

平成25年度外務省政府開発援助海外経済協力事業
(本邦技術活用等途上国支援推進事業) 委託費
「案件化調査」

ファイナル・レポート

ラオス人民民主共和国

スモール・タウン水道事業案件化調査

平成26年3月
(2014年)

株式会社トーケミ・パシフィックコンサルタンツ株式会社
共同企業体

本調査報告書の内容は、外務省が委託して、株式会社トーケミ・パシフィックコンサルタンツ株式会社共同企業体が実施した平成 25 年度外務省政府開発援助海外経済協力事業(本邦技術活用等途上国支援推進事業) 委託費(案件化調査)の結果を取りまとめたもので、外務省の公式見解を表わしたものではありません。

目次

要旨

はじめに.....	1
第1章 対象国における当該開発課題の現状及びニーズの確認.....	7
1.1 ラオス国における政治・経済の概況.....	7
1.1.1 概況.....	7
1.1.2 ラオスにおける開発政策.....	7
1.1.3 社会情勢.....	8
1.2 ラオス国の水道事業における開発課題の現状.....	10
1.2.1 水道事業の実態（水道の整備状況、浄水処理、配水システム等）.....	10
1.2.2 水道事業に関する開発課題整理.....	17
1.3 ラオス国水道事業の関連計画、政策、法制度.....	25
1.3.1 政策.....	25
1.4 ラオス国の水道分野のODA事業の事例分析および他ドナーの分析.....	38
1.4.1 他国政府、国際機関、他国企業等による競合プロジェクトの確認.....	38
1.4.2 その他のPPPプロジェクトの事例.....	42
1.4.3 事例からの知見.....	45
第2章 提案企業の技術の活用可能性及び将来的な事業展開の見通し.....	46
2.1 提案企業及び活用が見込まれる提案製品・技術の強み.....	46
2.2 提案企業の事業展開における海外進出の位置づけ.....	48
2.3 提案企業の海外進出による日本国内地域経済への貢献.....	48
2.4 想定する事業の仕組み（事業スキーム）.....	50
2.5 想定する事業実施体制及び具体的な普及に向けたスケジュール.....	51
2.5.1 スケジュール案.....	51
2.6 リスクへの対応.....	53
第3章 製品・技術に関する紹介や試用、または各種試験を含む現地適合性検証活動（実証・パイロット調査）.....	55
3.1 製品・技術の紹介や試用、または各種試験を含む現地適合性検証活動（実証・パイロット調査）の概要.....	55
3.1.1 製品・技術の紹介、現地実証試験活動の内容及び方法.....	55
3.1.2 浄水／水質／漏水調査／管路技術の普及啓蒙に関する現地指導.....	58
3.2 製品・技術の紹介や試用、または各種試験を含む現地適合性検証活動（実証・パイロット調査）の結果.....	58
3.2.1 現地実証試験活動の結果（河川表流水を水源とするケース；チナイモ浄水場）.....	58
3.2.2 現地実証試験活動の結果（地下水を水源とするケース；パクサン浄水場）.....	66
3.2.3 現地実証試験のまとめ.....	68
3.3 採算性の検討.....	68

3.3.1	浄化性能.....	68
3.3.2	コスト.....	68
3.4	製品技術の紹介.....	72
3.4.1	「ラオス-日本水道セミナー」での製品技術・啓発活動.....	72
3.4.2	浄水／水質／漏水調査/管路技術の普及啓発に関する現地指導.....	77
第4章	ODA 案件化によるラオス国における開発効果 及び提案企業の事業展開に係る効果.....	84
4.1	提案製品・技術と開発課題の整合性.....	84
4.2	ODA 案件を通じた製品・技術等のラオス国での適用・活用・普及による開発効果.....	84
4.2.1	水道サービスの目標達成への貢献.....	84
4.2.2	ラオス国における水道関連産業育成への貢献.....	84
4.2.3	技術協力プロジェクトとの連携.....	85
4.2.4	スモール・タウン水道事業への貢献度の推計.....	85
4.3	ODA 案件の実施による当該企業の事業展開に係る効果.....	86
第5章	ODA 案件化の具体的提案.....	87
5.1	ODA 案件概要（活用可能な ODA スキーム）.....	87
5.2	具体的な協力内容及び開発効果.....	88
5.2.1	「民間提案型普及・実証事業（「ボリカムサイ県水道公社のパクサン水道拡張事業における民間提案型普及・実証事業（仮称）」）」について.....	88
5.2.2	「一般プロジェクト無償」（「ラオスのスモール・タウン水道整備促進計画（仮称）」）」について.....	98
5.3	他 ODA 案件との連携可能性.....	100
5.3.1	本邦 ODA 案件との連携可能性.....	100
5.3.2	その他機関の ODA 案件との連携可能性.....	101
5.4	その他関連情報.....	101
5.4.1	DHUP との MOU の確認.....	101
5.4.2	実証サイトの選定と現地水道公社との調整内容に関する確認.....	102

現地調査資料

英文要約

巻頭写真



ビエンチャン市郊外の井戸
(BANPHOMESAY 地区)



ビエンチャン市郊外の井戸使用状況
(水中ポンプの投入 TAPHOHAI 地区)



水源地域の山村



山村に引かれた水道

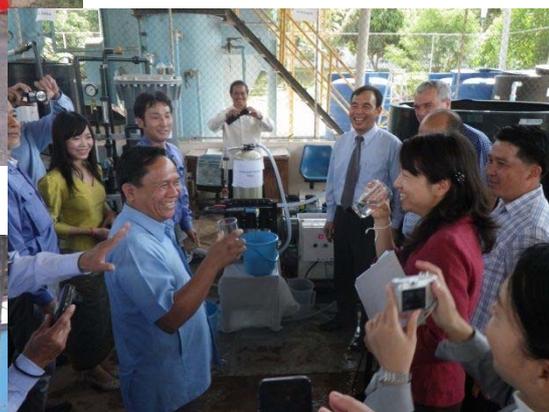


市中ではボトル水も

提案の製品・技術に関する写真



チナイモでの試験状況



チナイモに設置したろ過施設



パクサンに設置した浄水施設

略語表

ADB	Asian Development Bank : アジア開発銀行
AFD	Agence Française de Développement (French Development Agency) : フランス開発協力局
BOT	Build-Operate-Transfer concession scheme : 建設・運営・権利移転 事業権スキーム
BOOT	Build-Own-Operate-Transfer concession scheme : 建設・所有・運営・権利移転 事業権スキーム
BOO	Build-Own-Operate concession scheme : 建設・所有・運営 事業権スキーム
BT	Build-Transfer contract scheme : 建設・移転 契約スキーム
CDW	Capacity Development for Water Sector : 水道セクター能力育成
CO	Cost Overrun Risk : 費用超過リスク
DHUP	Department of Housing and Urban Planning : 住宅都市計画局
DPWT	Department of Public Works and Transport : 公共事業交通局 (県レベル)
EPC	Engineering-Procurement-Construction Contract : 設計・調達・建設 契約
GRET	Groupe de Recherche et d'Echanges Technologiques : フランスの専門家 NGO
JICA	Japan International Cooperation Agency : 日本国際協力機構
KOICA	Korea International Cooperation Agency : 韓国国際協力団
MIREP	Mini-Réseaux d'Eau Potable i.e. Small Scale Water Supply : 小規模水道
MPWT	Ministry of Public Works and Transport : 公共事業交通省
NGO	Non-Governmental Organizations : 非政府組織
NORAD	Norwegian Agency for Development : ノルウェー開発協力局
NGPES	National Growth and Poverty Eradication Strategy : 国家成長と貧困撲滅戦略
NPSEs	Water Supply State Enterprises : 水道供給国営企業
NREI	Natural Resources & Environment Institution Laboratory : 天然資源および環境研究所 実験室
NSEDP	National Socio-Economic Development Plan ; 国家社会経済開発計画
O&M	Operation & Maintenance : 運転管理
OBA	Output Based Aid : 成果重視の支援補助金 (国際援助機関による交付金)
ODA	Official Development Assistance : 政府開発援助
PNPs	Provincial Nam Papas : 県の水供給国営企業
PPP	Public-Private Partnership : 官民連携
SAWAP	Sanitation and Water Partnership for the Mekong Region : メコン地域の公衆衛生と水協働プログラム
SEDIF	Syndicat des Eaux d'Ile de France : フランスのパリ地方の水事業主体
SWSSP	Small Towns Water Supply and Sanitation Sector Project : ADB のスモール・タウン水道衛生分野プロジェクト
WASA	Former Water Supply Authority, renamed WASRO in 2009 : 旧水供給局、2009 年に WASRO に改名
WSP	Water and Sanitation Program (World Bank) : 世界銀行の水道および公衆衛生プログラム
WSRC	Water Supply Regulatory Committee : 水道供給規制委員会
WASRO	The Water Supply Regulatory Office : 水道供給規制局

要旨

提案企業は、ラオス人民民主共和国（以下、ラオスと称する）政府の進めている商業ベースに配慮した都市部水道事業の展開に、絶好のビジネスチャンスがあると期待している。

本案件化調査では、提案企業の提案する小規模分散型浄水施設/配水システム（以下、提案浄水装置/配水システムと称する）が、ラオスの進める都市部水道整備に関する2012年～2020年までの「改訂水道整備投資計画」のうちの小規模都市水道供給システム対象都市（以下、スモール・タウンと称する）の水道整備投資計画に挙げられている案件に、技術面、コスト面および法制面で適用可能なのか、その案件ニーズの規模はどれくらいあるのか、提案企業がそのニーズに自主的に対応できるのか、海外での事業経験の薄い提案企業のラオスでの事業展開を図るうえで、どのような日本のODAスキームが活用できるのかを検討した。

ニーズとしては、2020年までの給水人口58万人、整備投資規模では91億円の存在が認識できた。また、現地での水源の多様性と季節による水質濁度の可変性および県水道公社の経営能力の脆弱性のために、提案浄水装置/配水システムの要件としては、「低濁度～高濁度に対応し得る、コンパクトかつシンプルな設計思想に基づくこと」、「運転、維持管理の容易なシステムにより、WHO基準を満たす安全な飲料水が供給できること」の項目が必要であることが認識できた。

また、本案件化調査を通じて提案企業がラオスで事業展開する上での諸課題も認識できた。特に提案企業および製品のラオスでの認知度が低いこと、スモール・タウン水道関連の政府関係機関の財政基盤が脆弱で、整備計画が円滑に進んでいないことが認識できた。それら課題を解決するために、提案企業としては、最初にODAツールとしての「民間提案型普及・実証事業」の活用とその案件化を検討した。その後、事業機会の拡大のために、「一般プロジェクト無償」の活用とその案件化を検討した。

前者の案件化候補としての「ボリカムサイ県水道公社のパクサン水道拡張事業における民間提案型普及・実証事業（仮称）」に関して、ラオス政府関係機関（MPETおよびDHUP等）と提案企業との間で、サイトの提供および事業協力等に関するMOUが締結できた。

第1章 対象国における当該開発課題の現状及びニーズの確認

1.1 ラオスの水道事業における開発課題の現状

1) 水道分野の開発計画

2006年～2010年までの「第6次国家社会経済開発計画」（以下、NSEDPと称する）は、経済成長面で目標値を上回る良好な結果を得たが、水分野では、十分な成果が得られず、第7次NSEDPで継続改善が謳われている。その内容は、「2015年時点までに水道公社による都市部水道へのアクセス率を都市部住民の65%にするように継続的な水道改善を図る」というものである。

2) 水道未整備地区の課題

水道未整備地区においては、雨季の濁水混入や乾季の井戸枯れ、井戸の場所や取水深さによる水質の変化（鉄濃度または塩分濃度が高い）など、安定した取水と安全な水質の確保が課題となっている。

1.2 スモール・タウン水道整備計画におけるニーズの確認

提案企業の提案する浄水装置および配水システムのニーズとなるスモール・タウン水道整備事業が2012年～2020年に向けて、給水人口で58万人、整備投資規模で91億円と想定されていることが確認された。この数字の推定根拠は、MPWTおよびDHUPが2013年4月に公表された2012年～2020年の「改訂水道整備投資計画」である。

第2章 提案企業の技術の活用可能性及び将来的な事業展開の見通し

2.1 提案企業及び活用が見込まれる提案製品・技術の強み

ラオス政府が進める「スモール・タウン水道整備計画」では、水源の多様性、水質における濁度の可変性のために、汎用製品および汎用システムでは、安定的な水道供給は望めない。さらに、都市化が進むなかで、浄水需要の加速的増加に即時的に水道供給が行われなくてはならない。こうした課題を解決するためには、WHOの水質基準を十分に満たすことを前提に、設計、装置生産、システム稼働までのソフトおよびハード面での一貫した総合調整能力が必要となる。この総合調整能力が、「スモール・タウン水道計画」実現のための重大な要件である。

こうした要件に対して、提案企業は、独自製品として高濁度原水に対応するコンパクト濁度除去装置「繊維ろ過装置」を有するだけでなく、日本国内において大手水処理メーカーの下請けとしてろ過器を中心とする水処理装置を設計・販売してきた実績を有する。そして水処理システム（ソフト）設計だけでなく、缶体の製作設計や配管設計といったハード設計も自社で行うことができる。つまり濾過装置を中心とする水処理システムを構築するための「製品力」「設計力」「価格競争力」を総合的にコーディネートすることが提案企業の強みである。

2.2 想定する事業スキーム

ラオスで展開する事業としては、「水処理会社」と「ろ過材製造」としての2方式を検討している。

(1) 水処理会社

水処理会社のコンセプトは、「日本レベルの高品質な水処理装置/システムをラオス政府が購入できるリーズナブルな価格帯で販売する」ことである。

ラオス政府に自らの資金で購入する意思を持たせるためには、予算計上可能なレベルの金額で製品を準備する必要があると考える。しかしながら一足飛びに現地で設計や製品を製造することは叶わない。そのためレベルに合わせて、日本とラオスとでコラボレーションしていく必要がある。表1にレベルと製品・技術を実行する担当のイメージを示す。

表1 レベルと製品・技術を実行する担当のイメージ

レベル	目標	期間	製品	技術
導入期	納入実績づくり 現地製造調査	～3年	日本 (ラオスFS)	日本
成長期	現地製造開始(下請け・自己投資) 現地価格設定、ラオス自己調達開始	3～5年	ラオス	日本 (ラオス教育)
成熟期	現地調達を終始完結	5～年	ラオス	ラオス

(2) ろ過材製造工場

水処理用ろ過材は浄水過程の心臓部である。日本の新技術としては膜ろ過が流行しているが、価格面やアフターサービスを考慮すると従来技術である砂ろ過をベースに考えるほうが得策と考える。ろ過材（砂・砂利・除鉄徐マンガンろ材）は重量が重く輸送コストが高額となるため、原材料の入手から製品化までラオス国内で行うことが望ましい。

そして提案企業の主力製品であり、製造方法から製品管理まで熟知していることから、自社での投資を検討する。

時期としては、ラオス国による自己投資が見込めるようになる3-5年後と想定する

2.3 想定する事業実施体制及び具体的な普及に向けたスケジュール

スモール・タウン水道事業の自律/自立展開を目指した提案企業の投資計画と事業化スケジュールを以下に示す。なお、ラオスのスモール・タウン水道整備投資計画および提案企業が活用したい日本のODAスキームも合わせて示している。

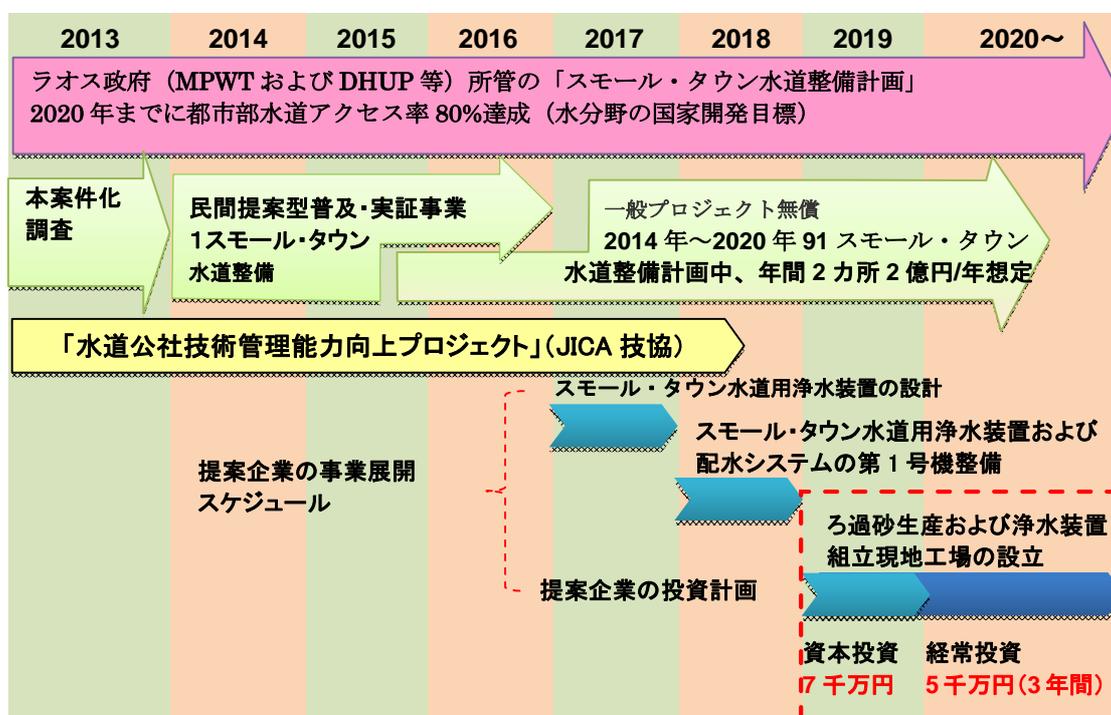


図1 ラオス政府の「スモール・タウン水道整備計画」および提案企業活用想定 ODA 事業展開スケジュールと提案企業の事業展開計画及び事業スケジュール

第3章 製品・技術に関する紹介や試用、または各種試験を含む 現地適合性検証活動（実証・パイロット調査）

ラオスにおける小規模浄水装置の性能を確認するために、河川表流水と地下水を水源とした実証試験を実施した。現地試験により次のような実証が得られた。

- 表流水および地下水のいずれの水道原水に対しても提案小規模浄水装置により、ラオス水道基準を満たす処理水が得られることを確認した。
- 表流水を原水とする場合には、季節により濁度が大きく変動するため、雨季の高濁度対策（～3000度）を十分に行う必要がある。実証試験の実施時期が乾季で低濁度（100度）であったた

め、堆積土による模擬高濁度原水による検証にとどまった。導入に際しては、雨季の連続通水試験による検証が重要である。

- C. 地下水を原水とするパクサン浄水場では、マンガンを適切に除去できた。ただし地下水水質は表流水以上に地域差が大きいため、取水現場ごとにエンジニアリング（設計）が必要である。

表 2 現地試験の概要と結果

場 所	水源と水質の特徴	システムフロー	結 果
ビエンチャン特別市 水道公社トレーニングセンター	表流水（メコン川） ● 水質の特徴 ・鉄、マンガンともに高い。（原水pHが8.0） ・色度320度の除濁後の状態により、有機物由来色度の除去が必要 ・アルミニウム含有量が高い（上流浄水場で使用のアルミ系凝集剤の排出が想定される）	・繊維ろ過材 ・砂濾過 ・SMF膜 ・活性炭	・濁度 100NTU→0NTU ・日本の水道基準を達成 ※高濁度水への対応 模擬高濁度原水による試験により、水質基準を満足可能と判断する。
ボリカムサイ県 パクサン浄水場	地下水 ● 水質の特徴 原水としては、マンガン濃度だけが規定値を超過していた	・除鉄・除マンガン濾過装置 ・イオン交換樹脂	・マンガン濃度 0.5mg/L→0.02mg/L ・硬度 350mg/L as CaCO ₃ →30mg/L



写真 1 試験サイトの状況

第 4 章 ODA 案件化によるラオス国における開発効果 及び提案企業の事業展開に係る効果

4.1 提案製品・技術と開発課題の整合性

提案製品・技術と開発課題との整合性について、表 3 にまとめる。

表 3 提案製品・技術と開発課題との整合性

開発課題	現 状	提案製品・技術の整合性
安全な水質の確保	浅井戸から取水した地下水を直接利用している。	ろ過と消毒を組み合わせた浄水工程により、安全な水の供給が可能である。
	地下水に関しては、鉄・マンガン等の含有量が高い水源がある。	除鉄・除マンガン装置にて、確実に基準値を維持できる。
安定した供給	表流水を水源とする浄水場においては、雨季の高濁度時に浄水能力の低下が顕著となる。	本調査における実証活動において通水速度は低下するものの逆洗時間が原水濁度によらず一定であったことから、濁度変化による浄水量への影響は小さいといえる。
	地下水を水源とする地域においては、乾季の井戸枯れなどにより、所定の取水量が確保できていない。	水源を表流水に切り替えることで、安定した取水と給水を実現可能である。 ただし、地下水を原水とする施設に比べ、浄水施設がコスト高となるため、低コスト化が必須である。

4.2 ODA 案件の実施による当該企業の事業展開に係る効果

「民間提案型普及・実証事業」において、パクサンのスモール・タウンを対象とした高濁度河川表流水を原水とする本調査提案小規模分散型の浄水装置／配水システムに関する現地での資機材の調達可能範囲、事業のカウンターパートナーとしての県水道公社の技術的・経営的管理能力、運営維持段階での各種リスクの把握とその対応策を検討するための技術的・経営的データ及び情報を収集する。また、「民間提案型普及・実証事業」を通して、スモール・タウン水道プログラムにおける当該企業の提案する浄水装置の役割及びその導入効果を、スモール・タウン水道プログラムの推進機関である DHUP 及び事業実施者である県水道公社に認知してもらうことによって、今後、さらに施設整備が必要となるスモール・タウン水道事業獲得のための実績獲得と事業に関するリスク・マネジメント能力の向上を期待するものである。

第 5 章 ODA 案件化の具体的提案

提案企業は、ラオス政府 (MPWT 等) の「スモール・タウン水道整備計画」の実施において、MPWT 等が提案企業の考える浄水装置および配水システムを調達することを実現するために、第 1 ステップとして日本の ODA スキームの一つである「民間提案型普及・実証事業」を活用し、提案企業の提案する浄水装置および配水システムの採用が MPWT の進めている「スモール・タウン水道整備計画」に有効であることをラオス側に認知させることを図る。事業スキームを図 2 に示す。

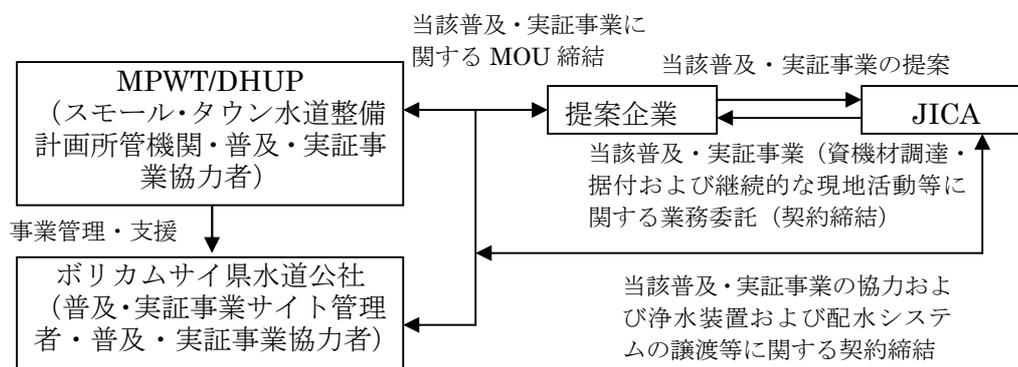


図 2 「民間提案型普及・実証事業（「ボリカムサイ県水道公社のパクサン水道拡張事業における民間提案型普及・実証事業（仮称）」）」の想定事業スキーム

「ボリカムサイ県水道公社のパクサン水道拡張事業における民間提案型普及・実証事業（仮称）」において想定される給水人口は 19,309 人で、要求される浄水装置能力は日 1,000m³/日となっている。この諸元と濁度等の可変性に配慮して、浄水装置の概算規模を概算推定すると、8 千万円～1 億 2 千万円となる。事業スケジュールは図 1 に示す通り、2014 年から 2016 年の民間提案型普及・実証事業を想定する。

提案浄水装置および配水システムが、民間提案型普及・実証事業を通して現地で認知され、本格的に現地で採用される段階に至った時、提案企業は、本邦中小企業の事業機会獲得の確度を上げるために「一般プロジェクト無償」の活用を期待する。本案件化調査では、「一般プロジェクト無償」の規模は、3 年間にわたって年間 2 億円で 2 事業の計 6 事業の整備を想定している。

以上

案件化調査

ラオス国 スモール・タウン水道事業案件化調査

企業・サイト概要

- 提案企業：株式会社トーケミ
- 企業所在地：大阪府大阪市
- サイト・C/P機関：ラオス国公共事業・交通省 住宅都市計画局

ラオス国の開発課題

▶水道サービスの地域格差

小都市が点在する地域に比べ、人口が集中する大都市部の水道整備が優先されており、水道サービスへのアクセスの地域格差への対応が求められている。少都市部の人口は、都市部人口の42%となっている(2005年人口センサス)。

▶安全な水の安定的供給

都市部への人口集中により水の超過需要が発生し、水道が整備されていないあるいは井戸に水源を頼っているがその水源不足に困っている地域では、浄水処理がされていない濁度の高い河川水を生活用水に利用するため、下痢や結膜炎など健康被害に晒されており改善が求められている。

中小企業の技術・製品

▶地域の特性に応じた水道サービスの提供

都市化が急速で公的資金が不足しており、大規模インフラ対応が間に合わない小都市等では、大規模な土地や費用を要せず即時に導入できる小規模浄水設備により給水が可能。

▶高度なる過技術による安全な水の供給

高濁度の原水にも対応可能な過技術(国内シェア50%を占める浄水処理用ろ過材含む)によって、小規模でも浄水場で作られる飲料水と同等の安全な水の提供が可能。

調査を通じて提案されているODA事業及び期待される効果

【想定されるODAスキーム】「民間提案型普及・実証事業」：ラオス政府の2020年までのスモール・タウン水道整備計画にあげられている案件を、所管の県水道公社と協力して提案企業の提案する小規模分散型浄水装置/配水システムの設置・事業運営を行い、提案装置/システムのスモール・タウン水道事業への有効性をラオス政府関係者および水道利用者に広く認知させる。

【期待される効果】ラオス政府のスモール・タウン水道整備計画の推進と都市部水道に関する国家目標の達成。本邦中小企業のビジネス機会の創出・拡大

日本の中小企業のビジネス展開

ODA事業にて浄水施設システム・サプライヤー/O&Mサポーターとして現地法人と協働し、スモールタウン水道事業促進を支援。スモール・タウン水道事業の自律/自立展開期においては、代表企業が資本参加する現地法人がスモール・タウン水道事業を展開する。

はじめに

1. 調査の背景と目的

1) 調査の背景

ラオス人民民主共和国（以下、ラオスと称する；人口 640 万人）は、人口約 2.5 億人を擁するメコン地域の巨大市場の中心に位置する。同地域の中でも開発の遅れているラオスに対する支援は、メコン地域の安全と繁栄のために不可欠なものとなっており、我が国は、日本メコン地域パートナーシッププログラムの下 ODA（Official Development Assistance）の拡充を打出すなど、1991 年以降ラオスに対する二国間政府開発援助（ODA）では最大の供与国となっている。ラオスにおいては、国家開発計画の目標に 2020 年まで後発開発途上国（LDC:Least Developed Countries）脱却を掲げており、第 6 次計画（2006～2010 年）は、順調な推移のもと終了し（GDP 成長率：7.9% 目標値 7.5～8.0%、インフレ率：5.15% 目標値 6.0～6.5%等）、現在、第 7 次 5 年計画（2011～2015 年；目標値；GDP 成長率 8.0%；2015 年次一人あたり GDP1,700US\$達成）を掲げ、2011 年/2012 年の実質 GDP 成長率は、8.0%（世界銀行）と堅調な経済成長を維持し、2012 年についても IMF は経済成長率を 8.0%と予測し、引き続き堅調な経済成長を維持しているとしている。それにとまって都市化が促進され、都市部人口が拡大している。

