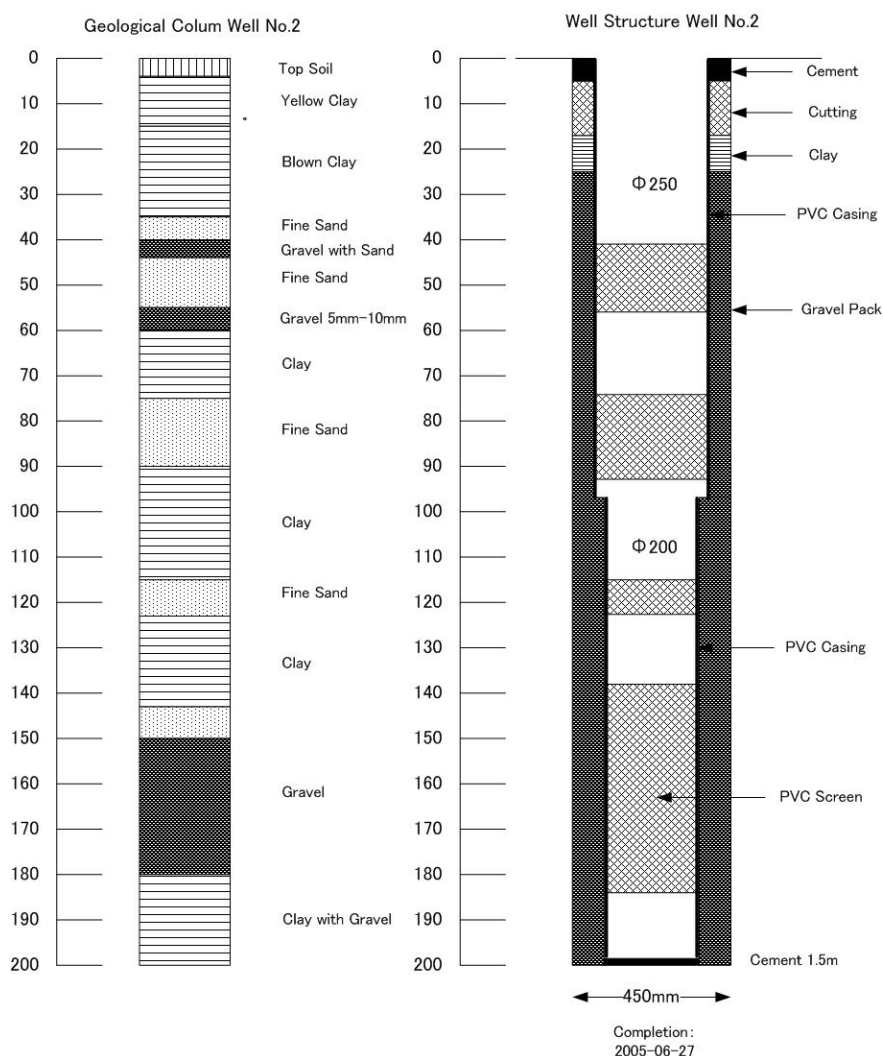
各生産井では、毎月1回揚水前（8時間の停止後）と揚水後（16時間の揚水後）の地下水位を計測しており、3年分（2014～2016年）のデータによると、揚水によって3～8mの水位低下がみられるが、毎回ほぼ元の水位に回復しており、現在の時間揚水量と揚水パターンが帯水層の能力に見合った適正な揚水を行っていることが伺える。

このことは、生産井1本当たり $95\text{m}^3/\text{時間} \times 16\text{時間}/\text{日} = 1,520\text{m}^3/\text{日}$ の揚水量が確保出来ていることを示している。したがって、施設全体では $1,520\text{m}^3/\text{日} \times 3\text{本} = 4,560\text{m}^3/\text{日}$ の最大揚水量が確保出来ている。



出典：JICA 調査団、衛星画像：Google Earth

図 2-1-15 スパイリエン市浄水施設と3生産井の位置



出典：Final Report on Wells Construction and Testing in Svay Rieng (Dec.1st.2005)

図 2-1-16 スバイリエン市内浄水場の生産井構造図と地質柱状図（井戸 No.2）

Time Well No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
No.1																	停 止																								停 止							
No.2									停 止																								停 止															
No.3	停 止																								停 止																							

出典：調査結果より JICA 調査団作成

図 2-1-17 スバイリエン市内浄水場生産井の稼働パターン

3) 市内の私有井戸利用状況

既存井戸インベントリーによると、スバイリエン市内の私有井戸は、平均深度：43m、平均水位：-4.3m、平均揚水量：3.3m³/時間である。深度 30-40m 位の新期沖積層中の砂層が帯水層で

ある。かつてはハンドポンプで揚水されていたが、今ではモーターポンプが主流である。

スバイリエン市の上水給水範囲外にある地域について、地下水利用状況を把握するために、図 2-1-18 に示した 19 地点において現地調査を実施した。調査地点は既存井戸インベントリーを元に、市街地中心部を除く周辺地域を出来るだけ偏りなく地点を決めて訪問調査を行った。この結果概要は下記のとおりである。

給水方法

2000 年前後に設置された掘削井戸には、当初ハンドポンプが設置されたが、今では電気が来たこともあり殆どの井戸にはモーターポンプが設置されている。電気が未通の所では、エンジンポンプを設置している。エンジンポンプを灌漑用にも兼用して使っている家庭もあった。

給水時間

1 回に付き 20～30 分程度ポンプを稼働させて伝統的な大きな甕（約 1m³）やコンクリート製のタンクに貯留している。その貯留施設の状態等によって稼働頻度はまちまちである。



出典：JICA 調査団、衛星画像：Google Earth

図 2-1-18 既存井戸調査の対象井戸位置図

水質

水質が悪いと答えた所は一箇所もなかった。一様に良質との回答であったが、飲み水は煮沸すると答えたケースが多く、濁りがある時はサンドフィルターを通すところもあった。一箇所、水浴すると皮膚に軽い異常があるとの回答があった。水質によるものか個人的な要因なのかは不明である。

利用者数

井戸は全て各家族単位で所有・管理されており、他人との共用はない。1 家族 3 名～10 数名程度である。

水利用用途

家庭並びに農業等多目的に用いられるが、飲料用を除くと雨水を出来るだけ利用して給水コストを抑えようとしている。

井戸メンテナンス

井戸本体のメンテナンスはどこも実施していない。メンテナンスの殆どがポンプの修理や交換であった。ポンプの修理費は約\$10 程度で、井戸ポンプの交換はほぼ 1～2 年毎の様である。ポンプは中国製で\$30 程度で市内で購入可能とのことであった。

その他

井戸は乾季においても枯れることは殆ど無い様である。井戸の設置費用を答えた家庭では、45m で\$100 程度だったとのことである。水道が来たら引くか、との質問に対しては、大半は引きたいとの答えが返ってきた。その理由としては、利便性より水質への安心感を答える人が多かった。また、コスト見合いであるとの答えも少なからずあった。水道を\$200 負担で引いた 3 家族 10 人のケースでは、「かつて地下水を使っていた場合とコスト的には余り変わらない。」との回答があった。

4) 地下水水質

a) スバイリエン州内の既存井戸

スバイリエン州内の 1,947 箇所の既存井戸の水質分析結果を取りまとめた結果によるとヒ素やフッ素等の健康被害項目に関しては飲料水質基準を満足しない検体数の割合は数%に収まっており、余り問題無い様に見受けられるが、マンガン・鉄に関しては 7 割以上が基準を満たしていない。また、濁度については、約半数が基準を満たしていない。

b) スバイリエン市浄水場処理水

スバイリエンの既存浄水場では、生産井から導水された地下水（原水）と浄水処理後の水質を全水質項目について 3 ヶ月毎に測定している。その結果によると、かつて適切に浄水処理がなされていなかった鉄・マンガンの水質項目について、2020 年 4 月から中国が導入した膜ろ過施設が運用を開始してからは、概ね良好な水質が保たれている。水質改善の経緯については、2-1-4-3 節に後述する。

5) 地下水開発ポテンシャル評価

スバイリエン市の既存浄水場拡張整備を計画するにあたり、地下水開発ポテンシャル評価を行った。

a) 量的評価

「カンボジア国南部地下水開発計画調査」（JICA2002）で行ったスバイリエン州内 5 箇所で実施された試掘井戸の諸元は表 2-1-4 のとおりである。井戸深度は、既存浄水場生産井より浅く、深度 60m～150m のほぼ古期沖積層の帯水層を地下水開発の対象としたと考えられる。この試掘調査結果からは、スバイリエン州内の適正揚水量は 500～800m³/日程度と評価された。

表 2-1-4 スバイリエン州における試掘井戸諸元

No.	District	Commune	Village	V.No	Drilling Depth(m)	Well Depth(m)	Screen Depth(m)	Screen Length(m)	Aquifer
4	Svay Rieng	Koy Tra Bek	Koy Tra Bek	113	124.0	120.0	80-88 108-116	16	Quaternary
5	Rom Dou	Thnal Thnong	Trapaing Thmor	122	100.0	96.0	64-68 80-92	16	Quaternary
6	Ro Meas Hak	Chrey Thom	Doc Por	139	130.0	108.0	88-104	16	Quaternary
7	Chan Trei	Prey Koky	Cham Kar Leiv	162	150.0	144.0	104-108 124-140	20	Quaternary
8	Svay Chrom	Cham Bok	Toul Khpos	175	157.0	153.5	136-148	12	Quaternary

出典: JICA(2002). "The Study on Groundwater Development in Southern Cambodia"

一方、既述のように3本の既存浄水場生産井は、スバイリエン市内において、深度200mまでに分布する複数の帯水層から1,500m³/日の地下水を長年に渡って安定的に揚水してきた実績があることから、当該地域における同様の井戸では1,500m³/日程度の地下水開発ポテンシャルを有しているものと考えられる。

b) 質的評価

既述の水質分析結果から、2020年4月に運用開始の膜ろ過施設稼働前では鉄・マンガンが水道水質基準を満足しないことがあった。従って、新規水源として地下水を利用する場合にはこれら鉄・マンガンを所要の水質に処理するための施設を完備する必要が生じる。

c) 持続性評価

地下水開発における開発の持続性を評価するために地下水涵養量を推算した。

スバイリエン市内の気象観測所(NO.48-998)における1985年から2016年までの約30年間の月間・年間雨量データから同観測所における年間雨量の最大値は、2,182.9mm/年、最小値1,347.1mm/年、平均値1,713.6mm/年である。これより、1/10 渇水年の年間降雨量は1,405.5mm(2015年)となる。

スバイリエン州を含むカンボジア南部を調査対象とした「カンボジア国南部地下水開発計画調査」(JICA 2002)で行った水収支解析結果によると、年間降雨量に対する地下水涵養率は、平均0.341となっている。スバイリエン州における地下水涵養率を0.3と仮定すると、1/10 渇水年に相当する年間降水量1,405.5mm/年に当てはめると、年間地下水涵養量は422mm/年となる。

この年間涵養量を単位面積当たりの地下水涵養量に換算すると422,000m³/km²/年=0.422Mm³/km²/年となる。

仮にスバイリエン州北部の古期沖積層分布地域(約200km²)のみが涵養域と見なしても、少なくともスバイリエン市浄水場の生産井1本当たりの年間揚水量に比べて

$$0.422\text{Mm}^3/\text{km}^2/\text{年} \times 200\text{km}^2 = 84.4\text{Mm}^3/\text{年} \gg 0.56\text{Mm}^3/\text{年} = 1,520\text{m}^3/\text{日} \times 365\text{日}$$

となり、地下水涵養量としては十分であると言える。

2-1-4-2 導水施設

既存の導水管は、既存の取水井3箇所から既存浄水場までを直径250mmのダクトイル鋳鉄管が敷設され、延長は合計で約1,400mである。3本の井戸から各井95m³/時、1日16時間の交互運転による運用において、導水管の漏水や能力不足といった状況は確認されていない。

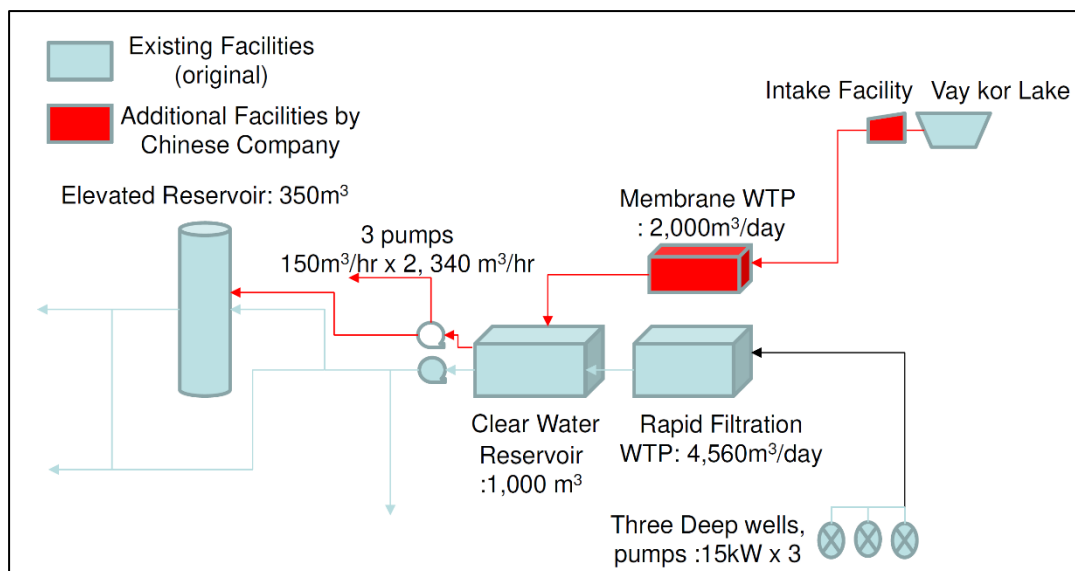
2-1-4-3 浄水施設

スバイリエンの既存浄水施設の配置図を図2-1-20に、写真を図2-1-21及び図2-1-22に、施設概要を表2-1-5及び表2-1-6に示す。既存浄水場は、ADBが2000年から2006年にかけて、地方6都市において実施した「Provincial Towns Improvement Project」によって建設され、2007年より運転が開始された。当初の施設の設計容量は4,800m³/日とされ、その後、ADBの支援によるフォローアップ事業を通じて、浄水施設の改修が実施され、2019年9月に工事が完了した。

現在の施設は、ろ過器の処理能力としては4,800m³/日とされているものの、取水ポンプ(95m³/時×3台運転)の能力に制約があり、実質的な浄水量は4,560m³/日となっている。運転・維持管理については、長期間の断水は生じておらず、苦情や深刻な水質事故等も見られていない。前述のとおり、処理水において、鉄及びマンガンの濃度がカンボジアの飲料水基準値を超過していることが問題となっていたが、ワイコ川を水源として中国系民間企業が建設した2,000m³/日の処理能力の膜ろ過装置が新たに稼働を開始してからは、処理水の水質は改善傾向にある。

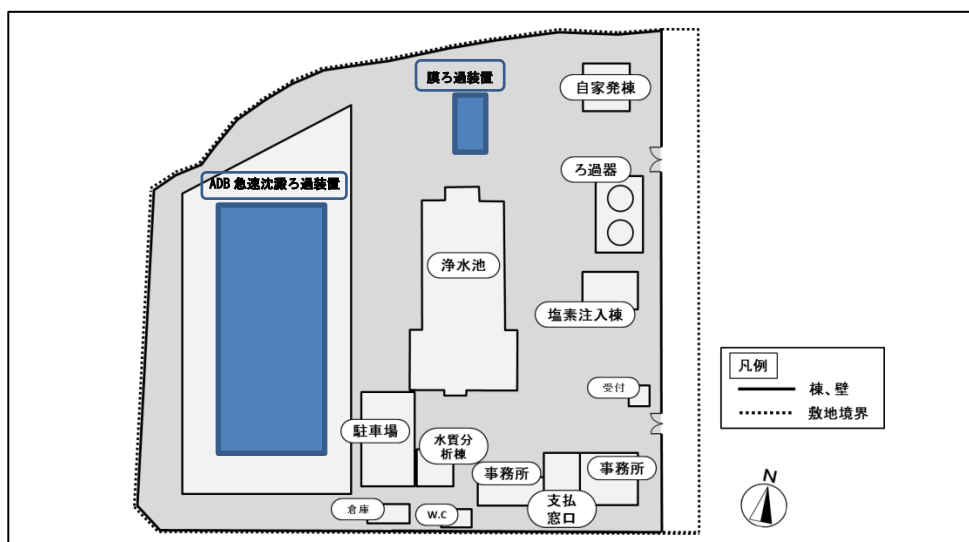
この膜ろ過施設は、スバイリエンにおける水需要量増加に対応するため2019年7月に中国の民間企業とMIH(現MISTI)との間で用水供給契約が交わされ、中国企業により建設された。運用は2020年4月から開始されており、この施設の稼働により既存浄水場の処理能力は4,560m³/日から6,560m³/日に増強された。契約形態は20年のBOT(Build Operate Transfer)方式の契約であり、平常時の運転はスバイリエン水道局の浄水課職員が行っているが、施設に不具合を生じた場合の対応は中国企業側で行われている。スバイリエン水道局は毎月中国企業に対して水の購入費用を支払っている。

膜ろ過施設からの処理水は既設配水池に流入されており、既設配水施設を容量増量して給水している。定期的に膜ろ過施設からの濃縮水がワイコ川に放流されている。また、ラグーンの位置にワイコ川を水源として9,000m³/日の処理能力の急速沈澱ろ過施設と配水施設がADBにより建設中で、2022年の秋頃の給水開始を目指している。



出典：JICA 調査団

図 2-1-19 既存浄水施設システム



出典：JICA 調査団

図 2-1-20 既存浄水場 施設構成略図



出典：JICA 調査団

図 2-1-21 既存浄水場（重力式急速ろ過）概況写真、（左）浄水池、（右）ろ過器、塩素注入器



出典：JICA 調査団

図 2-1-22 既存浄水場（膜ろ過）概況写真 （左）取水施設 （中央・右）膜ろ過装置

表 2-1-5 既存浄水場（重力式急速ろ過）施設概要

No.	項 目	摘 要	概 要
1	急速ろ過器	重力式鋼製ろ過器 2 基 地上コンクリート基礎上に設置。 （屋根付き） ろ過能力：100m ³ /時 x 2 基=200m ³ /時 洗浄方式：逆流洗浄 洗浄ポンプ 9.0m ³ /分 x 2 台 （配水ポンプ室に設置）	- タンクに著しい劣化や水漏れ等は確認されなかった。 - 逆流洗浄は、5～6 時間毎に手動操作で行われている。
2	浄水池（配水池）	RC 構造 2 池 計 1,275m ³ （有効深さ 5m 程度、公称 1,000m）	- 躯体に著しい劣化や水漏れ等は確認されなかった。 2007 年運用開始当初の水位計は破損しているが、フロート式水位計を設置して水位を管理している。
3	配水ポンプ室	RC 構造 地上 1 階、地下 1 階 ・配水ポンプ 75.7m ³ /時×3 台	- 流量計は、運用開始当初から設置されていたが、現在は破損している。 - 配水ポンプ室は、浄水池と一体構造になっている。 - 逆洗ポンプ、塩素注入用圧力水ポンプも配水ポンプ室に設置されている。
4	自家発電棟	RC 構造 地上 1 階 ・発電機 2 台	自家発電設備は良好に運転・維持管理されている。
5	水質検査棟	RC 構造 地上 1 階	水質試験機材は、ADB より 2018 年に供与され更新されている。適切に管理が行われており、浄水場の検査項目をカバーしている。
6	塩素注入棟	RC 構造 塩素注入用圧力水ポンプ×2 台 （配水ポンプ室に設置）	- 躯体に著しい劣化や水漏れ等は確認されなかった。 - 建設当初（2007 年）は液化塩素を使用していたが、2015 年に装置が破損し、現在は使用していない。 2015 年より自己資金により塩素注入棟に設置した PE 製タンクで次亜塩素酸カルシウム（さらし粉）を溶解し、塩素注入を行っていた。ADB により、2019 年 9 月に注入設備が更新された。
7	ラグーン	面積：1600m ² 程度 深さ：1m 程度	9,000 m³/日の処理能力の急速沈澱ろ過施設と配水施設が建設中
8	維持管理状況	- 維持管理要員数 5 名で維持管理にあたっている。 - 長時間の断水や水質事故などの深刻な維持管理上の問題は確認されなかった。	

出典：JICA 調査団

表 2-1-6 既存浄水場（膜ろ過）施設概要

No.	項 目	摘 要	概 要
1	取水施設	台船（フロート式）1 基 取水能力：2,000m ³ /日以上 取水ポンプは 2 台	- ポンプ上部に屋根が無いので、ブルーシートを使って屋根代わりにしている。 - ポンプの仕様は不明 メンテナンスはボートで台船に移動して行う。
2	導水管	ポリエチレン管（外径 250mm）	地上配管している。
3	膜ろ過施設	コンテナボックスに搭載されている。 1 階部分 ・操作盤 ・膜ろ過処理水槽 ・逆洗ポンプ（膜洗浄用） ・ブロワ（膜洗浄用） ・コンプレッサ（空気弁操作用） ・薬品タンク（処理水の消毒と膜洗浄時に注入する次亜塩素酸カルシウム） 2 階部分 ・膜ろ過本体（未確認）	膜モジュール部は密閉されていて、観察することが出来なかった。
4	排水ピット	膜ろ過の濃縮水（洗浄排水）の一次溜め水槽	排水の周期は確認できなかったが、排水時間は約 30 分程度であった。
5	動力	電源は水道局から引かれている。	電力料金も水道局負担となっている。
6	中国企業からの水の購入	水量は電磁流量計で計量しており、計量後に既設配浄水池に流入している。	契約期間：20 年間で、購入金額は毎月支払われている。
7	維持管理状況	（監視・運転維持管理体制、異常時対応） ・膜ろ過ユニットは通常、携帯電話回線を使いプノンペンで監視されている。異常発見時、電話で水道局に処置を依頼している。重大な異常時は担当者がスパイリエンに来て対応する。異常対応は水道局を中途退社した職員が上記中国の民間会社に雇用されており、実施している。 ・2021 年 8 月にろ過水量が 10%下がる事象が起き、上記方法により対応している。 （60,000m ³ /月→54,000m ³ /月）8 月は雨季の始めであり、高濁度の原水を取水した影響も考えられ、処置が行われた。 （水質） ・水質分析は、スパイリエン水道局浄水課の運転・維持管理係及び水質試験係で実施されている。 ・現状、膜ろ過ユニットの出口濁度は 0.008NTU と良好である。	

出典：JICA 調査団

スパイリエン水道局は、浄水処理された水の水質検査を、日検査および 3 ヶ月検査で実施している。また、毎月 1 回、接続世帯の蛇口から残留塩素検査を実施している。日検査は自局の水質検査室において、温度、色度、濁度、残留塩素、pH、TDS を測定している。3 ヶ月ごとに実施される水質試験は以下の項目を実施している。

Taste, Odor, Color, Turbidity, Residual Chlorine, pH, Total dissolved solids, Manganese (Mn), Zinc (Zn), Sulfate (SO₄), Copper (Cu), Hydrogen Sulfide (H₂S), Hardness, Aluminum (Al), Chloride (Cl), Iron (Fe), Ammonia (NH₃-N), E.Coli, Total coliform

3 ヶ月ごとに実施される水質検査のうち、特にカンボジアの飲料水水質基準を超過している鉄およびマンガン（Mn）の水質試験結果を表 2-1-7 に示す。

膜ろ過装置はワイコ川を水源にしている。表流水の場合、一般的に原水の鉄およびマンガン（Mn）の濃度が低く、処理水水質でも低くなる。したがってこの処理水を地下水源の処理水に混合すると希釈効果により鉄およびマンガン（Mn）の濃度は低くなる。膜ろ過装置の運転開始（2020 年 4 月）時は鉄およびマンガン共に処理水は基準を超過していたが、2020 年 7 月以降は水質基準を満足している状況が伺える（下表赤枠部分）。

表 2-1-7 鉄及びマンガン（Mn）の水質試験結果

カンボジア 飲料水水質基準	鉄（Fe）				マンガン（Mn）			
	0.3 mg/L 以下				0.1 mg/L 以下			
検査月	原水	処理水	砂ろ過水	膜ろ過水	原水	処理水	砂ろ過水	膜ろ過水
2015 年 1 月	3.74	0.37	-	-	1.6	0.6	-	-
2015 年 4 月	3.58	0.78	-	-	0.8	0.7	-	-
2015 年 7 月	3.3	0.52	-	-	0.276	0.278	-	-
2015 年 10 月	3.56	0.04	-	-	0.615	0.31	-	-
2016 年 1 月	2.48	0.36	-	-	0.457	0.268	-	-
2016 年 4 月	2.15	0.24	-	-	0.478	0.242	-	-
2016 年 7 月	2.35	0.22	-	-	0.524	0.236	-	-
2016 年 10 月	2.35	0.22	-	-	0.524	0.236	-	-
2017 年 1 月	1.55	0.20	-	-	0.354	0.144	-	-
2017 年 4 月	1.74	0.39	-	-	0.004	0.000	-	-
2017 年 7 月	1.07	0.04	-	-	1.4	0.40	-	-
2017 年 10 月	1.56	0.04	-	-	2.4	0.6	-	-
2018 年 1 月	1.00	0.10	-	-	X	X	-	-
2018 年 4 月	1.18	0.37	-	-	X	X	-	-
2018 年 7 月	1.24	0.34	-	-	X	X	-	-
2018 年 10 月	1.04	0.91	-	-	0.4	1.0	-	-
2019 年 1 月	3.56	0.04	-	-	0.615	0.31	-	-
2019 年 4 月	0.125	0.645	-	-	1.2	1.4	-	-
2019 年 7 月	X	X	-	-	X	X	-	-
ADB による改修工事完了 2019 年 9 月								
2019 年 10 月	X	X	-	-	X	X	-	-
2020 年 1 月	3.1	0.534	-	-	1.1	0.8	-	-
中国企業による膜ろ過施設完了 2020 年 4 月 (2000m ³ /d)								
2020 年 4 月	3.0	0.333	X	X	X	0.8	X	X
2020 年 7 月	3.66	0.103	X	X	0.302	0.064	X	X
2020 年 10 月	X	X	X	X	X	X	X	X
2021 年 1 月	0.25	0.216	0.448	0.002	0.05	0.002	0.003	0.002
2021 年 4 月	0.23	0.21	0.44	0.08	0.03	0.03	0.02	0.016
2021 年 7 月	0.55	0.3	0.3	0.06	0.056	0.002	0.008	0.016
2021 年 10 月	0	0	0	0.08	0	0.1	0	0.001

注) X は欠測データ、赤字網掛けは基準値を超えている値。

原水は井戸水のデータである。膜ろ過の原水はワイコ川であるが水質試験データは無い。

出典:SWWs

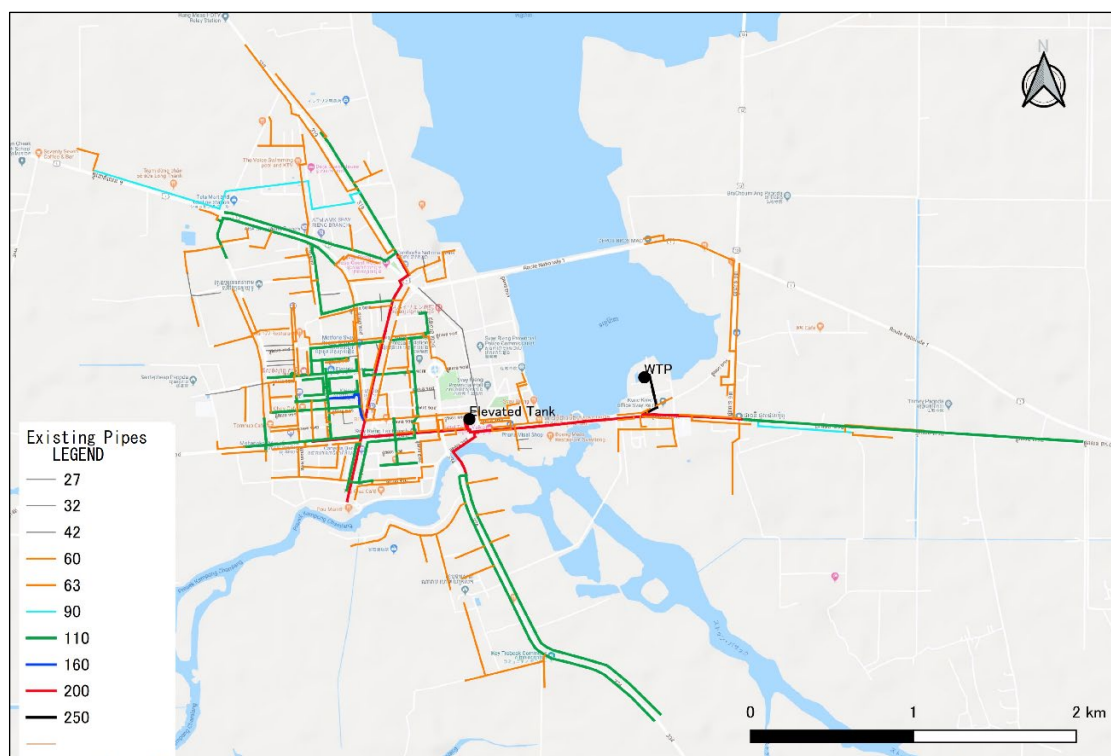
2-1-4-4 送配水施設

(1) 配水システム

図 2-1-23 に既存配水システムの概要を示す。現状は、既存浄水場の配水ポンプによる直接配水を主としており、停電時や需要量が少なくなる夜間の配水ポンプ停止時に限り、高架水槽から配水するシステムとなっている。

- 配水ポンプ： 吐出量 $150\text{m}^3/\text{時}$ × 2 台、吐出量 $340\text{m}^3/\text{hr}$ × 1 台（予備なし）
- 一日最大給水量： $6,560\text{m}^3/\text{日}$ ($4,560\text{m}^3/\text{日}$ （重力式ろ過）、 $2,000\text{m}^3/\text{日}$ （膜ろ過）)
- 配水管網： DN $\phi 50\text{mm}$ ～ $\phi 250\text{mm}$ （DIP、HDPE）、24 時間給水

配水ポンプの吐出圧は 24 時間人的監視され、水需要の変動に応じた台数制御により吐出圧 0.50MPa 程度を維持するように管理されている。



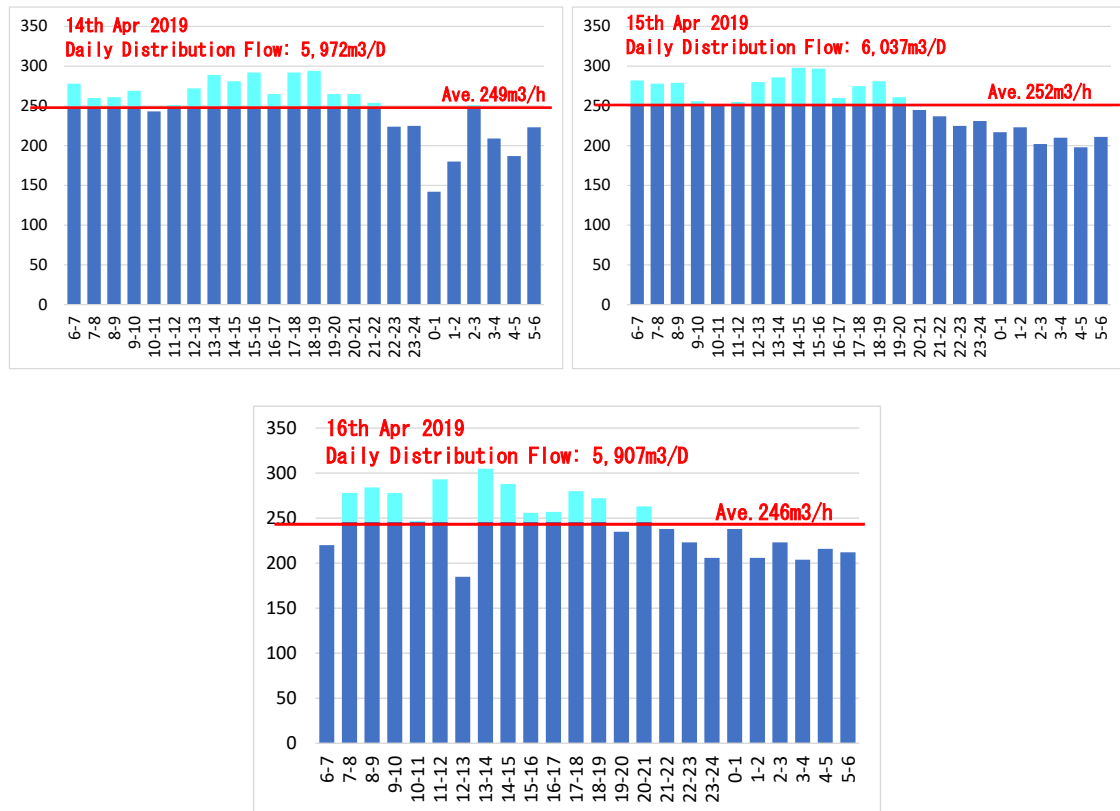
出典：JICA 調査団、地図データ：Google Map

図 2-1-23 既存配水システム概要

(2) 浄水池（配水池）の容量

既存浄水場敷地内には、配水池としての機能を持つ浄水池（公称容量 $1,000\text{m}^3$ ）がある。現在の浄水地容量は、過去の一最大配水量実績（ $6,037\text{m}^3/\text{日}$ ）の約 4 時間分に相当する。浄水場内にある浄水池は、浄水量と送水（配水）量との間で生じる不均衡を調整緩和する役割を担い、このために必要な時間変動調整容量は、図 2-1-24 に示す一日最大配水時の配水量トレンドからの時間平均を上回る配水量の積算値より、 $312\sim 355\text{m}^3$ と算定される。これは過去の一最大配水量の 1.43 時間分に相当する。

現状の配水量の需要変動の傾向が今後も続くとした場合、既存浄水池（配水池）の容量は十分と判断できる。また、既存浄水場の一日最大配水量（6,560m³/日）に対しても、既存の浄水池容量は3.7時間分に相当しており、非常時においても一定時間の給水を継続することが可能である。



※2019年の一日最大配水量を記録した上位3日間。

出典：SWWs

図 2-1-24 過去一日最大配水時の配水量トレンド

(3) 時間係数

図 2-1-24 の配水量のトレンドより、過去の時間係数¹の最大は1.30である。

(4) 配水圧

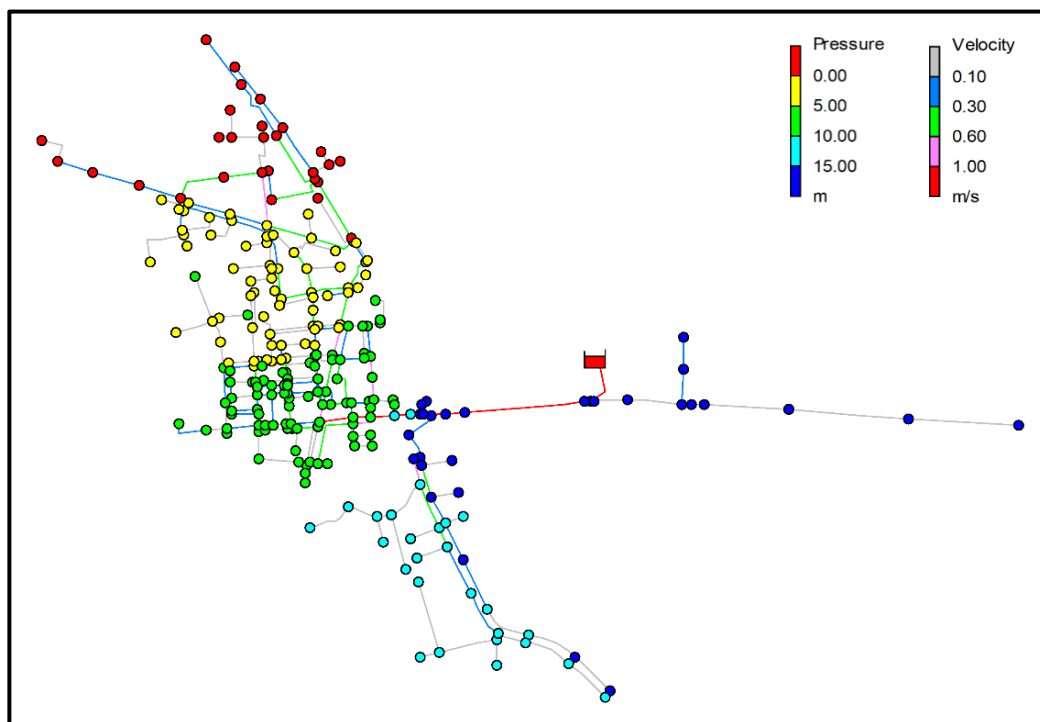
スパイリエン水道局からの聞き取りによると、2019年の一日最大配水量が記録された日に広域で水圧不足になったとのことであった。実測水圧データは入手できなかったが、現況の配管情報に基づく水理解析の結果、図 2-1-25 に示すように、一日最大配水量日の時間平均配水時には北部末端地域が一部負圧になった。

また、図 2-1-26 に示すとおり、時間最大配水時はスパイリエンの中心街を含む西側全域が負圧となり、広域的な水圧不足の事実を検証することができた。

この結果から、広域水圧不足の最大の原因は、浄水場から高架水槽周辺までの主配水管（φ250、φ200）の能力不足であることが推察できる。

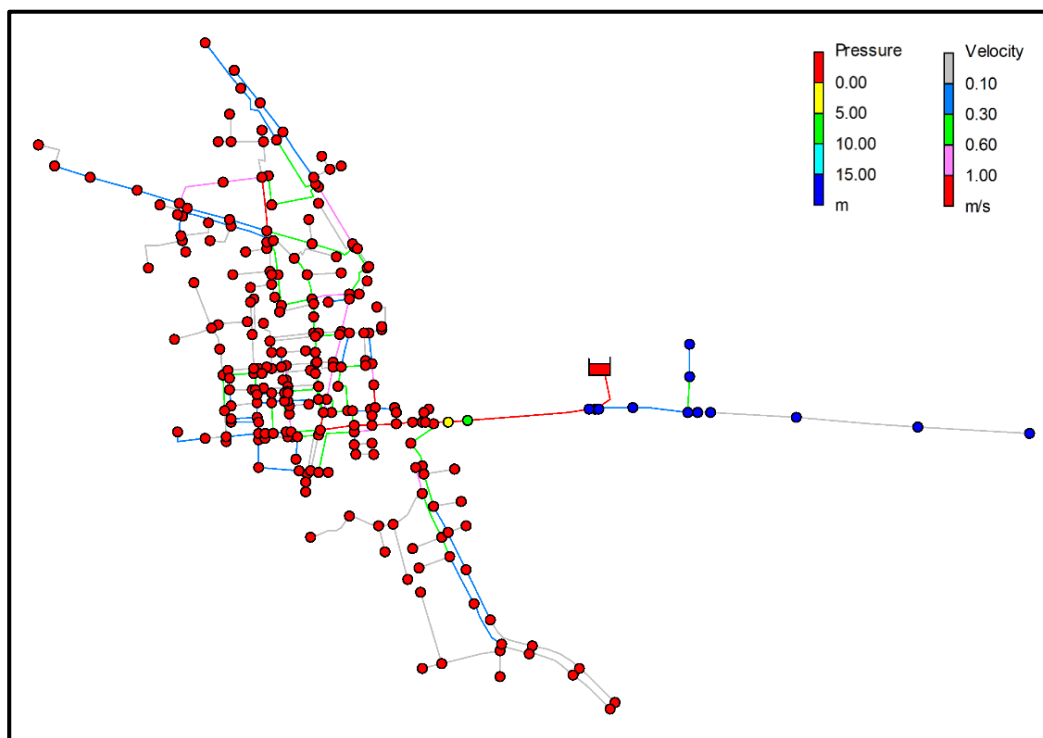
¹ 一日最大配水量日の時間平均配水量に対する時間最大配水量の比率。2019年4月14日～16日実績1.18～1.24

なお、停電時や深夜等の一時的に使用している高架水槽（H.W.L+26.443m、L.W.L+21.143）と配水管網との間には、21m 程度の静水頭が確保されており、一日最大配水量ほどの需要増がない限り、安定した配水は可能となっている。



出典：JICA 調査団

図 2-1-25 一日最大配水時の配水圧、流速

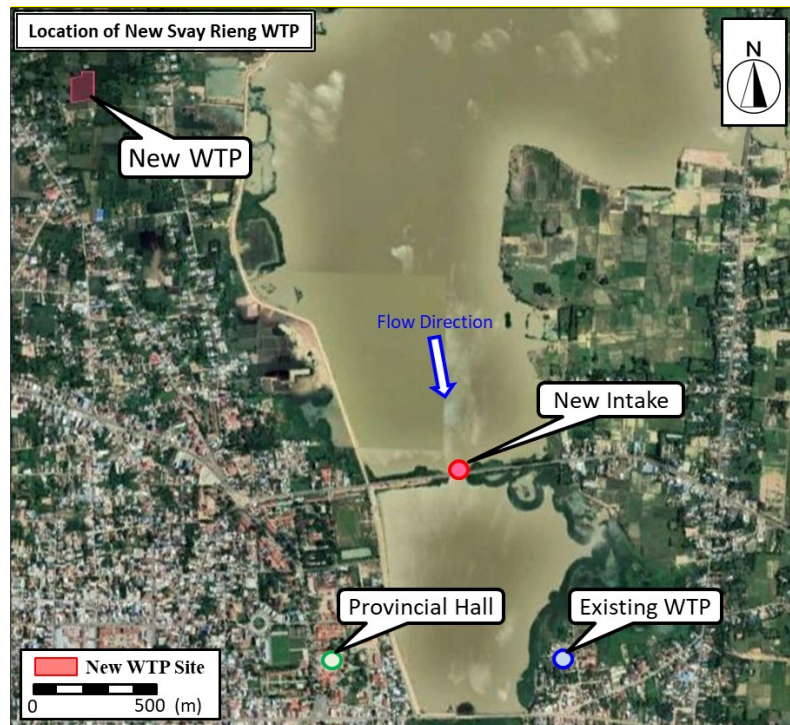


出典：JICA 調査団

図 2-1-26 時間最大配水時（時間係数 1.30）の配水圧、流速

2-1-5 新設浄水場予定地

新設浄水場予定地は、カンボジア側が候補に挙げた用地の中から、用地の取得の容易性、取水施設、配水区域との位置関係を考慮して決定した。新設浄水場の建設予定地（矩形、約 1.0ha）を図 2-1-27 に示す。新設浄水場予定地は、現在は小木の林となっており、予定地周辺は平地であるが水路と沼が隣接している。



出典：Google Earth より JICA 調査団作成

図 2-1-27 新設浄水場予定地 位置

2-1-6 電力事情

カンボジアにおける電力供給事業は、「カンボジア電力公社（Electric du Cambodia : EDC）」が行っている。スバイリエン市における電力供給能力としては、短時間の停電等はあるものの、新規浄水場及び取水施設への通常時の電力供給に支障はないと考えられる。また、取水施設及び新浄水場予定地の近傍には EDC の 3 相 22kV 50Hz の配電線が敷設されており、両施設への電力供給は十分可能と考えられる。

2-2 プロジェクトサイト及び周辺の状況

2-2-1 関連インフラの整備状況

(1) 道路

カンボジア南部経済回廊の輸送力強化のため、スバイリエン州のベトナム国境からプノンペン都まで高速道路の建設計画があり、FS が実施されている。現時点の計画ルートは本プロジェクト対象エリアとは重ならず、市街地から 3km 程度北方を横断する計画となっている。一方、本プロジェクトで取水施設が建設される予定の国道 1 号線沿いは、将来拡幅計画があるとの情報を得ており、取水施設の配置においては道路の拡幅範囲を考慮して計画を行う。

現状、国道 1 号線はプノンペンからネアックルンまでは道路の拡幅工事が 2017 年 7 月に完了しているが、ネアックルンからベトナム国境付近のバベットの区間は、当面道路舗装の補修及び道路排水等附帯施設のリハビリが実施中であり、完成は 2023 年 6 月の予定となっている。

(2) 電力

2001 年 2 月に電力セクターの規制のために電力法 (The Electricity Law) が公布され、電力供給事業に関する監督・調整を行なう法的組織としてカンボジア電力庁 (Electricity Authority of Cambodia : EAC) が設立された。

カンボジアの電力供給開発戦略は、火力、水力、太陽光による発電施設を建設し、また発電所建設期間中は近隣諸国から電力を輸入するために、南部と西部地域の大都市間に送電線を建設することから成っている。主たる電力供給事業は、国営企業である EDC により行われ、EDC はプノンペン、カンダール、及びスバイリエンを含む 12 の州都とベトナム国境の 4 地域における発電・配電・送電の複合事業認可を受けている。

スバイリエンへは、カンボジア国南部経済回廊配電整備計画の一環で、ベトナムからの電力輸入のための送電線建設が進められてきた。本プロジェクトの施設に電力供給を行うための変電所は EDC の規格仕様に従うため、必要材料供給から施工までを EDC が実施し、その費用をコントラクターが負担する。停電頻度は、雨期における雷や短絡事故により月数回程度の発生を想定している。

2-2-2 自然条件

事業予定地の基礎資料として、測量調査、土質調査および水質調査等を実施した。各調査の概要は以下のとおりである。なお、「2.2.3 環境社会配慮」に詳細な自然状況や事業地の状態について記載する。

(1) 測量調査

用地測量

用地測量は、取水場、浄水場について実施した。取水施設の計画地点については、ワイコ湖の湖岸の横断測量を含め、河岸付近の河床形状を認識出来るように配慮した。また、横断測量とともに平面測量を実施し、取水施設前後の取り付け護岸形状や護岸工事のための締め切り堤の計画範囲検討に活用した。

路線測量

路線測量は、主要な管路布設予定ルートについて路線ごとに実施した。当該地域は、起伏が少なく比較的平たんな地形である。従って、十分な給水水压を確保することなどを考慮して配水計画を実施した。

(2) 土質調査

取水施設建設予定地

取水施設付近では、地表から平均層厚 6.3m は緩い粘土で平均 N 値は 5、その下、平均層厚 3.1m の 2 層目は緩い～中位のシルト質砂で平均 N 値は 13、その下、平均層厚 3.3m の 3 層目は硬い粘土で平均 N 値は 9、更にその下、平均層厚 4.2m の 4 層目は中位～密なシルト質砂で平均 N 値は 18 となっている。何れの層もバックホウでの掘削が可能であるが、取水施設の床付け面は、平均 N 値 5 の緩い粘土であるため、適切な基礎構造が必要となる。

浄水場建設予定地

浄水施設付近では、地表から平均層厚 7.3m は硬い砂質粘土で平均 N 値は 15、その下、平均層厚 6.4m の 2 層目は硬い～非常に硬い砂混じり粘土で平均 N 値は 18、その下、平均層厚 3.1m の 3 層目は中密度のシルト質砂で平均 N 値は 23、更にその下、平均層厚 17.1m の 4 層目は硬い～非常に硬い砂質粘土で平均 N 値は 14 となっている。取水施設建設予定地同様何れの層もバックホウでの掘削が可能である。

(3) 水質調査

水質調査（自家用井戸）

プロジェクト地域内の多くの世帯は自家用の井戸を持ち地下水を生活に利用している。井戸水の水質については特に悪いという意見はないが、利便性、経済性及び衛生的な見地から水道への切り替えを望む声が多い。

2017 年 8 月に実施した、対象地区で利用されている井戸水の水質調査の結果では、濁度やマンガンが飲料水基準を超過する井戸が存在する。

水道水質調査（水源水質：地下水）

水道局の水源地下水及び処理水の水質調査を 2017 年 7 月～2018 年 5 月の間継続して実施した結果、大腸菌は検出されず、また、有害金属はほとんど検出されていない。原水では 0.012～0.028mg/l の微量のヒ素が検出されたが、浄水処理後は検出されないレベルまで除去されている。

原水の鉄及びマンガンの含有量が高く、また処理水についても 2020 年 4 月に 2000m³/日の膜ろ過施設が稼働する前までは鉄及びマンガンが水質基準を満足できていなかった。地下水は還元的環境にあることが想定され、揚水後に空気に触れると、鉄の沈殿が発生するため、地下水を水源とする場合は浄水処理過程において、十分な酸化処理が必要である。

水道水質調査（水源水質：ワイコ湖表流水）

本プロジェクトで水源となるワイコ湖の水質調査を 2019 年 7 月～2020 年 5 月の間で実施した。調査の結果、濁度、アルミニウム及び鉄の濃度が高く生活用水としての直接利用には適して

いないが、一般的な浄水処理で清浄な水を得ることができる水質である。アンモニアが常に一定濃度で検出されており、高濃度時には浄水処理過程において、十分な遊離塩素を残留させるための処理が必要となる。

水道水質調査（農薬）

農薬散布最盛期に相当する 2017 年 7 月 20 日に農薬検査用水試料を採取した。カンボジアの飲料水水質基準（2004）に含まれていた農薬 18 項目及び、日本の検疫所で検出頻度が高い農薬 328 項目について検査を行った結果、すべての項目で不検出であった。

(4) ワイコ川の洪水流量

ワイコ川の水位及び洪水流量について、前出の「2-1-4-1-(1)-3) ワイコ川及びワイコ湖の水位状況」に記載した。

(5) ワイコ湖の水源ポテンシャル

ワイコ湖の貯水容量、ワイコ湖からの水利用状況、水量から見たワイコ湖からの上水取水の可能性について、前出の「2-1-4-1-(1)-4)～2-1-4-1-(1)-6)」に記載した。結論として、ワイコ湖の最渇水時の貯水容量は約 10MCM であり、既存浄水場及び新設浄水場を合わせた上水用の取水量 3.8MCM を確保することは可能である。

2-2-3 環境社会配慮

2-2-3-1 環境影響評価

(1) 環境社会影響を与える事業コンポーネントの概要

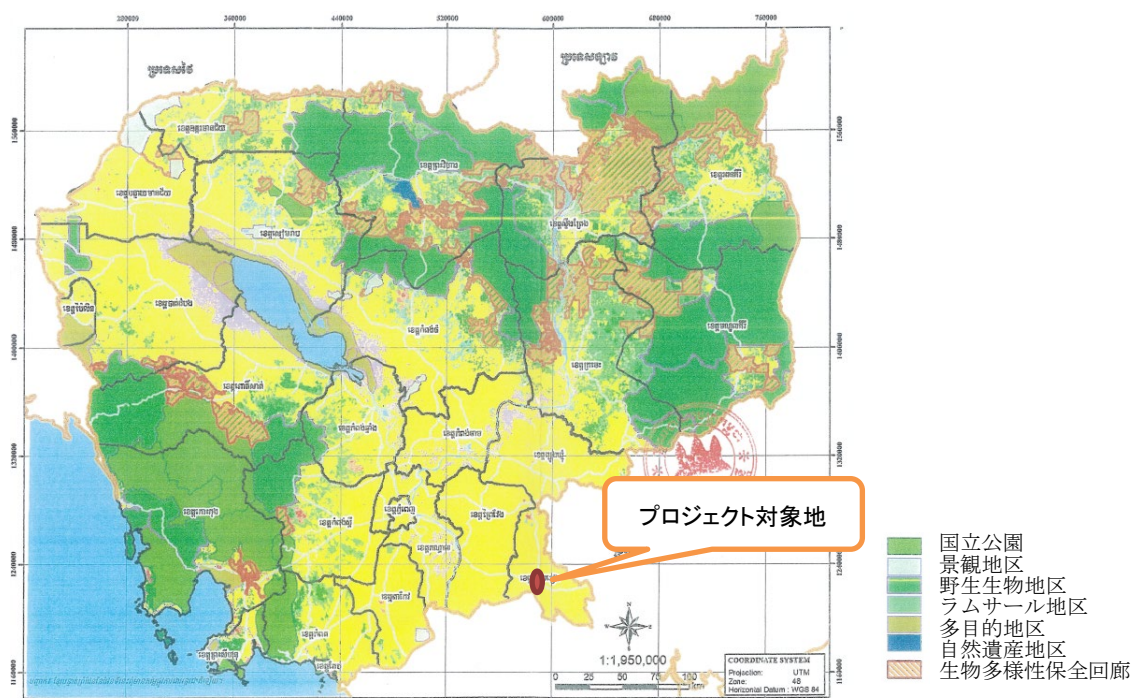
本プロジェクトは、「国際協力機構環境社会配慮ガイドライン」（2010 年 4 月公布）（以下、JICA 環境ガイドライン）に掲げる影響を及ぼしやすいセクター・特性及び影響を受けやすい地域に該当せず、環境への望ましくない影響は重大でないと判断され、環境カテゴリ B に分類される。

2017 年調査で、プロジェクト実施機関である MIH（当時）及び環境所轄官庁である環境省（Ministry of Environment : MOE）との協議の結果、今回のプロジェクトは、初期環境アセスメント報告書（Initial Environmental Impact Assessment : IEIA）が必要であることが確認された。2017 年調査においては、ダム貯水池であるワイコ湖について、ダム堤体の長期安定性に疑念が呈されたことから水源利用を諦め、一度は地下水を水源とした開発方針としていた。しかしながら、2018 年に実施された（独）水資源機構によるワイコダムの健全性に関する詳細調査の結果、ワイコダムの緊急を要する改築の必要性はないということが結論づけられたことから、ワイコ湖の水源利用が可能と考えられ、表流水からの取水方針に再度転換した。

環境社会影響を与える事業コンポーネントとしては、①取水施設、浄水場及び導送配水管敷設に係る工事、及び②水道事業としての浄水・配水のための運転の 2 点である。

(2) ベースとなる環境及び社会の状況

カンボジアは、東南アジアインドシナ半島の南部に位置する。気候は熱帯モンスーン帯に属し、雨期と乾期に分かれている。プロジェクト対象地はカンボジアの南東端のスバイリエン州にある。位置図を以下に示す。



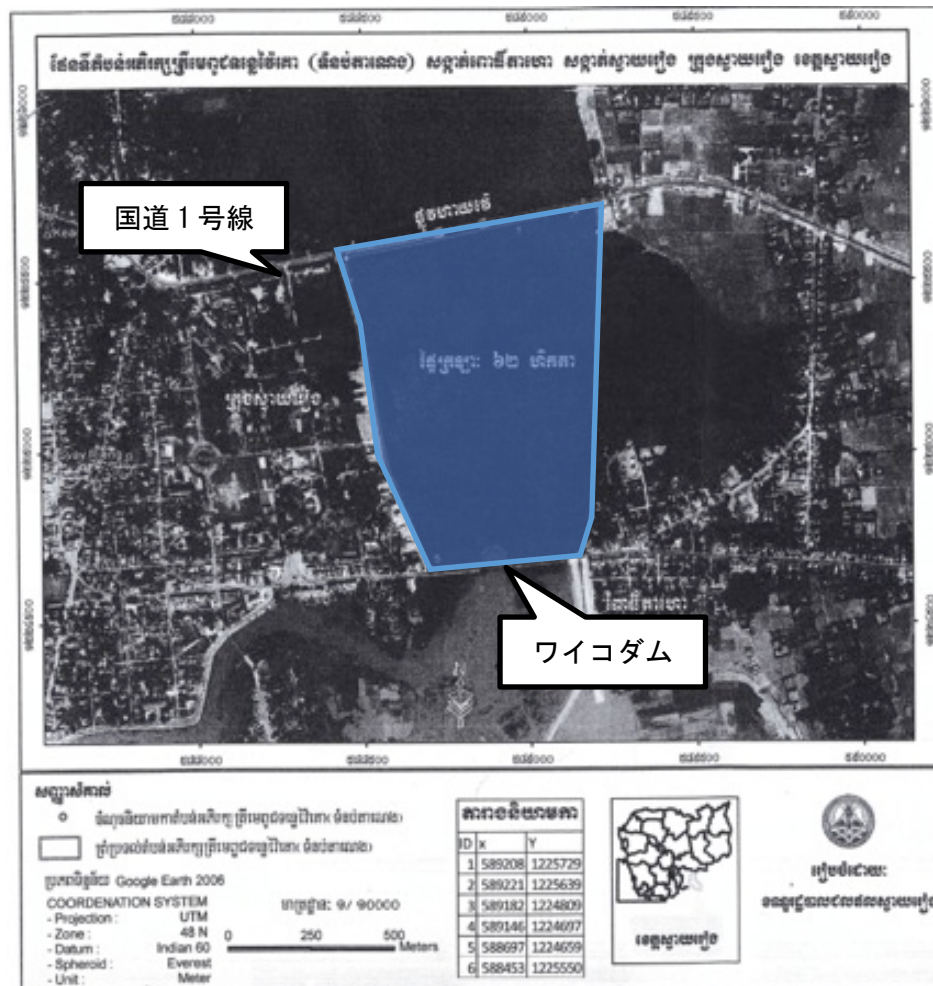
出典：カンボジア Sub Decree On Establishment of Biodiversity Conservation Corridor in Natural Protected Area

図 2-2-2 カンボジア保護地区

本プロジェクトの対象であるスバイリエン州は、図に示したとおり、近隣には国で定める保護区は存在しない。

カンボジアには生物多様性の保全上重要な地域である Key Biodiversity Area (KBA) が 40 箇所あり、そのうち 36 箇所が重要野鳥生息地 (Important Bird Area : IBA) である。スバイリエン州には KBA も IBA も存在していない。隣国のベトナム側で最も近い保護区として Lang Sen 湿地保護区というラムサール条約登録地があるが、およそ 30 km 離れており環境影響は考えられない。

一方、スバイリエンでの環境局への聞き取りで、ワイコ湖の南部池（国道 1 号線と、ワイコダムが設置されている道路の間の部分）が、2012 年 3 月に省令により保護区に制定されていることが判明した。保護区域は、図 2-2-3 に示した水色の部分で、面積は 62ha である。



出典：DOA 提供、州条例のコピー

図 2-2-3 ワイコ湖保護地区（水色部分）

この州条例は、ワイコ湖の魚類すべてを保全することを目的として、指定区域内のあらゆる魚類の捕獲を禁じ、また指定区域外についても、伝統的手法による漁業のみを認める内容であり、漁業活動のみが規制されている。担当部局である農林水産局（Department of Agriculture, Forestry and Fisheries）及び環境局（Department of Environment）への聞き取りでは、保護区外での工事については環境保全対策を取れば実施に制限はないとのことであった。実際に現在、南部池の護岸公園化事業が進行している。なお、本プロジェクトで取水口設置を計画している位置は、国道1号線を挟んだ上流側であり、保護区外となる。

2) 文化遺産等

カンボジアにはアンコール遺跡をはじめ UNESCO の世界遺産に登録されている遺跡が3箇所あるが、いずれもプロジェクト対象地からは200km以上遠方にある。また、カンボジア国内法上、考古学的、歴史的、文化的に固有の価値を有する地域は事業対象地周囲に存在しない。

3) 自然状況

カンボジアは豊かな自然に囲まれており、トンレサップ湖、メコン川及びその支流など自然生態系上重要な地域がある。上述したように、2017年には自然保護区の面積が国土の約40%に及ぶという状況で、国を挙げて保全に努めている。多様な生物には、絶滅の恐れのあるものも

多い。以下に当国の現在の危惧種の状況をまとめる。

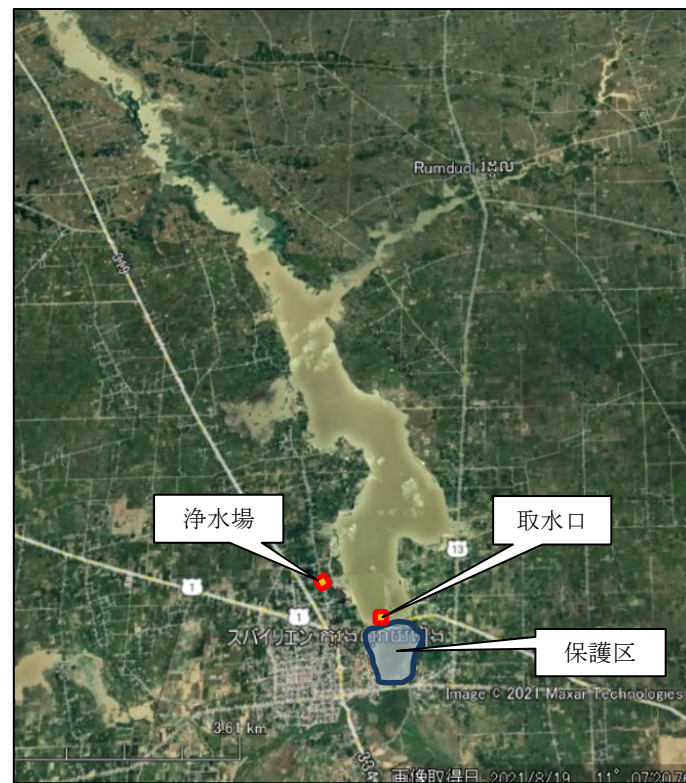
表 2-2-1 カンボジアの絶滅危惧種

状況	種	類	数	種
近絶滅種 CR	動物	哺乳類	8種	ヒョウ、スマトラサイ等
		鳥類	8種	ハシボソハゲワシ等
		魚類	18種	メコンオオナマズ等
		両生類	1種	ヒキガエル仲間
		爬虫類	5種	シャムワニ等
	植物	双子葉類	3種	カンボジアシナモン等
絶滅危惧種 EN	動物	哺乳類	16種	インドアキシスジカ等
		鳥類	10種	シマアオジ等
		爬虫類	5種	アオウミガメ等
		両生類	3種	ヒキガエル仲間
		魚類	20種	タイガーバルブ等
		サング類・ナマコ類	7種	ハマサング目3種、ナマコ目4種
	植物	単子葉類	4種	ラン仲間
		双子葉類	18種	インドカリン等

出典：IUCN レッドリストより JICA 調査団作成

一方、スバイリエン環境局及び農林漁業局への聞き取りの結果、ワイコ川を堰き止めて作られたワイコ湖には、コイ亜科のパーカーホ（英名：Giant barb, 学名：Catlocarpio siamensis）が生息することが判明した。パーカーホはコイ亜科で最大の魚で、美味であることから捕獲により個体数が減少しており、IUCN のレッドリスト上で絶滅危惧種に指定されている。ワイコ湖では商業的漁業は行われていないが、農林水産局は釣り人への啓発活動を行い、保全に努めている。

図 2-2-4 にワイコ湖の全体を示しているが、ワイコ湖は道路で北部池と南部池に区切られており、上述した魚類保護区は南部池である。取水口は保護区から道路を挟んだ北部池に設置され、また道路脇の遠浅となっている区域に設置されるため、魚類の生息域の減少などの直接の影響は極めて少ないが、取水施設に魚類が迷入または吸い込まれる影響を緩和する必要がある。



出典：JICA 調査団

図 2-2-4 ワイコ湖と保護区

現地の生態系調査を再委託にて実施した。結果を以下に示す。

a) 鳥類

現地調査及び現地住民と地方自治体への聞き取りにより確認された 57 種を表 2-2-2 に示す。うち 55 種は国際自然保護連合（IUCN）レッドリストにおいて軽度懸念（Least Concern : LC）カテゴリに属している分布が広く個体数が多い種であり、2 種は記載がない。代表的なものはスズメ、カノコバト、メグロヒヨドリ等で、開けた場所、農地、湿地を好む種が多い。これらはプロジェクト対象地付近を生息域としているが、既に開発されたエリアであり鳥類の生息密度は低い。関係者への聞き取りによれば、近年違法狩猟や、気候変動による気温上昇により生息数が減少している種もあるとのことである。

ワシントン条約で規制される動植物リストと比較すると、付属書 III（世界的には絶滅のおそれが少ないが、その地域内で絶滅のおそれがある種）に含まれるアマサギ、付属書 II（絶滅のおそれのある種ではないが、その種やその種由来の材料が違法な手段で捕獲や採取、取引が行われるのを規制）に含まれるメンフクロウ、カタグロトビの生息例がヒアリングにより確認された。

表 2-2-2 鳥類調査結果

No.	クメール名	学名	英名	カンボジア 農水省*	レッドリスト**	ワシントン条約***
1	ត្រីកទឹកតូច	<i>Phalacrocorax niger</i>	Little Cormorant	C	LC	NA
2	កុកគោ	<i>Bubulcus ibis</i>	Cattle Egret	C	LC	III
3	កុកក្រកក្បាលត្នោតខ្ចី	<i>Ardeola speciose</i>	Javan Pond Heron	C	LC	NA
4	កុកម្នីសង្កែ	<i>Ixobrychus cinnamomeus</i>	Cinnamon Bittern	C	LC	NA
5	កុកសំបកត្រពាំង	<i>Ixobrychus sinensis</i>	Yellow Bittern	C	LC	NA
6	ក្រូចអិន	<i>Mirafra marionae</i>	Indochinese Bushlark	C	LC	NA
7	ក្រូចអិនចុងខ្នងឆ្មុក	<i>Anthus cervinus</i>	Red-throated Pipit	C	LC	NA
8	ក្រូចអិនជើងវែង	<i>Anthus richardi</i>	Richard's Pipit	C	LC	NA
9	ក្រូចអិនទ្រូងឆ្មុកខ្មៅ	<i>Anthus hodgsoni</i>	Olive-backed Pipit	C	LC	NA
10	ក្រូចអិនទ្រូងលាត	<i>Mirafra javanica</i>	Horsfield's Bushlark	C	LC	NA
11	កញ្ចក់ស្លាវណ្ណកខ្មៅ	<i>Rhipidura javanica</i>	Sunda Pied Fantail	C	LC	NA
12	ក្រូចអ៊ឹក	<i>Turnix suscitator</i>	Barred Buttonquail	C	LC	NA
13	ខ្លែងស្រាក់	<i>Tyto alba</i>	Common Barn-owl	C	LC	II
14	ខ្វែក	<i>Nycticorax nycticorax</i>	Black-crowned Night Heron	C	LC	NA
15	ខ្វែកខ្យល់	<i>Botourus stellaris</i>	Great Bittern	C	LC	NA
16	ខ្វែកត្រោក	<i>Gallinago gallinago</i>	Common Snipe	C	LC	NA
17	ខ្វែកត្រោកកន្ទុយម្ជុល	<i>Gallinago stenura</i>	Pintail Snipe	C	LC	NA
18	ខ្វែកសំបកត្រពាំង	<i>Gorschius melanolophus</i>	Malayan Night Heron	C	LC	NA
19	ត្រលីងត្រលោង	<i>Sturnus nigricollis</i>	Black-collared Starling	C	LC	NA
20	ចបាតត្រចៀកខៀវ	<i>Alcedo meninting</i>	Blue-eared Kingfisher	C	LC	NA
21	ចាបដូនតាកន្ទុយវែង	<i>Lanius schach</i>	Long-tailed Shrike	C	LC	NA
22	ចាបដូនតាវាលស្រែ	<i>Acrocephalus tangorum</i>	White-browed Reed-warbler	C	LC	NA
23	ចាបដង្កូវលឿង	<i>Prinia flaviventris</i>	Yellow-bellied Prinia	C	LC	NA
24	ចាបស៊ីរុយខ្នងត្នោត	<i>Muscicapa dauurica</i>	Asian Brown Flycatcher	C	LC	NA
25	ចាបស៊ីរុយតូច	<i>Niltava davidi</i>	Fujian Niltava	C	LC	NA
26	ចាបស៊ីរុយតូចខ្មៅស	NA	NA	C	LC	NA
27	ចាបស៊ីរុយទ្រូង ឆ្មុកត្នោត	NA	NA	C	LC	NA
28	ចាបអ៊ីរ៉ូប	<i>Passer domesticus</i>	House Sparrow	C	LC	NA