水道分野に関する長期開発目標としては、2020 年までに都市部の普及率を 80%に引上げることが掲げられ、1 郡につき 1 つの水道整備を進めている（17 都県 142 郡）。増加する都市部の人口に対応するための上水道整備は、喫緊の課題と位置付けられ、特に、二国間 ODA、あるいは ADB（Asian Development Bank）が中心となりドナー調整し、進められている「スモール・タウン水道整備計画¹」等による水道整備が実施されている。水道整備状況は、2006 年には 58 郡しか整備されていなかったものが、2009 年には 91 郡が整備済み、あるいは資金見通しが付いている状況にある。2008 年における給水区域内の水道普及率は、全国平均で 67%であるが、県毎では 46～90%とばらつきが見られ、今後の水道整備が期待されるところである。

水道に関する法令については、1999 年 9 月の首相決定 No.37「上下水道セクターの開発と管理（マネージメント）」、2005 年 7 月の首相命令 NO.191「都市水道運営に関する規制」及び 2009 年 7 月には「水道法」が施行された。水道法では、水道事業運営は、投資促進法に定めた規制に基づいた事業権（コンセッション）を申請・取得することにより、民間企業の参入も自由化されている。現在は、海外からの民間投融資等による水道整備が行われており、今後この状況が促進するものと思われる。以上のような状況から、ラオス側においては、都市部のスモール・タウン水道整備の早期実現と民間参加による水道事業運営に大きな期待を寄せているところである。

株式会社トーケミとパシフィックコンサルタンツ株式会社の 2 社（以降、提案企業と呼ぶ）は、このような状況を絶好のビジネスチャンスと捉え、ラオス政府が進めている「スモール・タウン

¹ 本計画において、MPWT は人口 3,000 人以上であり人口密度が 1ha 当たり 30 人以上の小規模な町にある 40 程度の地域共同体を第一優先のスモール・タウンに位置付けている。また、人口 2,000 人以上の小規模な町にある 30 程度の地域共同体を第二優先のスモール・タウンに位置付けている。

水道整備計画」を前提として、提案企業の提案する浄水装置および配水システムがラオス政府により採用可能なのか、その市場規模はどのくらいあるのか、海外市場での経験の少ない中小企業としてその市場に参入していくために、日本のどのような ODA スキームが活用できるのかを課題として捉え、本調査に臨んだ。

2) 調査の目的

本案件化調査の目的は、提案企業の提案する浄水装置および配水システムが、ラオス政府が推進している「スモール・タウン水道整備計画」で採用可能なのか、その市場規模としてどの程度あるのか、海外の水道事業への参加経験のない本邦中小企業である提案企業が、できる限り少ない事業リスクで海外水道市場に参入を図るために、日本のどのような ODA スキームが活用できるのかを見極めることである。

2. 調査概要

1) 調査内容

(1) ラオスにおける水道の現状とニーズの概要

ラオスにおいては、国家開発計画の目標に 2020 年まで後発開発途上国（LDC: LEAST DEVELOPED COUNTRIES）脱却を掲げており、第 6 次計画（2006～2010 年）は、順調な推移のもと終了し（GDP 成長率：7.9%;目標値 7.5～8.0%、インフレ率：5.15%;目標値 6.0～6.5%等）、現在、第 7 次 5 年計画（2011～2015 年;目標値;GDP 成長率 8.0% ; 2015 年次一人あたり GDP1,700US\$達成）を掲げ、2011 年/2012 年の実質 GDP 成長率は、8.0%（世界銀行）と堅調な経済成長を維持し、2012 年についても IMF は経済成長率を 8.0%と、予測し、引き続き堅調な経済成長を維持しているとしている。それにともなって、都市化が促進され、都市部人口が拡大している。

水道分野に関する長期開発目標としては、2020 年までに都市部の普及率を 80%に引き上げることが掲げられ、1 郡につき 1 つの水道整備を進めている（17 都県 142 郡）。増加する都市部の人口に対応するための水道整備は、喫緊の課題と位置付けられ、特に、二国間 ODA、あるいは ADB（ASIAN DEVELOPMENT BANK）が中心となりドナー調整し、ラオス政府（MPWT および DHUP）により進められている「スモール・タウン水道整備計画」に基づく水道整備が実施されている。水道整備状況は、2006 年には 58 郡しか整備されていなかったものが、2009 年には 91 郡が整備済み、あるいは資金見通しが付いている状況にある。2008 年における給水区域内の水道普及率は、全国平均で 67%であるが、県毎では 46～90%とばらつきが見られ、特に、今後のスモール・タウン水道整備促進が期待される場所である。

ラオス政府（MPWT および DHUP）は、2013 年 4 月に「改訂水道投資計画」を公表し、2020 年の国家目標となっている都市部人口の 80%が水道にアクセスできる状況を達成するために、2012 年～2020 年までのスモール・タウン水道整備投資計画（後掲 1.1.2.2）参照）では、71 スモール・タウンの整備、総投資額 91 億円が挙げられている。この内、2016 年完成分については、11 カ所が ADB の支援によって整備されることになっており、のこり 61 カ所、80 億円程度が、

提案企業等のニーズとなる。

なお、スモール・タウン水道整備投資計画では、以下の優先順位が示されている。

- ① 3,000人以上ないし人口密度30人以上/1HAのスモール・タウン
- ② 2,000人以上のスモール・タウン

(2) 提案企業の提案する浄水装置および配水システムの要件

提案企業の提案する浄水装置および配水システムがラオス政府（MPWT および DHUP）のスモール・タウン水道整備投資計画に調達、整備される浄水装置および配水システムに適合する要件としては以下の項目として捉え、現地での水質検査や実証試験を通してそれを確認するとともに、提案浄水装置および配水システムが現実に調達されるための課題を検討した。

- ① 現地の水源の多様性や水質の濁度の可変性（季節に応じた低濁度～高濁度の実在）に対応可能なコンパクトかつシンプルな設計思想が必要である
- ② 運転、維持管理の容易な装置およびシステムにより WHO 基準を満たす
- ③ 現地の県水道公社の経営改善に貢献するように省エネ、エコ、低コストな装置および配水システムとする
- ④ 前述のスモール・タウン水道整備投資計画の優先順位に対応するために、3,000人以上にも対応できる装置および配水システムとする。

(3) 提案企業の事業展開の可能性および事業展開の見通し

提案企業は、ラオスにおける事業展開の対象として、ラオス政府（MPWT および DHUP）の進めるスモール・タウン水道整備投資計画に掲載された案件を想定した。その場合の事業展開としては、以下の段取りを想定した。

- ① ラオスでの事業展開を円滑にするために現地の事業パートナーの育成とスモール・タウン水道整備投資計画を所管する MPWT および DHUP との人的ネットワークを構築する。
- ② 提案浄水装置および配水システムがスモール・タウン水道整備投資計画の促進に有効であることを、当該計画を所管する MPWT および DHUP と事業の管理者となる県水道公社（以降、関係機関と呼ぶ）に認知してもらう。
- ③ 提案装置およびシステムを関係機関に実際に採用してもらう。
- ④ 採用の可能性と事業成果および信用を高めるために、現地生産拠点を整備する。
- ⑤ 将来的には、事業実績と取引信用を踏まえて、スモール・タウン水道事業のコンセッションを得て、水道事業の管理運営事業を行い。その実績を持って、国内の PPP 水道事業に参入する。

以上の事業展開の可能性および事業展開の見通しを、本案件化調査を通して確認した。

(4) 提案企業が活用したい OAD スキームの案件化

提案企業の事業展開の段取りを前節で整理したように想定していたが、本案件化調査を通じて、その段取りのなかで、下記課題が認識された。

- ① 本案件化調査で行った実証試験だけでは、提案装置およびシステムがスモール・タウン水道

事業にとって有効であるということが、関係機関に十分に認知されなかった。

- ② 本案件化調査の実証試験だけでは、現地の県水道公社が管理者であるスモール・タウン水道事業に、提案装置およびシステムが技術面およびコスト面で適用可能であることが確認できなかった。特に、雨季の高濁度の河川表流水への対応の検証が得られなかった。これに対応できる現地における既存データも存在しなかった。
- ③ 県水道公社の経営負担を軽減化するために、提案装置およびシステムの低コスト化を図る場合の資機材の現地調達の可能性の範囲を明確に把握できなかった。
- ④ スモール・タウン水道事業の管理者である県水道公社が、提案装置およびシステムを維持管理する技術的能力をどの程度有しているのか、本案件化調査では検討しきれなかった。この状況把握は、提案企業が提案装置およびシステムを県水道公社に納めた後のアフターケアの程度と支援体制の取り方を決めることになる。提案企業としては、提案施設およびシステムの品質保障を確かなものとし、提案企業のラオスでの事業展開をする上で、取引相手の信用を確保することになる。
- ⑤ 本案件化調査では、提案企業が事業展開をする上で、各種リスクを判断するうえで必要となる提案装置およびシステムの年間での稼働で発生する総コストおよびアウトプットとしての浄水の品質データが得られていない。

提案企業は、本案件化調査の結果として得られた上記課題を解決することが、提案企業のラオスでの事業展開の上で、喫緊に解決しなくてはならないことであると認識して、その課題の解決のために、ODA ツールとしての「民間提案型普及・実証事業」の活用を検討した。本案件化調査を通じて、MPWT および DHUP との協議およびスモール・タウン水道整備投資計画にも挙がっている案件を持っているポリカムサイ県水道公社とも協議をし、サイトの提供と事業協力に関する MOU を締結した。したがって、本案件化調査では「民間提案型普及・実証事業」として「ポリカムサイ県水道公社のパクサン水道拡張事業における民間提案型普及・実証事業（仮称）」の案件化を提案した。

また本案件化調査を通じて、スモール・タウン水道整備投資計画に挙がっている案件が、ラオス政府側の資金不足のために、必ずしも計画通りに実施展開していないことが分かった。そのために、提案企業が、「民間提案型普及・実証事業」後において、スモール・タウン水道整備投資計画に挙がっている案件に自主的にチャレンジしても、ビジネス機会を得られないことが想定された。そこで、「民間提案型普及・実証事業」後において、ODA スキームのひとつである「一般プロジェクト無償」の活用を検討した。

この無償の活用は、ラオス国の水分野の 2020 年までの国家目標の達成に大きく貢献することが期待でき、提案企業を始めとした水道関連の本邦中小企業のビジネス機会創出といった裨益効果の発現が期待できる。

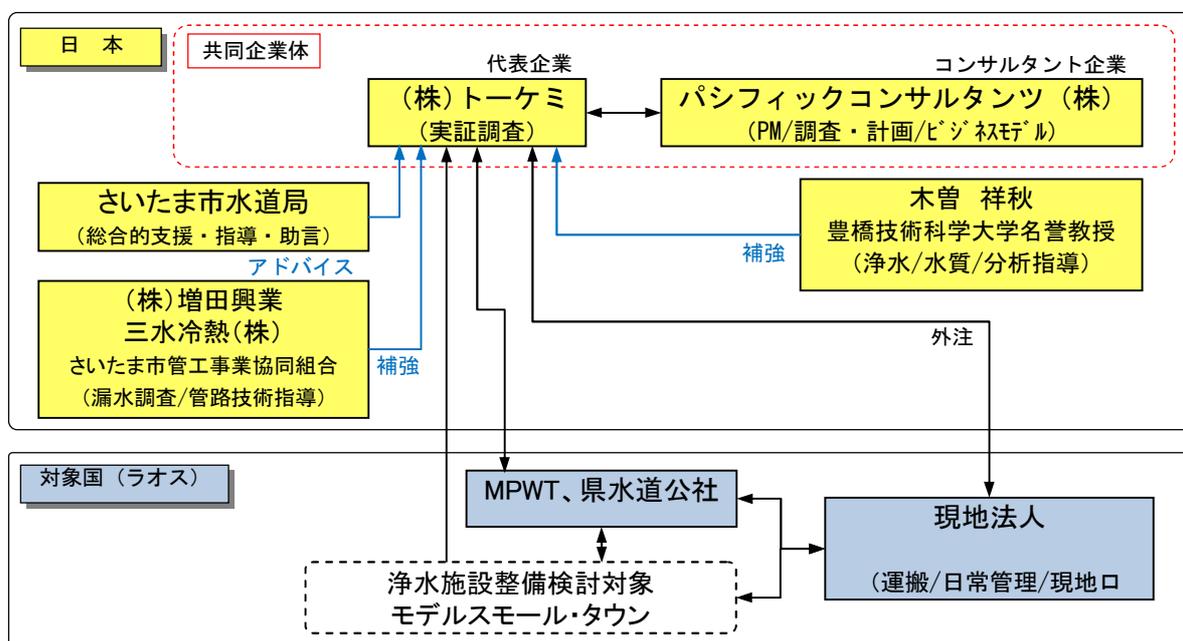
(5) その他事項

厚生労働省主催、ビエンチャン特別都市および埼玉県およびさいたま市等の協賛で開催された「ラオス・日本水道セミナー」において、本案件化調査の紹介を行った。

● 団員リスト

担当業務	氏名	所属
総括	細谷 卓也	株式会社トーケミ
実証調査（現場主任）	安達 裕	株式会社トーケミ
エンジニアリング（企画・調整・営業）	馬場 裕史	株式会社トーケミ
エンジニアリング（試運転・データ収集等）	波多江 秀人	株式会社トーケミ
エンジニアリング（試運転）	大谷 務	株式会社トーケミ
エンジニアリング（データ収集等）	丹 英 倫	株式会社トーケミ
業務主任者	塩原 英雄	パシフィックコンサルタンツ株式会社
調査・計画（全般）	眞崎 哲二	パシフィックコンサルタンツ株式会社
調査・計画（事業計画）	森本 達男	パシフィックコンサルタンツ株式会社
調査・計画（事業制度分析等）	松本 貴久	パシフィックコンサルタンツ株式会社
漏水調査/管路技術指導	増田 伸二	さいたま市管工事業協同組合（株式会社増田興業）
漏水調査/管路技術指導	仲儀 公亮	さいたま市管工事業協同組合（三水冷熱株式会社）
浄水/水質/分析指導	木曾 祥秋	個人

● 調査体制



● 調査スケジュール

作業項目	期 間
ラオス国における水道の現状とニーズの確認 ・関係機関表敬・協議 ・現地実証試験実施箇所確認	2013年9月29日～10月5日
事業展開の可能性及び将来的な事業展開の見通し	2013年9月29日～10月5日 2013年11月10日～11月16日
提案小規模分散型浄水装置の現地実証試験 ・第1現場：河川水、第2現場：地下水	2013年10月30日～12月14日
提案小規模分散型上水装置／給水システムの現地当該事業への適合性の検証	2013年11月7日～11月13日
現地普及啓発指導（管路技術/水質等）	2013年11月7日～11月13日
ラオス-日本水道セミナーへの参加	2013年11月12日～11月13日
ODA 案件化への具体的段取り （現地関係機関説明、実証候補地の選定）	2013年12月23日～12月29日

第1章 対象国における当該開発課題の現状及びニーズの確認

1.1 ラオス国における政治・経済の概況

1.1.1 概況

ラオス政府は、1986年には「新思考（チンタナカン・マイ）」政策を導入し、市場経済原理導入などの経済開放化政策「新経済メカニズム」を推進してきた。ラオス国は依然として後発ASEAN国の一つとして開発上の課題は多いものの、高い経済成長を堅持しており、「2020年までに後発開発途上国から脱却する」という長期目標達成に向け貧困削減及び経済成長に関する様々な課題に取り組んでいる。

経済面では、ラオスのGDP成長率は2005年から4年連続で7%を超えており、2009年は7.5%に、2010年には8.5%に達した。また、好調な鉱物資源および水力発電等の成長も背景に、2010/2011年度の実質成長率は8.0%（世界銀行）と堅調な成長を維持している。2012年についてもIMFは経済成長率を8.4%と予測し、ラオスが引き続き好調な経済成長を維持している。同国では2008年の世界金融危機による直接的な影響はほとんどなかったものの、同国経済への間接的な影響は小さくない。観光収入の落ち込み、資源価格下落の影響による輸出及び資源関連歳入の減少、海外直接投資の延期といった事象により財政及び国際収支の悪化は免れないと見られる。

政治面では、5年に一度の党大会、新内閣発足等、政治的に重要な節目を迎えた2011年から1年が経ち、ラオス政府は今後5年間の党の方針である党決議や第7次国家社会経済開発5カ年計画（NSEDP）、各種国家戦略・政策の実施に取り組んでいる。

財政面では、2009/2010年度の財政赤字は、金融危機による歳入不足及びラオス中央銀行による予算外支出の増加などからGDPの4.9%程度、2010/2011年度では2.7%程度と見込まれている。これらの財政赤字のうち、2008/2009年度については60-70百万ドルについて資金手当の目処が立たなかった。ラオス政府では歳出・歳入の両側面で様々な取り組みを検討しているが、国内での資金調達手段が限定的であり、信用力の観点から海外で債券を発行することも困難であるため、財政ギャップの多くはドナーからの支援に頼らざるを得ない状況となっている。

1.1.2 ラオスにおける開発政策

ラオス政府は、2006年から2010年までの第6次国家社会経済開発計画（NSEDP）を終了し、経済成長率は計画目標7.5%を上回って7.9%とし、一人あたりのGDPは、各年設定目標を上回り、2009/2010年の目標値823US\$に対して、1,069US\$と29.8%増となった。経済成長に関しては、堅調な結果となった。インフレ率は、目標値5カ年平均6.0%に対し、5カ年平均5.9%に抑え、実質的な経済成長の増進に貢献した。財政赤字は目標値を4.9%上回った。歳入についてはドナーの支援が15.0%を占め、計画値15.3%を下回った。計画の達成はほぼ堅調に行われたと評価される。

2011年6月に第7次国家社会経済開発計画が国民会議で承認され、2015年に向けての5カ年計画が始まった。この計画は、大きく以下の4つの目標が掲げられている。

- ① 安定的な経済成長の確保（GDP の 5 年間平均成長率目標値 8.0%、2015 年時点の一人あたり BDP 目標値 1,700US\$, 計画 5 年平均インフレ率の経済成長率以下での管理、2015 年時点の財政赤字を GDP の 3～5%に抑制）
- ② 2015 年までの MDGs の達成、2020 年までの LDC 脱却
- ③ 文化・社会の発展、天然資源の保全、環境保全をともなう持続的な経済成長の確保
- ④ 政治的安定、平和および社会秩序の維持、国際社会における役割の向上

水分野に関しては、2015 年時点までに水道公社による都市部水道へのアクセス率を都市部住民の 65%にするように継続的な水道改善を図る。

1.1.3 社会情勢

1) 経済状況

ラオスの GDP 経済成長は、2001 年～2010 年において、年平均 7.1%の GDP 経済成長率を達成し、さらに、2011 年から 2015 年については、第 7 次国家社会経済開発計画においては、8.0%以上の目標設定がなされ、世界銀行の予測では、7.6%となっている。2010 年までの実績を踏まえると、今後についても堅調な推移が期待できる。この傾向が維持されれば、国家開発計画目標になっている 2020 年までの LDC からの卒業と低所得国から低中所得国への移行が実現可能となる。

2010 年の実質 GDP 経済成長率は、2009 年の 7%から 7.9%に増加した。その 7.9%のうち、3.4%は水力発電部門の成長であり、0.9%が農業部門、0.4%が鉱業および建設業部門であり、0.8%が製造業部門であり、1.7%がサービス業部門となっている。基本的に水力発電と鉱業が経済を推進していることが分かる。2010 年の実質総国民所得 (GDI) の成長率は、2009 年の 9.5%に比べると、6%と減速している。その理由は、鉱業や電力分野の所得の流出が原因となっている。すなわち、鉱業および電力分野における国内生産の海外資本への依存度が高くなっていることが原因となっている。

また、後述するインフレ抑制管理の良好さから実質 GDP の向上が図られており、国内消費の堅調さも誘導されている。

2) 財政状況

2005 年～2010 年までの第 6 次 NSEDP では、計画期間中の平均歳入は GDP の 14～16%、平均歳出は GDP の 20～22%と目標設定がなされ、平均財政赤字は GDP の 6～8%に目標設定がなされていた。第 6 次 NSEDP が終了した 2010 年時点での結果は、経済成長の堅調さから、総歳入の 70%を占める税金と関税の伸びが歳入の増加に貢献し、平均歳入は GDP の 17.31%となった。これは計画値の 5%増しである。平均歳出は GDP の 22.29%となり、計画値の 3%増しとなっている。結果としての平均財政赤字は GDP の 4.98%となり、目標値の 63.05%となった。計画期間中の各年の財政赤字は減少傾向を示し、2010 年度の上半期の財政状況は、均衡状況を達成したが、最終的に GDP の 4.9%となった。実質的には、2011/2012 年が GDP の 1.7%と最低値を示し、公務員給与の引き上げに起因し、2012/2013 年が GDP の 2.8%になろうとしている。最近の傾向と

しては、財政赤字は改善の傾向を示している。

(1) インフレ状況

2006年～2010年の第6次NSEDPのインフレ平均目標値は7.0%に対し、結果としては、平均5.1%に抑制された。そのなかで、インフレ率は、2009年11月の1.5%から、2010年4月には4.8%に上昇している。主な原因は、エネルギーと食料の価格上昇に起因している。しかしながら、変動はあっても、GDP成長率以下でのインフレ管理の良好さは、国内消費の向上を誘導している。

(2) 主要経済指標

主要経済指標を整理すると、表1のようになる。

表1 主要経済指標等 (2010年対1990年)

指 標		2010年	1990年
人 口	(百万人)	6.20	4.19
出生時の平均寿命	(年)	67.06	54.31
G N I	総額 (百万ドル)	6,713.29	865.56
	一人あたり (ドル)	1,010	200
経済成長率	(%)	8.5	6.7
経常収支	(百万ドル)	29.31	-54.90
失業率	(%)	-	-
対外債務残高	(百万ドル)	5,558.75	1,766.03
貿易額 (注1)	輸出 (百万ドル)	2,257.40	102.40
	輸入 (百万ドル)	2,323.55	211.90
	貿易収支 (百万ドル)	-66.15	-109.50
政府予算規模 (歳入)	(百万キープ)	8,538,374.88	-
財政収支	(百万キープ)	-498,291.92	-
財政収支	(対GDP比、%)	-0.8	-
債務	(対GNI比、%)	65.4	-
債務残高	(対輸出比、%)	210.8	-
債務返済比率 (DSR)	(対GNI比、%)	4.5	-
援助受取総額	(支出総額百万ドル)	413.79	-
面 積	(1000km ²) (注2)	236.80	
分 類	D A C	後発開発途上国 (LDC)	
	世界銀行	ii/低中所得国	
貧困削減戦略文書 (PRSP) 策定状況		PRSP 策定済 (2008年6月)	
その他の重要な開発計画等		第7次社会経済開発5ヵ年計画 (2001～2015)	

出典：World Development Indicators/The World Bank, OECD/DAC 等

注) 1. 貿易額は、輸出入いずれも FOB 価格。

2. 面積については、“Surface Area” の値 (湖沼等を含む) を示している。

1.2 ラオス国の水道事業における開発課題の現状

1.2.1 水道事業の実態（水道の整備状況、浄水処理、配水システム等）

1) 水道の整備状況

ラオス国における水道事業は、WSRCのもとに組織された各県の水道公社を主体とするNPSEが各地域の事業を運営管理している。

(1) 水道の普及状況

A. 改善された水供給へのアクセス率

ラオス国において改善された水供給へのアクセス率²は、2010年時点で67%（都市部で77%）である。

2011年現在のラオス国における給水区域内の水道普及率（給水区域内人口に対する給水人口の比率）は、72.58%であり、2010年の70%から2.58ポイントの増加となっている。

NPSEsのうち、7県で2010年に対し普及率が上昇（80%以上）しているが、5つの県で普及率の減少が見られた。

この主な原因としては、普及率の値が、給水区域内人口を母数としていることから、給水区域の拡張による一時的な低下と給水区域内の人口増加が給水人口の増加速度（整備速度）を上回っていることである。

² UNICEF & WHO Progress on Drinking Water and Sanitation 2012 Update

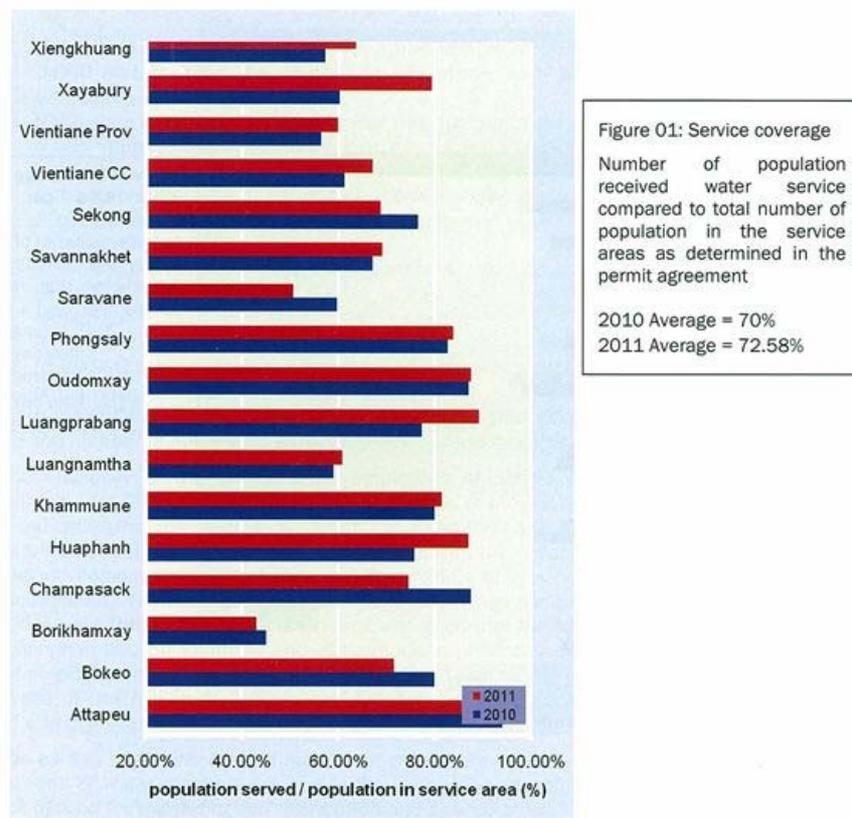


図 1 Service Coverage (population served/population in service area (%))³

出典：Annual Urban Water Sector Performance Report 2011, WASRO, WSRC, MPWT

B. 水道普及率

2013年4月に公表された水道事業計画では、表2に示すとおり給水区域内の普及率（給水区域内人口に対する給水人口の割合）は、約60%、また、2011年の国内総人口に対する水道事業によるシェアは、2011年末現在約16%にとどまっている。

ただし、これは水道事業における給水区域内での給水人口のみを対象としたものであり、前述の改善された水供給へのアクセス率とは異なる。

表 2 水道の普及状況⁴

項目	人口
行政人口①	6,290,000 ⁵
給水区域内人口②	1,711,206
給水人口③	1,025,397
普及率 ③/②	59.9%
普及率 ③/①	16.3%

出典：Revised Water Supply Sector Investment Plan, DHUP, 09 APR 2013 および世界銀行 World Development Index より作成

2011年末における県別の給水人口等のデータを表3に示す。

³ Annual Urban Water Sector Performance Report 2011, WASRO, WSRC, MPWT

⁴ Revised Water Supply Sector Investment Plan, DHUP, 09 APR 2013

⁵ 世界銀行 World Development Index

表 3 県別の水道普及状況及び給水量関係データ (2011 年末) ⁶

No	Provinces	Number of Village in Service area	Number of Household in Service area/Town	Number of Population in Service area	Number of Domestic Meter	Number of non-Domestic Meter	Number of population Serve	Service Coverage ratio	Volume of Domestic Water Consumption(m3)	Volume of non-Domestic Water Consumption(m3)	Volume of Water Sale (m ³)	Water Production (m ³)
1	Vientiane Capital	266	90,579	501,393	77,958	3,812	431,530	86%	37006,655	6371,847	43378,502	67309,876
2	Phongsaly	54	5,471	25,784	2,982	222	14,054	55%	189,016	44,379	233,395	350,061
3	Luangnamtha	51	8,363	42,927	5,136	763	26,363	61%	652,603	291,056	943,659	1215,630
4	Oudomxay	71	12,509	70,054	6,792	475	38,037	54%	1109,593	389,069	1498,662	1928,224
5	Bokeo	63	9,387	50,380	3,074	239	16,498	33%	585,759	231,305	817,064	1195,353
6	Luangprabang	182	26,908	145,230	12,807	1,524	69,123	48%	3737,912	2257,820	5995,732	7990,844
7	Houaphanh	63	8,383	47,298	3,254	435	18,360	39%	485,303	227,900	713,203	869,221
8	Xayabury	125	23,729	120,491	8,561	562	43,471	36%	1162,913	395,198	1558,111	2574,771
9	Xiengkhouang	120	16,656	95,481	4,421	244	25,344	27%	648,729	257,749	906,478	1668,052
10	Vientiane	130	30,289	162,164	9,010	369	48,239	30%	1269,933	622,082	1892,015	2291,310
11	Bolikhamsay	55	12,663	67,464	5,571	252	29,680	44%	1096,440	153,865	1250,305	1619,317
12	Khammouane	136	24,696	131,222	7,085	230	37,646	29%	1944,172	279,600	2223,772	2930,378
13	Savannakhet	193	49,086	278,894	17,375	789	98,720	35%	4649,084	1430,454	6079,538	8846,026
14	Saravane	72	9,854	60,617	4,454	126	27,399	45%	835,244	141,313	976,557	1238,443
15	Sekong	40	6,503	38,338	3,933	81	23,187	60%	606,021	160,697	766,718	918,906
16	Champasack	149	38,707	226,482	11,255	448	65,855	29%	3161,394	917,663	4079,057	5114,014
17	Attapeu	44	8,851	46,987	2,240	118	11,891	25%	475,756	106,385	582,141	1399,133
	Less Estimated population in emerging towns											
				400,000								
	Total	1,814	382,634	1711,206	185,908	10,689	1025,397	60%	59616,527	14278,382	73894,909	109459,559

出典 : Revised Water Supply Sector Investment Plan, DHUP, 09 APR 2013

⁶ Revised Water Supply Sector Investment Plan, DHUP, 09 APR 2013

(2) 整備完了した水道事業

2011 年末現在において整備が完了した水道事業（一部 2012 年の完了分も含む）は、表 4 に示すように 102 事業ある。1963 年の Kaoleo 浄水場を皮切りに、特に 1990 年代以降、海外からの支援を受け急速に事業数を伸ばしており、水道の普及が進められてきた。

年代別の事業件数と投資額を集計し表 4 に示した。

表 4 年代別の事業件数と投資額⁷

年代	事業数（件）	投資額（USD million）	備考
1960~	2	3.20	
1970~	3	12.40	
1980~	2	6.90	
1990~	22	81.20	
2000~	46	94.787	
2010~2012	27	31.07	
total	102	229.56	

出典：Revised Water Supply Sector Investment Plan,DHUP,09 APR 2013 および DHUP 資料より年代別に集計

事業ごとの完了年と投資額およびドナーの一覧を表 5～表 7 に示す。

⁷ Revised Water Supply Sector Investment Plan,DHUP,09 APR 2013

表 5 整備完了した水道事業（2011 年末現在） 1/3

No.	What/Town/Site	Provinces	Completion date	Investment (\$ million)	Funding Source
1.	Kaoleo WTP	Vientiane Capital	1963	1.20	JICA
2.	Luangprabang	Luangprabang	1969	2.00	Germany
3.	Khantabouly	Savannakhet	1971	2.60	France
4.	Pakse	Champasack	1973	1.80	France
5.	Chinaimo WTP	Vientiane Capital	1974	8.00	ADB
6.	Kaoleo WTP	Vientiane Capital	1986	5.00	JICA
7.	Xay	Oudomsay	1986	1.90	GoL
8.	Tha Deua WTP	Vientiane Capital	1994	1.00	France
9.	Ban Keun	Vientiane Province	1995	1.00	France
10.	Thangone	Vientiane Capital	1995	0.30	JICA
11.	Namtha	Luangnamtha	1996	1.40	WB
12.	Thakhek	Khammuane	1996	5.00	EU
13.	VangVieng	Vientiane Province	1996	1.00	France
14.	Mahaxay	Khammuane	1997	1.00	GoL
15.	Samakkhixay	Attapeu	1997	1.10	ADB
16.	Pakse	Champasack	1997	6.50	ADB
17.	Saravane	Saravane	1997	2.70	ADB
18.	Lamam	Sekong	1997	0.70	ADB
19.	Xaysomboune	Xaysomboune Special	1997	0.80	France
20.	Rehabilitation in	Vientiane Capital	1997	12.0	ADB
21.	Chinaimo WTP	Vientiane Capital	1998	25.0	JICA
22.	Luangprabang	Luangprabang	1998	6.90	Germany
23.	Houaisay	Bokeo	1998	2.00	ADB
24.	Paksane	Borikhamxay	1998	2.10	ADB
25.	Samneua	Huaphanh	1998	1.40	ADB
26.	Phongsaly	Phonsaly	1998	1.60	ADB
27.	Xayabury	Xayabury	1998	2.90	ADB
28.	Phonhong	Vientiane Province	1998	1.40	ADB
29.	Phonesavane	Xiengkhuang	1998	3.40	ADB
30.	Pakse	Champasack	2001	1.40	NORAD
31.	Lamarm	Sekong	2001	2.00	NORAD
32.	Xay	Oudomxay	2001	2.00	WB
33.	Khoua	Phongsaly	2001	1.00	WB
34.	Xaysomboune	Xaysomboune Special	2001	0.40	GOL
35.	Khanthaboury	Savannakhet	2003	5.67	JICA
36.	Thakhek	Khammuane	2003	3.18	GOL
37.	Xamneua	Huaphanh	2003	0.07	GOL
38.	VT Distribution	Vientiane Capital	2003	7.65	AFD
39.	Bounneua	Phongsaly	2004	0.76	ADB
40.	Tonpheung	Bokeo	2004	0.77	ADB
41.	Nambark	Luangprabang	2004	1.02	ADB
42.	Nongbok	Khammuane Province	2004	1.22	ADB
43.	Outhoomphone	Savannakhet Province	2004	1.63	ADB
44.	Distribution	Vientiane Capital	2004	6.00	France
45.	Saravane	Saravane Province	2005	0.18	Belgium
46.	Champhone	Savananakhet	2005	0.60	Belgium
47.	Laongam	Saravane Province	2005	0.28	Belgium

出典：Revised Water Supply Sector Investment Plan, DHUP, 09 APR 2013

表 6 整備完了した水道事業（2011 年末現在） 2/3

No.	What/Town/Site	Provinces	Completion date	Investment (\$ million)	Funding Source
48	Ban Thaheua and Houimor, Vangvieng	Vientiane Province	2005	0.09	SEDIF & Private
49	Feuang	Vientiane Province	2006	0.16	
50	Viengxay	Huaphan Province	2005	12.00	SWSSP (ADB Loan 1710)
51	Kham	Xiengkhuang Province	2005		
52	Paklay	Xayabury Province	2005		
53	Km 52	Vientiane Province	2006		
54	Khong Sedone	Saravane Province	2006		
55	Phonthong	Champasack Province	2006		
56	Samakhixay	Attapeu Province	2006		
57	Hongsa	Sayabury Province	2006		
58	Khong	Champasack Province	2006	0.40	ADB
59	Lak20	Borikhamxay	2006	0.95	ADB
60	Hongsa	Xayabury Province	2006	0.89	ADB
61	New Intake in Pek	Xiengkouang Province	2006	0.20	ADB
62	New Intake in	Houaphanh Province	2006	0.20	ADB
63	New borehole in Paksan	Borikhamxay Province	2006	0.20	ADB
64	New Intake in	Phonsaly Province	2006	0.20	ADB
65	Xiengngeun	Luangprabang Province	2006	0.35	UN-HABITAT
66	Dongmarkkay WTP	Vientiane Capital	2006	5.607	GOL
67	Hinheup	Vientiane Province	2008	0.15	SEDIF & Private
68	Distribution	Vientiane Capital	2009	7.01	AFD
69	Expansion of Kaolieo WTP	Vientiane Capital	2009	26.08	JICA
70	Huaykhoun, Bolikhan	Bolikhamxay Province	2010	0.16	SEDIF & Private
71	Thabok, Thaphabath	Bolikhamxay Province	2010	0.15	SEDIF & Private
72	Namone, Vengvieng	Vientiane Province	2010	0.16	SEDIF & Private
73	Samphanh	Phongsaly Province	2009	0.10	GOL
74	May	Phongsaly Province	2010	0.57	GOL
75	Densavanh, Sepone	Savannakhet Province	2010	3.03	GOL
76	New Lamnam WTP	Sekong Province	2009	1.30	GOL
77	Phine	Savannakhet Province	2009	0.35	UN-HABITAT
78	Nongbuoa-Nongveng	Bolikhamxay Province	2011	0.17	UN-HABIAT
79	Xayabury, Pipeline extention I	Xayabury Province	2008	0.25	UN-HABIAT
80	Phieng I	Xayabury Province	2012	0.93	UN-HABIAT&GOL

出典 : Revised Water Supply Sector Investment Plan, DHUP, 09 APR 2013

表 7 整備完了した水道事業（2011 年末現在） 3/3

No.	What/Town/Site	Provinces	Completion date	Investment (\$ million)	Funding Source
81	Virabouly	Savannakhet Province	2012	1.06	UN-HABITAT&GOL
82	Xiengngeun, Pipeline extention I	Luangprabang Province	2011	0.16	UN-HABITAT
83	Xayabury, Pipeline extention II	Xayabury Province	2011	0.20	UN-HABITAT
84	Napong Extention pipe	Saravane Province	2011	0.15	UN-HABITAT
85	Lamam, Pipeline replacement	Sekong Province	2011	0.33	UN-HABITAT
86	Samakkhixay, Pipeline	Attapeu Province	2011	0.36	UN-HABITAT
87	Atsaphangthong	Savannakhet Province	2011	0.51	UN-HABITAT
88	Borikhan	Borikhamxay Province	2009	1.20	KOICA
89	Kenthao	Xayabury Province	2010	1.55	ADB
90	Nan	Luangprabang Province	2010	1.33	ADB
91	Houn	Oudomxay Province	2009	1.27	ADB
92	Khoun	Xiengkhouang Province	2011	1.39	ADB
93	Xamtay	Houaphanh Province	2011	1.37	ADB
94	Xanakham	Vientiane Province	2011	1.49	ADB
95	Keo-Oudom	Vientiane Province	2011	1.88	ADB
96	Sing	Louang Namtha Province	2010	1.55	ADB
97	Namor	Oudomxay Province	2012	1.14	ADB
98	Ngoy,	Luang Prabang Province	2012	1.78	ADB
99	Nam Keung	Bokeo Province	2012	1.67	ADB
100	Namtha	Louang Namtha Province	2012	2.10	ADB
101	Xebangfay	Khammouane Province	2012	1.29	KOICA
102	Kaysone Phomvihane I (Rehabilitation)	Savannakhet	2012	4.59	Lao-Malaysia Joint
	TOTAL			229.56	

出典：Revised Water Supply Sector Investment Plan, DHUP, 09 APR 2013

1.2.2 水道事業に関する開発課題整理

ラオス国政府においては、2020年までのさらなる経済成長を達成するため、その基盤となるインフラ整備、特に公共水道政策を前面に押し出し国土全体を通じて公平な開発による利益を付与することを唱っている。

しかしながら、これらインフラ整備は人口の集中する都市部が優先されざるを得ず、地方集落や農村部など未給水地区への改善が強く求められている。

我が国においては2011年度における水道普及率は97.6%と高く、その蓄積されたノウハウを利用して、早くより地方自治体や日本国政府を通じて技術支援を行ってきている。これらは都市部への水供給を担う規模の比較的大きな浄水場への取り組みが多く、上述した地方集落などの未給水地区への取り組みにはそのままでは適応されない。

本調査においては、ラオス国水道事業に関する課題を抽出し、整理する。

1) 水質に関する課題

水源は河川水に代表される表流水と地下水の2種類に大別される。

地下水源は水質が安定しているが水量が十分でない地域が多く、また、硬度成分や塩分が多く含有していると砂ろ過以外の特殊な処理方法が必要となる。この場合には、すべての資器材を現地調達で賄うことでは対応できないが、日本から資機材を調達し、装置化を現地で行うことで対応可能である。

また表流水は、雨季と乾季で水質（濁度）の変動が大きく、ビエンチャン市内のメコン川で30倍以上の差が出るとのことであった。この場合に、MIREPにみられる土木型の浄水施設では濁質成分が沈殿物として蓄積されるため系外への搬送の問題や水質の悪化が懸念される。それに対して提案企業のろ過型システムの場合には、高濁質は繊維ろ過装置の逆洗工程で排出されるため沈殿物として滞留することはなく、また、適正な凝集剤の添加を行うことで安定した処理が可能である。

(1) 原水水質の季節変動

ラオスは熱帯雨林の気候帯に分類され、大量の降雨を伴う雨季と比較的降雨量の少ない乾季に分かれ、水源によっては水質が大きく変化する特徴を有している。

メコン川を水源としてビエンチャン首都圏に給水しているチナイモ浄水場においては、原水の水質、特に濁度の季節変化は表8に示すように非常に大きく、高濁度季における浄水能力の低下および浄水コストの増加などが浄水処理における課題となっている。

表 8 チナイモ浄水場における原水濁度（メコン川表流水）の季節変化

時季	およその濁度	備考
高濁度季（雨季）	約 3000	2013 年 8 月の最大値
低濁度季（乾季）	約 100	ビエンチャン特別市水道公社トレーニングセンターにおける試験期間の平均

(2) WSRC における取組

原水および上水の水質は、水道事業の重要な管理指標であるが、ラオス国の水道事業においては、過去、原水水質の濁度および浄水処理後の塩素等の水質を水質の指標としてきた経緯がある。一部の NPSEs において、他の水質項目についてもモニタリングと検査を実施しているが、まだ十分ではないため、WSRC および WASRO が水質項目を規定し、水質管理の徹底を進めている。

(3) 水道未整備地区の状況

水道未整備地区の状況について、ビエンチャン首都周辺の水道未整備地区を対象に現地調査を実施した。

調査対象箇所は、ビエンチャン首都水道公社の推薦を受けたビエンチャン首都近郊の水道未整備地区（TAPHOHAI 地区、BANPHOMESAY 地区の 2 地区）であり、浅井戸から取水した地下水を消毒せず直接利用している地区である。

また、現地調査においては、水道公社職員立ち合いのもと地元住民へのヒアリングを実施した。井戸の利用に関し、次の点を地元へのヒアリングから確認した。

A. TAPHOHAI地区（ビエンチャン市；人口3,012人、500世帯）

- ・ 生活用水の水源は、現在は全て井戸である。（生活用水として河川表流水は利用していない。）
- ・ 井戸は、各戸または 2～3 戸にひとつ設置されている。
- ・ 当地区内では、ポンプ揚水（水中ポンプ）が 80%で、20%は手動のつるべを使用している。
- ・ 井戸の深さは、8m～16m 程度
- ・ 飲用水は、井戸水を煮沸して飲んでいることもあるが、宅配タンク水もある。
- ・ 地区内の井戸によっては、塩分濃度が高いところもある。
- ・ 安定給水（個別井戸の場合、乾季に井戸枯れや雨季に濁水混入がある）、水質（現状、処理はしていないのため不安）、利便、揚水ポンプの管理コスト（電気代、交換費用等）が水道を求める理由である。



写真 1 井戸水の使用状況 (TAPHOHAI 地区)

(上左：個別井戸家屋 上右：揚水ポンプ (水中ポンプ) 下左：井戸全景 下右：井戸水の状況)

B. BANPHOMESAY地区 (ビエンチャン市；人口4747人、633世帯)

- ・ 生活用水は、各戸に設置された井戸からポンプ揚水している。
- ・ 停電、雨季の濁水混入や乾季の井戸枯れもあり、安定供給のため、水道整備を望んでいる。
- ・ 飲用水は、井戸水を煮沸して飲んでいることもあるが、宅配タンク水もある。
- ・ ポンプは、横置き吸い込みポンプが多い (中国製；3年程度で交換)。
- ・ 井戸の深さは、9m 程度。30m 以上の層からは塩分が出る。
- ・ 鉄等の成分を有する井戸となる場合は、使用せず、別に井戸を設ける。
- ・ 河川 (ナムムン川) からは 2km 程度離れている。
- ・ 1970 頃から居住している代表者の意見では、最近では乾季の井戸枯れが多くなっている。森林伐採し田畑として利用していることも要因のひとつと考えている。



写真 2 井戸水の使用状況 (BANPHOMESAY 地区)
 (上左：井戸全景 上右：横置き吸い込み井戸ポンプ 下左：井戸水の状況)

雨季の濁水混入や乾季の井戸枯れ、井戸の場所や取水深さによる水質の変化（鉄濃度または塩分濃度が高い）など、安定した取水と安全な水質の確保が課題となっている。

2) 今後の整備計画

ラオス政府は 1999 年以降、経済成長、地域均衡及び公平性を支援するために小規模な町にある地域共同体であるスモール・タウンにおける水道供給の開発に焦点を当てている。

「Revised Water Supply Sector Investment Plan（改訂水供給投資計画）」（MPWT、DHUP；2013 年 4 月 9 日）は、2012～2020 年における水供給事業に関する長期投資計画を DHUP が改訂したものである。2020 年までに下記の都市域に住む 80% の人々が水道管で配られる安全な水を使用できるように順次整備していく計画である。

- Vientiane Capital; (ビエンチャン首都特別市)
- Provincial capital towns; (地区首都)
- about 40 communities in small towns with populations of 3,000 or more and population density of 30 or more persons per hectare; (人口 3,000 人以上であり人口密度が 1ha 当たり 30 人以上の小規模な町にある 40 くらいの地域共同体：第一優先のスモール・タウン)
- about 30 communities in small towns with populations of 2,000 or more; (人口 2,000 人以上の小規模な町にある 30 くらいの地域共同体：第二優先のスモール・タウン)

本計画によれば、2020年までに9,100万US\$

2014年；3,000万US\$（20スモール・タウン）、2015年；3,000万US\$（20）

2018年；1,600万US\$（16）、2020年；1,500万US\$（15）

の投資が行われることとなっている。

表9に示すとおり、第一優先のスモール・タウンのうち、拡張および新設事業の計画を有しているのは54地区、508村、人口約53万人である。同様に、第二優先のスモール・タウンでは20地区、69村、人口約5万人である。ラオス国全体で、合計74地区、577村、人口約58万人への新規水道整備計画となっている。

表9 スモール・タウン水道給水計画の規模

	Number of Districts	Number of Village	Number of Population	Number of Household
First Priority Towns	59	547	591,428	106,054
EES,NCS	54	508	526,501	94,312
Second Priority Towns	20	69	54,041	9,711

出典：Revised Water Supply Sector Investment Plan,DHUP,09 APR 2013

EES：Expansion the Existing System, NCS：New Construction System

スモール・タウン水道給水計画において、水道システムに関する規定はない。

表9にも示したように、今後577の村が新規水道整備の対象となっており、村単位での小規模分散型の水道システムから、ピエンチャン首都特別市を始め、地区首都等において主に実施されている複数の村を包含した地域単位での水道システムまで、各スモール・タウンの規模や集落の形態に対応した飲料水供給システムが適用されることとなる。

本案件で扱っている100m³/日～300 m³/日（100L/人・日として1,000人～3,000人）規模の飲料水供給システムは、第一及び第二優先のスモール・タウンの規模に合致しており、即時に導入が可能である。このように、本案件の飲料水供給システムはラオス国におけるスモール・タウンでの市場性が高いと考えられる。

なお、本調査において実施した現地適合性検証活動の内容と結果を通じて、MPWT、DHUPは、スモール・タウン水道給水計画に対する提案技術の適用の可能性を認識したといえる。

表10に第一優先都市、表11に第二優先都市のリストを示す。図2に第一優先都市及び第二優先都市の位置を示す。

表 10 第一優先都市一覽

	No	Provinces	Districts	Potential Service area			Proposed for intervention	Source of Fund
				No. of Village	No. of Population	No. of Household		
First Priority Towns	1	Vientiane Capital	Samphanna village		5,800	1,000		NYI
	2	Phongsaly	Bouneu	13	4,643	1,094	NCS	NYI
			Nyoutou	6	4,452	833	NCS	GOL
	3	Louang Namtha	Numtha(New Numtha)	28	25,891	5,115	EES	NYI
			Long	5	4,024	708	NCS	NYI
	4	Oudomxay	Xay	22	31,379	5,553	EES	
			Beng	15	9,680	1,760	NCS	NYI
			La	8	4,271	776	NCS	NYI
	5	Bokeo	Houaysai	10	7,508	1,276	EES	NYI
			Phaoudom	6	4,234	866	NCS	NYI
			Parktha	6	3,179	651	NCS	NYI
	6	Luangprabang	Luangprabang				NRW	
			Pakxeng	1	1,105	220	NCS	NYI
			Viengkham	10	4,676	826	NCS	NYI
			Chomphet	10	4,981	947	NCS	NYI
	7	Houaphanh	Nam Thouam(Special Economic Zone)	13	17,216	3,135	NCS	NYI
			Xamneua	12	4,625	601	EES	NYI
			Sobbao	6	3,013	567	NCS	NYI
	8	Xayabouly	Vienghong	1	4,537	603	NCS	NYI
			Xayabouly	24	29,264	5,320	EES	
			Khop	9	6,491	1,258	NCS	NYI
			Boten	5	4,266	841	NCS	NYI
	9	Xiengkhouang	Paklai(Houayleak Vangpa)	1	2,725	564	RES	NYI
			Phonsavanh	21	35,436	6,624	NRW	
			Mork	2	3,025	514	NCS	NYI
			Thathom	7	4,458	764	NCS	NYI
	10	Vientiane	Nonghed	8	4,176	1,116	NCS	NYI
			Phonehong	9	9,716	1,766	EES	NYI
			Meune(formerly Nonghai)	5	12,556	1,764	NCS	NYI
			Khonevath(Longxane)		6,791	1,050	NCS	NYI
			Nonesavath-Nasak(Sanakham)		2,794	580	NCS	NYI
			Viengkham					
	11	Bolikhamsay	Nanokkhom (Thoulakhom)		2,900	500	NCS	NYI
			Kasy	5	6,919	1,126	NCS	NYI
			Paksan	22	20,250	4,109	EES	NYI
			Pakkading	6	13,726	2,448	NCS	NYI
	12	Khammouane	Phameung Village	1	6,089	910	NCS	NYI
			Xaychamphone	2	1,417	194	NCS	
			Thakhek				EES	
	13	Savannakhet	Nhommalath	5	3,166	1,017	NCS	NYI
			Hinboon	12	6,900	1,304	NCS	NYI
			Phalanxay	7	6,296	923	NCS	NYI
			Xaybuly	12	12,040	1,855	NCS	NYI
			Xethamouak	6	5,903	894	NCS	NYI
	14	Saravane	Atsaphone	13	5,652	907	NCS	NYI
			Sepone	7	7,287	1,148	NCS	NYI
			Saravane	48	38,156	6,600	EES	Private
15	Sekong	Dackchueng	7	4,480	641	NCS	NYI	
		La Mam	17	20,966	3,554	NRW		
16	Champasack	Pakse	48	64,241	11,680	EES, NRW		
		Sanasomboon	9	19,899	3,519	NCS	NYI	
		Pakxong	4	7,293	1,280	NCS	NYI	
		Sukhuma	1	4,118	641	NCS	NYI	
		Moonlapamok	1	3,117	563	NCS	NYI	
		Khinak	10	14,165	2,540	NCS	NYI	
		Bachiang chakeunsook	7	13,647	2,495	NCS	NYI	
17	Attapeu	Samakhyxay	16	21,723	3,990	EES	NYI	
		Sanxay	7	5,924	1,020	NCS	NYI	
		Sanamxay	1	3,566	678	NCS	NYI	
	Total			586,752	105,228			

出典：Revised Water Supply Sector Investment Plan, DHUP, 09 APR 2013

表 11 第二優先都市一覽

	No	Provinces	Districts	Potential Service area			Proposed for intervention	Source of Fund
				No. of Village	No. of Population	No. of Household		
Second Priority Towns	1	Louang Namtha	Nalae	4	2,355	406		NYI
	2	Oudomxay	Nga	4	2,414	435		NYI
	3	Bokeo	Mueng	3	1,796	312		NYI
	4	Luangprabang	Phoukhoun	5	2,558	465		NYI
			Phoncthong	2	304	74		NYI
	5	Houaphanh	kouan.	1	2,622	349		NYI
			I-luametrng	3	2,180	397		NYI,
	6	Xayabouly	Xaysathanc-	3	2,331	386		NYI
	7	Xiengkhouang	Phaxay	5	2,177	393		NYI
			Phookood	2	1,158	219		NYI
	8	Vientiane	Mad	5	3,200	680		NYI
			Hom	1	533	78		NYI
	9	Bolikhamxay	Thaprabath	4	2,612	517		NYI
10	Khammouane	Nakai	2	2,854	591		NYI	
		Xaybuathong	4	2,150	394		NYI	
		Bualapha	5	2,782	432		NYI	
11	Savannakhet	Xayphouthong	3	3,885	691		NYI	
		Xonbuly	1	2,582	407		NYI	
12	Champasack	Pathoomphone	8	10,528	1881		NYI	
13	Attapeu	Phouvong	4	3,020	604		NYI	
	Total			52,968	52,968			

出典：Revised Water Supply Sector Investment Plan, DHUP, 09 APR 2013

1.3 ラオス国水道事業の関連計画、政策、法制度

1.3.1 政策

1) 水道政策および水道関連法制度の経緯

2005年の国勢調査によると、ラオスの都市人口の152万人（総人口の27%）は、ビエンチャン首都特別市と4つの第二次都市（サバナケット、パクセ、タケク、ルアンパバン）の5大都市および139地区（District）における小規模都市水道供給システム対象都市（スモール・タウン水道整備対象都市）144都市（表12参照）に居住している。

都市人口の約42%が、人口2,000人から20,000人規模の144の小都市に居住している。

ラオス政府の「国家成長と貧困撲滅戦略」（NGPES）は、目的達成のために開発すべき4つの優先分野を指定し、そのうちのひとつが水道供給と下水道を含んだ衛生分野となっている。本案件化調査に関連する都市部水道整備に関する政府目標は、「2020年までに都市住民の80%が水道供給にアクセスできるもの」と設定している。