No.	クメール名	学名	英名	カンボジア農水省*	レッドリスト**	ワシントン条約***
29	ចាបផ្ទះ	<i>Passer montanus</i>	Eurasian Tree Sparrow	C	LC	NA
30	ចាបគេក	<i>Orthotomus sutorius</i>	Common Tailorbird	C	LC	NA
31	ចាបព្រៃវែង	<i>Emberiza aureola</i>	Yellow-breasted Bunting	C	LC	NA
32	ចាបក្រច	<i>Pycnonotus goiavier</i>	Yellow-vented Bulbul	C	LC	NA
33	ចបាតក្រឹម	<i>Alcedo atthis</i>	Common Kingfisher	C	LC	NA
34	លលកតូច ឬលលកដី	<i>Geopelia striata</i>	Peaceful Dove	C	LC	NA
35	លលកបាយ	<i>Streptopelia chinensis</i>	Spotted Dove	C	NA	NA
36	លលកខ្មោច	NA	NA	NA	NA	NA
37	លលកទ្រាំង	<i>Streptopelia tranquebarica</i>	Red Collared Dove	C	LC	NA
38	ល្វាចេក	<i>Copsychus saularis</i>	Oriental Magpie-robin	C	LC	NA
39	ល្វាចេកសង្កៅ	NA	NA	C	LC	NA
40	ល្អកធំ	<i>Centropus sinensis</i>	Greater Coucal	C	LC	NA
41	ល្អកស្លៀវ	<i>Centropus bengalensis</i>	Lesser Coucal	C	LC	NA
42	បាតូ	<i>Upupa epops</i>	Common Hoopoe	C	LC	NA
43	ពពិតក្បាលខ្មៅ	<i>Pycnonotus atriceps</i>	Black-headed Bulbul	C	LC	NA
44	រីក ឬ សារិកាកែវគោ	<i>Acridotheres tristis</i>	Common Myna	C	LC	NA
45	ស្វាងលលក	<i>Elanus caeruleus</i>	Black-shouldered Kite	C	LC	II
46	ត្រចៀកកាំ	<i>Hirundo rustica</i>	Barn Swallow	C	LC	NA
47	ត្រចៀកកាំចុងខ្នងស	<i>Apus affinis</i>	Little Swift	C	LC	NA
48	ត្រចៀកកាំដើមត្នោត	<i>Cypsiurus balasiensis</i>	Asian Palm-swift	C	LC	NA
49	ត្រដេវតូច	<i>Merops orientalis</i>	Green Bee-eater	C	LC	NA
50	ត្រដេវក្បាលបៃតង	<i>Merops philippinus</i>	Blue-tailed Bee-eater	C	LC	NA
51	ត្រដេវក្បាលត្នោតខ្ចី	<i>Merops leschenaulti</i>	Chestnut-headed Bee-eater	C	LC	NA
52	តាពៅខ្មៅ	<i>Surniculus lugubris</i>	Drongo Cuckoo	C	LC	NA
53	ប្ររីក	<i>Dendrocygna javanica</i>	Lesser Whistling-duck	C	LC	NA
54	ពពិតក្បាលខ្មៅកំបោយ	<i>Pycnonotus melanicterus</i>	Black-capped Bulbul	C	LC	NA
55	ពពិតត្រចៀកឆ្មុក	<i>Pycnonotus blanfordi</i>	Streak-eared Bulbul	C	LC	NA
56	ពពិតក្បាលខ្មៅចុងខ្នងស	<i>Pycnonotus aurigaster</i>	Sooty-headed Bulbul	C	LC	NA
57	អន្ទេបខ្មៅ	<i>Dicrurus macrocercus</i>	Black Drongo	C	LC	NA

*カンボジア農林水産省による保護生物リスト

**IUCN レッドリスト

***ワシントン条約のリスト

R : 希少、C : 一般的

低危険種 (Least Concern : LC)、情報不足種 (Data Deficient : DD)、危急種 (Vulnerable : VU)

b) 魚類及び水生生物

現地での採捕調査及び聞き取り調査の結果、ワイコ湖に生息する生物として 45 種が確認された。うち 37 種が魚類で、8 種が水生生物(テナガエビ、ヌマエビ等の淡水エビ及び淡水カニ)である。IUCN のレッドリストにおいて *Myxus bocourti* (学名) というナマズの仲間 1 種のみ危急種に指定されているが、他はすべて低危険種その他である。

表 2-2-3 魚類調査結果

No.	クメール名	学名	英名	カンボジア農水省 令*	レッドリスト**	ワシントン条約***
1	ត្រីចង្វាអង្ករ	<i>Garra cambodgiensis</i>	Stonelapping minnow	NA	LC	-
2	ត្រីចង្វាស្រែ	<i>Amblypharyngodon chulabhornae</i>	NA	NA	LC	-
3	ត្រីចង្វាស្លឹក	<i>Chela caeruleostigmata</i>	Leappian glass barb	NA	NA	-
4	ត្រីចង្វាភ្លើងស្រែ	<i>Esomus longimanus</i>	Long-fin flying minnow	NA	DD	-
5	ត្រីចង្វាភ្លើងឆ្នួត	<i>Esomus metallicus</i>	Flying minnow	NA	LC	-
6	ត្រីចង្វាមូល	<i>Rasbora hobelmani</i>	Kottelat rasbora	NA	NA	-
7	ត្រីចង្វាឆ្នួត	<i>Rasbora paviana</i>	Pavie's rasbora	NA	LC	-
8	ត្រីកញ្ចប់ប្រាសធំ	<i>Parambassis apogonides</i>	Iridescent glassy perchlet	NA	NA	-
9	ត្រីកញ្ចប់ប្រាសតូច	<i>Parambassis siamensis</i>	NA	NA	LC	-
10	ត្រីកន្ត្រងប្រេង	<i>Parambassis wolffii</i>	Duskyfin glassy perchlet	NA	LC	-
11	ត្រីកន្ត្រប់	<i>Catopra</i>	Pristolepis fasciata	NA	LC	-
12	ត្រីក្រាញ់	<i>Anabas testudineus</i>	Climbing perch	NA	DD	-
13	ត្រីផ្កាដា	<i>Zenarchopterus buffonis</i>	Buffon's river-garfish	NA	NA	-
14	ត្រីផ្កាដា	<i>Zenarchopterus ectuntio</i>	Halfeak	NA	NA	-
15	ត្រីត្រីមក្តា	<i>Trichopsis vittata</i>	Croaking gourami	NA	LC	-
16	ត្រីត្រីមព្រៃ	<i>Betta prima</i>	NA	NA	LC	-
17	ត្រីផ្ទុក់ / ត្រីវីស	<i>Channa striata</i>	Striped snakehead	NA	LC	-
18	ត្រីឆ្លុញ	<i>Macrognathus siamensis</i>	Peacock eel	NA	LC	-
19	ត្រីឆ្លុញកែវ	<i>Macrognathus semiocellatus</i>	Eyespot spiny eel	NA	LC	-
20	ត្រីកំក្តាញស្រែ	<i>Trichohodus trichopterus</i>	Three spot gourami	NA	NA	-

No.	クメール名	学名	英名	カンボジア農水省 令*	レッドリスト**	ワシントン条約***
21	ត្រីកំភ្លាញភ្នំក	<i>Trichohodus microlepis</i>	Moonlight gourami	NA	NA	-
22	ត្រីស្លាំង	<i>Hemibagrus sp.(cf.nemarus)</i>	Asian redbtail catfish	NA	NA	-
23	ត្រីស្លាំងអុចខ្មៅ	<i>Hemibagrus spilopterus</i>	Blackspotted catfish	NA	LC	-
24	ត្រីកញ្ចៈបាយ	<i>Mystus albolineatus</i>	White-line catfish	NA	NA	-
25	ត្រីកញ្ចៈស្ទឹង	<i>Mystus atrifasciatus</i>	NA	NA	LC	-
26	ត្រីកញ្ចៈក្តោង	<i>Mystus bocourti</i>	NA	NA	VU	-
27	ត្រីកញ្ចៈកណ្តុរ	<i>Mystus rhegma</i>	Rat-face mystus	NA	LC	-
28	ត្រីកញ្ចៈបាយស	<i>Mystus singaringan</i>	NA	NA	LC	-
29	ត្រីកញ្ចៈ	<i>Mystus wolffi</i>	NA	NA	NA	-
30	ត្រីអណ្តែងរឹង	<i>Clarians batrachus</i>	Walking catfish	NA	NA	-
31	ត្រីអណ្តែងទន់	<i>Clarians macrocephalus</i>	Bighead waiking catfish	NA	NA	-
32	ត្រីអណ្តែងស្លឹក	<i>Clarias meladerma</i>	Blackskin catfish	NA	LC	-
33	ត្រីគ្រឿង	<i>Ompok eugeneiatus</i>	NA	NA	NA	-
34	ត្រីឆ្អិន	<i>Hypsibarbus pierrei</i>	Makong silver barb	NA	DD	-
35	ត្រីឆ្អិនប្រាក់	<i>Barbonymus gonionotus</i>	Java/Silver Barb	NA	LC	-
36	ត្រីក្រុសមេម៉ាយ	<i>Osteochilus hasseltii</i>	NA	NA	NA	-
37	ត្រីក្រុស	<i>Osteochilus lini</i>	Dusky face carp	NA	LC	-
38	កំពើស	<i>Macrobrachium nipponese</i>	NA	NA	NA	-
39	កំពើសស្រែ	<i>Neocaridina sp.</i>	NA	NA	NA	-
40	កំពើសអង្កាម	<i>Neocaridina serrata</i>	NA	NA	NA	-
41	កំពើសដៃធំ	<i>Macrobrachium ohione</i>	NA	NA	LC	-
42	ក្តាមព្រាល	<i>Johora tiomanensis counsilmani</i>	NA	NA	NA	-
43	ក្តាមគ្រោង	<i>Somaniathelpusa sexpunctata</i>	Black rice crad	NA	NA	-
44	ក្តាមស្រែ	<i>Somaniathelpusa sp.</i>	Black rice crad	NA	NA	-
45	ក្តាមស្រងែ	<i>Somaniathephusa sp.</i>	Black rice crad	NA	NA	-

*カンボジア農林水産省による保護生物リスト

**IUCN レッドリスト

***ワシントン条約のリスト

低危険種 (Least Concern : LC)、情報不足種 (Data Deficient : DD)、危急種 (Vulnerable : VU)

4) 大気質

大気質については、定期的なモニタリングは行われていない。スバイリエンの環境局には大気質を測定する機材・人材がないため、観測の必要がある場合は環境省から測定班が来て実施することになる。

対象地は工業化されておらず、工業生産からの大気汚染物質の放出は極めて少ないと予想される。従って、大気汚染源としては、車両からの排気ガスが主たるものとなる。スバイリエンは国道1号線が通過しているが、これを除くと交通量も多くないため、車両からの大気汚染は限定されており、また地形的にも大気が滞留するような地域はないことから、ベースラインの大気の状態は良好であると考えられる。

2020年4月3日に大気質ベースライン測定のための試料を採取し、分析した結果を以下に示す。

表 2-2-4 大気質測定結果(mg/m³)

項目		浄水場 予定地	取水口 予定地	カンボジア基準	日本環境基準 (24 時間平均)
一酸化炭素	CO	0.44	0.58	20(8 時間平均)	10
二酸化窒素	NO ₂	0.013	0.024	0.1(24 時間平均)	0.04～0.06 またはそれ以下
二酸化硫黄	SO ₂	0.009	0.01	0.3(24 時間平均)	0.04
総浮遊粒子状物質	TSP	0.08	0.17	0.33(24 時間平均)	0.1 (SPM:10μm 以下)
オゾン	O ₃	0.023	0.027	0.2 (1 時間平均)	—
鉛	Pb	ND	ND	0.005 (24 時間平均)	—
PM10	PM10	0.03	0.03	0.05 (24 時間平均)	—
PM2.5	PM2.5	0.02	0.013	0.025 (24 時間平均)	—

出典：JICA 調査団

すべての項目でカンボジアの環境基準を満足している。日本の基準と比較しても十分低い値である。日本の粒子状物質の基準は 10μm 以下のサイズの粒子に限っての基準であることから、直接比較はできないが、SPM に相当する総浮遊粒子状物質 (TSP) はより大きな値になると考えられ、こちらでも受容可能な範囲にあると考えられる。

5) 水利用の状況と水質

主要な表流水源は、ワイコ川と、ワイコ川を堰き止めたワイコ湖であり、そのほかに乾季にはほとんど水がない小河川が存在する。比較的地下水が豊富な地域で、既存の浄水場の水源は地下水であり、プロジェクト地域内の多くの世帯は自家用の井戸を持ち地下水を生活に利用している。自家用井戸は浅井戸で、比較的安価に鑿井できるため、ほとんどの世帯が保持している。

現地ヒアリングでは、井戸水の水質については特に悪いという意見はなかったが、利便性、経済性及び衛生的な見地から水道への切り替えを望む声が多かった。

表 2-2-5 は 2017 年 8 月に実施した、対象地区で利用されている井戸水の水質調査結果である。サンプリングを行った 10 井戸のうち 4 井戸で濁度が飲料水基準を超過している。

表 2-2-5 スパイリエン井戸水水質調査結果

項目	試料名	GW-1	GW-2	GW-3	GW-4	GW-5	GW-6	GW-7	GW-8	GW-9	GW-10	カンボジア 飲料水基準	日本水道 水質基準	WHO ガイドライン
	採水日 単位	8/4	8/5	8/5	8/5	8/5	8/5	8/5	8/5	8/5	8/5			
濁度	NTU	16	4	2	30	2	2	4	6	4	22	<5.0	<2	—
亜硝酸	mg/L	0	0	0	0	0	0	0.099	0	0.063	0	<3.0	含量で<44	—
硝酸	mg/L	0.034	0.15	0.076	0.078	0.032	0.049	1.53	0.037	1.54	0.103	<50		—
鉄	mg/L	0.04	0.06	0.01	0.13	0.15	0.17	0.06	0.02	0.02	0.1	<0.3	<0.3	—
マンガン	mg/L	0.2	0.15	0.02	0.19	0.05	0.1	0.15	0.24	0.26	0.29	<0.1	<0.05	—
大腸菌群数	MPN/100ml	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	—	—
大腸菌	MPN/100ml	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

出典：JICA 調査団

一時は、地下水を水源として想定していたため、水道局の水源地下水及び処理水の水質調査を 2017 年 7 月～2018 年 5 月の間継続して実施した。その結果、大腸菌は検出されず、また、有害金属はほとんど検出されていない。原水では 0.012～0.028mg/l の微量のヒ素が検出されたが、浄水処理後は検出されないレベルまで除去されている。原水及び処理水の鉄及びマンガンの含有量が高い。地下水は還元的環境にあることが想定され、揚水後に空気に触れると、鉄の沈殿が発生し、処理水にも濁りを与えていると考えられる。従って、浄水処理過程において、十分な酸化処理が必要である。地下水調査結果を表 2-2-6 及び表 2-2-7 に示す。

2017 年の調査時には、一度は水源を地下水とする方針としたことから、表流水の調査は継続して実施していなかったが、水源を表流水とする方針への変更により取水口予定地付近での水質調査を 2019 年 7 月より実施した。途中中断を挟み 2020 年 5 月まで実施した。

調査結果を次の表にまとめるが、取水予定地付近の水質をまとめると次のとおりである。

- 有害成分は特に検出されていない。
- アルミニウムと鉄の濃度が高い。
- 有機物汚濁の指標となる COD は年平均で 4.2mg/l と高い。
- 生活系の汚染によると考えられる大腸菌、アンモニアが検出されている
- 年平均で総窒素が 1.67mg/l、総リンが 0.14mg/l と高く富栄養化が進んでいる。
- アンモニアが年間を通じて検出されており、年平均は 0.22mg/l である。
- 取水口付近の濁度は年平均で 102、冬季に低くなる傾向を示すが、観測された最低値でも 32 であり、通常から濁度は高いレベルにある。特に雨季の前半 5 月から 8 月に高い傾向が見られた。

濁度、アルミニウム及び鉄の濃度が高く生活用水としての直接利用には適していないが、一般的な浄水処理で清浄な水を得ることができる水質である。アンモニアが常に一定濃度で検出されており、高濃度時には浄水処理過程において、十分な遊離塩素を残留させるためのブレークポイント処理が必要となることも考えられる。

なお、表中で灰色の網掛けがしてある部分については、再委託先であるカンボジア環境省分析室より報告された分析値において環境水中においてあり得ないレベルの濃度が報告される等の疑問があったことから、分析担当者へのヒアリング及びバックデータを取り寄せての状況確認

を行ったところ、金属分析に使用している ICP 発光分析機器の運転状況に問題があることが判明し、報告値として採用できるレベルでないことが分かったため、参考値とした。また、明らかに異常と思われる報告値は「欠測」として値を記していない。2019 年 12 月からは本邦の分析所に分析依頼をした。

表 2-2-6 地下水水質調査結果（浄水場原水）

No	項目	地点名	浄水場原水													カンボジア 飲料水基準	日本水道 水質基準	WHOガイ ドライン
			2017								2018							
			7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5					
1	pH	-	6.39	8.09	6.57	6.58	6.27	6.19	6.26	6.5	6.6	6.8	6.7					
2	水温	oC	31	31	31	31	30	31	28	31	32	30.2	31.5					
3	電気伝導率	μs/cm	297	314	317	318	317	309	338	307	304	314	314					
4	蒸発残留物	mg/L	284	301	303	305	305	296	324	295	298	307	312					
5	溶存酸素	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
6	濁度	NTU	30	20	2	8	4	4	0	2	4	2	4					
7	色度	mg/L Pt	205	210	45	105	40	275	90	140	95	10	65					
8	浮遊物質	mg/L	38	30	7	16	2	9.17	19.5	8.5	5	3.5	3					
9	総硬度	mg/L	55	62	23	140	135	145	135	140	130	120	170					
10	COD	mg/L	0.58	0.58	0.54	1.56	0.11	0.19	0.98	0.58	0.39	0.58	0.98					
11	シアノ	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND					
12	塩素イオン	mg/L	18.2	28.6	18.2	10.2	8.32	0.06	8.58	15.6	12.5	9.2	20.2					
13	アンモニア	mg/L	0.03	0.05	0.03	0.35	0.47	0.34	0.21	0.24	0.25	0.24	0.29					
14	フッ素	mg/L	0.36	0.36	0.36	0.32	0.56	0.35	0.35	0.5	0.05	0.25	0.25					
15	亜硝酸	mg/L	ND	ND	ND	0	0.02	0.08	0	0	0	0.03	0.09					
16	硝酸	mg/L	0.47	0.63	0.47	0.21	0.5	0.35	0	0.02	0.08	0.42	0.18					
17	アルミニウム	mg/L	0.01	ND	0.26	0.02	0.03	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01					
18	ヒ素	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	0.012	0.012	0.012	0.014	0.015	0.028					
19	バリウム	mg/L	ND	1.09	0.09	0.04	0.03	0.10	0.11	0.11	0.11	0.12	0.11					
20	カドミウム	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001					
21	クロム	mg/L	ND	ND	0.001	0.004	ND	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005					
22	鉄	mg/L	0.01	0.3	0.09	0.11	0.09	2.90	3.64	4.12	4.00	3.85	3.67					
23	鉛	mg/L	ND	ND	0.008	ND	ND	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.01					
24	マンガン	mg/L	0.001	0.01	0.07	0.09	0.06	0.28	0.26	0.27	0.27	0.28	0.27					
25	水銀	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005					
26	ニッケル	mg/L	ND	ND	0.003	0.0005	0.001	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005					
27	セレン	mg/L	-	-	-	-	-	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002					
28	大腸菌群数	MPN/100ml	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
29	大腸菌	MPN/100ml	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					

* 網掛け箇所は、検査結果の信頼性に欠けるため、参考値とする。

* 日本の基準、硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素として10mg/l、を硝酸イオン濃度に換算

出典：JICA 調査団

表 2-2-7 地下水水質調査結果（浄水場処理水）

No	項目	地点名	浄水場処理水														カンボジア 飲料水基準	日本水道 水質基準	WHOガイ ドライン
			2017							2018									
			7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5						
1	pH	-	7.69	6.78	6.74	6.78	6.6	6.68	6.6	6.7	6.4	7.5	7	6.5-8.5	5.8-8.6	-			
2	水温	°C	30	30.88	32	31.5	30	31	28	30	31.9	31.8	32	-	-	-			
3	電気伝導率	µs/cm	303	316	309	317	312	311	308	305	325	304	299	-	-	-			
4	蒸発残留物	mg/L	289	298	297	303	300	309	295	293	319	297	295	<800	<500	-			
5	溶存酸素	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
6	濁度	NTU	0	0	0	4	2	4	4	0	4	2	0	<5.0	<2	-			
7	色度	mg/L Pt	55	69	25	65	0	0	30	0	0	0	0	<5.0	<5	-			
8	浮遊物質	mg/L	1	10	11	13	8	3.89	16	2.5	3.5	4	2	-	-	-			
9	総硬度	mg/L	85	93	37	110	108	105	105	110	110	125	185	<300	<300	-			
10	COD	mg/L	0.19	0.19	0.39	1.17	0.19	0.39	1.17	0.98	0.78	0.98	1.17	-	-	-			
11	シアノ	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<0.02	<0.01	-			
12	塩素イオン	mg/L	22.06	25.4	22.06	11.07	10.3	0.27	7.5	7.5	11.2	17.1	19.8	<250	<200	-			
13	アンモニア	mg/L	0.01	0.02	0.01	0.21	0.17	0.22	0.29	0.12	0.13	0.08	0.27	<1.5	-	-			
14	フッ素	mg/L	0.18	0.15	0.18	0.31	0.32	0.4	0.37	0.4	0.4	0.4	0.4	<1.5	<0.8	<1.5			
15	亜硝酸	mg/L	ND	ND	ND	0	0	0.02	0.07	0.02	0.02	0.07	0.29	<3.0	含量で	<3			
16	硝酸	mg/L	ND	0.51	ND	0.28	0.072	0.48	0.21	0.13	0.13	0.12	0.53	<50	<44*	<50			
17	アルミニウム	mg/L	0.02	ND	0.78	0.05	0.003	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.2	<0.2	-			
18	ヒ素	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	<0.005	0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.05	<0.01	<0.01			
19	バリウム	mg/L	ND	1.28	0.19	0.09	0.02	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	<0.7	-	<1.3			
20	カドミウム	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.003	<0.003	<0.003			
21	クロム	mg/L	ND	ND	0.001	0.003	ND	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.05	六価クロムとして	<0.05			
22	鉄	mg/L	0.02	0.28	0.02	0.023	0.004	0.14	1.43	0.68	0.17	0.36	0.14	<0.3	<0.3	-			
23	鉛	mg/L	ND	ND	0.01	0.001	ND	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.01	<0.01	<0.01			
24	マンガン	mg/L	0.08	0.26	0.04	0.003	0.06	0.24	0.27	0.25	0.24	0.23	0.26	<0.1	<0.05	-			
25	水銀	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.001	<0.0005	<0.006			
26	ニッケル	mg/L	ND	ND	0.001	0.001	ND	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.02	-	<0.07			
27	セレン	mg/L	-	-	-	-	-	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.01	<0.01	<0.04			
28	大腸菌群数	MPN/100ml	0	0	0	2.3X10 ²	0	36	0	0	0	0	0	0	-	-			
29	大腸菌	MPN/100ml	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			

* 網掛け箇所は、検査結果の信頼性に欠けるため、参考値とする。

* 日本の基準、硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素として 10mg/l、を硝酸イオン濃度に換算

出典：JICA 調査団

表 2-2-8 水質調査結果（取水口予定地付近）

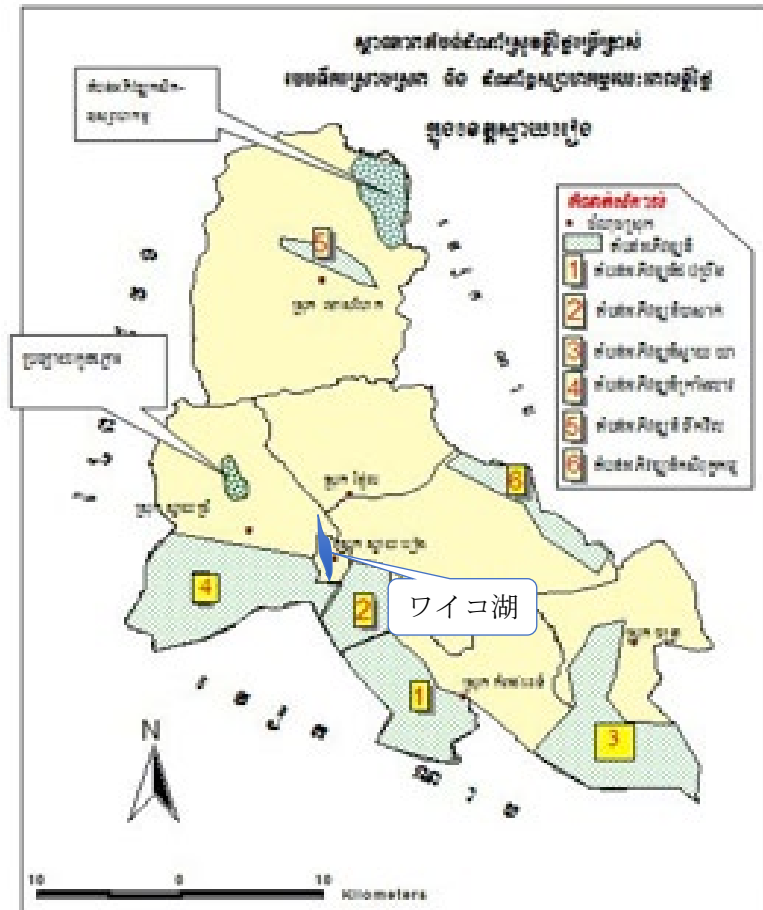
No	項目	地点名	取水口予定地												2020				カンボジア 飲料水基準	日本水道 水質基準	WHOガイド ライン
			2017												2019	2020	2020	2020			
		採水月	7	8	9	10	11	12	2017	2019	2020	2020	2020	2020	2020	2020	2020	2020	2020	2020	2020
1	pH	-	7.73	6.81	6.49	6.56	6.43	6.73	6.58	6.8	6.86	6.95	6.76	6.76	6.86	6.95	6.76	6.76	6.5-8.5	5.8-8.6	-
2	水温	oC	28.2	30	32	30.5	28	26.4	25.6	27	29.5	31.5	31.3	31.3	29.5	31.5	31.3	31.3	-	-	-
3	電気伝導率	μs/cm	44.4	33.6	38	42.3	19.2	28.7	30.4	33.5	42.7	43.3	67.4	67.4	33.5	42.7	43.3	67.4	-	-	-
4	蒸発残留物	mg/L	42	32	36	41	19	13	13	15	19	19	30	30	15	19	19	30	<800	<500	-
5	溶存酸素	mg/L	5.06	5.06	6.76	6.33	5.9	5.07	5.09	5.05	5.06	5.38	5.24	5.24	5.05	5.06	5.38	5.24	-	-	-
6	濁度	NTU	350	230	50	56	48	32	36	38	46	80	155	155	38	46	80	155	<5.0	<2	-
7	色度	mg/L Pt	100	310	430	>500	230	340	320	320	210	270	200	200	320	210	270	200	<5.0	<5	-
8	浮遊物質	mg/L	40	83	37	22	28	26	20	30	33	55	123	123	30	33	55	123	-	-	-
9	総硬度	mg/L	22	28	6	95	90	11	8	7	9	15	7	7	8	9	15	7	<300	<300	-
10	COD	mg/L	8.23	8.23	5.09	2.35	3.33	1.76	1.76	3.18	4.51	3.8	4.2	4.2	3.18	4.51	3.8	4.2	-	-	-
11	シアソ	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0.005	0.006	0.007	0.007	ND	ND	0.005	0.006	0.007	ND	<0.02	<0.01	-
12	塩素イオン	mg/L	12.4	10.98	12.4	2.56	1.52	7.5	3.7	4.5	4.5	11.4	12	12	4.5	4.5	11.4	12	<250	<200	-
13	アンモニア	mg/L	0.004	0.005	0.004	0.07	0.26	0.35	0.45	0.32	0.32	0.38	0.31	0.31	0.45	0.32	0.38	0.31	<1.5	-	-
14	フッ素	mg/L	0.27	0.22	0.27	0.13	0.19	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	<1.5	<0.8	<1.5
15	亜硝酸	mg/L	ND	ND	ND	0	0	0.08	ND	ND	0.04	0.08	0.02	0.02	ND	0.04	0.08	0.02	<3.0	含量で <44*	<3
16	硝酸	mg/L	0.18	0.11	0.078	0.09	0.04	3	2.1	3.5	4.6	1.9	3.6	3.6	3.5	4.6	1.9	3.6	<50	<44*	<50
17	アルミニウム	mg/L	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	0.50	0.42	0.67	0.93	0.84	1.41	1.41	0.67	0.93	0.84	1.41	<0.2	<0.2	-
18	ヒ素	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.05	<0.01	<0.01
19	バリウム	mg/L	ND	欠測	0.02	0.17	0.003	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.04	0.04	0.02	0.02	0.02	0.04	<0.7	-	<1.3
20	カドミウム	mg/L	0.0009	ND	ND	ND	ND	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001	<0.003	<0.003	<0.003
21	クロム	mg/L	0.02	ND	0.004	0.004	ND	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.05	六価クロムとして <0.05	<0.05
22	鉄	mg/L	0.58	0.22	0.13	0.013	0.03	1.20	1.05	0.97	0.99	1.54	2.61	2.61	0.97	0.99	1.54	2.61	<0.3	<0.3	-
23	鉛	mg/L	0.005	ND	0.008	0.001	ND	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.01	<0.01	<0.01
24	マンガン	mg/L	0.03	0.009	0.007	0.005	0.004	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.04	0.04	0.01	0.02	0.02	0.04	<0.1	<0.05	-
25	水銀	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.0005	<0.001	<0.0005	<0.006
26	ニッケル	mg/L	0.009	ND	0.003	0.001	ND	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.02	-	<0.07
27	セレン	mg/L	欠測	欠測	欠測	欠測	欠測	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.01	<0.01	<0.04
28	大腸菌群数	MPN/100ml	2.0X10 ²	1.0X10 ⁴	2.0X10 ²	2.3X10 ²	2.1X10 ²	7.2X10 ¹	1.1X10 ⁴	9.3X10 ²	2.3X10 ²	92	92	92	9.3X10 ²	2.3X10 ²	92	92	0	-	-
29	大腸菌	MPN/100ml	72	270	72	61	72	36	1.5X10 ³	2.1X10 ²	92	<30	36	36	1.5X10 ³	2.1X10 ²	<30	36	0	0	0
30	T-N	mg/L	4	5.9	1.1	3.5	0	0.72	0.27	0.56	0.68	0.47	1.36	1.36	0.72	0.68	0.47	1.36	-	-	-
31	T-P	mg/L	0.78	0.03	0.06	0.14	0.08	0.15	0.03	0.05	0.06	0.1	0.09	0.09	0.05	0.06	0.1	0.09	-	-	-

* 網掛け箇所は、検査結果の信頼性に欠けるため、参考値とする。

* 日本の基準、硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素として 10mg/l、を硝酸イオン濃度に換算

出典：JICA 調査団

スパイリエンは米が主たる農作物であり、水の利用可能性により 1 期作から 3 期作の地域に別れている。図 2-2-5 に示される黄色の部分が一 期作地域で、薄緑で示される部分が多期作地域である。ワイコ湖周辺及び上流は 1 期作地域で、基本的に天水農業である。



出典：DOA 提供資料

図 2-2-5 スパイリエンにおけるコメの作付様式（黄色：一期作地域、薄緑：多期作地域）

稲作の時期は、おおむね以下の 3 パターンとなる。

- ① 7 月中旬 11 月中旬
- ② 11 月中旬から 2 月中旬
- ③ 3 月から 7 月

農薬の使用は、植え付け後 2 週間ほどで、除草剤と殺虫剤を散布する。農薬は多くがベトナム製である。農業局では減農薬の指導をしているとのことである。農薬の登録制度があり、登録農薬のみが使用を許されており、違法農薬についての情報はなかった。

農家でインタビューを行ったところ、直まき栽培をしており田植えは行わず、播種から 15 日後くらいに施肥と農薬散布を行うとのことであった。また出穂期（9 月から 10 月）に殺虫剤を追加的に散布するそうである。灌漑用水があれば、作付け回数を増やすことができるので、用水が欲しいとの希望が述べられた。

農薬散布最盛期に相当する 2017 年 7 月 20 日に農薬検査用水試料を採取した。微量の農薬分析能力がある試験所はカンボジア国内には存在しないため、試料は日本に持ち帰り日本の実績のある分析試験所に委託した。その結果、カンボジアの飲料水水質基準（2004）²に含まれていた農薬 18 項目 及び、日本の検疫所で検出頻度が高い農薬 328 項目について検査を行ったが、すべての項目で不検出であった。よって、原水への農薬の影響は限定的であり、水質に影響を与えるほどのレベルにはないと考えられる。

MISTI は、ワイコ湖からの取水について MOWRAM から水利権を取得済である。本プロジェクト分を 2017 年 9 月に、ADB による拡張分を 2021 年 7 月に取得した。また、2021 年 12 月に概略設計協議調査で結んだミニッツにおいて、MOWRAM がワイコダムの維持管理に責任を持つこと、MISTI は MOWRAM と協力して取水に必要な水位レベルを保つことを確認した。

ワイコ湖では商業的漁業活動は行われていないが、家庭で食べるためもしくは趣味の魚獲りが行われている。現地調査時に、投網で魚を捕っている住民にインタビューを行ったところ、自宅で食べる目的であるが、余分に捕れた時には市場に売りに行くとのことであった。貴重種の魚がいることは知っており、漁業局の指導も受け、もし網にかかった場合は放流しているとのことである。付近で工事が行われる可能性について話したところ、特に要望はなかった。

6) 騒音・振動

対象地は工業化されておらず、国道等主要道を除くと交通量も多くないため、騒音・振動源は限定されている。一方、カンボジア国での登録車両数は伸び続けており、幹線道路沿いでは道路騒音がある程度想定される。騒音・振動についての定期観測は行われていないため、浄水場予定地については 2020 年 4 月 3 日から 4 日にかけて、取水口予定地付近では 2020 年 4 月 4 日から 5 日にかけてベースライン調査を実施した。その結果を以下に示す。24 時間測定を行い、等価騒音・振動レベルと括弧内に時間中の最大値を示した。

表 2-2-9 騒音・振動調査結果（dB）

	浄水場	取水口	参照とする基準		
騒音（昼間 6：00～18：00）	41.8 (54.7)	48.2 (64.5)	II	III	カンボジア環境基準 II：住宅地 III：商業地区
			60	70	
騒音（夜間 18：00～22：00）	44.9 (59.4)	41.9 (56.7)	50	65	
騒音（深夜 22：00～6：00）	39.3 (49.8)	34.6 (47.8)	45	50	
振動（昼間 6：00～18：00）	33.0 (42.6)	34.3 (42.5)	65		カンボジア規制値 ³
振動（夜間 18：00～6：00）	28.1 (32.7)	26.4 (42.2)	60		

出典：JICA 調査団

カンボジアの騒音に関する環境基準は、対象とする地域毎の設定があり、I：静穏を必要とする地域、II：住宅地、III：商業地区、IV：小工場が混在する住宅地、という 4 つの設定がある。対象地域は II の住宅地に相当し、計測結果は基準を満足するレベルであった。

² カンボジア国の飲料水水質基準は 2015 年に改訂され、新基準では農薬は含まれていない。国内でモニタリング不可能な項目が除かれたとのことであるが、同国で参照とすべき適切な基準が存在しないため、2004 年の基準にある項目について調査を行った。

³ Prakas on the Using of Sample Term of Reference for Infrastructure and Tourism Development Project dated on 11 April, 2018.

カンボジアは、振動に関する環境基準は存在しないが、2018 年に出された省令 **Prakas Using of Sample Term of Reference for Infrastructure and Tourism Development Project** にインフラ及び観光開発事業における振動の規制値が記載されている。騒音も振動も低いレベルにあり、環境は良好と考えられる。

7) 経済指標

スバイリエンでは農業が主産業であり、水稻の作付面積が最も大きい。2 番目に広い作付面積はキャッサバであるが、水稻の作付面積の 3%にも満たない。その他、豆、野菜などもわずかに生産している。

カンボジアの行政単位は、州（プロヴィンス）、郡（ディストリクト）、町（コミューン）、村（ビレッジ）の順序となっており、対象ディストリクトの職業分布は以下のとおりで、州全体では 90%以上が農業従事者である農業州である。都市部の **Svay Rieng** は雇用労働者の率が高いが、それでも農業従事者が半数を超えている。本プロジェクトで対象としている水道の拡張部分の裨益者の多くは農業従事者であることが想定される。

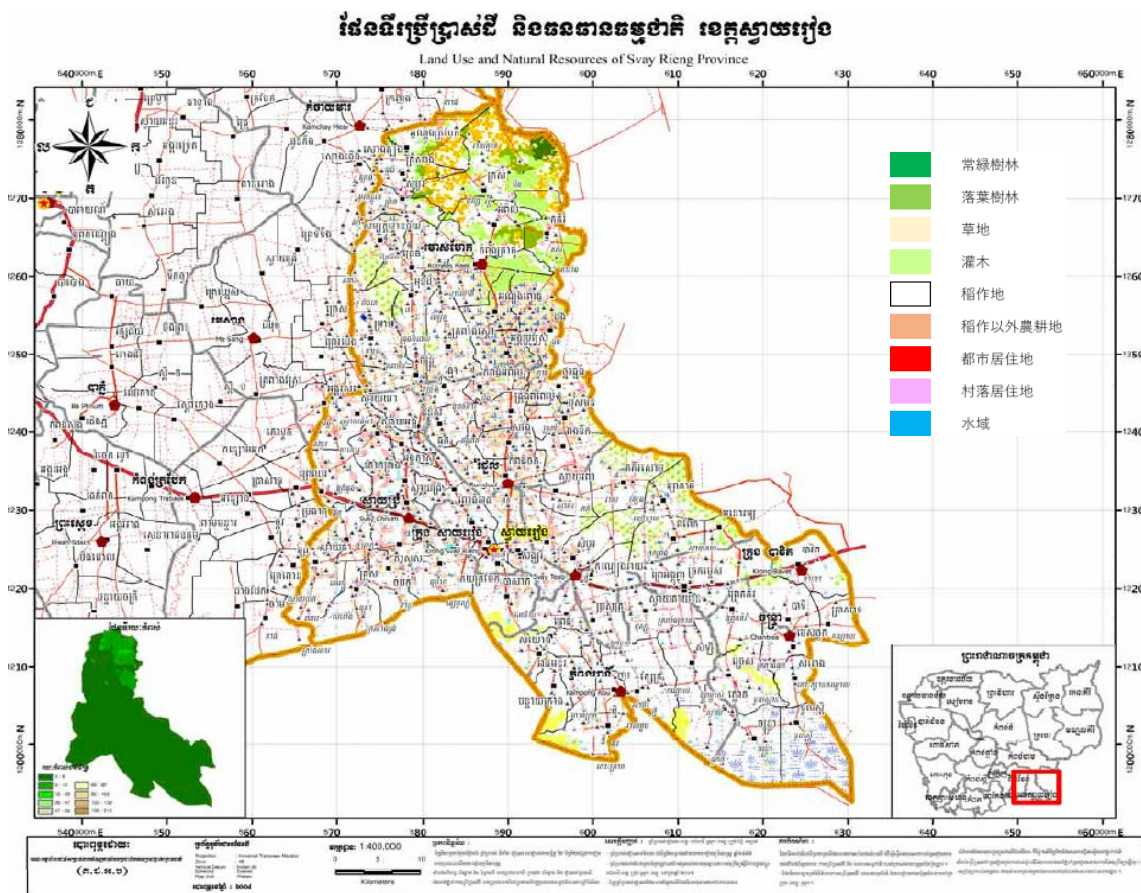
表 2-2-10 スバイリエン州及び対象ディストリクトの職業従事者（%）（2010 年）

ディストリクト	農業	手工芸	雇用労働	不明
スバイリエン州全体	90.9	0.05	4.2	4.8
Svay Rieng	53.9	0.28	22.7	23.2
Svay Chrum	94.4	0.04	1.8	3.8

出典：NCDD, Commune Database Online より JICA 調査団作成

8) 土地利用

スバイリエン州の土地利用図を以下に添付する。また、用途別面積を表に示す。



出典：Svay Rieng Data Book 2009

図 2-2-6 スバイリエン州土地利用図

表 2-2-11 スバイリエン州用途別土地利用面積

用途	面積 (ha)	%
住宅地	5,304.65	1.8
稲作	225,855.47	78.7
農耕地	9,996.62	3.5
常緑広葉樹	714.67	0.2
落葉樹	0.00	0.0
混合林	0.00	0.0
その他林地	2,840.88	1.0
草地	3,575.62	1.2
灌木	856.77	0.3
裸地	23,610.36	8.2
水域	14,070.16	4.9

出典：Svay Rieng Data Book 2009 より JICA 調査団作成

スバイリエン州全体の土地利用区分は上記のとおりで、稲作地が 78.7%を占める。図をみても分かる通り、森林の占める割合は低く、平坦な土地に田圃が広がっている。

9) 廃棄物

建設残土等工事廃棄物については、既設の処分場に持ち込み処分するか、地主の許可を受けて民有地に埋設することが可能である。有害物が含まれる可能性がある場合は、MOE でごみ質

の検査を行い、有害性がなければ同様に廃棄可能である。本プロジェクトで発生する廃棄物に有害性はなく、周辺での埋立用材料のニーズが高いため、水道局が適切な処分地を提供する。

市役所での聞き取りによれば、生活系廃棄物の回収・処理は業者に委託して行っており、工事期間中のキャンプからの排出ごみについても同様に処分が可能である。

10) 貧困層

カンボジア政府は貧困層対策として、ドイツ連邦経済協力開発省、オーストラリア外交通商部及びドイツ国際協力公社の支援を受け、計画省が貧困世帯同定プログラム⁴として、全国で全世帯調査を実施し、貧困世帯を特定している。調査により貧困レベル 1（非常に貧しい）と貧困レベル 2（貧しい）世帯を特定し、ID カードを発行し、このカードは貧困層が適切なサポートや開発計画における便益を得られるよう配慮するために使われる。スバイリエン州では 2013 年に最新の調査が実施された。本プロジェクトの対象となるコミューンについて表 2-2-12 にまとめる。レベル 1 とレベル 2 の合計で約 6%～18%程度である。

スバイリエン全体では、全世帯のうち貧困レベル 1 が約 4%、貧困レベル 2 が約 8%、計 12% の世帯が貧困世帯と分類されている。都市部に比べ村落部の貧困率が高い傾向がある。

表 2-2-12 コミューン別貧困世帯

ディストリクト	コミューン	貧困レベル 1		貧困レベル 2		総世帯 世帯数
		世帯数	%	世帯数	%	
Krong Svay Rieng	Svay Rieng	74	2.3%	123	3.9%	3168
	Prey Chlak	32	3.7%	32	3.7%	863
	Koy Traback	45	5.9%	39	5.1%	763
	Pou Ta Hao	26	4.7%	57	10.2%	559
	Chek	69	2.4%	108	3.8%	2880
	Svay Toea	59	3.1%	96	5.1%	1874
	Sangkhoar	44	1.8%	120	4.9%	2458
Svay Chrum	Basak	153	6.2%	303	12.2%	2482

出典：Ministry of Planning, Identification of Poor Households Programme ウェブサイト(2021)

11) 少数民族

カンボジア全体の民族構成は、クメール族 97.6%、チャム族 1.2%、中国人 0.1%、ベトナム人 0.1%、その他が 0.9%となっている（CIA world fact book、2013 年推定値）。環境局及び市役所での聞き取りでは、プロジェクト対象地には少数民族は存在しないとのことである。

12) 教育・識字率

スバイリエン州の識字率を以下にまとめる。

表 2-2-13 スバイリエン州識字率（2008 年-2013 年）

ディストリクト	識字率（2008 年）	就学率（2013 年）
全体	80.1	83.3
男性	88.7	89.9
女性	72.3	77.1

出典: CAMBODIA INTER-CENSAL POPULATION SURVEY 2013

⁴ 同プログラムにおいては、質問票を用いて世帯構成、経済状態、住居、周辺環境等の情報を収集してスコア化し、支援を対象とすべき世帯を特定している。スコアに応じて貧困世帯をレベル 1（非常に貧しい）とレベル 2（貧しい）に分けている。

スバイリエン州では識字率は80%を超えており、年とともに高くなっている。就学率もカンボジア全国との比較より高い。

プロジェクト対象エリアでの社会調査の結果では、戸主の教育水準は、86%が就学しており、20%が高等学校以上の教育を受けている。

13) 保健・衛生状況

社会調査結果より保健衛生関係のデータを以下のとおりまとめる。サンプルは水道の供給を既に受けている者とそうでない者の2群から取っている。

表 2-2-14 対象地区の保健衛生状況

項 目	全体	接続地区世帯	非接続地区世帯
トイレ所有率 (%)	96	97	94
水系感染症罹患率 (過去3年) (%)	4	2	6

出典：社会調査結果（2017年）より JICA 調査団作成

トイレ所有率は高く、郊外居住者が多い非接続地区世帯でも高い水準である。過去3年の水系感染症罹患率は、水道接続世帯で非水道接続世帯より低いという結果である。

民主的地方開発委員会（National Committee for Sub-National Democratic Development : NCDD）の提供するデータベースによると、5歳未満児死亡率（5歳まで1,000出生当たり）は、スバイリエン州全体で23.6、スバイリエンディストリクトでは12.0で、都市部の乳幼児死亡率は低いという結果が出ている。

(3) 相手国の環境社会配慮制度・組織

1) 環境社会配慮制度及び組織

カンボジアにおける環境行政は、環境省（Ministry of Environment: MOE）が担当している。MOEの組織体制は大臣の下、各 division がそれぞれの分野を担当する。



また、各州には地方環境局が存在し、地域の環境保全に関する活動を担当している。カンボジアの環境に関連する法令を以下にまとめる。

表 2-2-15 カンボジア環境関連法令

法令名	目的
カンボジア王国憲法（1993）	59 条により環境及び水、大気、地質、生態系等自然資源の保護及び適正な管理を規定
Royal Decree on Creation and Designation of Protected Areas (1993)	保護すべき地域及びその設定、管理、責務等について規定
Law on the Establishment of the Ministry of Environment (1996)	環境監督官庁である環境省設立を規定
Law on Environmental Protection and Natural Resource Management (1996)	保護すべき環境、国民の健康、環境計画の策定等について規定
Law on Protection of Cultural Heritage (1996)	文化遺産の保護と範囲を規定
Law on the Adoption of the Convention on Wetlands of International Importance (1996)	水鳥の飛来地である湿地保全、特にラムサール条約について規定
Sub-Decree on Environmental Impact Assessment Process (1999)	環境影響評価、適用事業、手続き等について規定
Sub-Decree on Water Pollution Control (1999)	水質の管理、排水規制等について規定
Sub-Decree on Solid Waste Management (1999)	適正な固形廃棄物の排出等に関して規定
Sub-Decree on Air Pollution Control and Noise Disturbance (2000)	大気質、騒音・振動について規定
Law on Forestry (2002)	森林の保全と野生生物の保護について規定
Law on Water Resource Management (2007)	水資源管理、管理担当省等を規定
Protected Areas Law (2008)	保護すべき地域及びその設定、管理、責務等について 1993 年の勅令を強化し細目を規定
Prakas on Registration of Consulting Firms for Studying and Preparing Environmental and Social Impact Assessment Reports, (2014)	環境・社会影響評価報告書の調査と実施を行うコンサルタント会社の登録に関する規程
Sub decree on Establishment of Biodiversity Conservation Corridor in Natural Protected Area (2017)	自然保護のための生物多様性回廊を指定する規定
Prakas 120, Terms of Reference on Infrastructure and Tourism Development Project (2018)	インフラ及び環境開発事業の EIA/IEIA が従うべき基準、記載内容が細かく記載
PrakasNo.21, Classification of Environmental Impact Assessment of Development Project (2020)	開発事業において、EIA、IEIA または EPC のいずれの取得が必要か事業の種類と規模の大きさによる区分を明記

出典：カンボジア関係法令より JICA 調査団作成

2) 環境基準等

カンボジアで制定されている環境基準、排出基準は次のようなものがある。

表 2-2-16 カンボジア環境基準等

対象	項目	摘要	出典
大気	環境大気	一酸化炭素、二酸化窒素、二酸化イオウ、オゾン、鉛、粒子状物質	Sub-decree on Control of Air Pollution and Noise Disturbance
	環境大気（有害物質）	有害物質 30 項目	
	排出基準（固定排出源）	66 項目	
	排出基準（移動排出源）	一酸化炭素、炭化水素	
	燃料及び石炭の含有基準	イオウ、鉛	
騒音	車外騒音	騒音レベル	車種ごとの車外騒音
	生活空間での騒音レベル基	騒音レベル	4 地域区分での騒音許容レ

対象		項目	摘要	出典
水質	準		ベル	Sub-decree on Water Pollution Control, 1999
	工場での騒音レベル基準	騒音レベル	騒音レベルごとの許容時間	
	排水基準	52 項目	—	
	環境基準	5～7 項目 (水域ごと指定)	生物多様性保全のための公共水域における水質基準	
	環境基準	25 項目	公衆衛生保護のための公共水域における水質基準	

出典：カンボジア関係法令より JICA 調査団作成

上記のうち、地域別騒音許容レベルを以下に示す。振動に関する基準は存在しない。

表 2-2-17 最大許容騒音レベル dB(A)

カテゴリ	地域	時間帯		
		6 時～18 時	18 時～22 時	22 時～6 時
1	静音地 -病院、図書館、学校、幼稚園	45	40	35
2	住宅地 -ホテル、事務所、住居	60	50	45
3	商業、サービス業、複合業種	70	65	50
4	小工場が混在している住宅地	75	70	50

出典：Sub-decree on Control of Air Pollution and Noise Disturbance

この騒音基準は、公共及び住宅地に対するすべての騒音源の管理について適用される。本プロジェクトの対象地はこのうちのカテゴリ 2 に含まれる。

スバイリエン環境局ではこれら環境質のモニタリングを行う施設、機材を持っておらず、上記基準が守られているかどうかのモニタリングは行われていない。また、排水基準は、項目数が多いが、測定できる試験所が国内にほとんど存在せず、また地方環境局においても測定能力がないのが現状である。既存の浄水場においては、地方環境局との合意により、浄水汚泥も河川に排出している。

排水基準に関連して、Sub-decree on Water Pollution Control, 1999 の付表に廃水の排出もしくは運搬を行うに際して MOE の認可が必要な 67 業種が定められている。カテゴリ I の業種は排水量が 10m³/日を超過する場合認可が必要で、カテゴリ II の業種は排水量にかかわらず認可が必要である。付表によれば、“Pure drinking water manufacturing” がカテゴリ I として含まれているが、本プロジェクトで建設する浄水場は、排水はリサイクルして再利用する計画であるため、排水は基本的に発生せず認可は不要である。職員等が発生させる生活排水の量は無視しうるレベルである。

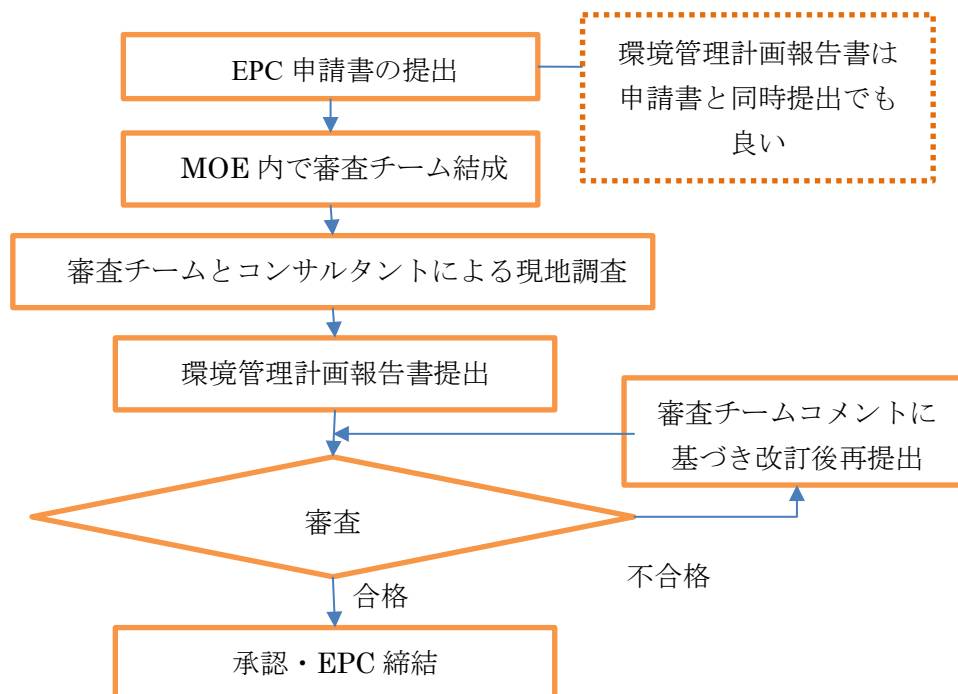
3) 環境アセスメントの手続き

カンボジアでは、「環境影響評価の手続きに関する政令（1999 年）」において、EIA/IEIA が必要となる事業のリストが付表として添付されているが、EIA か IEIA のいずれが必要とされるかは明文化されておらず、環境省の判断を仰いでいた。また、EIA/IEIA を必要としないが環境影響が想定される事業については、プロジェクト実施者と環境省の間で環境保護契約

(Environmental Protection Contract: EPC) を結ぶことになっているが、この実施基準もあいまいであった。かかる状況から、2020 年 2 月 3 日付で、事業区分・規模毎に EIA、IEIA または EPC のどの手続きをとるかを分類する省令「開発事業の環境影響評価の分類にかかる省令（環境省令 No.021）」が環境省大臣名で出され、同日より施行された。本省令によれば、すべての浄水場及び配水システム事業は EPC の対象である。IEIA では設計変更等、IEIA 報告書記載事項に変更があった場合、環境省と協議を行うことを必要とするが、EPC の場合は事業規模等の変更について環境省との協議が必要かどうかは、はっきり定まっていないがそれほど厳密ではない。

EPC の具体的な手続きについては、特に明記された文書は存在しないが、現地環境コンサルタントによれば IEIA との違いは以下のとおりである。

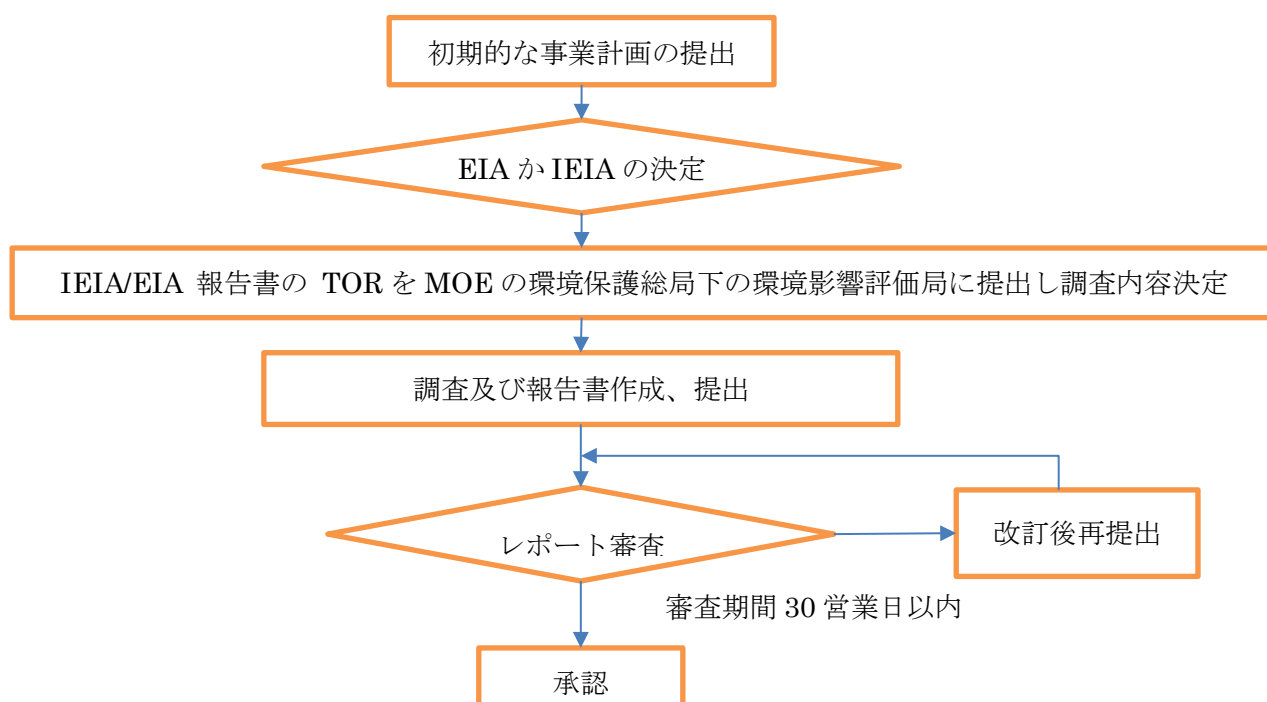
- レポート作成前に申請書を提出できる。
- 審査にかかる日数は 28 営業日である。
- MOE は審査のために technical team を結成するが、EIA/IEIA の場合は 12 名であったものが、EPC では 3~4 名である。
- EPC では水質、大気質、騒音等については、実測を義務としない。
- 以下、EPC 取得手続きについてまとめる。



出典：カンボジア環境コンサルタントからの聞き取りにより JICA 調査団作成

図 2-2-7 EPC 承認手続き

参考のため EIA/IEIA 承認の手続きの流れを以下に示す。



出典：Sub-Decree on Environmental Impact Assessment Process (1999)

図 2-2-8 EIA 承認手続き

カンボジアでは、2014 年 5 月に、「環境・社会影響評価報告書の調査と実施を行うコンサルタント会社の登録に関する規程（Declaration on Registration of Consulting Firms for Studying and Preparing Environmental and Social Impact Assessment Reports, No. 215 BrK, 2014）」が制定され、EIA/IEIA 作成を行うことができるコンサルタント会社の登録制を定めた。従って、登録業者以外の作成したレポートは審査を受けることができない。一方、EPC 取得については、特に明記された文書は存在しないが、環境管理計画書を作成し提出する必要があることから環境コンサルタントが実施している。

4) JICA ガイドラインとの比較

カンボジア国における環境影響評価制度については、JICA ガイドラインから大きく乖離した部分はない。一方で影響評価の項目としてガイドラインに記述されている、事故、地球温暖化、雇用や生活手段等地域経済、社会組織、既存のインフラ、貧困層、被害・便益の偏在、地域内の利害、ジェンダー、HIV に対する影響に関しては規定されていない。

表 2-2-18 に JICA ガイドラインとカンボジアの法規制の比較結果をまとめ、本プロジェクトでの実施方針を示す。

表 2-2-18 JICA ガイドラインとカンボジア法規制の比較

No.	JICA ガイドライン	カンボジア国法規制	ギャップ	本プロジェクトでの方針
Underlying Principles	Environmental impacts that may be caused by projects must be assessed and examined in the earliest possible planning stage. Alternatives or mitigation measures to avoid or minimize adverse impacts must be examined and incorporated into the project plan.	Law on Environmental Protection and Natural Resources Management Article.6 The EIA shall be carried out on every project and activity of either private or public and shall be examined and evaluated by Ministry of Environment (MoE) before it is submitted to the RGC for decision. This assessment shall also be applicable for those existing activities and those which are being under process and which their environmental impacts have yet not been assessed.	大きな差異はないが、JICA ガイドラインにおいては早期に環境インパクト評価を行うことを規定しているが、カンボジア法規制では特に記載がない。	本プロジェクトでは概略設計時点でアセスメントを行い、設計に反映させる。
Examination of Measures	1. Multiple alternatives must be examined in order to avoid or minimize adverse impacts and to choose better project options. 2. Appropriate follow-up plans and systems, such as monitoring plans and environmental management plans, must be prepared	Sub-decree on Environmental Impact Assessment Process ARTICLE 3: The MoE has responsibilities as following: a/ scrutinize and review the report of the Environmental Impact Assessment in collaboration with other concerned ministries; b/ follow up, monitor and take appropriate measures to ensure a Project Owner will follow the Environmental Management Plan (EMP) while project construction is taking place and accede to their EIA report's approval.	カンボジア法令ではフォローアップの必要性を規定しているが、複数代替案比較については規定していない。	本プロジェクトでは JICA ガイドラインに従う。
Scope of Impacts to Be Assessed	The impacts to be assessed with regard to environmental and social considerations include impacts on human health and safety, as well as on the natural environment, that are transmitted through air, water, soil, waste, accidents, water usage, climate change, ecosystems, fauna and flora, including trans-	Law on Environmental Protection and Natural Resources Management Article.6 Natural resources of the KoC which primarily consist of land, water, airspace, air, geology, ecological systems, minerals, energy, petroleum and gas, rocks and sand, gems and stones, forests and forest subproducts, wildlife, fish and aquatic resources,	JICA ガイドラインにおいては自然環境のみならず社会環境についてのアセスメントが強調されているが、カンボジアの法令では特に指摘がない。	本プロジェクトでは JICA ガイドラインに従う。

No.	JICA ガイドライン	カンボジア国法規制	ギャップ	本プロジェクトでの方針
	boundary or global scale impacts. These also include social impacts, including migration of population and involuntary resettlement, local economy such as employment and livelihood, utilization of land and local resources, social institutions such as social capital and local decision-making institutions, existing social infrastructures and services, vulnerable social groups such as poor and indigenous peoples, equality of benefits and losses and equality in the development process, gender, children's rights, cultural heritage, local conflicts of interest, infectious diseases such as HIV/AIDS, and working conditions including occupational safety.	shall be preserved, developed and managed to use in a rational and sustainable manner.		
Social Acceptability	1. Projects must be adequately coordinated so that they are accepted in a manner that is socially appropriate to the country and locality in which they are planned. For projects with a potentially large environmental impact, sufficient consultations with local stakeholders, such as local residents, must be conducted via disclosure of information at an early stage, at which time alternatives for project plans may be examined. The outcome of such consultations must be incorporated into the contents of project plans.	Law on environmental impact assessment ARTICLE 37. The main objective of public participation is to ensure that project-affected persons and relevant stakeholders: - are well informed about the project, - have the opportunity to be involved in the discussion and decision-making process related to the project, and - have the opportunity to participate in the project monitoring. Project Proponents that are required to conduct an EIA shall include public involvement and consultation from local administrations, civil society, community representatives, the project-	カンボジアの法令においても市民参加の重要性が規定されており、JICA のガイドラインとの差異は大きくないが、JICA ガイドラインでは社会的弱者について細かく記述されている。	本プロジェクトでは JICA ガイドラインに従う。

No.	JICA ガイドライン	カンボジア国法規制	ギャップ	本プロジェクトでの方針
	2. Appropriate consideration must be given to vulnerable social groups, such as women, children, the elderly, the poor, and ethnic minorities, all members of which are susceptible to environmental and social impacts and may have little access to decision-making processes within society.	affected persons and other relevant stakeholders in the EIA process during project planning in order to: - identify areas of significance of environment, economy, society and culture - collect opinions of stakeholders and integrate such opinions into the decision making process - review the project proposal and explain impacts on environment, economy, society, and culture. - consider a wider range of alternatives and mitigation measures. The public participation process in the stage of studying, consulting and reviewing the EIA report and project monitoring shall be determined by Prakas of MoE.		
Ecosystem and Biota	1. Projects must not involve significant conversion or significant degradation of critical natural habitats and critical forests. 2. Illegal logging of forests must be avoided. Project proponents etc. are encouraged to obtain certification by forest certification systems as a way to ensure the prevention of illegal logging.	Constitution of Kingdom of Cambodia Article 59: The State shall protect the environment and balance of abundant natural resources and establish a precise plan of management of land, water, air, wind, geology, ecological system, mines, energy, petrol and gas, rocks and sand, gems, forests and forestry products, wildlife, fish and aquatic resources.	カンボジア法令では、自然環境の保全について規定しているが、特に違法伐採についての明確な規定がみられない。	本プロジェクトでは JICA ガイドラインに従う。
Monitoring	1. After projects begin, project proponents etc. monitor whether any unforeseeable situations occur and whether the performance and effectiveness of mitigation measures are consistent with the assessment's prediction. They then take appropriate measures based on the results of such monitoring.	Sub-decree on Environmental Impact Assessment Process (1999) ARTICLE 3: The MoE has responsibilities as following: a/ scrutinize and review the report of the Environmental Impact Assessment in collaboration with other concerned ministries; b/ follow up, monitor and take appropriate measures to ensure a Project Owner will	カンボジアの法令においても環境管理計画 (EMP) に従ってモニタリングをするように規定されており大きな違いはないが、JICA ガイドラインにはより細かい規定がなされている。	本プロジェクトでは JICA ガイドラインに従う。

No.	JICA ガイドライン	カンボジア国法規制	ギャップ	本プロジェクトでの方針
	2. In cases where sufficient monitoring is deemed essential for appropriate environmental and social considerations, such as projects for which mitigation measures should be implemented while monitoring their effectiveness, project proponents etc. must ensure that project plans include feasible monitoring plans. 3. Project proponents etc. should make efforts to make the results of the monitoring process available to local project stakeholders. 4. When third parties point out, in concrete terms, that environmental and social considerations are not being fully undertaken, forums for discussion and examination of countermeasures are established based on sufficient information disclosure, including stakeholders' participation in relevant projects. Project proponents etc. should make efforts to reach an agreement on procedures to be adopted with a view to resolving problems.	follow the Environmental Management Plan (EMP) while project construction is taking place and accede to their EIA report's approval.		
Land acquisition and involuntary resettlement				
1.	Involuntary resettlement and loss of means of livelihood are to be avoided when feasible by exploring all viable alternatives. (JICA GL)	Constitution (1993) Article 44 Legal private ownership shall be protected by the law. The right to confiscate possessions from any person shall be exercised only in the public interest as provided for under law and shall required fair and just compensation in advance. Land Law (2001)	JICA ガイドラインにおいては、非自発的住民移転及び生計手段の喪失について、可能な限り回避すると規定されている。一方で、カンボジアの法規制には資産保有の権利について公共の利益の目的にのみ収用できると規定されており、回避についての規定は存在	非自発的住民移転及び生計手段の喪失は、あらゆる方法を検討して回避に努める。