この目的達成のために、ここ10年の間に、世界銀行やADBの支援を受けて、ラオス政府は、水道供給事業者の商業ベースでの運営環境の整備や民間投資の誘導を積極的に図っている。

特に、MDGsの目標達成のために水道事業に関する政府声明となる1999年の「上下水道セクターの開発と管理（マネージメント）」に関する首相府令37号は、その政策の要となるものであり、2009年の新水道法は、水道供給事業者の商業ベースでの活動および民間投資誘導の法的根拠を与えるものとなっている。

具体的には、1999年以前は、国レベルのラオス水道公社1者で水道事業を実施していた。それは、都市部水道供給サービスが、巨大都市（首都および県都といくつかの郡都）のみで行われていたためである。ラオス政府が唯一の公社を直接に統制するために、規制は単純であった。したがって水道事業に関する法的枠組みは脆弱であった。水道事業に関する規制法は1996年に制定された「水及び水源法」だけであった。当該法は、国の水利用に関する一般規制を定めるものであり、その適用規定は現在のような水道事業の実態に適合するものではなかったし、水分野の政策も定義していなかった。

1996年に、第6回党大会は「2020年までに後発発展途上国からの脱却」という長期開発目標を設定し、主要開発分野の一つが健康であり、そのなかで、本案件化調査と関連する都市部の水道アクセスが主要目標となった。

それを踏まえて、1999年に「首相決定37PM」が最初の水道供給分野の政策を規定した。その内容は、ラオス水道公社の18の県水道公社（Nam Papa State-owned Enterprises（provincial public water suppliers）：NPSE）への分権分割（現在、Nam Papaシステムと呼ばれている）であった。

本案件化調査では、ラオスの都市部水道事業がNPSEを中心に商業ベースでマネジメントされていることと、公的資金だけでは、都市化が進むなかで水道整備の対応ができないために、都市部水道供給事業に民間投資誘導およびPPP事業推進を図るために、どのような法制度環境が整備され、実際に展開されているかを以下に整理した。

なお、本案件化調査が対象とするスモール・タウン水道整備は、都市部水道事業の範疇に分類されているので、本報告書では、主として都市部に関する水道事業の法制度について整理している。

2) 民間投資および PPP 事業推進のための法制度

ラオスの水道事業に商業ベースの運営理念を導入し、事業の効率化の推進と民間投資誘導と PPP 事業を推進するために、近年、以下の法制度が定められ、実践されている。

(1) 1999 年首相府決定第 37 号

最新の NGPES の目標達成のための上下水道分野の政策声明をまとめたものであり、地域の上下水道整備計画および投資計画の基本となっている。それぞれの計画目標は後述する。

(2) 2004 年 MPWT 決定 5336

本決定は水道料金政策を規定するもので、フルコストカバー原理に基づいた料金設定アプローチを規定している。特に、2004 年以降に展開されている地方 PPP 事業の料金設定の法的根拠となっている。

(3) 2005 年会社法

上記目標達成の実施主体となる水道事業者としての PNP_s に関する法規制の枠組みを規定している。特に、商業ベースでの活動を規定している。商業ベースでの活動とは、市場原理に従って事業の効率性を追求することである。

(4) 2005 年首相府決定 191 号

最新の水政策の実施体制を規定するもので、後述する行政サイドの責任体制と義務を規定している。特に、所管省庁と規制機関としての水道局 (WASA) および第三者機関としての水道規制委員会 (WSRC) の設置および機能を規定している。

(5) 2008 年 MPWT 決定 13265

最新の水道政策における PNP_s の商業化推進のための規制機関としての水道局 (WASA) の機能規定 (上記首相府決定) の拡充と WASA の発展形の水道規制事務局 (WaSRO) の設置と機能を規定している。

(6) 2009 年水道法

ラオス政府は、上記水道政策および制度の集大成として水道法を制定した。特に、水セクターへの民間投資誘導を図るための事業形態としての BOT、BOOT、BOO、その他として第 25 条に定められている。同章その他の条項で、事業規模による所管官庁の規定、コンセッションの定義及び内容規定、期間及び終了条件、投資支援内容、水道料金規定等が定められ、本邦事業者の参加可能性も可能と判断される。記述は大枠を定めたもので、実際に参加の場合、詳細なリスク分析の必要性がある。

なお、この法律策定の支援は世銀から受けた。

3) 都市部のカテゴリーと水道水の価格フレーム

(1) 都市部のカテゴリー

最新の水政策の対象となっている都市部のカテゴリーは、表 12 のようになっている。

表 12 都市部のカテゴリー

No.	Province/Town/Project	対象都市数
I	ビエンチャン首都特別市	1
II	第二次都市	4
III	地区首都	12
IV	小規模都市水道供給システム対象都市	144

出典：1999 年首相府決定第 37 号より作成

(2) 価格フレーム

政府の料金政策においてはフルコストの料金設定を規定している。なお、料金設定に関するガイドラインは WASA (WASRO) が作成している。

なお、現在の水道料金の法的根拠は、2004 年 4 月 26 日、“Ministerial Decision on Water Supply Tariff Policy of the Lao PDR”、Ministry of Communication Transport Post and Construction No.:5336/MCTPC に規定されている。主要な内容は以下の通りである。

- ① 料金はコスト回収原理に従う：長期原価回収原理（第 II 章 第 3 節 第 15 条）
- ② 原価構成（第 3 節 第 16 条～第 21 条）
 - ・ 運営費
 - ・ 適正は資本費：資産管理及び資本維持をベースとした減価償却費
 - ・ 適正利益の保証（第 25 条）：フルコストをカバーした後、プラスの適正利益獲得を承認
 - ・ 利益保証のための料金による内部補助制度の採用

4) 料金体系

(1) 利用者カテゴリー

料金の利用者カテゴリーは、以下の 5 分類となっている。

- ① 人民、職員、兵士、警察官
- ② 国家機関、学校、病院
- ③ 事業所、商業、サービス業、飲食店
- ④ 原材料として水を使用する工場
- ⑤ 外国人、外交官、国際機関、海外法人

(2) 使用水量のカテゴリー

使用水量については上記の利用者カテゴリーごとに水量に応じて 0～10m³、11～20m³、21～30m³、>30m³ の 4 つにカテゴリー化されている。

(3) 平均料金の推移

2001年から2011年までの平均料金の推移は図3のように推移している。

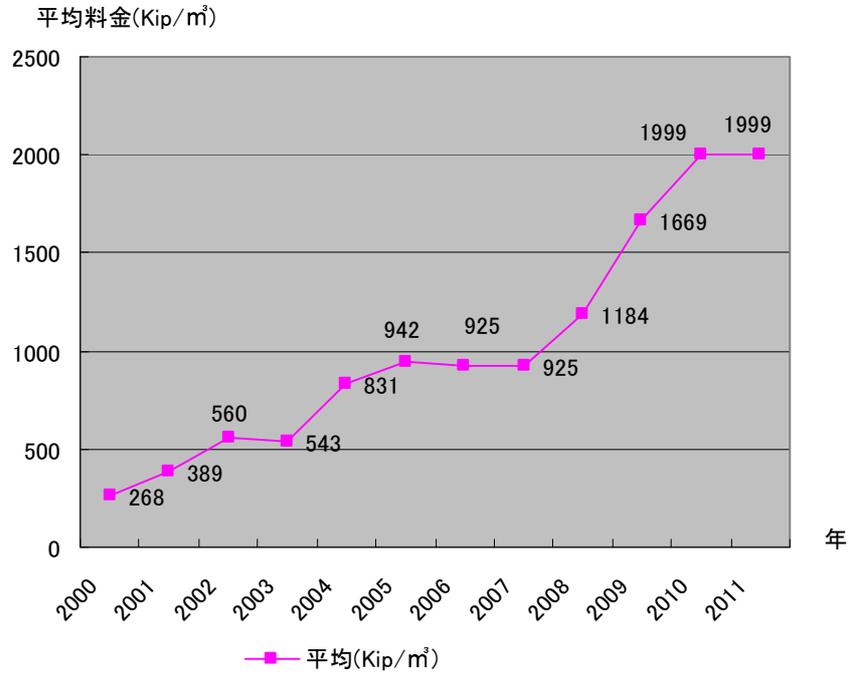


図3 水道料金（平均）の推移

出典：現地調査収集資料から作成

5) 水道事業の民営化・民間化の状況とその法的根拠

(1) 水政策の関係機関

最新の水政策執行のための関係機関は、前記法制度に従って図4のようにになっている。

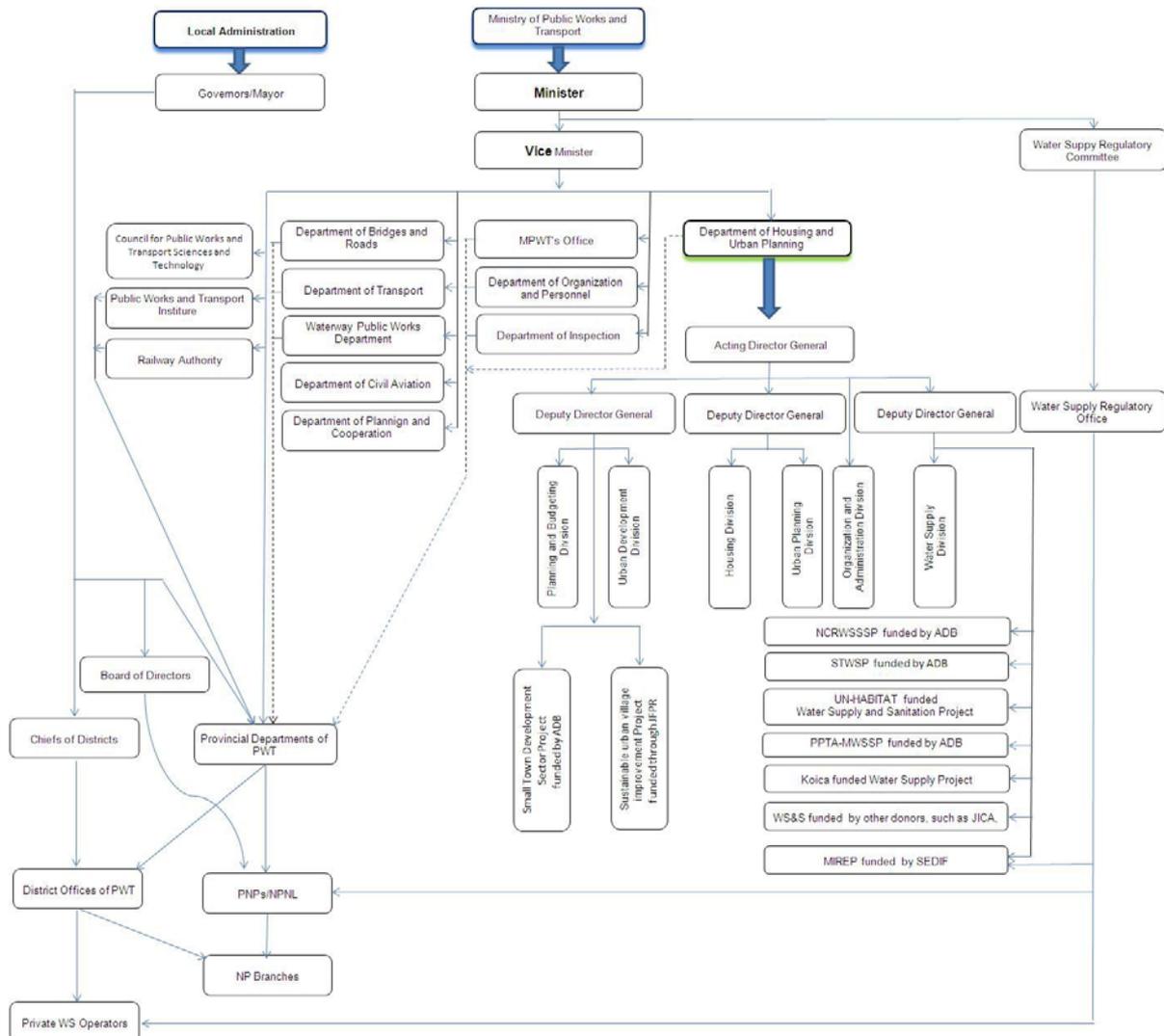


図 4 水政策関係機関の組織図

出典：Urban Water Sector Regulation in Lao P.D.R.2010、UNCTAD

6) 都市部の水供給政策

(1) 責任と目標

都市部水道の責任は公共事業交通省（MPWT）が負っている。地方部水道は公共厚生省が責任を負っている。政府の1999年の政策声明（上下水道経営と開発に関する首相府決定第37号）は、2020年までに、都市部人口の80%が、安全な飲料水に24時間アクセスできるようにすることを目標にしている。その目的達成のために、政府はビエンチャンおよび県都および郡都を中心部に、水同整備を積極的に行ってきたが、1999年以降、経済成長、地域均衡および公平性を支援するために小規模都市（スモール・タウン）における水道整備に焦点を当てて来ている。

2005年の国勢調査では、都市部における安全な水供給のアクセスできる家計は67%で、そのうち、43%の家計が水道をひいている。しかし、これら数字は、70%の水道供給率を示す5大都市と21%の水道供給率を示す小規模都市間の格差を隠している（水道公社の指数）。

(2) 都市部水道整備の投資計画

1999年の政策声明に付された投資計画は、更新、拡張、開発の優先順に全ての都市部水道整備案件を挙げている。1999年計画は2004年に改定され、特に、最貧困地域の小規模都市の改善を図ることによって均衡開発を強調している。2005年から2020年の必要投資額は、26,700万US\$と推定されている。この数値は小規模都市のための投資額10,300万US\$を含んでいる。その概要を表13に示す。

表 13 2005年から2020年までの投資概要

No.	Province/Town/Project	投資額 (百万 US\$)	目標人口	資金源
I	ビエンチャン首都特別市	129	672,000	JICA (35)
II	第二次都市	20.7	311,000	未定
III	地区首都	14.6	262,000	未定
IV	小規模都市水道供給システム	102.5	564,000	ADB とその他 (54.5)
	総計-都市部水道セクター	266.8	1,953,000	

出典：Urban Water Sector Regulation in Lao P.D.R.2010、UNCTAD

都市部水道投資計画は、2010年、2015年、2020年の目標設定がなされている。2020年の目標値の表14に示す。

表 14 2020年の目標値

目標値	ビエンチャン首都 第2次都市	県首都	地区小規模都市	その他小規模都市
サービスカバー率	90%	85%	75%	70%
単 位 消 費 量	145L/人/日	100L L/人/日	85L L/人/日	100L L/人/日
サービスの質	全サービスエリアに関して分速10mの残余圧の信頼できる24時間給水			
水 質	水質基準に完全準拠			
未 収 水	<200L/接続/日	<170L/接続/日	<140L/接続/日	<140L/接続/日
マスタープラン	20年間の水供給計画の改訂			

出典：Urban Water Sector Regulation in Lao P.D.R.2010、UNCTAD

(3) 特定小規模都市政策の展開

小規模都市は、行政および経済の中心として機能し、地方と国および国際市場の経済的つながりとして活動している。小規模都市における不十分な水と乏しい環境条件は社会経済発展を悪化させる。2004年に、MPWTは、小規模都市水道事業に関する合意形成を図る参加活動を誘導した。投資および経営モデルは、PPP手法に関する特別な配慮と適切な技術基準をもって議論された。

7) 分権と規制主体の設置

(1) 県の水供給国営企業 (PNPs)

1999年の政策声明と2000年の会社法によって、水供給主体 (PNPs) に関する法制度の枠組みが定められた。1999年の政策声明は、都市部水道セクターに関する以下のような制度的枠組み

と政策が確立された。

- ① 都市部上下水道に関する中央政府から地方政府への権限移譲
- ② 水供給局 (WASA) の設立と MPWT 所管の水道部局委員会に関する条項の作成
- ③ 各県の都市部水道サービスを経営する PNP の設立

国全体の水道システムの運営について前もって責任を負っているラオ水道公社が、ナコンルアン (ビエンチャン) 水道公社と 16 の水道公社に分割された。国営企業としての NPNS は、次の項目に責任を負うことになった。

- ① 各県の都市部および地方部における全上下水道システムの経営と操作
- ② 下水道規則を遵守した衛生施設の保証

1999 年の政策声明は、経常費用と減価償却あるいは債務費用を賄うのに十分な収入を生み出すための水道料金の設定責任を PNP に与えた。実際に、PNP は料金調整のために地方政府認可を探し、年間予算を提出し、県の委員会に料金調整を求めた。各 PNP は管理委員会 (あるいは PNP 委員会) によって統制され、県政府への報告書提出が義務付けられている。

都市水道セクターの資本投資は、基本的に、政府によって 2001 年から 2004 年にかけて年平均 990 億 US\$ に配分された海外援助金によって賄われてきた。都市部水道セクターの投資計画は、資金調達と投資に関する枠組みを提供している。

2002 年から 2006 年にかけて、PNP の財務報告は、1,910 万 US\$ の総収入は 830 万 US\$ の料金収入とその他の利用者負担からなっていることを示している。しかし、これらの収入は、十分な O&M 水準を実行するには不十分である。2006 年の PNP によって生じた損失は、300 万 US\$ 以上で、同期間における政府の厚生予算を超えている。全 PNP は損失状況にあり、政府の財政支援に依存するか、資産を悪化状況のままにしている。

(2) 規制機関の進歩的肯定 : WASA から WASRO

1999 年の政策声明および 2005 年の首相府令 (首相府令 191 号/PM/2005) は、水道セクターの規制機関として任務を遂行する WASA (水道局) に関する法的根拠を提供している。また、都市部水道戦略、計画、技術基準、長期資本投資計画の責任を MPWT の住宅および都市計画局 (DHUP) に負わしている。DHUP の水道部は、部門政策、戦略および投資計画の策定に責任を負っている。また、各種基準や指針を準備し、実施し、水部門機関の人材育成を行っている (DHUP 決定 8027/200)。

1999 年以来、WASA は主要な財務、経営、技術、規制に関する指針を準備し、民間部門を水道事業に率先させ、2004 年と 2007 年に料金見直しを実行し、PNP の年間業績報告書を出版した。

2005 年の首相府令は、WASA の役割を下記のように規定している。

- ① 水供給者に免許証を発行

- ② 水供給者が免許証、法制度にしたがって運営することを保証
- ③ サービス基準を保護
- ④ 水供給者がより効率的になることを鼓舞
- ⑤ 競争の促進

また、それは水供給規制委員会（WSRC）の役割と責任および都市部水供給者の規制義務と消費者の権利を明確にしている。

2008 年末に、WSRC の権限は MPWT 決定 13265 において再確認されている、そこでは、WASA は MPWT 決定 13266 で WASRO（水供給規制局）になっている。WSRC は MPWT の所管の下、規制当局の委員会として活動する。それは、少なくとも四半期ごとに開かれ、都市水道部門の利害関係者の代表として 10 人の構成員によって構成されている。それは、関係省庁の代表（MPWT、財務省、公共厚生省）、首相府の事業推進局長、商工会議所の代表、水供給運営者の代表、消費者のために中央婦人組合の代表、事務局部長として WASRO の部長である。

WASA は直接、大臣に対応し、その主要な責任は以下の事項である。

- ① 政策および直接的全体的規制活動の明確化
- ② 承認のために MPWT 大臣に提供する前に、WASRO によって確立された規制計画の検討と署名して保証
- ③ WASRO によって確立された水供給操作規制活動と関係する指針、規則、基準および成果指標の承認
- ④ WASRO の水供給規制活動の指示、監視、監督

2008 年末から WASRO の権限は、厳密に WASA の権限と同じであるが、規制当局の位置づけが変わった。WASRO は、もはや MPWT の DHUP 内にあるのではなく、WSRC の事務局として活動する。この動きの目的は、より独立した有効な規制システムを可能にしている。WASRO の主要な義務は次の項目である。

- ① 事業や顧客サービスの監視や制御のための参考としての各種規則、技術集約的仕様や種々の指針の草稿
- ② 全経済部門の参加促進および持続可能な水供給運営の様々なモデルや形式を経済的、財務的、環境的に利用することについての研究
- ③ 改善を鼓舞する水供給運営者の経営、会計、財務および顧客サービスをシステム化する能力の監視、統制および評価
- ④ 様々な様相を持つ水供給運営者の経営をシステム化する能力を定期的に改善したり、更新するための技術促進や最適技術の革新や導入促進
- ⑤ 運営や顧客サービスに関して競争状況にある水供給運営者にとっての仕組みや好ましい条件を創出
- ⑥ 運営者の実績についての年間報告書の準備や出版に沿って、水供給運営に関するデータや統計を収集・管理

8) 新たな水道法

2009年7月以来、国民議会と大統領によって改定された水道法は、水供給に関する立法措置を整理統合し、衛生サービス提供に関する法的基礎を強化することを目指すものであった。政府は、水供給に関する規制環境を明確にすることを意図しており、それは、より多くの民間部門参加と水供給の地域社会管理のより強化を可能としている。責任の明確化と基本的な水供給および下水道サービスへのアクセス権を確立し、将来の支援規制が広範な国民レベルの現場調査を通して慣習的な民族法を反映することを保証するものである。この論旨の重要な部分は、民間投資を扱っていることと、多くの税金（土地税、収益税等）の免除と減税についての適格者を分類していることである。

9) 小規模都市に関する地方 PPP の導入

(1) ラオスにおける最初的水道 PPP の創設

新水道法によって再確認されることは、政府の水供給戦略は、都市部のインフラ整備およびサービス提供においてはより多くの民間投資を誘導することであり、そのために、費用回収（コストカバー）のために水道料金を上げ、政府の援助予算を削減し、事業成果を改善し、民間参加および投資の増大を図ろうとするものである。

新水道法以前の既存の脆弱な法規制の枠組みのために、ラオスにおいては、官民連携（PPP）はまだなかった。

しかし、2004年から、WASA と DHUP は、GRET（フランスの専門家 NGO）とフランスのパリ地方の水道事業体 SEDIFF を含む種々の開発機関の支援を受けてパイロット PPP を成功裏に導入している。そのパイロット事業を MIREP（フランス語で小規模水道を意味する）プログラムと称し、2006年までに、二つの公式な民間水道コンセッションが実現されている。ひとつは、フィアン（Feuang）市であり、ひとつは、ビエンチャン県の小規模都市である。MIREP プログラムは、現在、ステージⅡに入っており、2県において2006年から2010年にかけて6事業を付加することを目指している。そのうち3事業がすでに運営段階にあり、残り3事業については、コンセッショネアが選択され、整備段階にある。

新水道法と2005年の会社法は事業および投資環境を改善するうえで、重要な役割を果たしている。それは、投資および経営に関して健全で安全な枠組みを提供している。

(2) 水道 PPP の資金調達

公共の投資資金の不足に配慮すると、民間投資をベースとする PPP はラオスの水道戦略にとって有効である。コンセッション契約は、MIREP プログラムによって準備されており、ラオスの水道拡張にとってある潜在力を示している。

MIREP プログラムは、二つの資金調達システムの開発によって支えられている。成果重視の支援補助金（Output Based Aid 補助金：OBA：国際援助機関による交付金）が上下水道のため

に取り分けられる県投資基金を介して支出される。それ以外には、小規模水道事業者にとって中期借入をできるようにするために国営商業銀行と協同して信用強化スキーム（保証契約に基づく）が開発されている。補助金は、一般的に総投資額の 30%であり、民間出資が残りとなっている。典型的なものを例示すると、住民 5,000 人の小規模都市について、総投資額は 150,000US\$で、投資家は直接、90,000US\$を投資し、25,000US\$を借り入れ、民間持分は 115,000US\$となる。

(3) PPP に関する規制活動

最初に、規制は地方レベルにおいて、コンセッション契約の 2 主体、経営委員会によって代表される地方とコンセッショネアの間で実施される。その場合の主要な地方規制ツールは契約の締結に至るまでの手続きである。その手続きは 2 契約主体に相互信頼と締結をもたらす。

ラオスの既存の水道コンセッションは、25 年契約で、投資の部分、運営、維持、施設の拡張および更新およびサービス管理を契約期間中、民間部門に委任するものである。

契約が満了したとき、施設は認可当局に戻される。コンセッション期間中、公共当局は施設の所有者であり続ける。契約は、水源および配水網の拡張、料金設定および改定、接続料金、使用者を含む全関係者の権利と義務、契約破棄等の全ての条件を特定する。コンセッショネアは契約期間中、料金を徴収し、永続的なサービス管理を保証する。一方、地方当局は使用者に提供される水道水の質を統制する。

二番目に、WASRO は、PNPs に関して民間的に管理されている仕組みの技術的および財務活動の同様の監視を実施している。まだ、これらのデータは明確に示されていないが、将来は、明示されることになる。さらに、WASRO は料金設定を支援し、将来需要の増加を評価する。通常、民間水道に関する規制機関の役割は、民間水道事業者に対する更なる支援と税金や登記障害でまだ覆われているビジネス事情内での事業者の運営を容易にしている。主要な目的は、潜在的な不正利潤とか権力の濫用を制御するというよりは、水道事業者が財務的持続可能性を達成することを支援することである。

10) 実行されている主要な規制手段

(1) 料金政策

ラオスのほとんどの社会インフラとサービスは、国営企業によって提供されている。重要な最近の調整は別として、料金はインフレを後追いし、フルコストのカバーレベルを下回っている。低くて複雑な料金構造は非効率な電力や水使用をもたらし、将来投資に利用可能な資源を減少させている。現在、公共事業自身、その負債を政府に押し付けている。政府は、予算の補助金を削減する必要性を認識しており、より適正な料金と価格に移行しようとしている。水道料金は、他の公共事業料金と比較して非常に低いところから値上げされている。

水道料金政策は、公式には 2004 年 4 月 26 日の MPWT 決定 5336 によって確立されている。それは、主要な利害関係者、すなわち、顧客、事業者、環境および国・地方の資源、社会のニーズに答えることが最善である。3 目的が挙げられている。社会的公正性、環境およびコスト回収である。

(2) 経済規制：水道料金見直しにおける WASRO の推奨事項

現行での経済的規制は定期的な料金見直しの実施を含む。これらの見直しは、各県知事に付与された料金評価によってのみの報告である。最近の料金見直しの所見は全ての PNP's によって受け入れられ、採用されている。2007 年から 2008 年における国内料金については平均して約 60% 増となっている。

表 15 水道料金の推移

Change in water tariff for households from 2007 to 2008 (Kip/m³)

Province	0 - 10 m ³			11 - 20 m ³			21 - 30 m ³			> 30 m ³		
	2007	2008	% change	2007	2008	% change	2007	2008	% change	2007	2008	% change
Attapeu	860	2950	243%	860	2950	243%	860	2950	243%	860	2950	243%
Bokeo	1292	2880	123%	1292	2880	123%	1292	2880	123%	1292	2880	123%
Borikhamxay	1450	2550	76%	1450	2550	76%	1450	2550	76%	1450	2550	76%
Champasack	927	3000	224%	1295	3000	132%	1634	3000	84%	2026	3000	48%
Huaphanh	1487	2116	42%	1487	2116	42%	1487	2116	42%	1487	2116	42%
Khammuane	1100	2300	109%	1100	2300	109%	1100	2300	109%	1100	2300	109%
Luangnamtha	700	900	29%	700	900	29%	700	900	29%	700	900	29%
Luangprabang	750	1000	33%	850	1100	29%	850	1100	29%	1000	1250	25%
Oudomxay	1600	1494	-7%	1600	1808	13%	1600	1808	13%	1600	2121	33%
Phongsaly	1800	3500	109%	2067	3500	77%	2400	3500	64%	2500	3500	51%
Saravane	1500	1500	0%	1700	2500	47%	1800	3000	67%	1800	3000	67%
Savanakhet	1183	1400	44%	1233	1700	62%	1267	2200	102%	1433	3000	142%
Sekong	1500	1900	27%	1500	2650	77%	2500	3500	40%	3900	3500	-10%
Vientiane Capital City	420	420	0%	685	685	0%	685	685	0%	1060	1060	0%
Vientiane Province	1261	2050	63%	1261	2700	114%	1261	2700	114%	1261	3000	138%
Xayabury	1600	2500	56%	1600	2500	56%	1600	2500	56%	1600	2500	56%
Xieng Khouang	850	1400	65%	1700	2350	38%	2000	3850	93%	2000	3850	93%
Average	966	1612	59%	1066	1819	60%	1166	1978	61%	1289	2070	60%