No.	JICA ガイドライン	カンボジア国法規制	ギャップ	本プロジェクトの方針
		Article 4 The right of ownership, recognized by Article 44 of the 1993 Constitution, applies to all immovable properties within the Kingdom of Cambodia in accordance with the conditions set forth by this law. Article 5 No person may be deprived of his ownership, unless it is in the public interest. An ownership deprivation shall be carried out in accordance with the forms and procedures provided by law and regulations and after the payment of fair and just compensation in advance.	しない。また、生計手段の喪失についても規定は存在しない。	
2.	When population displacement is unavoidable, effective measures to minimize impact and to compensate for losses should be taken. (JICA GL)	Constitution (1993) Article 44 (1を参照) Land Law (2001) Article 5 (1を参照)	JICA ガイドラインにおいては、移転が不可避免の場合には影響を最小限にとどめるとの規定があるが、カンボジアの法規制には、このような規定は存在しない。	移転が不可避免の場合には影響を最小化し、損失を補償するために、対象者との合意の上で実効性ある対策を講じる。
3.	People who must be resettled involuntarily and people whose means of livelihood will be hindered or lost must be sufficiently compensated and supported, so that they can improve or at least restore their standard of living, income opportunities and production levels to pre-project levels. (JICA GL)	Constitution (1993) Article 44 (1を参照) Land Law (2001) Article 5 (1を参照) Expropriation Law (2009) Article 4 Expropriation refers to confiscation of ownership of, with fair and just compensation in advance, immovable property or the real right to immovable property of a physical person or legal entity or legal public entity, which includes land, buildings, and cultivated plants, and for construction, for rehabilitation or for expansion of public physical infrastructure which is in the national and public interests. Article 22 Financial compensation given to the property owner and/or rightful owner shall be based on a market price or replacement price on the date of declaration of the expropriation. The market price or the replacement price shall be determined by an independent committee or	JICA ガイドライン、カンボジア法規制双方ともに補償に関する規定はあるが、カンボジアの法規制にはその明確な対象についての記述がなく、「資産の保有者」に対して市場価格を補償すると規定されている。 一方 JICA ガイドラインでは、資産の喪失のみならず、生活手段の喪失についても補償すると規定されている。 また、その補償額については、実施以前の生活水準の確保（もしくはそれ以上）を前提としているものである。	非自発的住民移転及び生計手段の喪失の影響を受ける者に対して、十分な補償及び支援を適切な時期に与える。移転住民が以前の生活水準や収入機会、生産水準において改善または少なくとも回復できるように努め、支援を行う。

No.	JICA ガイドライン	カンボジア国法規制	ギャップ	本プロジェクトでの方針
		agent selected by the Expropriation Committee.		
4.	Compensation must be based on the full replacement cost as much as possible. (JICA GL)	Expropriation Law (2009) Article 23 The owner and/or the rightful owner has the right to compensation for actual damages commencing from the last date of declaration of expropriation for which they are entitled to fair and just compensation.	JICA ガイドラインにおいては、補償は可能な限り再取得価格であると規定されているが、カンボジア法規制においては、「実際の損害」とのみ規定され、損害が資産の時価評価であるか、または再取得のための評価であるか等の情報は無い。	補償は、可能な限り再取得価格に基づき、実施する。
5.	Compensation and other kinds of assistance must be provided prior to displacement. (JICA GL)	Constitution (1993) Article 44 (1 を参照) Land Law (2001) Article 5 (1 を参照) Expropriation Law (2009) Article 19 The expropriation of the ownership of immovable property and real right to immovable property can be exercised only if the Expropriation Committee has paid fair and just compensation to the property's owner and/or rightful owner in advance , in accordance with the compensation procedures and principles set out in Section 3 of Chapter 4 of this law.	JICA ガイドライン、カンボジア法規制、双方ともに移転開始の前の補償費の支払いを規定している。一方でカンボジア法規制には「サポート」に関する規定は存在しない。	補償及びサポートは移転開始前に実施する。
6.	For projects that entail large-scale involuntary resettlement, resettlement action plans must be prepared and made available to the public. (JICA GL)	No matching regulations or Laws exist.	JICA ガイドラインでは、大規模な非自発的住民移転が発生した場合に住民移転計画：RAP の策定が規定されているが、カンボジア法規制には RAP に関する規定は存在しない。	大規模な非自発的住民移転が発生した場合は RAP を作成する。
7.	In preparing a resettlement action plan, consultations must be held with the affected people and their communities based on sufficient information made available to them in advance. (JICA GL)	Expropriation Law (2009) Article 16 In conducting this survey, the Expropriation Committee shall arrange a public consultation with the authorities at provincial, district and commune level, the commune councils and village representatives or the communities or persons affected by the expropriation in order to give them clear and specific information and to have all opinions from all concerned parties about the propose for public	JICA ガイドラインでは、RAP の準備に際して、影響を受ける住民や地域に対する事前の公聴会の開催と、十分な情報の提供を規定している。また、カンボジア土地収用法においても、公聴会の開催、「明確で具体的な情報の提供」を規定しており、ほぼ同様の事項を規定している。	RAP の準備に際し、影響を受ける住民や地域に対する公聴会を実施する。実施の際には言語や手法に留意する。

No.	JICA ガイドライン	カンボジア国法規制	ギャップ	本プロジェクトでの方針
		physical infrastructure project.		
8.	When consultations are held, explanations must be given in a form, manner, and language that are understandable to the affected people. (JICA GL)	Expropriation Law (2009) Article 16 (7 を参照) <i>Note: No description exists for manner and language.</i>	7に記載したとおり、JICA ガイドライン、カンボジア法規制、双方ともに公聴会の規定は存在するが、カンボジア法規制には、実際の際の言語や手法についての規定は存在しない。	公聴会では、住民が十分理解できる言語や手法を取る。
9.	Appropriate participation of affected people must be promoted in planning, implementation, and monitoring of resettlement action plans. (JICA GL)	Expropriation Law (2009) Article 16 In conducting this survey, the Expropriation Committee shall arrange a public consultation with the authorities at provincial, district and commune level, the commune councils and village representatives or the communities affected by the expropriation. Sub-decree on Environmental Impact Assessment Process (1999) Article 1 Encourage public participation in the implementation of EIA process and take into account of their conceptual input and suggestion for re-consideration prior to the implementation of any project.	JICA ガイドラインにおいては、プロジェクトの計画、実施、モニタリング段階のそれぞれにおける住民の適切な参加の促進について規定されているが、カンボジア法規制においては、公聴会における参加に関する規定は存在するが、それ以外については規定されていない。 また環境影響評価法においても、プロジェクト実施前における住民参加の促進について規定されているが、それ以外については規定されていない。	非自発的住民移転及び生計手段の喪失に係る対策の立案、実施、モニタリングには、影響を受ける人々やコミュニティの適切な参加を促す。
10.	Appropriate and accessible grievance mechanisms must be established for the affected people and their communities. (JICA GL)	Expropriation Law (2009) Article 14 A Complaint Resolution Committee shall be established and led by representatives of Ministry of Land Management, Urban Planning and Construction, and representatives of other concerned ministries/institutions shall be involved. The organization and functioning of the Complaint Resolution Committee shall be determined by a separate sub-decree.	JICA ガイドライン、カンボジア法規制、双方ともに苦情処理の仕組みの構築に関する規定は存在するが、カンボジアの場合、政府主導色が強い。	影響を受ける人々やコミュニティからの苦情に対する処理メカニズムを整備する。
11.	Affected people are to be identified and recorded as early as possible in order to establish their eligibility through an initial baseline survey	Expropriation Law (2009) Article 16 Before proposing an expropriation project, the Expropriation Committee shall publicly conduct a	世銀 OP4.12 においては、受給権を確定するために、可能な限りプロジェクトの初期において、センサス、社会、資産調査等の基礎調査を実施	受給権を確定するために、可能な限り早い時点で社会経済調査を行い、影響を受ける人員の特定を

No.	JICA ガイドライン	カンボジア国法規制	ギャップ	本プロジェクトでの方針
	(including population census that serves as an eligibility cut-off date, asset inventory, and socioeconomic survey), preferably at the project identification stage, to prevent a subsequent influx of encroachers of others who wish to take advance of such benefits. (WB OP4.12 Para.6)	survey by recording a detailed description of all rights of the owners and/or rightful owners to the immovable property and other properties which might be needed for compensation; all other related problems shall be recorded as well.	し、プロジェクトによって影響される人員を特定し、記録すると規定されている。 一方で、カンボジア法規制においても、補償の対象となる不動産、もしくは可能性のある資産の法的所有者もしくは権利について詳細な調査を実施すると規定されているが、その手法については明確にされていない。	行い記録する。
12.	Eligibility of benefits includes, the Project Affected Person: PAPs who have formal legal rights to land (including customary and traditional land rights recognized under law), the PAPs who don't have formal legal rights to land at the time of census but have a claim to such land or assets and the PAPs who have no recognizable legal right to the land they are occupying. (WB OP4.12 Para.15)	Expropriation Law (2009) Article 4 Owner of immovable property and/or rightful owner refers to a physical person, private legal person, or public legal entity including a proprietor, possessor and all persons who have rights to land and are affected by the expropriation project. Article 18 The following are null and void and cannot be made legal in any form whatsoever: - any entering into possession of public properties of the State and public legal entities and any transformation of possession of private properties of the State into ownership rights that was not made pursuant to the legal formalities and procedures that had been stipulated prior to that time, irrespective of the date of the creation of possession or transformation; - any transformation of a land concession, into a right of ownership, regardless of whether the transformation existed before this law came into effect, except concessions that are in response to social purposes; - any land concession which fails to comply with the provisions of Chapter 5; - any entering into possession of properties in the private property of the State, through any means,	世銀 OP4.12 においては、受給権者について、法的な土地所有者（法的に認められた伝統的所等を含む）とともに、RAP 策定時の際に、法的資格を有していない権利主張者に対しても受給権者として含めている。 一方、カンボジア法規制、土地収用法における受給権者は、「不動産を所有し、収用によって影響を受ける公私の人物もしくは組織」と定義されている。また、補償の権利を有していない条件（主に国家保有の土地へ居住した場合）を明記し、その際には補償の対象ではないと規定している。	法的な土地所有者のみならず、法的資格を有していない権利主張者も受給対象者に含める。

No.	JICA ガイドライン	カンボジア国法規制	ギャップ	本プロジェクトの方針
		that occurs after this law comes into effect.		
13.	Preference should be given to land-based resettlement strategies for displaced persons whose livelihoods are land-based. (WB OP4.12 Para.11)	No matching regulations or Laws exist.	世銀 OP4.12 においては、土地に根ざした生計手段の喪失が発生した場合、移転に際して、その生計手段に対応する優遇措置を考慮するようにしているが、カンボジアの法規制においては、このような規定は存在しない。	土地に根ざした生計手段を持つ者に対する補償を優先する。
14.	Provide support for the transition period (between displacement and livelihood restoration). (WB OP4.12 Para.6)	No matching regulations or Laws exist.	世銀 OP4.12 においては、移転完了、また以前の生活水準の回復までの過渡期におけるサポートの提供に関して規定されているが、カンボジアの法規制においては、そのような規定は存在しない。	以前の生活水準回復までの過渡期に対する支援を行う。
15.	Particular attention must be paid to the needs of the vulnerable groups among those displaced, especially those below the poverty line, landless, elderly, women and children, ethnic minorities etc. (WB OP4.12 Para.8)	No matching regulations or Laws exist.	世銀 OP4.12 においては、貧困層、土地を持たない高齢者、女性、児童等の社会的弱者に対する留意を促す規定があるが、カンボジアの法規制においては、そのような規定は存在しない。	社会的弱者に対し特に配慮を行う。
16.	For projects that entail land acquisition or involuntary resettlement of fewer than 200 people, abbreviated resettlement plan is to be prepared. (WB OP4.12 Para.25)	No matching regulations or Laws exist.	世銀 OP4.12 においては、小規模（200 世帯未満）の非自発的住民移転が発生した場合には簡易 RAP の策定が規定されているが、カンボジアの法規制においては、そのような規定は存在しない。	小規模の非自発的住民移転に対しては簡易 RAP を作成する。

出典：カンボジア国関係法令より JICA 調査団作成

(4) 代替案の比較検討

本プロジェクトは、既存の上水道システムの拡張であり、既存施設との整合性を図りつつ、将来の人口増や都市化を見据えた最適な案を探る必要がある。また、環境社会面の正のインパクト増と負のインパクト最低限化を目標とし、以下の検討を行った。

1) 事業を実施しない案の検討

事業を実施しない案について以下検討を行った。

表 2-2-19 代替案比較結果（事業実施有無）

項目	代替案 1	評価	代替案 2	評価
概要	プロジェクト実施		プロジェクト実施せず	
給水世帯数	2027 年に 9,954 世帯	○	現状の 4,709 世帯より大きく増えない。	×
給水水質	表流水を原水とした浄水が供給され、地下水由来の鉄・マンガン問題は解消される。	○	時に過負荷運転をする必要が生じ、地下水に含まれる鉄・マンガンの給水中濃度が高くなり苦情がある。	△
カンボジア政府目標	都市域の給水普及率を 100%とするというカンボジア政府目標に対し、2027 年までに管理区域内都市部で 86.7%達成予定。	○	2027 年の推定給水普及率は 44.3%に留まり政府目標からの乖離は大きい。	×
衛生状況	水道普及率が上がり、清潔な水利用が推進される。	○	水道利用が進まず、衛生状況は現状から大きく変わらない。	△
環境社会配慮	生態系	△	追加的影響は発生しない。	○
	自然環境	△	追加的影響は発生しない。	○
	住民移転・用地	○	住民移転・土地収用は生じない。	○
	社会経済状況	○	現状より大きな変化はない。	△
評価	○		△	

出典：JICA 調査団

上記検討の結果、事業を実施しないという代替案は棄却された。SDGs ゴール 6 の「すべての人々の水と衛生の利用可能性と持続可能な管理を確保する」という目標達成のため、安全で安価な飲み水への普遍的なアクセスを確保するためのインフラ整備の必要性は高い。

2) 浄水場及び取水口位置についての代替案比較

プロジェクト実施を前提として、水源についての検討を行った。スバイリエンにおいては、多くの家庭が自家用井戸を所持している。2017 年に実施した社会調査の結果によれば、非接続地区世帯のうち 79%が飲料水として井戸水を使っている。雨水利用が 17%、給水車による給水が 7%と続く。一方、井戸利用者のうち 37%は特に問題がないとの回答であったが、45%は井戸水の水質がだんだん悪くなっていると回答している。地下水位が下がっているという回答も 21%あった。回答者の水道接続に対する意欲は高く、78%が水道に接続したいと述べている。接続地区世帯の調査結果を見ると、100%が現在の給水サービス水準に満足しているという回答である。水道用水源について代替案を比較した結果を以下に示す。

表 2-2-20 代替案比較結果（水源）

項目	代替案 1	評価	代替案 2	評価
概要	ワイコダムからの表流水源		地下水源（深層）	
水源	取水可能量は十分である。水質的にも問題はないと考えられる。	○	既存の地下水調査結果に鑑みると、今回必要とする水量を取水するだけの賦存量はあると考えられる。地下水は鉄、マンガン濃度が高く、既存の施設では十分除去できていないこともあり、カンボジア側は表流水源への移行を希望。	△

項目		代替案 1	評価	代替案 2	評価
概要		ワイコダムからの表流水源		地下水源（深層）	
環境 社会 配慮	周辺環境への影響	近絶滅種が生息しているワイコ湖への影響の緩和措置を取る必要がある。	△	ある程度の本数の生産井が必要であることから、影響を受けやすい場所を除き、かつ十分な生産量を確保できる取水位置を探す必要がある。	△
	自然環境	ワイコ湖の一部は、スバイリエン州により保護区に指定されており、近絶滅種の保全も含めて、十分な緩和策を取る必要がある。	△	対象地は都市域もしくは農地であり、生態系への影響で大きな問題はない。地下水取水が周辺の水環境へ与える影響を考慮する必要がある	△
	住民移転・用地	住民移転は生じない。	○	用地（民有地）の取得が必要である。選定の際に、住民移転が生じない取水位置を選定する必要がある。	△
評価		○		△	

出典：JICA 調査団

既存浄水場では地下水源を使用しているが、表流水源への移行は先方からの希望である。2017年に実施した現地調査では、ダム貯水池であるワイコ湖を支えるダム堤体の構造的脆弱性に懸念があったため、一度は地下水源を活用する方向としたが、2018年に水資源機構が実施した詳細な健全度調査の結果、適切な補修、維持管理が行われれば問題がないと判断されたことから、カンボジア側が適切なダムの維持管理を行っていくという了解の元、ワイコ湖を水源（＝代替案 1）として利用することとなった。

3) 計画給水区域の検討

計画給水区域の検討においては、先方の要請及び事業効果の面から検討が行われた。検討結果は、「3-2-2-1- (12) 計画給水区域の検討」に示すとおりである。

先方の要請範囲は裨益者人口密度の低い区域が含まれており、事業効果が小さくなるため、先方の要請区域をそのまま採用できないという結論となった。無理な拡張は水道料金の値上げにもつながりかねないため、社会影響も大きくなる。このため、計画給水区域は、スバイリエン水道局の管理区域のすべてを給水エリアとはせず、都市部の給水普及率、スバイリエン水道局が設定している優先順位の高いビレッジ、建設費の費用対効果、配管効率性を勘案し 3 ケースを想定して比較の上決定した（表 3-2-13 参照）。

4) 取水方式の検討

魚類や小動物の侵入リスクが低く、維持管理及び保安面から有利と考えられた取水門付開水路取水方式とした（「3-2-2-2- (3) 取水方式」参照）。

(5) スコーピング及び環境社会配慮調査の TOR

スコーピングの結果とそれに基づく調査 TOR を次に示す。

表 2-2-21 スコーピング結果

分類	影響項目		選定状況		評価理由
			工事前 工事中	供用時	
汚染対策	1	大気汚染	✓		工事中：建設機材、関係車両の稼動等に伴い、一時的ではあるが、大気質の悪化が想定される。また、新規配水エリアの水道管敷設工事による土砂粉塵発生の可能性がある。 供用時：大気汚染を起こす作業はない。
	2	水質汚濁	✓	✓	工事中：工事現場からの排水等による水質汚濁の可能性がある。 供用時：湖内の構造物建設による湖水流動への影響が考えられ、水質へ影響を及ぼす可能性がある。
	3	廃棄物	✓	✓	工事中：管敷設に伴うアスファルト・コンクリートガラ等及び浄水場建設に伴う残土等建設廃棄物が発生する。作業員が発生させる生活廃棄物が増加する。 供用時：乾燥汚泥の処理が必要である。
	4	土壌汚染			工事中・供用時：土壌汚染を起こすような作業は想定されない。
	5	騒音・振動	✓	✓	工事中：建設機材・車両の稼動等による騒音・振動が想定される。 供用時：ポンプ場からの騒音・振動が発生する。
	6	地盤沈下			地盤沈下を引き起こすような作業等は想定されない。
	7	悪臭			悪臭を引き起こすような作業等は想定されない。
	8	底質	✓		工事中：取水口の工事時に底質をかく乱する可能性がある。 供用時：底質に影響を与える要素はない。
自然環境	9	保護区	✓	✓	工事中・供用時：ワイコ湖の取水地点の下流側が漁業資源保全対象となっている。
	10	生態系	✓		工事中：対象地は市街地及び農業用地であり、生態系への影響は殆どないと考えられる。 供用時：生態系に影響を与える要素はない。
	11	水象	✓	✓	工事中：取水口の貯水池内工事時に水象に影響を与える可能性がある。 供用時：湖内構造物の貯水流動への影響を検討する必要がある。
	12	地形、地質			工事中：大きな地形改変を与える工事内容は含まれない。 供用時：地形・地質に影響を与える事業内容は含まれない。
社会環境	13	住民移転			工事中・供用時：プロジェクト実施地区には正規及び非正規の居住者は確認されておらず、住民移転は発生しない。
	14	貧困層	✓		工事中：影響の程度が不明であり、今後の確認調査が必要である。 供用時：MISTI のポリシーに基づき、貧困層への水道普及が促進される。
	15	少数民族・先住民族			工事中・供用時：事業対象地及びその周辺には少数民族・先住民族は存在しない。
	16	雇用や生計手段等			工事中：工事による雇用発生が地域経済にプラスに働

分類	影響項目		選定状況		評価理由
			工事前 工事中	供用時	
		の地域経済			く。 供用時：上水道の普及が経済に好影響を与える。
	17	土地利用や地域資源利用			工事中：工事現場周辺での一時的用地借用が必要となるが候補地は未利用地であるため、特に影響はない。 供用時：水道事業の拡張であることから、土地利用や地域資源利用への影響は想定されない。
	18	水利用			工事中：水源は灌漑にも使用される湖水であるが、現在の灌漑利用に対して影響を及ぼす取水量ではなく、水利用を管轄する MOWRAM から ADB による施設拡張を踏まえた追加の取水許可を取得予定である。 供用時：取水量は灌漑利用に比較して少なく、既存施設への影響は少ない。流況への影響は「水象」の項で検討
	19	既存の社会インフラや社会サービス	✓		工事中：工事車両の通行や、道路への管敷設工事時の交通遮断など交通への影響が想定される。 供用時：既存の社会インフラや社会サービスへの特段の負の影響は想定されない。水道インフラが整備されることにより、社会インフラや社会サービスの向上が促進されることが予想される。
社会環境	20	社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織			工事中・供用時：本プロジェクトは、社会関係資本や社会組織への影響は想定されない。
	21	被害と便益の偏在			工事中・供用時：本プロジェクトは、周辺地域に不公平な被害と便益をもたらす要素はない。
	22	地域内の利害対立			工事中・供用時：本プロジェクトは、地域内の利害対立を引き起こすことはないと考えられる。
	23	文化遺産			工事中・供用時：事業対象地及びその周辺には文化遺産は存在しない。
	24	景観	✓	✓	工事中：取水口が湖を横断する道路脇に設置される予定であり、工事中の湖全体の景観への影響の検討が必要である。 供用時：取水口の構造物の湖全体の景観への影響を検討する必要がある。
社会環境	25	ジェンダー			工事中・供用時：本プロジェクトによるジェンダーへの特段の負の影響は想定されない。
	26	子どもの権利			工事中・供用時：本プロジェクトによる子どもの権利への特段の負の影響は想定されない。
	27	HIV/AIDS 等の感染症	✓		工事中：工事作業員の流入により、感染症が広がる可能性について検討を行う。 供用時：感染症に影響を与える要素はない。衛生状況は上水道普及により向上する。
	28	労働環境(労働安全を含む)	✓		工事中：建設作業員の労働環境に配慮する必要がある。 供用時：労働環境に影響を与える要素はない。
その他	29	事故	✓	✓	工事中：工事中の車両の通行による事故及び労働災害に対する配慮が必要である。 供用時：新施設のオペレーションでの労働事故減殺のための措置が必要である。

分類	影響項目		選定状況		評価理由
			工事前 工事中	供用時	
	30	越境の影響、及び気 候変動			工事中：本プロジェクトは、越境の影響や気候変動にか かる負の影響は極めて限定的である。 供用時：自然流下式の採用、高効率ポンプ使用等によ る省エネルギーを設計ポリシーとし、影響は限定的で ある。

出典：JICA 調査団

表 2-2-22 調査 TOR

影響項目		調査項目	調査手法
1	大気汚染	① 適用される基準の検討 ② 大気質現況の把握 ③ 工事中の影響 ④ 供用時の影響	① 文献調査、前例等ヒアリング ② ベースライン測定、ヒアリング ③ 工事用車両・工事用機械・発電機等からの排出 影響検討 ④ 前例調査
2	水質汚濁	① 濁水 ② 排水	① 工事中の濁水が発生する可能性のある作業確 認、規模推定、水質調査 ② 供用中の浄水排水からの水質汚濁予測
3	廃棄物	① 建設廃棄物 ② 一般廃棄物 ③ 浄水汚泥	① 工事に発生する建設廃棄物の種類、量の試 算及び、処理方法についてのヒアリング ② 浄水汚泥の処理方法の妥当性、前例調査
5	騒音・振動	① 適用される基準の検討 ② 騒音・振動現況の把握 ③ 工事中の影響 ④ 供用時の影響	① 文献調査、前例等ヒアリング ② 文献調査、ヒアリング、ベースライン測定 ③ 工事用車両・工事用機械・発電機等からの影響 検討 ④ ポンプ等からの発生騒音の影響検討
8	底質	① 工事影響	① 文献調査、前例調査
9	保護区	① 保護対象 ② 事業の影響	① 関係者ヒアリング ② 文献調査、インターネット情報収集
10	生態系	① 生態系調査	① 周辺の生態系調査、貴重種の確認。文献及び 現地調査
11	水象	① 工事影響	① 河川流況及び、工事手法調査 ② 構造物の流況に与える影響調査
14	貧困層	① 貧困層の存在	① 文献調査、聞き取り調査
19	既存の社会インフラや 社会サービス	① 工事車両 ② 道路工事期間	① 工事車両による交通への影響予測 ② 道路工事期間及び交通への影響、交通阻害対 策調査
24	景観	① 景観調査	① 現況の景観確認及び事業後の景観影響推定 ② 関係者ヒアリング
27	HIV/AIDS 等の感染症	① 感染症の現況 ② プロジェクトからの影 響	① 感染症の現況についての文献・聞き取り調査 ② 工事規模・作業員人数及び期間
28	労働環境(労働安全を 含む)	① 労働災害の現状 ② 労働安全対策の実施状 況	① 文献調査、聞き取り調査 ② 聞き取り調査
29	事故	① 交通事故発生状況 ② 消毒剤の漏洩	① 文献調査、聞き取り調査 ② 消毒方法の確認、前例等調査
30	ステークホルダー協議	① スコーピング時	① 個別訪問、グループ協議

影響項目		調査項目	調査手法
		② ドラフト報告書段階	開催時期 2017年7月 2019年12月 州環境局、農業局、漁業局、市役所、州政府等関係者 調査目的、スケジュール、スコーピング案説明、スコーピング案にかかる協議 ② 住民説明会（2地区） 2020年2月 地域住民、コミュニティ代表者等 計画概要説明、協議
31	用地取得・住民移転	① 対象者の有無・規模の確認 ② 対象者がある場合移転計画要約版作成	① 関連法制度等確認 ② 現地踏査 ③ 関係者ヒアリング

出典：JICA 調査団

(6) 環境社会配慮調査結果（影響予測を含む）

現地調査結果及び再委託による環境社会配慮調査結果を下表にまとめる。

表 2-2-23 環境社会配慮調査結果

分野	影響項目	調査結果																																													
汚染 対策	大気汚染	カンボジアでは大気のモニタリング体制整備が整っておらず、スバイリエンでの大気質についての基礎データは存在しない。事業対象地においてベースラインデータを取るため測定を行った結果、すべての項目でカンボジアの環境基準を満足している。日本の基準と比較しても十分低い値である。従って、大気質は良好な状況にあるといえる。																																													
		スバイリエンは、工業化が進んでおらず、主たる大気汚染源は車両によるものと考えられる。小地方都市であり、国道を除くと車両の通行量は少なく、上述したようにベースラインの大気の状態は良好である。従って、工事からの影響は受容範囲に入ることが予想される。一方、カンボジアでは車両の排ガス規制が定められており、工事車両・重機等が良好な稼働状態にあるよう管理し、排出ガスが想定内に収まるよう管理することが重要である。																																													
		表-1 カンボジア国排ガス基準																																													
		<table><tr><th rowspan="3">車種</th><th rowspan="3">燃料</th><th colspan="5">排出基準</th></tr><tr><th colspan="2">CO (%)</th><th colspan="2">HC (ppm)</th><th>黒煙 (%)</th></tr><tr><th>A</th><th>B</th><th>A</th><th>B</th><th>(%)</th></tr><tr><td>自動二輪 (2 ストローク)</td><td>ガソリン</td><td>5</td><td>4</td><td>10</td><td>3,000</td><td>—</td></tr><tr><td>自動二輪 (4 ストローク)</td><td>ガソリン</td><td>5</td><td>4</td><td>10</td><td>2,400</td><td>—</td></tr><tr><td>自動車</td><td>ガソリン</td><td>5</td><td>4</td><td>1,200</td><td>800</td><td>—</td></tr><tr><td>自動車</td><td>ディーゼル</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td><td>50</td></tr></table>	車種	燃料	排出基準					CO (%)		HC (ppm)		黒煙 (%)	A	B	A	B	(%)	自動二輪 (2 ストローク)	ガソリン	5	4	10	3,000	—	自動二輪 (4 ストローク)	ガソリン	5	4	10	2,400	—	自動車	ガソリン	5	4	1,200	800	—	自動車	ディーゼル	—	—	—	—	50
		車種			燃料	排出基準																																									
CO (%)						HC (ppm)		黒煙 (%)																																							
A	B		A	B		(%)																																									
自動二輪 (2 ストローク)	ガソリン	5	4	10	3,000	—																																									
自動二輪 (4 ストローク)	ガソリン	5	4	10	2,400	—																																									
自動車	ガソリン	5	4	1,200	800	—																																									
自動車	ディーゼル	—	—	—	—	50																																									
		(A は生産後 5 年以上経過車、B はそれ以下)																																													
		出典: Sub-decree on Control of Air Pollution and Noise Disturbance																																													
		一方、工事中の粉じんについては、取水口建設地は湖を横断している道路脇での建設となり影響を受ける居住者がいないため特段の問題にはならないが、浄水場建設地から近隣の住居までは一定の距離があるとはいえ、車両の出入りでの粉塵発生に注意が必要であり、工事車両は土砂運搬の際などカバーを使うことを求められる。管敷設時の道路被覆の一時的撤去等作業で影響がある可能性があり、必要に応じて散水などの措置を行う。																																													
		供用時は消毒に用いる塩素の環境放出が問題となるが、本プロジェクトでは、消毒剤として塩素ガスを用いずさらし粉を溶解して使用する。従って、塩素ガスの漏洩による大気汚染のおそれはない。日本の作業環境評価基準では塩素ガスの管理濃度は 0.5ppm と設定されているが同様の基準はカンボジアには現在存在しない。一方、カンボジアには固定汚染源からの排出濃度として塩素について 20mg/m ³ （日本は 30mg/m ³ ）という基準がある。さらし粉は塩素剤のうちでも安定しており、塩素の大気中への放出濃度は限																																													

分野	影響項目	調査結果																								
		定されていることから特段の問題はないと考えられる。																								
	水質汚染	プロジェクトサイトのうち、取水口の工事は湖内で実施するものがあり、濁水が発生する可能性があるが、工事は仮締切を設置して行うため、直接水質に影響を与える機会は少ない。 供用中、浄水汚泥から発生する水分があるが、これは固液分離後に水分をリサイクルして再度浄水処理を行うため、排出されない。日常業務で発生する排水及び職員の生活排水は量的には極めて少なく、浄化槽で処理を行い地下浸透させるため、河川・湖沼への影響は発生しない。雨水排水用のワイコ湖への排水管を設置されるが、元は雨水であり降水時のみの運用であることから、ワイコ湖水質への影響はほとんどないと考えられる。																								
	廃棄物	廃棄物に関する法律は、Sub decree in Solid Waste Management (1999)と、それを補完する省令がある。廃棄物行政の担当省庁は環境省で、実施主体は地方自治体である。プロジェクトで排出される生活系の廃棄物は自治体のルールに則って処理が可能である。建設廃棄物についての規制や規則は存在せず、不燃廃棄物は埋め戻し材として使われるケースが多いと言われているが、木質廃材の多くは焼却処分されている。洪水被害が発生する頻度が高いことから、地主は盛り土を歓迎するため、捨土の処理は容易である。以下に本プロジェクトで発生すると想定される建設廃棄物量と処理方法を示す。 表-2 想定される建設廃棄物発生量 <table><tr><th>材質</th><th>量 (m³)</th><th>排出源</th><th>処理方法</th></tr><tr><td>残土</td><td>10,500</td><td>取水場</td><td>埋め立て</td></tr><tr><td>残土</td><td>11,000</td><td>浄水場</td><td>埋め立て</td></tr><tr><td>残土・ガラ</td><td>16,000</td><td>管路敷設</td><td>埋め立て</td></tr><tr><td>型枠</td><td>1,400</td><td>取水場</td><td>焼却</td></tr><tr><td>型枠</td><td>15,000</td><td>浄水場</td><td>焼却</td></tr></table> 出典：JICA 調査団 供用時には、浄水処理で発生する汚泥の処理が必要となる。汚泥は天日で乾燥し減量した後、水道局が提供する処分地において埋立処分される。 汚泥発生量は施設がフル稼働し、原水濁度 100NU、搬出汚泥の含水率が 60%とすると、年間の排出汚泥量は 558 トン、体積にして 626m³が見込まれる。浄水汚泥は原水の濁質と凝集剤の混合物と見なすことが可能であり、有害性はなく、カンボジアでは埋立材としてのニーズがある。現在水道局が搬入先を検討中である。	材質	量 (m³)	排出源	処理方法	残土	10,500	取水場	埋め立て	残土	11,000	浄水場	埋め立て	残土・ガラ	16,000	管路敷設	埋め立て	型枠	1,400	取水場	焼却	型枠	15,000	浄水場	焼却
材質	量 (m³)	排出源	処理方法																							
残土	10,500	取水場	埋め立て																							
残土	11,000	浄水場	埋め立て																							
残土・ガラ	16,000	管路敷設	埋め立て																							
型枠	1,400	取水場	焼却																							
型枠	15,000	浄水場	焼却																							
	騒音・振動	現況では、住宅地に適用される基準Ⅱを満足するレベルである。 工事の騒音・振動の影響を最も大きく受けるのは、近隣の家屋である。取水口予定地についてはワイコ湖を渡る道路脇に設置されることから、近隣住民は存在しない。浄水場予定地付近は農地であり、住居は少ないが、浄水場予定地の敷地境界からの最近接の住宅は約 30m、次は 50m の距離である。住宅と建設予定地の間は林地であり、騒音の減衰が大きいことが予想されるが、苦情があった際には直ちに対応が必要である。 一方、工事車両の通行による道路騒音の影響が発生する。カンボジアでは、下表に示すとおり、公道を通行する車両の騒音の基準が存在する。工事車両は適切な整備を行い、発生する騒音が基準内に収まるよう管理する必要がある。 表-3 カンボジア国 車両等の騒音基準 <table><tr><th>車種</th><th>最大許容騒音レベル (dB(A))</th></tr><tr><td>自動二輪 排気量 <125cm³</td><td>85</td></tr><tr><td>自動二輪 排気量 >125cm³</td><td>90</td></tr><tr><td>原動機付三輪車</td><td>90</td></tr><tr><td>自家用車、タクシー、バス 定員 12 名未満</td><td>80</td></tr><tr><td>自家用車、タクシー、バス 定員 12 名以上</td><td>85</td></tr></table>	車種	最大許容騒音レベル (dB(A))	自動二輪 排気量 <125cm³	85	自動二輪 排気量 >125cm³	90	原動機付三輪車	90	自家用車、タクシー、バス 定員 12 名未満	80	自家用車、タクシー、バス 定員 12 名以上	85												
車種	最大許容騒音レベル (dB(A))																									
自動二輪 排気量 <125cm³	85																									
自動二輪 排気量 >125cm³	90																									
原動機付三輪車	90																									
自家用車、タクシー、バス 定員 12 名未満	80																									
自家用車、タクシー、バス 定員 12 名以上	85																									

分野	影響項目	調査結果																													
		<table><tr><td>トラック 積載量 <3.5 t</td><td>85</td></tr><tr><td>トラック 積載量 >3.5 t</td><td>88</td></tr><tr><td>トラック エンジン容量 > 150 kW</td><td>89</td></tr><tr><td>その他のトラック/トラクター</td><td>91</td></tr></table> 出典：Sub-decree on Control of Air Pollution and Noise Disturbance 供用時については、施設からの騒音・振動を適切に保つ必要がある。騒音源と考えられる機材及び設計上の対策措置を以下に示す。なお発電機については、非常用電源であり、停電時に一時的に使用する目的で設置される。 表-4 騒音発生設備と対応策 <table><tr><td>施設</td><td>機材</td><td>仕様</td><td>騒音・振動低減策</td></tr><tr><td rowspan="3">浄水場</td><td>ろ過池ブロワ</td><td>15kW×2</td><td>地階設置</td></tr><tr><td>配水ポンプ</td><td>75kW×3</td><td>地階設置（一台予備）</td></tr><tr><td>発電機（非常用）</td><td>350kVA</td><td>ボンネット型、発電機室吸音処理</td></tr><tr><td rowspan="2">取水施設</td><td>ポンプ</td><td>30kW×2</td><td>地階設置（一台予備）</td></tr><tr><td>発電機（非常用）</td><td>125kVA</td><td>ボンネット型、発電機室吸音処理</td></tr></table> 出典:JICA 調査団 以上の低減策が設計に反映された。	トラック 積載量 <3.5 t	85	トラック 積載量 >3.5 t	88	トラック エンジン容量 > 150 kW	89	その他のトラック/トラクター	91	施設	機材	仕様	騒音・振動低減策	浄水場	ろ過池ブロワ	15kW×2	地階設置	配水ポンプ	75kW×3	地階設置（一台予備）	発電機（非常用）	350kVA	ボンネット型、発電機室吸音処理	取水施設	ポンプ	30kW×2	地階設置（一台予備）	発電機（非常用）	125kVA	ボンネット型、発電機室吸音処理
		トラック 積載量 <3.5 t	85																												
		トラック 積載量 >3.5 t	88																												
		トラック エンジン容量 > 150 kW	89																												
		その他のトラック/トラクター	91																												
施設	機材	仕様	騒音・振動低減策																												
浄水場	ろ過池ブロワ	15kW×2	地階設置																												
	配水ポンプ	75kW×3	地階設置（一台予備）																												
	発電機（非常用）	350kVA	ボンネット型、発電機室吸音処理																												
取水施設	ポンプ	30kW×2	地階設置（一台予備）																												
	発電機（非常用）	125kVA	ボンネット型、発電機室吸音処理																												
	土壌	発電機用燃料からのオイルの漏洩の可能性への対応については、発電機用燃料小出槽に防油堤を設ける設計であり、オイル漏れにより土壌汚染が起こる可能性は低い。																													
自然環境	生態系	事業対象地は市街地もしくは農作地である。従って、動物の生息環境としては優れたものではなく、一般的な、他地域でも見られる種が多い。 動物調査の結果、プロジェクト対象地区で確認された種の数以下のとおりである。 表-5 生物調査結果まとめ <table><tr><td></td><td>近絶滅種 CR</td><td>絶滅危惧Ⅱ類 VU</td><td>準絶滅危惧 NT</td><td>軽度懸念 LC</td><td>その他</td></tr><tr><td>鳥類</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>55</td><td>2</td></tr><tr><td>魚類</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>20</td><td>24</td></tr></table> 出典:JICA 調査団 鳥類は 57 種確認されたうち軽度懸念が 55 種、残りの 2 種は記載なしである。ワシントン条約の付属書リストⅡに記載されている種が 2 種、リストⅢに記載されている種が 1 種確認された。特に保存に留意が必要な種は見られず、プロジェクト用地が元農地、道路脇用地であることから、施設建設による鳥類への影響は限定的と考えられる。 魚類では、近絶滅種（Critically Endangered）1 種、絶滅危惧Ⅱ類（Vulnerable）1 種、軽度懸念 20 種、情報不足または評価外が 24 種確認された。近絶滅種はコイ亜科のパーカーホ（<i>Catlocarpio siamensis</i>）、絶滅危惧Ⅱ類は <i>Mystus bocourti</i> というナマズの一種で、採捕調査では確認されていないが、漁業局への聞き取りでワイコ湖内に生息することが聴取された。 取水口設置位置が遠浅の汀線沿いにあり、取水口設置による魚類への影響は限定的である。工事による濁水の影響については、ベースラインの濁度が年間を通じて高いことからこれを超える影響は少ないと考えられ、濁質による魚類への影響は少ないと考えられる。一方、工事期間中に作業員が釣りや狩猟等を行わないよう指導し、生物の捕獲を禁ずるべきと考えられる。特に南部池側は漁業資源保護のための保護区域に指定されているため、指導のみならずパトロールも実施すべきである。 事業実施対象地は、浄水場建設予定地は畑地であり、取水口建設予定地はワイコ湖を横断する道路脇用地であることからいずれも自然植生は存在しない。また、送配水管は基本的に道路もしくは路側帯に埋設されることから、プロジェクトによる植生への影響		近絶滅種 CR	絶滅危惧Ⅱ類 VU	準絶滅危惧 NT	軽度懸念 LC	その他	鳥類	0	0	0	55	2	魚類	1	1	0	20	24											
	近絶滅種 CR	絶滅危惧Ⅱ類 VU	準絶滅危惧 NT	軽度懸念 LC	その他																										
鳥類	0	0	0	55	2																										
魚類	1	1	0	20	24																										

分野	影響項目	調査結果
		は想定されない。
	水象	取水口の工事は仮締切工を設置して行う。仮締切堤及び取水施設はワイコ湖に突出する形となるが、取水地点は湖水の遠浅の部分に当たり、流速は極めて低い。従って、流況への影響は軽微と考えられる。 浄水場の取水量はかんがい利用量に比較すると小さく、取水による水位変化の影響は無視しうると考えられる。
社会 環境	土地利用	浄水場の用地は既にカンボジア側により取得済み、取水口付近の用地は公共用地である。面積はそれぞれ 1ha 弱で、土地利用への影響は極めて限定的である。 浄水場用地は個人保有による民有地で、農地であり、居住者はいなかった。カンボジア側は、地主と売買条件を協議の上、関係者の承認を得て、再取得価格を上回る価格で売買契約を締結し支払い済みである。なお、農地で栽培された作物は土地売買のプロセス中にすべて収穫されており補償は発生していない。土地取得に当たっては JICA ガイドラインとの乖離はない。 取水口用地は公共用地であり、州政府からの使用許可は得られている。 また、工事期間中一時的に資材置き場、建設事務所等のための土地借用が必要であるが、これらの適切な使用权取得については入札参加資格審査までに MISTI が責任をもって用意する旨 MISTI と調査団の間でミニッツを交わしている。土地借用は、土地所有者と水道局の間で近隣の実勢価格を考慮した金額による借用契約を締結することで行われ、水道局が月払いで借用料を支払う。 土取り場は、既存の民間が運営する土取り場を使用する計画で、土砂採取による新たな環境社会影響は発生しない。
	貧困	プロジェクト対象地の貧困層は 6%から 18%と地域によってばらつきがあるものの一定層が存在する。インフラ整備事業であるが、それによる非自発的土地収用及び住民移転は発生せず、貧困層が不利益を被る要素はない。貧困層に対しては MISTI の方針として接続料金を免除することになっており、便益は貧困層へも及ぶと考えられる。また、プロジェクトでは貧困層に対する給水装置を調達する予定である。
	既存の社会インフラや社会サービス	工事用大型車両（10t トラック）の台数は以下のように想定されている。 管路敷設 : 5 台 取水場建設 : 5 台 地方都市で、従来の交通量も多くなく、この程度の車両の増加による渋滞の発生はあまり考えられない。一方、管敷設工事では、場合によっては片側通行等一時的な交通阻害が発生する。また、取水施設工事は、ワイコ湖を横断する道路脇の土地で行われるため、退避路の管理が重要となる。これらの、道路交通への障害が発生する可能性があり、適切な措置が必要である。 浄水場予定地への工事車両アクセス道路については、既存道路のクランク部分において拡張を要する可能性が検討されているが、必要となった場合は工事期間のみ拡張部分の土地を借用して対応予定である。
	景観	本プロジェクトにおける新規構造物は、浄水場と取水口及びポンプ場である。浄水場建設地付近は畑地であり、特に景観を楽しむような場所ではなく、周辺に影響を受ける人家やビル等も存在しない。よって、プロジェクトによる景観への影響は無視し得ると考えられる。一方、取水口はワイコ湖を横断している道路脇の用地であり、ワイコ湖の景観に対して調和的デザインになるよう州議会から要望を受けており、設計時に留意した。
	感染症	カンボジアでの HIV の流行は 1995 年前後に最悪となり、年間約 1.4 万人の発病者がいたが、政府の強力な施策遂行により 2020 年では年間の発病者は 1,000 人から 1,200 人程度に抑えられている（出典：UNAIDS）。啓発活動、診療施設の普及、検査の推進等対策等の成果であるが、性産業従事者を中心に新規感染者は存在しており、政府は新規感染者根絶のための予防的措置強化を継続している。プロジェクト実施にともなう外部からの労働者流入は主に建設工事に従事する作業員であるが、その数は最大で 140 人程度である。感染症の流行につながらないよう、独自の普及啓発活動が必要と思われる。

分野	影響項目	調査結果
	労働環境	カンボジアの労働安全に関する法的根拠は労働法（1997 年改正）、それに基づく省令及びカンボジアが批准する国際労働機関（ILO）の条約により規定されている。カンボジア国内の工事現場で見かける労働者は通常ヘルメット等安全装備を身に付けており、労働環境は比較的良好であると想定されるが、工事における法令順守の徹底が重要である。プロジェクトでは次のような労働災害防止のための配慮を行っている。①落雷防止のための避雷針設置②漏電遮断器の設置③夜間照明設備の設置④転落防止用手すりの設置。
	事故	カンボジアでの交通事故被害者数は 2007 年にピークの 27,403 人であったが、年々減少を続け 2010 年には 18,287 人であった。総数は減る一方、交通事故死亡者数はむしろ増加している。本プロジェクトでは、工事中に工事車両の通行が増加することで事故リスクが上昇する可能性があるが、幹線道路ではなく、比較の見通しの良い場所であることから影響は限定的と思われる。 本プロジェクトでは、塩素消毒剤としてさらし粉を使用するため、塩素ガス漏洩事故が発生するおそれはない。 労災事故対策については上記「労働環境」に記載した。

出典：JICA 調査団

(7) 影響評価

現地調査及び環境社会配慮調査結果、ステークホルダーからの意見聴取結果から、スコーピング結果と比較した影響評価を次表にまとめる。

表 2-2-24 影響評価

分野	影響項目		スコーピング時の影響評価		調査結果に基づく影響評価		評価理由
			事前・工事中	供用時	工事中・事前	供用時	
汚染対策	1	大気汚染	✓		B-	D	工事中：建設機械、関係車両の移動及び稼働等による排出ガス及び粉塵、管敷設時の舗装撤去等による粉塵の発生により、一時的ではあるが、大気質の悪化が想定される。 供用時：大気汚染を起こすような作業はない。
	2	水質汚濁	✓	✓	B-	D	工事中：取水口の基礎工事の際に、濁水が発生する可能性がある。 供用時：浄水工程において発生する排水はリサイクルされる設計であるため排水は発生しない。また、職員による生活排水等雑排水は浄化槽に導かれ地下浸透するため、水域への流入は起こらない。従って、供用時の評価を D とした。
	3	廃棄物	✓	✓	B-	B-	工事中：管敷設の際の道路舗装の撤去に伴う廃棄物や工事の型枠等の廃材が発生する。作業員が発生させる生活廃棄物が増加する。 供用時：浄水汚泥を乾燥処理するため、固形廃棄物が発生することから、適切な処理が必要である。
	4	土壌汚染			N/A	N/A	

分野	影響項目		スコーピング時の影響評価		調査結果に基づく影響評価		評価理由
			事前 ・ 事中	供用 時	工事 ・ 事前	供用 時	
	5	騒音・振動	✓	✓	B-	B-	工事中：建設機材・車両の稼働等で騒音・振動が発生する。また、工事車両の増加により沿線の騒音が増す可能性がある。一方、周囲は開発された土地であり影響を受ける動物もないため、自然環境への影響は限定的である。 供用時：ポンプ場からの騒音、浄水場運転時の騒音が考えられるため、適切な水準に騒音を維持するために、騒音発生設備の地階設置、吸音処理等の措置をとり緩和される。
	6	地盤沈下			N/A	N/A	
	7	悪臭			N/A	N/A	
	8	底質	✓		B-	D	工事中：取水口の工事時に、底質の巻き上げによる濁度増加が発生する可能性がある。 供用時：底質に影響を与える要素はない。
自然環境	9	保護区	✓	✓	B-	D	工事中：ワイコ湖の南部池が漁業資源保護区となっているが、取水施設は道路を挟んだ北部池に設置され直接の影響はなく法令上の問題も発生しない。しかしながら、工事作業員による捕獲行為の禁止を徹底すべきであり、作業員の研修等による啓発を行う一方、パトロールを行うことで影響を緩和する。魚類への影響を考慮し工事時の濁水発生の可能性に関しては、仮締切の中での作業とし、のり面保護、かごマット工により緩和される。 供用時：取水口の設計においてバースクリーンを設置するとともに流入最大速度を 0.1m/s 以下と極めて遅く設定するため、生態系への影響は緩和され、保護区への影響は発生しない。
	10	生態系	✓		B-	D	工事中：貴重種として確認されたものは魚類のみであるが、作業員が釣りや狩猟を行って周辺の貴重な生物を捕ることは避けるために、啓発プログラム及びパトロール実施の緩和措置が取られる。 供用時：取水口の設計においてバースクリーンを設置するとともに流入最大速度を 0.1m/s 以下と極めて遅く設定するため、生態系への影響は緩和される。
	11	水象	✓		D	D	工事中：取水口の工事は、仮締切内で行われるが、遠浅であるため仮設の流況への影響はほとんど考えられないことから、評価を D とした。 供用時：取水施設が湖内に設置されるが、岸に近く元より遠浅の地形であり、流況への影響は考えられない。
	12	地形、地質			N/A	N/A	
社	13	住民移転			N/A	N/A	

分野	影響項目		スコーピング時の影響評価		調査結果に基づく影響評価		評価理由
			事前・工事中	供用時	工事中・工事前	供用時	
会 環 境	14	貧困層	✓	B+	D	B+	工事中：対象地には一定の貧困層が存在するが、非正規住民（占有者）の移転は発生せず、工事により特段の不利益を被る可能性はない。 供用時：MISTI のポリシーにより、貧困層への水道普及が推進されることから、貧困層へも便益が広がる可能性がある。
	15	少数民族・先住民族			N/A	N/A	
	16	雇用や生計手段等の地域経済			N/A	N/A	
	17	土地利用や地域資源利用			N/A	N/A	
	18	水利用			N/A	N/A	
	19	既存の社会インフラや社会サービス	✓	B+	B-	B+	工事中：工事中に一時的に迂回等の交通への影響が生じる。 供用時：水道インフラの整備により、社会サービス水準が向上する。
	20	社会関係資本や地域の意思決定機関等の社会組織			N/A	N/A	
	21	被害と便益の偏在			N/A	N/A	
	22	地域内の利害対立			N/A	N/A	
	23	文化遺産			N/A	N/A	
	24	景観	✓	✓	B-	D	工事前（設計時）：取水口は湖を横断する道路脇に設置される計画で、湖水の景観への建造物の影響が懸念されており、施設設計においては環境に調和した外観が求められ、関係者と協議の上環境調和型デザインを導入し影響は緩和される。 供用時：州政府と協議の上、調和的デザインの建造物が設計される計画で、特段の問題は発生しない。
	25	ジェンダー			N/A	N/A	
	26	子どもの権利			N/A	N/A	
	27	HIV/AIDS 等の感染症	✓		B-	D	工事中：工事はそれほど規模が大きいものではないが、工事作業員の流入により、感染症が広がる可能性はある。 供用時：感染症に影響を与える要素はない。

分野	影響項目		スコーピング時の影響評価		調査結果に基づく影響評価		評価理由
			事前 工事中 工事	供用時	工事中 事前	供用時	
	28	労働環境(労働安全を含む)	✓		B-	D	工事中：建設作業員の労働環境に配慮する必要がある。 供用時：施設の設計には労働安全対策が含まれており、また、特段の危険作業は考えられない。
その他	29	事故	✓	✓	B-	D	工事中：工事中の事故に対する配慮が必要である。 供用時：消毒剤には塩素ガスを使用せず有害ガスの漏洩の危険は少ないことから、供用時の評価を D とした。
	30	越境の影響、及び気候変動			N/A	N/A	

評価：A：大きな影響が想定される。 B：ある程度の影響が想定される C：影響の程度が不明であり、今後の確認調査が必要である。 D：影響は軽微であり、今後の調査は不要である。

＋：正の影響、－：負の影響

出典：JICA 調査団

(8) 緩和策及び緩和策実施のための費用

上記環境社会配慮調査結果及び影響評価に基づき、緩和策を下表にまとめる。

表 2-2-25 影響評価に基づく緩和策（工事前）

影響項目	緩和策（工事中）	実施機関	監督機関	費用負担
騒音・振動	騒音・振動発生源施設設計において、低騒音・低振動となる対策を導入する。	コンサルタント	MISTI/DI STI,SWW s	設計費用
生態系	魚類保護のため、取水時の魚類迷入を予防するための設計を行う。	コンサルタント	MISTI/DI STI,SWW s	設計費用
労働環境(労働安全を含む)	必要な安全ツールを設計する。	コンサルタント	MISTI/DI STI,SWW s	設計費用

出典：JICA 調査団

表 2-2-26 影響評価に基づく緩和策（工事中）

影響項目	緩和策（工事中）	実施機関	監督機関	費用負担
大気汚染	粉じんの抑制については、土工等粉じんが発生する作業中に散水を行うことにより、発生量を最小限に留める。 車両による土砂運搬時には、カバーで覆い、粉じんの飛散を防ぐ。 工事車両及び重機等からの排出ガスについては、車両及び重機を登録制とし、十分な整備と管理を行うことにより低減を図る。	施工業者	MISTI/DI STI/ ス パイ リ エ ン 水 道 局 (SWWs)	建設費用
水質汚濁	取水口の工事で濁水が発生する可能性があるが、仮締め切り内で行い、直接流出を避ける。法面防護やかごマットを用いた護岸を行う計画で、工事による影響を最小化す	施工業者	MISTI/DI STI, SWWs	建設費用 (法面保護工とか)

影響項目	緩和策（工事中）	実施機関	監督機関	費用負担
	る。以上が効果的に実施されるよう、目視による濁水の発生状況監視を行い管理する。 異常が確認された場合は、速やかに作業を停止し、水質検査を実施し DISTI に報告する。			ごマツト工、 \$ 391,340)
廃棄物	建設廃棄物の主な物は残土である。可能な限り再利用することとし、再利用できない残土については、州が用意した処分地に埋め立て処分を行う。 作業員による生活廃棄物については、市の一般廃棄物の処理に準じ、有償で処分を依頼する。	施工業者	MISTI/DISTI,SWWs, Svay Rieng 市、州	建設費用
騒音・振動	車両からの騒音・振動が適切なレベルを維持するよう、工事車両の登録を行い、整備等管理を行う。作業計画に則った作業時間を順守し、夜間の作業は行わない。異常な騒音や振動を発生させないようオペレータに対する適切な作業方法の研修を行う。	施工業者	MISTI/DISTI,SWWs	建設費用
底質	水質汚濁対策に含む。	施工業者	MISTI/DISTI,SWWs	建設費用
生態系	作業員による釣りや狩りにより、貴重生物が捕獲されないよう指導を行い、定期的な啓発活動を実施する。特に、ワイコ湖南部池は禁漁であることを強く指導し、適宜パトロールを実施する。	施工業者	MISTI/DISTI,SWWs	建設費用
土地利用や地域資源利用	工事現場周辺での一時的用地借用は、MISTI が責任を持って実施する。	MISTI/DISTI,SWWs	MOP	カンボジア政府予算 (300USD/月)
既存の社会インフラや社会サービス	工事に伴う交通渋滞の発生や迂回路の設定については、工事車両の適切な運行計画、必要に応じたサインボードの設置、誘導員の配置及び近隣住民への広報の実施により影響を最小化する。	施工業者	MISTI/DISTI,SWWs	建設費用
	浄水場建設の工事車両のためのアクセス道路整備については、必要性を十分検討し、必要があれば工事期間中に道路脇用地の一部借用で対応する。	MISTI/DISTI,SWWs	州政府	カンボジア政府予算
HIV/AIDS 等の感染症	工事関係者への啓発を定期的 to 実施し、感染症の発生がないよう努める。	施工業者	MISTI/DISTI,SWWs	建設費用
労働環境(労働安全を含む)	工事関係者への啓発を定期的 to 実施し、労働事故発生を抑制する。必要な安全ツールを準備する。	施工業者	MISTI/DISTI,SWWs	建設費用
事故	工事車両の運行については、安全に配慮した通行計画を作成し、また運転者への安全教育を実施することにより事故の発生を未然に防ぐ。	施工業者	MISTI/DISTI,SWWs	建設費用

出典：JICA 調査団

表 2-2-27 影響評価に基づく緩和策（供用時）

影響項目	緩和策（供用時）	実施機関	監督機関	費用負担
廃棄物	浄水汚泥が適切に処理されていることをモニタリングし、記録を残す。 乾燥汚泥が廃棄物として適切な埋め立て処分地に搬入されていることを確認する。	SWWs	DISTI Svay Rieng 市	SWWs
騒音・振動	作業中のモニタリングを実施し、適正な水準であることを確認する手順を標準化する。 オペレータに対し、騒音・振動の異常発生時の作業手順を指導する。	SWWs	MISTI/DI STI,SWW s	SWWs

出典：JICA 調査団

(9) モニタリング計画案

調査結果に基づき、モニタリング計画案を以下のように作成する。カンボジア国内での測定機材の入手可能性や能力を鑑みて、現実的な手法とした。また、苦情記録を定期的に分析し、必要に応じてモニタリング頻度及び項目を見直す。

表 2-2-28 モニタリング計画案

影響項目	項目	モニタリング方法	地点	頻度	責任機関/負担者	費用
工事時						
大気汚染	粉じん	目視	工事現場周辺	毎日	施工業者	建設費用
	排気ガス	登録車両検査	工事事務所	月 1 回	施工業者	建設費用
騒音・振動	稼働時間の順守	稼働時間記録	工事現場	工事期間中は毎日	施工業者	建設費用
	工事車両の管理	登録車両検査	工事事務所	月 1 回	施工業者	建設費用
	オペレータへの運転研修	研修記録	工事事務所	工事期間中 1 回	施工業者	建設費用
水質汚濁・底質	濁度・油分	目視	排水流入地点	基礎工事中は毎日 それ以外は週 1 回	施工業者	建設費用
	水質	pH、電気伝導率、 濁度、油分	排水流入地点	異常発生時	施工業者	建設費用
廃棄物（生活）	廃棄物の管理	目視	生活廃棄物	週 1 回	施工業者	建設費用
廃棄物（建設）	廃棄物の適正排出	目視	仮置き場	廃棄処分時	施工業者	建設費用
	適切な処分地の提供	契約書	土捨て場	契約時	SWWs、 MISTI	無償
生態系	生物捕獲の禁止（研修）	研修記録	工事事務所	工事期間中 1 回	施工業者	建設費用
	生物捕獲の禁止（パトロール）	工事月報	工事事務所	最低週 1 回	施工業者	建設費用
土地利用や地域資源利用	用地借用	契約書	工事事務所	リース契約時	SWWs、 MISTI	300USD/月
既存の社会インフラや社会サービス	工事による交通障害緩和措置	工事月報	工事事務所	月 1 回	施工業者	建設費用
HIV/AIDS 等の感染症	安全衛生管理	工事月報	工事事務所	月 1 回	施工業者	建設費用
労働環境	安全衛生管理	工事月報	工事事務所	月 1 回	施工業者	建設費用
事故	工事車両通行計画	計画	工事事務所	計画策定時	施工業者	建設費用

影響項目	項目	モニタリング方法	地点	頻度	責任機関/負担者	費用
	安全教育	工事月報	工事事務所	月 1 回	施工業者	建設費用
全体	苦情処理	苦情記録分析	工事事務所	月 1 回	施工業者	建設費用
供用時						
廃棄物	浄水汚泥の適切処理	モニタリング記録	浄水場	3 ヶ月に一度	SWWs	運転管理費
	汚泥処分場の確保	契約記録	SWWs	契約合意時	SWWs	無償
騒音・振動	手順書に基づくモニタリング実施	手順書及びモニタリング記録	ポンプ場	3 ヶ月に一度	SWWs	運転管理費
	オペレータ指導	研修記録	ポンプ場	着任時	SWWs	運転管理費

出典：JICA 調査団

(10) ステークホルダー協議

これまでに開かれたステークホルダー協議の概要を以下にまとめる。

表 2-2-29 ステークホルダー協議記録

対象	実施日・場所	参加者	手法	協議内容
スパイリエン州環境局 (DOE)	2017/7/3 DOE 事務所	DOE SWWs 調査団 計 4 名	会議	プロジェクトの計画概要説明と環境影響の可能性について説明。事業実施上の留意点について、質疑応答。
スパイリエン州農業局 (DOA)	2017/7/3 DOA 事務所	DOA SWWs 調査団 計 7 名	会議	プロジェクトの計画概要説明と環境影響の可能性について説明。農業及び漁業活動の現況と、水源への影響・保全活動について協議。事業実施上の留意点について、質疑応答。
魚採りをしていた近隣住民	2017/7/3 ワイコ湖付近	住民 SWWs 調査団 計 5 名	ヒアリング	ワイコ湖での魚採りの状況と、貴重種への対応等聞き取り。工事による魚採りへの影響については特に問題はないとの考え。
DOE、DOA、市役所、水道局によるステークホルダー協議	2017/7/12 水道局事務所	DOE DOA 市役所 SWWs 調査団 計 10 名	会議	プロジェクトの計画概要説明と環境影響の可能性について説明。事業実施上の留意点について、質疑応答。スパイリエン及びワイコ湖の開発計画について質疑応答。ワイコ湖水の水道利用は可能との見解。貴重種保全の緩和策を取るよう意見があった。取水口位置および設計で、生息環境への緩和措置を取って対応した。また、住民から井戸水が汚染されているという苦情があるとの発言があり、上水道整備に対する期待が大きい。建設廃棄物・生活廃棄物の処理方法について協議。埋立用資材のニーズがあることから、再利用可能なものは最大限活用することとした。
DOE	2019/12/12 DOE	DOE SWWs 調査団 計 5 名	会議	スコープ変更に基づく環境保全配慮事項の確認。2017 年調査時より保護地区・環境法等に変更はないことを確認。ワイコ湖の北部池の開発については特に問題がないとのこと。取水施設建設についても、DOE としては特に意見がなく、州水資源気象局 (Department of Water Resources and Meteorology : DOWRAM) と了解が取れば良いとのこと。
市役所	2019/12/12 市役所	Chief of Administration 調査団 計 4 名	会議	プロジェクトの計画概要説明を行い、許認可及び用地の取得、周辺の開発計画、廃棄物処理等について協議を行った。市役所は許認可関係については権限がない。住民説明会は市が担当する。上水道普及事業は歓迎している。

対象	実施日・場所	参加者	手法	協議内容
州政府	2019/12/19 州庁舎	州副知事 DISTI SWWs 調査団 計 7 名	会議	プロジェクトの計画概要説明を行い、許認可及び用地の取得、周辺の開発計画、廃棄物処理等について協議を行った。浄水場及び取水施設等は代替案を検討した上で決定した旨伝え、了承を得た。取水施設については、景観に十分配慮が欲しいとのことで、構造物のデザイン案を見せることとなった。景観に調和したデザイン例をもとに後に協議し了承を得ている。州政府が関係機関を集めた会議を招集する。上水道普及は長く待ち望んでいたとのことでプロジェクトには好意的。早期実施に対する要望が強い。
住民説明会	2020/2/28 Chek 町議会	Chek 地区の町長、村長、住民、警察 SWWs JICA 調査団 計 38 名（うち女性 13 名）	説明会	プロジェクトの計画概要説明の後質疑応答。事業開始への期待と早期給水開始の要望強し。また給水範囲を広げて欲しいとの要望あり。予算の制限により給水範囲拡大には限界があることを説明した。接続料金負担に対する不安が住民より述べられたが、水道局より貧困層への補助を説明し納得を得た。事業実施に対する反対意見はなく、社会的合意が確認された。
住民説明会	2020/2/28 Prey Chlak 町議会	Prey Chlak 地区の町長、村長、住民 SWWs JICA 調査団 計 21 名（うち女性 7 名）	説明会	プロジェクトの計画概要説明の後質疑応答。事業開始への期待と早期給水開始の要望強し。地下水から上水への転換による水質向上期待。工事期間短縮、工事車両の適切な管理への要望があった。車両運行の適切な管理を行い、モニタリングを実施して対応する。工事計画の事前公表要望、水道局が対応予定。事業実施に対する反対意見はなく、社会的合意が確認された。

出典：JICA 調査団

2-2-3-2 用地取得・住民移転

(1) 用地取得と住民移転の必要性

スバイリエンの事業用地は、浄水場と取水口用地が必要となる。現在の浄水場敷地は拡張に十分な広さがないため、新設の浄水場用地として約 1ha、また取水口設置のための用地が約 1ha が必要となるが、浄水場新設のための用地はスバイリエン水道局が民間人の所有していた農地を取得済みである。この土地には正規及び非正規住民はおらず移転は発生しない。小作人等は雇用しておらず農地売買により生計手段を失った者はいない。土地所有者は土地売買手続きの過程ですべての作物を収穫しており、損害は発生していない。一方、取水口は公用地に設置予定で、州政府の許可を得て使用する。湖を横断する道路脇の土地であり、居住者・利用者は存在しない。

(2) 用地取得と住民移転に係る法的枠組み

カンボジアにおいては、土地所有、用地取得及び住民移転に関する法律として、憲法（1993）、土地法（2001）及び土地収用法（2009）が制定されている。以下に主な内容を記載する。

1) 憲法（1993）

44 条によってカンボジア国民の土地所有の権利を認め、同時に外国人及び外国企業の土地所有を禁じている。また、土地収用は、公益事業者が法律で定められた場合、かつ適切で公正な補償が前もって与えられている場合にのみ可能となると示されている。第 58 条では、水、河川、鉱物、地質、森林、海岸等の自然資源は国もしくは公共団体に帰属することが規定されている。

2) 土地法 (Land Law 2001)

憲法第 44 条とともに土地法第 4 条においても土地所有の権利を保障している。

第 5 条では、「公共の利益に基づく場合を除き、所有権を剥奪されることはない」と規定しており、土地収用を行う場合には、事前に適正な補償を支払った後に、法令に定める形式と手続きによって行うことを定めている。

第 12 条において憲法 58 条に規定された土地とともに、公用地もしくは公用地として譲渡、及び占有されていないすべての不動産の所有者を国家として規定している。

第 15 条において、道路、小道等公的利用のための不動産や河川の土手等自然に由来する不動産は国または公共団体の公地であると規定している。

第 35 条においては、国家もしくは公法上の代表者のみが不動産占有者からの退去を強いることができ、個人はその権限を有しないと規定している。代表者でない場合は裁判所がなす判決によって移動させることができる。

3) 土地収用法 (Expropriation Law, 2009)

第 1 条においては本法の目的：土地収用の原則、メカニズム、手続き等を規定することが記述されている。

第 3 条では、カンボジアと外国との間で実施される事業については本法を適用しないことが規定されている。

第 5 条においては、対象となる事業が規定されている。

第 12 条から第 14 条によって、収用評議会 (Expropriation Committee : EC)、副収用評議会 (Expropriation Sub Committee: : SEC)、苦情処理評議会 (Complaint Resolution Committee: : CRC) の設置が義務づけられている。なお、評議会の詳細な機能は Sub Decree で規定されると記述されているが、Sub Decree は現時点では公布されていない。

第 19 条において、収用は公正な補償金額が事前に行われてのみ実行できると規定している。

第 22 条では取得価格が市場価格もしくは交換価格であると規定されている。なお、同価格は独立した評議会もしくは EC が選択した代理人によって決定される。

(3) 用地取得と住民移転の規模・範囲

スバイリエンの事業用地は、浄水場と取水口用地が必要となるが、浄水場用地は水道局が 2017 年 12 月に取得済みであり、10,513m²の土地が購入された。土地は農地であり、正規及び非正規住民はおらず移転は発生していない。水道局は、浄水場の候補地選定に当たって複数の土地所有者と価格及び売買条件についての協議を実施し、関係機関により結成された委員会の承認を得て売買契約を締結、金銭は既に支払い済みである。当時の所有者との売却についての協議は円滑に進んだとのことである。売却契約書のコピーを入手したが、契約締結に当たっては、village chief が証人となっている。また所有者の配偶者も同意の署名を行っている。周辺の地価に比べて 1.2 倍程度の価格設定であり、再取得価格を上回る適正な価格で売買契約が結ばれたと考えられ、土地

取得手続きは適切に実施されたと考えられる。土地所有者は農地の作物を契約手続き中にすべて収穫しており損害は発生していない。また、この農地で生計を立てていた小作人はいない。

取水口は、湖を横断する道路脇に設置される予定である。公共用地であり、この用地の使用許可は州政府から得ることになる。州政府からは口頭で合意を得ているが、MISTI が入札参加資格審査公示前までに責任をもって正式な許可を取ることになっている。

一方、水道管敷設については、基本的に道路用地内に行い、仮に道路用地 (ROW) 内に建物等が存在する場合は、路側帯に敷設するなどとして、既設建物や住民への影響を及ぼさない計画である。

(4) 補償・支援の具体策

本プロジェクトでは用地取得の対象者が浄水場の土地所有者夫妻の2名と少なく、土地売買による生計への影響を受ける者もないため、一般的な土地売買に準じて処理が行われ、土地収用評議会や苦情処理評議会は特別に結成されていない。苦情対応は、①コミュニケーションへの苦情申し立て、②コミュニケーションによる水道局及び州工業科学技術革新局 (Department of Industry, Science, Technology and Innovation : DISTI) に通知及び解決方法の協議、③と②で解決しない場合上位機関 (MISTI) または市役所を交えた協議となる。本プロジェクトにおいては、売買は完了しており、苦情も発生していない。

以上から、用地取得は JICA ガイドラインとの乖離はなく、問題なく終了していると考えられる。

2-2-3-3 その他

(1) モニタリングフォーム案

ここまで述べた結果に基づき、モニタリングフォーム案を作成し、以下に添付する。水質の参照基準値については、ワイコ湖の水質調査の結果、カンボジアの環境基準を満足できない項目があることから、これまでのモニタリング結果の検出レンジを元に設定した。

表 2-2-30 モニタリングフォーム案 (工事中)

Construction site (Daily monitoring)

Monitoring Item		Procedure	Result	Measures to be taken	Reference standard		Frequency
Dust		Visual inspection			Acceptable or not		Daily
Noise		Sensory inspection			Acceptable or not		Daily
		Operation time check			Stated operation time in EMP		Daily
Water Quality (turbidity, oil)		Visual inspection			Acceptable or not		Daily (during foundation work)
Water Quality	pH	Laboratory test			6 - 8	Determined by the monitoring result	In case of abnormal observation of turbidity or oil
	EC				80		
	COD				10		
	Turbidity				500		

Construction site (Weekly monitoring)

Monitoring Item	Procedure	Result	Measures to be taken	Reference standard	Frequency
Waste (Domestic)	Patrol			Acceptable or not	Weekly

Construction site (Monthly monitoring)

Monitoring Item	Procedure	Result	Measures to be taken	Reference standard	Frequency
Condition of construction machinery and vehicles	Maintenance record check			Acceptable or not (Exhaust gas, noise, vibration, and usual safety check)	Monthly
Traffic management	Patrol			Stated procedure in EMP	Monthly
Accident	Patrol			Acceptable or not	Monthly
Training and educational meeting to worker	Report check			Stated procedure in EMP (frequency, contents, target, etc.)	Monthly
Claim and comment	Report check			Acceptable or not	Monthly

Others

Monitoring Item	Procedure	Result	Measures to be taken	Reference standard	Frequency
Land for waste dumping Land for temporary use	Lease condition			Appropriate or not (Size, location, permission (if necessary))	Contract of lease
Plan of safety transportation	Plan check			Acceptable or not	At planning

表 2-2-31 モニタリングフォーム案（供用時）

Monitoring Item	Procedure	Result	Measures to be taken	Reference standard	Frequency
Waste (treatment sludge)	Patrol			Appropriate or not	Monthly
Land for waste dumping	Procedure check			Appropriate or not (Size, location, permission (if necessary))	At contract agreement
Noise and vibration*	Patrol and maintenance			Normal condition or not	Daily

*Noise and vibration of pump shall be checked in an operation record every day.