出典：Urban Water Sector Regulation in Lao P.D.R.2010、UNCTAD

料金見直しは、単純化された単位コスト方式に基づいている。この方式は、効率性の期待値に関する斟酌で予想される過去の歴史的財務情報を使う方法である。理想的には、基本料金は、将来売上、費用、投資等を予測した健全な事業計画に基づいて行われるべきである。後者の方法は、すでに PPP 水道事業の料金設定で利用されている。

(3) 業績年報を通しての相対的競争

WASRO 経由で WSRC は業績年報を作成している。その年報は、全ての利害関係者に水道事業者の業績が WSRC の規制権限の下に、現行、落ちてきていることを知らせることを意図している。与えられた情報は、事業者の業績を相互に比較し、2007 年以降、どうして改善されたか、悪化したかを比較することができる（ベンチマーキング）。そのことによって、各事業者の責任者は業績の向上を志向している。

報告書の分析は以下の項目について行われている。

- 技術的および社会的成果：水質、安全供給、サービス水準と効率性
- 財務分析：利潤、所得、費用、キャッシュフロー
- 全体的な成果：上記 2 指標の総合成果

将来的には、民間事業者の成果に関する指標の導入によって PNP の成果向上のインセンティブを誘導することが期待されている。

11) 地域および国際的協働システム

(1) 地域統合

ラオスの水道政策は、現在、地域統合化を進めている。政府は近年、東アジア協働体とともに、マニラ宣言に調印した。それは、公衆衛生に関する第二回東アジア大臣級会議で再確認されたものである。MDG の達成とより強固な地域協働の意志の再確認である。

ラオス政府は、世銀の水道および公衆衛生プログラム（WSP）によって支援されているメコン地域の公衆衛生と水協働（SAWAP）プログラムにも参加している。

当該プログラムは、メコン地域政府と中国チワン族自治区および雲南省の相互学習と経験の共有を促進するものである。SAWAP は 2007 年中頃にはじめられた。現在、以下の 6 プロジェクトを実施している。

- 地方の家計の水質改善
- ナレッジ調査と応用サイクル改善支援
- コミュニケーション再生
- 地方公衆衛生の持続可能な管理モデルの開発
- 上下水道への国内民間部門の誘導
- 小規模都市を含む都市公衆衛生に関する持続可能な管理モデルの開発

(2) 国際援助機関との協働

過去において、多くの国際援助機関が都市部の上下水道アクセスを増強するラオス政府の努力を支援してきた。それらは、ADB, JICA, AFD, UN-Habitat, KOICA, WSP 等である。

規制活動に関しては、ADB および NORAD が支援してきた。NORAD は業績年報と料金見直しの技術支援を行ってきた。MIREP プログラムの 2010 年から 2015 年のプロジェクトの資金は ADB から出され、企業化構成は PNP に関して計画された。水道法の準備は、WSP が支援した。

12) 成功と挑戦

(1) MDGs への前進

近年、MDGs に向けて重要な前進がなされた。都市部の水道へのアクセス率は、1994 年の 3% から今日 60% 近くに向上した。（都市中心部の約 46% は水道システムを保有し、残りの都市中心部の約 14% は資金の目途がついている。）それは、地方 PPP モデルの導入と同様に ADB の継続的な支援によるものである。

13) 地方 PPP の成功的導入

ラオスにおける MIREP プログラムはすでに豊富で高度な成果を得ている。その成果は国際社会においてもすでに認知されていることである(2009年3月にイスタンブールで行われた第5回世界水フォーラム期間において)。早期実施と削減された投資費用が主要な強みである。

これまで、地方 PPP は小規模都市に関する水道サービスを提供する有効な選択肢であることが証明された。現在まで開発されたアプローチはむしろコスト効率的である。これまでの取引費用は、県や地区への手続きの普及に関してパイロット段階ではまだ高かった。それにも係わらず、地方の協働への依存は実施期間の費用と時間を節約すると同時に地方の課題を解決するのに役立った。

これら先駆的な PPP スキームは、インフラサービスに関する通常の入札手続きにしたがって設定され、いまや、増大する多くの入札者をひきつけている。この新しい「事業機会」への新参加者をひきつける主要な挑戦は成功した。現在は、このモデルの潜在的な規模の拡大を考える時期に来ている。投資および技術支援に関する補助金を与えるためには、国際支援はまだ必要である。

14) 規制主体の脆弱資金と能力形成

これまでの期間の主要なネックは、規制主体のための資金源であった。現在まで、WSRC および WASRO は政府補助および国際援助によって資金を調達してきた。

規制の好結果を生んだのは、規制コストが政府の直接補助金ではなく規制主体によって賄われてきたことによる。

1 m³あたり約 20Kip の規制料は、WASRO の要求を資金手当とするのに十分であった。この負担は、事業者の売上の 2%以下であり、実質的には料金に影響しなかった。政府の現在の補助システムの下よりは、規制主体がより効率的に義務を遂行することを許容する適切な負担システムの採用に関して政府承認を得ることが課題であった。

WASRO は、コンサルティング支援に大きく依存してきたために、人材資源の不足が課題となっている。組織のニーズにあった高資質を持ったスタッフを雇用することによってこの弱点を克服しなくてはならない。

15) 持続可能な PNP の育成

1999年の政策声明は、PNPs が 3年ローリングの企業計画にしたがって商業原則に基づいて運営されることを求めている。実際は、PNPs は DPWT (県の公共事業交通局) の監督下で運営され、予算法に従った政府の予算配分を受け取り、企業計画を持っていない。経営と財務管理における経験のない中で、PNP は県行政のひとつのライン部局と同様である。PNPs は自分たちの給与を設定することはできるが、それらは認可委員会に提出される。NPN 職員の報酬は、技能職員をひきつけ、維持することためには、特に遠隔地では低すぎる。料金の高値上げが最近において県によって認可されたが、料金はまだ値上げされることが必要である。しかし、この傾向は、すでにビエンチャン首都で起きているように政治的介入に直面している。水道料金はまったく政治的、社会的関心事である。

16) 正確で信頼できるデータの収集

WSRC の抱えている問題は、PNPs によって提出されるデータや民間事業者から利用できるデータが完全ではなく、信頼に足りないことである。会計システムは、事業を適切に経営し、規制の目的のためには、非常に脆弱であり、不十分であることが分かった。さらに、監査と立証に関しては機会が制限されていることがないことが分かった。

2009 年に WASRO は、理解し使用するのにより単純な報告形式を準備するとともに、結果がすぐに経営に利用できる方法で準備した。

1.4 ラオス国の水道分野の ODA 事業の事例分析および他ドナーの分析

1.4.1 他国政府、国際機関、他国企業等による競合プロジェクトの確認

本邦 ODA の展開と近年実施されている 2 プロジェクトについて、DHUP が近年積極的に展開しているスモール・タウン水道事業を支援している GRET による MIREP プログラムと ADB プログラムについて以下に示す。

1999 年の政府の水政策の実施により、ラオスにおける民活事業の展開が可能となった。ラオスの民活の事例としては、AFD および ADB 等の支援を受けて展開した MIREP プログラムによる地方 PPP 事業の展開と、その他の PPP 事業の展開がある。

以下にその実態を示す。

1) MIREP の展開

MIREP (Mini-Réseaux d'Eau Potable i.e. Small Scale Water Supply) プログラムは、2004 年以降、AFD と SEDIF (フランスのパリ地方の水事業主体) とフランスの専門家 NGO である GRET の支援のもとに WASA と DHUP によって展開されてきた。

2006 年までに 2 パイロット事業を実施し、2006 年から 2010 年に 6 プロジェクトを行うことになった。現在は、そのうち、3 プロジェクトが実施され、のこりは建設段階にある。

(1) 規模

平均して 500 世帯の小規模都市を対象としている。

(2) 契約形態

- ・ 地域当局が施設の所有者で民間が維持管理のコンセッションを付与される。
- ・ 契約形態はコンセッション契約および BOT 契約である。

(3) 実施プロセス

実施プロセスは表 16 に示す 3 段階となっている。

表 16 MIREP の実施段階

段 階	内 容	
A. 可能性調査の実施	a. 現場の特定 b. 社会経済調査 c. 技術調査	d. 財務調査 e. PPP 承認
B. 投資家の選択と契約の確立	a. コンセッショネア選択 b. 詳細設計 c. 貧困家計の選択	d. 契約交渉 e. 契約締結
C. システム整備とサービス管理	a. 施工管理者選択 b. 建設 c. コミュニティ研修	d. 接続作業 e. 研修と追跡活動

出典：現地調査収集資料より作成

2) 資金スキーム

MIREP プログラムの資金は 2 つの資金スキームで構成されている。ひとつは、MIREP 補助金システムであり、もうひとつは、MIREP 信用強化システムである。

(1) 補助金システム

民間事業者の水供給サービスを開発する原資を動員するための県の投資基金をつくり、その基金を介して民間事業者への投資補助金を MIREP は支払う。

その基金の原資は、海外援助金と民間事業者のコンセッション・フィーの支払からなる。

補助金契約は、DPWT と民間事業者間でなされ、以下の項目が締結される。

- A. 補助金支払額：総投資コストの平均30%が補助金として支払われ、残りは、民間の持分で賄われる
- B. 補助金に支払条件：投資補助は、OBA方式で支払われる

OBA 方式とは、Output Based Aid の略語で、世界銀行やアジア開発銀行等による開発プロジェクトにおいて、アウトカム（成果）が確認できた段階で、民間事業者等のサービス提供者に補助金給付を行う方式である。主に基礎的公共サービスの向上を目的として活用され、上水道事業の場合には、貧困層の支払能力に関するリスクを政府が負担する仕組みとして、サービス提供者が行う水道料金の調整に対して補助金が支払われることなどが想定される⁸。

この方式では、サービス提供者はプロジェクトの実施に際して自ら資金調達を行う必要があるため、確実な使用料の徴収や効率化などの運営改善を求められることとなる。その結果として、プロジェクトで定められた目標の達成と基礎的公共サービスの質の向上が期待される。それに対して、従来の方式は、開発プロジェクトの実施に際して資金が支払われるもので、被援助国側に起因する遅延や不正を含め、様々なリスクにプロジェクトの成否が左右されていた。

⁸ 国際協力機構国際協力総合研修所(2005)『途上国の開発事業における官民パートナーシップ導入支援に関する基礎研究』国際協力機構、46-47 ページ

こうした状況を改善するため、プロジェクトを効率化するとともに基礎的公共サービスへの民間の参入を促す必要性が高まり、世界銀行やアジア開発銀行等により OBA 方式が形成された。2000 年には 22 件であった世界銀行の OBA 方式を活用したプロジェクトが 2009 年には 127 件に達するなど⁹、近年、OBA 方式を採用するプロジェクトは増加している。

(2) 信用システム

MIREP はコンセッションネアに対する低コスト買出しを行う商業銀行（ラオス開発銀行）との協働で 2008 年に信用補償基金を設立した。

C. 補償基金の目的

補償基金は、民間コンセッションネアの債務不履行の場合にラオス開発銀行の損失を補償する。その補償は、債務不履行時の未償還部分の 50%を補償する。

D. 基金の運営

補償基金は保証人である DHUP が管理する。補償契約は、DHUP とラオス開発銀行の間で締結される。

なお、ラオス開発銀行は、補償基金を使う代わりに、以下の条件で、民間コンセッションネアに貸出をしなくてはならない。

- ① 低利子率
- ② 中期貸出期間
- ③ 低担保

3) MIREP 資金スキームのイメージ

以上の資金スキームを図で整理すると、図 5 のようになる。

⁹ International Development Association, Global Partnership on Output-Based Aid (GPOBA), Finance, Economics and Urban Department (2009) *IDA15 Mid-Term Review: Review of the Use of Output-Based Aid Approache*, World Bank, pp.1-2.

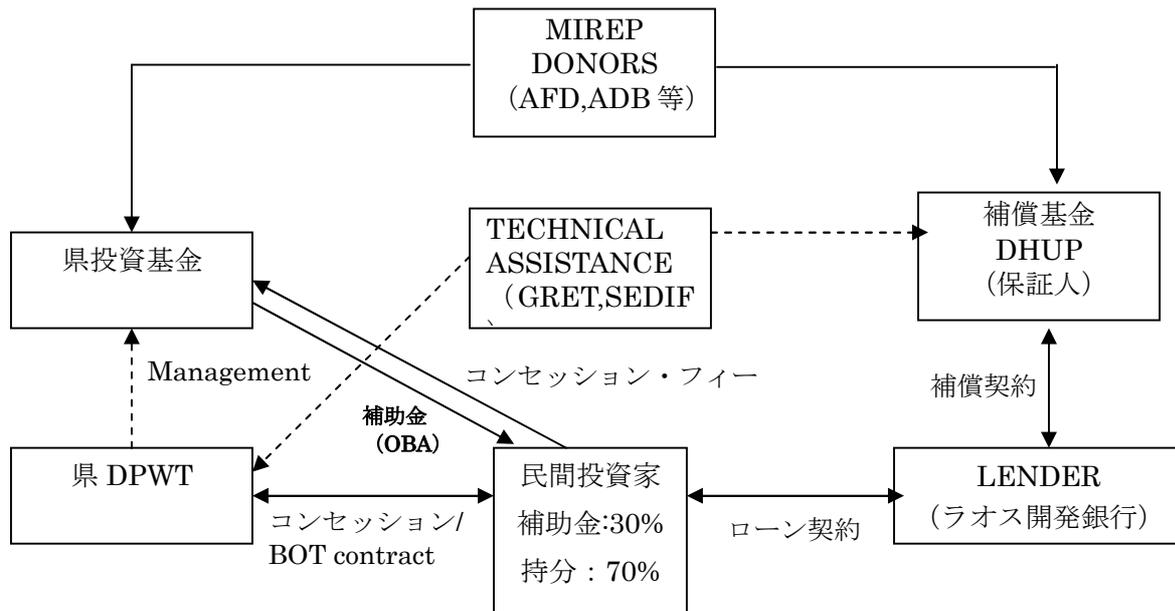


図 5 MIREP プログラムの資金スキーム・イメージ

4) パイロット・プロジェクトの概要

MIREP プログラムの 2 パイロット・プロジェクトの概要を表 17 に整理する。

表 17 MIREP プログラムの 2 パイロット・プロジェクトの概要

	Tha Heua / Houay Mo	Meuang Feuang
PPP framework	25-year concession/BOT contract	25-year concession /BOT contract
WaterResources	Surface water	Surface water
System	Sedimentation-Sand filter	Sedimentation-Sand filter
Water Supply System	Pipe	Pipe
Household connections targeted	560 Households	835 Households
Household connection after 18 months	370 Households (75% of final target)	415 Households (50% of final target)
Total investment cost Excluding connection fees	80,000 US\$ - 40% from subsidy - 60% from equity	155,000 US\$ - 35% from subsidy - 65% from equity
Average connection fee	50 US\$	50 US\$
Water Tariff Excluding taxes	0.25 US\$/m ³ for domestic users 0.30 US\$/m ³ for business users	

出典：現地調査収集資料より作成

GRET への聞き取りに結果によると、以上のパイロット・プロジェクトのコンセッション提供主体は、県水道公社であり、コンセッションネアは国内の民間投資家である。なお、GRET が F/S を行い、経営可能であるとの判断のもとで事業が実施されており、現状の経営状態については良

好に推移していると聞いている。

1.4.2 その他のPPPプロジェクトの事例

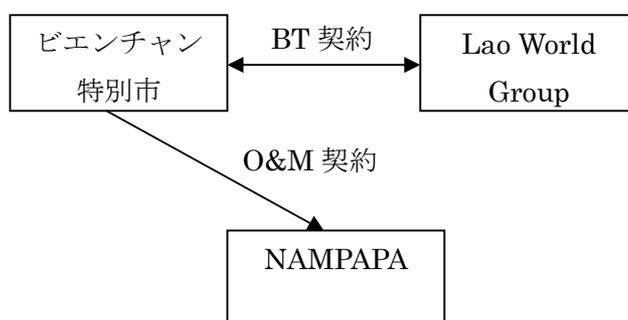
現在 MIREP プログラム以外の事例として、現地ヒアリング調査結果から、以下の 4 事例が存在していることを確認した。それら事例の概要を以下に示す。

全てがビエンチャン特別市において現在実施されているもので、実施プロセスから見れば、2 プロジェクトが実施され、2 プロジェクトが可能性調査 (F/S) の段階にある。

以下に、その諸元を整理する。

1) ドンマカイ浄水場・フェーズ I

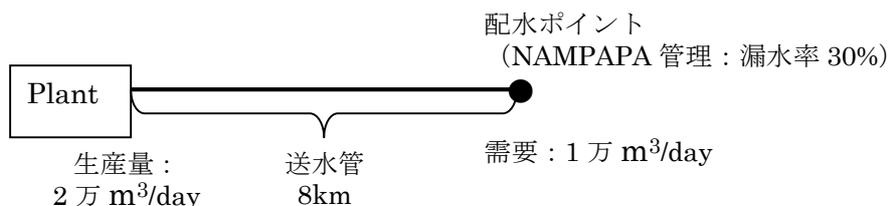
- (1) 生産能力：20,000 m³/day
- (2) 投資額：5,607,649US\$
- (3) 投資・建設主体：Lao World Group (会長 Laos 人、フランス国籍)
- (4) 契約主体：ビエンチャン特別市
- (5) 契約形態：BT 方式
- (6) 建設期間：1.5 年
- (7) 資金返済期間：5 年
- (8) 金利：3.6%
- (9) O&M：NAMPAPA
- (10) 事業スキーム



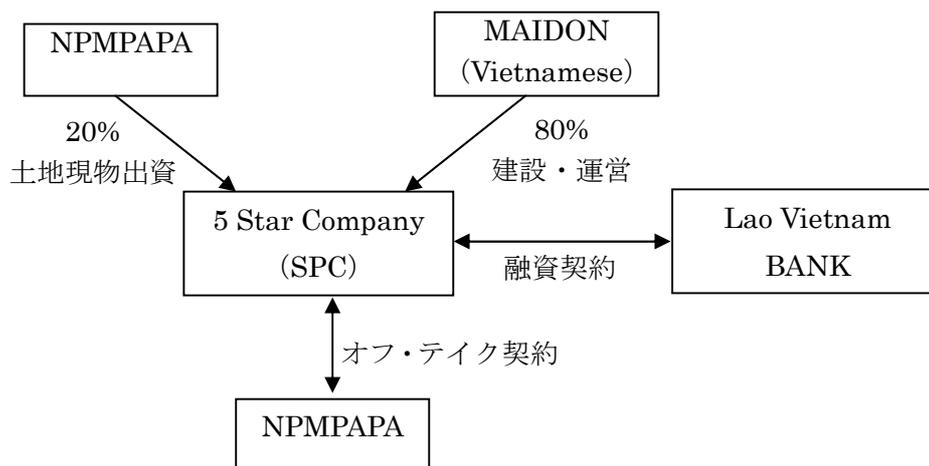
- (11) 事業ステージ：実施

2) ンバン浄水場

- (1) 生産能力：20,000 m³/day
- (2) 投資額：5,000,000US\$（土地代、建設費、O&M）
- (3) 契約形態：BOO 方式：30年のコンセッションの見直し：30年で継続しない場合、BOT方式となる。
- (4) コンセッション契約期間：30年
- (5) 資金融資機関：ラオス・ベトナム銀行
- (6) 融資条件：未確認
- (7) 金利：高い（ヒアリング結果）
- (8) 事業形態：JV：NAMPAPA 20%（土地の現物出資），MAIDON 80%（建設、O&M）
- (9) EPC：5Star Company
- (10) オフ・テイク契約：5 Star Company と NAMPAPA
- (11) 買い取り価格：1,350Kip；造水原価：1,800Kip
- (12) 事業範囲



(13) 事業スキーム



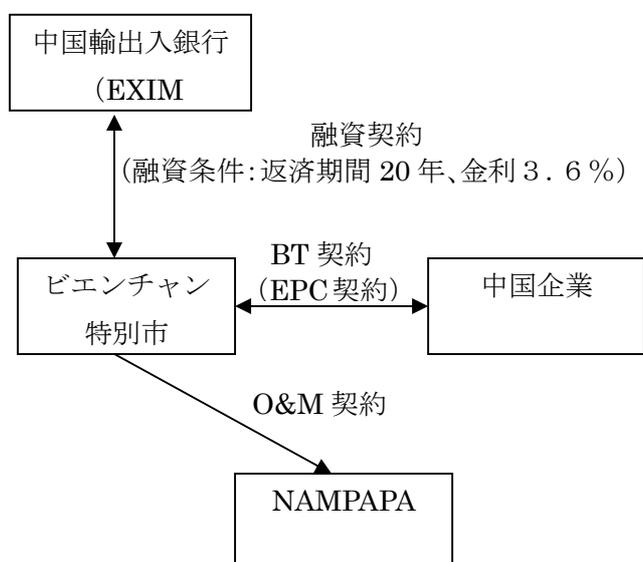
(14) 経営状況

SPC の経営状況は赤字で、厳しい状況である。造水原価がオフテイク価格を上回っている。1万 m³/day しか需要されていない。

(15) 事業ステージ；実施

3) センディン浄水場

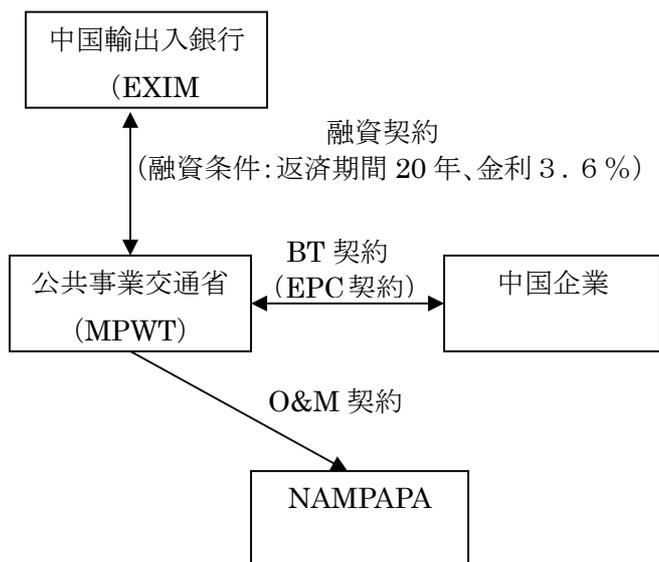
- (1) 生産能力：20,000 m³/day
- (2) 投資額：25,000,000US\$
- (3) 投資・事業主体：ビエンチャン特別市
- (4) 資金調達：ビエンチャン特別市：自己資金 5% (土地現物出資)、借入れ 95% (23,750,000US\$)
- (5) 契約形態：BT 方式
- (6) 資金返済期間：20 年
- (7) 金利：3.6%
- (8) 建設：中国企業 (EPC 契約)
- (9) O&M：NAMPAPA
- (10) 事業スキーム：要確認



- (11) 事業ステージ：F/S 段階

4) ドンマカイ浄水場・フェーズ II

- (1) 生産能力：100,000 m³/day
- (2) 投資額：78,000,000US\$
- (3) 投資・事業主体：公共事業省 (MPWT)
- (4) 資金調達：公共事業交通省 (MPWT)：自己資金 5% (土地現物出資)、借入れ 95% (74,100,000US\$)
- (5) 契約形態：BT 方式
- (6) 資金返済期間：20 年
- (7) 金利：3.6%
- (8) 建設：中国企業 (EPC 契約)
- (9) O&M：NAMPAPA
- (10) 事業スキーム



(11) 事業ステージ：F/S 段階

1.4.3 事例からの知見

MIREP プログラムにより実施されている PPP プロジェクトは、小規模で展開されており、リスクが民間企業で管理できる範囲にあり、経験を積み、ノウハウを取得するには格好のプロジェクトといえるかもしれない。ラオスにおいても、今後は、MIREP プログラムの規模拡大が課題となっている。

さらに、補助金提供が前提の PPP 方式であるが、そこに発生の可能性のあるモラルハザードに関しては、OBA の支払方式で回避されていることは、注目に値する。

その他の事例として挙げられている事業のなかで、ベトナム資本参加の事例は、失敗の可能性が高くなっている。ここでの問題は、造水原価をオフ・テイク価格が下回っている事実である。法制度的には、フルコストカバーの料金フレームの設定の可能性があるなかで、料金水準が低すぎるのが原因となっている。この解消のためには、料金の改定が必要であるが、それができない場合は、MIREP プログラムのような、政府側の補助システムの手当てが必要になるであろう。PPP プロジェクトの成否の鍵は、プロジェクトの全ての利害関係者が、一方的に損失を被ることを避けることにある。そのためスキーム作りが重要となる。MIREP プロジェクトが成功しているといわれる要因を分析することは、有意義であろう。

第2章 提案企業の技術の活用可能性及び将来的な事業展開の見通し

2.1 提案企業及び活用が見込まれる提案製品・技術の強み

1) 製品・技術の特長

浄水処理は、原水条件（特に水質）により複数の浄水方法を組み合わせた一連の設備（施設）として構成される。代表企業は、浄水処理に用いられる「ろ過材」を自社製造するとともに、時間 100 m³（日量 2,000 m³）以下の中小規模の地上型浄水設備のソフト・ハードエンジニアリング¹⁰を有し、小規模でかつ高濁度の原水にも対応可能なろ過技術（特許）を保有する。また、製缶、電気、配管、組立等の専門パートナーを統括する「水の工務店」として、エンジニアリングサービスの提供が可能である。

今回提案する地上設置型の小規模浄水設備は、ラオス国における「スモール・タウン水道整備計画」の浄水施設整備に適したものであり、本邦技術により WHO 基準を満足する水質の上水を早期に供給可能である。

また、将来的には、「水の工務店」の経験を活かした現地調達・現地生産の実現を目指すものである。

提案技術について、水源の種類と水質から WHO 基準の水道水を得るための浄水装置の特徴等を表 18 に示す。

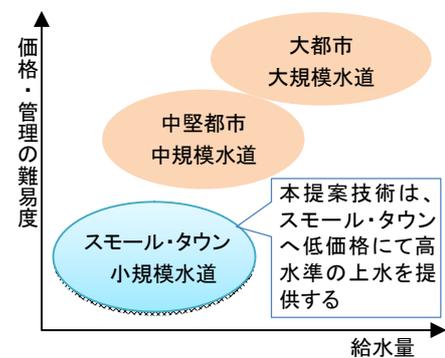


図 6 本提案技術のターゲット

2) 製品・技術のスペック／価格、国内外の販売実績

表 18 製品・技術のスペック、価格（提案時点）等

	製品名称	除去対象項目と適応水質	主な水源	主な仕様	特長	価格 (100～300 m ³ /日)	実績
①	急速ろ過装置 〔圧力式： 砂ろ過〕	濁度： 10 度以下 Fe:10mg/L 以下 Mn:2mg/L 以下	深井戸 浅井戸 表流水	自動制御 本体・配管： 鋼板製 バルブ類： 空気作動弁 薬品： 凝集剤 塩素剤	最も一般的な濾過方式。ろ過材と薬品の変更により、鉄・マンガン処理も可能。	3,000 千円 (φ 800)～ 5,000 千円 (φ 1400)	・民間工場： 20 件/年 ・水道:3 件/年
②	高濁度対応 繊維ろ過装置	濁度:200 度以下			高濁度対応のろ過装置	7,000 千円 (φ 500)～ 16,000 千円 (φ 900)	・民間工場： 10件/年 ・水道:2 件/年
③	SMF 膜 (UF 膜相当) 装置	濁度:5 度以下	①②の 処理水	より低濁度で安全な水を得ることができる	10,000 千円 (24cs)～ 20,000 千円 (72cs)	・上海某所浄水施設 ・東関東沖地震被災工場復旧設備	