出典：JICA 調査団

(2) 環境チェックリスト

上記調査結果に基づき、環境チェックリストを次に示すとおり作成した。

表 2-2-32 環境チェックリスト案

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N	具体的な環境社会配慮 (Yes/No の理由、根拠、緩和策等)
1 許認可・説明	(1)EIA 及び環境許認可	(a) 環境アセスメント報告書 (EIA レポート)等は作成済みか。 (b) EIA レポート等は当該国政府により承認されているか。 (c) EIA レポート等の承認は付帯条件を伴うか。付帯条件がある場合は、その条件は満たされるか。 (d) 上記以外に、必要な場合には現地の所管官庁からの環境に関する許認可は取得済みか。	(a) Y (b) Y (c) N (d) N	(a) (b) IEIA に準ずるレポートを作成し MOE に提出、レポートに基づき審査が行われ、本プロジェクトで必要とされる EPC を 2021 年 3 月 30 日付で MOE と締結済み。 (c) 特になし。 (d) 取水許可を MOWRAM より 2021 年 12 月までに取得予定。取水口の設置利用許可を州政府より取得予定。
	(2)現地ステークホルダーへの説明	(a) プロジェクトの内容及び影響について、情報公開を含めて現地ステークホルダーに適切な説明を行い、理解を得ているか。 (b) 住民等からのコメントを、プロジェクト内容に反映させたか。	(a) Y (b) Y	(a) 2017 年のスコーピング段階及び 2019 年のプロジェクトスコープ変更段階において、環境局、農業局、市役所への説明を行い、事業実施についての合意を得ている。住民説明会を 2020 年 2 月に開催。事業には好意的意見が大勢。早期実施に期待。 (b) 州政府、市役所からのコメントを参考に取水施設の外觀を検討。環境局からの要請に基づき、魚類侵入防止に配慮した取水口の設計を導入。
	(3)代替案の検討	(a) プロジェクト計画の複数の代替案は (検討の際、環境・社会に係る項目も含めて) 検討されているか。	(a) Y	(a) 水源・取水地点・浄水場位置・給水範囲の決定について比較検討を行った。
2 汚染対策	(1)大気質	(a) 消毒用塩素の貯蔵設備、注入設備からの塩素による大気汚染はあるか。 (b) 作業環境における塩素は当該国の労働安全基準等と整合するか。	(a) N (b) Y	(a) 消毒用塩素剤はさらし粉を使用する設計である。さらし粉は安定しており、塩素ガスによる大気汚染の可能性は極めて低い。また、消毒施設には換気扇が設置される。 (b) カンボジアには塩素ガスに関する作業環境管理に関する基準は存在しないが、上述した理由により日本の作業環境評価基準に比較しても十分低濃度に保たれる。
	(2)水質	(a) 施設稼働に伴って発生する排水の SS、BOD、COD、pH 等の項目は当該国の排水基準等と整合するか。	(a) N/A	(a) 排水はリサイクルされる設計で、汚泥は乾燥処理されることから、排水は発生しない。生活排水は量が少なく、浄化槽で処理されるため、河川への排出はない。
	(3)廃棄物	(a) 施設稼働に伴って発生する汚泥等の廃棄物は当該国の規定に従って適切に処理・処分されるか。	(a) Y	(a) 汚泥は固液分離の後、天日乾燥により最小化する。乾燥汚泥は適切な用地を借り上げまたは地主の許可

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N	具体的な環境社会配慮 (Yes/No の理由、根拠、緩和策等)
3 自然 環境				を得て MISTI が用意し、埋め立て処分を行う。
	(4)騒音・振動	(a) ポンプ施設等からの騒音・振動は当該国の基準等と整合するか。	(a) Y	(a) 地階への設置、壁の吸音処理、コンクリート基礎増等の緩和措置を取り、基準値に適合するような設計方針である
	(5)地盤沈下	(a) 大量の地下水汲み上げを行う場合、地盤沈下が生じるおそれがあるか。	(a) N	(a) 該当しない
	(1)保護区	(a) サイトは当該国の法律・国際条約等に定められた保護区内に立地するか。プロジェクトが保護区に影響を与えるか。	(a) Y	(a)道路で分断された湖水のうち事業地ではない部分が、漁業資源保護のための保護区に指定されているため、工事中の濁水の発生予防策を取る。また作業員による釣りなどの漁獲行為が発生しないよう教育訓練を行う。 取水口の設計においてバースクリーンを設置するとともに流入最大速度を 0.1m/s 以下と極めて遅く設定することにより、魚類の迷入防止対策を取っている。以上対策により、プロジェクト実施による影響は回避可能である。
	(2)生態系	(a) サイトは原生林、熱帯の自然林、生態学的に重要な生息地（サンゴ礁、マングローブ湿地、干潟等）を含むか。 (b) サイトは当該国の法律・国際条約等で保護が必要とされる貴重種の生息地を含むか。 (c) 生態系への重大な影響が懸念される場合、生態系への影響を減らす対策はなされるか。 (d) プロジェクトによる取水（地表水、地下水）が、河川等の水域環境に影響を及ぼすか。水生生物等への影響を減らす対策はなされるか。	(a) N (b) N (c) N (d) N	(a) 該当しない (b) 該当しない (c) 該当しない (d) 該当しない
	(3) 水象	(a) プロジェクトによる取水（地下水、地表水）が地表水、地下水の流れに悪影響を及ぼすか。	(a) N	(a) 地下水への影響は想定されない。湖水からの取水量は貯水量に対して少なく地表水への影響は限定的である。

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N	具体的な環境社会配慮 (Yes/No の理由、根拠、緩和策等)
4 社会 環境	(1)住民移転	(a) プロジェクトの実施に伴い非自発的住民移転は生じるか。生じる場合は、移転による影響を最小限とする努力がなされるか。 (b) 移転する住民に対し、移転前に補償・生活再建対策に関する適切な説明が行われるか。 (c) 住民移転のための調査がなされ、再取得価格による補償、移転後の生活基盤の回復を含む移転計画が立てられるか。 (d) 補償金の支払いは移転前に行われるか。 (e) 補償方針は文書で策定されているか。 (f) 移転住民のうち特に女性、子ども、老人、貧困層、少数民族・先住民族等の社会的弱者に適切な配慮がなされた計画か。 (g) 移転住民について移転前の合意は得られるか。 (h) 住民移転を適切に実施するための体制は整えられるか。十分な実施能力と予算措置が講じられるか。 (i) 移転による影響のモニタリングが計画されるか。 (j) 苦情処理の仕組みが構築されているか。	(a)N (b) N/A (c)N/A (d)N/A (e) N/A (f) N/A (g)N/A (h)N/A (i)N/A (j) N/A	(a) 水道局が浄水場用地約 1ha を地主より購入した。同地は農地であり、正規及び非正規住民はおらず、住民移転は発生しない。 (b)用地売買に関しては村長立ち合いの元で行われ、十分な説明が行われた。 (c)土地の売買価格は周辺の土地価格の約 1.2 倍程度で再取得価格と考えられる。 (d)既に全額支払い済みである。 (e)一般的土地売買として実施された。 (f)土地所有者は農家で、売買契約に家族（妻）も参加し合意している。 (g)移転は発生していない。 (h)DISTI 及び村長が関与しており、土地売買は適切に実施された。 (i)既に契約額全額が支払われ、モニタリングは行わない。 (j)苦情があれば村長経由で DISTI、または MISTI に伝達されるが、今回の売買では苦情は発生していない。
	(2)生活・生計	(a) プロジェクトにより住民の生活に対し悪影響が生じるか。必要な場合は影響を緩和する配慮が行われるか。 (b) プロジェクトによる取水（地表水、地下水）が、既存の水利用、水域利用に影響を及ぼすか。	(a)N (b)N	(a) プロジェクト実施により、ベーシックヒューマンニーズが向上するという正の影響が生じる。負の影響は予見されない。 (b) 特段の影響は予見されない。
	(3)文化遺産	(a) プロジェクトにより、考古学的、歴史的、文化的、宗教的に貴重な遺産、史跡等を損なうおそれはあるか。また、当該国の国内法上定められた措置が考慮されるか。	(a)N	(a) 該当しない
	(4)景 観	(a) 特に配慮すべき景観が存在する場合、それに対し悪影響を及ぼすか。影響がある場合には必要な対策は取られるか。	(a)N	(a) 取水施設がワイコ湖を横断する道路脇に設置されることから、湖水の景観に調和する外観の施設建設が求められており、設計時に反映される。
	(5)少数民族、先住民族	(a) 当該国の少数民族、先住民族の文化、生活様式への影響を軽減する配慮がなされているか。 (b) 少数民族、先住民族の土地及び資源に関する諸権利は尊重されるか。	(a)N/A (b)N/A	(a) 対象地に先住民族・少数民族は存在しない (b) 対象地に先住民族・少数民族は存在しない

分類	環境項目	主なチェック事項	Yes: Y No: N	具体的な環境社会配慮 (Yes/No の理由、根拠、緩和策等)
	(6)労働環境	(a) プロジェクトにおいて順守すべき当該国の労働環境に関する法律が守られるか。 (b) 労働災害防止に係る安全設備の設置、有害物質の管理等、プロジェクト関係者へのハード面での安全配慮が措置されているか。 (c) 安全衛生計画の策定や作業員等に対する安全教育（交通安全や公衆衛生を含む）の実施等、プロジェクト関係者へのソフト面での対応が計画・実施されるか。 (d) プロジェクトに関係する警備要員が、プロジェクト関係者・地域住民の安全を侵害することのないよう、適切な措置が講じられるか。	(a)Y (b)Y (c)Y (d)Y	(a) 法律に基づいて労働環境が適切に管理されることを契約書に明記する。 (b) 転落防止用の手すり等設備が設計において配慮されている。 (c) 作業員教育についてコントラクターに義務づけることで対応する。 (d) 警備員も作業員教育に含み、コントラクターに義務づけることで対応する。
5 その他	(1)工事中の影響	(a) 工事中の汚染（騒音、振動、濁水、粉じん、排ガス、廃棄物等）に対して緩和策が用意されるか。 (b) 工事により自然環境（生態系）に悪影響を及ぼすか。また、影響に対する緩和策が用意されるか。 (c) 工事により社会環境に悪影響を及ぼすか。また、影響に対する緩和策が用意されるか。 (d) 工事による道路渋滞は発生するか、また影響に対する緩和策が用意されるか。	(a)Y (b)N (c)Y (d)Y	(a) 騒音、濁水、粉じん、排ガス、廃棄物について汚染の可能性があるが、緩和策を用意する。 (b) 悪影響の発生は想定されない。 (c) 通行止めや片側通行など、交通への一時的阻害が発生する。適切な広報、う回路の設定と指示、誘導員の配置等で影響を可能な限り小さくする。 (d) 湖を横断する国道沿いに取水施設を建設するため、工事による車線減少が一時的に必要となり渋滞を起こす可能性がある。交通への阻害対策は上述したとおりである。
	(2)モニタリング	(a) 上記の環境項目のうち、影響が考えられる項目に対して、事業者のモニタリングが計画・実施されるか。 (b) 当該計画の項目、方法、頻度等はどのように定められているか。 (c) 事業者のモニタリング体制（組織、人員、機材、予算等とそれらの継続性）は確立されるか。 (d) 事業者から所管官庁等への報告の方法、頻度等は規定されているか。	(a)Y (b)Y (c)Y (d)Y	(a) 先行類似プロジェクト同様、MISTI がモニタリングに責任を果たす。 (b) 環境モニタリング計画（EMOP）に規定する。 (c) 事業者のモニタリング事項は通常の浄水場の運転維持管理活動に含まれる。これら活動は、ソフトコンポーネント等教育訓練で徹底する。 (d) EMOP に規定する。
6 留意点	他の環境チェックリストの参照	(a) 必要な場合は、ダム、河川に係るチェックリストの該当チェック事項も追加して評価すること。	(a)NA	(a) 取水量が限定的であり、流況への影響はほとんど考えられないことから、特に検討項目はない。
	環境チェックリスト使用上の注意	(a) 必要な場合には、越境または地球規模の環境問題への影響も確認する。（廃棄物の越境処理、酸性雨、オゾン層破壊、地球温暖化の問題に係る要素が考えられる場合等）。	(a)N	(a) 本プロジェクトにより越境する環境影響は考えられない。

出典：JICA 調査団

2-3 当該国における無償資金協力事業実施上の留意点

本プロジェクトの実施にあたり、入札前においては本工事に必要となる仮設ヤードや施設建設予定地の地雷・不発弾の探査が必要となる。また、取水場及び浄水場予定地においては施工車両の現地乗り込みのため、盛土造成が確実に実施される必要がある。更に建設予定地近くの主要道路までの電気の引き込みは施工中の建設機械の電源確保に必要である。

施工期間中においては、配管の敷設に必要な道路占有の許認可を道路管理者から得る必要がある。取水施設や浄水施設の建設においては、州政府からの許可が必要となる。

以上のようなカンボジア国側による負担事項が確実に実施され、プロジェクトが遅延無く実施されるよう実施機関に働きかけを行うことに留意する。

2-4 その他（グローバルイシュー等）

電力使用量の増加は、その発電元において石油や天然ガス・石炭などの化石燃料の消費を増加させることとなり、これらを燃やすことで温室効果ガスである二酸化炭素（CO²）を排出することになる。このため、温室効果ガスによる気候変動への対応として、電力消費量を抑制することが重要である。

水道施設における電力消費量は取水及び配水ポンプ動力設備が大きなウェイトを占める。このため、ポンプの選定においては、ポンプ駆動電動機の効率が標準シリーズより高い高効率シリーズの電動機を採用している。また、ポンプの最大効率点が利用されるポンプ運転水量範囲の中心部近傍に在るポンプを選定している。

更に、取水ポンプと配水ポンプの運転方式としてインバーター制御を採用することによって、余力圧力をバルブでエネルギーを消費することなく、必要な水量における適切な圧力でポンプを運転することができる。これは、オンとオフの機能だけを持つ場合と比べ、モーターの回転数を調節することにより、モーターは必要な時に必要なだけの電力で稼働することとなり、エネルギーの余分な消費を抑えることができるというものである。

第3章 プロジェクトの内容

3-1 プロジェクトの概要

本プロジェクトは、スバイリエン市において、上水道施設（取水・導水・浄水・送配水施設）の建設、水質管理及び給水管接続用等の各種資機材の調達、並びに各種施設の円滑な運営・維持管理に資するソフトコンポーネントを実施することにより、安全な水へのアクセス率の向上と安定した給水サービスの提供を図り、もって住民の生活の質向上に寄与することを目的とする。

これにより、スバイリエン市において目標年次 2027 年までにスバイリエン水道局の管理区域内人口 106,481 人の 52.6% (55,964 人) の水道普及率を確保するとともに、管理区域内都市部¹人口 53,141 人の 86.7% (46,088 人)、管理区域内都市部以外の人口 53,340 人の 18.5% (9,876 人) に対して既存浄水場とあわせて 13,360m³ の給水（一日最大）が安定的になされることが期待されている。管理区域の設定は、2015 年 10 月に MISTI のエク・ソンチャン元長官の号令の元、全国の地方水道局を対象とした区域の見直しを実施したものに準じており、水道局が給水を行うことを MISTI から認可された区域を指す。協力対象事業の主なコンポーネントは以下のとおりである。

表 3-1-1 協力対象事業の主なコンポーネント

項 目	内 容	
上水道施設建設	計画一日最大給水量：6,800m ³ /日	
	新規取水施設 7,480m ³ /日の建設	取水門（2 門） ポンプ室 管理棟 取水ポンプ 2 台設置（内 1 台予備）、 電気設備
	導水管 2.9km 敷設	ダクタイル鋳鉄管 350mm
	新設浄水場の建設 （計画浄水量 ^{*1} ：7,480m ³ /日、計画一日最大給水量：6,800m ³ /日）	急速攪拌池（1 池） ブロック形成池（2 池） 横流式沈澱池（2池） 急速ろ過池（4 池） 配水池（2,200m ³ ） 配水ポンプ 3台設置（内1台予備、流量制御装置付き） 電気設備、管理棟、薬品注入棟、天日乾燥床ほか
	送・配水管 111.8km の敷設	ダクタイル鋳鉄管 300mm～400 mm 高密度ポリエチレン管 50mm～250 mm
機材調達	水質分析機器 機械設備用機材 給水管接続用資機材	
ソフトコンポーネント	浄水施設運転維持管理 送配水施設運転維持管理 生産管理	

注：*1) 計画浄水量は、計画一日最大給水量を基準とし、これに浄水場内での作業用水、雑排水、その他損失水量を考量して決定される。本計画では、計画一日最大給水量に 10%の安全を見込み、一日最大給水量 6,800m³/日×1.1=7,480m³/日を計画浄水量とした。

出典：JICA 調査団

¹ 都市部の定義は、計画省 (MOP) 発行の「Reclassification of Urban Areas in Cambodia, 2011」では、①人口密度が 200 人/km²を超えていること、②農業への従事者人口が 50%より少ないこと、③コミューン全体の人口が 2000 人を超えていること、としている。

3-2 協力対象事業の概略設計

3-2-1 設計方針

3-2-1-1 基本方針

本プロジェクトは、住民への給水サービス向上を目標として、カンボジア政府が取り組んでいる都市部における安全な水へのアクセス率の向上に資するため、スバイリエン市において、上水道施設を拡張するものである。カンボジア政府の要請と現地調査及び協議の結果を踏まえて、以下の方針に基づき概略設計を実施した。

- ① 計画目標年次は、2021 年 4 月のカンボジア側とのミニッツ協議に基づき 2027 年とする。無償資金協力事業の予算規模と、水需要予測から導かれる施設規模の関係から目標年次が設定された。この年は、MISTI が都市部の給水普及率 100%を周知目標としている 2025 年の 2 年後となる。
- ② 施設能力の増強は、2027 年の水需要及び既存施設の給水能力を勘案し、日最大給水量 6,800m³/日とする。
- ③ 施設の概略設計にあたっては、カンボジアで広く適用され、プノンペン水道公社が採用している基準及び実施中の無償資金協力事業での設計基準をベースにし、日本の「水道施設設計指針」（財団法人日本水道協会）も参考とする。
- ④ 機材調達は、カンボジアの要請内容と現状の機材保有状況を勘案し、本プロジェクトで建設される施設の運転維持管理に最低限必要と思われる機材について調達する。
- ⑤ 現地で入手可能な範囲で品質の高い資機材を使用する設計とするとともに、カンボジア国で多く使用されている適用可能な工法をできるだけ用いる。
- ⑥ 将来的なワイコ湖周囲堤防の嵩上げや国道 1 号線の拡幅も考慮の上、取水施設の施設計画高さや位置を決定する。
- ⑦ 取水施設は、ワイコ湖の湖畔で毎年行われる水祭りの際の人々の往来を考慮して、景観に配慮した設計とする。
- ⑧ 浄水、送配水施設については、ライフサイクルコストの観点から耐腐食性のある材料を選定した。また、経済性を重視するとともに、現在の技術レベルを参考に、高度な技術を要しない無理のない設計とした。
- ⑨ 貧困層に対する給水率向上を支援するため、貧困世帯に対する給水装置を調達する。
- ⑩ 施工体制は、現地建設業者の能力、規模、実績を勘案の上、日本の請負業者の下で現地建設業者を十分活用する方針とした。
- ⑪ カンボジアは地震のリスクが小さく、カンボジア国内では地震の履歴に関する情報が無いことから、本プロジェクトにおいて耐震設計は実施しないこととする。

- ⑫ 本プロジェクトで建設される新規施設を適切に運転維持管理し、水質基準を満足する安全な水を市民に供給できるように、ソフトコンポーネントを計画した。

3-2-1-2 自然条件に対する方針

(1) 降水量

カンボジアにおける降水量の状況は、「2-1-4-1-(1) 表流水源の確認」に示す通りである。表 2-1-3 及び図 2-1-5 に示すように雨期乾期がはっきりしていることから、特に降雨量が多い時期については、コンクリート打設等、影響を受ける作業の工事工程に配慮を行う。

(2) ワイコ湖の水位

取水位については、調査による既往の最低水位 EL+1.6m (2020 年 7 月) 及び最高水位 EL+4.35m (2011 年 10 月) を考慮し、最低水位時でも取水可能な取水施設の敷高設定を行うとともに、10 年確率規模の水位に余裕高を加味し、冠水しない盛土地盤高及びポンプ室高を設定する。なお、ワイコ湖の貯水容量増大のために、ワイコダム及びワイコ湖の周囲堤を嵩上げする計画があり、これによりワイコ湖の最高水位が上昇することが見込まれるが、国道 1 号線が冠水するほどの嵩上げは計画していないとの情報を州水資源気象局 (Department of Water Resources and Meteorology : DOWRAM) から得ていることから、取水ポンプ場の盛土計画地盤高は国道 1 号線の路肩高 EL+5.8m に合致するように計画した。

(3) 地形・地質

カンボジアの地質は、北東、中部及び南西の 3 地域に分けることができる。スバイリエンの位置する中部地域は、トンレサップ-メコン低地に相当し、新生代の新第三紀～第四紀の玄武岩を基盤とし、その上部を第四紀の沖積堆積物が覆っている。

取水施設の床付け面は、平均 N 値 5 の緩い粘土であり、杭基礎による支持を行う。浄水施設の床付け面は、平均 N 値 15 の硬い砂質粘土であり、比較的良好な地盤であるが施設によっては杭基礎による支持を計画する。両施設ともバックホウでの掘削が可能な土質状況となっている。

(4) 地震

カンボジアにおける地震の有無については、日本の国土技術政策総合研究所の研究成果や UN-OCHA 及び米国地質調査所 (USGS) 作成のハザードマップ等が存在する。これらの資料の中で、カンボジアは地震レベルが最も低い地域に区分され、またカンボジア国内においては地震の履歴に関する情報は存在しない。以上から、本プロジェクトの設計において耐震設計は行わないものとする。

(5) 水質

水質については、下記の調査結果が得られている。重金属や農薬などの有害物質は検出されていないため、水源の変更や特殊な水処理などは行わない。一方、原水の水質の特徴（濁度及び鉄の検出等）を考慮した施設設計を行う。

(概要)

原水の水質試験の結果、除去が困難な有害物質は検出されていない。濁度は年間のうち、7、8 月がピークで 350NTU が最大であるが、最低濁度は 30～50NTU と年間を通じての変動は少なく、

一定濃度より下がらない。濁質に由来する鉄の濃度が高いが一般的な浄水処理方法によって取り除くことが可能なレベルとなっている。ワイコ湖では商業的漁業活動は行われていないが自宅での食用目的及び趣味の魚釣りが行われている。現状、健康被害等の情報は寄せられていない。

(ジャーテスト及び塩素要求量)

PAC の最適注入率は、最低で 11mg/l、最大で 18mg/l である。塩素要求量は、最大で 1.5mg/l 程度となっている。

(給水栓水質)

2017 年に給水栓の水質について、濁度と残留塩素を検査し、残留塩素が検出されなかった場合は細菌試験を実施した。残留塩素濃度が 0.2mg/l を下回った地点は、調査地点 100 箇所のうち 39 箇所であり、そのうち 4 箇所で大腸菌群が検出された。糞便性大腸菌群はすべての地点で不検出であった。濁度はカンボジアの飲料水質基準である 5NTU に比較して、100 箇所のうち 2 箇所で上回っており、それぞれ 6NTU と 8NTU であった。

3-2-1-3 社会条件に対する方針

(1) 産業

スバイリエンはスバイリエン州の州都であり、主産業は農業である。水稻の作付面積が最も大きく、2 番目に広い作付面積はキャッサバであるが、水稻の作付面積の 3%にも満たない。その他、豆、野菜などもわずかに生産している。州全体では 90%以上が農業従事者であり、本プロジェクトで対象としている水道の拡張部分の裨益者の多くは農業従事者であることが想定される。

(2) 交通

カンボジア南部経済回廊の輸送力強化のため、スバイリエン州のベトナム国境からプノンペン都まで高速道路の建設計画があり、FS が実施されている。現時点の計画ルートは本プロジェクト対象エリアとは重ならず、市街地から 3km 程度北方を横断する計画となっている。一方、本プロジェクトで取水施設が建設される予定の国道 1 号線沿いは、将来拡幅計画があるとの情報を得ており、取水施設の配置においては道路の拡幅範囲を考慮して計画を行う。

(3) 電力供給

カンボジアにおける電力供給事業は、「カンボジア電力公社 (EDC)」が行っている。スバイリエンへは、カンボジア国南部経済回廊配電整備計画の一環で、ベトナムからの電力輸入のための送電線建設が進められてきた。本プロジェクトの施設に電力供給を行うための変電所は EDC の規格仕様に従うため、必要材料供給から施工までを EDC が実施し、その費用をコントラクターが負担する。停電頻度は、雨期における雷や短絡事故により月数回程度の発生を想定している。

(4) 用地取得・住民移転

スバイリエンの事業用地は、浄水場と取水場用地が必要となるが、浄水場用地は水道局が 2017 年 12 月に元の地主から取得済みである。取水場用地については、湖を横断する道路に設置される予定で、公共用地であり、この用地の使用許可は州政府から得ることを予定している。2019 年 12 月 19 日に実施した州副知事との面談では土地の使用について内諾を得ているが、入札前の資格

審査公示前までにカンボジア側にて、正式利用許可を州政府から取得する。なお、本プロジェクトにおいて、住民移転は発生しない見込みである。

(5) 保健衛生状況

トイレ所有率は高く、郊外居住者が多い非接続地区世帯でも高い水準である。過去3年の水系感染症罹患率は、水道接続世帯で非水道接続世帯より低いという状況である。NCDDの提供するデータベース（2019年時点）によると、乳幼児死亡率（5歳まで1000出生当たり）は、スバイリエン州全体で23.6、スバイリエンディストリクトでは12.0で、都市部の乳幼児死亡率は低いという結果が出ている。

(6) 廃棄物

建設残土等工事廃棄物については、危険物以外は民有地を取得して廃棄することが可能である。有害物が含まれる可能性がある場合は、MOEでごみ質の検査を行い、有害性がなければ同様に廃棄可能である。本プロジェクトでは有害廃棄物は発生しない見込みである。アスファルト・コンクリートガラ等の建設廃棄物は埋め立て処分を行うが、域内に低地が多いため埋め立ては歓迎であり処分地候補は多く、州で提供可能である。

3-2-1-4 建設事情／調達事情に対する方針

基本的な方針として、現地で調達可能な資機材を使用することとする。カンボジアでは取水施設、浄水施設、配水施設建設に関して多くの実績があり、プノンペンにはこれらの経験を持つ業者が複数存在している。このため、労務者及び建設機材については基本的に現地での調達が可能である。また、主要な建設資材は、セメント、採石、鉄筋、管材であり、これらについても基本的にカンボジア国内での調達が可能である。

ただし、ダクタイル鋳鉄管についてはカンボジア国内では生産されていないため、日本または第三国からの調達となる。このほかに、ポンプ類、配水流量システム等についてもカンボジア国内で生産されていないため、日本調達とする。

3-2-1-5 現地業者の活用に係る方針

カンボジア内では、浄水施設、取水施設、導・送配水管、配水池建設についてこれまで多くのプロジェクトが実施されており、国内に経験を持つ建設会社が複数存在する。建設会社によっては汎用施工機械を保有している。よって、本邦建設会社が工程、品質、安全等を管理の下、ローカル建設業者を活用するものとする。

3-2-1-6 実施機関の運営・維持管理能力に対する対応方針

新設及び拡張される水道システムを運営管理するため、スバイリエン水道局の組織増強が必要である。水道局に求められる適切な運営・維持管理体制と所属する職員に求められる能力、その体制を構築するプロセスを検討し、ソフトコンポーネントによる支援を行う。

3-2-1-7 施設、機材等のグレードの設定に係る方針

資機材調達の可能性、建設技術及び建設能力、求められる水量・水質、電力事情、土地の広さ、施設を管理する職員の能力等の条件から、カンボジアで最も一般的な、急速濾過方式の浄水施設建設を検討する。また、可能な限り施設建設に伴う初期投資だけでなく、運転及び維持管理のコストが低減されるように、浄水施設は機械電気設備を少なくし、また薬品処理はカンボジアで現地調達可能な薬品の選定等を考慮して設計する。エネルギー効率に配慮し、浄水処理を自然流下で行うための施設の設計、配置や工法に配慮する。

3-2-1-8 工法／調達方法、工期に係る方針

本プロジェクトの工種は大きく分けて、取水施設の建設工事、浄水場施設の建設工事、導水・配水管の敷設工事の3種類に大別され、それぞれ同時に施工可能である。また、いずれの工種も通年施工を基本とする。

導水・配水管の敷設工事については、総延長が115kmと長距離にわたるため、複数班による施工を計画する。また施工監理体制もこれらに十分対応できる要員配置を検討する。送配水管は、原則、大きな外圧が発生しない路肩部に敷設し、また、土被りは、プノンペン水道公社の設計方針に準ずるものとする。道路横断、水路や排水路等の伏越し部では、コンクリートによる防護及び必要に応じて空気弁の設置を行う。

3-2-2 基本計画（施設計画／機材計画）

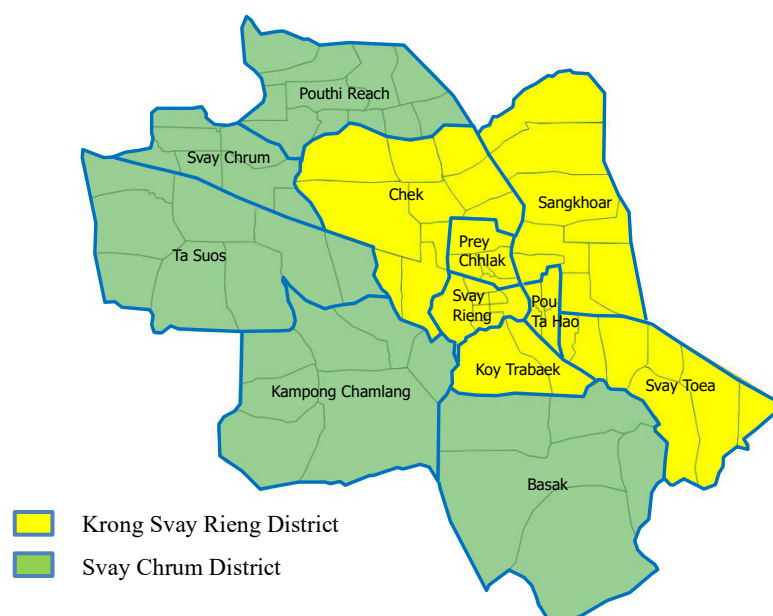
3-2-2-1 水需要予測

(1) 目標年次

水道事業を管轄するMISTIにおいて、都市部の給水普及率を2025年までに100%とする目標が設定周知されており、当国政府は地方都市の上水施設整備を進めている。一方、本プロジェクトは、2025年の竣工を念頭においている。2021年4月のカンボジア側とのミニッツ協議の結果、無償資金協力事業の予算規模と水需要予測から導かれる施設規模の関係から目標年次を2027年とすることで合意した。この目標年次はプロジェクト完了2年後となる。

(2) スバイリエン水道局の管理区域

スバイリエン水道局の管理区域は下図のとおりである。これは、2015年にカンボジア政府の指示により実施された給水区域の見直しに基づくもので、2つのディストリクトと12個のコミューンから成る。管理区域は、水道局が給水を行うことをMISTIから認可された区域を指す。また「都市部」は計画省(MOP)が設定する“Reclassification of Urban Areas in Cambodia, 2011 by National Institute of Statistics, Ministry of Planning”に基づいており、図3-2-1に示す黄色着色部の“Krog Svay Rieng District”が都市部に該当する。



出典：JICA 調査団

図 3-2-1 スバイリエン水道局の管理区域

表 3-2-1 スバイリエン水道局管理区域のディストリクト及びコミュニティ

ディストリクト	コミュニティ	ビレッジ数	都市部/農村部
Krong Svay Rieng	Svay Rieng	7	都市部
	Prey Chhlak	5	
	Koy Trabaek	2	
	Pou Ta Hao	4	
	Chek	10	
	Svay Toea	7	
	Sangkhoar	8	
Svay Chrum*	Basak	5	農村部
	Kampong Chamlang	7	
	Ta Suos	8	
	Pouthi Reach	11	
	Svay Chrum	7	

* Svay Chrum ディストリクトは全 16 コミュニティのうち、5 コミュニティのみが管理区域となっている。

出典：JICA 調査団

(3) 給水の現状及び既存施設の概要

スバイリエン水道局の管理区域内人口は、2019 年時点で約 10 万人と推定され、給水人口は約 2.3 万人と約 23%に留まっている。また、無収水率は約 9%と低く、これ以上無収水対策を実施することによる給水量の増加は見込めない。今後、カンボジア政府が目標としている「都市部への安全な飲料水アクセス率 100%」に近づくためには、現在の給水能力を増強すること、また、給水人口を増やすために給水区域を拡張する必要がある。しかしながら、カンボジア側が要望する全てのエリアに給水することは膨大な予算が必要となり現実的に困難であるため、事業の効率性、人口密度、将来の拡張可能性などを総合的に判断して無償資金協力事業として妥当な協力範囲を検討した。

2019 年時点の給水区域、給水人口及び既存施設の概要は、表 3-2-2 及び表 3-2-3 に示すとおりである。スバイリエン水道局の管理区域は、2015 年 10 月に、MISTI が実施した「全国の地方水道局を対象とした管理区域の見直し」に基づいて設定されている。また、都市部の範囲は MOP が設定する “Reclassification of Urban Areas in Cambodia, 2011 by National Institute of Statistics, Ministry of Planning” に基づいている。日本国内においては一般に、「水道普及率=給水人口÷行政区域内人口」、「給水普及率=給水人口÷給水区域内人口」と定義されている。本プロジェクトでは「管理区域」を、上記「行政区域」と同義として扱っている。

表 3-2-2 スバイリエンにおける給水の現況（2019 年）

記号	項 目	数 値	備 考
a	管理区域内人口	99,571 人	スバイリエン水道局の管理区域内人口
a1	管理区域内人口（都市部）	48,141 人	管理区域のうち都市部の人口
b	給水区域内人口	50,962 人	配水管による給水が可能なエリアに居住している人口
b1	給水区域内人口（都市部）	40,935 人	給水区域内のうち都市部の人口
c	給水人口	23,545 人	給水サービスが供給されている人口
c1	給水人口（都市部）	23,545 人	給水人口のうち都市部の人口
	水道普及率（=c/a）	23.6 %	管理区域内人口に対する給水人口の割合
	都市部水道普及率（=c1/a1）	48.9 %	管理区域内人口（都市部）に対する給水人口（都市部）の割合
	給水普及率（=c/b）	46.2 %	給水区域内人口に対する給水人口の割合
	都市部給水普及率（=c1/b1）	57.5 %	給水区域内人口（都市部）に対する給水人口（都市部）の割合
	給水戸数	4,709 件	スバイリエン水道局の接続件数

出典：スバイリエン水道局（2019 年 10 月時点）、JICA 調査団

表 3-2-3 スバイリエンの既存水道施設の概要（運用予定を含む）

種 別	内 容	
	2019 年 10 月時点	2022 年中頃から運用予定 (ADB による拡張)
水源・取水地点	地下水 3 井戸	ワイコ湖
取・導水施設	取水ポンプ 15kW×3 台、導水管 1.3km	取水容量：11,000m³/日、導水管 63m
浄水施設	酸化、重力式急速ろ過方式 浄水能力 4,560m³/日（2020 年に 2,000m³/日分拡張：中国企業が新たに 導入した膜ろ過施設）、計 6,560m³/日	急速ろ過方式 浄水能力 9,000m³/日
配水施設	地上式配水池 1,000m³・高架水槽 350m³ 配水ポンプ 30kW×3 台	
	配水管 φ250～φ20 x 65km（DIP、 HDPE）	配水管：30.6km

出典：スバイリエン水道局、MISTI、JICA 調査団

(4) 人口及び人口増加率

カンボジアでは、1998 年及び 2008 年にセンサスが、2013 年に中間センサスが実施されている。2019 年 3 月にもセンサスが実施され、速報値として人口データが公開されている。しかしながら、2013 年及び 2019 年のセンサスではコミュニケーション単位の人口統計が公開されていないため、スバイリエン水道局の管理区域の実際の人口を把握することはできない。

一方、スバイリエン水道局は、スバイリエン Provincial Hall から提供を受けて、ビレッジ毎の人口統計を保有していることから、調査団は提供を受けた2010年から2019年の人口統計を分析し、人口増加率を算出した。センサスによる人口及び人口増加率を表 3-2-4 に、Provincial Hall からのデータに基づく人口及び人口増加率を表 3-2-5 に示す。

表 3-2-4 カンボジア国及びスバイリエン州の人口（センサスデータ）

区分	人口				人口増加率
	1998 年	2008 年	2013 年*	2019 年	2008-2019
カンボジア国	11,437,656	13,395,682	14,676,591	15,288,489	1.21%
スバイリエン州	478,252	482,788	578,380	524,554	0.76%

*2013 年中間センサスによるスバイリエン州の人口データの値が信憑性に欠けるため、活用せず

出典：National Institute of Statistics, Ministry of Planning, Cambodia

表 3-2-5 スバイリエン水道局管理区域内の人口（Provincial Hall データ）

区分	人口		人口増加率
	2010 年	2019 年	2010 - 2019
水道局管理区域	93,783	99,571	0.67%
Krong Svay Rieng（都市部）	44,767	48,141	0.81%
Svay Chrum（農村部）	49,016	51,430	0.54%

出典：Provincial Hall

センサスデータと Provincial Hall データの人口増加率を比較する。Provincial Hall から提供された人口データが2010年から2019年までのものであるため、センサスの人口データのうち、2008年から2019年までの人口増加率を比較すると、以下のとおり概ね合致している。

センサスデータ：市全体 +0.76%
 Provincial Hall データ：水道局管理区域内 +0.67%
 管理区域内都市部 +0.81%
 管理区域内農村部 +0.54%

上述したとおり、コミューン毎の人口データがないと詳細な人口予測ができないが、そのデータは2008年のセンサスでしか確認できない。

一方、Provincial Hall から提供されたデータは最小単位がコミューンより小さなビレッジレベルで、2019年までの最新情報があるためより正確な予測ができる。従って本プロジェクトでは、Provincial Hall から提供された人口データを用いて人口予測・水需要を検討することとした。

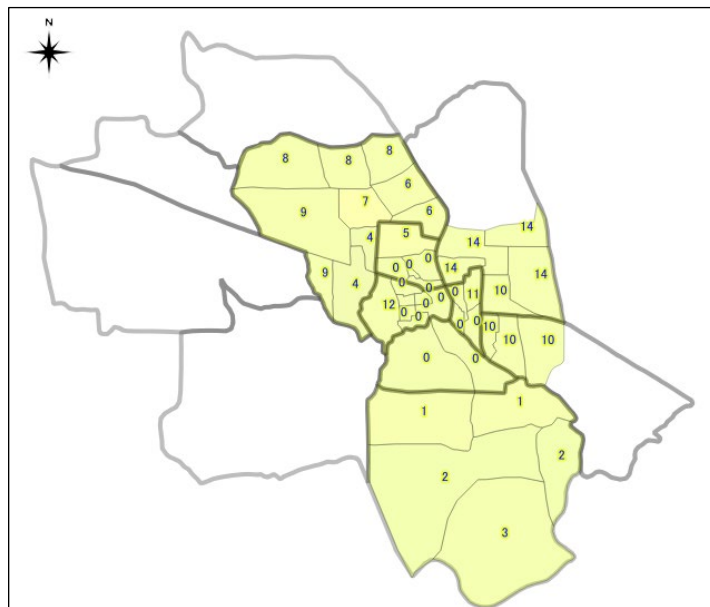
(5) 計画給水人口と都市部の目標給水率

上述したビレッジ毎の年平均人口増加率を活用して、2027年までの人口予測を行った。なお、スバイリエン水道局から収集した2019年のビレッジ人口が過去年との相違が大きい村落が見受けられるため、人口予測は2010年から2018年のビレッジ人口の増減を近似化して算出した。目標年（2027年）の人口予測結果は以下のとおりである。

管理区域内人口 ： 106,481 人
 管理区域内都市部人口 ： 53,141 人
 管理区域内農村部人口 ： 53,340 人

管理区域をすべて給水エリアとはせずに、スバイリエン水道局として優先順位の高いビレッジを選定して、そのエリアにおいて確実に住民に水が供給されるように末端まで給水管を敷設する方針とした。これは、管理区域とは別途設定される計画給水区域（現状で既に民家の張り付き分布があり、水需要が見込まれる範囲）を設定し、この範囲内の水道施設整備を進めることで給水区域内の給水率を高めることが投資効果が高いという観点から妥当と考えられた。

後述の 3-2-2-1-(12) において給水区域の設定における比較案と選定理由を示しているが、本プロジェクトによって対象とする給水区域はケース 3 に従って設定する（図 3-2-2）。この場合、目標年次における給水人口は、表 3-2-6 に示すとおり 55,964 人となる。



出典：JICA 調査団

図 3-2-2 本プロジェクト対象給水区域

表 3-2-6 対象給水エリアの 2027 年における給水人口

コミューン	ビレッジ	都市/農村	既設/新規	優先順位	給水人口 (2027 年)
Svay Rieng	Veal Yon	都市部	既設	0	3,119
	Svay Rieng	都市部	既設	0	1,640
	Kien Sang	都市部	既設	0	1,524
	Me Phleung	都市部	既設	0	2,208
	Srah Vong	都市部	既設	0	2,161
	Roung Banlae	都市部	既設	0	2,202
	Chong Preaek	都市部	既設	12	2,517
Prey Chhlak	Suon Thmei	都市部	既設	0	528
	Rub Kou	都市部	既設	0	1,495
	Sala Srok Chas	都市部	既設	0	816
	Prey Chhlak	都市部	既設	0	579
	Andoung Ta Sei	都市部	既設	5	955
Koy Trabaek	Koy Trabaek	都市部	既設	0	2,217
	Tarang Bal	都市部	既設	0	1,568
Pou Ta Hao	Kbal Spean	都市部	既設	0	395
	Thnal Kaeng	都市部	既設	11	836

コミュニオン	ビレッジ	都市/農村	既設/新規	優先順位	給水人口 (2027 年)
	La	都市部	既設	0	1,942
	Pou Ta Hao	都市部	既設	0	265
Chek	Chek	都市部	新規	8	1,791
	Chambak	都市部	新規	9	1,866
	Svay	都市部	新規	9	1,249
	Thmol	都市部	既設	4	1,181
	Svat	都市部	既設	4	184
	Totea	都市部	新規	7	1,838
	Kandal	都市部	新規	6	466
	Meloung	都市部	新規	6	798
	Khleang	都市部	新規	8	694
	Kok Pae	都市部	新規	8	674
Svay Toea	Ta Chour	都市部	既設	10	397
	Ta Nar	都市部	既設	10	1,649
	Khousang	都市部	新規	10	931
Sangkhoar	Bak Ronoas	都市部	既設	14	1,209
	Thlok	都市部	新規	14	813
	Chambak Peam	都市部	新規	14	693
	Thmei	都市部	既設	10	1,942
	Srama Chrum	都市部	新規	14	746
Basak	Svay Ta Phlo	農村部	新規	1	1,922
	Sala Rien	農村部	新規	2	2,509
	Payab	農村部	新規	3	2,224
	Basak	農村部	新規	1	1,898
	Pou Ta Ros	農村部	新規	2	1,299
合計					55,964

出典：JICA 調査団

(6) プロジェクト実施による給水率と給水区域の変化

本プロジェクトの目標年である 2027 年における水道局の管理区域内人口は 106,481 人と推定され、この人口に対する水道普及率は本プロジェクト実施後でも 52.6%に留まる見込みである。プロジェクト実施後においても水道普及率が 50%強程度に留まる理由としては、管理区域全域の中の特定区域を計画給水区域として設定する際、現状で既存民家が連続的に分布しており、確実な水需要が見込まれ、かつ効率的な配水が可能な範囲に限定していることに拠る。しかしながら、管理区域内の都市部の推定人口 53,141 人に対して対象ビレッジの都市部人口である 46,088 人が給水対象となるため、都市部の水道普及率としては 86.7%となり、これは前述した MISTI の周知目標である都市部の水道普及率を 2025 年までに 100%とする目標に近づく結果となる。

表 3-2-7 本プロジェクト実施による水道普及率及び給水普及率

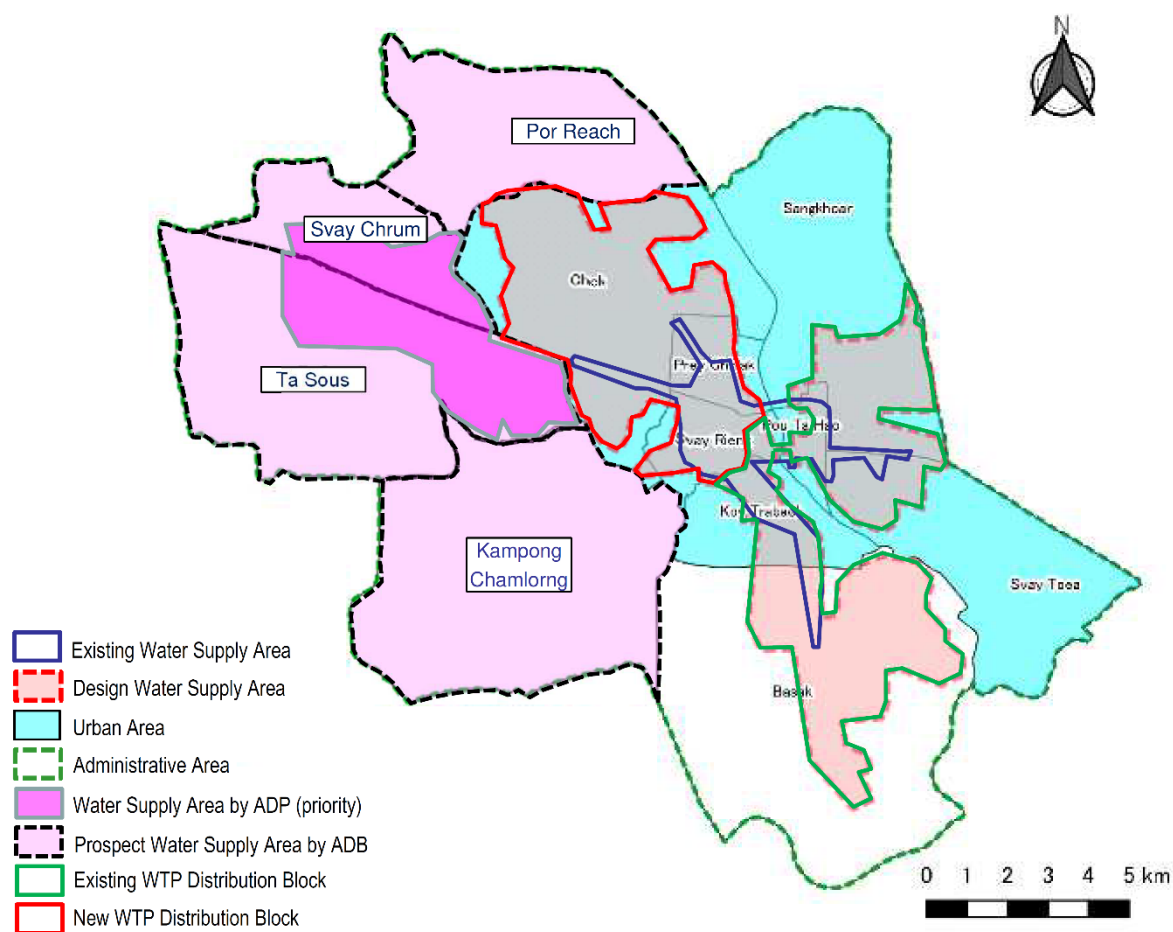
記号/ 計算式	項目	現状 (2019 年)	ADB 施設拡張時 (2022 年予定)	本プロジェクト実施後 (2027 年)	本プロジェクト による増加 (裨 益)
	上水道供給能力	6,560 m ³ /日 =4,560 m ³ /日 + 2,000 m ³ /日*1	15,560 m ³ /日 =6,560 m ³ /日 + 9,000 m ³ /日*2	22,360 m ³ /日 =15,560 m ³ /日 + 6,800 m ³ /日	6,800 m ³ /日
a	管理区域内人口	99,571 人	102,660 人	106,481 人	-
a1	(都市部)	48,141 人	50,643 人	53,141 人	-
a2	(農村部)	51,340 人	52,017 人	53,340 人	-
b	給水区域内人口	50,962 人	62,380 人 =53,530+8,850 人*3	65,368 人 =55,964+9,404 人	-
b1	(都市部)	40,935 人	43,771 人	46,088 人	-
b2	(農村部)	10,027 人	18,609 人 =9,759+8,850 人	19,280 人 =9,876+9,404 人	-
c	給水人口	23,545 人	32,395 人 =23,545+8,850 人	65,368 人 =55,964+9,404 人	+ 32,419 人
c1	(都市部)	23,545 人	23,545 人	46,088 人	+ 22,543 人
c2	(農村部)	0 人	8,850 人	19,280 人 9,876 人+9,404 人	+ 9,876 人
	給水 戸数	JICA 分 ADB 分 合計	4,709 世帯 1,911=8,850/4.63 世帯 6,620 世帯	4,709 世帯 2,031=9,404/4.63 世帯 14,118 世帯	12,087=55,964/4.63 世帯 + 7,378 世帯
(c/a) x100	管理区域 内人口に 対する水 道普及率	JICA 分 ADB 分 合計	23.6 % =23,545/99,571 8.6% =8,850/102,660 31.5%	22.9% =23,545/102,660 8.8% =9,404/106,481 61.4%	52.6% =55,964/106,481 + 29.0 % (2019 年からの 増分)
(c/b) x100	給水域内 人口に 対する給 水普及率	JICA 分 ADB 分 合計	46.2 % =23,545/50,962 100.0 % =8,850/8,850 51.9% =(23,545+8,850 /53,530+8,850)	44.0 % =23,545/53,530 100.0 % =9,404/9,404 100.0 % =(55,964+9,404 /55,964+9,404)	100.0 % =55,964/55,964 + 53.8 (2019 年からの 増分)
(c1/a1) x100	管理区域内都市部人 口に対する水道普及 率	48.9 % =23,545/48,141	46.5 % =23,545/50,643	86.7 % =46,088/53,141	+ 37.8 % (2019 年からの 増分)

注：*1：カンボジア側（中国企業）による既設浄水場の拡張で、2020 年 4 月から運転が開始されている。

*2：カンボジア側（ADB）による既設浄水場の拡張で、2022 年中頃から運転開始が予定されている。

*3：青文字は、ADB の計画給水区域における情報であり、優先給水区域の各戸接続が 2022 年に完了する条件の場合。

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 3-2-3 スバイリエンの管理区域及び給水区域

一方、ADB により拡張される 2022 年中頃から運用予定の 9000m³/日の浄水場は、上図 3-2-3 に示す管理区域西方の 4 つのコミューン (Svay Chrum, Ta Sous, Por Reach and Kampong Chamlong) への給水を目的としている。当面優先的に給水が行われる区域は、Svay Chrum コミューンの中の 3 つのビレッジ (Thma Sa, Trabaek, Svay Kngao) 及び Ta Sous コミューンの中の 3 つのビレッジ (Pnov, Angkeas Dei, Ta Pa) であり、この区域に給水するための配水管 30.6km が敷設予定となっている。この ADB により優先的に拡張される給水区域の目標年(2027 年)における給水人口は 9,404 人を見込まれ、これらの給水人口を本プロジェクト実施による給水人口に加算した場合、前述の管理区域内の水道普及率 52.6%は、61.4%に増加する。

また、JICA により建設される浄水場からの給水区域と ADB が拡張予定の浄水場からの給水区域は重ならないことを 2021 年 4 月のミニッツ協議にて確認している。

(7) 原単位（一人一日当りの給水量）

家庭用一日平均使用水量と給水人口から算出された一人一日平均使用水量は表 3-2-8 に示すとおりである。

表 3-2-8 家庭用一人一日平均使用水量

項目	単位	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019 ^{*1}
家庭用一日平均使用水量	m ³ /日	749	912	1,015	1,268	1,544	1,880	2,319	2,632	3,016	3,430
給水人口	人	7,240	7,630	8,960	10,690	12,745	14,685	17,765	20,020	21,975	23,545
家庭用一人一日平均使用水量	L/日/人	103.4	119.5	113.3	118.6	121.1	128.0	130.5	131.5	136.1	145.7
過去 10 年間の平均使用水量	L/日/人	124.8									
過去 5 年間毎の平均使用水量	L/日/人	115.2					134.4				

*1: 2019 年 10 月末時点におけるデータ

出典：SWWs

スパイリエンの給水実績によれば、過去 10 年間の平均は 124.8L/日/人であり、年々増加傾向にある。増加要因として、都市部給水人口の増加、世帯収入の増加、生活スタイルの変化等が挙げられる。これらの実績は既存給水区域であり、既存給水区域と新規給水区域においては、世帯収入や生活スタイルに大きな違いがあることから、既存給水区域と新規給水区域の原単位を各々設定する。

スパイリエン水道局との協議の結果、既存給水区域においては過去 5 年間（2015 年から 2019 年）の平均である 135L/日/人を、新規給水区域には 2010 年から 2014 年までの平均である 115L/日/人を採用することで合意を得た。なお、平均使用量は増加傾向にあるものの、下記を理由として過去の平均値を採用する。

- 2017 年に調査団が実施した社会条件調査によると、既設給水区域において上水道に接続している家庭の多くが、平均的な家庭より裕福な層に属する。本プロジェクトの目標年次 2027 年において、給水対象区域内のすべての家庭に給水することを計画している。しかしながら、この中には平均的な家庭よりも貧困となる家庭が多く含まれており、生活スタイル（トイレやシャワーなど）の違いを考慮すると、2027 年まで均等に増加する傾向を想定することは妥当ではない。
- 新規の給水区域においては、既存給水区域と比べて、家屋規模や生活スタイルが大きく異なり、既存給水区域と同様の水需要は当てはまらない。将来の需要予測には、水道利用者の少なかった時期における平均値を採用することが望ましい。
- 本計画においては、(9) 項に後述するとおり、実際の無収水率よりも大きめの計画値（小さめの有効率）を設定し、必要な水量に対して安全側の計画となっている。そのため、既存給水区域を基にした原単位 135L/人/日で算定された計画給水量は、実際の水需要に対して一定の余裕が見込まれる。

(8) 業務・営業用一日平均使用水量

用途別一日平均使用水量は表 3-2-9 に示すとおりである。本計画の管理区域内においては、Provincial Hall 及び水道局へ聞き取りの結果、以下の状況が判明した。

- 前回 2017 年の調査時には、ワイコ湖東部を埋立て、2018 年までに市場を建設する計画が確認されていた。しかしながら、Provincial Hall 及びスバイリエン水道局によると、2019 年時点で土地収用等が進んでおらず、同計画は中止となった。
- 市街地から西へ 4km ほどにある工業団地では、服飾工場が存在する。ここでは、独自の地下水水源を活用しているため、公共水道サービスを利用する予定はない。
- スバイリエン市は、工業団地の拡張を期待しているが、具体的な開発計画は存在しない。

スバイリエンでは、急速な給水人口の増加に伴い、全体の水使用量に占める家庭用使用量の割合が増加傾向にある。業務用の主な顧客は、レストラン、ゲストハウス、学校、氷製造工場などであるが、水需要の大きい大学などの大規模な学校や工場などの建設計画は具体的に存在していない。従って、用途別の水使用量は、過去 5 年間の家庭用比率の平均である 78.2%を参考基準として、家庭用使用量を全体水使用量の 80.0%、業務用水使用量を全体水使用量の 20.0%と設定する。

表 3-2-9 用途別一日平均使用水量

項目	単位	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	平均
家庭用	m ³ /日	749	912	1,015	1,268	1,544	1,880	2,319	2,632	3,016	3,430	1,877
商業	m ³ /日	188	194	308	349	388	330	326	359	276	276	299
公共機関	m ³ /日	221	226	259	273	319	326	376	389	449	509	335
合計	m ³ /日	1,158	1,332	1,582	1,890	2,251	2,536	3,021	3,380	3,741	4,215	2,511
業務用水合計	m ³ /日	409	420	567	622	707	656	702	748	725	785	634
家庭用比率	%	64.7	68.5	64.2	67.1	68.6	74.1	76.8	77.9	80.6	81.4	73.8
工業用比率	%	35.3	31.5	35.8	32.9	31.4	25.9	23.2	22.1	19.4	18.6	27.6
過去 5 年間の家庭用比率	%						78.2					
業務用水年増加量	m ³ /日		11	147	55	85	-51	46	46	-23	60	41.7m ³ /日/年

出典：SWWs

(9) 漏水率及び有効率

スバイリエン水道局の実績データによると、表 3-2-10 に示すとおり無収水率は 2010 年の 24.3% から 2019 年の 8.9%まで、年々減少傾向にある。これらの成果は、「水道事業人材育成プロジェクト（フェーズ 2、フェーズ 3）」をはじめとする我が国の支援を通じて、スバイリエン水道局の運転・維持管理能力が向上したことが背景にある。

無収水は、非請求使用水量、見かけ損失（盗水、検針、メータ誤差等）及び実損失（送配水管の漏水、給水管の漏水、貯水タンクの漏水等）から構成されるが、実損失水量の大半を占める漏水量については、スバイリエン水道局で算出されていない。また、近年の事業運営において非合法接続は発見されていないことが確認された。

以上より、無収水率が 10%程度である水道事業体の実績を参考²とすると、無収水量に占める漏水量の割合を 75%と推定する。

² 無収水量に占める漏水量を算出している国は少なく、(公財)水道技術研究センターが H26 に実施した日本の事業体の無収水率と漏水率の試算結果と MISTI からの聞き取りから総合的に判断した。

一方、カンボジアの省令によれば、以下の理由から、新規浄水場の設計容量を決定する際に採用すべき無収水率は15%と規定されている。

- ・ 無収水率は今後、既存管の老朽化等に伴って増える可能性が高い。
- ・ 無収水に占める漏水の正確な割合は不明であり、不確定な要素が含まれる。

以上を踏まえ、漏水量が無収水量全体の75%を占めると仮定して、目標年次である2027年の漏水率を11.3% (15%×75%)、有効率を88.7%と設定する。

表 3-2-10 スパイリエン水道局の無収水率の推移

項目	単位	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019 ^{*1}
年間総配水量	m ³ /年	558,140	592,817	678,423	791,086	921,848	1,032,654	1,222,695	1,365,730	1,502,783	1,689,002
年間総請求水量	m ³ /年	422,580	485,931	577,779	690,114	821,546	925,563	1,102,723	1,234,099	1,365,890	1,538,547
年間無収水量	m ³ /年	135,560	106,886	100,644	100,972	105,921	107,091	119,972	131,631	136,893	150,455
無収水率	%	24.3	18.0	14.8	12.8	11.5	10.4	9.8	9.6	9.1	8.9

*1: 2019年10月までの実績値と直近のデータに基づいて推測した値を加えて年間実績値を算出した。

出典：SWWs

(10) 負荷率

スパイリエン水道局における負荷率（一日最大給水量と一日平均給水量の比率）の過去10カ年の実績を、表3-2-11に示す。実績から、2016年以降から負荷率が低下していることがわかる。以前は、配水ポンプ能力と運転時間により算出していたため、実情と大きく異なっていたが、2016年に流量計が設置されたことによって、正確な給水量が測定できるようになったためと考えられる。従って、負荷率は、2016年以降の過去4年間の平均値75.4%を採用する。

表 3-2-11 負荷率の実績

項目	単位	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
一日平均給水量	m ³ /日	1,529	1,624	1,859	2,167	2,526	2,829	3,350	3,742	4,117	4,627
一日最大給水量	m ³ /日	1,529	1,654	1,859	2,467	2,557	3,234	4,558	4,725	5,702	6,037
負荷率	%	100.0	98.2	100.0	87.9	98.8	87.5	73.5	79.2	72.2	76.7
過去4年平均	%							75.4			

出典：SWWs

(11) 需要予測結果

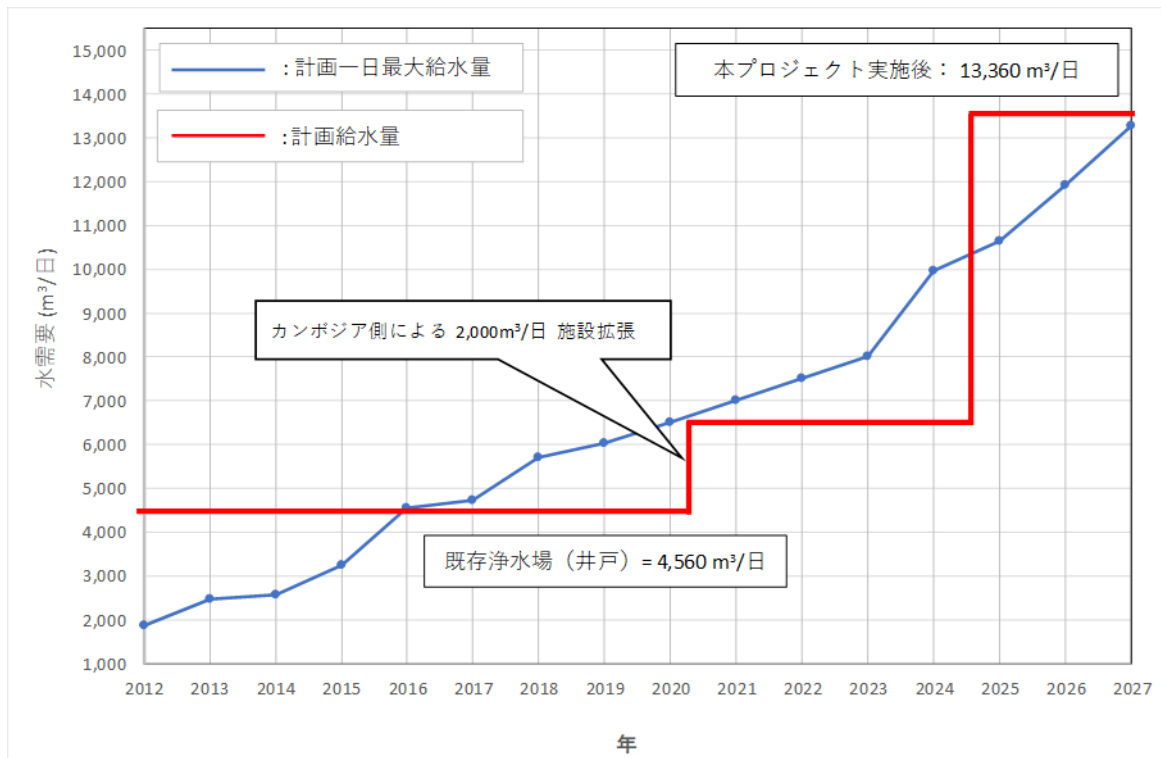
将来の水需要を予測した結果は、表3-2-12に示すとおりである。目標年（2027年）の一日最大給水量は13,275 m³/日と算出された。既存浄水場の改修後の計画給水量は6,560 m³/日と想定されるため、本プロジェクトで増強すべき給水量は6,715 ≒ 6,800 m³/日とされる。

図3-2-4に需要予測の結果に基づく計画一日最大給水量と計画給水量の関係を示す。2019年現在、浄水能力は4,560 m³/日であり、約6,000 m³/日の需要を大きく下回っている。そのため、水不足や浄水場の過負荷での運転が頻発している。2020年4月から中国企業が新たに導入した2,000 m³/日の膜ろ過施設が稼働しているものの、処理能力が6,560 m³/日に増強されても水需要を満たすことができない状況である。