¹⁰ ソフトエンジニアリング：浄水方法の選定や設備規模の決定。ハードエンジニアリング：設備構造の設計。

3) 競合他社製品と比べた比較優位性

ラオス政府が進める「スモール・タウン水道整備計画」では、水源の多様性、水質における濁度の可変性のために、汎用製品および汎用システムでは、安定的な水道供給は望めない。さらに、都市化が進むなかで、浄水需要の加速的増加に即時的に水道供給が行われなくてはならない。こうした条件をクリアするためには、WHO の水質基準を十分に満たすことを前提に、設計、装置生産、システム稼働までのソフトおよびハード面での一貫した総合調整能力が必要となる。この総合調整能力が、「スモール・タウン水道計画」実現の重大な要件である。

こうした要件に対して、提案企業は、独自製品として高濁度原水に対応するコンパクト濁度除去装置「繊維ろ過装置」を有するだけでなく、日本国内において大手水処理メーカーの下請けとしてのろ過器を中心とする水処理装置を設計・販売してきた実績を有する。そして水処理システム（ソフト）設計だけでなく、缶体の製作設計や配管設計といったハード設計も自社で行うことができる。つまり濾過装置を中心とする水処理システムを構築するための「製品力」「設計力」「価格競争力」を総合的にコーディネートすることが提案企業の優位性となる。

以下に、優位性について表 19 に整理する。

表 19 競合他社製品と比べた比較優位性

優位性	製品例	説明
製品力	高濁度用繊維ろ過装置	<ul style="list-style-type: none"> 高濁度原水に対応できる繊維ろ過装置は、日本国内の用水処理施設において高負荷濁度対策用設備として砂ろ過や膜ろ過の前段処理用に採用されている。一般的に高濁度時の対応としては凝集沈殿処理が行われるが、自然沈降に頼る方法であることから専用面積が非常に大きくなる。これに対し繊維ろ過装置では高速な凝集ろ過が可能であることから非常にコンパクトな装置であり、他に類を見ない。 原水の濁度変動の影響を受けず、安定した給水量の確保が可能である。 短期間での建設が可能であるため、早期の浄水供給が可能である。
	ろ過材	<ul style="list-style-type: none"> 除鉄除マンガン濾材：多くの水処理プラントメーカーに採用されている高性能ろ過材 アンスラサイト・ろ過砂・ろ過砂利：日本国内最大手
設計能力	ハード	<ul style="list-style-type: none"> 各種設備の組合せや製缶に関しては自社設計しており、耐薬・耐候性に関する知識も有している。
	ソフト	<ul style="list-style-type: none"> 河川水・地下水を水道水まで浄化するためのシステム設計を自社で行うことができる。
製造管理能力	製缶	<ul style="list-style-type: none"> ろ過装置の製缶などは外注している。ただし設計は自社で行うことができることから、国外（ラオス）においても製造管理することができる。
価格力		<ul style="list-style-type: none"> ろ過材、薬注ポンプ。水質計測器などを自社で製造しており、かつ装置の組み立ても行っている。日本国内では大手水処理メーカーの下請けとして従事していることから、競合他社に比べて価格競争力が強い。 現行の水道料金に応じた価格設定を目指す。

なお、将来的には、小規模浄水設備の低コスト化のため、ろ過材の製造・技術をラオスで展開するとともに、装置を加工する現地企業を育成する。これにより、『現地仕様・現地価格で日本品質の上水供給』を実現させる。スケジュール的には、3年～5年後を目処に実現させる。

2.2 提案企業の事業展開における海外進出の位置づけ

日本における水道事業は、少子高齢化による人口減少のために、市場規模は今以上に、拡大するとはなく、既存企業の市場に新規参入することも困難な状況が予想される。そのために、提案企業も事業を拡大するためには、海外に進出することが必然である。

また、日本の水道事業が更新時期に入り、PPP化することが予想されるなかで、それに参入する事業機会を逃さないために、海外で整備運営までの事業実績を積むことを図る。

2.3 提案企業の海外進出による日本国内地域経済への貢献

本調査の代表企業は、浄水システムを製造する拠点として、大阪府内に2カ所、千葉県に1カ所、茨城県に1カ所を保有している。本調査の提案 ODA 事業が実現し、その事業を支える浄水システムが、それら拠点で生産された場合の、日本国内地域経済への貢献を最新の地域間産業連関表を用いてその効果量を推計した。

本推計は、代表企業の生産拠点のある近畿地域及び関東地域に、案件化により1億円の製品出荷額が各地域で生じた場合を想定し行ったものである。2億円の ODA 事業は、全国での2.43億円の生産額を誘発し、生産誘発乗数は1.21となる。また、0.95億円の付加価値額を誘発し、付加価値誘発乗数は0.48となる。

なお、提案企業が想定しているように、現地生産化が進めば進むほど、国内地域経済への貢献度は減少する。

1) 地域経済への貢献の推計方法

本推計は、代表企業の小規模分散型の浄水システム/製品を製造している拠点が大阪府に2カ所、千葉県に1カ所、茨城県に1カ所あることを前提に、本調査提案の ODA 案件が実施された場合、代表企業の製造拠点のある地域経済にどのような貢献がもたらされるのかを、ラオス案件のニーズ量を海外からの生産出荷額需要（本邦中小企業からの輸出）と捉え、それが地域間の取引を踏まえて、どのくらいの生産誘発効果及び付加価値誘発効果をもたらすかを最新の9地域53部門地域間産業連関表を用いて推計した。9地域とは北海道、東北、関東、中部、近畿、中国、四国、九州、沖縄である。

推計フローを図7に示す。

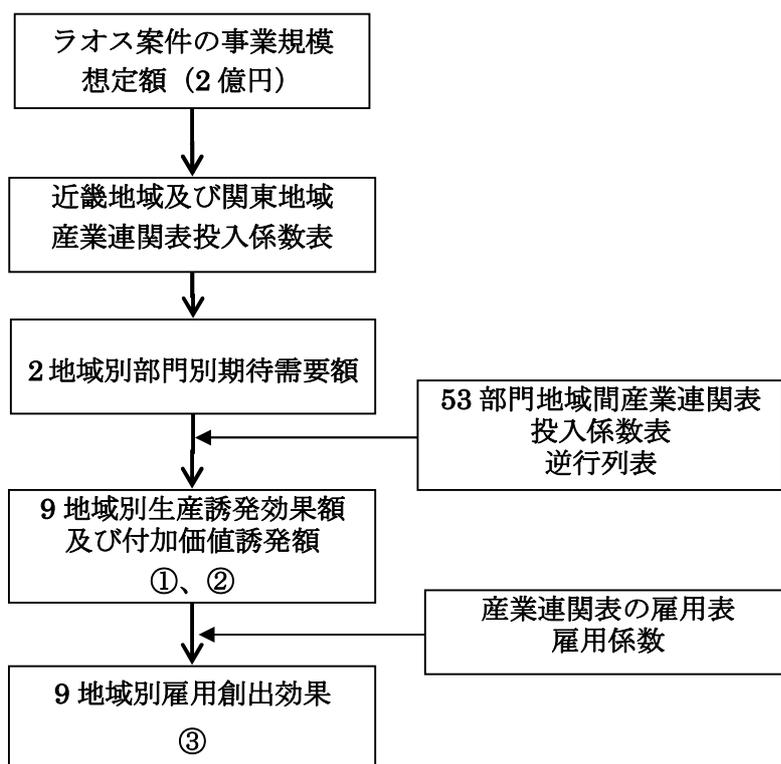


図 7 地域経済への効果推計フロー

2) 推計結果

前述の推計フローに従って、図中での①～③に関する推計結果を表 20～表 22 に整理する。

表 20 9 地域別生産誘発額① (単位：万円)

		B+C	B	A	C	C-A
		生産誘発額	自地域需要による 自地域生産誘発額	自地域需要による 他地域生産誘発額	他地域需要による 自地域生産誘発額	生産波及収支
01	北海道	151.3	0	0	151.3	151.3
02	東北	290.9	0	0	290.9	290.9
03	関東	11,272.1	10,306.0	1,738.4	966.1	-772.3
04	中部	794.0	0	0	794.0	794.0
05	近畿	9,944.6	9,499.9	2,717.1	444.8	-2,272.4
06	中国	1,045.1	0	0	1,045.1	1,045.1
	四国	229.7	0	0	229.7	229.7
08	九州	523.8	0	0	523.8	523.8
09	沖縄	10.0	0	0	10.0	10.0
	計	24,261.4	19,805.8	4,455.6	4,455.6	0

表 21 9地域別付加価値誘発効果② (単位：万円)

		B+C	B	A	C	C-A
		付加価値 誘発額	自地域需要によ る 自地域付加価値 誘発額	自地域需要によ る 他地域付加価値 誘発額	他地域需要によ る 自地域付加価値 誘発額	付加価値波 及収支
01	北海道		63.2	0	0	
02	東北	130.8	0	0	130.8	130.8
03	関東	4,435.4	4,009.4	640.2	426.1	-214.2
04	中部	304.8	0	0	304.8	304.8
05	近畿	3,956.0	3,786.7	1,029.1	169.3	-859.8
06	中国	308.7	0	0	308.7	308.7
07	四国	80.4	0	0	80.4	80.4
08	九州	181.4	0	0	181.4	181.4
09	沖縄	4.8	0	0	4.8	4.8
計		9,465.4	7,796.1	1,669.3	1,669.3	0

表 22 9地域別雇用誘発効果③ (単位：人)

雇用創出効果 (人)	
北海道	0
東北	0
関東	9
中部	0
近畿	8
中国	0
四国	0
九州	0
沖縄	0
合計	17

2.4 想定する事業の仕組み (事業スキーム)

ラオスでの事業展開としては、提案企業は、想定する事業として、「水処理会社」と「ろ過材製造」としての2方式を検討している。

1) 水処理会社

水処理会社のコンセプトは、「日本レベルの高品質な水処理システムをラオス政府が購入できるリーズナブルな価格帯で販売する」ことである。

ラオス政府に自らの資金で購入する意思を持たせるためには、予算計上可能なレベルの金額で製品を準備する必要があると考える。しかしながら一足飛びに現地で設計や製品を製造することは叶わない。そのためレベルに合わせて、日本とラオスとでコラボレーションしていく必要が

ある。表 23 にレベルと製品・技術を実行する担当のイメージを記す。

表 23 提案企業が想定する事業の仕組み（スキーム）

レベル	目標	期間	製品	技術
導入期	納入実績づくり 現地製造調査	～3年	日本 (ラオス FS)	日本
成長期	現地製造開始（下請け・自己投資） 現地価格設定 ラオス自己調達開始	3-5年	ラオス	日本 (ラオス教育)
成熟期	現地調達を終始完結	5～年	ラオス	ラオス

2) ろ過材製造工場

水処理用ろ過材は浄水過程の心臓部である。日本の新技術としては膜ろ過が流行しているが、価格面やアフターサービスを考慮すると従来技術である砂ろ過をベースに考えるほうが得策と考える。ろ過材（砂・砂利・除鉄徐マンガンろ材）は重量が重く輸送コストが高額となるため、原材料の入手から製品化までラオス国内で行うことが望ましい。

そして提案企業の主力製品であり、製造方法から製品管理まで熟知していることから、自社での投資を検討する。

時期としては、ラオス国による自己投資が見込めるようになる3～5年後と想定する。

2.5 想定する事業実施体制及び具体的な普及に向けたスケジュール

2.5.1 スケジュール案

スモール・タウン水道事業の自律/自立展開を目指した提案企業の投資計画と事業化スケジュールを以下に示す。なお、提案企業が活用したい日本の ODA スキームも合わせて示している。

2013年	本案件化調査
2014年～2016年	ODA である「民間提案型普及・実証事業」 (技術的課題の解決、管理体制の構築、コスト縮減策の確立)
2015年～2016年	提案企業が「民間提案型普及・実証事業」後に活用したい他の ODA スキーム案件化に向けた各種準備
2017年～	「民間提案型普及・実証事業」後に活用したい他の ODA 支援によるスモール・タウン水道事業の展開
2020年～	自律/自立したスモール・タウン水道事業の実現

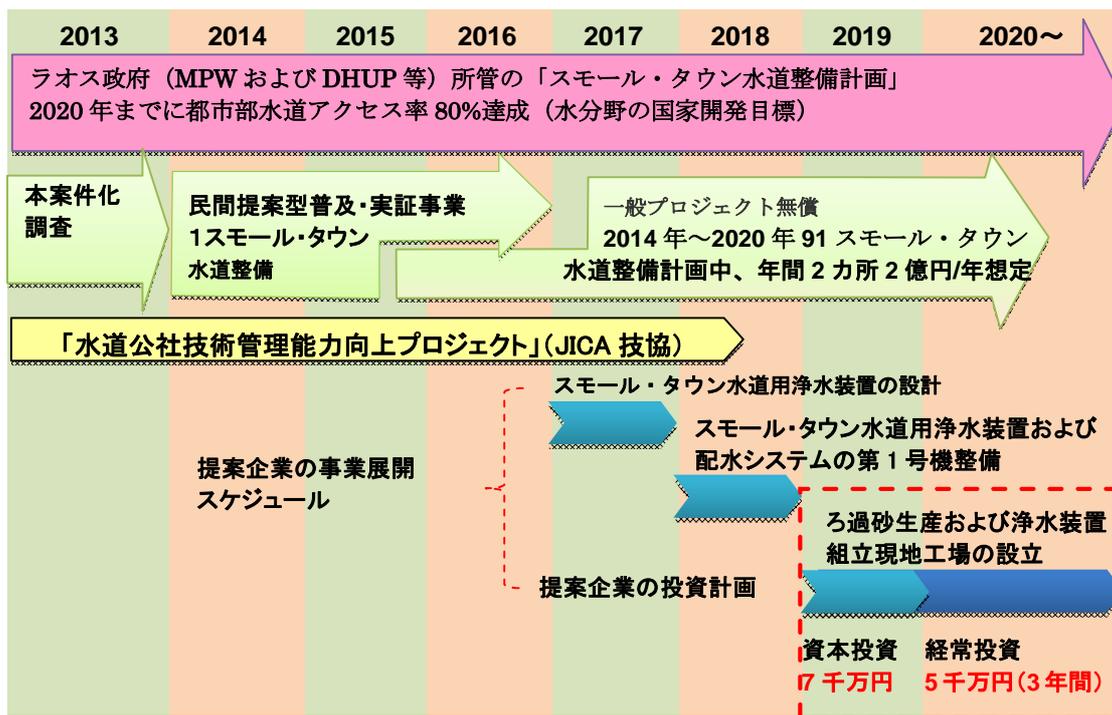


図 8 ラオス政府の「スモール・タウン水道整備計画」および提案企業活用想定の ODA 事業展開スケジュールと提案企業の事業展開計画及び事業スケジュール

なお、提案企業が期待する最初の ODA スキームとしての「民間提案型普及・実証事業」では、以下の項目についての知見を得ることを期待している。

2014 年～2016 年にかけて、民間提案型普及・実証事業を実施し、以下に関する経験と知見、確度を高める。

- ・ 高濁度河川表流水を原水とする実証試験を通年に亘り実施
- ・ 現地での資機材の調達可能範囲の確認
- ・ 運営維持段階での各種リスクの把握とその対応策の検討
- ・ 実証施設をショールーム的に活用して、提案技術導入効果を DHUP 及び県水道公社へ認知させる
- ・ スモール・タウン水道事業獲得のための実績獲得
- ・ 事業に関するリスク・マネジメント能力の向上に期待

1) ODA 支援によるスモール・タウン水道事業展開

2017 年以降、民間提案型普及・実証事業を実施した施設において、小規模浄水施設の建設と維持管理を包括的に請け負うための組織を JICA 技術協力プロジェクトを活用して設立する。この現地組織は、提案企業、協力法人及び現地法人から構成され、必要に応じ出資するものである。この時の運営は県水道公社が行い、県水道公社に対し現地組織が技術移転を行う。

2) ODA 支援後の自律/自立したスモール・タウン水道事業展開

2020年以降、現地においてスモール・タウン水道事業マーケットが顕在化された時点では、地元企業との協同で、現地組織を現地企業化し、県水道公社より長期にわたる「施設整備＋維持管理（DB+O）」事業の受託を目指す。

設立した現地企業は初期投資を資金調達する必要があるが、県水道公社からは「割賦＋維持管理費＋運営指導費等」を回収することで独立採算事業を目指す。

2.6 リスクへの対応

本案件化調査では、民間参加型インフラ事業（或いは官民連携（PPP）インフラ事業）における一般的リスクをベースに、ラオスの水道事業に参加した場合に想定されるリスクとその対応策を表 24 に整理した。

なお、本案件化調査後に想定している民間提案型普及・実証事業に臨むにあたっては、表 24 中の⑧の資金調達リスク及び⑦の環境社会配慮リスクが重要であり、その対応策の早期の実施が必要であると考えている。また、表中では取り上げていないが、民間提案型普及・実証事業で使用を想定している技術のなかで提案企業が保有する特許があるので、その知財の保護を図る措置を当該普及・実証事業に関して締結する契約でその取扱を規定する必要性を認識している。

さらに、当該普及・実証事業後については、資産（浄水装置/配水システム）の県水道公社への贈与後の性能保障（装置/システムの瑕疵責任）の取り決めも必要と認識している。

表 24 リスクとその対応

リスク	対応
①Availability Risk:利用可能リスク : 具体的には、原水の確保において質量とも満足できるリスクや質量ともに安定した電力の利用可能性リスクである。	政府関係機関等との良好な関係の継続
②Business Risk : 事業リスク (パートナーリスクも含む) : 事業遂行上障害となるリスク	損害保障を含めた契約の締結
③Construction Risk:建設リスク (完工 (工期遅延,CO, 関連インフラリスク等) リスクを含む)	資機材調達の遅延や地元企業請負工事の遅延等に関する損害について規定する契約の締結
④Decant Risk:移転リスク:施設整備等において住民移転等が必要な場合に生じるリスク	政府関係機関との関係良化によりリスク抑制
⑤Design Risk : 設計リスク : WHO の水質基準を満足する浄水を確実に、安定して生産できる装置が設計できないリスク	原水の質量に関する的確な情報の集取/分析や過去の経験を活かした設計に務める
⑥Economic Risk : 景気変動リスク (物価変動リスクや為替変動リスクも含む)	事業スケジュール内でのインフレ想定と事業への感応度分析を行う。為替変動リスクに関しては現地調達を推進する
⑦Environment Risk : 環境社会配慮リスク	環境社会配慮調査をしっかりと実施する。
⑧Funding Risk : 資金調達リスク	事業遅延や事業変更を生じさせないよう資金調達を確実にする。近隣のタイ等の邦銀との取引を実施する。
⑨Legislative Risk : 法規制リスク (許認可リスクも含む)	事業に関連する法規制の情報収集および現地の法律事務所との顧問契約を締結
⑩Maintenance Risk : 維持管理リスク	資産を良好な状態に維持するコスト情報を的確に把握する。次の普及・実証事業でその情報を的確に把握する。
⑪Occupancy Risk : 土地収用リスク	政府および地方行政関係機関の協力を仰ぐ。次の普及・実証事業では、事業パートナーである県水道公社が用地を提供してくれることになっている。
⑫Operational Risk : 操業リスク : 操業費用が確保できなかったり、電気料金等の異常な値上げ等によって操業ができなくなるリスク	電力料金の急激的な値上げについては、事業契約のなかで、関係政府機関との保障内容を明確にする。操業費用の欠損については資金調達で対応できるように取引銀行に予備費対応の預金を確保しておく。
⑬Planning Risk : 計画リスク : 事業計画と現実との齟齬が発生するリスク	事業計画の作成時に、正確な情報収集/分析を行う。その際、採算性に関して感度分析を実施し、リスクの程度を把握しておく。
⑭Policy Risk : 政策変更リスク	政策変更に伴う損害への対応について協議事項となるよう契約で規定する。
⑮Procurement Risk : 発注リスク : 契約者間の紛争の発生、契約者の能力不足によって発生するリスク	契約者相互の信用を確保する。裁判所の指定や第三者による調停についての規定を考慮する。
⑯Project Intelligence Risk : プロジェクトの意思決定に関する情報リスク:プロジェクト質・量 Data 不足	情報収集/分析および専門家のアドバイスを受ける。
⑰Reputation Risk : 風評リスク	実績/信用を積む
⑱Residual Value Risk : 資産残高リスク	事業終了時の資産価値の想定と処分についての契約事項を明確にする。
⑲Technology Risk : 技術リスク : 技術進歩により採用技術が陳腐化するリスク	現地での適用技術は最新技術である必要がないので当該リスクは考慮外とする。
⑳Volume Risk : 事業収入リスク (需要予測及び料金単価リスクを含む)	当該リスク回避のために県水道公社と浄水のオフ・テイク契約を締結する。

第3章 製品・技術に関する紹介や試用、または各種試験を含む 現地適合性検証活動(実証・パイロット調査)

3.1 製品・技術の紹介や試用、または各種試験を含む現地適合性検証活動(実証・パイロット調査)の概要

3.1.1 製品・技術の紹介、現地実証試験活動の内容及び方法

今回実施した製品・技術の紹介、現地実証試験活動内容を以下に示す。

1) 実証試験

株式会社トーケミの製品・技術をラオスにて実証するための実証試験を実施した。

(1) 試験装置

水源の異なる2種類の水道原水(表流水・地下水)に対して、表25の試験装置を用意した。

表 25 試験装置の概要

装置名称	装置の特長	装置写真	水道原水
アクティブアイパーろ過ユニット (繊維ろ過機)	<p>粒状ろ過に比べて非常に大きなろ過速度(LV: 25m~60m/h)を可能とした弊社独自の繊維ろ過機。繊維ろ過機で問題となる閉塞によるろ過メディアの圧縮を繊維吊り下げ式として一定のろ過メディアの維持を実現したもので、繊維層で捕捉したSSは独自の水空洗により完全に排出することで長期安定ろ過を可能とした。</p> <p>通常は下向流方式で使用するが、濁度200度以上の原水には、その前処理として水回収率を向上させるために上向流方式の装置も存在する。</p>		表流水
除鉄 除マンガン ろ過ユニット	<p>二酸化マンガンをコーティングした特殊ろ材(フェロライトMC3)による接触酸化式の除鉄除マンガンろ過ユニットで、水中に含まれるマンガンは次亜塩素酸ナトリウム(酸化剤)を注入しながらろ過機に持ち込まれ、本濾材に接触することにより酸化除去される。鉄は次亜塩素酸ナトリウムにより容易に酸化され水酸化鉄フロックとして析出するので、フェロライトMC3上に積層したアンスラサイトにより捕捉され、逆洗により排出される。</p>		表流水 地下水

装置名称	装置の特長	装置写真	水道原水
SMF膜ユニット	0.1 μmのろ過精度を持つMF膜(精密ろ過膜)ユニットで、高強度のポリカーボネート(PC)を用いてコンパクトにカセット化した膜ろ過ユニットである。表層水で問題となるクリプトスポリジウムや、細菌類なども除去することが可能である。1カセットあたり1m ³ /hrの透過量(清水データ:0.1MPa)を持ち、逆透過+空気バブリング逆洗を採用した自動洗浄型MF膜ろ過ユニットである。カセットの脱着も容易なため簡単に膜交換が可能である。		表流水
活性炭吸着ユニット	原水に含まれる泥砂に由来する濁質や腐植物に由来するフミン質のような有機物、さらにクリプトスポリジウムや細菌類などはろ過ユニットにより除去することはできるが、色度や臭気やCOD成分あるいは有機物由来の有害成分は活性炭吸着で除去することができる。		表流水
イオン交換樹脂ユニット	原水に含まれる硬度除去を除去するための装置である。再生は食塩で行うナトリウム再生型を使用する。		地下水

2) 試験場所

ラオスにおける小規模浄水装置の性能を確認するために、表流水と地下水の水源を想定し、2ヶ所にて実証試験を実施した。表 26 試験場所の概要を示す。

表 26 試験場所の概要

試験場所名称	水源	場所
Site 1	表流水(メコン川)	ビエンチャン特別市 水道公社トレーニングセンター
Site 2	地下水	ボリカムサイ県 パクサン浄水場



写真 3 Site1 チナイモ浄水場隣接トレーニングセンター



写真 4 Site2 パクサン浄水場

3) 適合性検証

ラオス国における小規模浄水施設の調達方法・相場価格を確認し、当社の製品が競合しうるかといった適合性を確認した。またラオス国内において当社の製品を現地生産するための可能性を考察した。

ラオスにおける産業普及調査として、製缶の為の「鉄工所」および配管関係を取り扱い「資材」状況の確認を行い、当社製品の一部（地下水処理装置）を現地で生産した場合の製造原価を推定し、日本で製造した場合とコスト比較を行った。

4) 製品・技術の紹介

ラオスの水道関係者に広く製品・技術を紹介するための啓蒙活動を次の3ヶ所にて実施した。

- ①「ラオス-日本水道セミナー」での製品技術・啓蒙活動の紹介（プレゼンテーション）
- ②「ラオス-日本水道セミナー」での製品技術の紹介（施設見学）
- ③ラオス資源環境省「浄水技術・分析」意見交換会（セミナー）

3.1.2 浄水／水質／漏水調査／管路技術の普及啓蒙に関する現地指導

1) 浄水／水質

ラオスの国内の水質分析現場として、特にレベルが高いであろう次の3ヶ所の分析室の状況を確認した。

- ①ラオス資源環境省 分析室
- ②ラオス国立大学理学部化学科 分析室
- ③ビエンチャン特別市水道公社チナイモ浄水場水質分析室

これらにより、ラオスにおける分析機材、職員のレベルを把握し、今後の課題について考察した。

2) 漏水調査/管路技術

ラオス国内の漏水状況および管路の埋設状況を確認し、施工技術を指導するために、次の活動を実施した。

- ①管路布設現場及び漏水修繕現場の視察・調査
- ②ビエンチャン特別市水道公社職員との意見交換
- ③ビエンチャン特別市水道公社トレーニングセンターの視察

これらにより、管路布設及び漏水修繕の状況、資機材および建設機械および水道公社職員への啓蒙効果について報告し、今後の課題について考察した。

3.2 製品・技術の紹介や試用、または各種試験を含む現地適合性検証活動（実証・パイロット調査）の結果

3.2.1 現地実証試験活動の結果（河川表流水を水源とするケース；チナイモ浄水場）

1) 表流水を水源とするケース【チナイモ浄水場隣接・トレーニングセンター】

表流水を水源とする水道施設への適合を検討するために、ビエンチャン特別市水道公社のトレーニングセンターの敷地において、隣接するチナイモ浄水場から導水されているメコン河を用いて小規模浄化装置の浄化性能を確認した。