表 3-2-12 水需要の実績及び予測表

項 目		単位	実績 → 一 予測																
			2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	
管理区域域内人口	計	人	95,168	95,357	96,763	97,545	97,545	99,301	99,301	99,571	101,130	101,892	102,660	103,423	104,192	104,954	105,714	106,481	
	都市部	人	45,495	46,132	46,698	47,296	47,296	48,419	48,419	48,141	49,646	50,143	50,643	51,143	51,648	52,145	52,640	53,141	
	農村部	人	49,673	49,225	50,065	50,249	50,249	50,882	50,882	51,430	51,484	51,749	52,017	52,280	52,544	52,809	53,074	53,340	
	計	人	48,542	49,144	49,651	50,201	50,201	51,414	51,414	50,962	52,559	53,043	53,530	54,018	54,509	54,993	55,477	55,964	
給水区域域内人口	都市部	人	39,024	39,625	40,109	40,649	40,649	41,710	41,710	40,935	42,849	43,309	43,771	44,236	44,704	45,165	45,625	46,088	
	農村部	人	9,518	9,519	9,542	9,552	9,552	9,704	9,704	10,027	9,710	9,734	9,759	9,782	9,805	9,828	9,852	9,876	
	計	人	48,542	49,144	49,651	50,201	50,201	51,414	51,414	50,962	52,559	53,043	53,530	54,018	54,509	54,993	55,477	55,964	
	既存部	人	27,530	28,100	28,477	28,955	28,955	29,857	29,857	28,966	30,808	31,194	31,583	31,973	32,366	32,753	33,140	33,529	
給水人口	新規部	人	21,012	21,044	21,174	21,246	21,246	21,557	21,557	21,996	21,751	21,849	21,947	22,045	22,143	22,240	22,337	22,435	
	計	人	8,960	10,690	12,745	14,685	17,765	20,020	22,160	23,545	25,830	27,802	29,764	31,736	40,882	43,994	49,929	55,964	
	都市部	人	8,960	10,690	12,745	14,685	17,765	20,020	22,160	23,545	25,830	27,802	29,764	31,736	33,528	36,132	41,063	46,088	
	農村部	人												0	7,354	7,862	8,867	9,876	
給水人口	計	人	8,960	10,690	12,745	14,685	17,765	20,020	22,160	23,545	25,830	27,802	29,764	31,736	40,882	43,994	49,929	55,964	
	既存部	人	8,960	10,690	12,745	14,685	17,765	20,020	22,160	23,545	25,830	27,802	29,764	31,736	31,736	31,736	31,736	33,529	
	新規部	人												0	9,146	12,258	18,193	22,435	
	計	人																	
水道普及率	計	%	9.4	11.2	13.2	15.1	18.2	20.2	22.3	23.6	25.5	27.3	29.0	30.7	39.2	41.9	47.2	52.6	
	都市部	%	19.7	23.2	27.3	31.0	37.6	41.3	45.8	48.9	52.0	55.4	58.8	62.1	64.9	69.3	78.0	86.7	
	農村部	%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	14.0	16.7	18.5	
	計	%	18.5	21.8	25.7	29.3	35.4	38.9	43.1	46.2	49.1	52.4	55.6	58.8	75.0	80.0	90.0	100.0	
給水普及率	都市部	%	23.0	27.0	31.8	36.1	43.7	48.0	53.1	57.5	60.3	64.2	68.0	71.7	75.0	80.0	90.0	100.0	
	農村部	%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	
	計	戸	1,792	2,138	2,549	2,937	3,553	4,004	4,432	4,709	5,579	6,005	6,429	6,854	8,830	9,502	10,784	12,087	
	既存部	戸	1,792	2,138	2,549	2,937	3,553	4,004	4,432	4,709	5,579	6,005	6,429	6,854	8,830	9,502	10,784	12,087	
家庭用一人一日平均使用水量（既存）	新規部	戸	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	L/日/人		113.3	118.6	121.1	128.0	130.5	131.5	136.1	145.7	135.0	135.0	135.0	135.0	135.0	135.0	135.0	135.0	
	m³/日	1,015	1,268	1,544	1,880	2,319	2,632	3,016	3,430	3,487	3,753	4,018	4,284	4,284	4,284	4,284	4,284	4,526	
	家庭用一人一日平均使用水量（新規）	L/日/人									115.0	115.0	115.0	115.0	115.0	115.0	115.0	115.0	
家庭用一人一日平均使用水量（合計）	m³/日									0	0	0	0	1,052	1,410	2,092	2,580		
	m³/日	1,015	1,268	1,544	1,880	2,319	2,632	3,016	3,430	3,487	3,753	4,018	4,284	5,336	5,694	6,376	7,106		
	業務・営業用一日平均使用水量	m³/日	567	622	707	655	702	748	725	785	872	938	1,005	1,071	1,334	1,424	1,594	1,777	
	有収水量 計	m³/日	1,582	1,890	2,251	2,535	3,021	3,380	3,741	4,215	4,359	4,691	5,023	5,355	6,670	7,118	7,970	8,883	
無効水量	m³/日	207	207	206	220	247	270	281	309	553	595	637	679	845	902	1,010	1,126		
	m³/日	1,859	2,167	2,526	2,829	3,350	3,742	4,117	4,627	4,912	5,286	5,660	6,034	7,515	8,020	8,980	10,009		
	一人一日平均給水量	L/日/人	207	203	198	193	189	187	186	197	190	190	190	190	184	182	180	179	
	一人一日最大給水量	m³/日	1,859	2,467	2,557	3,234	4,558	4,725	5,702	6,037	6,514	7,010	7,506	8,002	9,967	10,637	11,910	13,275	
有収率	一人一日最大給水量	m³/日	207	231	201	220	257	236	257	256	252	252	252	244	242	239	237.2		
	%	85.2	87.2	89.1	89.6	90.2	90.4	90.9	91.1	89.2	89.2	89.2	89.2	89.2	89.2	89.2	89.2		
	%	88.9	90.4	91.8	92.2	92.6	92.8	93.2	93.3	88.8	88.8	88.8	88.8	88.8	88.8	88.8	88.8		
	漏失率	%	11.1	9.6	8.2	7.8	7.4	7.2	6.8	6.7	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3		
必要給水能力	負荷率	%	100.0	87.9	98.8	87.5	73.5	79.2	72.2	76.7	75.4	75.4	75.4	75.4	75.4	75.4	75.4		
	プロジェクト（工事）期間																		
	既存給水能力	m³/日	4,560	4,560	4,560	4,560	4,560	4,560	4,560	4,560	6,560	6,560	6,560	6,560	6,560	6,560	6,560		
	必要給水能力	m³/日	-2,701	-2,093	-2,003	-1,326	-2	165	1,142	1,477	-46	450	946	1,442	3,407	4,077	5,350		

出典：JICA 調査団



出典：JICA 調査団

図 3-2-4 水需要と計画給水量

(12) 計画給水区域の検討

計画給水区域は、スバイリエン水道局の管理区域のすべてを給水エリアとはせず、都市部の給水普及率、スバイリエン水道局が設定している優先順位の高いビレッジ、建設費の費用対効果、配管効率性を考慮して、以下の3ケースを比較した。都市部の給水普及率を優先する理由は、都市部の給水普及率改善が NSDP 及び MISTI の周知目標となっていることに拠るものである。また、都市部と同程度以上の投資効果（単位事業費当たりの給水人口、単位配水管長当たりの給水人口で判定）を持つ農村部は、スバイリエン水道局の優先整備区域にもなっているため計画給水区域に含めることとした。

【ケース 1】

目標年次（2027 年）の都市部給水普及率を 90%とし、都市部のビレッジのうち優先順位の高いビレッジを選定

【ケース 2】

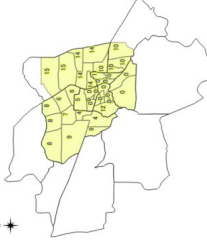
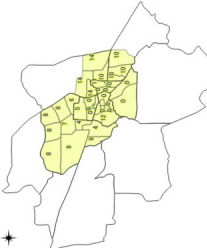
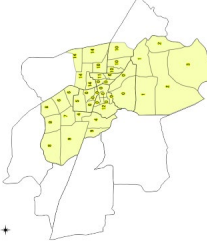
目標年次（2027 年）の都市部給水普及率を 85%とし、都市部のビレッジのうち優先順位の高いビレッジを選定

【ケース 3】

目標年次（2027 年）の都市部給水普及率が 90%に近づき、農村部も含めたビレッジのうち優先順位の高いビレッジを選定

比較検討結果を表 3-2-13 に示す。裨益人口、都市部給水普及率、配管効率、費用対効果を総合的に判断して、ケース 3 を採用する。

表 3-2-13 計画給水区域の比較検討

Item	Case 1	Case 2	Case 3
a) Design service area	 Expand water supply area to improve the service ratio in urban area aiming 90%. (38 villages with priority Nos. 4-12, 14, 15 out of 81 of all villages) ※There are multiple villages of the same priority rank number.	 Expand water supply area to improve the service ratio in urban area aiming 85%. (36 villages with priority Nos. 4-12, 14 out of 81 of all villages)	 Expand water supply area to improve the service ratio in urban area aiming nearly 90%, while focusing on more higher priority villages in rural area than villages in urban area. (41 villages with priority Nos. 1-12, 14 out of 81 of all villages)
b) Design population served in 2027 (Design year) (Number of Beneficiaries: Increased population served between 2019 and 2027)	47,827 (24,282) [B]	45,170 (21,625) [C]	55,964 (32,419) [A]
c) Service ratio in urban area (Population served as % of population in urban area) (Increased service ratio in urban area between 2019 and 2027)	90.0 (41.1) [A]	85.0 (36.1) [C]	86.7 (37.8) [B]
d) Required water supply capacity (m ³ /day)	11,526	10,955	13,275
Capacity of Existing WTP (m ³ /day)	6,560	6,560	6,560
Capacity of New WTP (m ³ /day)	5,000 (4,966)	4,400 (4,395)	6,800 (6,715)
e) Required distribution pipe extension (km) (φ50 or more)	128.0	107.0	127.8
f) Pipe laying efficiency (Increased population served per required distribution pipe extension (persons/100m))	19.0 (=24,282 ÷ 1,280) [C]	20.2 (=21,625 ÷ 1,070) [B]	25.4 (=32,419 ÷ 1,278) [A]
g) Initial construction cost (including intake, raw water transmission mains, WTP, distribution system) (million yen)	1,868	1,756	1,913
h) Investment efficiency (Increased population served per initial construction cost) (Persons per 1 million yen)	13.0 (=24,282 ÷ 1,868) [B]	12.3 (=21,625 ÷ 1,756) [C]	16.9 (=32,419 ÷ 1,913) [A]
i) Evaluation	• Service ratio in urban area is the highest, 90%.	• Construction cost is the lowest.	Appropriate from a comprehensive evaluation
Advantage	• Pipe laying efficiency is the lowest. • Investment efficiency is lower than Case2.	• Number of Beneficiaries is the lowest. • Service ratio in urban area is less 90% but close to the target value. • Pipe laying efficiency is lower than Case3. • Investment efficiency is the lowest.	• Number of Beneficiaries is the biggest. • Pipe laying efficiency is the highest. • Investment efficiency is the highest. • Service ratio in urban area is less than 90% but close to the target value.
Disadvantage			

Note:
 1) Number of villages in the administrative area by Sway Rieng WWs: 81 (Existing water supply area: 15, Villages prioritized by Sway Rieng WWs: 45, Villages that are not prioritized by Sway Rieng WWs: 21)
 2) Pipe laying efficiency (Increased population served per required distribution pipe extension (persons/100m)) shows the degree of population density.
 3) Item of the Italics are to be evaluated
 4) Evaluation criteria for each item to be evaluated, [A]: high, [B]: medium, [C]: low

出典：JICA 調査団

以上の結果に基づくスバイリエンの基本的な計画諸元について表 3-2-14 及び表 3-2-15 に示す。

表 3-2-14 基本的な計画諸元の確認その 1

項目	単位	設計値		
		現状 (2019 年)	プロジェクトによる増加	プロジェクト実施後 (2027 年)
管理区域内人口	人	99,571	-	106,481
都市部人口	人	48,141	-	53,141
給水区域内人口	人	50,962	-	55,964 (65,368)* ¹
給水人口	人	23,545	32,419	55,964 (65,368)
給水戸数	戸	4,709	7,378	12,087 (14,118)
管理区域内全体水道普及率	%	23.6	29.0	52.6 (61.4)
管理区域内都市部水道普及率	%	48.9	37.8	86.7
計画給水区域給水普及率	%	46.2	53.8	100.0
給水能力	m ³ /日	6,560	6,800	13,360 (22,360)
配水管総延長	km	65	111.8	176.8 (207.4)

*1 : ()は、ADB の浄水場により優先的に拡張予定の計画給水区域における数値を含んだ場合を示す。
出典：JICA 調査団

表 3-2-15 基本的な計画諸元の確認その 2

項目	単位	設計値
計画給水人口 (2027 年)	人	55,964
家庭用水原単位	L/日/人	既存区域：135 新規区域：115
家庭用需要水量	m ³ /日	7,106
総需要に占める非家庭用水の割合	%	20.0
非家庭用需要水量	m ³ /日	1,777
総需要 (家庭用 + 非家庭用)	m ³ /日	8,883
漏水率	%	11.3
計画日平均給水量	m ³ /日	10,009
負荷率	%	75.4
計画日最大給水量	m ³ /日	13,275
時間係数	-	1.3 ³
計画時間最大給水量	m ³ /時間	720

出典：JICA 調査団

³ 時間係数は、スバイリエン市の既存配水区域の時間係数 1.30 実績を参考にし、カンボジア国政府(MISTI)との協議結果により、1.30 を採用することとした

3-2-2-2 取水施設計画

(1) 取水施設計画位置の選定

1) 取水地点の選定

スバイリエン水道局より、取水候補地点として 4 地点が提示された。調査団は 4 つの候補地点の中から、以下の条件に基づいて適切な地点を選定した。

- 法的規制がなく、工事可能な地点であること
- ワイコダムの低水位 LWL (EL+2.15m) 以下からの取水が可能な十分な水深があること

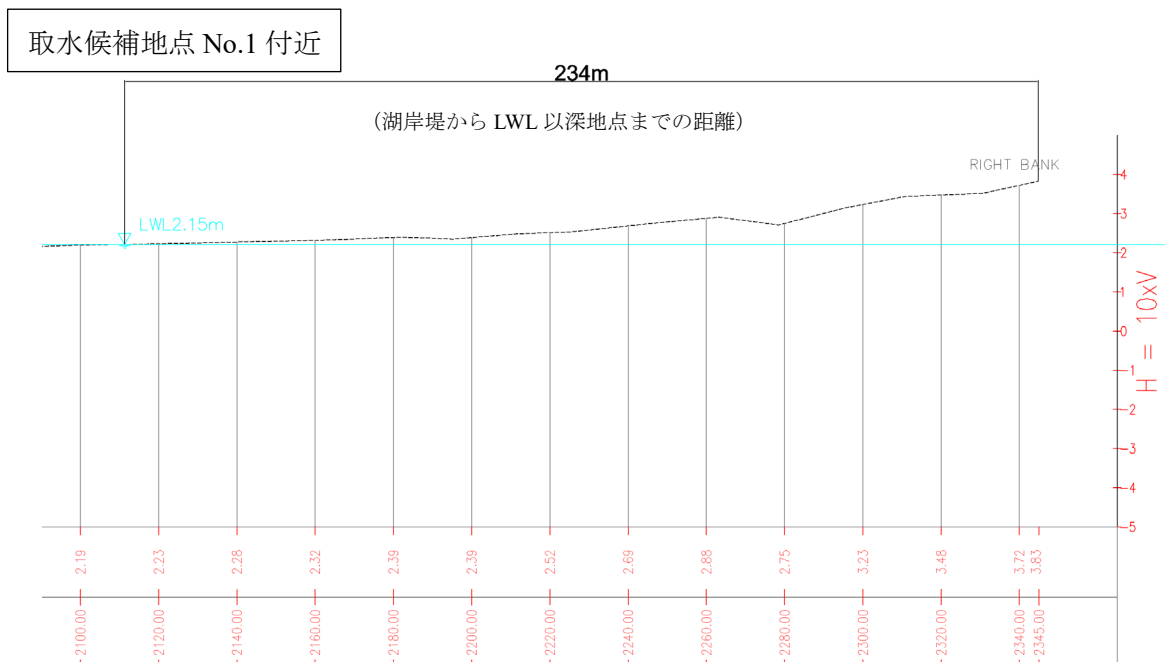
図 3-2-5 に 4 つの取水候補地点の位置図を示す。水源のワイコ湖では、環境保護のため、国道 1 号線より南側の湖で開発が制限されている（図 2-2-3 ワイコ湖保護地区参照、詳細は、「2-2-3 環境社会配慮」に記載）。これにより、カンボジア側から提示された候補地点 No.3 は除外された。また、横断測量の結果によれば、ワイコ湖の北西岸は遠浅となっており（図 3-2-6、図 3-2-7 参照）、十分な水深を確保できる地点が限られる。このため、候補地点 No.1 及び No.4 が除外された。一方、後述するとおり、候補地点 No.2 は比較的建設が容易であり、かつ必要な水深が確保できることが確認された。

以上により、候補地点 No.2（国道 1 号線北側）が最も適した候補地と考えられた。なお、この候補地点 No.2 と新規浄水場の候補地との間は約 3.3km の距離がある。



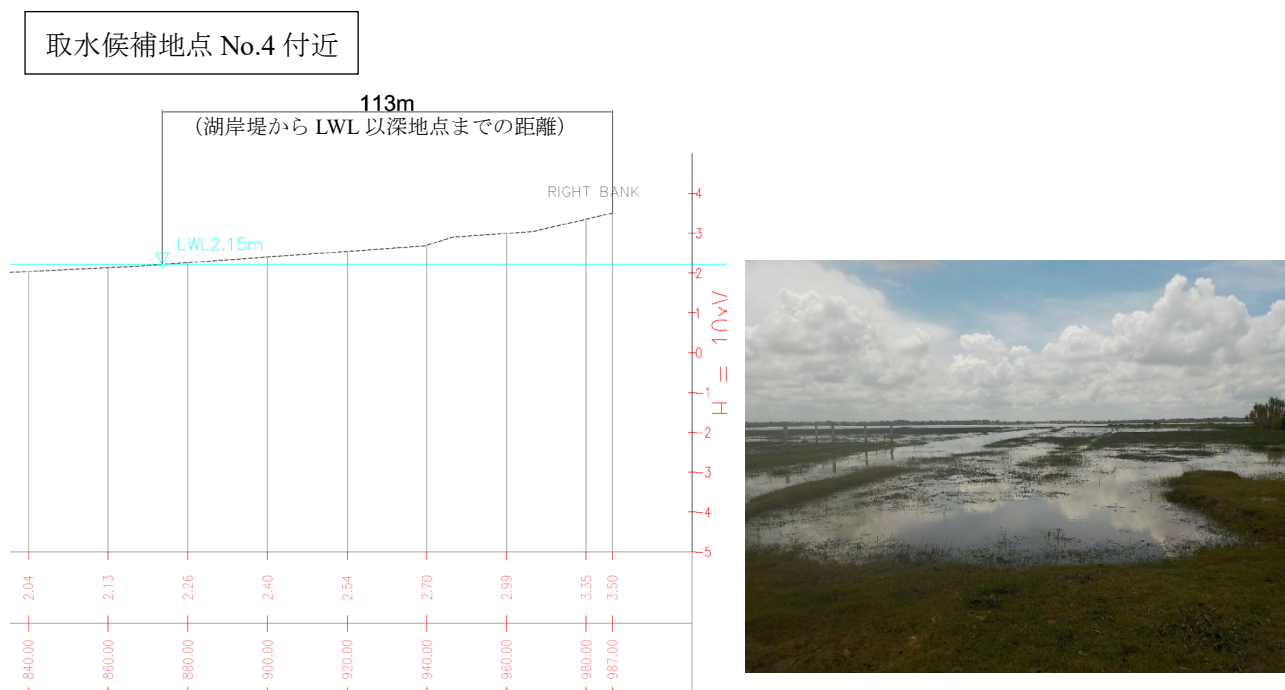
出典：Google Earth を基に JICA 調査団作成

図 3-2-5 新規取水施設及び浄水場の位置図



出典：再委託結果より JICA 調査団作成

図 3-2-6 ワイコ湖の北西岸の断面（東西方向）（1/2）

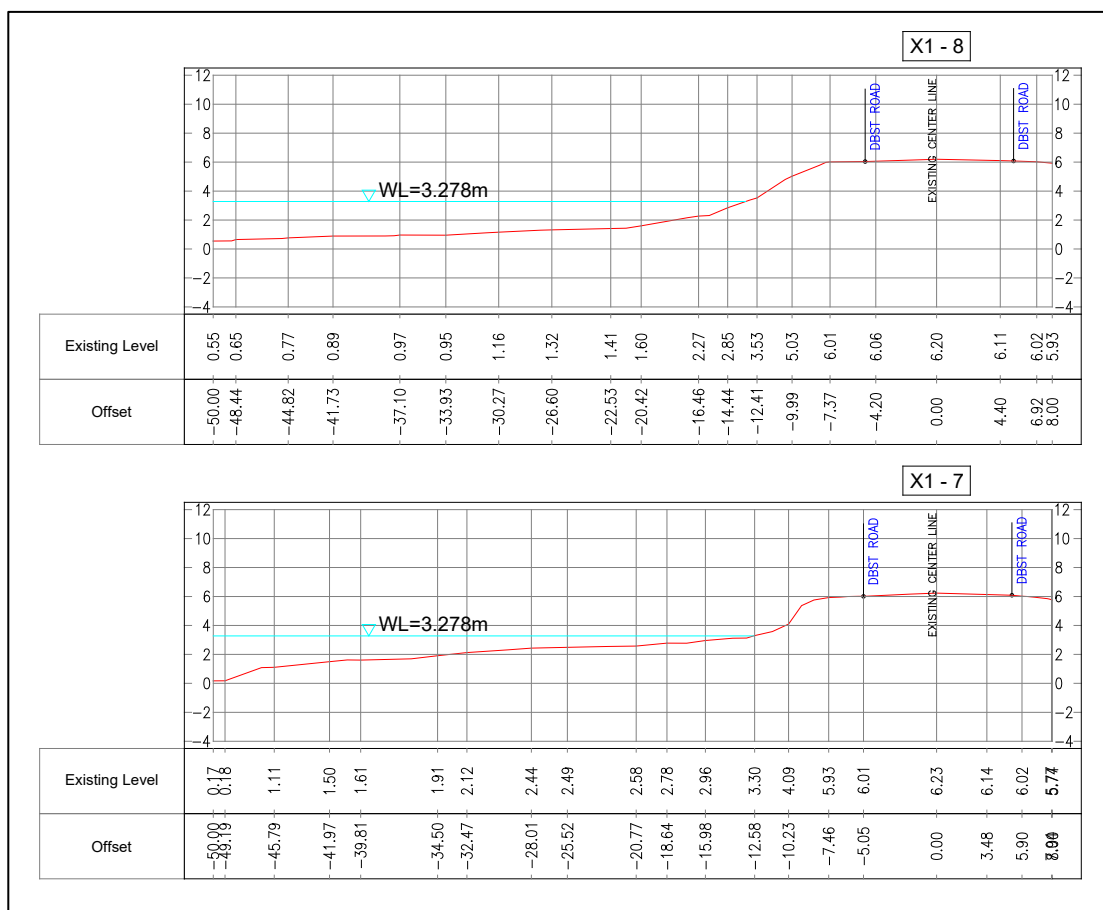


出典：再委託結果より JICA 調査団作成

図 3-2-7 ワイコ湖の北西岸の断面（東西方向）及び写真（2/2）

2) 取水施設の詳細位置

取水施設の詳細位置については、関係機関の意見を参考に、LWL+2.15m 以下で取水可能な水深を確保できる地点（河床高 EL+1.00m 程度）を選定した。



出典：JICA 調査団

図 3-2-9 ワイコ湖取水候補地点 No.2 の横断図

新規取水施設の候補地点 No.2 の状況を以下に示す。同地点は国道 1 号線に面しているため、法肩の掘削を伴う大規模な工事は避けなければならない。現道路の路肩には 3.0m 程度の幅員が確保されているが、この幅員に取水施設の電気室や発電機室を建設することは困難なため、湖内に埋立て造成を行って建設用地を確保する必要がある。



出典：JICA 調査団

図 3-2-10 取水施設候補地点の状況（2019 年 12 月）



出典：JICA 調査団

図 3-2-11 取水施設の建設候補地の状況（航空写真）

3) 用地の確保及び建設許可

新規取水地点については、公用地に属しており、土地収用や購入は必要ない。しかしながら、取水施設の建設許可は、「水道局 ⇒ DISTI ⇒ Provincial Hall ⇒ MOWRAM」の順番で承認が必要である。

(2) 水位条件

水位等の条件は、以下のとおりである。

表 3-2-16 取水施設の設計上の計画高

対 象	計画高	備 考
ワイコ湖 HWL*	+4.35 m	既往最高水位（EL3.84m、2011 年）より、ワイコダム越流水深を考慮し、調査団で設定
ワイコ湖 LWL*	+2.15m	2015 年渇水時水位
設計 HWL	+4.40 m	ワイコ湖 HWL を切り上げ
設計 LWL	+1.60m	観測最低水位（2020 年 7 月）
余裕高	+0.80 m	既往最大流量 243m ³ /s より、河川管理施設等構造令（日本）より設定
取水ポンプ場計画地盤高	+5.80 m	計画洪水高+余裕高を満たしたうえで、車両の進入を考慮し、道路肩の高さに合わせた。
道路地盤高	+5.80 m +6.20 m	道路肩 道路センター

*ワイコ湖水位は DOWRAM による。

出典：JICA 調査団

なお、2020 年 7 月に DOWRAM 設定の LWL（2015 年の既往最低水位）より低い水位が観測された。このため、取水施設設計時には、2020 年 7 月の水位を設計 LWL として採用する。

(3) 取水方式

取水予定地場所の制限、地形状況、水位変化条件から、取水方式として既設で採用されている「水平導水管取水」と「取水門付開水路取水」の 2 方式が選出できる。両方式の特徴比較を下表に示す。

表 3-2-17 水平導水管取水方式と取水門付開水路取水方式の比較

	水平導水管取水方式 (既設で採用)	取水門付開水路取水方式
概略図		
施設概要	ポンプ場から取水管を湖の水位深部地点まで取水口を延長して湖水をポンプ吸込みピットへ導水する方式である。そのため、ポンプ場は1号線道路添いに建設することができるが、取水管が約30mと長くなる。ポンプ場に吸込みピットを設け、流入部にスクリーンを設置して、ポンプへ魚類や水草の侵入を防ぐ構造である。	ポンプ場を湖の水位深部地点近くに建設する。そのため、ポンプ場は道路端より湖内に約40m突き出る形状となる。魚類や水草の侵入を防ぐため、開水路にバースクリーンを設置し、取水ピットには取水ゲートを取付ける。開水路は4m幅、長さ9m程度となる。
特徴比較	約30mの取水管内に土砂の堆積は少ないと予想できるが、湖内水中部の取水口にスクリーン取り付けができないことから、導水管内へ水草、魚類、小動物の侵入リスクがある。 工事費用は盛土量が少なくなるため、開水路方式に比べて若干安価である。	開水路に引き寄せられる水草は比較的容易に除去できる。開水路に取り付けたスクリーン面は引き上げできる構造とすることで夾雑物を手掻きで容易に除去できる。ポンプ取水ピットは2槽に分割することで、1槽毎に点検停止が可能である。
判定	水平導水管取水方式における導水管の詰まりリスクを回避できること。また、湖内へ突き出すことでポンプ場建設が容易となり、敷地内に車両の進入スペースが取れることから維持管理や保安面で有利である。さらに、取水口に集まる水草の除去やその排出が容易であることから、取水門付開水路取水方式を選択する。	

出典：JICA 調査団

(4) 取水ポンプ場の計画

1) 取水ポンプの形式

ポンプ仕様（送水量と全揚程）から選定できるポンプ形式として以下の候補がある。

表 3-2-18 取水ポンプの種類と特徴

ポンプの種類	特徴
横軸両吸込渦巻ポンプ	: 点検が容易、吸込性能が良い、ポンプ効率が良い
横軸片吸込渦巻ポンプ	: 両吸込渦巻ポンプと比べ点検、吸込性能、効率が若干劣る
立軸斜流ポンプ	: 水中軸受用潤滑水が必要となることから部品点数が多く、保守・点検項目が多い
水中ポンプ	: 他に比べて耐用年数が短く、2年に1回程度の頻度でメカニカルシール交換作業が発生する

出典：JICA 調査団

上記の比較を踏まえた結果として、性能面と維持管理面で最も優れ、水道局からの要望でもある横軸両吸込渦巻ポンプを選択する。

2) ポンプ台数の決定

ポンプの台数分割数を増やすとポンプ口径が小さくなりスクリーンの目幅が狭くなり詰まりやすくなるため、掃除頻度が多くなる。さらに、ポンプ効率が低下する傾向にある。当該施設は取水量が小さいことからポンプ運転台数は1台または2台が適当と考えられる。比較すると下表のようになる。

表 3-2-19 取水ポンプの台数比較

比較項目	1 台	2 台
ポンプ水量 (m ³ /min)	5.2	2.6
ポンプ口径 (mm)	200	150
電動機出力 (kW)	30	15
最大ポンプ効率 (%)	81	78
設置面積比率(%)	100% (2 台 : 5.67m ²)	110% (3 台 : 6.27m ²)
判定	効率が良く、設置面積が小さく、台数が少ないことで点検や部品交換回数も少なくなり、さらに回転数制御が容易になることから、ポンプ台数は 予備機を 1 台加え、計 2 台設置 する。	

出典：JICA 調査団

3) ポンプ全揚程計算

全揚程計算より全揚程は 19m とする（附属資料-7-3）。

4) 取水ポンプの運転方式

取水ポンプ場または浄水場から必要流量を指定し、実流量がその指定された流量と等しくなるように自動でポンプの回転数を制御する。コントロール盤には指定された水量と実流量を表示する。

ポンプの起動・停止指令は基本的には取水ポンプ場で行うが、取水ポンプ場に設置した“現場” — “遠方” 切り替えスイッチを“遠方”へ切り替えた場合にのみ浄水場からも操作可能とする。

5) 取水ポンプの設計仕様を下表に示す。

表 3-2-20 取水ポンプの仕様

項目	仕様
形式	横軸、両吸込渦巻ポンプ
台数	2 台（予備機 1 台を含む）
ポンプ水量	7,480m ³ /日（5.2m ³ /min）
全揚程	19m
電動機出力	30kW
吸込み口径	200mm
同期回転速度	1,500min ⁻¹
回転数制御方式	インバーター

出典：JICA 調査団

6) ウォーターハンマー防止対策

ウォーターハンマー解析結果（附属資料-7-4）によると、無対策では幅広い範囲で導水管に危険負圧が発生する。そのため、防止対策方法として最も信頼性が高いフライホイール装置をポンプと電動機の軸間に設置する。

フライホイールの容量は解析結果から 50kg/m² とする。

(5) 電気設備の計画

1) 受変電設備

取水ポンプ場構内に受変電設備を新規設置する。電源は約 600m 離れた EDC の 22kV 送電線から引き込まれる。

2) 非常用自家発電機設備

短絡事故が数回/月の頻度で発生していることから、取水ポンプ場で必要とされる全負荷容量を持った非常用自家発電設備を設置する。

燃料タンク容量は補給頻度の低減を考えて 10 時間運転容量以上とすることで、水道局の確認を得た。発電装置ユニットは 10 時間運転以上のタンク容量を搭載している機種を選定することにより燃料小出し槽を設置しない。

3) 計装設備

ポンプを安全に運転し、取水ポンプ場の運転状態を浄水場で監視できるようにするため、以下の計装設備を設置する。

- a) ワイコ湖水位測定用水位計 : 各槽 1 式（計 2 式）ポンプ取水ピット内設置
- b) 取水水量測定用電磁流量計 : 1 式 ポンプ室内設置

4) 遠方監視制御システム

取水ポンプ場の運転状態を浄水場で監視し、運転操作を行えるように遠方監視制御システムを設置する。

取水ポンプ場から浄水場まではインターネットサービス（IPLS 方式）を採用する。

遠方監視項目は以下とする。

【取水ポンプ場から浄水場】

- | | | | |
|----|------------------|--------|-------|
| a) | 取水ポンプ故障 | 接点信号 | : 2 点 |
| b) | ポンプ満水検知 | 接点信号 | : 2 点 |
| c) | リモート/ローカル優先 | 接点信号 | : 2 点 |
| d) | 河川水位 LWL | 接点信号 | : 2 点 |
| e) | 実流量信号 | アナログ信号 | : 1 点 |
| f) | ポンプ運転・停止 | 信号接点信号 | : 4 点 |
| g) | 電源信号 (系統・非常用発電機) | 接点信号 | : 2 点 |

【浄水場から取水ポンプ場】

- | | | | |
|----|------------|--------|-------|
| h) | 取水流量指定 | アナログ信号 | : 1 点 |
| i) | ポンプ運転・停止指令 | 接点信号 | : 4 点 |

(6) その他条件

1) ポンプ室へのアクセス路

ポンプ室へのアクセス路については、道路拡幅時に影響がないように、橋梁ではなく盛土とする。

2) ポンプ室の景観

スバイリエンでは毎年 11 月ごろに行われる水祭りの際には、ワイコ湖の湖畔でセレモニー (式典やイベント) が開催されるため、Provincial Hall はワイコ湖の水位確保と景観を重視している。

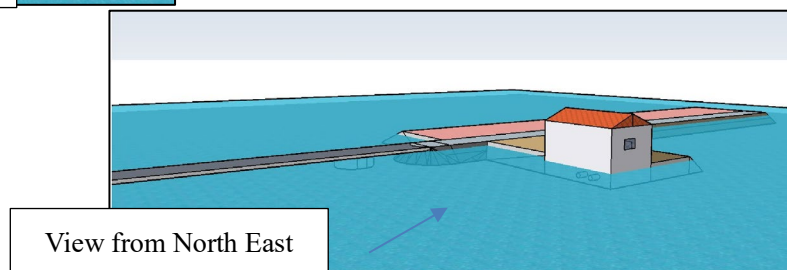
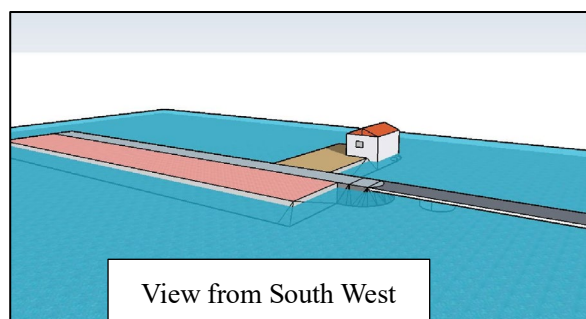
新規取水施設の建設予定地は、国道 1 号線沿いの目立つ場所にあるため、カンボジア側からは、ポンプ施設のデザインや景観には配慮して欲しいとの要望が強い。

こうした要望を踏まえ、カンボジアで一般的な建物形状を採用することとし、プノンペン都内 (リバーサイド) の既設ポンプ施設を参考にして、詳細設計 (Detailed Design: DD) 時に意匠設計を行う。次頁に既設ポンプ施設の写真と、それをもとに作成したパース (案) を示す。



出典：JICA 調査団

図 3-2-12 プノンペン都内の既設ポンプ施設



出典：JICA 調査団

図 3-2-13 取水施設（案）の 3 次元パース

(7) 取水施設計画概要一覧

取水施設に必要な施設・設備内容は表 3-2-21 に示すとおりである。

表 3-2-21 取水施設計画の内容・諸元

施設			規模及び構造
大分類	中分類	小分類	
取水施設 7,480m ³ /日	取水ポンプ 設備	ポンプ棟	鉄筋コンクリート造 矩形 地下階あり 1階壁芯: B11.6m × L16.0m × H3.3m (梁下) 地下階壁芯: B7.5m × L10.5m × H6.9m (梁下) 占有設備: 電気室、非常用自家発電機室、取水ポンプ室、 オフィス、トイレ、取水ピット、取水ポンプ (5.2m ³ /m, 19m, 30kW, 2 台)

出典: JICA 調査団

3-2-2-3 導水施設計画

(1) 基本条件

1) 計画導水量

計画導水量は、計画取水量を基準とし、計画一日最大給水量に 10%程度の安全を見込み、7,480m³/日⁴とする。

2) 導水方式

導水方式は、始点である計画取水施設からその終点である計画浄水場間の標高差⁵、水路横断が必要な地形、ほぼ平坦な地勢によりポンプ加圧式とし、公道下に導水管を敷設して導水する。

3) 導水路線

導水路線については経済性、工事の施工性、維持管理の難易を考慮し、公道でかつ最短ルートを選定する。

(2) 管種

導水管の管種⁶については、適用口径、経済性、施工性⁷、カンボジアでの実績を考慮し、一般部ではダクタイル鋳鉄管 (T 形) とし、ISO 規格を採用する。

(3) 管径

導水管の管径については、計画水位⁸により水理計算を行い、適正な流速⁹及び妥当な損失水頭／ポンプ揚程と管径との間の経済的関係を検討¹⁰し、φ350 とする。

(4) 導水管設計基準

設計基準は、後述の配水管設計基準に準ずる。

⁴計画導水量=6,800m³/日×1.1=7,480m³/日

⁵計画取水場の取水ポンプ井水位 (H.W.L+4.40m, L.W.L+1.60m) と計画浄水場の着水井水位 (+7.90m) の水位差 3.50～ 6.30m、路線沿い地勢はほぼ平坦である。

⁶管種の選定は附属資料-7-6 (管種の選定) に示す。

⁷埋設管路における鋼管は、ダクタイル鋳鉄管と比べ腐食や現場溶接における施工不良の懸念がある。

⁸計画水位: 計画取水場の取水ポンプ井水位 L.W.L+1.60m、計画浄水場の着水井水位 WL:+7.90m

⁹導水管の流速は、管内の濁質の停滞を防ぐために 0.3m/s 以上を確保する。経済的管径は、流速が 1 m前後

¹⁰ 附属資料-7-5 (導水管水理計算) 参照

(5) 導水施設計画

以上より、導水施設計画(ただし、取水ポンプ設備を除く)をまとめ図 3-2-14、表 3-2-22 に示す。



出典：JICA 調査団

図 3-2-14 導水管敷設計画路線

表 3-2-22 導水施設計画の内容・諸元

施設	施設及び構造	数量
導水管	DIP φ 350	2.9km

出典：JICA 調査団

3-2-2-4 浄水施設計画

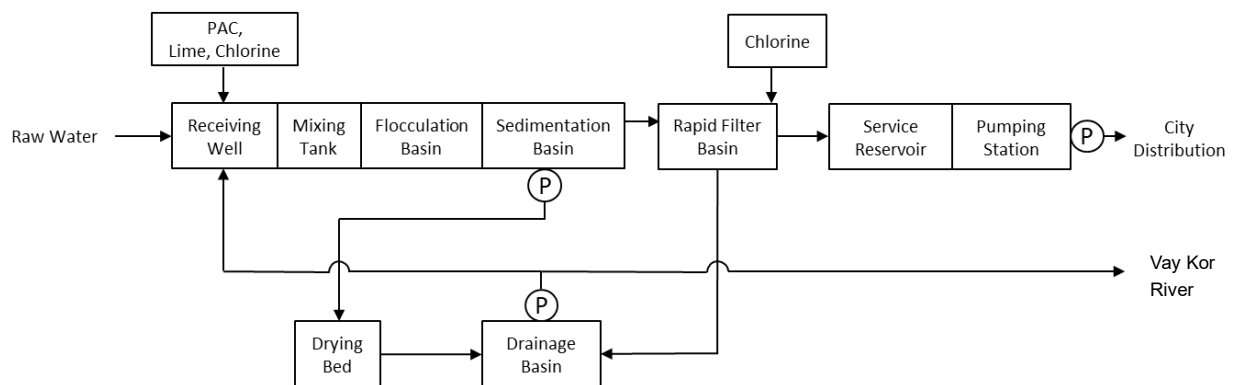
(1) 新設浄水場予定地の用地取得

新規浄水場の建設用地は、2017 年の調査以降にカンボジア側（スバイリエン水道局）が購入済みである。なお、遊休地であったため、非自発的住民移転は発生していない。

(2) 計画浄水施設の浄水処理プロセス

浄水処理システムは、濁質や有機物、細菌類等の不純物を水中から取り除くため、複数の処理単位プロセスの組み合わせで構築される。浄水処理システムの設計においては、それら各処理プロセスを一体とすることでシステムが効率的となり、省エネルギーを達成し、性能を十分に発揮することが重要である。

本計画の検討条件として、原水水質、処理目標水質、浄水量規模、運転・維持管理レベルを把握し、原水水質の除去対象物質に対応できる水処理技術を検討した結果、世界中で広く採用され、かつプノンペン水道公社のプンプレック浄水場をはじめとしてカンボジアで一般的に採用されている、凝集沈澱・急速ろ過方式を採用する。また、使用薬剤として、凝集剤はPAC（ポリ塩化アルミニウム）を、pH及びアルカリ度調整剤は消石灰を、消毒剤は次亜塩素酸カルシウムを採用する。PACはカンボジア国内の他浄水場において広く使用されている。消石灰は、現在使用されることは少ないが、高濁度対応での凝集剤の高注入時に消費されるアルカリ分の補給が目的である。粉体塩素である次亜塩素酸カルシウムは、スバイリエン水道局が、塩素ガスによる消毒に替えて使用している薬品で、危険性が低いものである。加えて、原水中の鉄／マンガンやアンモニア、有機物の濃度が高い場合に対処できるよう、2段階の塩素注入を計画する。浄水処理プロセスを図3-2-15に示す。それぞれの処理方式の検討を以下に示す。



出典：JICA 調査団

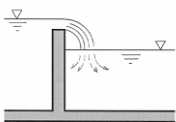
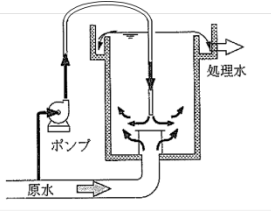
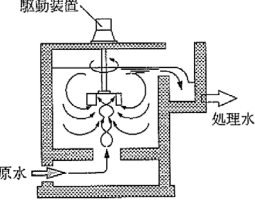
図 3-2-15 浄水処理プロセスフロー

(3) 浄水処理方式の検討

1) 混和池の選定

混和池は、添加した凝集剤等の薬剤を急速、かつ均一に原水と混和し、微小フロックを形成するために設置する。混和地の攪拌方式の比較には、表3-2-23に示すように「水流自体のエネルギーを用いる方式」の堰方式と、「外部から機械的エネルギーを与える方式」のポンプ拡散方式または機械攪拌方式に大別される。各方式を検討した結果、機械的駆動部がなく維持管理が容易で、建設費、運転費／維持管理費が最も安く、カンボジア国内の既存浄水場でも採用されている「水流自体のエネルギーを用いる方式」を採用する。

表 3-2-23 混和池の攪拌方式の比較

	水流自体のエネルギーを用いる方式		外部から機械的エネルギーを与える方式			
	堰方式		ポンプ拡散方式		機械攪拌方式	
構 造						
攪拌効果	攪拌効果が大きい。	◎	水の循環量を調整して攪拌効果を得る。	◎	攪拌機の回転数を調整して確実な効果を得る。	◎
流量変動	水量変動により攪拌強度が変動する。	○	水量が変動すると影響をやや受ける。	○	攪拌強度 (G 値) を一定にできる。	◎
維持管理費	故障が無く維持管理費が安価。	◎	機械部品の維持管理、及び定期的な交換が必要。	△	機械部品の維持管理、及び定期的な交換が必要。	△
設置面積	小	◎	大：ポンプ室が必要	△	小	◎
建設費※	0.1	◎	1.6	△	1.0	○
総合評価	◎		△		○	

※ 日本の浄水場に多く採用されている機械攪拌式を基準である 1.0 として、他の方式はこれと比較して数値で表示した。

出典：JICA 調査団

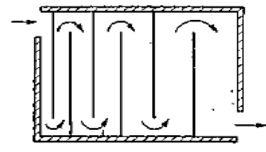
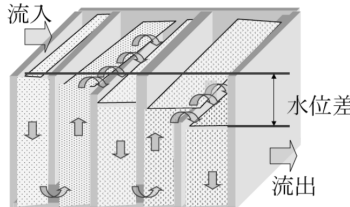
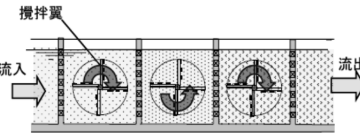
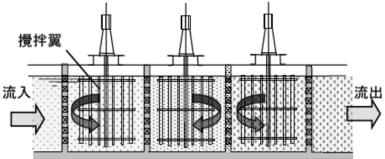
2) フロック形成池の比較

フロック形成池は、混和池で生成された微小フロックを緩やかに攪拌し大きく成長させ、後段の沈澱池で効率的に沈降分離させる目的で設置する。フロックの成長に必要なエネルギーを与える攪拌装置には、表 3-2-24 で示すように「水流自体のエネルギーを利用する方式」の迂流式と、「外部から機械的エネルギーを与える方式」のパドル式に大別される。各方式を比較検討した結果、機械的駆動部がないため建設費、維持管理費が安く、カンボジア国内における既存浄水場でも採用されている「迂流式」を採用する。また、今回は水平迂流と上下迂流を組み合わせた「上下水平迂流式」とする。

3) 沈澱池の選定

沈澱池は、フロック形成池で形成された大きなフロックを重力沈降作用によって沈降分離する目的で設置する。沈澱池の一般的な方式としては、高速凝集沈澱池、横流式沈澱池、水平迂流式傾斜板沈澱池、上向流傾斜管沈澱池に大別されるが、高速凝集沈澱池については、カンボジア国内では 2000 年代以降建設事例がなく、高い運転技術も求められることから、検討から外した。表 3-2-25 に横流式沈澱池（中間取出し式）、水平流傾斜板式沈澱池、上向流傾斜管式沈澱池の比較を示す。傾斜板沈澱池及び傾斜管沈澱池は、横流式沈澱池と比較して原水の濁度変動に有利である。一方、本計画においては、建設用地に特に制約を受けないため、建設費を優先し、コンポンチャム・バットンバン・カンポットの無償資金協力事業等の既存浄水場で用いられている「横流式沈澱池（中間取出し式）」を採用する。

表 3-2-24 フロック形成池の攪拌方式の比較

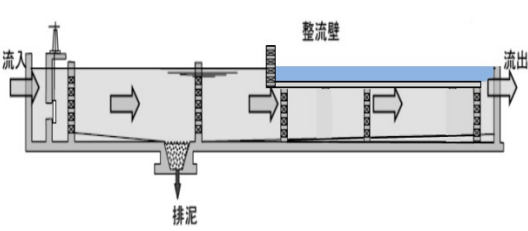
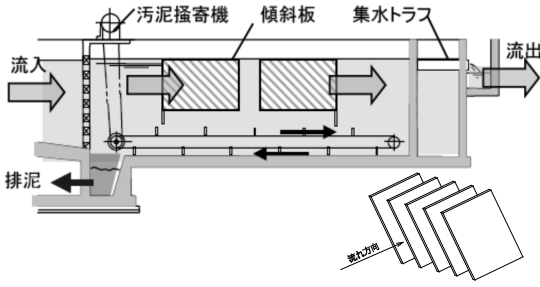
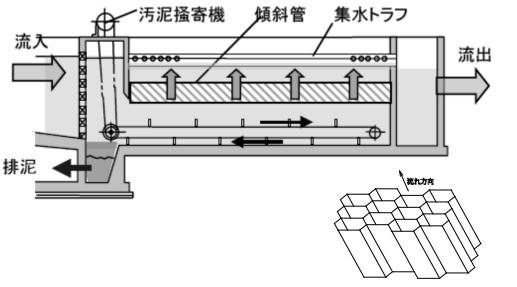
	水流自体のエネルギーを利用する方式				外部から機械的エネルギーを与える方式			
	水平迂流式		上下水平迂流式		横軸パドル式		縦軸パドル式	
構造	 (2) 水平迂流式 (平面図)							
攪拌効果	十分な攪拌効果を得るためには、適切な水位差が必要。	○	十分な攪拌効果を得るためには、適切な水位差が必要。	○	1 段目、2 段目と回転数を変えることで理想的な攪拌・フロック形成が行える。	◎	1 段目、2 段目と回転数を変えることで理想的な攪拌・フロック形成が行える。	◎
流量変動	水量変動により攪拌強度 (G 値 *1) が変動する。	△	水量変動により攪拌強度 (G 値) が変動する。(同面積の水平迂流式に比べて攪拌強度は高い。)	○	攪拌強度 (G 値) は一定であり、影響は受けない。	◎	攪拌強度 (G 値) は一定であり、影響は受けない。	◎
維持管理費	故障が無く維持管理費が安価	◎	故障が無く維持管理費が安価	◎	機械的駆動部の維持管理、定期交換費用が必要。 駆動部が水没しており、耐久性やや劣る。	△	機械的駆動部の維持管理、定期交換費用が必要。 駆動部が水上にあるため、耐久性は良い。	○
設置面積	大	△	中	○	小	◎	小	◎
建設費※	0.2	◎	0.2	◎	1.0	△	0.6	○
総合評価	○		◎		△		○	

※ 経済性については、日本の浄水場において比較的多く採用されている横軸パドル式を基準である 1.0 として、他の方式はこれと比較して数値で表示した。

*1) G 値：攪拌勾配のことで、攪拌強度の指標を示す。

出典：JICA 調査団

表 3-2-25 沈澱池の比較

	横流式沈澱池（中間取出し式）		傾斜板（管）式沈澱池			
			水平流傾斜板式沈澱池		上向流傾斜管式沈澱池	
構造						
滞留時間	3～5 時間		約 1 時間		約 1 時間	
表面負荷率	15～30mm/分		4～9mm/分		7～14mm/分	
流速	0.4 m/分以下		0.6 m/分以下		0.08 m/分（上昇流速）以下	
池水深	3～4m		4～5m		4～5m	
設置面積	100	△	30～40	◎	50～70	○
上澄水濁度	中間整流壁が必要。偏流、密度流の影響を受けやすく、上澄水濁度が高くなることもある。	△	沈降装置により、上澄水濁度を低下できる。	◎	沈降装置により、上澄水濁度を低下できる。	◎
変動への対応	原水濁度変化に弱い。 原水水温変化に弱い。 処理水量変動に強い。	△	原水濁度変化に強い。 原水水温変化に強い。 処理水量変動に強い。	◎	原水濁度変化に強い。 原水水温変化に強い。 処理水量変動に強い。	◎
維持管理	密度流、偏流の影響を受けやすく、上澄水濁度の監視が必要。支障物が無く、清掃等は容易。	◎	傾斜板の間、表面に汚泥ブロックが堆積することがあり、定期的な清掃が必要。清掃には装置の取り外し等の手間を要する。	△	汚泥ブロックが傾斜管に付着することがあり、定期的な清掃が必要。ただし、清掃は比較的容易。	○
建設費※	1.0	◎	2.5	△	2.0	○
総合評価	◎		○		○	

※ 経済性については、横流式沈澱池を基準である 1.0 として、他の方式はこれと比較して数値で表示した。また、本計画においては、建設用地に特に制約を受けないため、建設費を優先することとした。

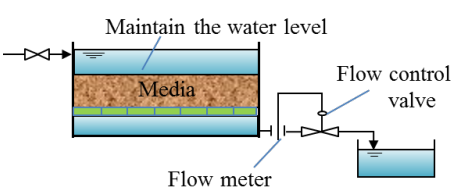
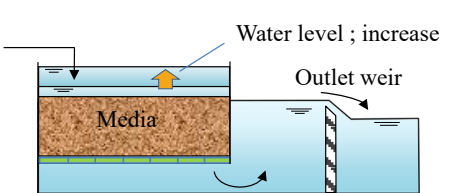
出典：JICA 調査団

4) ろ過池の選定

急速ろ過池は、原水中の懸濁物質を薬品によって凝集させた後、粒状層に比較的早い流速で水を通し、主としてろ材への付着と、ろ層でのふるい分けによって除濁を行う。

ろ過水量の調節方式には、流量制御方式と水位制御方式及び自然平衡方式があるが、カンボジアで実績のある流量制御方式と自然平衡方式の比較を表 3-2-26 に示す。本プロジェクトでは、建設費、制御の安定性、及びポンプ・弁の更新費用等を含む維持管理の容易さを特に重視し、また、他の無償資金協力事業等の既存浄水場のスタッフの技術や経験をより生かしやすいよう、同様に自然平衡方式とする。

表 3-2-26 ろ過池ろ過流量の調節方式の比較

項	流量制御方式	自然平衡方式
構造		
調節方式	ろ過水量一定制御（ろ過池流出側）	流量調節機構がなく、流入部において流入水が各池に均等に分配され、流入水量と流出水量とが自然に平衡する。
機器構成 流量制御関連	流量計・電動調節弁及び自動制御回路 (機器点数が多くなる)	損失水頭の増加に対応して池内の水面が上昇する。
土木構造	コンクリート構造物が自然平衡方式より約 1～2m 浅い。	コンクリート構造物が流量制御方式より約 1～2m 深い。
維持管理費	補修費は高い。 耐用年数経過後に流量計・調節弁の取替が必要。	補修費はかからない。
建設費※	土木費： 1.0 機械費： 1.0（流量計、調節弁） 電気計装費： 1.0（流量制御回路）	土木費： 1.1 機械費： 0.05（流入堰、流出堰） 電気計装費： 0（なし）
総合評価	○	◎

※ 経済性については、流量制御方式を基準である 1.0 として、他の方式はこれと比較して数値で表示した。
出典：JICA 調査団

自然平衡方式のろ過池には、流入、流出、洗浄、洗浄排水等の工程制御をサイホンで行う方式、弁扉で行う方式、及び、サイホンと弁扉の両方を併用して行う方式がある。本調査では、これらのいずれの方式も技術的に確立され、かつ、実績のある方式であることから、特にどの方式するかは規定せず、入札者の提案に任せるものとした。

また、自然平衡方式のろ過池には、ろ過池の逆流洗浄に用いる洗浄水の供給方式に関して、運転中の他のろ過池から供給する方式、逆洗ポンプを用いて供給する方式、及び、洗浄タンクを設けて供給する方式が存在する。本調査では、大きな運転維持管理費用が発生する逆洗ポンプ形式の採用は避けるものとし、残りの 2 方式のどちらかにするかについては、入札者の提案に任せるものとした。さらに、洗浄タンク方式の場合は、タンクをろ過池内部に設ける方式と

ろ過池外部に設ける方式が存在するが、これをどちらにするかについても、入札者の提案に任せるものとした。

本報告書の「附属資料-7-2（概略設計図）」に示すろ過池は、あくまでも参考図である。参考図に示すろ過池は、上記工程制御方式としてサイホンと弁扉の両方を併用して行う方式、逆流洗浄水の供給方式としてはろ過池内部に洗浄タンクを設けて供給する方式となっているが、入札者は以下に示す「ろ過池の計画前提条件」及び「ろ過池の基本仕様」を満足する限りにおいて、「附属資料-7-2（概略設計図）」に示すろ過池とは異なる形状・形式（方式）のろ過池を提案することが可能であるものとした。

ろ過池の計画前提条件を、表 3-2-27 に示す。

表 3-2-27 ろ過池の計画前提条件

項	内 容
1.	原水：ワイコ川表流水
2.	計画浄水量：7,480 m ³ /日
3.	取水施設の概要ならびに建設予定地点、導水管敷設予定路線、及び浄水場建設予定地点：概略設計図（図面番号 G1、SI-1～SI-6、SR-1～SR-4）参照
4.	浄水場建設用地の形状及び寸法：概略設計図（図面番号 ST-1）参照
5.	ろ過池以外の浄水場施設の建設計画：概略設計図（図面番号 ST-1～ST-16）参照
6.	ろ過池の上流に位置する浄水施設の水位高低：概略設計図（図面番号 ST-2）参照
7.	浄水場からの送配水方式：浄水場から配水ポンプ直送方式で顧客に給水

出典：JICA 調査団

表 3-2-28 に示す「ろ過池の基本仕様」を決定するにあたっては、以下を基本コンセプトとした。

- ① 性能保証方式の入札ではないことから、基本仕様の内容は、運転維持管理時のリスクを最小化することを最優先に考え、比較的保守的な内容とすることとした。
- ② 入札評価は、基本的に入札金額（施設の建設費用）に基づいて行われるため、大きな運転維持管理費用の発生が予想される方式（例えばろ過池の逆流ポンプ方式）については、あらかじめ選択肢から排除することとした。
- ③ 全ての入札者に公平な入札条件とするため、基本仕様の内容は、できる限り「水道施設設計指針 2012（社団法人 日本水道協会）」の内容に沿ったものとする事とした。また、これまでのカンボジアにおける無償資金協力事業の実施例を参考とした。

表 3-2-28 ろ過池の基本仕様

項	内 容
1.	ろ過池は浄水処理における除濁の最終工程施設であり、前段の凝集沈殿プロセスで除去しきれなかった懸濁物質を除去し、ろ過水の濁度を安定的にカンボジアの飲料水水質基準値以下に保持するための機能を有するものとする
2.	概略設計図（図面番号 ST-2～ST-5、ST-10、ST-11）に示すろ過池はあくまでも参考図であり、入札者は上記計画前提条件及び以下に定める基本仕様を満足する限りにおいて、概略設計図に示すろ過池とは異なる形状・形式のろ過池を提案することが可能であるものとする
3.	概略設計図に示すろ過池とは異なる形状・形式のろ過池を提案する場合は、提案するろ過池の詳細設計図書（ろ過池の仕様・構造図、機器リスト等）を入札者が自費で作成し、入札時に提出するものとする
4.	概略設計図とは異なる形状・形式のろ過池を提案する場合は、ろ過池からの洗浄排水管及びろ過水管の取り出し位置、管の口径及び敷設ルートについて入札者が提案するものとする
5.	以下で特に定めていない事項及び以下で使用している技術的専門用語の解釈に関しては、「水道施設設計指針 2012（社団法人 日本水道協会）」が定める技術的指針及び技術的専門用語の解釈に準拠するものとする
6.	ろ過池は単層ろ過、重力式、下降流とし、形状は長方形とする
7.	ろ過流量調節方式は定速ろ過の自然平衡方式とする
8.	ろ過速度は 120 m/日以上、150 m/日以下を標準とする
9.	最大損失水頭は 1.5 メートル以上 2.0 メートル以下とする
10.	流入側のカスケードはいずれもカスケード方式とする
11.	流出側のカスケードは砂面より高い位置に堰を設置するものとする
12.	流入側のカスケードは流入水を運転中の各ろ過池にできるだけ均等に分配可能なものとするとともに、損失水頭が計画最大値に近づいた状況下においてもカスケードを確実に保持できるものとする
13.	洗浄方式は水・空気の同時洗浄・併用が可能な「水流による逆流洗浄＋空気洗浄」とする
14.	洗浄方式を「水流による逆流洗浄＋空気洗浄」とする場合は、砂層厚 80～100 cm、砂の有効径 0.8～1.0 mm、砂の均等係数 1.6 以下とする
15.	逆流洗浄水は他の運転中のろ過池のろ過水を使用するか、もしくは別途に洗浄タンクを設けて供給するかのいずれかとする
16.	洗浄タンクを採用する場合は、その設置位置及び洗浄水の入手先を入札者が提案するものとする
17.	逆流洗浄水は浄水もしくは塩素の残留したろ過水とする
18.	洗浄終了直後のろ過水を排出するための捨水機構を設けるものとする
19.	下部集水装置は有孔ブロック形もしくはストレーナ形とする
20.	流入、流出、洗浄、洗浄排水等の工程制御はサイホン、もしくは弁扉で行うものとする
21.	流入、流出、洗浄、洗浄排水等の工程制御を弁扉で行う場合は、電動開閉機付とし、かつ、停電時や開閉機の故障時には手動での開閉が可能であるものとする
22.	流入、流出、洗浄、洗浄排水等の工程制御をサイホンで行う場合は、各サイホンにつき真空作動弁 2 個、真空破壊弁 2 個、及び三方電磁弁 2 個をスベアパーツとして納入するものとし、当該費用をあらかじめ入札価格に含めておくものとする
23.	洗浄操作は現地操作盤での手動洗浄、ならびにシーケンス制御による自動洗浄の両方で行うことが可能であるものとする

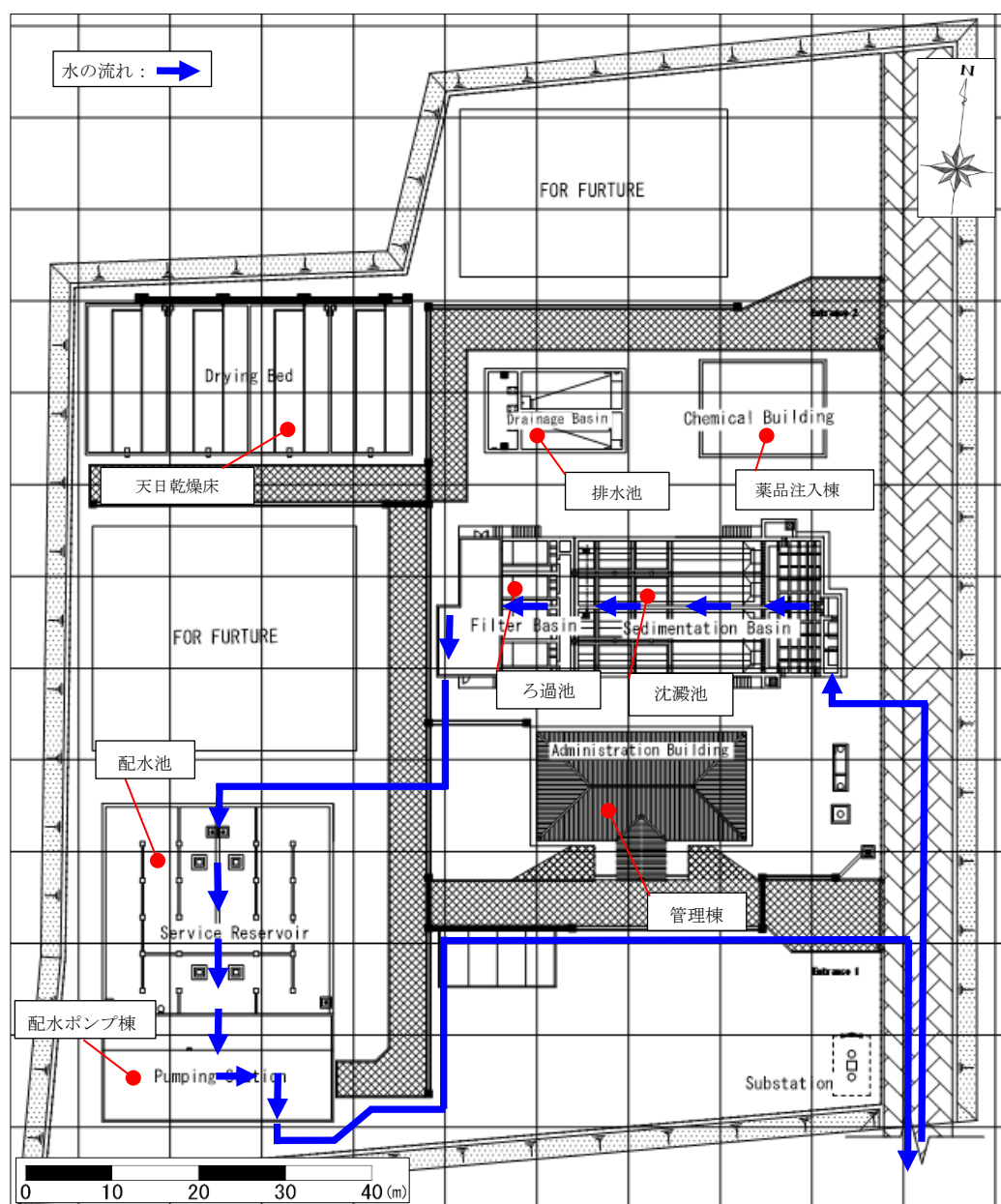
出典：JICA 調査団

(4) 浄水施設配置計画

新設浄水場は、建設予定地の敷地面積及び形状を元に浄水能力 7,480m³/日の施設規模とし、以下の事項を総合的に勘案して施設配置を計画した。施設配置図を図 3-2-16 に、水位高低図を図 3-2-17 に示す。

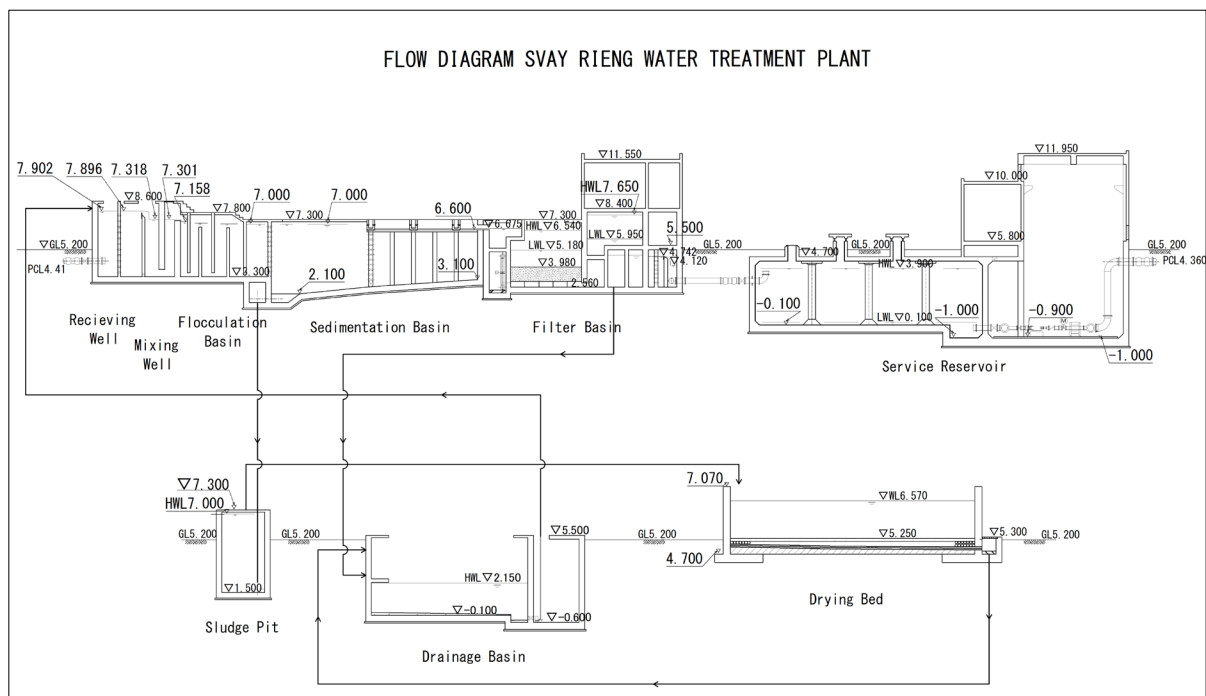
(勘案事項)

- ・ 原水の流入方向、処理プロセス間の水位差（エネルギー効率）、送水方向、受電位置、アクセス等を考慮した施設配置
- ・ 最小限の造成面積、及び土工量の低減
- ・ 将来の施設拡張性