(1) メコン川の水質の特長

A. 本調査期間における水質の状況

2013年10月2日に採取したチナイモ浄水場の原水および浄水場処理水データは表27のとおりである。

表 27 チナイモ浄水場における水道原水（メコン川表流水）および処理水水質の状況

項目	本調査における分析値		ラオス国基準	日本基準（参考）
	原水	処理水		
大腸菌群	93MPN/100ml	不検出	検出されないこと	同左
糞便性大腸菌群	23MPN/100ml	不検出	同上	同左
色度	320度	1.8度	5度以下	同左
濁度	71度	0.1度未満	5度以下	2度以下
鉄	1.8mg/l	0.01mg/l未満	0.3mg/l以下	同左
マンガン	0.23mg/l	0.01mg/l未満	0.1mg/l以下	0.05mg/l以下
アルミニウム	1.9mg/l	0.34mg/l	0.2mg/l以下	0.2mg/l以下
pH	8.0 (20℃)	7.6 (20℃)	6.5以上8.5以下	5.8以上8.6以下

※上記データは、本調査にて採水、分析した結果である。

B. 水質に関する考察

メコン河川水の分析値では、大腸菌群の検出が認められる。乾季ではあるが、色度、濁度ともに大きな値を示しており、泥砂（赤土に由来するシルト等）の混入が予想される。河川水としては、鉄、マンガンともに高く除鉄除マンガンの必要性も予想される。ただし、原水 pH が 8.0 と高いため、マンガン酸化している可能性がある。

よって本実証試験は、濁度除去が中心となる。シルト系の凝集では大きな問題にはならないが、色度 320 度の除濁後の状態により、有機物由来色度を除去する場合には、pH=8.0 では数値が高く、6.5 程度まで pH 調整する可能性がある。

特筆されるのはアルミニウムの 1.9mg/l という値である。含有量が高く、現地施設管理者へのヒアリングからは、メコン川上流部の浄水場において使用されたアルミ系凝集剤の排出などが想定された。

(2) 凝集条件の検討

上記の結果より、「濁度除去」を中心に処理方法を検討する。テーブルテスト（ジャーテスト）にて 2 種類の凝集剤による凝集条件の検討を行った



写真 5 テーブル試験の状況

（左：原水、中央：マイクロフロック生成の瞬間、右：ろ紙によるろ過水）

テーブル試験の結果より、原水濁度と最適な凝集剤の添加量の条件を図 9に示す。

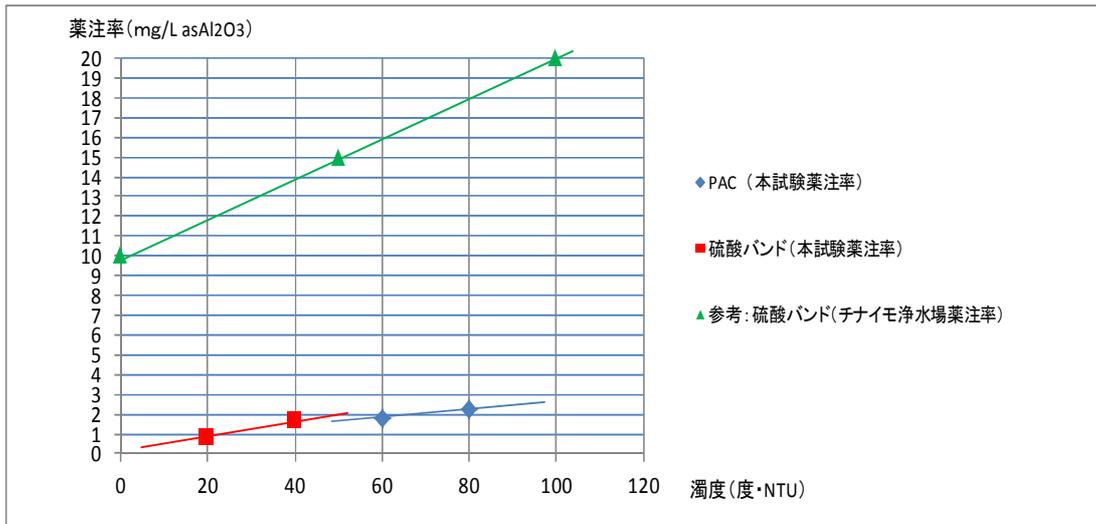


図 9 定常濁度における濁度と凝集剤の薬注率の比較

(3) 通水テスト

テーブル試験の凝集条件を元に、試験装置による通水実験を行った。

2) 繊維ろ過装置の性能確認結果と考察

(1) 試験結果

通水速度 (LV) を LV30m/Hr、50m/Hr 各3RUN)、逆洗を実施した。

各条件下での、通水時間一処理水濁度の結果を図 10、図 11に示す。

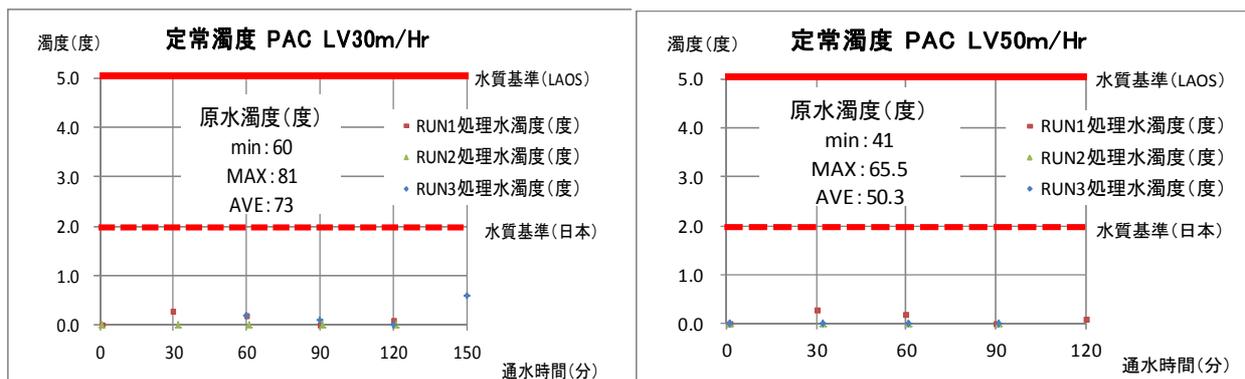


図 10 定常濁度における通水時間と濁度との関係 (凝集剤:PAC)

(左:LV30m/Hr、右:LV50m/Hr) LV:通水速度

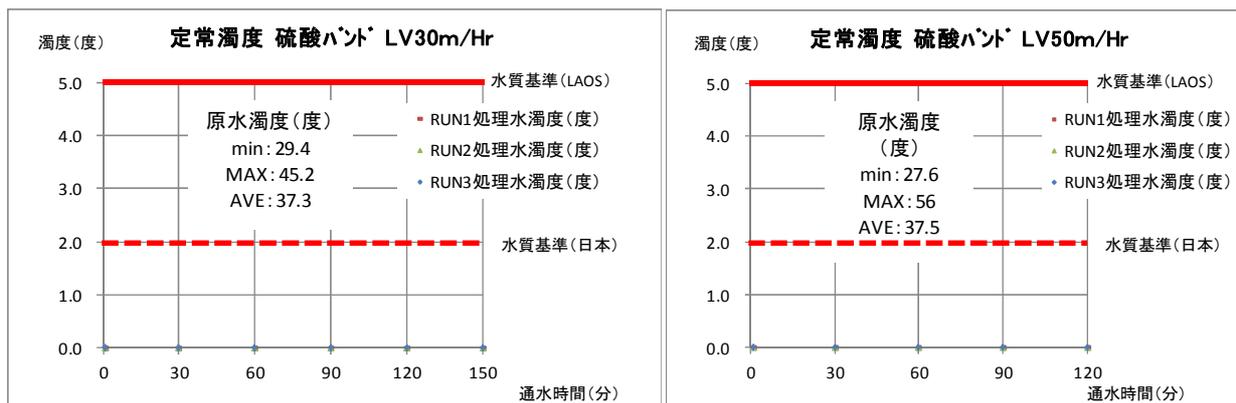


図 11 定常濁度における通水時間と濁度との関係(凝集剤:硫酸ハント)
(左:LV30m/Hr、右:LV50m/Hr) LV:通水速度



写真 6 通水テストの状況



写真 7 通水試験の結果
(左:原水(濁度:67度)、右:処理水(濁度:0.2度))

(2) 試験結果の考察

本試験により次の知見が得られた。

- 本原水濁度（100 度以下）において、テーブルテストで求めた最適薬注率にて繊維ろ過装置による通水テストを実施した結果、良好な処理水濁度と通水時間を確保することができた。
- 繊維ろ過装置は、本システムにおけるメインろ過である除鉄除マンガンろ過装置の前処理としての位置づけであったが、凝集条件を調整することで、低濁度（1 度以下）の良好な処理水を得ることができた。

3) 除鉄・除マンガンろ過装置の性能確認結果

前処理としての繊維ろ過装置による除濁性能が優れており、また鉄とマンガンも処理されていたことから、「除鉄・除マンガン濾過装置」の通水効果は、特筆すべきものではなかった。

ただし通水は実行しており、データは別途資料に添付する。

4) SMF 膜装置の性能確認結果

除鉄・除マンガン装置と同様に水質には問題がなかったため、SMF 膜装置の通水テストとして供給圧と透過水量を測定し、性能を満足することを確認した。

表 28 SMF 膜装置の通水性能の確認結果

RUN	透過水m ³ /h	供給圧力Mpa
①	1.5	0.1
②	1.6	
③	1.7	



写真 8 SMF 膜ろ過水の採取状況

5) 活性炭吸着装置の試験結果

活性炭吸着により、塩素臭の除去、COD の 50%除去が確認された。

表 29 活性炭吸着装置の試験結果

ろ過速度	透過量	原水			処理水		
		濁度	臭気	COD	濁度	臭気	COD
SV10 ^{-hr}	250L/min	0.2度	塩素臭	8mg/L	0.2度	なし	4mg/L
SV5 ^{-hr}	125L/min	0.2度	塩素臭	8mg/L	0.3度	なし	6mg/L
SV20 ^{-hr}	500L/min	0.2度	塩素臭	8mg/L	0.3度	なし	6mg/L



写真 9 活性炭吸着装置の設置状況

6) 高濁度原水に対する検証

実証試験の開始時期がちょうどビエンチャンにおける乾季の始まりの時期と合致したことから、試験期間中のメコン川の濁度は100度以下と雨季のメコン川の水質（濁度）と比べ軽度であった。

雨季である夏季には、メコン川の濁度が3,000度程度まで上昇した記録から、チナイモ浄水場取水口付近の「堆積泥」を採取し、本試験装置において模擬的に高濁度原水を調製して高濁度原水の処理性能に関する検討を行った。

(1) 凝集条件

凝集試験を実施し、濁度1,000度の模擬原水の場合、PAC注入率200mg/Lが最適であることを確認した。



写真 10 PAC 注入率 200mg/L 時のフロック生成状況(左:原水 右:攪拌後)

写真に見られるように、濁度 1,000 度の原水においても PAC200mg/l の添加で良好なフロックが生成している。

ただし、処理水に残留するアルミニウム濃度の詳細な検討を必要とする。

(2) 通水テスト

下向流方式の繊維ろ材の原水条件は濁度 200 度以下であることから、さらにその前処理として「上向流式繊維濾過方式」を候補として実証試験を行った。

(3) 試験結果

高濁度における通水時間ごとの処理水濁度の結果を図 12、図 13 に示す。

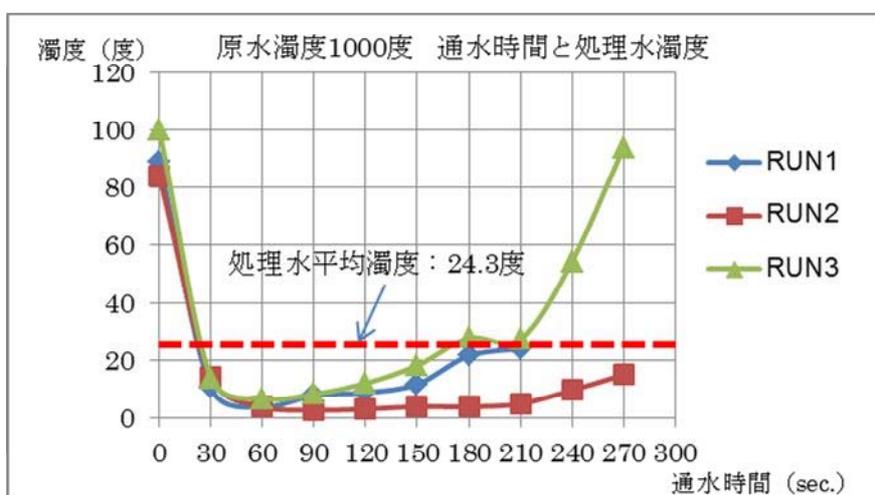


図 12 高濁度における通水時間と濁度との関係 (原水濁度 1000 度)

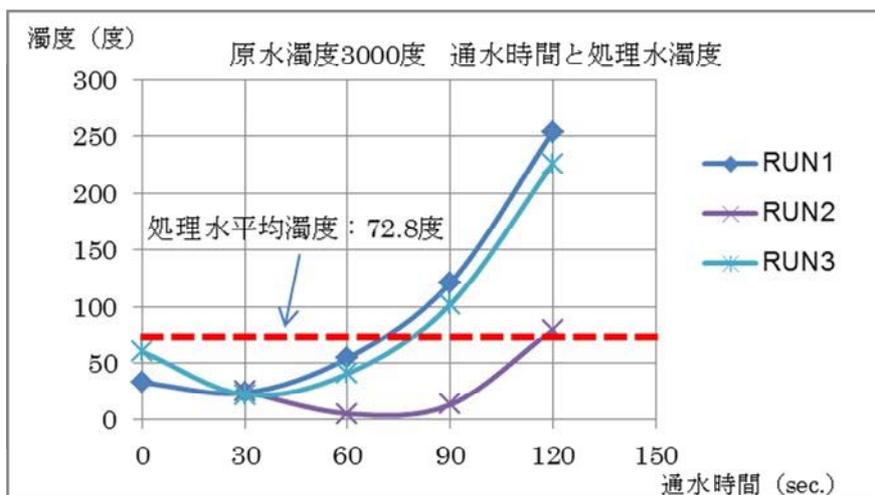


図 13 高濁度における通水時間と濁度との関係 (原水濁度 3000 度)



写真 11 高濁度模擬原水(1000 度の場合)

(左:原水槽 中央:上向流 AF による捕捉状態 右:原水と処理水)



写真 12 高濁度模擬原水(濁度 3,000 度の場合)

(左:原水槽 中央:上向流 AF による捕捉状態 右:原水と処理水)

(4) 運転サイクル

本試験結果より、高濁度時の上向流式繊維ろ過装置の運転サイクルは表 30 のとおりとなる。

表 30 模擬高濁度原水による試験結果から得られた繊維ろ過装置の運転サイクル

模擬原水濁度	凝集剤 (PAC) 添加量	ろ過速度 (LV)	ろ過時間	洗浄時間
1000度	200mg/L	60m/hr	4.5分	洗浄2分
3000度	600mg/L	60m/hr	2分	洗浄2分

(5) 試験結果の考察

- ・ 本条件により、後段の下向流繊維ろ過装置へ平均濁度 100 度以下の再凝集可能な水を送ることができ、つまり定常濁度と同様の処理を行い、水質基準を満足する処理水が得られると判断する。
- ・ 運転時間は数分間と短い洗浄時間も 2 分間と短く、また洗浄水量も少ないため、対応が可能と考えられる。

7) 河川表流水を水源とするケース【チナイモ浄水場隣接・トレーニングセンター】のまとめ

- ・ 河川表流水 (メコン川) を原水の対象とした実証試験について、次のようにまとめる。
- ・ 原水濁度は時期により大幅に変化する (乾季 100 度、雨季 3,000 度)。

- ・ 乾季の場合、適切な凝集条件下での繊維ろ過装置によって、適切に濁度除去が可能である。本試験では、繊維濾過装置のみでも水道基準をクリアできたが、これは前処理装置として留めておき、安全のため後段に砂ろ過装置を設置したほうが良いと考える。
- ・ 雨季の場合には、乾季の場合のシステムに加え、さらに前処理として上向流繊維ろ過装置を適用することで対応が可能である。

3.2.2 現地実証試験活動の結果（地下水を水源とするケース；パクサン浄水場）

1) 地下水を水源とするケース【パクサン浄水場】

地下水を水源とする水道施設への適合性を検討するために、ボリカムサイ県のパクサン浄水場にて同浄水場にて使用している水道原水である地下水を用い、小規模浄化装置の浄化性能を確認した。

2) パクサン浄水場の地下水の特長

2013年 11月20日に採取した原水および浄水場処理水データは表 31のとおりである。

表 31 パクサン浄水場における水道原水（地下水）および処理水水質の状況

項目	分析値		ラオス国基準	日本基準（参考）
	原水	処理水		
色度	0.8度	0.5度	5度以下	同左
濁度	0.1度未満	0.2度	5度以下	2度以下
鉄	0.07mg/l	0.08mg/l	0.3mg/l以下	同左
マンガン	0.57mg/l	0.01mg/l未満	0.1mg/l以下	0.05mg/l以下
蒸発残留物	560mg/l	270mg/l	—	500mg/l以下
硬度	130mg/L	120mg/L	—	500mg/l以下
pH	8.0（20℃）	7.7（20℃）	6.5以上8.5以下	5.8以上8.6以下
アンモニウムイオン	0.01mg/L未満	0.01mg/L未満	—	0.5mg/l以下
残留塩素	0.05mg/l未満	1.0mg/L	—	0.1以上1.0以下

原水としては、マンガン濃度だけが規定値を超過していたため、本試験ではマンガンの除去性能を検討した。

3) 除マンガン装置の性能確認結果と考察

マンガンを被膜させた除鉄除マンガンろ過材を用いて、実証試験を行った。

(1) 試験状況

試験は、パクサン浄水場内に試験装置を設置し、原水である地下水を導水して実施した。以下に試験装置の設置状況および試験状況写真を示す。



写真 13 除鉄除マンガン除去試験の状況（左：装置全景 右：通水テスト状況）

(2) 除鉄・除マンガンろ過装置の性能確認結果

ろ過速度と処理水のマンガン濃度の関係を図 14に示す。

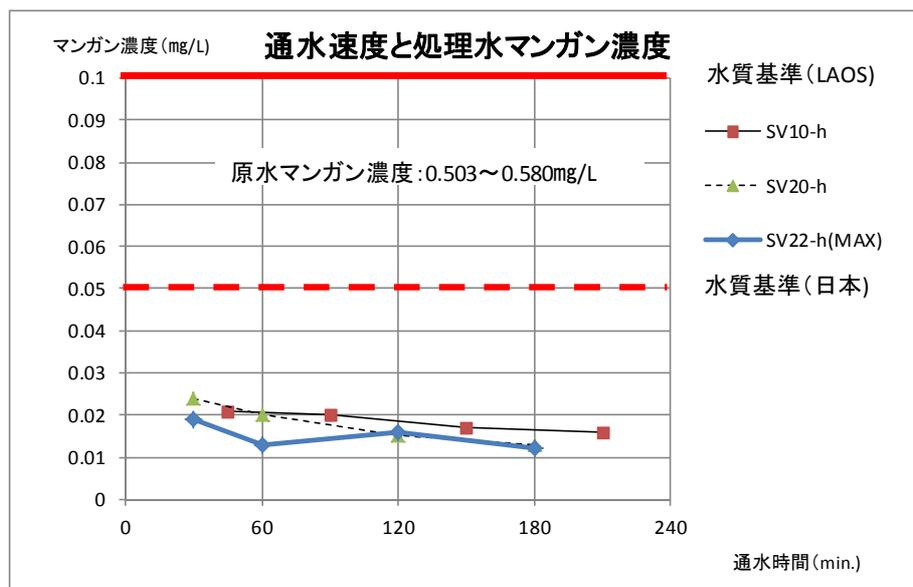


図 14 通水速度毎の通水時間とマンガン濃度との関係

4) 地下水を水源とするケース【パクサン浄水場】のまとめ

本試験により次の知見が得られた。

- ・パクサン浄水場の井戸水のマンガン除去を本「除鉄除マンガンろ過装置」により適切に除去できることを確認した。
- ・本原水は、酸化剤としての次亜塩素酸ナトリウムを消費するアンモニアなどの物質も含まれておらず、非常に良好な除マンガン性能を示すことが分かった。

- ・日本における通常設計仕様（原水のマンガン濃度 1.0mg/l 時、 $SV=10\text{hr}^{-1}$ ）よりも2倍以上の濾過速度（空間速度：SV）で日本の水質基準以下（ 0.05mg/L 以下）と良好に除去できることを確認した。
- ・ラオス国の水質基準であれば、 $SV50\text{hr}^{-1}$ の空間速度でも処理できたと想定できる。

3.2.3 現地実証試験のまとめ

ラオスにおける小規模浄水装置の現地試験により次のような実証が得られた。

- A. 表流水および地下水のいずれの水道原水に対しても提案小規模浄水装置により、ラオス水道基準を満たす処理水が得られることを確認した。
- B. 表流水を取水源とする場合には、季節により濁度が大きく変動するため、雨季の高濁度対策（ ~ 3000 度）を十分に行う必要がある。実証試験を実施した時期が乾季で低濁度レベル（100度）であったため、堆積土による模擬水による検証にとどまった。実際の導入には、雨季の連続通水試験を行うことが重要である。
- C. 地下水を取水源とするパクサン浄水場では、適切にマンガン除去をすることができた。ただし地下水の水質は、表流水以上に位置的变化が大きいため、取水現場ごとにエンジニアリング（設計）が必要である。

3.3 採算性の検討

現地の小規模分散浄水システムに対する本小規模浄水装置の適合性を「浄化性能」と「コスト」に対して検証する。

3.3.1 浄化性能

3.2の浄化性能の確認より、本製品の性能に関しては適合可能であると判った。しかしながら本試験を実施した時期が「乾季」にあたり、表流水の水質（濁度）が低レベルの時期であった。水質（濁度）レベルの高い「雨季」における検証を行い、水質に応じた適切な処理条件（薬注量、反応時間、処理速度など）の設定を行う必要がある。

3.3.2 コスト

装置の価格帯について、現地の先行組織との比較

1) 他国先行組織の現状とコスト比較

フランスの支援組織であるGRETへのヒアリングにより、活動内容およびラオス国における水道施設の納入実績を確認した。

(1) 活動内容

対象プログラム：MIREP

- 活動開始 : 2004年
 対象事業 : 500-2000世帯のSmall Town Water Supply
 投資規模 : 150,000-300,000USD (採算の取れる地区を優先し、投資家を募ることで資金を調達する。)
 事業制度 : PPP方式 (完全現地調達でコストダウンに努める)

(2) 価格

MIREPの一事例として提供いただいた情報より、提案技術の原価と比較する。

表 32 浄水施設コストの概算比較

項目	GRET	提案技術 (トーケミ)
原水	地下水	同左
水量	800m ³ /日	同左
設備タイプ	コンクリート構造物「ろ過池」	鋳鉄製「ろ過機」
設置期間	完全現地設置型であり、数ヶ月から半年間	工場製作後の納入により現地作業は1-2週間
浄水施設コスト	40,000USD (約400万円) *総費用:205,000USD *総費用に対し、費用の内訳 (パイプライン55%、浄水装置19%、貯蔵設備13%) より算出	500万円 (日本工場渡し) 運搬費、管理費を含めるとプラス720万円

(3) 考察・結論

- ① GRETの方が低価格ではあるが、次に示す浄水後の水質や利便性などの付加価値を提案することで、トーケミ製品も競争力はあると考える。

利便性：コンクリート構造物ではなく地上設置型鋳鉄製のろ過装置であるため、現地作業が簡略化できる。またろ材の入れ替えなど維持管理が容易であり、もし漏水などがあった場合でも水漏れ箇所の特定が容易である。

水質：トーケミはろ材メーカーであるため現場に適した種類のろ過材を準備できる。例えば、除鉄徐マンガン濾材や除濁用砂ろ過でも粒径や均等係数を調整することができるため、より良い水質の水道水を得ることができる。

- ② GRETは完全に現地調達・施工であるため、現地工事代が不要である。しかしトーケミ製品を日本で製造し、ラオスへ輸入し、日本からの作業員の派遣による機械設置・試運転を行うと、装置費用以上にコストを必要とするために、非常にコスト高となる。
- ③ 他国の競合に対抗しうる価格帯の製品を提供するためには、ラオス国内での製造によるコスト削減が必要である。

2) 浄水装置の一部をラオス国内で製造することによるコスト削減可能性の検討

小規模浄水装置のうち一部をラオス国において製造することを想定し、日本国内で製造し輸入した場合と、ラオス国で製造し設置した場合との価格を検討する。

対象：地下水浄化のメイン設備である「ろ過装置」 (付帯設備含まず)

種類：ケース①対象人口4,000人 (日水量400m³/日)

ケース②対象人口16,000人 (日水量1,600m³/日)

* スモール・タウンにおける1人1日あたりの水道使用量を100リットルと想定した場合。

なお現地の産業普及状態から、【現地化】が可能であろう部分と、不可能である部分を区分し、さらに現地化可能なものについては、製造の難易度から3つの段階に分け、段階ごとのコストダウン効果を考察した。

表 33 浄水装置の現地生産によるコスト削減効果の考察

	名称 (商品・作業・工事等)	理由
現地化不可能 (困難)	単位機械類 (ポンプ、電気作動バルブ) 単位機材 (流量計、)	国内市場に対して大型投資必要である。輸入が望しい。
現地化可能 1 st step	濾過装置本体 (製缶)、配管、組立	他産業からの流用が可能である。ただし技術指導が必要
現地化可能 2 nd step	ろ過材、電気制御盤、製造管理	投資が必要 専門性が高く、経験を要する。
現地化可能 3 rd step	現地設置作業、試運転	総合的な経験を要する

ここでは、現地内製化想定削減率を想定している。これは実際に現地の現地業者に見積もりしたものではなく、加工費を現地の人件費の相場から想定して設定したものである。新規投資の場合では、出荷量を想定していないため減価償却など投資の回収までを含んではない。

表 34 コスト比較 ケース① 給水人口：4,000人

		日本製作		現地内製化 想定削減率	現地（ラオス）製作	
		製造原価	構成比		製造原価	構成比
輸入品 【現地化検討外】	ポンプ類、バルブ類 コンプレッサー等					
	機械類購入費 小計 コストダウン率	1,100 千円	15%	-10%	1,210 千円 -2%	41%
製缶・配管・組立 【現地化可能】 1st step	ろ過機本体、 配管、組立 等					
	製缶・組立費 小計 コストダウン効果	1,500 千円	21%	50%	750 千円 10%	25%
ろ材・制御盤・管理 【現地化可能】 2nd step	ろ過材、制御盤	1,000 千円		50%	500 千円	
	製造管理費	600 千円		50%	300 千円	
	装置製造費 小計 コストダウン効果	1,600 千円	22%		800 千円 11%	27%
現地作業費 【現地化可能】 3rd step	運賃	700 千円		90%	70 千円	
	現場工事費	2,300 千円		95%	115 千円	
	現地設置費 小計 コストダウン効果	3,000 千円	42%		185 千円 39%	6%
合計 コストダウン効果		7,200 千円	100%		2,945 千円 59%	100%

表 35 コスト比較 ケース② 給水人口：16,000人

		日本製作		現地内製化 想定削減率	現地（ラオス）製作	
		製造原価	構成比		製造原価	構成比
輸入品 【現地化検討外】	ポンプ類、バルブ類 コンプレッサー					
	機械類購入費 小計 コストダウン率	2,600 千円	20%	-10%	2,860 千円 -2%	44%
製缶・配管・組立 【現地化可能】 1st step	ろ過機本体 配管、組立					
	製缶・組立費 小計 コストダウン効果	4,000 千円	31%	50%	2,000 千円 16%	31%
ろ材・制御盤・管理 【現地化課題】 2nd step	ろ過材	2,200 千円		50%	1,100 千円	
	制御盤					
	製造管理費	600 千円		50%	300 千円	
	装置製造費 小計 コストダウン効果	2,800 千円	22%		1,400 千円 11%	22%
現地作業費 【現地化課題】 3rd step	運賃	1,000 千円	8%	90%	100 千円	
	現場工事費	2,300 千円	18%	95%	115 千円	
	現地設置費 小計 コストダウン効果	3,300 千円	26%		215 千円 24%	3%
合計 コストダウン効果		12,700 千円	100%		6,475 千円 49%	51%