出典：JICA 調査団

図 3-2-16 新設浄水場配置計画



出典：JICA 調査団

図 3-2-17 新設浄水場水位高低図

(5) 薬品注入設備

薬品注入設備は、薬品注入棟の3階に設置し、注入方法としてはポンプを用いない自然流下方式とする。薬品の搬入は、電動チェーンブロックによる1階から3階への搬入を計画する。

1) ポリ塩化アルミニウム（PAC）注入設備

カンボジア国内での調達や保管管理の容易さ、取扱い易さ、及び過去の使用実績を考慮し、凝集剤としてポリ塩化アルミニウム（PAC）を採用する。

溶解は、溶解タンクにPACを人力で投入し、水を加え、攪拌機で行うこととする。注入量の調整は、定水位槽を用いて行う。

2) 消石灰注入設備

カンボジア国内での調達や保管管理の容易さ、取扱い易さ、及び過去の使用実績を考慮し、アルカリ剤として消石灰を採用する。

注入は、粉体計量供給型の消石灰注入機により消石灰を計量、供給し、消石灰溶解器にて水と混合して注入することを計画する。

3) 塩素注入設備

カンボジア国内での調達や保管管理の容易さ、取扱い易さ、及び過去の使用実績を考慮し、塩素剤として次亜塩素酸カルシウム（さらし粉）を採用する。

溶解は、溶解タンクにさらし粉を人力で投入し、水を加え、攪拌機で行うこととする。注入量の調整は、定水位槽を用いて行う。

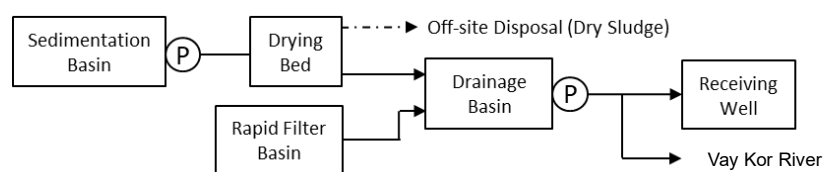
(6) その他の浄水施設計画

1) 排水処理施設

カンボジアの排水基準の順守の観点から、以下の3つの事項に配慮した設計とする。

- 沈澱スラッジは天日乾燥床に移送し乾燥させ、脱水ケーキとして場外搬出処分する。
- ろ過池の洗浄排水は、排水池に貯留した後、着水井に返送する。
- 緊急時やろ過プロセスの異常時に備え、浄水場からの排水はポンプによりワイコ湖へ排出できるようにする。

排水・排泥処理プロセスを図 3-2-18 に示す。



出典：JICA 調査団

図 3-2-18 排水・排泥処理プロセス

沈殿池：スラッジは、沈殿池上流部に多く沈殿するため、沈殿池上流部に設けたスラッジピットより排泥する。清掃時において、下流部に溜まったスラッジは、着水井から取水し沈殿池へ圧送した水を洗浄水として使用することで排泥する。計画上の沈殿池定期清掃（6～12 ヶ月毎）への配慮事項として以下が挙げられる。

- ・ 中間排水は排水池を経由して着水井へ返送し、できるだけ再利用可能とする。
- ・ 中間排水・排泥・清掃・充水にかかる作業時間は、中間排水を全て再利用する場合は約1日、再利用しない場合は最短で半日程度とする。
- ・ 通常の浄水処理を行っている他方の沈殿池は処理能力75%を確保する。

天日乾燥床：乾燥ケーキは人力で搬出し場外の適切な場所に処分する。天日乾燥床の面積は、原水水質データ、及びカンボジア国無償水道案件の実績から平均濁度 100NTU、日本の水道施設設計指針 2012 を参考にしてスラッジ負荷 25kg-DS/m² と設定し計画をすることとする。

排水池：池底に溜まるスラッジは、定期的に排水池返送ポンプによる圧力水で排水池に沈殿したスラッジを返送ポンプ側に洗い流し、着水井に返送する。排水池1池分の容量は、ろ過池1池の逆流排水量分を基本とし、その他、水位高低、沈殿池上澄水の排水量、返送ポンプ返送水量を勘案して計画することとする。

また、雨水排水、及び水質事故等の緊急時対策として、新設浄水場からワイコ湖への排水管を敷設する。排水管敷設ルートは、図 3-2-19 に示すとおりである。



出典：JICA 調査団（Google Earth より作成）

図 3-2-19 浄水場からの排水管ルート

2) 場内配管・場内整備

場内配管については適正な口径で各施設を連絡させる配管整備とする。また、施設の周りには管理用道路を整備することとする。

浄水場施設予定地は現況として全くの更地であり、周囲からの侵入を防止するような設備はないため、カンボジアの治安等を考慮すると、調達機材の盗難や政府への抗議を目的としたテロ等によって施設の安全上重大な問題を引き起こすおそれがあると考えられる。そのため、防犯上のコンクリートブロック塀及び門扉を設置する。

(7) 電気・計装設備

1) 受変電設備

受変電設備を浄水場へ新規に設置する。電源は近くにある EDC の 22kV, 50Hz の電力線から引き込まれ、変圧器にて 400V に降圧された後、ポンプ棟電気室内受電盤に引き込まれる。

2) 非常用発電機設備

停電が 1 ヶ月に数回の頻度で発生していることから、浄水設備及び配水ポンプを運転可能な発電容量を持った非常用発電機を設置する。燃料タンク容量は補給頻度の低減を考慮して 10 時間の運転容量とする。400V で発電された発電電源はポンプ棟電気室内の切替盤に引き込まれる。

3) 配電設備

受変電設備及び非常用発電機設備より引き込まれた 400V 電源は、ポンプ棟電気室内配水ポンプ盤及びモーターコントロールセンタを経由して場内各種負荷に供給される。

4) 計装設備

浄水場を適切な運用を図るため浄水場内に以下の計装設備を設置する。

- a) ろ過流量計 : 1 式
- b) 配水池水位計 : 各 2 式

- c) 配水圧力計 : 1 式
d) 配水流量計 : 1 式

5) 中央監視設備

取水ポンプ場、各種浄水場施設の機器の運転状況、及び上記各種計測値は管理棟監視室に設置されるグラフィック監視盤に表示され、浄水設備の運転状況の一括監視を可能とする。また同グラフィック監視盤にて取水ポンプの遠隔操作及び配水ポンプの遠隔操作も可能とする。

グラフィック監視盤における監視制御項目を表 3-2-29 に示す。

表 3-2-29 監視制御項目

設備	種別	項目	信号種別	点数	設備	種別	項目	信号種別	点数
取水ポンプ設備	監視	取水ポンプ故障	接点	2	浄水設備	監視	PAC溶液移送ポンプ 吸水槽LLWL	接点	1
		ポンプ満水検知	接点	2			PAC溶解槽 HHWL	接点	2
		取水ポンプ操作場所 中央・ローカル	接点	2			PAC溶解槽 LLWL	接点	2
		河川水位 LLWL	接点	2			粉体塩素攪拌機 故障一括	接点	1
		取水ポンプ吐出流量	接点	1			粉体塩素攪拌機溶液移送ポンプ 運転・停止	接点	1
		取水ポンプ運転・停止	接点	4			粉体塩素攪拌機溶液移送ポンプ 故障	接点	1
	制御	電源 商用・自家発	接点	2			粉体塩素攪拌機溶液移送ポンプ 吸水槽HHWL	接点	1
		取水流量設定	アナログ	1			粉体塩素攪拌機溶液移送ポンプ 吸水槽LLWL	接点	1
浄水設備	監視	取水ポンプ 運転・停止	接点	4			粉体溶解槽 HHWL	接点	2
		配水ポンプ 運転・停止	接点	3			粉体溶解槽 LLWL	接点	2
		配水ポンプ操作場所 中央・ローカル	接点	2			返送ポンプ 運転・停止	接点	3
		配水ポンプ運転準備完了	接点	3			返送ポンプ 故障	接点	3
		配水ポンプ 故障	接点	3			返送ポンプ井 HHWL	接点	1
		配水制御異常	接点	1			返送ポンプ井 LLWL	接点	1
		配水圧力異常	接点	1			ろ過池運転状態 ろ過中	接点	4
		浄水池 HHWL	接点	2			ろ過池運転状態 逆洗中	接点	4
		浄水池 LLWL	接点	2			ろ過池運転状態 準備中	接点	4
		配水ポンプ吐出弁全開・全閉	接点	6			ろ過池運転状態 停止中	接点	4
		配水ポンプ吐出弁故障	接点	3			ろ過池制御異常	接点	1
		給水ポンプ 運転・停止	接点	2			商用電源	接点	1
		給水ポンプ 故障	接点	2			自家発電電源	接点	1
		配水ポンプ所床排水ポンプ故障	接点	1			MCC故障	接点	5
		沈殿池洗浄ポンプ 運転・停止	接点	1			UPS故障	接点	1
		沈殿池洗浄ポンプ 故障	接点	1			配水モニタリングシステム故障	接点	1
		スラッジ移送ポンプ 運転・停止	接点	3			配水流量	アナログ	1
		スラッジ移送ポンプ 故障	接点	3			配水積算流量	パルス	1
		スラッジビット LLWL	接点	1			配水圧力	アナログ	1
		空洗ブロー 運転・停止	接点	2			浄水池水位	アナログ	1
		空洗ブロー 故障	接点	2			ろ過流量	アナログ	1
		ろ過池補機盤 故障	接点	1			受電電圧、電流、電力、力率	アナログ	4
		PAC攪拌機 故障 一括	接点	1			受電電力量	パルス	1
		PAC溶液移送ポンプ 運転・停止	接点	1		制御	配水ポンプ 自動運転	接点	1
		PAC溶液移送ポンプ 故障	接点	1			配水ポンプ 自動停止	接点	1
		PAC溶液移送ポンプ 吸水槽HHWL	接点	1			配水圧力設定	アナログ	1

出典：JICA 調査団

6) 取水ポンプ場遠方監視制御システム

取水ポンプ場の遠隔操作、運転状態及びポンプ送水量等の監視を浄水場監視室で行うため、電気通信業者の通信回線を用いた遠隔監視制御システムを設置する。

7) 配水モニタリングシステム

取水ポンプ場流量、浄水場内ろ過流量、配水流量、配水圧力に加え、場外配水管における路上局配水流量（4箇所）、及び配水圧力（4箇所）さらに現浄水場の配水流量の情報を管理棟監

視室に設置するモニタリングシステムのパーソナルコンピュータに取り込み、取水、浄水及び配水の一元管理を可能とする。場外の路上局及び旧浄水場のデータ収集に関しては、既存システムと同様、携帯電話回線を用いる。

8) 浄水施設計画概要一覧

浄水施設に必要な施設・設備内容は表 3-2-30 に示すとおりである。

表 3-2-30 浄水場施設計画の内容・諸元

区 分	新設スパイリエン浄水場 計画浄水量：7,480m ³ /日、計画一日最大給水量：6,800m ³ /日	
	内 容	数 量
着水井	鉄筋コンクリート造 内寸法：幅 1.5m×長 3.90m×水深 4.60m 容量：V=26.9m ³ 、滞留時間：T=5.2min （基準値：T≥1.5min）	1 池
急速攪拌池	鉄筋コンクリート造 水流エネルギー利用方式 内寸法：幅 1.50m×長 1.50m×水深 4.19m 容量：V=9.43m ³ 、滞留時間：T=1.82min （基準値：1<T<5min）	1 池
ブロック形成池	鉄筋コンクリート造 緩速攪拌方式：上下迂流式 列数：5 列 1 池当り内寸法：幅 7.00m×長 3.65m×平均有効水深 3.78m (高さ 4.50m) G 値：10－75 (1/s) GT 値：23,000－210,000	2 池
薬品沈殿池	鉄筋コンクリート造 横流式薬品沈殿方式 上澄水集水装置：集水トラフ＋潜りオリフィス 1 池当り内寸法：幅 7.00m×長 20.00m×平均水深 4.4m 表面負荷率：Q/A=18.6mm/min （基準値 15～30mm/min） 平均流速：V=0.08m/min （基準値：0.40m/min 以下）	2 池
急速ろ過池 （参考）※	鉄筋コンクリート造 形式：自然平衡方式 1 池当り内寸法：幅 2.50m×長 6.00m ろ過砂厚：1.0m 下部集水装置：有孔ブロック型 ろ過速度：V=124.7m/日 （基準値 120～150m/日） 逆洗方式：空気洗浄＋逆流洗浄	4 池
配水池	鉄筋コンクリート造、フラットスラブ構造 有効容量：V=2,188m ³ (1,094m ³ ×2 池) 有効水深：H=3.8m （基準値：3～6m） 滞留時間：T=8 時間（1 日当り需要変動より設定） 1 池当り内寸法：幅 12.00m×長 24.00m×高 4.50m	2 池
排水池	鉄筋コンクリート造 容量：V=198.0m ³ (99.0m ³ ×2 池) 1 池当り内寸法：幅 4.00m×長 11.00m×水深 2.25m (高 5.60m)	2 池
天日乾燥床	鉄筋コンクリート造 床面積：A=550.4m ² (一床当りの面積：幅 8.6m×長 16m=137.6m ²)	4 床
薬品注入設備	凝集剤：ポリ塩化アルミニウム (PAC) 酸・アルカリ剤：消石灰 (アルカリ剤) 塩素剤：次亜塩素酸カルシウム (さらし粉) ※薬品注入棟に設置	1 式
自家発電設備 （薬品注入棟内）	容量：長時間型 350KVA 形式：低騒音キュービクルタイプ	1 式
薬品注入棟	鉄筋コンクリート造、3 階建て、延床面積：425.8m ² （用途）1 階：ワークショップ、倉庫、自家発電機室、トイレ 薬品搬入施設（1、2、3 階吹抜け） 2 階：廃液貯留槽、薬品注入機 3 階：薬品溶解槽	1 式
管理棟	鉄筋コンクリート造、1 階建て、延床面積：266.7m ² （用途）1 階：事務室、会議室、監視・制御室、分析室、トイレ	1 式

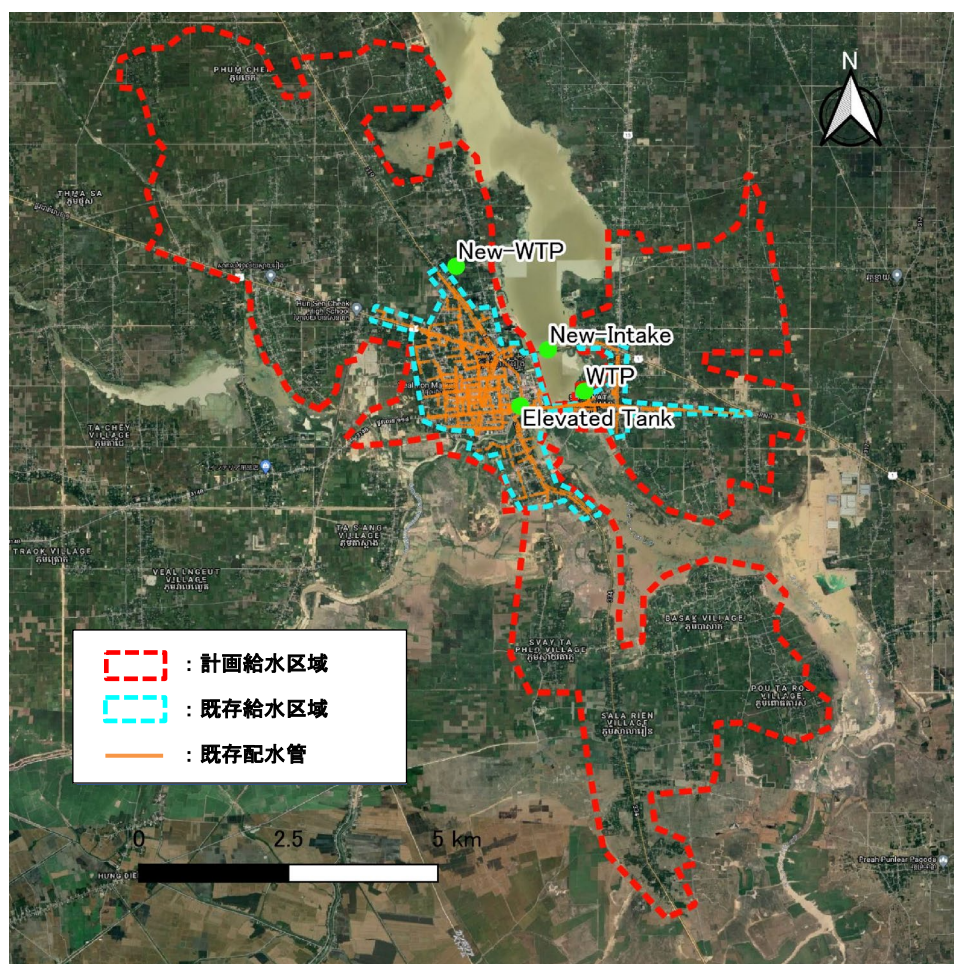
※3-2-2-4-(3)-4)で上述したとおり、入札者の提案に任せるものとすることから、右記は参考諸元である。
出典：JICA 調査団

3-2-2-5 配水施設計画

(1) 基本条件

1) 計画給水区域

計画給水区域¹¹は図 3-2-20 に示すように拡張する。計画給水区域のうち既存給水区域を除く区域が拡張給水区域となる。



出典：JICA 調査団

図 3-2-20 計画給水区域

2) 計画配水量

計画配水量は、当該計画給水区域の計画時間最大配水量とし、 $368.3\text{m}^3/\text{h}$ （計画一日最大配水量 $6,800\text{m}^3/\text{日} \div 24 \text{時間} \times \text{時間係数 } 1.3^{12}$ ）とする。

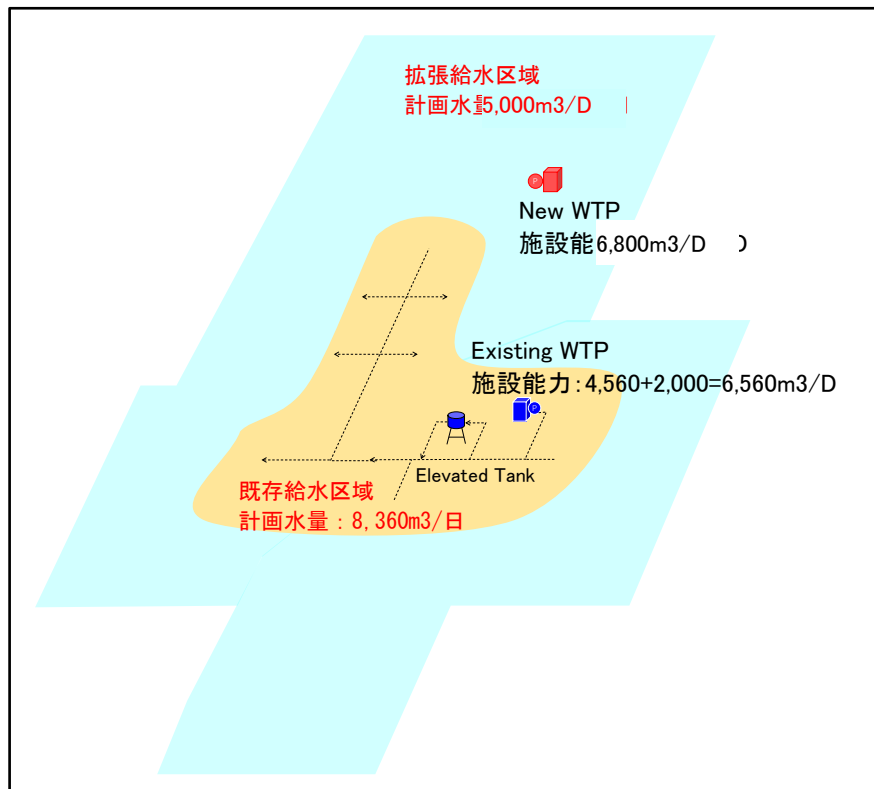
¹¹計画給水区域は、カンボジアの政策目標、事業規模、運転維持管理の持続可能性の観点から検討し、カンボジア政府(MISTI)との協議の結果決定した。

¹²時間係数は、類似のプロジェクトで実施しているブルサット市と規模、環境が類似しているため、ブルサット市で採用した値(1.30)を採用することとした。

(2) 配水システム

1) 配水系統の組替え

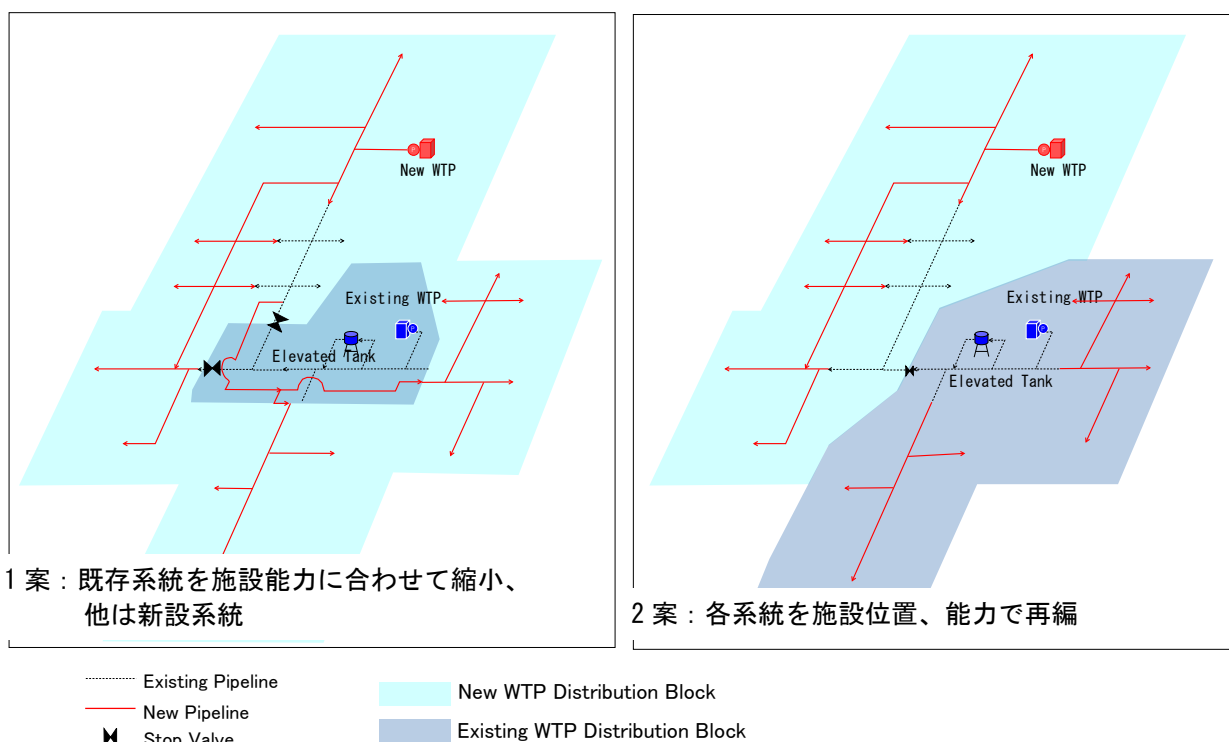
既存給水区域と拡張給水区域における位置及び水量の関係を図 3-2-21 に示す。図の黄色で示す既存給水区域が中央に位置し、水色で示す拡張給水区域が既存給水区域を囲む形となる。また、既存区域の計画給水量 $8,360 \text{ m}^3/\text{日}$ に対して既存施設能力が $6,560 \text{ m}^3/\text{日}$ 、拡張区域の計画給水量 $5,000 \text{ m}^3/\text{日}$ に対して新規浄水能力が $6,800 \text{ m}^3/\text{日}$ であり、施設能力と計画水量が合致していない。このため、既存区域と拡張区域で配水系統の組み替えを行う必要がある。



出典：JICA 調査団

図 3-2-21 既存給水区域と拡張給水区域における位置・水量の関係

図 3-2-22 に既存区域と拡張区域で配水系統を組み替える 2 つの組替え案を示す。1 案は、既存系統と新設系統を完全に分離する案、2 案は各系統をその施設能力と施設位置により再編する案である。1 案は、能力不足となる既存管に対して増強する必要があること、既存管と同路線に別系統の新設管を敷設する二重配管（不要な配管）箇所が発生すること、及び既存と新設系統の境界が複雑でわかりにくくなると考えられる。2 案は、既設と新設の境界を明確にすることができ、最短の配水管によりカバーできる。以上より、2 案を採用する。



出典：JICA 調査団

図 3-2-22 既存区域と拡張区域の配水系統組替え案

2) 配水方式

配水方式¹³として表 3-2-31 に示す比較を行った結果、A 案の、浄水場からポンプ（インバータ制御）配水とする方式を採用する。浄水場ポンプと高架水槽から自然流下の併用配水を行う B 案は、A 案と比べて以下の懸念がある。

- 高架水槽の建設用地を追加で確保する必要があり、建設費が高い。
- 高架水槽からの自然流下配水を併用させて省力化を図る方式であるものの、A 案以上の省力化が期待できない。
- 配水ポンプまたはバルブのコントロールにより水量・水位調整を行う必要があるため運転が複雑になること等により、費用・維持管理の両面で A 案と比較して不利である。
- B 案は今後の拡張等において高架水槽からの配水が水压不足となり、使用できなくなる事態となり、結果として適切なシステム変更の障害になる可能性がある。

以上より、システムが単純で、省エネルギー効果が高い A 案を採用する。

¹³浄水場に高架水槽を設置する案も考えられるが、これは高架水槽水位を標高より 50m 程度上げ、規模も大きくなって現実的ではない。既存の配水システムは浄水場周辺に高架水槽を設けてポンプとの併用で配水を行っていたが、区域拡張、配水量増加に伴い高架水槽からは配水压不足となり、現在は十分に活用できていない。高架水槽からの配水は配水量や配水区域などの変更に対応できない場合があり、今後の拡張等において適切なシステム変更の障害になる可能性がある。なお、配水池は浄水場内に設置することにより、送水管等の送水施設は不要となる。

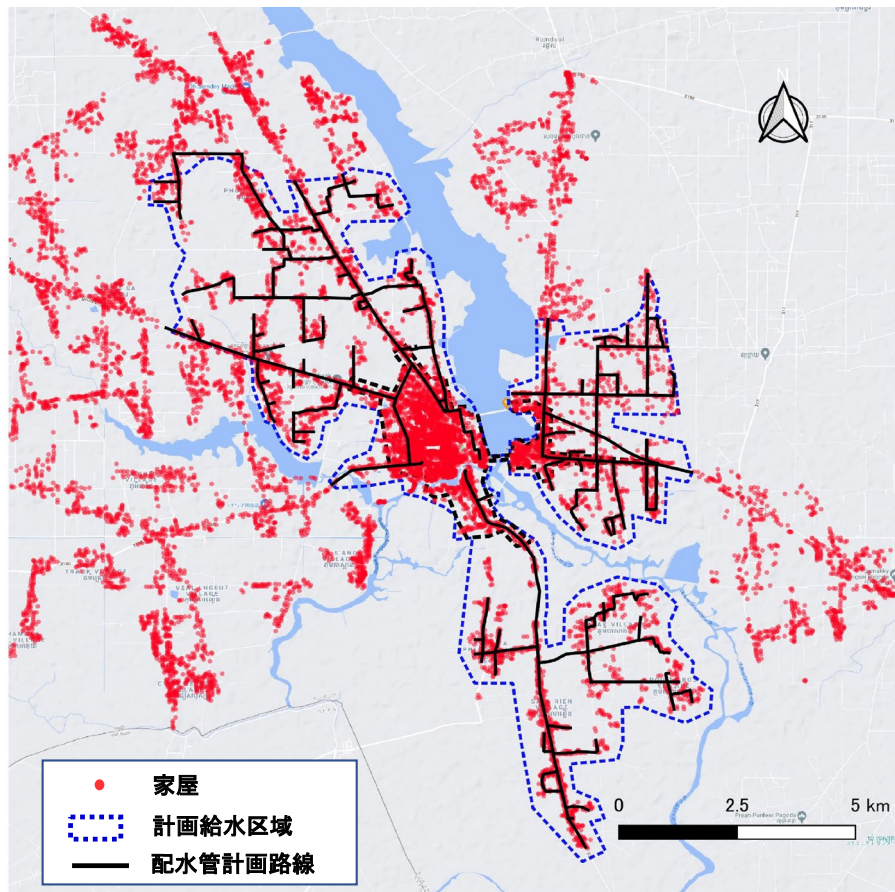
表 3-2-31 配水方式の比較

	A 案 浄水場からポンプ（インバータ制御）配水	B 案 浄水場ポンプと高架水槽から自然流下の併用配水
概要	- 計画配水区域に新規配水ポンプより直接配水 - 既存配水区域に既存配水ポンプから直接配水 - 浄水場内配水池、配水ポンプ、配水本管、制御装置	- 計画配水区域のうち、浄水場近傍には新規配水ポンプより直接配水し、遠方には高架水槽を経由して自然流下により配水 - 既存配水区域に既存配水ポンプから直接配水 - 浄水場内配水池、配水ポンプ、配水本管、高架水槽、制御装置
概略図		
維持・運転管理性	B 案より容易となる。	- 高架水槽の水位制御が必要。 - 浄水場内の配水ポンプについて需要に対する配水と高架水槽に対する送水が必要となり、運転が複雑となる。 - 施設が 2 箇所となり、維持管理が難となる。
取得地	新たな用地取得は必要ない。	高架水槽のために新たに用地取得が必要となる。
建設費	B 案よりやや安価となる。	A 案よりやや高価となる。
使用電量	配水ポンプについてインバータ制御により需要に応じた最小限の電気使用量が期待できる。	- 高架水槽により配水するエリアは時間最大時のポンプエネルギーは抑制できるが、深夜等の少使用時間帯の高架水槽への送水時に A 案以上となる。 - トータルでは A 案以上の省力化が期待できない。
評価総合	施設や設備が少なく、単純なシステムとなり、省エネルギー効果も高い。 ○	A 案と比べて施設や設備が多く、制御も複雑となり、省エネルギー効果も劣る。 △

出典：JICA 調査団

3) 配水管路線

配水管路線は、家屋の密集度の高い路線を選定したうえで、現場踏査により道路幅員や障害物等を確認して路線を決定した。計画配水管路線図を図 3-2-23 に示す。



出典：JICA 調査団。Google Earth をもとに家屋をプロットし作成

図 3-2-23 計画配水管路線図

4) 配水ポンプ

a) 運転方式

計画配水区域への配水はポンプによる直送配水とする。配水ポンプは、浄水場のポンプ室に設置する。配水ポンプには、常に変動する水需要に対し、スムーズな制御かつ高効率な運転を可能とするインバータ制御を用いてポンプを運転する方式を導入し、電力費の低減とポンプ制御の省力化を図る。

b) 配水ポンプの仕様

配水ポンプの設計仕様を下表に示す。

- 形式は、ポンプ効率が良く、安定性の高い横軸渦巻きポンプとする。
- 台数は、インバータ制御が対応可能な水量範囲で最小台数となる常時 2 台とし、予備を 1 台とする。（インバータ制御装置を用いるため、台数が少ない方が経済的となる）
- 全揚程は、既存ポンプと同程度の 55m とする。（本計画では運転や維持管理を容易とするため、既存配水区域と計画配水区域は常時閉止された状態となるが、将来的な配水システムの向上に伴う常時や非常時の連絡を考慮すると、同程度とすることが望ましい）

表 3-2-32 配水ポンプの仕様

項目	仕様
形式	横軸、両吸い込み渦巻ポンプ
台数	3 台（予備機 1 台を含む）
ポンプ水量	5,040m ³ /日（3.5m ³ /min）
全揚程	55m
電動機出力	75kW
口径	吸込 200mm 吐出 100mm
同期回転速度	1,500min ⁻¹
付属	フライホイール装置 GD ² =200kgm ²

出典：JICA 調査団

5) 配水池容量

常時や非常時等の安定給水を図るため、配水池容量は計画一日最大給水量の 8 時間分¹⁴とし、2,200m³ (6,800 m³×8/24) とする。

6) 管径

新設する管径については、変更後の配水系統ごとに時間最大時、消火時において適当な残存水圧¹⁵を確保できるよう管網計算を行い、設定する。管網計算結果は、附属資料-7-9（配水管網計算）に示す。

7) 管種

配水管の管種は次のとおりとする。

【一般部】

口径 300mm 以上：ダクタイル鋳鉄管(PN10)、ISO 規格（掘削幅の狭いところでも施工性の優れているプッシュオン継手）

口径 250mm 以下：高密度ポリエチレン（HDPE）管(PN10)

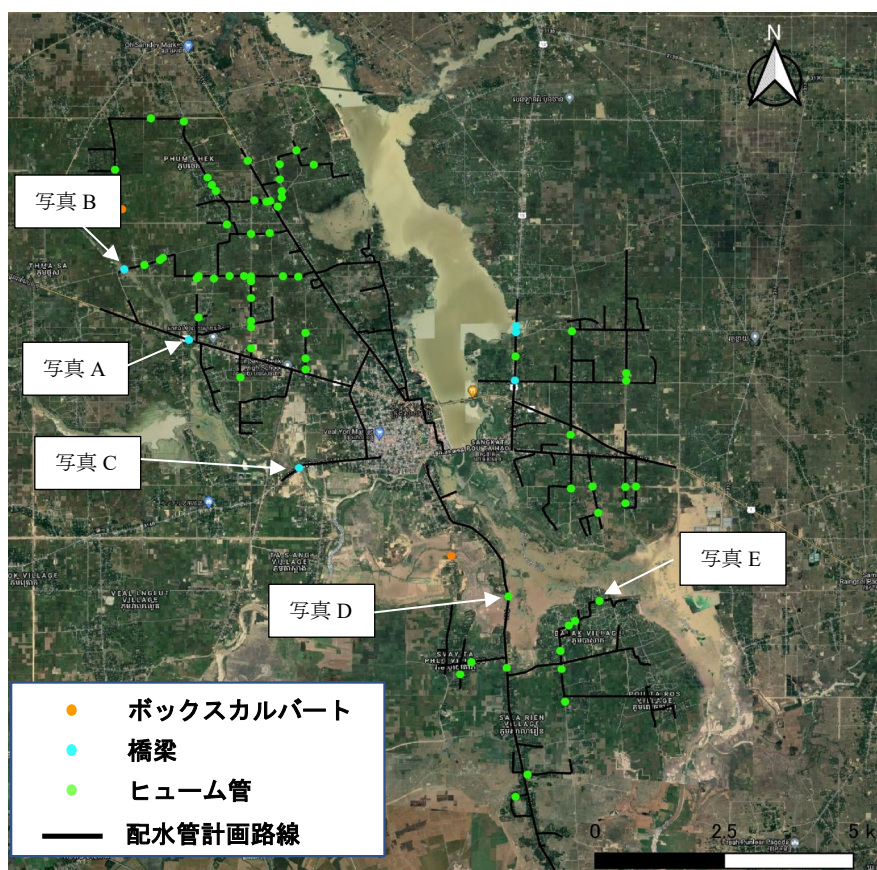
【河川横断部】鋼管(SP)(腐食対策のため防食塗装)

8) 河川横断等

配水管路線において河川や暗渠（ボックスカルバート、ヒューム管）等の特殊な配管を要する主要な箇所を図 3-2-24 に示す。鋼・コンクリート橋は 6 箇所、暗渠（ボックス）は 3 箇所、暗渠（ヒューム管）は 65 箇所である。各箇所の施工方法は以下のとおりとする。

¹⁴ 既存配水施設の実績：一日最大配水量の 4 時間分及び他都市を参考とし、カンボジア政府との協議結果による。附属資料-7-8（計画池容量の算出）参照。

¹⁵ 時間最大時：最低 0.05MPa、消火時：正圧。管網計算では、給水区域末端部、高地等の全域で適当な残存水圧を確保するように計画する。当区域は全域の高低差が約 5m と平坦な地勢で、高所は存在しないため、管路延長に応じて損失水圧が漸増して管路末端部で最低水圧を確保することが効率的で経済的な管網となる。



出典：JICA 調査団、Google Earth をもとに河川横断箇所等をプロットし作成

図 3-2-24 河川横断等位置図



出典：JICA 調査団

図 3-2-25 橋梁、暗渠写真

表 3-2-33 河川横断等の施工方法

横断構造物	施工方法
鋼・コンクリート橋	河川や灌漑水路等を横断する工法として一般的に既存の橋梁を利用する添架管による横断や水管橋、推進工法がある。このうち、添架管による横断工法が口径によらず最も経済的な工法となる。現地で道路管理者である DPWT との協議結果、管口径 500mm までの添架が可能であることを確認した。したがって、現場踏査により橋の劣化が進んでなく、強度的に問題ないと考えられる橋梁を選定し、鋼・コンクリート橋に対する横断工法は、添架管を採用する。
暗渠（ヒューム管等）	暗渠の横断工法は、たぬき掘り（開削工法）による下越し配管を行い、下越し配管部はコンクリート防護を施す。
国道横断	開削工法で配管敷設を行い、管防護としてさや管（ヒューム管）を設ける工法を採用する。

出典：JICA 調査団

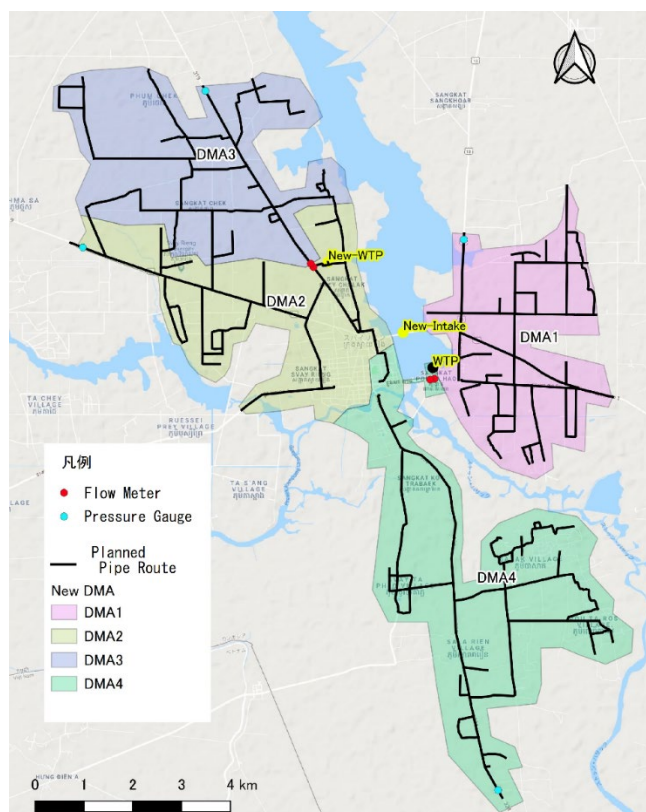
9) 配水監視システム

配水量、配水圧の把握とデータの一元管理、また効率的な水運用や漏水削減、管路事故等非常時への対応を行うことを目的として、配水監視システムを導入する。配水管網の監視は、常時、以下の場所で状態監視を行う。

流量監視: 4 つに区分した配水ブロック（DMA）の配水幹線で 4 箇所、

浄水場内 1 箇所（浄水場設備に含む）

水圧監視: 4 つに区分した DMA の末端配水管で 4 箇所



出典：JICA 調査団

図 3-2-26 配水監視のための管理区域及び流量計・圧力計の設置箇所

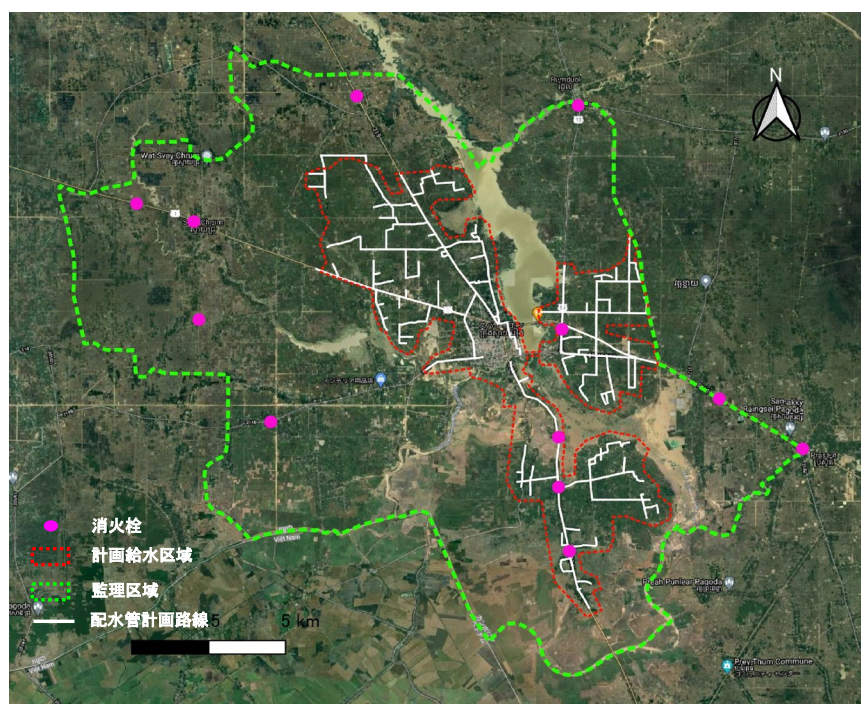
10) 配水管設計基準

道路管理者、消防当局、MISTI との協議結果を踏まえて設定した配水管の設計基準を表 3-2-34 に示す。また、導水管も同様とする。

表 3-2-34 配水管設計基準

区分		設計基準
管敷設位置		・路肩に敷設。 ・敷設位置が分かりやすいよう、短間隔で敷設位置を変更しない。
土被り		・国道横断のみ H=1.2m ・国道横断以外 $\phi 400$ H=1.0m $\phi 350$ 以下 H=0.8m ・国道に沿って管を敷設する場合は、舗装外の道路用地に通常の土被りで敷設する。
掘削・埋戻し仕様		・管体上面は、管保護のため 10cm の砂埋戻しを行う。 ・玉石等があり、管材部と地盤との間に不陸が生じる際は、管体下面 10cm 以上の砂埋戻しを行う。 ・掘削深が 1.5m を超える場合、土留め（軽量鋼矢板 III 型）を行う。
付帯施設	制水弁	・始点、終点、分岐部、伏せ越し部、水管橋、添架部等に設置。 ・仕切弁、仕切弁匡を採用。
	空気弁	・$\phi 200$ 以上の配水管路線で地形的に凸部となるところ、水管橋部、添架部、下越し部に空気弁を設置。
	排水設備	・管路凹部で河川、排水路等の排水先が近い地点に設置する。
	異形管防護	・離脱防止金具を使用。（管路の屈曲部、分岐部、仕切弁等不平均力が働く箇所の対策として防護コンクリートと離脱防止金具を使用する方法がある。防護コンクリートは管路敷設後の埋戻しまでに数日間を要するため、施工性を考慮して離脱防止金具を使用する。）
	消火栓	・要請を受けた位置のうち、新規配水管路線等の施工の実施が可能な 4 箇所に地上式消火栓を設置（図 3-2-27 参照）。

出典：JICA 調査団

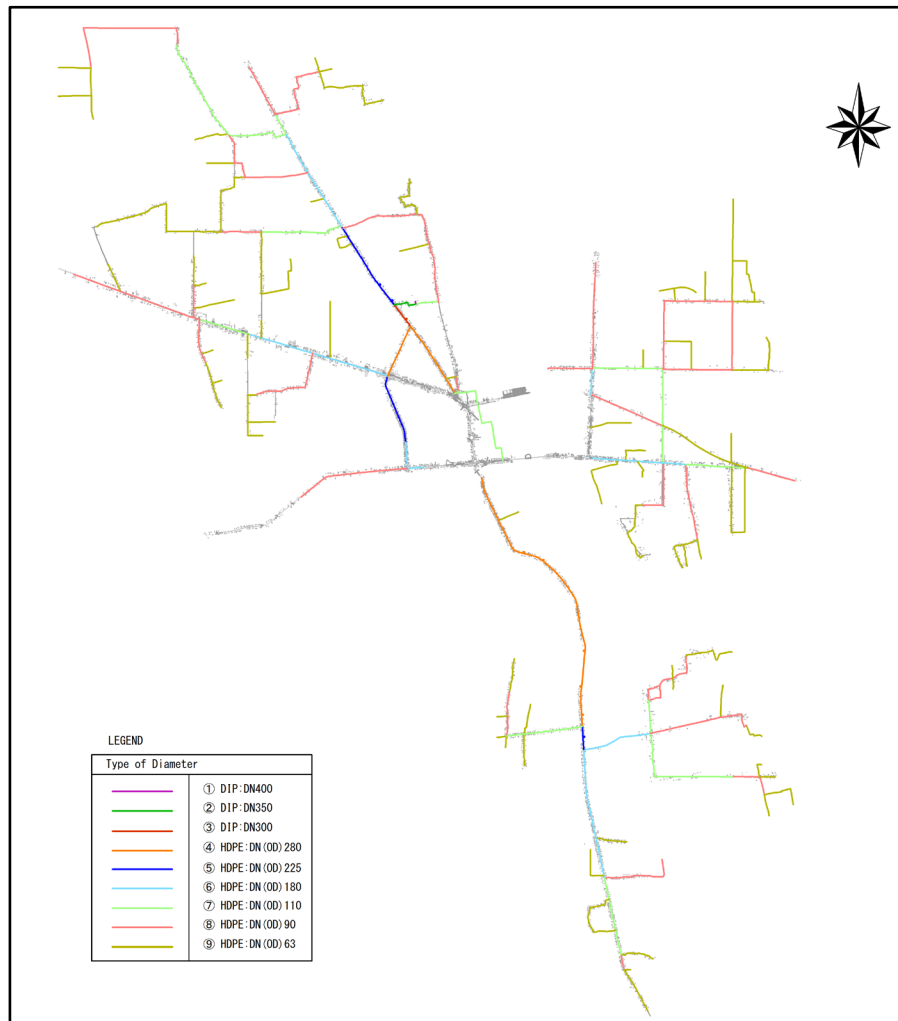


出典：JICA 調査団、衛星画像：Google Earth

図 3-2-27 消火栓設置位置

11) 配水施設計画

以上より、配水施設計画をまとめ、図 3-2-28、表 3-2-35 に示す。



出典：JICA 調査団

図 3-2-28 配水管計画

表 3-2-35 配水施設計画の内容・諸元

施設	施設及び構造	数量
配水池 (浄水場内)	鉄筋コンクリート造、矩形、2 池割り 有効容量：V=1,094m ³ ×2、有効水深：H=3.80m 水位：HWL+3.90m、LWL+0.10m 基礎：直接基礎	1 池
配水ポンプ (浄水場内)	横軸両吸込渦巻ポンプ 3.5m ³ /分 H=55m 75kW インバータ制御	3 台 (内 1 台予備)
配水管	ダクタイル鋳鉄管 一般部：T 形継手、継ぎ輪のみ K 形継手 異形管防護：T 形ロック/K 形特殊押輪 口径：φ400mm L= 0.1km φ350mm L= 0.4km φ300mm L= 0.4km	0.9km
	高密度ポリエチレン管 口径：φ250mm L= 6.6km φ200mm L= 2.9km φ150mm L= 9.5km φ100mm L= 15.4km φ 80mm L= 33.2km φ 50mm L= 43.3km	110.9km
	橋梁添架 鋼管 口径：φ 80mm 5 箇所 φ 50mm 1 箇所	6 箇所
配水監視システム	中央監視局：データ通信装置、監視用コンピュータ、プリンタ及び付属装置 流量監視局：配水管路 2 局 (1 局あたり 流量計 φ250 1 個、φ200 1 個及びデータ通信装置とその付属設備) 旧浄水場 1 局 (データ通信装置とその付属設備、なお流量信号は既設流量計より受信) 圧力監視局：配水管路 4 局 (1 局あたり圧力計 1 個、データ通信装置とその付属設備) 機器仕様概要： データ通信装置中央側 PLC, ルータ 1 式 データ通信装置監視局側 RTU, GPRS ルータ 7 式 流量計：電磁流量計 φ250 2 台 φ200 2 台 圧力伝送器：2 線式圧力伝送器 4 台	1 式

注)水管橋、橋梁添架の延長はダクタイル鋳鉄管、高密度ポリエチレン管延長に含む
出典：JICA 調査団

3-2-2-6 機材調達計画

要請内容、インセプション協議結果、現地概要説明時の協議の結果を考慮して、本プロジェクト実施に最低限必要となる機材を選定した。検討結果は表 3-2-36 で示すとおりである。

表 3-2-36 当初要請と現地調査結果の比較

調達器材区分		当初要請	現地調査結果による調達器材
機材調達	水質管理機器	原子吸光高度計・蒸留装置、顕微鏡、試薬類、ガラス器具、濁度計、pH 計、UPS 等	蒸留水製造装置、ポータブル濁度計、濁度計、pH 計（ガラス電極方式）、電気伝導度計、UPS、連続測定分析装置（濁度・残留塩素濃度）、試薬類、ガラス器具、中央実験台、サイド実験台、シンク、薬品庫、冷蔵庫、机・椅子
	電気機械設備用工具	電源テスター、検電器、振動計測器、トルクレンチ、ハンディ流量計、ろ過砂テスター、絶縁チェッカー等	クランプ式電力量計、絶縁抵抗計、接地抵抗計、振動測定装置、機械式トルクレンチ、携帯型超音波流量計、ふるい振とう機
	配管管理用機材	漏水探知機、配管探知機、配管敷設機材、管網情報システム等	配管敷設機材（ポリエチレンパイプ専用接合工具/EF コントローラー（EF 接合））
	給水装置（貧困世帯用）	—	給水管、メータ、その他付属品（実施想定）
	会計システム	—	SUMS システム（PC 及びソフトウェア追加ライセンス）

出典：JICA 調査団

(1) 水質管理機器

水質管理機器に関しては、新設浄水場の運転管理上必要最低限の機器を調達する。

既存スパイリエン浄水場に既に整備されている機材を調査し、新設浄水場で移転使用が可能な機材は調達機器としないこととする。調査結果は表 3-2-37 に示すとおりである。

表 3-2-37 既存スパイリエン浄水場における使用水質分析機材

使用機材 (2017 年 8 月現在、除く故障機材)	備 考
ジャーテスター、濁度連続測定器、実験台、塩素連続測定器、電気伝導度、 吸光 (分光) 光度計 、pH 計、 残塩計 、蒸留水製造装置、ガラス器具、顕微鏡、細菌試験用機材、電子天秤、マグネチックスターラー、オートクレーブ、電気炉、乾燥機、冷蔵庫、遠心分離機、色度計、吸引ろ過機	太字斜体 は新設浄水場に移転する。

出典：JICA 調査団

ジャーテスター、残留塩素計、濁度計、ガラス器具、pH/電気伝導度計、及び蒸留水製造装置については、1 日に何度も使用するため使用頻度が高く、新設浄水場の運転管理に不可欠であり、かつソフトコンポーネントでの運転管理指導に必要であるため、新設浄水場に移転できない機材は、本プロジェクトにおいて調達する必要がある。

(2) 電気機械設備用工具

設備の運転・維持管理に必要な機器として、クランプ式電力量計、絶縁抵抗計、接地抵抗計、振動測定装置、機械式トルクレンチ、携帯型超音波流量計、ふるい振とう機を調達する方針として計画する。

(3) 配水管理用機材

要請があった漏水探査機器、管路探知機については過去の技術協力プロジェクトで供与済みであり、本プロジェクトのコンポーネントの一部としない。一方、配管敷設機材は調達機材として調達する。管路情報システムは建設工事に配水監視システムとして含まれる。

(4) 給水装置

計画給水区域内における貧困層世帯 (Poor Level 1) 375 世帯を対象に給水装置を調達する。貧困世帯の接続工事は、カンボジア側の負担とする。貧困世帯以外の給水装置及び接続工事は受益者負担となる。給水装置を含む接続費用は 290,000KHR 程度となっている。このうち、材料費を除く接続費用のみ（労務費）では 4,000KHR/m であり、一般的な 5m 程度の接続費用は、20,000 KHR (5USD) 程度となる。これまで貧困層には支払免除や最大 12 回までの分割払いも用意されている。

貧困世帯数は、2010 年及び 2011 年のカンボジア計画省 (Ministry of Planning) が実施した” Identification of Poor Household Programme” の貧困層データをもとに、次式により推定する。2027 年の計画給水区域における貧困世帯数 (Poor Level 1) は 410 世帯と推定される。

$$\text{貧困世帯数(F)} = \sum \{ \text{ビレッジ別貧困層の割合(C)} \times \text{ビレッジ別世帯数(E)} \}$$

本プロジェクトの機材調達対象となる貧困層世帯数は、2027 年の計画給水区域内における貧困世帯数 410 世帯から 2019 年 12 月の調査時点で接続済の貧困世帯数 35 世帯を控除し、375 世帯が見込まれる。貧困世帯数の想定結果は、附属資料-7-10（貧困世帯数の想定）に示す。

(5) SUMS システム

SUMS システム (Synergistic Utilities Management System) は総合事務システムであり、メータの読み値から請求書の発行、経理、支払を自動で行うシステムである。スパイリエンにおいては、水道事業人材育成プロジェクト・フェーズ 3 にて、請求 (Billing)、経理 (Accounting)、支払 (Casher) のソフトウェア及び PC を導入しているが、本プロジェクトにて、さらに給水世帯が増加することから、上記ソフトウェアのライセンスの追加及びクライアント PC の追加を行う。

(6) 機材の調達先

水質分析機器や振動測定装置等は特殊な機器であり、品質が特に重要となるものであるが、カンボジアでは現地代理店等を通じて、アメリカ製の水質計器類も流通している。これらの機器は、事業実施後も水道局が継続的に調達する資機材であり、現在実施されている無償資金協力事業での機材の調達実績や、カンボジア国内で流通する第三国製の既存機器との互換性も踏まえ、日本及びカンボジア国調達に限定せず、仕様を満足する第三国調達品の適用も可能とする。

(7) 機材の調達時期

水質管理用機器、機械設備用機材、及び会計システム機材については、ソフトコンポーネントでの取り扱い研修及び維持管理での使用方法等の研修を予定しているため、ソフトコンポーネント実施前のタイミングで調達されることとする。

また、給水装置については、給水率増加のための既設配水管からの接続を含め、新設配水管からの接続のために、本プロジェクトが完了する前からカンボジア側で工事を行ってもらう必要があるために、本プロジェクト完了前に調達することとする。本プロジェクトにおける機材調達計画を表 3-2-38 に示す。

表 3-2-38 機材調達計画

区 分	機 材 名	仕 様 等	数 量
水質管理用機器	水質計器類	蒸留水製造装置、濁度計、pH 計、電気伝導度計	1 式
	無停電電源装置 (UPS)	出力容量：3kVA	1 台
	連続測定水質分析計	処理水の濁度を連続測定する装置 測定範囲：0-100NTU (濁度)、0-3mg/L (残留塩素)	1 式
	試薬類	pH 標準液、BTB 試薬、DPD 試薬他	1 式
	ガラス器具	ビーカー、メスフラスコ、ピペット、ビュレット他	1 式
	実験台	中央実験台 (試薬棚、コンセント付、配管・配線を含む) サイド実験台、流し台	1 式
	その他水質分析室設備・備品	収納棚、冷蔵庫、机・椅子	1 式
機械設備用機材	クランプ式電力量計	電圧レンジ：AC600V 電流レンジ：AC600mA-1000mA (以上)	1 台
	絶縁抵抗計	アナログ指示値の場合 250V レンジ：0～50MΩ 500V レンジ：0～100MΩ 1000V レンジ：0～2000MΩ デジタル指示値の場合 250V レンジ：0～500MΩ 500V レンジ：0～2000MΩ 1000V レンジ：0～4000MΩ	1 台
	接地抵抗計	0～1000Ω	1 台
	振動測定装置	加速度：0.02～200m/s ² 、速度：0.3-1,000mm/s 変位：0.02-100mm	1 台
	機械式トルクレンチ	測定範囲：50-300Nm	1 台
	携帯型超音波流量計	対象配管口径：13mm-600mm	1 台
	ふるい振とう機	対応有効径：0.8mm-1.0mm	1 台
配管管理用機材	ポリエチレン管接合機 (EF 接合)	φ 63-280mm	1 台
会計システム機材	SUMS システム	コンピュータ x3 台 (請求: Billing、経理: Accounting、支払: Cashier それぞれのソフトに PC1 台ずつ必要)、UPSx1、プリンタ x1、SUMS ソフトウェア (Full License x2 式、Light License x 1 式) Full License は、Billing と Accounting のソフトを含んでおり、Light License は Cashier のソフトを含んでいる。Billing、Accounting、Cashier のソフトをそれぞれ別の PC で操作することから、Full License x 2 式、Light License x 1 式、PC 3 台が必要となる。	1 式
給水装置	給水用資材	1 組当たり - 配水管 (DN350mm～OD63mm) からのサドル分水栓 - 給水管 HDPE (口径 25mm) 30m - 水道メータ (口径 15mm、接線羽車式、シングルジェット、Class C) - 止水栓 (口径 15mm) - エルボ、機器接続等の付属品	375 組

出典：JICA 調査団

3-2-3 概略設計図

本準備調査で作成した以下の概略設計図を附属資料-7-2（概略設計図）に添付する。

表 3-2-39 概略設計図面リスト

No.	FACILITY CLASSIFICATION	Description	DRAWING No
1.	General (G)	General Layout of Svay Rieng	G1
2.	Intake Facility (I)	Intake Facilities (1)	PI-1
		Intake Facilities (2)	PI-2
		Intake Facilities (3)	PI-3
		Intake Facilities (4)	PI-4
		Intake Facilities (5)	PI-5
		Pump House Plan	PI-6
		Pump House Section	PI-7
3.	Raw Water Transmission Facility (R)	Conveyance Pipeline Plan	SR-1
4.	Treatment Facility (T)	Water Treatment Plant General Plan	ST-1
		Hydraulic Profile of Svay Rieng Water Treatment Plant	ST-2
		Water Treatment Facilities Structure (1)	ST-3
		Water Treatment Facilities Structure (2)	ST-4
		Water Treatment Facilities Structure (3)	ST-5
		Water Treatment Facilities Structure (4)	ST-6
		Water Treatment Facilities Structure (5)	ST-7
		Water Treatment Facilities Structure (6)	ST-8
		Water Treatment Facilities Structure (7)	ST-9
		Water Treatment Facilities Structure (8)	ST-10
		Water Treatment Facilities Structure (9)	ST-11
		Service Reservoir and Pumping Station Structure (1)	ST-12
		Service Reservoir and Pumping Station Structure (2)	ST-13
		Service Reservoir and Pumping Station Structure (3)	ST-14
		Drainage Basin Structure	ST-15
		Drying Bed Structure	ST-16
		Water Treatment Plant Process Flow Diagram (1)	ST-17
		Water Treatment Plant Process Flow Diagram (2)	ST-18
		Chemical Feeding Facility Plan (1)	ST-19
		Chemical Feeding Facility Plan (2)	ST-20
		Instrument & Control Flow Diagram	ST-21
		Intake PS Monitoring System & Distribution Monitoring System	ST-22
5.	Distribution Facility (D)	Location Map for Distribution Pipeline	SD-1
		Distribution Pipe Plan (1)	SD-2
		Distribution Pipe Plan (2)	SD-3
		Distribution Pipe Plan (3)	SD-4
		Distribution Pipe Plan (4)	SD-5
		Distribution Pipe Plan (5)	SD-6
		Distribution Pipe Plan (6)	SD-7
		Distribution Pipe Plan (7)	SD-8
		Distribution Pipe Plan (8)	SD-9
		Distribution Pipe Plan (9)	SD-10

No.	FACILITY CLASIFICATION	Description	DRAWING No
		Distribution Pipe Plan (10)	SD-11
		Distribution Pipe Plan (11)	SD-12
		Distribution Pipe Plan (12)	SD-13
		Distribution Pipe Plan (13)	SD-14
		Distribution Pipe Plan (14)	SD-15
		Distribution Pipe Plan (15)	SD-16
		Distribution Pipe Plan (16)	SD-17
		Distribution Pipe Plan (17)	SD-18
		Distribution Pipe Plan (18)	SD-19
		Distribution Pipe Plan (19)	SD-20
		Distribution Pipe Plan (20)	SD-21
		Distribution Pipe Plan (21)	SD-22
		Typical Drawing for Pipe Laying (1)	TYP-1
		Typical Drawing for Pipe Laying (2)	TYP-2
		Typical Drawing for Pipe Laying (3)	TYP-3
		Typical Drawing for Pipe Laying (4)	TYP-4
		Typical Drawing for Pipe Laying (5)	TYP-5
		General Earth Work for Pipe Laying	TYP-6
		Typical Drawing for Sluice Valve	TYP-7
		Typical Drawing for Installation of Air Valve and Washout	TYP-8

出典：JICA 調査団

3-2-4 施工計画／調達計画

3-2-4-1 施工方針／調達方針

(1) 事業実施における基本事項

- ・ 本計画は、日本政府とカンボジア政府間で本計画に係る無償資金協力事業の交換公文が締結された後、日本政府の無償資金協力事業の制度に従って実施される。
- ・ 本計画の施主（the Client）は MISTI であり、契約書の締結、完工証明等の発行は、MISTI においてサイン権を有する者が行う。
- ・ 運営・維持管理機関は DISTI 及びその傘下の水道局であり、実施設計段階から維持管理段階まで一貫して、技術的な判断、工程管理、品質管理を行うとともに、事業を円滑に行うための各種実務を行う。
- ・ 本計画の詳細設計、入札関連業務及び施工監理業務に係るコンサルタント業務は、日本のコンサルタントにより、カンボジア政府とのコンサルタント契約に基づき実施される。
- ・ 本計画の建設工事は、入札参加資格審査合格者による入札の結果、選定された日本の建設会社により、カンボジア政府との工事契約に基づき実施される。
- ・ 施工方法及び工事工程の立案に関しては、現地の気象、地形、地質等の自然条件及び交通、地下埋設物、近隣住民への影響等の環境社会条件を考慮し、円滑かつ安全な作業実施が可能な計画となるよう配慮する。

(2) 施工方針及び調達方針

プノンペン都には、現地建設業者が 15 社以上あり、同国内で実施された無償資金協力事業で日本の請負業者の下請け業者として参入している現地業者もあるため、本工事でも下請け業者として十分活用することが可能である。本プロジェクトはスバイリエン市において実施されるが、上記のプノンペン都の建設業者から作業員を派遣することは可能である。従って、世話役、機械オペレーター、型枠工、コンクリート工、その他の作業員等は、原則として現地人を雇用することで対応でき、カンボジア国外から特殊作業員を派遣する必要はない。

本計画で実施する土木工事は、取水場施設の建設、浄水場施設の建設、導配水管路の新設から成る土木工事を主体としており、特殊な施工技術を要するものではない。取水場施設における事務所、浄水場施設における管理棟（事務所）及び薬品管理棟については建築工事となる。また、浄水場で使用する水質分析機器及び貧困層向けの給水装置等は機材調達となり、こちらについても特殊な施工技術を要するものではない。しかしながら、本計画における施工は複数地域で行われるため、安全、環境、品質に配慮した施工管理を行うために、現場事務所長以下各施工区の管理責任者を担う日本人技術者を派遣する。水質分析関連機材の調達管理についても、これら施工管理の日本人技術者が兼務する。

また、建設資機材及び労務については、現地調達を基本とする。

3-2-4-2 施工上／調達上の留意事項

各施設工事における留意事項は下記のとおりである。

- ・ カンボジア側、建設業者、コンサルタント間の連携強化を図り、定期的な工程会議等、組織間の情報共有手段を明確にする。
- ・ コンサルタントは、業務主任者 1 名の他にスバイリエン市に常駐監理者を配置し、事業関係者との日々の情報共有を図るとともに、施工監理業務に支障がないように留意する。
- ・ 建設業者は、コンサルタントと同様に、現場代理人 1 名とスバイリエン市に主任技術者を配置し、責任を持って事業を実施する体制を整える。
- ・ コンサルタント及び建設業者の事務所は、事業実施に適切な場所に配置する。
- ・ 事業実施には、取水許可、取水施設建設許可、管路敷設に係る道路占有許可等、中央政府及び州政府等との業務調整が不可欠であるため、カンボジア側と十分に協議して事業を進める。
- ・ 取水施設工事は通年施工を計画しており、水位が上昇する 7 月から 10 月でも施工を行えるように、止水仮設を行う。
- ・ 事業対象となる導水管、配水管の総管路延長は約 115km となり工事は長期間にわたる。管路敷設の現場の多くは住宅地の未舗装道路であるが、交通量が多い舗装路もあるため、安全に十分注意を払う必要がある。管路敷設工事によって、これら交通や市民生活を極力阻害することのないような配慮が必要となる。
- ・ 建設工事の着工前にプロジェクトサイトの不発弾等の探査について、カンボジア関係者と協議し、不発弾等確認調査等が未完了で、埋設の可能性のある部分についてはカンボジア側が責任をもって探査・除去を実施する。また、建設時の安全対策を講じる。
- ・ 原則として昼間工事とするが、夜間工事が避けられない場合は、カンボジア側と十分に協議をし、連携を取って工事を実施する。
- ・ 原則としてカンボジア内での調達を第一優先、日本国からの調達を第二優先とし、両国で調達できない物品に限り第三国調達とする。
- ・ 調達機材である給水装置については、既存配水管との接続や水道局による継続的な調達を勘案し、カンボジア市場で広く流通している周辺国産品の既存材料／部品を調達する。

3-2-4-3 施工区分／調達・据え付け区分

施設建設工事は、基本的に日本側が実施する。ただし、調達機材（特に給水装置）を使用するまでの保管及び調達された給水装置を使用しての配水管から各家庭までの接続工事は、カンボジア側の負担である。

なお、カンボジア側の負担事業については、「3-3 相手国側分担事業の概要」にて詳細を述べる。

3-2-4-4 施工監理計画／調達監理計画

日本のコンサルタントがカンボジア政府とのコンサルタント業務契約に基づき、実施設計業務、入札関連業務及び施工監理業務／調達監理業務の実施にあたる。

(1) 実施設計業務

コンサルタントが実施する実施設計業務の主要内容は、以下のとおりである。

- ・ カンボジア実施機関との着手協議、現地調査
- ・ 土木・建築構造物の詳細設計（安定計算、構造計算、配筋計算）、図面作成
- ・ 機械電気設備の詳細設計、図面作成
- ・ 事業費積算

(2) 入札関連業務

入札公示から工事契約までの期間に実施する業務の主要項目は、以下のとおりである。

- ・ 入札図書の作成（上記、実施設計と並行して作成）
- ・ 入札公示
- ・ 入札業者の事前資格審査
- ・ 入札実施
- ・ 応札書類の評価
- ・ 契約促進業務

(3) 施工監理業務

コンサルタントによる施工監理では、主に次のような業務を実施する。

- ・ 建設業者が作成する製作図面のチェック、承認
- ・ 主要資機材の出荷前の検査
- ・ 施工工程の管理
- ・ 工事完了後の検査
- ・ 施設試運転検査
- ・ 調達機材の検査
- ・ 日本及びカンボジア側への工事進捗状況の報告
- ・ 工事の安全指導、施工品質の監理
- ・ カンボジア側負担工事分に対する技術指導
- ・ 施設運転・維持管理のための技術移転
- ・ 無償資金協力事業においてカンボジア側が行う業務上必要な手続きの補佐

本プロジェクトには、取水施設工事、浄水施設工事及び管路敷設を含む送配水施設工事が含まれており、土木・建築・機械・電気の各種工事を伴う一連の水道施設の工事となっている。施工期間中、相互に関連したこれらの工事について一貫した施工監理を行うため、工事着工から試運

転・竣工まで専任の常駐監理者を1名配置すると共に、各種分野の工事内容に対応するため、以下に挙げる専門分野のスポット監理技術者を短期的に派遣する。

- ① 土木技術者（導水・配水管）
導配水施設工事に係る製作図面のチェック、施工監理、試運転検査、技術指導・助言。
- ② 土木技術者（取水施設、浄水場施設）
取水施設及び浄水施設工事に係る製作図面のチェック、施工監理、試運転検査、技術指導・助言。
- ③ 建築技術者（事務所、管理棟、薬品管理棟）
建築工事に係る製作図面のチェック、施工監理、試運転検査、技術指導・助言。
- ④ 機電設備技師
機械設備工事・電気設備工事に係る製作図面のチェック、施工監理、試運転検査、技術指導・助言。
- ⑤ 資機材調達技術者
機材調達に関わる承認図のチェック、調達監理、技術指導・助言。
- ⑥ 検査技術者
工事完工1年後に瑕疵検査を実施する。

3-2-4-5 品質管理計画

品質管理にあたっては、品質管理計画表として取りまとめる管理項目、内容、方法、適用規格等について、仕様書と照らし合わせて実施することとする。原則として、品質規格は JIS あるいは国際規格を適用することを前提とする。下表に、本工事の主な工事に関する主要な品質管理項目を示す。

表 3-2-40 主要品質管理項目と管理方法

区分	管理項目	管理内容	管理方法	標準品質規格	測定頻度	結果の整理方法	備考
ポンプ設備	ポンプ	仕様書に適合していること	観察 承認図 試験成績表	JIS B 8301 JIS B 8302	搬入時適宜 工場検査	搬入記録 試験成績表 承認図	コンサルタント立会い
配管材料	ダクタイル鋳鉄管	規格に適合していること 種類	承認図 観察	JIS G 5526 JIS G 5527	配管系統毎 種別毎、搬入の都度	承認図 搬入記録	コンサルタント立会い
配管工	配管継手	継手の状況	観察	—	管工事時	報告書	コンサルタント立会い
			水圧漏水試験	漏水の観測がない	配管系統毎	試験結果表	コンサルタント立会い
			超音波試験		10口に1箇所	試験結果表	
コンクリート材料	鉄筋	鉄筋の種類 (異型 丸鋼)	観察	JIS G 3112 JIS G 3117	種別毎、搬入の都度	搬入記録	コンサルタント立会い
		規格に適合していること	試験成績表			試験成績表	
	セメント	セメントの種類	観察	JIS R 5210	搬入の都度	搬入記録	コンサルタント立会い
		規格に適合していること	試験成績表			試験成績表	
	水	水道水使用あるいは清浄な河川水等	観察	—	配合時	配合表に記載	コンサルタント立会い
		水質（水道水以外）	水質試験	JIS A5308付属書9	配合設計前	試験結果表	
	骨材	粗骨材の最大寸法	観察	鉄筋コンクリート： 25mm	搬入時適宜	搬入記録	コンサルタント立会い
		粒度	JIS A 1102	JIS A5005	配合設計前	試験結果表	
	コンクリート用混和材料	規格に適合していること	試験成績表	JIS A6201-6207	搬入の都度	試験成績表	必要に応じて
	材料の保管	保管場所、状態	観察	—	適宜	報告書 (仮設計画)	コンサルタント立会い
コンクリート工	コンクリート示方配合 (主要構造物)	試験練り	品質の確認	28日強度： 21N/mm ² スランプ：10.0±2.5cm 空気量：±1.5% W/C比：65%以下 (水密コンクリート： 55%以下) セメント：270kg/m ³ 以上	施工前1回	試験成績表	コンサルタント立会い
	コンクリート現場配合	細骨材の表面水量	JIS A1111, 1125	—	練混ぜ毎	試験結果表	コンサルタント立会い
		骨材の粒度	JIS A 1102	JIS A 5005	材料搬入時	試験結果表	
		水及び骨材の温度	温度測定	—	練混ぜ毎	試験結果表	コンサルタント立会い
		水、セメント		誤差1%未満			
	スランプ	仕様書に適合していること	JIS A 1101	10.0±2.5cm	打設毎適宜	試験結果表	コンサルタント立会い
	空気量	仕様書に適合していること	JIS A 1128	±1.5%	打設毎適宜	試験結果表	コンサルタント立会い
	圧縮強度試験	試験機関	—	コンサルタントの承認	試験実施前	—	
		サンプリング	JIS A 1132	7日強度：3個 28日強度：3個	50m ³ 毎 or 1回/日 1回/工種	—	コンサルタント立会い
		規格に適合していること	JIS A 1108	設計基準強度＝ 21 N/mm ²	50m ³ 毎 or 1回/日 1回/工種	試験結果表	
	漏水試験（配水池等水密構造物）	仕様書に適合	観察および水張り水位測定	漏水がないこと。24時間以上水位低下がないこと。	施工後1回	試験結果表	

出典：JICA 調査団

3-2-4-6 資機材等調達計画

以下の主要な建設資機材は、現地調達とする。その他の資機材も、原則として現地調達とし、現地調達が難しい場合は、日本調達及び第三国調達とする。

a) セメント

セメントは、タイ製品が、市場に恒常的に出回っており、品質も良く、現地の工事現場の主流を占めている。また近年、タイ資本によるカンボジア国内でのセメントの生産も始まっている。

b) 鉄筋・鋼材

鉄筋や鋼材については、タイ製品及びベトナム製品を調達可能である。この数年はプノンペン都の市場に出回っている鋼材はベトナム製が多い。

c) 電気・設備機器

電気・設備機器で、交換頻度の高いものや、保守管理が必要なものについては完成後の維持管理を容易にするため現地代理店からの調達とする。ポンプ等主要な電気・設備機器については日本調達とする。

d) 建設機械

建設機器の多くは、基本的に現地調達可能であり、本工事に使用する主な建設機械としては、バックホウ、クレーン付トラック、ダンプトラック等である。

e) 水道メータ

水道メータは現地で調達可能なことから、現地調達とする。

f) その他

本プロジェクトに必要なその他の資機材の調達は、原則として現地調達もしくは日本調達とするが、第三国調達の可能性についても検討を行い、資機材調達先に関しては、以下の事項を考慮して決定する。

- ・ 資機材の品質が要求事項を満たすものであること
- ・ カンボジア市場での供給量が十分あること
- ・ スペアパーツ供給を考慮した修理・保守の容易性をもつこと
- ・ 価格の妥当性
- ・ アフターケアの確約

全体事業費に占める割合が特に大きい配管類については、カンボジアで生産されておらず本邦調達では現地に適したものが一般に製作されていないか著しく高価である場合は、価格の低い第三国からの調達を考える。その際、我が国の無償資金協力事業での納入実績があることが望ましい。

日本調達資機材の輸送経路は、海上輸送を横浜港～シアヌークビル（Sihanoukville）港の経路とし、シアヌークビル港からはスバイリエン市まで陸送とする。

3-2-4-7 初期操作指導・運用指導等計画

本プロジェクトで導入される機器の初期操作指導は、施設建設・機材調達業務におけるマニュアル作成と各機器の取扱説明、機器単体の点検方法の説明が該当する。

運用指導は、水源の水質や需要の変化に応じた施設の実際の運転、施設を良好に保つための実際の維持管理業務、水道事業経営の安定に資する施設の効率的な運用等、機器メーカーによる初期操作指導でカバーすることが難しい部分を指導するものであり、高度な水道技術と豊富な経験を有する専門家及び技術者がソフトコンポーネントとして実施する。

表 3-2-41 に初期操作指導と運用指導の役割分担を示す。

表 3-2-41 施設建設・機材調達業務とソフトコンポーネントの役割分担

指導項目	初期操作指導	運用指導
	施設建設・機材調達業務	ソフトコンポーネント
マニュアル作成・機器取扱説明	○	—
機器単体の点検方法説明	○	—
施設の実際の運転に係る研修	—	○
施設の実際の維持管理に係る研修	—	○
施設の効率的な運用に係る研修	—	○

出典：JICA 調査団

3-2-4-8 ソフトコンポーネント計画

スパイリエン水道局は、カンボジア水道事業人材育成プロジェクト・フェーズ2及びフェーズ3の対象事業体であり、2007年から2012年にかけての5年間、浄水場の運転維持管理、水質試験、配水施設維持管理に係る技術移転が、2012年からは経営改善に係る技術移転が実施されてきた。

これらの人材育成プロジェクトの成果もあり、既存の水道施設を運転、維持管理することはできているが、必ずしも全ての職員が職務に関する高度な専門的知識を有しているわけではない。本プロジェクトで整備される水道施設は、既存浄水場と浄水処理方式が異なるため、スパイリエン水道局が自ら新しい施設の適切な運転維持管理方法を立案するだけの技術力には達していない。表 3-2-42 に新しい水道施設の運用にあたっての課題とその現状を示す。

表 3-2-42 スパイリエン水道局の課題と現状

課題	現状
新しい施設の運転維持管理	本プロジェクトで採用する浄水処理方式は急速ろ過方式である。既存浄水場と処理方式が異なり、運転や維持管理における設備のメンテナンスなどが複雑となるため、基礎知識の習得と施設を使用したOJTが必要である。 水質試験についても、既存浄水場で実施することがないジャーテストについての知識と経験がない。新しく導入される機器を用いた水質試験の手順については、専門家の支援の下で検討する必要がある。 運転維持管理手順の立案は、浄水処理に関する専門知識と豊富な経験に基づく水道技術が求められるため、スパイリエン水道局職員が単独で実施することは難しい。

課題	現状
配水監視と配水流量分析に基づいた施設の維持管理	本プロジェクトで配水監視システムが新たに導入されるため、配水監視システムの操作や維持管理を含め、基本的な部分から習得して必要がある。これから、配水監視システムを実際に運用し、情報の解釈や流量データの分析などの技術を習得し、配水施設の維持管理に活用していかなければならない。
給水装置の品質確保	職員は、給水装置工事の作業には慣れているものの、特に品質確保のための取り組みは実施されていない。 本プロジェクトの実施により急増する給水装置工事による漏水を予防するためには、専門家の指導の下、施工手順の再確認や施工管理能力向上による品質確保が必要である。
給水接続申し込みの促進	スパイリエン水道局では、営業課の職員が水道に関する理解促進のために啓発活動を行っているが、本プロジェクトの目標とする給水戸数の達成に向けては、より効果的な啓発資料の作成や啓発活動の企画立案に係る支援が必要である。
生産管理	スパイリエン水道局は複数の浄水場を運用した経験を有しないことから、専門家の指導の下、新旧浄水場の効率的な運用方法について検討、立案、理解されなければならない。 また、既存の浄水場は汚泥処理施設を有しないため、汚泥処理計画の策定と実施手順の立案、OJTが必要である。
SOP の改訂・作成	既存の施設の使用を前提とした SOP はあるが、新しい施設の運転維持管理が理解され定着していくためには、新しい施設や機材を使用した運転維持管理の手順や運用のルール、操作の要点や注意事項が分かり易くとりまとめられ、必要に応じていつでも参照できるようになっていなければならない。既存 SOP の改訂、または新規 SOP の作成が必要である。

出典：JICA 調査団

本プロジェクトによる施設建設が完成した後、スパイリエン水道局は直ちに新しい水道施設を運用していかなければならない。このため、表 3-4-1 に記載するとおり、施設の運転維持管理要員として浄水課に 11 名、配水課に 5 名の増員が想定されているが、そのほとんどは新規採用されることが想定される。そうした経験の浅い職員の能力向上も含め、同水道局が短期間に上記の課題を克服し、望ましいレベルに達することは独力では難しい。

本プロジェクトが円滑に立ち上がり、協力成果が持続するためには、専門的技術を有する経験豊富な技術者のサポートが必要であり、本プロジェクトのソフトコンポーネントとしてスパイリエン水道局に対する水道施設の運営・運転維持管理に係る技術移転を実施するものとする。

(1) ソフトコンポーネントの目標

本ソフトコンポーネントは、「スパイリエン水道局が、新しい水道施設の運転・維持管理を適切に行い、既存の施設も有効に活用しながら、水質基準を満たす水を安定的に供給すること」を目標とする。

(2) ソフトコンポーネントの成果

本ソフトコンポーネントの成果を下記のとおり設定する。

- ① 新しい機材を用いた水質試験の手順が習得される
- ② 新しい浄水施設の運転維持管理手順が習得される
- ③ 配水流量監視能力が向上する
- ④ 給水装置工事の施工管理体制が強化される
- ⑤ 給水接続の申し込み促進に係る活動が実施される
- ⑥ 生産管理能力が向上する
- ⑦ SOP が改訂・作成される

(3) 投入計画

本ソフトコンポーネントにおいての投入は、3 ステップで実施する。

第1回の投入は、水道施設の完成前に、基礎知識の習得を目的として研修を実施する。

第2回の投入は、施設建設、機材調達業務による試運転調整と並行して OJT 研修を行う。

第3回の投入は、実際に施設の運用を開始して一定期間経過したタイミングで、フォローアップを目的として研修を実施する。

なお、各投入時には、各種 SOP の改訂及び作成の支援なども実施する。

新しい施設の運転維持管理手順の立案や研修、SOP の改訂・作成支援など、確かな専門知識と豊富な経験に基づく水道技術や理論的な考察力を必要とする業務は日本人専門家による直接支援型とし、一部、人材育成プロジェクトで育った現地人材を活用し現地の技術者ならではの技術移転を実施するものとする。

投入要素は、日本人専門家、現地技術者、現地スタッフとし、業務区分はおおむね下記のとおりとする。

1) 日本人専門家

各分野の総括、新規施設運営に必要な業務内容及び業務量分析、研修コース管理、運転維持管理手順の立案、基礎研修、OJT、SOP の改訂・作成支援、研修資料作成、成果達成度の評価

2) 現地技術者

カンボジアでの経験に基づく研修、スバイリエン水道局以外での研修、クメール語研修資料作成

3) 現地スタッフ

資料整理、クメール語研修資料作成、カウンターパートとの連絡調整、日本人専門家活動時の通訳、資料翻訳

表 3-2-43 に各分野の活動内容、図 3-2-29 に想定するソフトコンポーネントの実施工程を示す。

表 3-2-43 各分野の活動内容

分野	成果	活動内容	対象者	必要な投入量
浄水施設運転維持管理	(1) 新しい浄水施設の運転維持管理手順が習得される	1. 運転維持管理手順の立案 2. 運転維持管理基礎研修 3. 運転維持管理 OJT ➤ 浄水処理 ➤ 運転記録 ➤ 薬品注入 ➤ ろ過池洗浄 ➤ ポンプなど運転操作 ➤ 保守点検 ➤ 事故・故障対応体制	浄水課 23 名	<u>日本人専門家</u> 1 名×2.03 P/M 第 1 回 運転維持管理基礎研修 水質試験基礎研修 SOP 改訂指導 第 2 回 運転維持管理研修 水質試験研修 SOP 改訂指導 第 3 回 レビュー フォローアップ研修 SOP 改訂指導
	(2) 新しい機器を用いた水質試験の手順が習得される	1. 水質試験手順の立案 2. 水質試験基礎研修 3. 水質試験 OJT ➤ 水質試験 ➤ 分析記録		<u>現地技術者</u> 1 名×0.17 P/M <u>現地スタッフ</u> 1 名×1.79 P/M
	(7) SOP が改訂・作成される	1. SOP 改訂・作成支援 ➤ 浄水施設運転維持管理 ➤ 水質試験		
配水施設運転維持管理	(3) 配水流量監視に係る能力が習得される	1. 配水流量監視手順の立案 2. 配水流量監視基礎研修 3. 配水流量監視 OJT ➤ 配水流量監視・記録 ➤ 夜間最少流量分析 ➤ 配水監視システム操作 ➤ 配水流量分析 ➤ 配水施設維持管理 (漏水調査)	配水課 10 名	<u>日本人専門家</u> 1 名×2.03 P/M 第 1 回 配水流量監視基礎研修 給水接続工事基礎研修 SOP 改訂指導 第 2 回 配水流量監視研修 給水接続工事研修 SOP 改訂指導 第 3 回 レビュー フォローアップ研修 SOP 改訂指導
	(4) 給水接続工事の施工管理体制が強化される	1. 施工管理体制の検討 2. 給水接続工事手順の検討 3. 給水接続工事 OJT ➤ 給水接続工事 ➤ 施工管理	営業課 5 名 (課長、副課長、給水接続担当 3 名)	<u>現地技術者</u> 1 名×0.17 P/M <u>現地スタッフ</u> 1 名×1.79 P/M

分野	成果	活動内容	対象者	必要な投入量
	(7) SOP が改訂・作成される	1. SOP 改訂・作成支援 ➤ 配水流量監視 ➤ 給水接続工事	配水課 10 名 営業課 5 名 (課長、副課長、給水接続担当 3 名)	
生産管理	(5) 生産管理に係る能力が向上する	1. 効率的な施設の運用方法の立案 2. 汚泥処理計画の作成 3. 生産管理 OJT ➤ 原単位計算 ➤ 給水収益・コスト ➤ 浄水場運用 ➤ 在庫管理 ➤ 汚泥処理 ➤ 全体的な SOP 運用	9 名 (局長、副局長、各課長) 汚泥処理は浄水課 23 名	日本人専門家 1 名×1.43 P/M 第 2 回 浄水場運用研修 汚泥処理研修 給水接続促進研修 SOP 作成指導 第 3 回 レビュー フォローアップ研修 SOP 作成指導
	(6) 給水接続の申し込み促進に係る活動が実施される	1. 啓発資料作成に係る支援 2. 啓発活動に係る支援		現地スタッフ 1 名×0.00 P/M (配水施設運転維持管理と兼務)
	(7) SOP が改訂・作成される	1. SOP 作成支援 ➤ 効率的な施設の運用 ➤ 汚泥処理		

出典：JICA 調査団

項目	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	P/M	
														カンボジア人	日本人
浄水施設運転維持管理															
日本人専門家			0.60P/M				0.80P/M					0.63P/M		—	2.03
現地技術者							0.17P/M							0.17	—
現地スタッフ			0.53P/M				0.73P/M					0.53P/M		1.79	—
配水施設運転維持管理															
日本人専門家			0.60P/M				0.80P/M					0.63P/M		—	2.03
現地技術者			0.17P/M											0.17	—
現地スタッフ			0.53P/M				0.73P/M					0.53P/M		1.79	—
生産管理															
日本人専門家							0.80P/M					0.63P/M		—	1.43
現地技術者														0	—
現地スタッフ														0	—
報告書															
			▲ 進捗報告書				▲ 進捗報告書					▲ 最終報告書			

注：上表における見出し行の数値は工事開始からの月数を示す。

出典：JICA 調査団

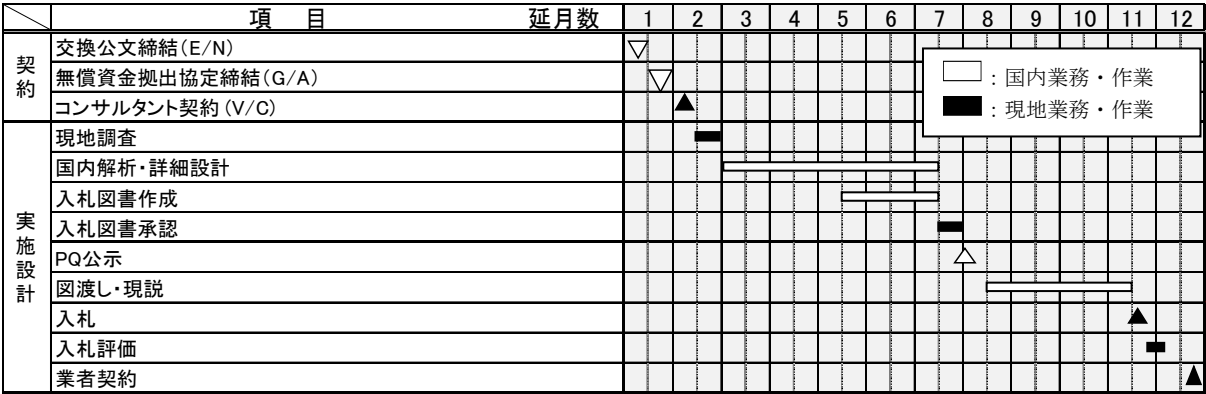
図 3-2-29 ソフトコンポーネント実施工程

3-2-4-9 実施工程

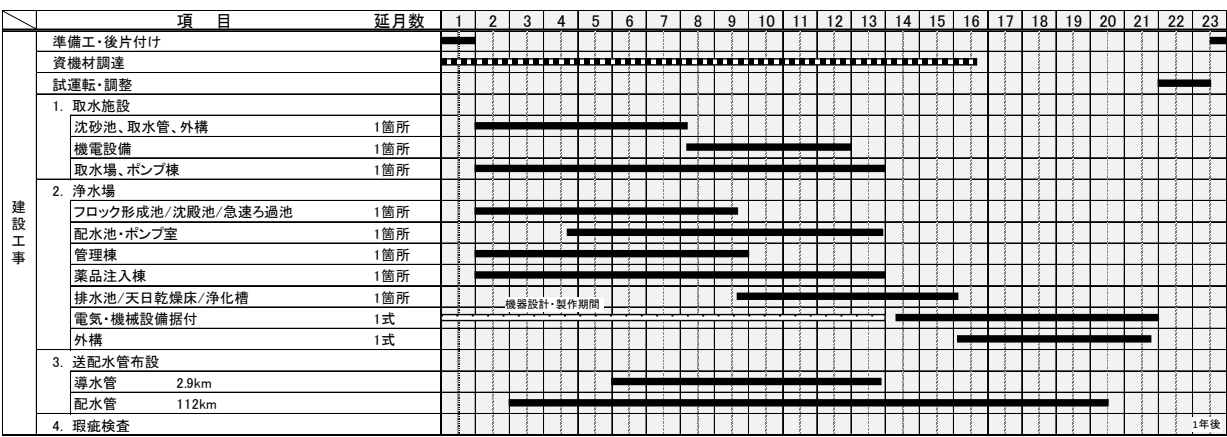
本計画は、日本政府とカンボジア政府の間で交換公文（E/N）が締結された後、独立行政法人国際協力機構（JICA）とカンボジア政府による贈与契約（G/A：Grant Agreement）に基づき、日本の無償資金協力事業によって実施される。

事業の実施には、実施設計・入札業務（E/N～コンサルタント契約～入札評価）に12ヶ月、業者契約後の機材調達及び建設工事に23ヶ月、合計35ヶ月を要する。

[実施設計]



[施工]



出典：JICA 調査団

図 3-2-30 実施工程表

3-2-5 安全対策計画

工事中の安全管理項目、頻度、管理方法について表 3-2-44 示す。安全対策の計画立案においては、建設業者が良好な労働環境を確保しているがどうか常に監理を行うとともに、工事関係者のみならず、第三者ならびに視察者の訪問時においても、その安全を確保するよう留意する。

また定期的に、施主（実施機関）および契約業者との合同による安全パトロールを実施すると共に安全管理ミーティングを実施し、安全管理の徹底に努める。以下に安全対策計画の内容と検査頻度を示す。

表 3-2-44 安全対策計画の内容

項目	細目	検査頻度	立合頻度	備考
1. 一般				
	・安全大会	適宜	随時	日常管理
	・安全パトロール等			
2. 安全管理作業				
	・危険物管理	適宜	随時	日常管理
	・交通安全対策			
	・高所作業等			
3. 作業着衣服				
	・ヘルメットの着用等	適宜	随時	日常管理
4. 保安手段				
	・誘導員等	適宜	随時	日常管理
5. 清潔整頓				
	・資材置場等整理整頓等	適宜	随時	日常管理
6. 衛生管理				
	・救急箱等	適宜	随時	日常管理
7. Covid-19 対策				
	・Covid-19 対策	適宜	随時	日常管理
	・Covid-19 ワクチン接種			
8. 防犯対策				
	・警備員等	適宜	随時	日常管理

出典：JICA 調査団

3-3 相手国側負担事業の概要

「3-3-1 相手側負担手続き事項及び分担事業」～「3-3-2 既存施設の処理水質について」に入札前、施工中、供用開始後の各段階における相手国側負担事業を示す。また、3-3-3 以降に浄水場及び取水ポンプ場用地取得及び整地、ワイコ湖からの取水許可、新規取水場及び浄水場への電力引込、導水管ルート及び送・配水管ルートの占有許可、各戸給水管接続と水道メータの調達と設置、環境社会配慮への対応、仮設用地の確保及びその他について記載する。

3-3-1 相手側負担手続き事項及び分担事業

3-3-1-1 入札前

表 3-3-1 相手国側負担事業（入札前）

NO	負担内容	履行期限	責任機関
1	日本にある銀行と銀行取極め (Banking Arrangement : B/A) を締結すること	G/A調印後1ヶ月以内	経済財務省(MEF)
2	コンサルタントへの支払いのため、B/A を締結した日本の銀行に対し、支払手続きの執行権を当該銀行に授与する旨の支払授權 (Authorization to Pay : A/P) を発給する	コンサルタント契約締結後1ヶ月以内	MISTI
3	本体工事に必要となる仮設ヤードを確保する	資格審査公示前まで	MISTI
4	工事のための建設許可を得ること	資格審査公示前まで	MISTI
5	用地を開墾して平らにし建設用地を確保する。また、浄水施設及び取水施設建設予定地において造成盛土を行う	資格審査公示前まで	MISTI
6	建設予定地及び仮設ヤードにおける地雷、不発弾の探査	資格審査公示前まで	MISTI
7	プロジェクトモニタリング報告書 (Project Monitoring Report: PMR)の提出	資格審査公示前まで	MISTI

出典：JICA 調査団

3-3-1-2 施工中

表 3-3-2 相手国側負担事業（施工中）

NO	負担内容	履行期限	責任機関
1	コントラクターへの支払いのため、B/A を締結した日本の銀行に対し、支払手続きの執行権を当該銀行に授与する旨の支払授權 (Authorization to Pay : A/P) を発給する	業者契約締結後1ヶ月以内	MISTI
2	B/Aに基づく銀行業務のために手数料を負担する		
	(1) 受権書 (A/P) 発給のための手数料	業者契約締結から1ヶ月以内	MISTI
	(2) A/Pに基づく支払い手数料	支払い毎	MEF
3	本プロジェクトの資機材輸入の関税負担措置、通関手続き及び速やかな内陸輸送措置への協力	プロジェクト実施期間中	MISTI
4	本プロジェクトに従事する日本人のカンボジア国への入国及び滞在するために必要な法的措置への協力	プロジェクト実施期間中	MISTI
5	本プロジェクトに従事する日本人及び実施に必要な物品購入、サービス調達の際の課税免除措置への協力	プロジェクト実施期間中	MISTI

NO	負担内容	履行期限	責任機関
6	本プロジェクトの実施上必要となる経費のうち、日本国の無償資金協力事業によるもの意外の経費の負担	プロジェクト実施期間中	MISTI
7	(1)プロジェクトモニタリング進捗報告書の提出	毎月	MISTI
	(2)プロジェクトモニタリング最終報告書の提出	完了証明書サインから一ヶ月以内	MISTI
8	プロジェクト完了報告書の提出	プロジェクト完了から6ヶ月以内	MISTI
9	施設へのアクセス道路の建設のための許可取得支援	本体工事開始1ヶ月前まで	ローカルコミュニティ / MISTI
10	施設建設地点までの電気、水道、下水の引き込み		MISTI
	(1) 建設予定地近くの主要道路までの電気の引き込み	本体工事開始前まで	
	(2) 建設予定地敷地内までの電気の引き込み	試運転の2ヶ月前まで	
	(3) 取水ポンプ遠方監視システム及び配水監視システム用のインターネット回線及びGPRS回線の契約	本体工事完了2ヶ月前まで	
11	本体工事中の交通処理・誘導・安全管理について支援を行うこと	施工中	MISTI
12	環境管理計画 (Environmental Management Plan : EMP) 及び環境モニタリング計画 (Environmental Monitoring Plan : EMoP) の履行	施工中	MISTI
13	プロジェクトの実施に従事する者の安全を確保すること	施工中	MISTI
14	モニタリングフォームを適用した環境モニタリング報告書を四半期毎にJICAへ提出すること。	施工中	MISTI
15	導水管、配水管敷設工事に必要な道路占用許可等を所轄機関へ申請し取得すること	施工中	MISTI (WWs ¹⁶)
16	その他本プロジェクト実施に必要な関連許可取得を支援すること (取水施設建設・浄水施設建設)	施工中	MISTI (WWs)
17	給水管接続工事を実施すること、計画接続戸数 7,378 戸 ^{*1)} 施工期間中年間平均 500戸の接続を想定する。(2022年：500戸、2023年：500戸、2024年：500戸)	施工中	MISTI (WWs)
18	新規施設運転のための新規職員の採用	2027年末 必要な人員を一度に雇用することは難しいため、2022年から段階的に雇用していくことが望ましい。	MISTI (WWs)
19	給水管接続に必要な施工体制 (臨時雇用を含む) の確立、技術指導、工事予算措置、各戸接続促進のため広報・計画策定を実施すること	2027年末	MISTI (WWs)
20	貧困層世帯を特定すること ¹⁷⁾ 計画戸数 375戸	2027年末	MISTI (WWs)

注：*1) 給水接続戸数=給水人口÷世帯構成人数=55,964÷4.63=12,087 世帯、12,087 (2027 年) -4,709 (2019 年) =7,378 世帯 (接続増加分)

出典：JICA 調査団

¹⁶ 水道局 (Waterworks : WWs)

¹⁷計画戸数 375 戸は、3-2-2-6-(4) に記載のとおり、推定値である。施工にあたっては給水区域内の対象となる貧困層世帯を特定する必要がある。

3-3-1-3 供用開始後

表 3-3-3 相手国側負担事業（供用開始後）

NO	負担内容	履行期限	責任機関
1	EMP 及び EMoP の履行	EMP 及び EMoP に基づく期間	MISTI
2	モニタリングフォームを適用した環境モニタリングの結果を半年毎に JICA へ提出すること。環境への顕著な負の影響が見つかった場合は、住民への影響が十分に復旧されない場合は、MISTI と JICA の合意の下、モニタリング期間の延長が検討される。	プロジェクト完了から3年後まで	MISTI
3	本プロジェクトにより建設された施設が正しく効果的に運用され、維持管理されること。 (1) 維持管理コストの割り当て (2) 維持管理施設 (3) 日常点検及び定期点検	本体工事完了後	MISTI
4	給水管接続工事を実施すること、計画接続戸数 7,378 戸 ^{*1)} 施設完成後年間最大2,000戸の接続を想定する。(2025年：1,878戸、2026年：2,000戸、2027年：2,000戸)	2027年末	MISTI (WWs)
	(1) 給水管接続に必要な臨時雇用を含む施工体制の確立、技術指導、工事予算措置、各戸接続促進のため、広報・計画策定の実施	2027年末	MISTI (WWs)
	(2) 貧困層世帯—計画戸数 375 戸（都市部：218戸、農村部：157戸） ^{*2)} 注)給水装置は日本側の負担、接続工事費用はカンボジア側負担	2027年末	MISTI (WWs)
	(3) 貧困層世帯を除く一般世帯等、計画接続戸数 7,003 戸 ^{*3)} 注) 給水装置および接続工事費用はカンボジア側負担	2027年末	MISTI (WWs)
	(4) 給水管接続工事実績を毎年 JICA へ報告すること	2027年末	MISTI (WWs)

注：*1) 給水接続戸数=給水人口÷世帯構成人数=55,964÷4.63=12,087 世帯、12,087 (2027 年) -4,709 (2019 年) =7,378 世帯（接続増加分）

*2) 2027 年における貧困世帯数 (Poor Level 1) = 410 世帯、このうち接続済の貧困世帯数 35 世帯を控除し、375 世帯が見込まれる。

*3) 接続増加分の内、貧困世帯以外の増加数は、7,378-375=7,003 世帯となる。

出典：JICA 調査団

3-3-2 既存施設の処理水質について

既存浄水場の 4,560m³/日の重力式鋼製ろ過器は、ADB の支援による改修工事以前から、鉄及びマンガンの処理に問題があったが、同改修工事が完了した 2020 年 1 月の水質検査結果においても、処理水質が水質基準を満たしていない状況となっていた。その後、2020 年 4 月から、中国企業が新たに導入した 2000m³/日の膜ろ過施設が稼働を開始し、鉄及びマンガンの水質は改善方向の結果が得られており、更なる施設更新は不要となっている。今後、引き続き既存浄水場の水質についてモニタリングして行く。

3-3-3 浄水場及び取水場用地取得及び整地

浄水場の用地取得については、水道局が 2017 年 12 月に元の地主から取得済みである。取水場用地については、湖を横断する国道 1 号線沿いに設置される予定で、公共用地であり、この用地の使用許可は州政府から得ることになる。2019 年 12 月 19 日に実施した州副知事との面談では、使用については特段の問題はないが毎年 11 月の水祭りの際にワイコ湖の湖畔でセレモニーが開催されるため、景観に配慮した設計とする旨コメントを得ている。これら、浄水場及び取水場の用地は、今後、建設開始までに整地することが必要となる。整地の規模は掘削盛土（切盛り）が

浄水場予定地で 13,767 m³ 程度、取水場予定地で 5,067 m³ 程度必要となる。なお、本プロジェクトにおいて、住民移転は発生しない。



出典：JICA 調査団

図 3-3-1 新設浄水場予定地



出典：JICA 調査団

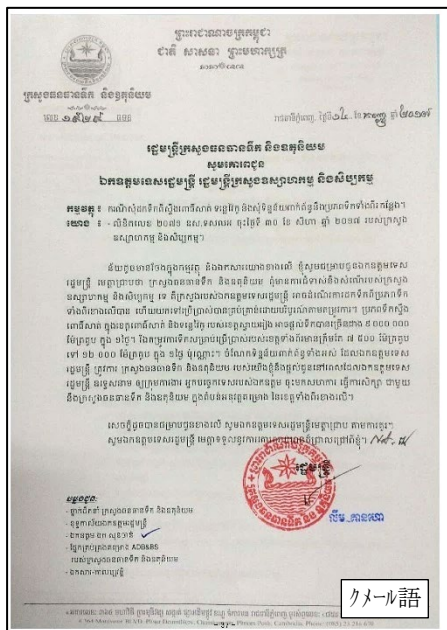
図 3-3-2 新設取水場予定地

取水地点の用地取得に関わる手続きは、スバイリエン水道局から MISTI の地方出先機関の DISTI を通じて州政府へ許可申請を行い、承認を得る。州政府は施工箇所、工法等の工事情報と共に DOWRAM へ通知することとなっている。

3-3-4 ワイコ湖からの取水許可

カンボジアでは、2007 年に施工された水法「Law on Water Resources Management of the Kingdom of Cambodia」に基づき、MOWRAM が責任機関となり、表流水及び地下水の水量管理と水質管理及び洪水・土砂災害対策を含む統合水資源管理 (Integrated Water Resources Management: IWRM) を実施していくことを目指している。

ワイコ湖からの表流水取水量は、既存施設や ADB が運用開始予定の 9,000m³/日の急速ろ過浄水場および本プロジェクトにて整備予定の 6,800m³/日の急速ろ過浄水場等のための取水を合計して 20,680 m³/日程度 (= 2,000 x 1.1 + 6,800 x 1.1 + 11,000) となる見込みである。これに対するワイコ湖からの取水許可については、2017 年 9 月に MISTI が MOWRAM から 12,000m³/日の取水許可を得ている。また、ADB により拡張予定の浄水場用の取水許可も含めて、別途 2021 年 7 月に 11,000 m³/日の追加の取水許可を得た。



Kingdom of Cambodia

MoWRAM

No. 1929

Phnom Penh, 14 September 2017

Minister of MoWRAM

To

Excellency Senior Minister of MIH

Objective: Request for abstraction of water from Pursat River, Vaiko River and for some data related to both water sources

Reference: Letter no. 2071 dated 30 August 2017 of MIH

With above objective and reference, I would like to inform you, Your Excellency that MoWRAM has no objection to the request of MIH. Your ministry can abstract enough water from both water sources. The Pursat River and Vaiko River can provide water of amount more than 9,000,000 m³/day while the water demand at both cities varies only from 7,500 m³/day to 12,000 m³/day.

Regarding to requested relevant data, it will be provided by MoWRAM when you introduce your study team to cooperate and study with MoWRAM related to Project area of both cities.

Please, Your Excellency be informed.

Your sincerely,

Minister

(Signature and stamp)

LIM Keanhor

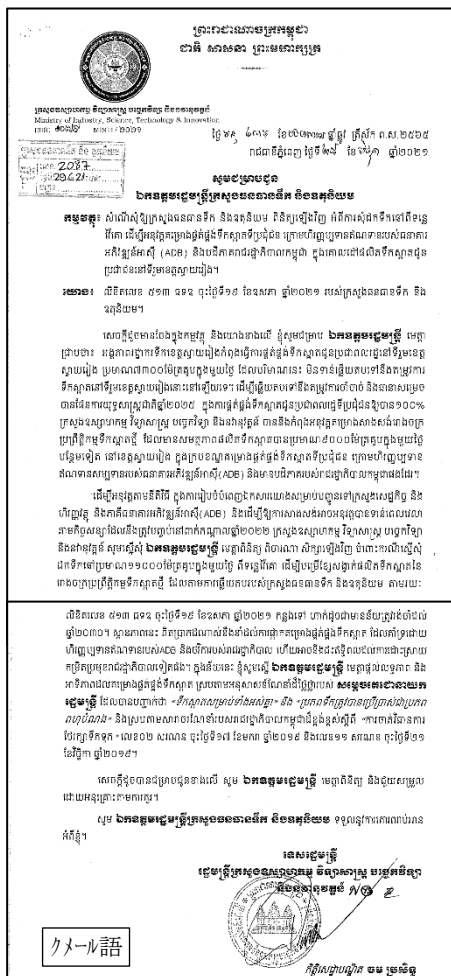
CC:

- Management level of MoWRAM
- Minister cabinet
- H.E. EK Son Chann
- Management level of ADB&BS Project of MoWRAM
- Archive

英語

出典：JICA 調査団

図 3-3-3 取水許可レター（12,000m³/日分、2017 年 9 月）



Kingdom of Cambodia

MISTI

1079 MISTI/2021

Phnom Penh, 28 Jun 2021

To: Your Excellency Minister of MoWRAM

Objective: Request for Water Abstraction from Vaiko river for the implementation of urban water supply project under ADB loan and GoC counterpart fund for Svay Rieng City

Reference: Letter No. 513 dated 19 May 2021 of MoWRAM

With above objective and reference, I would like to inform you, Your Excellency that Svay Rieng Waterworks is currently supplying, in Svay Rieng City, the clean water of about 7 300m³/day which does not meet the actual water demand yet. In response to this necessity and to achieve the national strategy stating that by 2025 the urban water supply shall cover 100%, MISTI has been implementing a new project of water treatment plant with the capacity of 9 000m³/day under the ADB loan and government counterpart fund.

To conform to the document procedure of MEF and ADB so that the implementation of the project can be completed on time by 2022, MISTI would like to request you, your excellency to reconsider about the water abstraction of about 11 000 m³/day from Vaiko river for this new water treatment plant project.

According to your letter No. 513 dated 19 May 2021, it seems that we have to wait until 2030. In this context, we are sure that this Project under ADB loan and Government Counterpart fund will be postponed which would affect government level countermeasure. For this reason, please, Your Excellency, provide the priority for the water supply project conforming to the recommendation of the Samdech Techo Prime Minister which mentioned "Water for All" and "Water sources shall be used for multipurpose" and in accordance to the Government Circulation on "Countermeasure to store water" No. 02 dated 17 Jan 2019 and No. 11 dated 21 Nov 2019.

Please, Your Excellency, kindly facilitate the request accordingly.

Yours Sincerely,

Senior Minister

Minister of MISIT

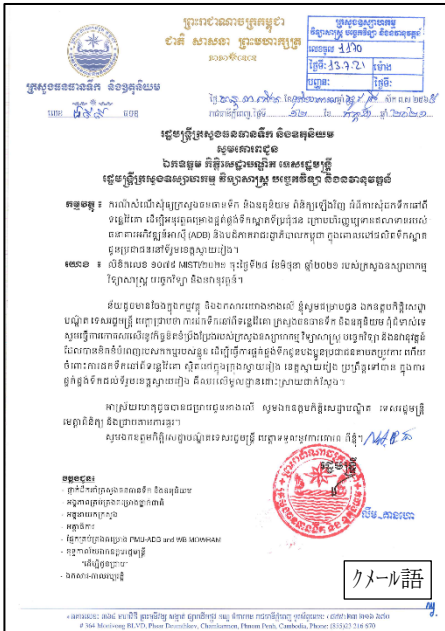
(signature and stamp)

Kitti Settha Pandita Cham Prasidh

英語

出典：JICA 調査団

図 3-3-4 取水承認要請レター（11,000m³/日分、2021 年 6 月）

	Kingdom of Cambodia MoWRAM No. 899 Phnom Penh, 12 July 2021 Minister of MoWRAM To Excellency Senior Minister of MISTI Objective: Request for abstraction of water from Vaiko River for the urban water supply project under the ADB loan and GOC counterpart fund in Svay Rieng City Reference: Letter no. 1079 MISTI/2021 dated 28 June 2021 of MISTI With above objective and reference, I would like to inform you, Your Excellency that MoWRAM has no objection to the request of MISTI. We appreciate the effort of MISTI to carry out its mission to respond to people water demand. This water abstraction from Vaiko lake for supply in the Svay Rieng City is actual solution basis. Please, Your Excellency be informed. Your sincerely, Minister (Signature and stamp) LIM Keanhor CC: - Management level of MoWRAM - National Project Management Unit - General Department of Ministry - អាគារនីតិ - Project Management Unit of ADB and WB Project of MoWRAM - Archive
	英語

出典：JICA 調査団

図 3-3-5 取水許可レター（11,000m³/日分、2021 年 7 月）

3-3-5 新規取水場及び浄水場への電力引込

本プロジェクトにおいて、取水ポンプ場と浄水場の構内に受変電設備を新規設置する。EDC 22kV 送電線からそれぞれの新設受変電所までの電力引込工事は先方負担事項とする。

取水ポンプ場は 1 号線道路に面しており、1 号線道路東側の EDC 22KV 配電線より約 600m 地中電線路にて構内受変電設備まで引き込む予定であり、浄水場に関しては 319 号線道路沿いの 22KV 配電線より約 600m 架空電線路にて構内受変電設備まで引き込む予定である。

3-3-6 導水管ルート及び送・配水管ルートの占有許可

3-3-6-1 国道、橋梁添架および軌道敷での占有許可

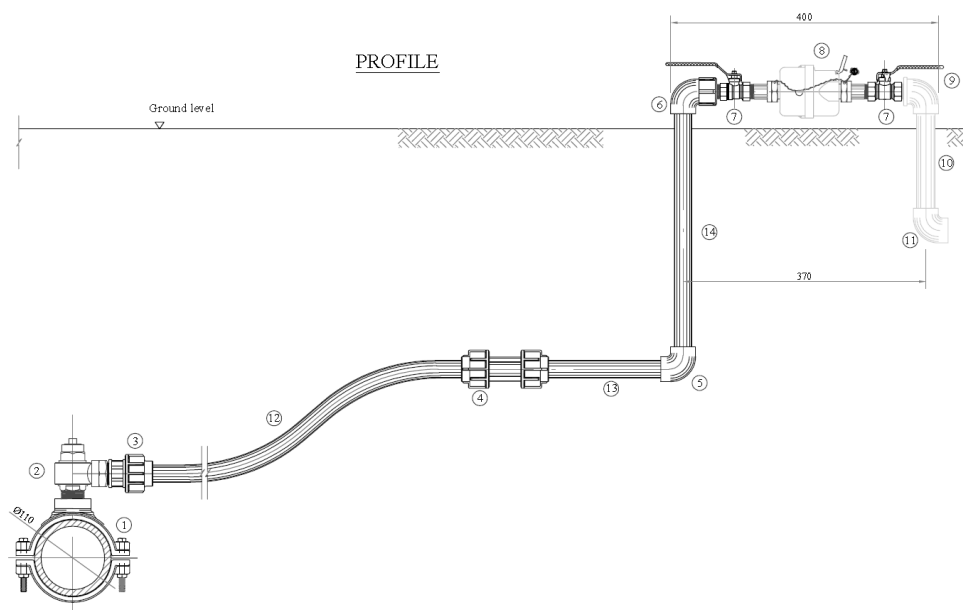
国道、橋梁添架および軌道敷での占有許可においては、スバイリエン水道局から MISTI の地方出先機関である DISTI を通じて MISTI へ道路占有許可申請書を送付し、MISTI は施工箇所、工法等の工事情報と共に、MPWT へ許可申請を行う。MPWT は許可申請を承認後、MISTI 及びその地方出先機関の DPWT へ承認の件を通知する手順となっている。

3-3-6-2 一般道路での占有許可

スパイリエン水道局から MISTI の地方出先機関である DISTI を通じて、Provincial Governor へ許可申請を行う。Provincial Governor は承認後、施工箇所、工法等の工事情報と共に、DPWT へ通知する手順となる。

3-3-7 各戸給水管接続と水道メータの調達と設置

配水管から先の給水管等については、水道メータ、給水管及び付属品を含めた給水施設は、住民の依頼により水道局が設置する。一般家屋の場合、給水管の口径は概ね 25mm、水道メータは口径 15mm であり、これら資機材及び設置費用（接続料）は、標準で 290,000KHR である。接続料は住民負担（受益者負担）となるが、貧困層には支払免除や最大 12 回までの分割払いも用意されている。



出典：JICA 調査団

図 3-3-6 各戸接続標準図

本プロジェクトによる給水率向上を目指すためには、水道への新規接続希望者（申請者）への各戸給水管接続と水道メータの調達・設置が必要である。この作業は、新規接続希望者の費用負担で、水道局の技術者により行われる。本プロジェクトでは、目標年次の 2027 年までに貧困層を含めて 7,378 世帯の給水管接続を見込んでおり、計画目標年次までに年間最大 2,000 戸程度の給水管接続を想定している。給水管接続の施工可能量は職員 3 名による 1 班体制で年間約 500 件程度であることから、最盛時には 10 名程度による 4 班体制が必要となるが、目標年次以降、給水装置工事は現在の水準まで減少することが見込まれるため、最盛時の増員 6 名は外部人材の活用を予定している。なお、貧困層への給水拡大のために、貧困世帯を対象とする給水装置（メーター、管材及びその他の付属品）の機材調達が本プロジェクトに含まれているが、これらの給水装置の接続費用についてはカンボジア側負担（水道局側負担）となる。

3-3-8 環境社会配慮への対応

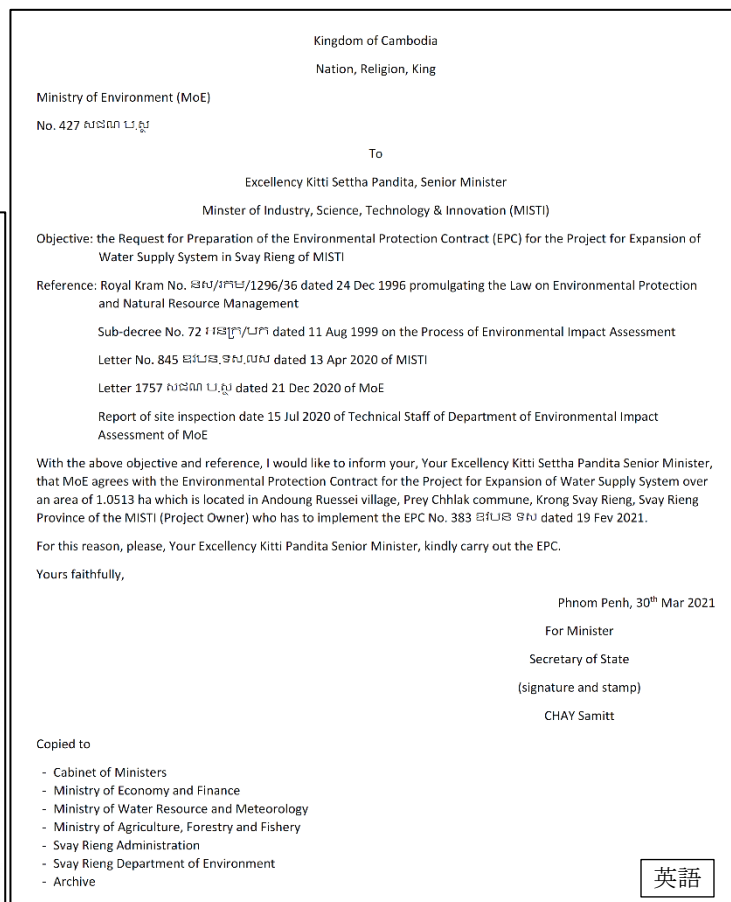
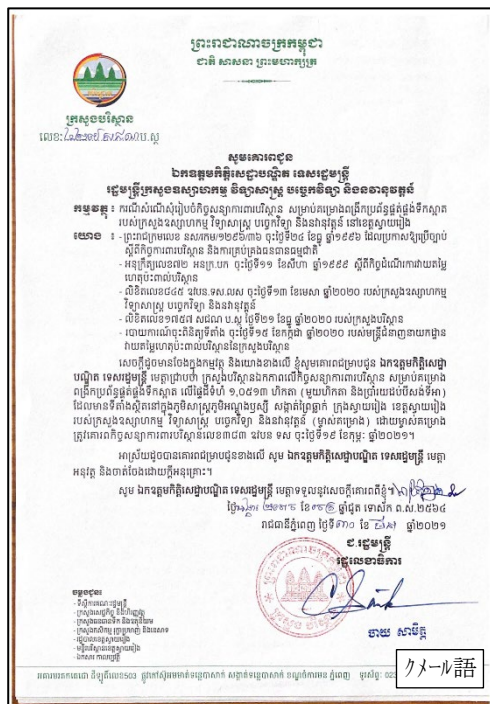
本プロジェクト実施に関して、カンボジア側が負担すべき環境社会配慮に対する事項は以下のとおりである。

3-3-8-1 EPC の承認取得

2020 年に施行された「開発事業の環境影響評価の分類にかかる省令（環境省令 No.021）」により、すべての浄水場及び配水システム事業は EPC の対象となり、IEIA または EIA は不要となった。IEIA との違いは以下のとおりである。

- レポート作成前に申請書を提出できる。
- 審査にかかる日数は 28 営業日である。
- MOE は審査のためにテクニカルチームを結成するが、EIA/IEIA の場合は 12 名であったものが、EPC では 3~4 名である。
- EPC では水質、大気質、騒音等については、実測を義務としない。

MISTI は、2021 年 3 月 30 日付けで MOE から EPC の承認を得ており、プロジェクトの実施期間中において、EPC の内容に沿って取り組む事を 2021 年 4 月 12 日のミニッツ協議にて確認している。



出典：JICA 調査団

図 3-3-7 EPC 同意レター

3-3-8-2 環境管理計画及びモニタリング計画の実施

MISTI、DISTI 及び水道局は、環境管理計画及びモニタリング計画が着実に実施されることを監督する責任を負う。

給水能力の拡張を目的とした本プロジェクトにおいては、短期間における大規模な施工等は実施しないものの、市街地や住宅地における施工が必要であり、近隣環境に対して留意する必要がある。給水、浄水施設や、管網の敷設の施工に際しては、その近隣において、主に大気汚染、水質汚濁、騒音・進藤等において注意が必要となる。施設の運用に際しては、取水ポンプや送水ポンプの稼働にともなう騒音・振動、汚泥の処分等による影響への配慮が必要である。

3-3-9 仮設用地の確保

工事期間中一時的に必要とされる宿舍、事務所、仮置き場等については、借用により用地を確保する必要があるが、これらは MISTI が準備する。リース契約においては、市場価格に基づいた適正な価格とする。

仮設ヤード候補地は 319 号線沿いに位置し、カンボジア政府所有の約 15,000m² の土地が最有力候補地として挙げられる。

廃棄物処分場候補地については候補地の面積が 1,000m² と小さいため、最低 10,000m² 以上の代替地の確保をスバイリエン水道局及び Provincial hall に要請した。



出典：JICA 調査団

図 3-3-8 仮設ヤード及び廃棄物処分場候補地位置図

3-3-10 その他

上記以外に本プロジェクト実施に当たり、カンボジア側負担事項と想定されるものは下記のとおりである。

- MISTI/DISTI/水道局で組織される PIU（Project Implementing Unit：プロジェクトチーム）の設立
- 水道局職員の増員と適切な人員配置、トレーニング
- 調達された資機材の在庫管理、建設された施設の適正な維持管理
- 事業モニタリングに係る指標値の継続した収集と蓄積

3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画

3-4-1 プロジェクト実施後の運営・維持管理

本プロジェクトにより拡張される水道施設の運営・運転維持管理に係る業務量を踏まえ、目標年次である 2027 年におけるスパイリエン水道局の運営・維持管理体制を検討した。その結果を表 3-4-1 に示す。

表 3-4-1 本プロジェクト後の運営・維持管理体制

部署	業務分掌	現在の職員数 (2021 年)	目標年次の 職員数 (2027 年)	増員数
局長	局総括管理	1	1	0
副局長	総務課を所管	1	1	0
副局長	経理・財務課を所管	1	1	0
副局長	技術総括 営業課、浄水課、配水課を所管	1	1	0
総務課	総務、人事管理、計画管理	2	3	1
経理・財務課	経理、財務、料金徴収	4	5	1
営業課	顧客管理、検針、給水接続	8	12	4
浄水課	浄水場運転・維持管理、水質試験	12	23	11
配水課	漏水調査・修繕、管路拡張・更新、配水管理	5(4)*	10	5
計		35(34)*	57	22

* () 外の数 は定数、() 内 の数 は欠員が出ている現状を示す
出典：JICA 調査団

(1) 浄水課

新規浄水場は取水された表流水を急速ろ過方式で処理するもので、処理能力は既存の 6,560 m³/日に対し約 6,800 m³/日である。現在の水道局から約 5km 離れた場所に浄水場が建設されることから、その運転維持管理のため、浄水課に副課長をリーダーとする 11 名の新たな運転維持管理チームを設けるものとする。新たなチームは以下の 1)～4) の係構成とし、必要な人員は選抜された現職員と新規採用職員を充てるものとする。なお、既存浄水場の運転維持管理に係る人員は変更しないものとし、浄水課は合計で 11 名を増員するものとする。

1) 副課長：1 名

新規浄水場の運転維持管理を統括する。

2) 運転係：8 名

新規の浄水場は 24 時間稼働するため、運転係は 2 名 1 班の 4 班体制により交替制勤務で運転業務を行う。なお、取水ポンプは新規浄水場から運転操作と監視が可能のため、新規取水場に人員は配置しない。運転係の交替制勤務の例を表 3-4-2 に示す。

表 3-4-2 新規浄水場運転係の交代勤務の例

		Mon			Tue			Wed			Thu			Fri			Sat			Sun		
		A	B1	B2	A	B1	B2	A	B1	B2	A	B1	B2	A	B1	B2	A	B1	B2	A	B1	B2
Team1	Staff 1	O				O				O				O				O				O
	Staff 2	O				O				O				O				O				O
Team2	Staff 3				O				O				O				O				O	
	Staff 4				O				O				O				O				O	
Team3	Staff 5		O				O				O				O				O			
	Staff 6		O				O				O				O				O			
Team4	Staff 7			O				O				O				O				O		
	Staff 8			O				O				O				O				O		

Shift A 08:30-17:00

Shift B1 16:30-01:00

Shift B2 00:30-09:00

出典：JICA 調査団

3) 整備係：1 名

施設や設備の日常的な保守点検業務や薬品の溶解などの業務は、日勤の整備係 1 名が主に担当する。設備故障の対応や沈殿池の洗浄など、人手が必要な場合は、1) 副課長及び 2) 運転係の 1 名がそれを補佐するものとする。

4) 水質試験係：1 名

新規の浄水場には水質試験室が準備される。新規浄水場の原水は表流水で、既存の浄水場の地下水に比べ水質変動が大きい。また、急速ろ過方式の浄水処理で、既存浄水場より水質管理が重要なため、日勤の水質試験係を 1 名配置する。

(2) 配水課

本プロジェクトの実施により、配水管の延長が約 112km に拡張され給水区域が拡大する。また、新たに配水監視システムも導入されるため、増員が必要である。

過去のプロジェクトが実施されたバタンバンでは、配水管 100km あたりの配水課の職員は 4.7 名、コンボンチャムでは 4.6 名である。これを踏まえ、配水課は 5 名増員の 10 名体制とする。現在は課の人員が少ないため全ての業務を課内全員で行っているが、増員後は業務別に漏水調査・修繕が 3 名、管路拡張・更新が 3 名、配水管理が 2 名の人員体制とする。

(3) 営業課

2019 年時点では 2 名の職員が毎月約 4,700 戸のメータを検針していた。計画目標年次には、約 12,000 戸の検針が必要となることから、検針担当者は 3 名増員し 5 名とする。

給水接続工事については、計画目標年次まで計画的に工事を実施していく必要があるが、それ以降は件数が大幅に減少する。そのため、人員は現状維持のまま計画目標年次まで外部人材を活用し給水接続工事を実施する。具体的には、職員 1 名と外部人材 2 名を 1 班とし、3 班体制とする。

顧客情報管理については、現在課長が担当しているが、給水接続件数が倍以上に増加することから担当職員を2名配置する。課長には、本来業務である営業課のマネジメントを行ってもらう。

よって、営業課全体としては4名増員し12名体制とする。

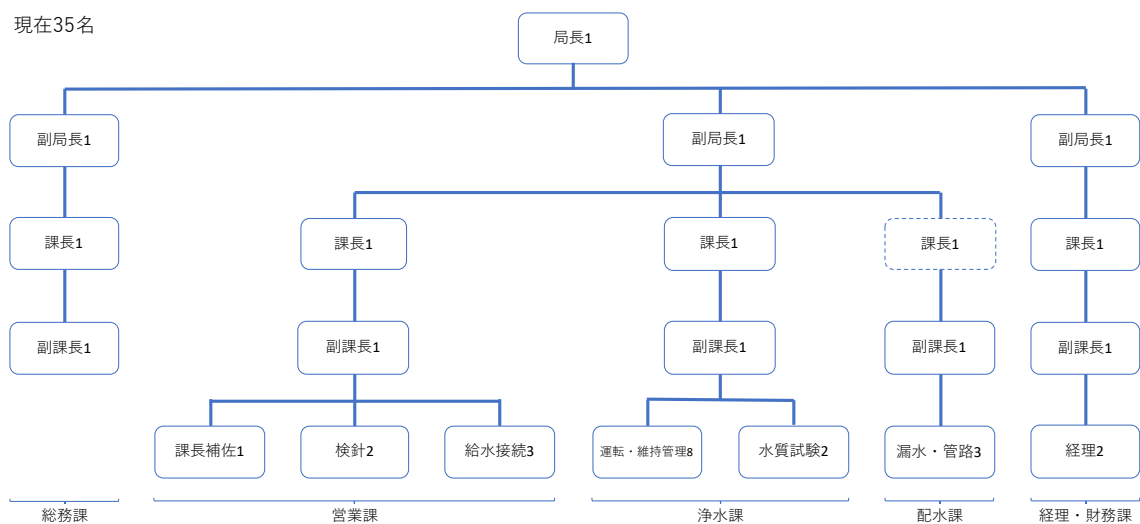
(4) 経理・財務課

経理・財務課は、料金徴収や財務、会計に係る業務量が増える。人材育成プロジェクト・フェーズ3でSUMSシステムが導入されているが、現状においても人手不足であるため、現在の4名から1名増員し5名体制とする。

(5) 総務課

総務課は、本プロジェクトによって新たな業務が発生するわけではない。しかし、各課の管理業務を担う部署であり、新規浄水場が建設され人員が増加することに伴い業務量が増えるため、現在の2名から1名増員し3名体制とする。

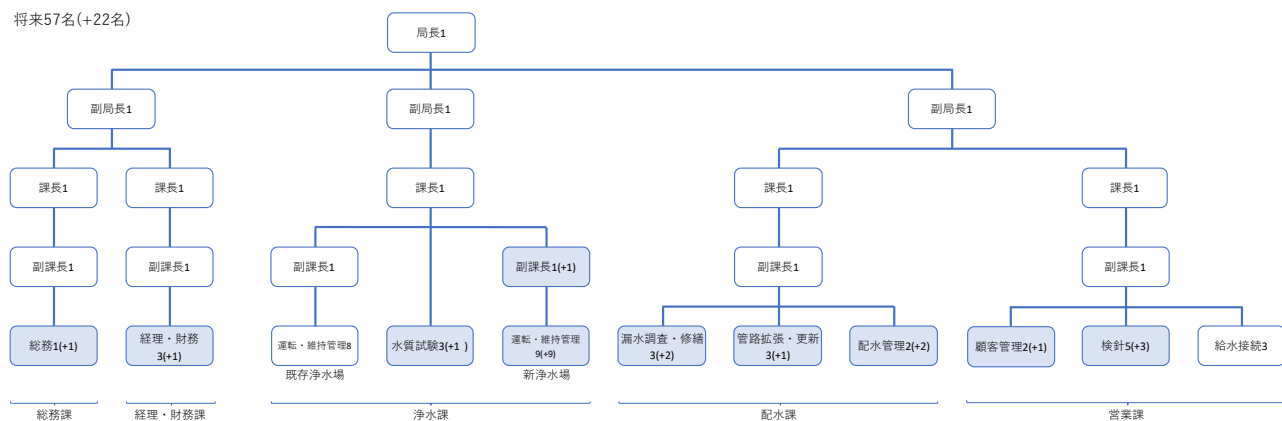
図 3-4-1 及び図 3-4-2 にスパイリエン水道局の現在と将来の組織体制を示す。



出典：JICA 調査団

図 3-4-1 スパイリエン水道局の組織（現在）

将来57名(+22名)



出典：JICA 調査団

図 3-4-2 スバイリエン水道局の組織（将来）

表 3-4-3 の要員計画に示すとおり、職員の増員は新規浄水場の建設まで及び計画目標年次までに、計画的に行う。

浄水課及び配水課については、新規施設の運用が始まる 2025 年に所定の職員数となるよう段階的に増員するものとする。

表 3-4-3 要員計画

部署／年度	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
浄水課	9	9	12	15	18	23	23	23	23
配水課	4	4	5	5	7	10	10	10	10
営業課	7	8	8	8	9	11	11	11	12
経理・財務課	4	4	4	4	4	5	5	5	5
総務課	2	2	2	2	2	3	3	3	3
局長・副局長	4	4	4	4	4	4	4	4	4
合計	30	31	35	38	44	56	56	56	57
外部人材					3	6	6	6	6
給水戸数	4,709	5,579	6,005	6,429	6,854	8,830	9,502	10,784	12,087
施設建設					←	→			

出典：JICA 調査団

3-4-2 施設の維持管理項目

施設の維持管理項目を表 3-4-4 に示す。

表 3-4-4 維持管理項目

施設区	業務区分	業 務 内 容	頻 度	備 考
取 水 施 設	取 水 施 設 維 持 管 理 業 務	日常保守点検	毎日	
		ポンプ・モータ定期点検	2 回/月	
		電気設備定期点検	2 回/月	
		ピット排泥作業	1 回/月	
		スクリーン清掃作業	1 回/週	
浄 水 施 設	浄水処理 業務	取水ポンプ運転・停止	毎日	浄水場から操作
		フロック形成状態確認	毎日	
		凝集剤の溶解、注入率調整	毎日	ジャーテスト結果、フロック状態
		アルカリ剤の溶解、注入率調整	毎日	pH 測定
		塩素剤の溶解、注入率調整	毎日	残留塩素測定
		ろ過池運転・停止	毎日	
		ろ過池洗浄	毎日	
		排水ポンプ運転・停止	毎日	
		天日乾燥床管理	毎日	汚泥状況確認（含水率）
		沈澱池排泥	随時	
		沈澱池内清掃	3 回/年	
		排泥池清掃	6 回/年	
		汚泥運搬対応	6 回/年	
		砂層厚測定	1 回/年	
		ろ過砂性能試験	1 回/年	有効径、均等係数
		水位監視	毎日	着水井、沈澱池、ろ過池、配水池
		運転日報記録	毎日	
	水質検査 業務	水質必須項目測定	毎日	濁度、残留塩素、pH、水温等
		水質重要項目	4 回/年	アルミニウム、アンモニア性窒素
		ジャーテスト	毎日	
		水質計器清掃	1 回/週	
		給水栓の残留塩素測定	2 回/月	数箇所
		水質日報記録	毎日	
		水質月報記録	1 回/月	
	機械・電気 設 備 保 守 点 検 業 務	日常保守点検	毎日	
		設備の軽微な故障対応・修理	毎日	
		ポンプ・モータ定期点検	2 回/月	
		電動弁定期点検	2 回/年	
		薬注設備定期点検	2 回/月	
		薬注配管洗管	随時	
		水位計点検	2 回/年	ろ過池、配水池
		絶縁接地抵抗測定	1 回/年	電気設備
	その他	場内清掃業務	毎日	
		警備業務	毎日	
配 水 施 設		配水ポンプ運転・停止	毎日	

施設区	業務区分	業 務 内 容	頻 度	備 考
	配 水 ポ ン プ 運 転 業 務	配水ポンプ運転記録	毎日	
		運転スケジュール作成	毎日	
		運転月報記録	1 回/月	
	配水流量・ 水圧監視 業務	配水データ記録	毎日	
		配水流量・水圧の分析	毎日	
		漏水調査の実施	随時	
		漏水修繕	随時	
	配水施設 維持管理 業務	配水管網の水質確認	2 回/月	
		洗管	随時	
		路線巡視	随時	
		他工事立会・状況確認	随時	
生 産 管 理	維持管理 業務	運転年報作成	1 回/年	2 箇所の浄水施設管理
		薬品在庫管理	毎日	凝集剤、アルカリ剤、塩素
		汚泥処理計画	随時	

出典：JICA 調査団

3-5 プロジェクトの概略事業費

3-5-1 協力対象事業の概略事業費

3-5-1-1 日本側負担費用

「施工・調達業者契約認証まで非公表」

3-5-1-2 カンボジア側負担費用

カンボジア側の負担費用は約 0.75 億円であり、その内訳を下表に示す。

表 3-5-1 カンボジア側負担費用内訳

負担事項	内容	USD	万円 ^{※1}
用地整備	取水場および浄水場予定地の造成・盛土	496,340	5,458
仮設用地	土地のリース代	50,000	550
	不発弾（Unexploded Ordnance：UXO）調査	22,104	243
環境社会配慮	環境影響項目のモニタリング費用（供用時） （異常騒音・振動、乾燥汚泥の処理）	8,842	97
情報通信費用	取水ポンプ遠方監視システム及び配水監視システム用の インターネット回線及び GPRS 回線の契約	4,421	49
電気工事	取水・浄水施設への一時側受電設備の工事負担費用	38,424	423
手数料	B/A、A/P に係る費用	22,104	243
給水管接続費用 ^{※2}	貧困層世帯用工事費（レベル 1：375 世帯、レベル 2：330 世帯 ^{※3} ）	3,527	39
	貧困層世帯用材料費（レベル 2：330 世帯）	22,467	247
合計		668,229	7,349

※1：1 ドル=109.97 円

※2：レベル 2 貧困世帯の 60%（826 x 0.6=496 世帯）及び一般世帯（6,177 世帯）の材料費及び工事費は受益者負担となる。なお、材料費は 453,764USD、工事費は 33,365USD と見込まれる。

※3：レベル 2 貧困世帯の 40%（826 x 0.4=330 世帯）

出典：JICA 調査団

3-5-1-3 積算条件

- 1) 積算時点： 令和 3 年 6 月
- 2) 為替交換レート： US\$1=109.97 円（令和 3 年 3 月から 5 月までの 3 ヶ月平均）
KHR1=0.0266 円（令和 3 年 3 月から 5 月までの 3 ヶ月平均）
- 3) 実施期間： 全体で 35 ヶ月を見込む。
実施設計期間 7 ヶ月
入札契約期間 5 ヶ月
施工調達期間 23 ヶ月
- 4) その他： 積算は、日本国政府の無償資金協力の制度を踏まえて行うこととする。なお、本事業は予備的経費を 想定した案件となっている。但し、予備的経費の適用及び経費率については外務省によって別途決定される。

3-5-2 運営・維持管理費

3-5-2-1 財務状況分析

(1) 財務諸表

損益計算書

スバイリエン水道局の過去5年の損益計算書概要を以下に示す。

表 3-5-2 スバイリエン水道局の損益計算書概要

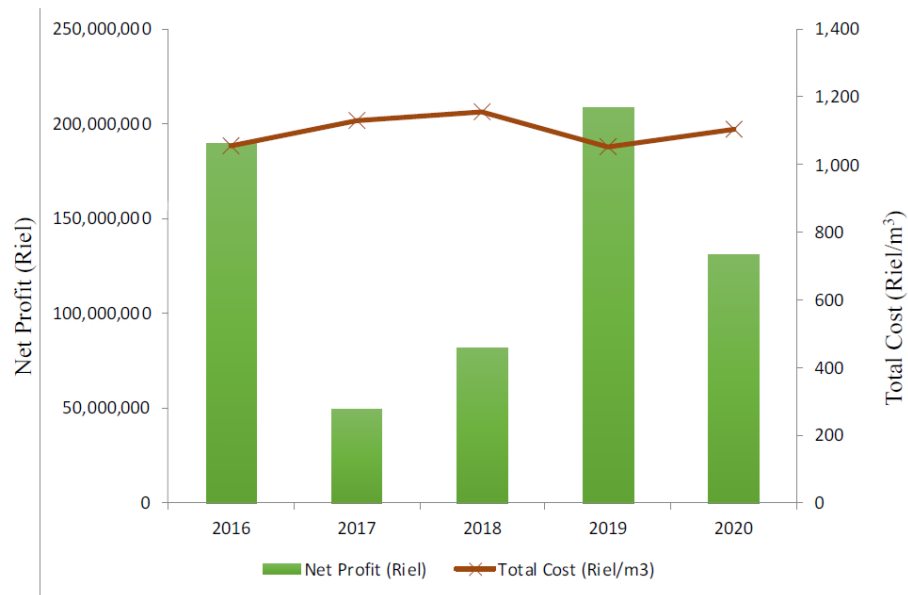
(単位：リエル)

会計年度	2016	2017	2018	2019	2020
収入の部					
水道料金	1,323,267,600	1,480,459,600	1,640,370,500	1,849,663,300	2,091,262,000
その他の収入	155,850,500	109,070,100	175,334,000	158,895,500	147,112,600
収入の部計	1,479,118,100	1,589,529,700	1,815,704,500	2,008,558,800	2,238,374,600
支出の部					
人件費	177,499,200	285,742,900	351,822,300	348,300,900	400,876,400
薬品代	22,131,600	30,312,100	45,560,388	49,413,000	77,674,384
燃料・電力代	382,680,900	424,824,600	476,768,465	499,443,948	319,016,661
減価償却費	311,710,311	362,081,666	395,569,893	400,946,764	403,971,970
利払い	0	0	144,847,200	87,225,078	34,294,700
租税	17,221,100	18,928,778	6,405,000	21,724,400	26,012,500
その他費用	378,301,500	417,954,700	312,945,582	392,872,840	845,207,473
支出の部計	1,289,544,611	1,539,844,744	1,733,918,828	1,799,926,930	2,107,054,088
損益収支	189,573,489	49,684,956	81,785,672	208,631,870	131,320,512

出典：SWWs

上記損益計算書によると、スバイリエン水道局は2016年から2020年までの5年間一貫して純利益を出していた。

給水量1 m³あたりの総費用と水道局の得た純利益を次図に示す。給水量1 m³あたりの総費用については2019年を除いて上昇傾向が見られる。また、純利益は一貫して生み出されているものの、その額は比較的大きく変動していることがうかがえる。そのため、今後単年度での黒字を維持するためにはコスト全体の増加に注意を払う必要がある。



出典：SWWs

図 3-5-1 スパイリエン水道局の損益収支と給水量 1 m³ あたりの総費用

貸借対照表

スパイリエン水道局の過去 5 年の貸借対照表概要を以下に示す。

表 3-5-3 スパイリエン水道局の貸借対照表概要

(単位：リエル)

会計年度	2016	2017	2018	2019	2020
流動資産	1,072,081,520	360,530,000	282,985,265	437,391,999	418,065,782
固定資産	7,394,058,748	8,845,449,602	8,786,111,709	8,631,749,844	8,585,059,074
資産計	8,466,140,268	9,205,979,602	9,069,096,974	9,069,141,844	9,003,124,856
流動負債	248,892,800	939,047,178	68,142,778	68,160,278	69,003,678
固定負債	79,514,100	79,514,100	731,750,200	523,143,700	324,962,800
負債計	328,406,900	1,018,561,278	799,892,978	591,303,978	393,966,478
自己資本金	9,974,835,720	9,974,835,720	9,974,835,720	9,974,835,720	9,974,835,720
利益剰余金	-1,837,102,352	-1,787,417,396	-1,705,631,724	-1,496,997,854	-1,365,677,342
資本計	8,137,733,368	8,187,418,324	8,269,203,996	8,477,837,866	8,609,158,378
負債及び資本計	8,466,140,268	9,205,979,602	9,069,096,974	9,069,141,844	9,003,124,856

出典：SWWs

上記貸借対照表によると、スパイリエン水道局の利益剰余金が一貫してマイナスであるが、損益計算書でも一貫して純利益を生み出していることから、マイナスの額が縮減している。

以下では一般的に用いられている経営指標に基づいてスパイリエン水道局の経営状況を確認する。

1) 自己資本構成比率

水道事業経営の長期的安定性の指標として自己資本構成比率があり、下記の計算式で求められる。

$$\text{自己資本構成比率} = \frac{\text{資本計}}{\text{負債及び資本計}}$$

この数字が大きいほど、長期的に安定した経営が見込まれる。スバイリエン水道局の過去 5 年間の自己資本構成比率を以下に示す。

表 3-5-4 スバイリエン水道局の自己資本構成比率

会計年度	2016	2017	2018	2019	2020
自己資本構成比率	96.1%	88.9%	91.2%	93.5%	95.6%

出典：SWWs

スバイリエン水道局では、過去 5 年間一貫して日本の水道事業体の 2015 年度全国平均 69.5% に比べて高い数字を示している。これは、必ずしも長期的な経営の安定を示しているわけではなく、借入金が少ないためによるものである。我が国の水道事業は、その発展期に起債を通じて積極的に長期・低利の資金を調達（借入）し、設備投資を行うことで給水普及率の急速な拡大に成功した。その当時の水道事業の多くは、自己資本構成比率が 20～30% にまで低下した。現在、カンボジアには我が国の起債制度のような資金供給制度は存在せず、公営水道事業にとって施設整備に必要となる長期・低利の資金調達への道が閉ざされているのが実状である。将来の水道事業公社化によって独立採算制を基本とする経営を行うとした場合、長期・低利の資金調達ができないことは経営の自立的安定・拡大の足かせとなりうるものである。

2) 流動比率

水道事業経営において、短期債務に対する支払い能力、すなわち短期的な安定性を示す指標として流動比率があり、下記の計算式で求められる。

$$\text{流動比率} = \frac{\text{流動資産}}{\text{流動負債}}$$

流動比率は 100% 以上であることが必要であり、100% を下回っていれば不良債務が発生していることになる。スバイリエン水道局の過去 5 年間の流動比率を以下に示す。

表 3-5-5 スバイリエン水道局の流動比率

会計年度	2016	2017	2018	2019	2020
流動比率	430.7%	38.4%	415.3%	641.7%	605.9%

出典：SWWs

スバイリエン水道局では、2017 年を除いて 400% 以上の極めて高い数字を示している。これも、必ずしも短期的な経営の安定を示しているわけではなく、長期・低利の資金調達ができないため借入金が多く、毎年の利払い額が少ないことによるものである。

3-5-2-2 水使用状況

スバイリエン水道局の過去 5 年間の有収水量は、以下のとおりである。

表 3-5-6 スバイリエン水道局の有収水量内訳

(単位：m³)

	2016	2017	2018	2019	2020
一般家庭	846,460	956,171	1,094,849	1,231,363	1,407,805
企業	119,168	131,287	100,948	110,503	100,727
政府機関	137,095	142,049	163,957	192,347	225,439
使用量 3 m³ 以下	0	4,592	6,136	6,927	6,438
合計	1,102,723	1,234,099	1,365,890	1,541,140	1,740,409

注：「使用量 3 m³ 以下」については 3-5-2-3 参照。

出典：SWWs

スバイリエン水道局では、過去の 5 年間に有収水量が 1.58 倍に増加しており、年平均増加率は 9.56% となっている。

3-5-2-3 現況の水道料金収入と無収水率

スバイリエン水道局の水道料金は、現在 1m³ あたり 1,200 リエルの従量制で、すべてのユーザーで同じである。なお、貧困層対策を目的として、2017 年から 1 ヶ月の使用量が 3 m³ 以下の場合 1 m³ あたり 1,100 リエルとする特別料金が設定された。ただし、3 m³ を超えた場合にはすべての使用量について 1 m³ あたり 1,200 リエルの一般料金が適用される。

表 3-5-7 スバイリエン水道局の水道料金収入

(単位：リエル)

	2016	2017	2018	2019	2020
一般家庭	1,015,752,000	-	1,319,994,000	1,482,411,300	1,696,464,900
企業	143,001,600	-	121,015,800	133,060,800	120,888,900
政府機関	164,514,000	-	196,751,500	230,816,400	270,526,800
使用量 3 m³ 以下	0	-	2,609,200	3,374,800	3,381,400
合計	1,323,267,600	1,480,459,600	1,640,370,500	1,849,663,300	2,091,262,000

注：2017 年については内訳を示す資料が提供されなかった。

出典：SWWs

スバイリエン水道局の無収水率については、下表に示すとおり 11% ～10%を維持している。2020 年には 9%台を達成している。

表 3-5-8 スバイリエン水道局の無収水率

	2016	2017	2018	2019	2020
給水量(m³)	1,102,723	1,234,099	1,365,890	1,542,166	1,740,409
非有収水量(m³)	119,972	136,223	136,893	174,660	164,825
無収水率	10.88%	11.04%	10.02%	11.33%	9.47%

注 1：「非有収水量」とは、給水量のうち有収水量でない水量である。

注 2：2020 年は「中国企業が新たに導入した 2,000m³/日の膜ろ過施設」からの給水を含む。

出典：SWWs

3-5-2-4 給水量の将来予測

スバイリエン市の将来の水需要予測結果は前表 3-2-12 に示すとおりである。本プロジェクトでの新規施設は 2025 年に完成予定で、目標年次である 2027 年の一日最大給水量は 15,293 m³/日（一日平均給水量は 11,531 m³/日）と算出された。本プロジェクトによる拡張施設以外の施設（既存施設 + 2,000 m³/日の膜ろ過施設 + ADB 施設）による給水能力が 8,578 m³/日であるので、本プロジェクトによる拡張施設の給水能力は 6,715 ≒ 6,800 m³/日とする。一日最大給水量の内訳は以下のとおりである。

表 3-5-9 目標年における一日最大給水量の内訳

浄水施設の種類	一日最大給水量 (m ³ /日)
既存浄水施設	4,560
膜ろ過浄水施設	2,000
ADB 拡張施設	2,018
JICA 拡張施設	6,715
合計	15,293

出典：JICA 調査団

上表に示す ADB の拡張施設の当面の給水区域は Svay Chrum コミューンの中の 3 つのビレッジ (Thma Sa, Trabaek, Svay Kngao) 及び Ta Sous コミューンの中の 3 つのビレッジ (Pnov, Angkeas Dei, Ta Pa) であり、この区域の給水人口は 9404 人、一日最大給水量は 2,018 m³/日となる。

(1) 本プロジェクトによる拡張施設以外の施設からの給水

既存設備からの最大給水量は、2019 年の実績値 4,225 m³/日（1,542,166 m³/年）と想定する。なお、契約上の制約から総給水量のうち 2,000 m³/日（730,000 m³/年）は、必ず「中国企業が新たに導入した 2,000m³/日の膜ろ過施設」からの給水でなければならない。また、ADB による 9,000 m³/日の新規浄水場の運用が、2023 年中頃から予定されている。本将来予測においては、2027 年からの無収水率は計画作成上決められている 15%と想定している。2020 年までの実績値と整合性を取るために 2021 年から 2026 年まで無収水率を段階的に上昇させた。このため、給水量が変化しないのに有収水量だけが減少している年度がある。

(2) 本プロジェクトによる拡張施設

本プロジェクトによる拡張における将来の供給は、2025 年 4 月からの開始を想定している。ただし、接続工事スケジュールの都合により 2025 年に 37.5%、2026 年に 70%しか給水能力を発揮できず、2027 年末に 100%となる計画である。なお、設備に対する無収水率を 15%と想定している。

表 3-5-10 スパイリエン水道局の総給水量内訳と総有収水量（予測）

単位：m³/年

	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
総給水量	1,929,256	2,138,592	2,247,166	2,358,620	2,799,087	3,499,065	4,208,913
2,000 m³/日の膜ろ過施設	730,000	730,000	730,000	730,000	730,000	730,000	730,000
既存施設	1,199,256	1,408,592	1,145,633	390,175	0	0	0
ADB 施設	0	0	371,534	1,238,445	1,542,748	1,459,065	1,794,627
本プロジェクト施設	0	0	0	0	526,339	1,310,000	1,684,285
総有収水量	1,736,331	1,903,346	1,977,506	2,051,999	2,407,215	2,974,205	3,577,576

出典：JICA 調査団

3-5-2-5 将来の運営・維持管理費

(1) 単価の推計

本プロジェクトにかかる運営・維持管理費用単価を、運用実績等に基づいて推計した。下表に推計の結果とその根拠を示す。なお、ADB 施設については、具体的な数値が入手できなかったため、本プロジェクトと同じ浄水方式であることを考慮して同じ単価を援用した。

表 3-5-11 プロジェクト実施後の運営・維持管理費用推計

項目	単価（単位：リエル）	根拠
人件費	12,931,497 (1 人あたり 1 年間)	2020 年の実績 ¹⁾
外部委託費（人件費のみ）	12,931,497 (1 人あたり 1 年間)	2020 年の人件費実績を援用
2,000 m³/日の膜ろ過施設料金 (1～12 ヶ月目、73～240 ヶ月目)	723 (給水 1m³ あたり)	2,000 m³/日の膜ろ過施設契約
2,000 m³/日の膜ろ過施設料金 (13～72 ヶ月目)	1,052 (給水 1m³ あたり)	2,000 m³/日の膜ろ過施設契約。値上げ分については、スパイリエン水道局が管路拡張の費用について中国の融資を受けており、その返済に当てるため。
薬品費（既存施設）	60 (給水 1m³ あたり)	2016 年～2019 年実績の平均 ²⁾
薬品費（本プロジェクトおよび ADB 施設）	146 (給水 1m³ あたり)	設計値
動力・燃料費（既存施設）	341 (給水 1m³ あたり)	2016 年～2019 年実績の平均 ²⁾
動力・燃料費（本プロジェクトおよび ADB 施設）	388 (給水 1m³ あたり)	設計値
2,000 m³/日の膜ろ過施設への電力費支払い	108 (給水 1m³ あたり)	2020 年の実績
減価償却費（既存施設）	281 (給水 1m³ あたり)	2016 年～2019 年実績の平均 ²⁾
利払い	41 (給水 1m³ あたり)	2016 年～2019 年実績の平均 ²⁾
税金	12 (給水 1m³ あたり)	2016 年～2019 年実績の平均 ²⁾
その他（給水量比例）	291 (給水 1m³ あたり)	2016 年～2019 年実績の平均 ²⁾
その他（職員数比例）	3,497,398 (1 人あたり 1 年間)	2016 年～2019 年実績の平均 ²⁾

注 1)：給与等の人件費について、特段の事情がない限り前年に比べて削減されることは想定できないため、2020 年の実績のみを用いた。

注 2)：2020 年から「拡張された 2,000 m³/日の膜ろ過施設」が運用され、それ以前とは項目毎の支出割合が異なる。

出典：JICA 調査団

(2) 要員計画

現況の体制における職員数及び将来の要員計画は以下のとおりである。

表 3-5-12 スパイリエン水道局の職員数（実績）

	2016	2017	2018	2019	2020	2021
局長	1	1	1	1	1	1
副局長	3	3	3	3	3	3
総務課	1	2	3	2	2	2
経理・財務課	3	4	4	4	4	4
営業課	6	7	7	7	8	8
浄水課	5	8	8	9	9	9+(3)
配水課	4	6	6	4	4	4+(1)
合計	23	31	32	30	31	31+(4)

注：() は、ADB 用の施設担当者を示す。

出典：SWWs

現況の体制における職員数を 35 人（うち、4 名は ADB の施設用に雇用された職員）とし、職員数を次第に増員して 2027 年に 57 人とする。これにより、将来 2027 年までの職員数は以下のとおりとなる。

表 3-5-13 スパイリエン水道局の将来の職員数（計画）

	2022	2023	2024	2025	2026	2027
局長	1	1	1	1	1	1
副局長	3	3	3	3	3	3
総務課	2	2	3	3	3	3
経理・財務課	4	4	5	5	5	5
営業課	8	9	11	11	11	12
浄水課	12+(3)	15+(3)	20+(3)	20+(3)	20+(3)	20+(3)
配水課	4+(1)	6+(1)	9+(1)	9+(1)	9+(1)	9+(1)
合計	34+(4)	40+(4)	52+(4)	52+(4)	52+(4)	53+(4)
外注	-	3	6	6	6	6

注 1：2023 年から 2027 年の間、正規職員のほかに給水接続作業を外注する。

注 2：() は、2021 年時点で雇用している ADB 用の施設担当者を示す。

出典：SWWs

また上記の増員により想定される人件費の増加分の試算額を表 3-5-14 に示す。

表 3-5-14 想定される増加人件費（USD※1）

部署	項目	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
水道局	増加人員※2		3	6	12	0	0	1
	増加費用		9,387	18,774	37,548	0	0	3,129
外部人材	雇用数			3	6	6	6	6
	費用			9,387	18,774	18,774	18,774	18,774
	増加費用			9,387	9,387	0	0	0
増加費用合計			9,387	28,161	46,935	0	0	3,129

※1：2020 年の実績をもとに、一人当たり平均の人件費（3,129USD/人/年）として試算

※2：増加人員は前年比較

出典：JICA 調査団

3-5-2-6 スバイリエン水道局の損益収支予測

上記の有収水量、運営維持管理に係る費用推計を元に以下の条件を付してスバイリエン水道局の収入及び支出について予測を行った。

損益収支予測にあたっての条件

- ① 一般水道料金は、現行と同様に 1m³あたりの従量制とし、すべてのユーザーで同額とする。なお、特別料金については、1m³あたり 1,100 リエルとし、分析にあたって変化させないものとする。
- ② 本プロジェクト及び ADB で建設・設置した資産の減価償却費は計上しない。
- ③ ADB 施設の建設にかかる融資の利払いや元本の返済はスバイリエン水道局で負担しない。
- ④ 無収水率を 15%に設定する。
- ⑤ 原則物価上昇は含めない。(1 部の分析を除く)

収支予測（現行料金）結果の分析

下表によれば、1 m³あたり 1,200 リエルの現行料金のままでは、2021 年から赤字を出し続け、2027 年になって黒字に転換できる。このため、この予測期間内だけでも累積赤字が 6,800 万円となってしまう。その理由としては、表流水を利用する 2000 m³/日の膜ろ過施設において既存施設に比べて単位給水量あたりのコストが上昇するためである。むしろ、既存の施設では水質のよい地下水を利用していたため、コストが安くて済んだと言える。次第にコストの安い既存施設、更に安い ADB 施設や本プロジェクト施設の給水比率が上がるが、他方で人件費など給水量に比例しないコストも上昇する。その結果、ADB 施設や本プロジェクト施設の給水比率が一定程度上昇すると赤字額が低下していく。

表 3-5-15 収支予測(現行料金)

単位：100 万円

	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
一般水道料金（リエル/m ³ ）	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200	1,200
収入							
水道料金	55.4	60.8	63.1	65.5	76.8	94.9	114.2
その他	4.3	4.8	5.1	5.3	6.3	7.9	9.5
収入計	59.8	65.6	68.2	70.8	83.1	102.8	123.7
支出							
人件費	12.0	13.1	16.2	21.3	21.3	21.3	21.7
薬品費	1.9	2.2	3.3	5.4	8.1	10.8	13.5
動力費	12.9	14.8	16.2	18.4	23.5	30.7	38.0
減価償却費	9.0	10.5	8.6	2.9	0.0	0.0	0.0
利払い	2.1	2.3	2.4	2.6	3.0	3.8	4.6
税金	0.6	0.6	0.7	0.7	0.8	1.0	1.2
その他（給水量比例）	9.1	10.1	10.6	11.1	13.2	16.4	19.8
その他（職員数比例）	3.6	3.9	4.8	6.3	6.3	6.3	6.4
2,000 m ³ /日の膜ろ過施設	18.8	20.4	20.4	20.4	20.4	15.6	14.0

	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
費用計	69.9	77.9	83.1	89.1	96.6	106.0	119.3
収支（単年度）	-10.1	-12.3	-14.9	-18.3	-13.4	-3.2	4.4
収支（累積）	-10.1	-22.5	-37.4	-55.7	-69.2	-72.4	-68.0

注：1.00 リエル＝0.02661 円

出典：JICA 調査団

収支予測（単年度黒字化料金）結果の分析

単年度で黒字にするために必要な料金を年度毎に設定したのが下表である。なお、計算の煩雑化を避けるため、料金の変化幅を 10 リエル毎にしている。これは、料金を現行料金に固定して、結果としての収支を検討した上記の分析を、今度は収支を最小の黒字額に固定し、そのために設定すべき料金を検討したもので、同じことを逆の観点から見たもので、分析結果は上記と基本的に同じである。最も料金が高いのは 2024 年の 1,540 リエルである。上記の場合も最も赤字額が大きいのは 2024 年である。

表 3-5-16 収支予測(単年度黒字化料金)

単位：100 万円

	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
一般水道料金（リエル/m ³ ）	1,430	1,450	1,490	1,540	1,420	1,250	1,200
収入							
水道料金	66.0	73.4	78.3	84.0	90.9	98.9	114.2
その他	4.3	4.8	5.1	5.3	6.3	7.9	9.5
収入計	70.4	78.2	83.4	89.3	97.2	106.8	123.7
支出							
人件費	12.0	13.1	16.2	21.3	21.3	21.3	21.7
薬品費	1.9	2.2	3.3	5.4	8.1	10.8	13.5
動力費	12.9	14.8	16.2	18.4	23.5	30.7	38.0
減価償却費	9.0	10.5	8.6	2.9	0.0	0.0	0.0
利払い	2.1	2.3	2.4	2.6	3.0	3.8	4.6
税金	0.6	0.6	0.7	0.7	0.8	1.0	1.2
その他（給水量比例）	9.1	10.1	10.6	11.1	13.2	16.4	19.8
その他（職員数比例）	3.6	3.9	4.8	6.3	6.3	6.3	6.4
2,000 m ³ /日の膜ろ過施設	18.8	20.4	20.4	20.4	20.4	15.6	14.0
費用計	69.9	77.9	83.1	89.1	96.6	106.0	119.3
収支（単年度）	0.4	0.3	0.3	0.2	0.6	0.8	4.4
収支（累積）	0.4	0.7	1.0	1.1	1.7	2.5	6.9

注：1.00 リエル＝0.02661 円

出典：JICA 調査団

収支予測（累積黒字化料金、物価上昇なし）結果の分析

2021 年～2027 年の予測期間において最終的に累積で黒字にするために必要な料金を設定したのが下表である。ただし、現実的な問題として 2023 年に選挙があるため、値上げは 2024 年からでなければならないとの意見を受けたため、この分析でもそのように設定している。なお、計算の煩雑化を避けるため、料金の変化幅を 10 リエル毎にしている。これによれば、2024 年～2027 年の期間において一般料金を 1 m³ あたり 1,440 リエルに上げる必要がある。

表 3-5-17 損益収支予測(累積黒字化料金、物価上昇なし)

単位：100 万円

	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
一般水道料金（リエル/m ³ ）	1,200	1,200	1,200	1,440	1,440	1,440	1,440
収入							
水道料金	55.4	60.8	63.1	78.5	92.1	113.8	136.9
その他	4.3	4.8	5.1	5.3	6.3	7.9	9.5
収入計	59.8	65.6	68.2	83.9	98.5	121.7	146.4
支出							
人件費	12.0	13.1	16.2	21.3	21.3	21.3	21.7
薬品費	1.9	2.2	3.3	5.4	8.1	10.8	13.5
動力費	12.9	14.8	16.2	18.4	23.5	30.7	38.0
減価償却費	9.0	10.5	8.6	2.9	0.0	0.0	0.0
利払い	2.1	2.3	2.4	2.6	3.0	3.8	4.6
税金	0.6	0.6	0.7	0.7	0.8	1.0	1.2
その他（給水量比例）	9.1	10.1	10.6	11.1	13.2	16.4	19.8
その他（職員数比例）	3.6	3.9	4.8	6.3	6.3	6.3	6.4
2,000 m ³ /日の膜ろ過施設	18.8	20.4	20.4	20.4	20.4	15.6	14.0
費用計	69.9	77.9	83.1	89.1	96.6	106.0	119.3
収支（単年度）	-10.1	-12.3	-14.9	-5.3	1.9	15.7	27.2
収支（累積）	-10.1	-22.5	-37.4	-42.7	-40.8	-25.1	2.1

注：1.00 リエル＝0.02661 円

出典：JICA 調査団

収支予測（累積黒字化料金、物価上昇あり）結果の分析

極端なインフレ状況下でなければ財務分析に物価上昇を考慮しないが、先方からの強い要望があったことから、物価上昇を考慮した分析を行なった。物価上昇率として、IMF 発表による 2017 年から 2021 年のカンボジアの消費者物価上昇率の幾何平均 2.52%を採用した。これによれば、2024 年～2027 年の期間において一般料金を 1 m³ あたり 1,580 リエルに上げる必要がある。

表 3-5-18 損益収支予測(累積黒字化料金、物価上昇あり)

単位：100 万円

	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
一般水道料金（リエル/m ³ ）	1,200	1,200	1,200	1,580	1,580	1,580	1,580
収入							
水道料金	55.4	60.8	63.1	86.2	101.1	124.9	150.2
その他	4.3	4.9	5.3	5.7	7.0	8.9	11.0
収入計	59.8	65.7	68.4	91.9	108.0	133.8	161.2
支出							
人件費	12.0	13.4	16.2	21.3	21.3	21.3	21.7
薬品費	1.9	2.3	3.4	5.9	8.9	12.2	15.7
動力費	12.9	15.1	17.1	19.8	25.9	34.8	44.2
減価償却費	9.0	10.8	9.0	3.1	0.0	0.0	0.0
利払い	2.1	2.4	2.6	2.7	3.3	4.3	5.3
税金	0.6	0.6	0.7	0.7	0.9	1.1	1.4
その他（給水量比例）	9.1	10.3	11.1	11.9	14.5	18.6	23.0
その他（職員数比例）	3.6	4.0	5.0	6.8	7.0	7.1	7.4

	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
2,000 m ³ /日の膜ろ過施設	18.8	20.9	21.5	22.0	22.6	17.7	16.3
費用計	69.9	79.9	86.5	94.4	104.5	117.2	135.0
収支（単年度）	-10.1	-14.2	-18.1	-2.5	3.6	16.6	26.2
収支（累積）	-10.1	-24.3	-42.4	-44.9	-41.3	-24.8	1.5

注：1.00 リエル＝0.02661 円

出典：JICA 調査団

収支予測の評価

2020 年から導入された 2,000 m³/日の膜ろ過施設は 1 m³あたりの給水単価が既存施設の給水単価に比べて高いため、現行料金 1,200 リエル/m³のままでは水道局全体として単年度収支はマイナスとなる。しかし、給水単価が比較的低い本プロジェクトの施設や ADB で建設中の施設からの給水比率が一定程度上昇すると単年度では赤字額が低下し 2027 年度には黒字に転換する。ただし、今回の分析期間だけでも 7,000 万円近い累積赤字が発生するため、これを防ぐためには料金の引き上げが必要となる。値上げ額としては、カンボジアの国内事情から値上げが 2024 年からはなってしまうことや、その間のインフレ率を考慮すると最低でも 1,580 リエル/m³にすることが必要と計算された。

1,580 リエル/m³という額については、本プロジェクトでほぼ同時に調査された同じく地方上水道整備にかかる無償資金協力案件であるプルサット水道局の料金が 1,600 リエル/m³であること、さらに 1 ヶ月 3 m³までは 1,100 リエルという低所得世帯向け特別料金が維持されることから、住民による支払いの可能性は十分にあると思料される。

また、準備調査で実施した社会調査の結果からは、1 世帯あたりの平均水道使用量が月 18.2m³程度であり、1,580 リエル/m³で料金値上げを行った場合、水道料金は 28,756 リエル/月となる。この水道料金は、未接続世帯の平均所得 1,512,000 リエル/月の約 2%であり、負担可能な料金レベルであると考えられる。

更に現行の 1,200 リエル/m³から 1,580 リエル/m³への料金改定の必要性については、2021 年 12 月のミニッツ協議においても、MISTI は理解を示しており、仮に料金改定が予定通り実施できない場合には、MISTI が必要な予算措置を行うことで合意した。料金改定が出来ない場合の目標年の 2027 年における累積赤字見込みの 6,800 万円は、MISTI の 2021 年の予算額 93 百万米ドル（101 億円）の 0.7%に相当する金額であり、仮に料金改定が実施されない場合でも本プロジェクトの運営維持管理費用の負担は十分可能である。

第4章 プロジェクトの評価

4-1 事業実施のための前提条件

事業実施のための前提条件、相手国側による負担項目等については、「3-3 相手国側分担事業の概要」に詳述した通りであるが、主な項目としては以下が挙げられる。

追加の水利権の確保

ワイコ湖からの表流水取水を元とする浄水施設規模は、既存施設と ADB にて拡張予定の施設および本プロジェクトにて拡張予定の施設で 20,680m³/日程度となる見込みである。一方、ワイコ湖からの取水許可については、MISTI が MOWRAM から取得済みであり、2017 年 9 月に 12,000m³/日分の、2021 年 7 月に追加の 11,000m³/日分の取水許可を得ている。

ワイコダムの持続性の確保

ワイコ湖からの表流水取水を可能にするためには、ワイコ湖の下流でワイコ川の水を堰き止め、ワイコ湖の水位を維持しているワイコダムの健全性が将来も担保される必要がある。2021 年 12 月のミニッツ協議にて、MOWRAM がワイコダムの維持管理に責任を持つこと、MISTI は MOWRAM と協力して取水に必要な水位レベルを保つことを確認した。

環境社会配慮への対応

2020 年 2 月 3 日付で施行された「開発事業の環境影響評価の分類にかかる省令（環境省令 No.021）」により、すべての浄水場及び配水システム事業は EPC の対象であると規定された。MISTI は、2021 年 3 月 30 日付けで MOE から EPC の承認を得ており、プロジェクトの実施期間中において、EPC の内容に沿って取り組む事を 2021 年 4 月 12 日のミニッツ協議にて確認した。

浄水施設および取水施設建設予定地の占有許可

浄水場用地は、私有地であったが水道局が 2017 年 12 月に地主から取得済である。取水場用地は公共用地であり、この用地の使用許可は、入札資格審査公示前の 2022 年 8 月までに水道局から DISTI を経由して州政府から得ることを 2021 年 12 月のミニッツ協議にて確認した。

浄水場及び取水ポンプ場用地取得及び整地

2021 年 4 月のミニッツ協議にて、浄水場および取水場の用地取得と整地について協議した。浄水場及び取水ポンプ場用地は、入札資格審査公示前の 2022 年 8 月までに盛土（浄水場予定地 13,767 m³⁽¹⁾ 程度、取水ポンプ場予定地 5,067 m³ 程度）が必要となるため、カンボジア側にスケジュールを説明し、必要な予算確保と盛土整備について対応を 2021 年 12 月のミニッツ協議にて確認した。

¹ 浄水場の盛土量（締固め後）=13,767m³、取水場の盛土量（締固め後）=5,067m³、ほぐし率：1.2、締固め率：0.95 とし、購入土量はそれぞれ次のように計算される。浄水場の購入土量=13,767m³÷0.95×1.2≒17,390 m³、取水場の購入土量=5,067m³÷0.95×1.2≒6,400 m³となる。

導水管ルート及び送・配水管ルートの占有許可

導水管及び送・配水管は、全ての路線において公道沿いの地下に埋設することを想定している（一部、水管橋部分を除く）。従って、民用地取得などの問題は無いが、国道については MPWT、その他の道路については州政府の許可が必要であり、施工前までに占有許可を得ることを 2021 年 12 月のミニッツ協議にて確認した。

新規取水場及び浄水場への電力引き込み

新規の取水施設及び浄水場建設予定地内に設置する変電設備は無償資金協力事業に含まれ、当該変電設備までの電力引き込みはカンボジア側により実施される。建設予定地近くの主要道路までの電気の引き込みを本体工事開始前までに、建設予定地敷地内までの電気の引き込みを試運転の 2 ヶ月前までにカンボジア側で行うことを 2021 年 12 月のミニッツ協議にて確認した。

免税措置

工事請負会社に対する免税措置について、カンボジア側が側面支援を行う。

4-2 プロジェクト全体計画達成のために必要な相手方投入（負担）事項

各戸接続の促進

本プロジェクトで建設される配水管以降の各戸接続は先方負担であり、本プロジェクトの目標の達成には貧困世帯（375 世帯）を含む約 7,378 世帯への新規接続が必要となる。各戸接続がなされなければ、本プロジェクトの開発効果が発現しないため、給水管接続に想定される具体的なスケジュール、人員体制を説明し、カンボジア側が必要な対応を行うことを 2021 年 12 月のミニッツにて合意した。また、住民に対する接続促進活動は、ソフトコンポーネントでも支援を行う予定である。

新規職員の採用

既存の浄水場に加え、新規浄水場の運営・維持管理を行うこと、また顧客数が増えることから、スバイリエン水道局は 2027 年までに現行の 35 名（2021 年）から 57 名まで段階的に職員を 22 名増員する必要がある。増加人数の内訳は、浄水課で 11 名、配水課で 5 名、営業課で 4 名、総務課で 1 名、経理・財務課で 1 名を予定している。

財務の健全性

スバイリエン水道局が、財務的な健全性を確保し水道サービスの拡張と改善を進めることができる「成長する水道事業体」を目指すためには、本プロジェクトで建設される水道施設の運転・維持管理費を賄うため、水道料金の値上げが必要である。2021 年 12 月のミニッツ協議にて、2024 年から料金改定を行う場合においては、現行の 1,200 リエル/m³ の水道料金を 1,580 リエル/m³ 程度に値上げする必要性について説明し、カンボジア側は値上げの必要性を理解し 2024 年に向けて必要な対応をとることを合意した。

4-3 外部条件

プロジェクトの効果を発現、持続するための外部条件として以下が挙げられる。

- 大規模な天候不順や自然災害が発生しないこと。
- 社会・経済状況が著しく悪化しないこと。
- 対象地域の人口動態が予測外の動きを示さないこと。
- 既存浄水場の現状の能力が維持されること。

4-4 プロジェクトの評価

4-4-1 妥当性

プロジェクトの裨益対象

本プロジェクトによりスバイリエン市住民への水供給能力が改善される。管理区域内人口に対する給水普及率は 2019 年に 23.6%であったものが、目標年次の 2027 年に 52.6%まで上昇する。また、MISTI が目標に掲げる都市部区域内人口に対する水道普及率は、86.7%となる。増加する裨益人口（給水人口）は約 32,419 人（都市部：22,543 人、農村部：9,876 人）である。

プロジェクトの緊急性

スバイリエン市は既存の水道システムを有してはいるが、給水率が 2019 年時点で 23.6%に留まっていることから、給水率の更なる改善のために上水道施設の拡張が急務となっている。

プロジェクトの上位計画（NSDP）との整合性

「国家戦略開発計画（NSDP）2019-2023」では、都市部の給水普及率を 2025 年までに 100%とする目標を設定しており、都市部給水人口の 9 割をパイプ給水でカバーし、残りの 1 割をパイプ給水以外の手段による給水で賄うことを目標としている。この目標は、スバイリエン水道局の管理区域内の都市部人口に限定した給水普及率としては、概ね達成することができる。本プロジェクトはスバイリエン市において、その実現に寄与するものである。また、本プロジェクトでは先方負担事項となる給水管接続においては、貧困層に対して無償で資機材を配布する等の配慮をしており、NSDP 最大の目標である貧困層対策との整合性も確保されている。

我が国の援助政策との整合性

カンボジアに対する我が国の援助方針である「対カンボジア王国国別開発協力方針」（2017 年 7 月）においても「生活の質向上」を重点分野に位置づけ、「上下水道、排水、電力（無電化地域の縮小）、都市交通（都市鉄道、バス、車両登録）など都市生活環境整備に資する分野での支援を行う」としており、本プロジェクトの実施は、我が国の援助政策と整合している。

4-4-2 有効性

本プロジェクトの有効性に関しては、以下の定量的効果及び定性的効果が見込まれる。

(1) 定量的効果

スバイリエン市の上水道施設の拡張を行うことにより、下表に示すような効果が期待できる。

表 4-4-1 定量的効果

No.	指標		基準値 (2019 年実績値)	目標値 (2027 年) 【事業完成 2 年後】
1	日平均給水量 (m ³ /日)		4,627	10,009
2	給水人口 (人) ²		23,545	55,964
3	水道普及率	管理区域全体	23.6	52.6
		都市域	48.9	86.7
4	貧困世帯 ³ への給水管接続 (貧困レベル 1 及びレベル 2)		53	1,254

注) 算出方法については、3-2-2-1 参照
出典：JICA 調査団

(2) 定性的効果

定性的効果は以下の通りである。

- 住民の生活環境の改善（これまで雨水等を利用していた住民の公衆衛生環境の改善、および利便性の向上）

以上の内容により、本プロジェクトの妥当性は高く、また有効性が見込まれると判断される。

² 給水区域内の人口増加が予測通り推移すれば、2019 年に 23.6%である水道普及率は、2027 年に管理区域内の水道普及率として 52.6%、管理区域内の都市部区域内人口に対する水道普及率は 86.7%となる。

³ 2010 年及び 2011 年に MOP が実施した” Identification of Poor Household Programme”の貧困層データを元に推定された 2027 年の計画給水区域における貧困世帯数 (Poor Level1) は 410 世帯と推定される。本プロジェクトの機材供与対象となる未接続の貧困層世帯数は、接続済みの貧困世帯数の 35 世帯を控除し、375 世帯となる。

[附属資料]

1. 調査団員・氏名.....	A-1
2. 調査行程.....	A-4
3. 関係者（面会者）リスト	A-12
4. 討議議事録（M／D）	A-15
5. ソフトコンポーネント計画書	A-89
6. 参考資料（収集資料リスト）	A-110
7. その他資料・情報	A-112
7-1 テクニカルノート	A-112
7-2 概略設計図	A-143
7-3 取水ポンプ揚程計算書	A-206
7-4 取水ポンプ～浄水場導水管ウォーターハンマー解析	A-207
7-5 導水管水理計算	A-208
7-6 管種の選定	A-209
7-7 管路敷設位置・埋設深さ等	A-210
7-8 配水池容量の算出	A-212
7-9 配水管網計算	A-213
7-10 貧困世帯数の想定	A-231
7-11 水道事業全体 基本情報チェックシート	A-233
7-12 プロジェクトモニタリングレポート（PMR）.....	A-235

1. 調査団員・氏名

(1) プルサット及びスバイリエン調査：第1次現地調査（現地調査期間：2017年5月21日～7月23日）

氏名	担当業務	所属	現地調査期間
讃良 貞信	総括	独立行政法人 国際協力機構 国際協力専門員	5月21日～5月28日
藤原 真吾	調査計画	独立行政法人 国際協力機構 地球環境部 水資源グループ 水資源第一チーム 主任調査役／課長補佐	5月21日～5月28日
今野 秀紀	業務主任／上水道計画1	(株)建設技研インターナショナル	5月21日～5月28日 6月11日～7月3日
矢山 将志	副業務主任／上水道計画2	北九州市上下水道局	6月11日～7月2日
古川 隆司	水道水源／河川・治水計画	(株)建設技研インターナショナル	6月11日～7月2日
山本 憲史	水理地質	(株)建設技研インターナショナル	5月23日～5月28日 6月11日～7月10日
松本 直秀	浄水施設計画・設計-1	(株)TEC インターナショナル	6月11日～6月30日
河上 惇一	浄水施設計画・設計-2	(株)TEC インターナショナル	6月11日～6月30日
進藤 宙	取水施設計画／河川構造物	(株)建設技研インターナショナル	5月21日～5月28日 6月11日～7月9日
水船 清司	導水・送配水施設計画・設計-1	(株)TEC インターナショナル	6月16日～7月2日
小原 卓朗	導水・送配水施設計画・設計-2	(株)TEC インターナショナル	6月6日～6月30日
佐藤 修二	設備・機材計画-2（機械設備）	(株)建設技研インターナショナル	6月18日～7月2日
松尾 直樹	施工・調達計画-1／積算	(株)建設技研インターナショナル	6月25日～7月9日
衣川 麻	施工・調達計画-2／業務調整	(株)建設技研インターナショナル	6月11日～7月10日
亀海 泰子	環境社会配慮／UXO 確認	(株)建設技研インターナショナル	6月26日～7月23日
谷島 誠	財務・経営	(株)建設技研インターナショナル	6月11日～7月7日

(2) プルサット及びスバイリエン調査：第2次現地調査（現地調査期間：2017年8月9日～10月15日）

氏名	担当業務	所属	現地調査期間
田村 えり子	総括	独立行政法人 国際協力機構 地球環境部 水資源グループ 水資源第一チーム 課長	8月20日～8月27日
大櫃 宜弘	調査計画	独立行政法人 国際協力機構 地球環境部 水資源グループ 上水道分野インハウスコンサルタント	8月20日～8月25日

氏名	担当業務	所属	現地調査期間
今野 秀紀	業務主任／上水道計画 1	(株)建設技研インターナショナル	8 月 9 日～9 月 2 日
古川 隆司	水道水源／河川・治水計画	(株)建設技研インターナショナル	8 月 10 日～9 月 3 日
山本 憲史	水理地質	(株)建設技研インターナショナル	8 月 20 日～8 月 27 日
松本 直秀	浄水施設計画・設計・1	(株)TEC インターナショナル	8 月 10 日～9 月 1 日
河上 惇一	浄水施設計画・設計・2	(株)TEC インターナショナル	8 月 13 日～9 月 1 日
竹田 大悟	運転維持管理（ソフトコンポーネント）	北九州市上下水道局	8 月 13 日～8 月 26 日
進藤 宙	取水施設計画／河川構造物	(株)建設技研インターナショナル	8 月 17 日～9 月 1 日
水船 清司	導水・送配水施設計画・設計・1	(株)TEC インターナショナル	8 月 10 日～9 月 2 日
小原 卓朗	導水・送配水施設計画・設計・2	(株)TEC インターナショナル	8 月 10 日～9 月 2 日
直井 光一	設備・機材計画・1（電気設備）	(株)TEC インターナショナル	8 月 20 日～9 月 3 日
佐藤 修二	設備・機材計画・2（機械設備）	(株)建設技研インターナショナル	8 月 20 日～9 月 3 日
松尾 直樹	施工・調達計画・1／積算	(株)建設技研インターナショナル	8 月 23 日～9 月 4 日
衣川 麻	施工・調達計画・2／業務調整	(株)建設技研インターナショナル	8 月 10 日～8 月 25 日
亀海 泰子	環境社会配慮／UXO 確認	(株)建設技研インターナショナル	9 月 20 日～10 月 15 日

（３）スパイリエン水源確定後調査：第３次現地調査（現地調査期間：2019 年 11 月 5 日～12 月 22 日）

氏名	担当業務	所属	現地調査期間
今野 秀紀	業務主任／上水道計画 1	(株)建設技研インターナショナル	11 月 5 日～11 月 9 日 11 月 18 日～11 月 23 日 12 月 3 日～12 月 8 日 12 月 11 日～12 月 18 日
廣渡 博	副業務主任／上水道計画 2	北九州市上下水道局	12 月 4 日～12 月 8 日 12 月 13 日～12 月 15 日 12 月 17 日～12 月 18 日
羽田 智	上水道計画 3	(株)建設技研インターナショナル	11 月 14 日～12 月 22 日
松本 直秀	浄水施設計画・設計・1	(株)TEC インターナショナル	11 月 25 日～12 月 14 日
大島 佳希	運転維持管理（ソフトコンポーネント）	北九州市上下水道局	12 月 4 日～12 月 22 日
水船 清司	導水・送配水施設計画・設計・1	(株)TEC インターナショナル	11 月 13 日～12 月 14 日
小原 卓朗	導水・送配水施設計画・設計・2	(株)TEC インターナショナル	11 月 17 日～12 月 14 日
直井 光一	設備・機材計画・1（電気設備）	(株)TEC インターナショナル	11 月 27 日～12 月 14 日
佐藤 修二	設備・機材計画・2（機械設備）	(株)建設技研インターナショナル	12 月 1 日～12 月 14 日

氏名	担当業務	所属	現地調査期間
高津 光	施工・調達計画・1／積算	(株)建設技研インターナショナル	11月25日～12月9日
亀海 泰子	環境社会配慮／UXO 確認	(株)建設技研インターナショナル	12月8日～12月21日

(4) スパイリエン水源確定後調査：第4次現地調査（現地調査期間：2020年1月12日～3月8日）

氏名	担当業務	所属	現地調査期間
岩瀬 誠	総括	独立行政法人 国際協力機構 地球環境部 水資源グループ 水資源第一チーム 課長	2月9日～2月15日
濱野 聡	協力企画	独立行政法人 国際協力機構 地球環境部 水資源グループ 水資源第一チーム 兼 気候変動対策室 主任調査役	2月9日～2月15日
今野 秀紀	業務主任／上水道計画 1	(株)建設技研インターナショナル	2月9日～2月15日
進藤 宙	取水施設計画／河川構造物	(株)建設技研インターナショナル	1月30日～2月16日
亀海 泰子	環境社会配慮／UXO 確認	(株)建設技研インターナショナル	2月24日～3月8日
谷島 誠	財務・経営	(株)建設技研インターナショナル	1月12日～1月18日

(5) スパイリエン水源確定後調査：第5次現地調査（現地調査期間：2021年11月28日～12月18日）

氏名	担当業務	所属	現地調査期間
井上 陽一	総括	独立行政法人 国際協力機構 地球環境部 水資源グループ 水資源第一チーム 課長	12月4日～12月17日
掛川 恵梨子	協力企画	独立行政法人 国際協力機構 地球環境部 水資源グループ 水資源第一チーム	12月4日～12月17日
今野 秀紀	業務主任／上水道計画 1	(株)建設技研インターナショナル	12月4日～12月10日 12月15日～12月17日
矢山 将志	副業務主任／上水道計画 2	北九州市上下水道局	12月4日～12月10日 12月17日～12月18日
松本 直秀	浄水施設計画・設計・1	(株)TEC インターナショナル	11月28日～12月2日 12月4日～12月11日

(6) 照査

氏名	担当業務	所属	現地調査期間
高山 一生	照査	北九州市上下水道局	—
柿木 康志	照査	北九州市上下水道局	—
上田 哲也	照査	北九州市上下水道局	—

2. 調査行程

調査行程を次頁以降に示す。

(1) 第1次現地調査(現地調査期間:2017年5月21日~7月23日)

調査スケジュール

日付		JICA		調査団員										SVR/Svay Rieng		TECI		Meeting			
				CTII	CTII	CTII	CTII	CTII	CTII	CTII	CTII	北九州	北九州	TECI	TECI						
		田村/藤原	大塚/親良	業務主任/上水 道計画-1	水道水害/河川・ 治水計画	水理地質	河川構造物	取水施設計画/ 河川構造物	設備・機材計画- 2(機材関係)	施工・調達計画 1/積算	施工・調達計画- 2/業務調整	環境社会配慮 /JICA調査	財務・経営	副業務主任/ト フトコンポーネン ト	浄水施設計画・ 設計-1	浄水施設計画・ 設計-2	浄水・送配水施設 設計画-設計-1	浄水・送配水施設 設計画-設計-2 (電気設備)			
5月21日	日			NH817 10:50-15:10 Meeting with Local Consul	令野	山本	連勝	NH817 10:50-15:10 Meeting with Local Consul									河上	松本	水船	小原	重井
5月22日	月		NH817 10:50-15:10 Meeting Team Meeting					Meeting with Local Consul													
5月23日	火		JICA Meeting WOWRAM Meeting PUR Trip					VN320 10:30-13:55 VN320 15:55-16:50	JICA Meeting WOWRAM Meeting												
5月24日	水		PUR Survey/ PNH Trip					PUR Survey/ PNH Trip	PUR Trip												
5月25日	木		MH Meeting SVR Trip					MH Meeting SVR Trip	MH Meeting SVR Trip												
5月26日	金		SVR Survey PNH Trip NH818 22:50-Arrival at Japan					SVR Survey PNH Trip Meeting with Local Consul	SVR Survey PNH Trip Meeting with Local Consul												
5月27日	土		06:45Arrival NH818 22:50-					Meeting with Local Consul NH818 22:50-	Meeting with Local Consul NH818 22:50-												
5月28日	日		06:45Arrival					VN320 21:05-22:00 00:30-07:20	VN320 06:45Arrival												
国内作業																					
6月11日	日			NH817 10:50-15:10	NH817 10:50-15:10	TC649 11:35-19:55 Pick Up	NH817 10:50-15:10	NH817 10:50-15:10	TC649 11:35-19:55 No Pick Up	NH817 10:50-15:10	NH817 10:50-15:10				NH817 10:50-15:10	NH817 10:50-15:10	NH817 10:50-15:10				
6月12日	月			PNH	PNH	PNH	PNH	PNH	PNH	PUR	PNH	PUR	PUR	PNH	PNH	PUR	PUR	PUR			AM/MA PM/JICA
6月13日	火			PUR	PUR	PNH	PUR	PUR	PNH	PNH	PNH	PNH	PNH	PNH	PNH	PUR	PUR	PUR			AM Pursat WWS AM Pursat DOWRAM Evening: MH-Hrowallat
6月14日	水			PNH	PNH	PNH	PNH	PNH	PNH	PNH	PNH	PNH	PNH	PNH	PNH	PNH	PNH	PNH			AMSvay WWS PM DOWRAM
6月15日	木			SVR	SVR	SVR	SVR	SVR	SVR	SVR	SVR	SVR	SVR	SVR	SVR	SVR	SVR				
6月16日	金			PNH	PNH	PNH	PNH	PNH	PNH	PNH	PNH	PNH	PNH	PNH	PNH	PNH	PNH	PNH			SVR WWS Meeting PM/MA Meeting Evening: Team Meeting
6月17日	土			PNH	PNH	PNH	PNH	PNH	PNH	PNH	PNH	PNH	PNH	PNH	PNH	PNH	PNH	PNH			
6月18日	日			PNH	PNH	PNH	PNH	PNH	PNH	PNH	PNH	PNH	PNH	PNH	PNH	PNH	PNH	PNH			
6月19日	月			PNH	PNH	PNH	PNH	PNH	PNH	PNH	PNH	PNH	PNH	PNH	PNH	PNH	PNH	PNH			AM M&A All Pursat WWS
6月20日	火			PNH	PUR	PUR	PUR	PUR	PUR	PUR	PUR	PUR	PUR	PUR	PUR	PUR	PUR	PUR			AM MOWRAM PM Pursat DOWRAM AM/PM/MS/contractor (Topographic Survey)
6月21日	水			PNH	PNH	PNH	PUR(BTB 1day trip)	PUR(BTB 1day trip)	PNH						PUR(BTB 1day trip)	PUR(BTB 1day trip)	PUR	PUR			AM Pursat WWS AM Pursat DOWRAM AM/Batambang WWS All Pursat WWS
6月22日	木			SVR(day trip)	SVR(day trip)	SVR(day trip)	SVR(day trip)	SVR(day trip)	SVR(day trip)						PNH	PNH	PNH	PNH			All Pursat WWS All Svay WWS
6月23日	金			PNH	PNH	PNH	PNH	PNH	PNH						SVR	SVR	SVR	SVR			AM MOWRAM
6月24日	土			PNH	PNH	PNH	PNH	PNH	PNH						SVR	SVR	SVR	SVR			
6月25日	日			PNH	PNH	PNH	PNH	PNH	PNH	NH817 10:50-15:10	PNH	PNH	PNH	PNH	PNH	SVR	SVR	SVR			

[illegible]

(2) 第2次現地調査(現地調査期間:2017年8月9日~10月15日)

調査スケジュール

日付	JICA		調査団員										PUR Pursat		SVR Sway Rieng		Meeting
	田村/高尾	水田/加良	業務主任/上水道計画-1	CTII	CTII	CTII	CTII	CTII	CTII	CTII	CTII	北九州	TECI	TECI	TECI	TECI	TECI
8月9日	水		NH817 10:50-15:10	今野	古川	山本	進藤	佐藤	松尾			矢山	松本	河上	水船	小原	
8月10日	木		NH817 10:50-15:10	PHN	NH817 10:50-15:10								NH817 10:50-15:10		NH817 10:50-15:10	NH817 10:50-15:10	
8月11日	金		Pursat WWs Meeting	PHN	Pursat WWs Meeting								Pursat WWs Meeting		Pursat WWs Meeting	Pursat WWs Meeting	PM Pursat WWs
8月12日	土			PHN									PHN		PHN	PHN	PM Pursat DOWRAM
8月13日	日			PHN									PHN		PHN	PHN	
8月14日	月			MH Meeting	MH Meeting								MH Meeting		MH Meeting	MH Meeting	AMMH
8月15日	火		SVR(day trip)	PHN	SVR(day trip)								SVR WWs Meeting		SVR WWs Meeting	SVR WWs Meeting	AMSVR WWs
8月16日	水			PHN									MH Meeting		MH Meeting	MH Meeting	PMMH
8月17日	木			PHN									PHN		PHN	PHN	PM Pursat WWs
8月18日	金			PHN									PHN		PHN	PHN	PM Pursat WWs
8月19日	土			PHN									PHN		PHN	PHN	PM Pursat WWs
8月20日	日			PHN									PHN		PHN	PHN	PM Pursat WWs
8月21日	月			PHN									PHN		PHN	PHN	PMMH
8月22日	火			PHN									PHN		PHN	PHN	PM Pursat WWs
8月23日	水			PHN									PHN		PHN	PHN	PM Pursat WWs
8月24日	木			PHN									PHN		PHN	PHN	PMMH
8月25日	金			PHN									PHN		PHN	PHN	PMMH

[illegible]

(3) 第3次現地調査（現地調査期間：2019年11月5日～12月22日）

調査スケジュール

調査スケジュール						PHN:Phnom Penh		SVR:Svay Rieng		KMP:Kampt		主要会議	
日付 2019年		調査団員											
		CTII	CTII	CTII	CTII	CTII	北九州	北九州	TECI	TECI	TECI		TECI
		業務主任/上水道計画-1	設備・機材計画-1(機械設備)	施工・調達計画1/積算	環境社会配慮/UXO調査	上水道計画3	副業務主任/上水道計画-2	運転維持管理(ソフトコンポーネント)	浄水施設計画・設計-1	導水・送配水施設計画・設計-1	導水・送配水施設計画・設計-2		設備・機材計画-2(電気設備)
		今野	佐藤	高津	亀海	羽田	廣渡	大島	松本	水船	小原		直井
11月5日	火	PHN											
11月6日	水	PHN										JICA事務所	
11月7日	木	PHN										MIH	
11月8日	金	SVR										SWWs	
11月9日	土	PHN											
11月10日	日												
11月11日	月												
11月12日	火												
11月13日	水								PHN				
11月14日	木					PHN			SVR				
11月15日	金					PHN			SVR				
11月16日	土					PHN			SVR				
11月17日	日					PHN			SVR	PHN			
11月18日	月	PHN				PHN			PHN	SVR			
11月19日	火	PHN				PHN			PHN	SVR			
11月20日	水	PHN				PHN			PHN	SVR		MIH（インセプション）	
11月21日	木	SVR				SVR			SVR	SVR			
11月22日	金	PHN				SVR			SVR	SVR			
11月23日	土	PHN				PHN			SVR	SVR			
11月24日	日					PHN			SVR	SVR			
11月25日	月			PHN		PHN		PHN	SVR	SVR			
11月26日	火			PHN		PHN		PHN	SVR	SVR			
11月27日	水			SVR		SVR		PHN	SVR	SVR	PHN	SWWs	
11月28日	木			PHN		PHN		SVR	SVR	SVR	SVR		
11月29日	金			PHN		PHN		SVR	SVR	SVR	SVR		
11月30日	土			PHN		PHN		SVR	PHN	PHN	SVR		
12月1日	日		PHN	PHN		PHN		PHN	PHN	PHN	PHN		
12月2日	月		KMP	PHN		PHN		KMP	PHN	PHN	KMP	KPWW	
12月3日	火	PHN	KMP	PHN		PHN		KMP	SVR	SVR	KMP	DPWT	
12月4日	水	SVR	PHN	SVR		SVR	PHN	PHN	PHN	SVR	SVR	PHN	
12月5日	木	SVR	SVR	SVR		SVR	PHN	PHN	SVR	SVR	SVR	EDC、警察署	
12月6日	金	SVR	SVR	SVR		SVR	SVR	SVR	SVR	SVR	SVR	DPWT	
12月7日	土	PHN	PHN	PHN		PHN	PHN	PHN	PHN	SVR	SVR	PHN	
12月8日	日	PHN	PHN	PHN	PHN	PHN	PHN	PHN	PHN	SVR	SVR	PHN	
12月9日	月		PHN	ARRIVAL	PHN	PHN		SVR	PHN	SVR	SVR	PHN	
12月10日	火		PHN		PHN	PHN		PHN	PHN	SVR	SVR	PHN	
12月11日	水	SVR	PHN		SVR	PHN		SVR	PHN	SVR	SVR	EDC	
12月12日	木	SVR	PHN		SVR	PHN		PHN	SVR	PHN	PHN	City Hall	
12月13日	金	SVR	PHN		PHN	PHN	PHN	PHN	PHN	PHN	PHN	DOWRAM	
12月14日	土	PHN	ARRIVAL		PHN	PHN	PHN	ARRIVAL	ARRIVAL	ARRIVAL	ARRIVAL		
12月15日	日	PHN			PHN	PHN	PHN						
12月16日	月	PHN			PHN	PHN		PHN				PPWSA	
12月17日	火	PHN			PHN	PHN	PHN					MIH	
12月18日	水	PHN			PHN	PHN	PHN					MIH（テクニカルノート）、JICA	
12月19日	木				SVR	SVR	HOSPITAL	PHN				Provincial Hall	
12月20日	金				PHN	PHN		PHN					
12月21日	土				ARRIVAL	PHN		PHN					
12月22日	日					ARRIVAL		ARRIVAL					

(4) 第4次現地調査（現地調査期間：2020年1月12日～3月8日）

調査スケジュール

調査スケジュール			PHN:Phnom Penh		SVR:Svay Rieng			
日付 2020年		JICA		調査団員				主要会議
				CTII	CTII	CTII	CTII	
				業務主任/ 上水道計画-1	取水施設計画/ 河川構造物	環境社会配慮/ UXO調査	財務・経営	
		岩瀬	濱野	今野	進藤	亀海	谷島	
1月12日	日						PHN	
1月13日	月						PHN	
1月14日	火						SVR	SWWs
1月15日	水						SVR	SWWs
1月16日	木						PHN	
1月17日	金						PHN	
1月18日	土						ARRIVAL	

1月30日	木				PHN			
1月31日	金				PHN			
2月1日	土				PHN			
2月2日	日				PHN			
2月3日	月				SVR			SWWs
2月4日	火				PHN			
2月5日	水				PHN			
2月6日	木				PHN			
2月7日	金				SVR			SWWs、Provincial Hall、DIH
2月8日	土				PHN			
2月9日	日	PHN	PHN	PHN	PHN			
2月10日	月	SVR	SVR	SVR	SVR			SWWs
2月11日	火	PHN	PHN	PHN	PHN			PPWSA
2月12日	水	PHN	PHN	PHN	PHN			
2月13日	木	PHN	PHN	PHN	PHN			MIH
2月14日	金	PHN	PHN	PHN	PHN			
2月15日	土	ARRIVAL	ARRIVAL	ARRIVAL	PHN			
2月16日	日				ARRIVAL			

2月24日	月					PHN		
2月25日	火					PHN		
2月26日	水					PHN		
2月27日	木					SVR		SWWs、Provincial Hall、DIH
2月28日	金					SVR		SWWs、Stakeholders Meeting
2月29日	土					PHN		
3月1日	日					PHN		
3月2日	月					PHN		
3月3日	火					PHN		MIH
3月4日	水					PHN		
3月5日	木					PHN		
3月6日	金					PHN		
3月7日	土					PHN		
3月8日	日					ARRIVAL		

(5) 第5次現地調査（現地調査期間：2021年11月28日～12月18日）

調査スケジュール		PHN:Phnom Penh		SVR:Svay Rieng		PUR:Pursat	
日付 2021年		JICA		調査団員			主要会議
				CTII	北九州	TECI	
				業務主任/上水道 計画-1	副業務主任/上水道 計画-2	浄水施設計画・設計-1	
		井上	掛川	今野	矢山	松本	
11月28日	日					PHN	
11月29日	月					PHN	
11月30日	火					SVR	SWWs
12月1日	水					SVR	SWWs
12月2日	木					PHN	
12月3日	金					PHN	
12月4日	土	SVR	SVR	SVR	SVR	SVR	SWWs
12月5日	日	PHN	PHN	PHN	PHN	PHN	
12月6日	月	PHN	PHN	PHN	PHN	PHN	MISTI
12月7日	火	PHN	PHN	PHN	PHN	PHN	MISTI
12月8日	水	PHN	PHN	PHN	PHN	PHN	ADB
12月9日	木	PHN	PHN	PHN	PHN	PHN	MISTI
12月10日	金	PHN	PHN	PHN	PHN	PHN	
12月11日	土	PHN	PHN	PHN	PHN	ARRIVAL	
12月12日	日	PUR	PUR	PUR	PUR		
12月13日	月	PUR	PUR	PUR	PUR		
12月14日	火	PHN	PHN	PHN	PHN		
12月15日	水	PHN	PHN	PHN	PHN		
12月16日	木	PHN	PHN	PHN	PHN		
12月17日	金	ARRIVAL	ARRIVAL	ARRIVAL	PHN		
12月18日	土				ARRIVAL		

3. 関係者（面会者）リスト

Ministry of Industry, Science, Technology & Innovation (MISTI)

• H.E. OUM Sotha	Secretary of State
• H.E. SIM Sitha	Secretary of State
• H.E. EK SONN CHAN	Secretary of State (Former)
• H.E. Say Phirum	Secretary of State (Former)
• H.E. CHAN Borin	Under Secretary of State and Project Manager
• H.E. CHEA Visoth	Advisor
• H.E. Tan Sokchea	Director General, General Department of Potable Water Supply
• H.E. YEA Bunna	Director General, General Department of Potable Water Supply (Former)
• Mr. SOK Yanimol	Deputy Director General, General Department of Potable Water Supply
• Mr. SRENG Sokvung	Director, Department of Technical Affairs and Project Management
• Ms. Chhay Vuchnea	Vice-chief Officer of Technical Affairs and Project Management
• Mr. KIM Chanrithy	Officer of Technical Affairs and Project Management
• Mr. Rattanak Pich	Officer of Technical Affairs and Project Management
• Ms. THOR Kounthy	Officer of Technical Affairs and Project Management

Ministry of Environment (MOE)

• Mr. Duong Samkeat	Deputy Director of Environmental Impact Assessment Dept.
• Mr. Chhek Roth	Director of Department of Laboratory
• Mr. Siv Kung	Deputy Director of Environmental Quality Research and Laboratory

Cambodian Mine Action Centre (CMAC)

• Mr. Mong Sokunthearath	Demining Development Unit Manager
--------------------------	-----------------------------------

Department of Industry, Science, Technology & Innovation (Svay Rieng DISTI)

• Mr. LONG Sokhom	Director
• Mr. PEN Savuth	Deputy Director

Svay Rieng Water Works

• Mr. Im Mesa	Director
• Mr. CHUM Kimheng	Deputy Director
• Mr. NUTH Thnak	Deputy Director
• Mr. NET Chamroeun	Chief of Commercial Section
• Ms. KEO Tevy	Chief of Administration Section
• Mr. ONR Kompheak	Pipe Network Section
• Mr. PHOK Sambath	Chief of Production Section
• Mr. KIM Utdam	Production Section Staff
• Mr. PRACH Sopheap	Production Section Staff
• Ms. CHHUOT Somala	Staff of Laboratory

Ms. LUN Titsoda

Department of Water Resources and Meteorology of Svay Rieng (Svay Rieng DOWRAM)

▪ Mr. Kim Savuth Director

Department of Environment of Svay Rieng Province (Svay Rieng DOE)

• Mr. Kaet Saroeun	Director
• Mr. Chan Chhun	Office Chief
• Mr. Path Veasna	Staff

Department of Public Work and Transportation of Svay Rieng Province (Svay Rieng DPWT)

• Mr. YUN Raksmeay	Deputy Director
• Mr. Men Phann	Chief of Technical office
• Mr. Koy Vahoun	Chief of Sewerage office

Svay Rieng Provincial Hall

▪ H.E. Mr. HEM Piseth Deputy Provincial Governor

Svay Rieng City Hall

• Mr. Pheum Tha	Chief of Administration
• Mr. Sor Sadany	Deputy Director of City Hall

Svay Rieng Deapartment of Post and Telecommunication (DoPTC)

• Mr. Chea Hoeun	Director
• Mr. Saom Piseth	Office Director
• Mr. Chomraeun Socheat	Staff of CFOCN Company
• Mr. Moeung Sophea	Chief administrative
• Mr. Tan Saran	Staff
• Mr. Lin Kheavuth	Staff

Electricite du Cambodia (EDC)

• Mr. SORN Siphat	Chief of Distribution Section
• Mr. KOENG Thuok	Vice Chief of Distribution Section
• Mr. OUM Phanov	Technical Engineer

Police Office (Svay Rieng)

• Mr. Brak Chout	Deputy Director in charge of Firefighting
• Mr. Sous Sarin	Office Chief in charge of Firefighting

Metfone (Phnom Penh)

• Ms. POV Pheanou	Sales Section
• Ms. Mani	Sales Section

Kampot Water Works

• Mr. Ty Kean	Director
• Mr. RIN Parinha	Chief of New WTP

Battambang Water Works

Mr. Touch Chhuonsaorith Director

- Mr. Heom Siphann
- Mr. Khorn Narith

Asian Development Bank (ADB)

- Mr. Carlos Dela Cruz
- Mr. SAN Chanty
- Mrs. Ouk Moniroth

Vice Chief of Production Section
Chief of Administration Section

Team Leader
Deputy Team Leader
Accountant