上記の推定より、現地化を完全に進めることで日本から導入するよりもケース①（59%）と②（49%）でコストダウン率に差異があるが、推定値であるため合わせて 50%程度のコストダウンを図れることが推定できる。

また GRET との価格を比較すると、GRET のほうが割安感を感じるが、こちらでは数か月の工事期間を要することや設置面積、維持管理の観点から、この程度の価格差であれば現地で十分に競合できるものと考ええる。

3.4 製品技術の紹介

3.4.1 「ラオス-日本水道セミナー」での製品技術・啓発活動

さいたま市と厚生労働省が共同主催した「ラオスー日本水道セミナー」に参加し、適合性検証活動の結果を発表した。

1) セミナー概要

(1) セミナー次第

セミナーの次第を表 36 に示す。民間企業からの発表において、提案技術および実証試験の内容を紹介した。

表 36 「ラオス-日本水道セミナー」次第

ラオス - 日本水道セミナー		
日時：平成 25 年 11 月 12 日(火)		
場所：ビエンチャン特別市		
主催：日本国厚生労働省健康局水道課		
共催：さいたま市水道局／ラオス国公共事業省住宅都市計画局／ビエンチャン特別市水道公社		
時間	内容	発表者
08:30-09:00	受付	
9:00	開会	司会：さいたま市水道局業務部次長 木村 和夫
09:05-09:15	開会挨拶①	ラオス国公共事業省 ラッタナマニー副大臣
	開会挨拶②	日本国厚生労働省水道課課長補佐 吉澤 保法
09:15-09:20	開会挨拶③	在ラオス日本大使館参事官 大西 英之
09:20-09:30	開会挨拶④	ビエンチャン特別市 ケオピラバン副市長
	開会挨拶⑤	さいたま市副市長 木下 達則
Session 1 (講演)		
09:30-10:10	基調講演：ラオスの水道事情と日本企業への期待	ラオス国公共事業省住宅都市計画局 カントン水道課長
10:10-10:40	Coffee Break(1)	
10:40-11:10	講演：水道事業体と水ビジネス －日本水道協会の取り組み－	日本水道協会 研修国際部次長 富岡 透
Session 2 (民間企業による発表及びオープンイベント)		
11:10-11:50	発表①：ODA を活用したラオス共和国における事業推進計画および株式会社トーケミの水処理技術説明	(株)トーケミ 馬場 裕史
11:50-13:00	Lunch Time (70min)	
13:00-13:30	発表②：タイにおける高品質工業用水供給事業の検討	前澤工業(株) 畑田 康助
13:30-14:00	発表③：無取水対策とフジテコム(株)	フジテコム(株) 新村 広樹
14:00-14:30	発表④：ろ過材交換不要の砂ろ過装置のご紹介	日本原料(株) 神田 修
14:30-14:45	Break	
14:45-15:15	発表⑤：給水管分岐工事における不断水穿孔と工具の紹介	大肯精密(株) 鈴木 大介
15:15-15:45	発表⑥：水道事業効率化のためのハイパーマネジメントシステム	(株)ジオプラン 柴野比 直重
15:45-15:55	セミナー所感	埼玉県企業局企業局長 川越 晃
15:55-16:10	セミナー総括	厚生労働省水道課課長補佐 吉澤 保法
16:10~	Coffee Break(2)	
~17:00	・展示ブース紹介 ・各種イベント	[日本側] 水関連企業 厚生労働省 JICA ラオス事務所 日本水道協会 さいたま市水道局 埼玉県企業局 [ラオス側] 水関連企業 公共事業省住宅都市計画局 ビエンチャン特別市水道公社 ルアンプラバン県水道公社 カムアソ県水道公社

民間企業によるデモンストレーション		
日時：平成 25 年 11 月 13 日 (水)		
場所：ビエンチャン市水道公社トレーニングセンター (チナイモ浄水場隣接)		
09:00	開会挨拶	ビエンチャン特別市水道公社 カンパイ総裁
09:10-12:00	日本企業各社の展示及びデモンストレーション	－
12:00	閉会挨拶および意見交換会	さいたま市水道事業管理者 日野 徹

(2) セミナー参加者

セミナーの参加者を表 37、表 38 に示す。

表 37 ラオス-日本水道セミナー参加者一覧 (1/2)

1	ラッタナニ コウオン副大臣, 公共事業省	1	厚生労働省 吉澤補佐
2	トンバン 官房長官, 公共事業省	2	日本水道協会 富岡次長
3	ブンチャウリ シラウオン人事副局長, 公共事業省	3	日本水道協会 三竹専門監
4	ホソマー ベオラウオン副局長, 公共事業省住宅都市計画	4	さいたま市 木下副市長
5	カントン ヴォヲス水道課長, 住宅都市計画局	5	さいたま市 日野水道事業管理者
6	ブーボン チャンタウオン副課長	6	さいたま市水道局 木村次長
7	フォンサム サイチャンデー MIREPⅢプロジェクトコーディネーター	7	さいたま市水道局 川島参事
8	チャンタノン トウアンラウ技師	8	さいたま市水道局 吉田主任
9	ワンサバン オウタンチャック技師	9	さいたま市水道局 高橋主任
10	ヴンデアン ローロンシ技師	10	埼玉県企業局 川越局長
11	ウトンポン サヤソカム GIS 技師	11	埼玉県企業局 久保田課長
12	スツチャイ プアパングオン技師, 事業課, 住宅都市計画局	11	埼玉県企業局 岸本主査
13	センサウト シドラーコ副プロジェクトマネージャー, MAWASU	12	埼玉県企業局 鷲野主査
14	サイウオン ボンサウオン建築士, 計画投資局	14	川崎市上下水道局 渡辺課長
15	センダラ トウアンミサイ副課長, 都市計画課, DHUP	15	川崎市上下水道局 岡村係長
16	チャンシー スアンマリ計画協力局長	16	パシフィックコンサルタンツ 森本氏
17	フウカオン インシバット ドンマカイフェーズ II プロジェクトマネージャー	17	パシフィックコンサルタンツ 山内氏
18	セラムサック サヤモンコン スマールタウンプロジェクトマネージャー	18	パシフィックコンサルタンツ 眞崎氏
19	ブーバン サンブタラス 副マネージャー	19	パシフィックコンサルタンツ 松本氏
20	サハナセン サイモンティー 技師	20	トーケミ 細谷氏
21	チャンテア カテイウオン 技師	21	トーケミ 馬場氏
22	ソバン モンバチン 室長, WASRO	22	フジテコム 新村氏
23	ソボン シツテイウオン 副室長	23	日水コン 星野氏
24	カンブーウオン シコロム 経済規制課長	24	日水コン 福島氏
25	ビラコン サヤン 技術課長	25	前澤工業 大河原氏
26	ブンタビー ビライン 技師	26	前澤工業 畑田氏
27	カンボン パンビライ 技師	27	日本原料 神田氏
28	テソカム タマウオン 公共事業局長, ビエンチャン市	28	ジオブラン 榮野比氏
29	ブンチャン ヴォシッタタ副局長, ビエンチャン特別市, 公共事業	29	大肯精密 鈴木氏
30	コラカン サウブタラス 水道調整官	30	関上工業 関上氏
31	カンブイ ヴォンサカンホウイ 総裁, ビエンチャン市水道公社	31	積田冷熱工業 積田氏
32	ビエントワイ ヴァナラス 副総裁	32	クボタ工建 佐藤氏
33	ビエンカム シラス 顧問	33	日本テクノ 高見沢氏
34	カンカオパバン シェンカンタラ ショムン郡 支所長	34	日建設計シビル ゴンカオパバン氏
35	アヌオン テソウドン サイセッタ郡 支所長	35	トーケミ 木曾氏
36	パトボン パンチャレン シサナック郡 支所長	36	トーケミ 神本氏
37	ブンミー パンブットディー サイタニ郡 支所長	37	山水冷熱 仲儀氏
38	カンタン シマラウオン トレーニングセンター所長	38	増田興業 増田氏
39	シェントン ビアタップ 事業課長	39	JICA 本部 鎗内氏
40	タビクン パナコン 財政課長	40	国立保健医療科学院 伊藤氏
41	ホバン ウトンサバス 管路管理課長	41	横浜ウォーター 和田氏
42	スーティン キエンソンバス 丹任浄水場長	42	JICA カホジア水道プロジェクト 川崎氏
43	ナンタラス センサウオン カリタ浄水場長	43	JICA カホジア水道プロジェクト 野中氏
44	ソボン ソンバンデイス ドンマカイ浄水場長	44	JICA カホジア水道プロジェクト CP タン ソクチュウ
45	シヤモン コマニー ラオス-フランスプロジェクトマネージャー	45	JICA カホジア水道プロジェクト CP ウンダラ
46	カンバン ヴォカミー 郊外エリアプロジェクトマネージャー	46	JICA カホジア水道プロジェクト CP プレソマ
47	シーヌアン パンバンハック 総裁, 給水教育・建設機構	47	JICA カホジア水道プロジェクト CP テップ ナロン
48	ブントン テソソバン 副総裁	48	JICA ラオス水道プロジェクト 下村氏
49	ブーサイ プナホン 建設・拡張課長	49	JICA ラオス水道プロジェクト 木下氏
50	ソバンソン テソウドン 建設・拡張管理課長	50	JICA ラオス水道プロジェクト 升淵氏
51	サイヤモン タマウオン 副総裁, 水道技術・環境機構	51	JICA ラオス水道プロジェクト 梨木氏
52	アハカム サヤウオン 副総裁	52	JICA ラオス水道プロジェクト 石川氏
53	ソムオウ ソラット 技師	53	JICA ラオス水道プロジェクト ソボン サックウオン氏
54	チャンビサイ チャンビ 技師	54	JICA ラオス水道プロジェクト ラッタポン コンナウオン氏

表 38 ラオス-日本水道セミナー参加者一覧 (2/2)

55	サイサス サイトンニー 技師	55	JICA ラオス事務所 宮田所員
56	スリット チンダマニー 総裁, ルアンパバノン県水道公社	56	さいたま市水道局 後藤主任
57	チャントン サハバイ 副総裁		カムラ (通訳)
58	フータ シタラス 総務課長		バンダーサイ (通訳)
59	ブンボン 局長 ルアンパバノン県公共事業局		ポータイ (通訳)
60	カンゲン センジン 総裁 カムワン県水道公社		LAPON パサイ (通訳・調整)
61	カンバシット シンタハポン 技術課長		LAPON トンカム (通訳・調整)
62	ハイグアン チャンタウオン 事業課長		
63	ヘットホーンマニー 局長 カムワン県公共事業局		
64	タビスク インタソハス ビエンチャン県水道公社副総裁		
65	カイソ テップアファン ビエンチャン県公共事業局副局長		
66	ブーカン トウアンパチャン シェンクワン県水道公社総裁		
67	カムソ チャンタウオン シェンクワン公共事業局副局長		
68	アライ カンティ サイヤブライ県水道公社総裁		
69	バウカン ビラケット サイヤブライ県公共事業局副局長		
70	チェウ カンモウ ウトムサイ県水道公社総裁		
71	ソハバポン スチャリス ウトムサイ県公共事業局副局長		
72	サイモン ウンサンハーン ルアンナムタイ県水道公社総裁		
73	ブンテン チャンハ ルアンナムタイ県公共事業局		
74	ブンライ ミンブハ ボウタイ県水道公社総裁		
75	ウドン ビスラス ボウタイ県公共事業局副局長		
76	サイホンス セイン フアハーン県水道公社		
77	フォンスク インタウオン フアハーン県公共事業局副局長		
78	カオカム ボンサリ-県水道公社総裁		
79	カンバン チャンダ ボンサリ-県公共事業局長		
80	ビラコン ビマソ ボリカムサイ県水道公社総裁		
81	スーリン クオブンファン ボリカムサイ県公共事業局長		
82	ハントラ コムアンチャン サハンナケット県水道公社副総裁		
83	クオマニボン テップウオン サハンナケット県公共事業局長		
84	カンマン ビサテップ チャンハ サック県水道公社総裁		
85	センサマイ サイサ チャンハ サック県公共事業局長		
86	カンマニー ラオカン サラワン県水道公社総裁		
87	ハサンマス クオクアンサマイ サラワン県公共事業局		
88	ブンリュア シリハーン セコン県水道公社総裁		
89	サティアン セッタコン セコン県公共事業局長		
90	タオハット ホムソハス アタフ-県水道公社総裁		
91	スタコン クオビンカム アタフ-県公共事業局副局長		
92	パナルト スリンフミ- LCG Consulting Company		
93	センカム ビニス SK Consulting Company		
94	ランコン サウオン Sayavong Water Supply Equipment		
95	カンソ ボマニ Plastic Tieng fong - SMP Company		
96	ソソホーン リエマニセン Lienmaniseng Construction		
97	カムディー アヤスク DM Construction Company		
98	フサダ シハコン Phoutpaserth Construction Company		
99	ラントン Larnthong Construction Company		
100	ヘットホウオン Phetthavone Construction Company		
101	Phetthavone Construction Company		
102	マラサイ コムカイソ ビエンチャン技術学校		
103	代表 ラオス工科大学		
104	エリック ビナルト Simon Consulting Co. LTD		
105	スーハット ブハサイ 課長 ビエンチャン市水道公社		
106	スーカイ ムアソア ビエンチャン市水道公社		

*セミナー参加者の情報は、「ラオス-日本水道セミナー」事務局より提供いただいた。

(3) セミナーにおける発表内容

表 39 ラオス-日本水道セミナーにおける発表内容

タイトル	講演者
スモール・タウン水道事業の概要と浄水装置	馬場裕史
ラオスにおける管路埋設状況と啓蒙活動	増田伸二、仲儀公亮、(後藤武夫)

2) 「ラオスー日本水道セミナー」における製品技術の紹介（施設見学）

さいたま市と厚生労働省が共同主催した「ラオスー日本水道セミナー」の一環で、ビエンチャン特別市水道公社トレーニングセンターにて実証試験装置の見学会により製品技術の紹介を行った。

(所感)

セミナーでの発表だけでなく、実際に見学していただくことでインパクトを与えることができ、本装置に関する関心度は非常に高いものであると感じた。特に MPWT のポマワン副総裁からは、「この技術を使用してラオス国内で製品化できるであろう」との言質を確認できたことは、現地製造を目論む我々には嬉しい話であった。

そして適切に塩素管理を行った処理水をトーケミ社員だけでなくナンパパの幹部や、JICA 職員とともに口にすることは安全性を示す強いアピールとなった。

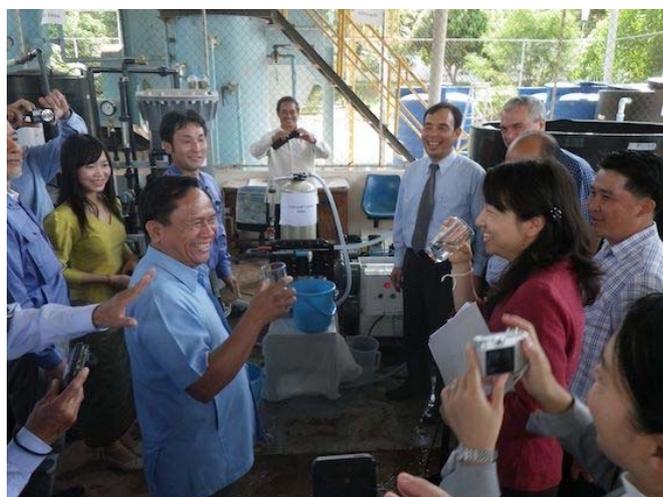


写真 14 「ラオスー日本水道セミナー」施設見学における処理水の試飲

3) ラオス資源環境省「浄水技術・分析」意見交換会（セミナー）

(1) セミナー概要

日時：2013年11月8日

場所：ラオス資源環境省 会議室

参加者：表 40 に参加者リストを示す。

表 40 ラオス資源環境省「浄水技術・分析」意見交換会（セミナー）参加者一覧

No.	氏名	所属先
1	Mr. Leevameng BOUAPAO（座長）	Department of Planning and Cooperation
2	Mr. Phongsavath YINGYONG	Natural Resources and Environment
3	Ms. Sabay THOUMMALANGSEE	NREI / technical staff
4	Ms. Manisakhone CHITTAPHONG	NREI / technical staff
5	Mr. Bounpakone PHONGPHICHIT	Deputy of Data Information Center/NREI
6	Mr. Soutvilay DOUANGPHACHANH	Natural Resources and Environment
7	Mr. Vanhna PHANPHONGSA	NREI / Deputy Director of EQNC
8	Mr. Sitthideth NONTHAXAY	NREI / technical staff
9	Mr. Somlay LATHAVANH	NREI / technical staff
10	Ms. Pannipa Teerajindachol	NREI / Regional Lab Advisor
11	Ms. Setouvanh PHANTHAVONGSA	NREI
12	Ms. Virany SENGTIANTHR	Remote Sensing Center / NREI
13	Ms. Vilaivanh LIENG SITHAM	Department of Environmental Quality Promotion (DEQP)
14	Ms. Chanthavivone	DEQP
15	Ms. Keopaserth INTHISONE	DEQP
16	Mr. Anoulack	DEQP

(2) 発表内容

表 41 ラオス資源環境省「浄水技術・分析」意見交換会（セミナー）における発表内容

タイトル	講演者
分散型浄水処理施設（浄化槽）の紹介	木曾祥秋
検知管方式を用いた簡易水質分析法の紹介	
ヒ素の高感度分析と除去の研究結果	Ms. Yordmany SOMPHOU
NREI Lab の業務の説明と研究内容	Ms. Setouvanh PHANTHAVONGASA

3.4.2 浄水／水質／漏水調査／管路技術の普及啓発に関する現地指導

1) 浄水／水質

水道事業の維持管理には水質分析が必要不可欠であり、小規模施設の維持管理に適した技術の指導を行う必要がある。ラオス国における水質分析業務の水準を把握するため、Ministry of Natural Resources & Environment（ラオス資源環境省）のNational Laboratory focusing on Waste Water Treatment/Water Quality Analysis Labとビエンチャン特別市水道公社チナイモ浄水場水質分析室を訪問し、水質分析項目や現状・課題などの聞き取り調査を行った。技術者には一定以上の教育レベルが要求される。ラオス国における教育水準を把握するため、ラオス国立大学工学部化学科を訪問し、化学に関する高等教育の内容と課題について聞き取り調査を行った。

(1) ラオス資源環境省 分析室

Ministry of Natural Resources & Environment（ラオス資源環境省）

National Laboratory focusing on Waste Water Treatment/Water Quality Analysis Lab (NREI Lab)



写真 15 ラオス資源環境省 分析室

NREI Lab は、ラオス資源環境省管轄の研究機関であり、国内で最も水質分析に関する技術レベルが高い機関である。主に排水処理に関する研究調査業務と水質分析を担当しており、特にメコン川を水質分析の対象としている。分析項目は窒素、リンや重金属など水質分析の大部分を網羅していた。

分析装置も、分光光度計 2 台、自動滴定装置 4 台、イオンクロマトグラフィー 1 台、原子吸光分析装置 1 台と、水質分析を行うための装置は十分に確保されていた。しかしながら、メスシリンダーの注ぎ口の欠けや保存容器の保管方法など、分析用機材の管理が不十分であることが指摘される。

構成メンバーの多くが若く、分析に関しては 1 名のタイ人の技術者によって指導されており、技術の習得段階であるともいえる。技術の向上のためには高精度の分析を繰り返し行うことが重要であり、現在の NREI Lab の現状では難しい部分があるといえる。

ラオス国内で安定した水質分析を行うためには、実験用の機材の支援などを行い、高い精度の分析結果を導く必要がある。そのためには、JICA ならびに大学などの支援や協力が必要不可欠である。

メコン川の水質データはラオス資源環境省内に多くの蓄積があり、データを提供して頂いた。本案件においてメコン川の水質データは、施設の建設や維持管理において重要な策定要因になりうることから重要な成果の一つであるといえる。

(2) ラオス国立大学理学部化学科 分析室

Dr. Kesiny Phomlepna を訪問し、教員らからの説明を受けた。実験室が講義室を兼ねており、ドラフトなども設置されていた。



写真 16 ラオス国立大学理学部化学科 分析室

教員の使用する研究室を見学したが、原子吸光分析装置や液体クロマトグラフィー、ガスクロマトグラフィー（GC-MS も含む）、分光光度計などの分析装置も設置されていたが、故障しており、ガラス器具も破損しているものを使用せざる得ない状態であった。試薬や器具はタイやベトナムからの輸入に依存するため、実験環境や予算の維持が困難な状態であった。故障した分析機器の修理のためには海外からサービスマンを招聘する必要があり、予算や維持管理の大きな障壁になっている。そのため、教員の研究も卒業研究の実施も困難となっている。

ラオス国立大学内で化学実験を行っている学科は化学部のみである。環境学部もラオス国立大学内には存在するが、主な教育内容が環境マネジメントであり、実験は行われたいとのことであった。ラオス国内の唯一の大学であり、最高学府であるが卒業生が分析業務の即戦力なることは難しく、分析業務の基礎からの教育が必要であるといえる。

(3) ビエンチャン特別市水道公社チナイモ浄水場水質分析室



写真 17 ビエンチャン特別市水道公社チナイモ浄水場 水質分析室

ビエンチャン特別市水道公社チナイモ浄水場水質分析室は、国内の水道事業者の教育を実施する水道公社トレーニングセンターに隣接しており、ラオス国内の浄水関係の分析質としては上位に位置するものと判断する。

この水質分析室は3名の職員で運営され、2名が分析業務で、主たる分析は1名で行っているとのことであった。

分析項目や方法の多くは日本に準じているが、日本には存在しない SO_4^{2-} の規制値が採用されていることから、日本とは異なる事情があると伺える。

分析の機材として、イオンクロマトグラフィーと分光光度計、原子吸光分析装置が主たる装置であったが、他の期間と同様に、分析機材の管理が不十分であった。

さいたま市水道局の技術支援を受けて業務を行っているとのことであったが、ラオス人の分析業務の指導者の育成や確保が課題であると再認識した。

(4) まとめ

ラオス国内で分析業務に従事する技術者を養成するためには、人材と設備の両面が不足している。設備に関しては国などの支援を受けることで充実させることは可能であるが、人材の確保は

大きな課題といえる。維持管理の技術者をラオス国内で教育することの可能性は高いが、分析に関しては困難であるとの印象を受けた。ラオス人の水質分析技術者を育成するためには数年後に帰国することを念頭におき、雇用し教育する必要があると考えている。ラオス国内で教育するよりも日本国で指導しうる技術者を教育する人材に対する投資が必要であると感じた。

2) 漏水調査／管路技術

飲料水を確実に安定して給水するために、配水管や給水管といった管路施設の果たす役割は大きい。本調査では、ラオスでの水道管路布設現場や漏水修繕状況を確認することで、ラオスでの水道管路技術の現状と課題を把握し、今後、日本の管路技術をどのようにラオスへ提供していくことができるかを調査するものである。

(1) 管路布設及び漏水修繕の状況

ビエンチャン市内で施工中の給水管布設工事及び給水管の漏水修繕工事の現場を視察し、ラオスでの施工現場の現状を把握するとともに、問題点や改善点については現場監督員や作業員へ指導を行った。

A. 管路の埋設環境

埋設深度が浅く、管路が荷重や温度変化などの影響を受けやすい状況である。また、埋戻材も発生土を使用しており、管体の損傷が懸念される。

(課題) 埋設環境の向上



写真 18 掘削・埋戻しの状況

B. 漏水修繕方法

水圧が低いいため、断水をしないうでの施工を行っている。水替えも十分でなく、施工の確実性の低下や濁水の流入などが懸念される。また、将来水圧の上昇時には同じ方法で対応できるかが課題である。

(課題) 修繕技術の向上



写真 19 給水管の漏水修繕状況

(2) 資機材および建設機械について

C. 建設機械の使用状況

今回視察した現場は全て建設機械を用いない人力施工であった。コストの面で課題はあるが、建設機械を導入することで施工スピードだけでなく、施工の確実性や品質管理の向上につながる。

(課題) 建設機械の導入



写真 20 管路布設工事の施工状況

D. 管の使用材料

給水管にはプラスチック系の管（ポリエチレン管、ポリ塩化ビニル管）が使用されており、鋼製管に比べると強度や弾力性が低い材料である。衝撃による損傷や、将来の水圧上昇などに対応できるかが課題と思われる。

(課題) 管材料の向上



写真 21 給水管の使用材料

(3) ビエンチャン特別市水道公社職員との意見交換

現場調査から明らかとなった課題や疑問点について、ビエンチャン特別市水道公社の技術系職員と意見交換を行った。

ビエンチャン特別市水道公社側の出席者は以下のとおり。

ホンパン ウドンサバス（管路管理課長）

スーペット ブパサイ（マッピング担当課長）

施工管理については、管の埋戻し組成や使用材料などを定めた仕様書があり、それに基づき工事監督を行っているとのことである。しかし、現場では仕様書の内容が徹底されていないのが現状である。原因としては、監督員の人材不足や、現場従事者の教育が十分なされていないことが挙げられる。

管材料については、新たに管路を布設する場合に使用する管種については定めており、今後、より優れた管材料があれば積極的に採用していきたいとのことであった。しかし、ラオスで調達できる材料が限られていることやコスト面での課題がある。

日本の管路布設技術や維持管理技術については、今後も取り入れていきたいとのことであった。日本の水道事業者の持っているノウハウだけでなく、民間会社が持っている技術力についても、活用していきたいとのことであった。



写真 22 意見交換の状況

管路を適切に維持管理することが将来に無収水管理につながってくる。いかにして適切な状態で水道管を布設するか、そして将来のことを予測し、漏水などの原因を可能な限り未然に軽減していくことが、管路の布設・維持管理にとって重要であることを、現場で伝えることができた。

(4) まとめ

日本では、これまでもラオス水道事業体職員の研修受入や、漏水調査機器の提供などを実施し、管路技術の向上に貢献してきた。また、工事の仕様書やマッピングシステムなども少しずつ整備され始めており、管路管理の重要性が認識されてきたと感じる。しかし、今回の調査で実際に現場での施工状況を見る限り、仕様書通りの施工が徹底されていない状況や将来の維持管理まで視野に入れた施工が出来ていないことが確認できた。

この原因の一つとしては、施工管理意識の欠如や施工技術レベルが十分でないことが挙げられる。このことから、日本の民間会社が持っている技術やノウハウを提供することで、課題の解決につながるものと思われる。

今後は、現場での施工技術や施工管理意識の向上を目的とし、日本の水道工事施工会社によるラオスでのデモンストレーションや、現場作業員の研修受入れなどが第一段階の取り組みとして挙げられる。また将来的には、ラオスでの水道工事会社の組合設立や、浄水施設とのパッケージ化による管路技術の提供など、日本の民間企業が参入することにより、ラオスの水道管路技術の向上が期待できる。

第4章 ODA 案件化によるラオス国における開発効果 及び提案企業の事業展開に係る効果

4.1 提案製品・技術と開発課題の整合性

提案製品・技術と開発課題との整合性について、表 42 にまとめる。

表 42 提案製品・技術と開発課題との整合性

開発課題	現状	提案製品・技術の整合性
安全な水質の確保	浅井戸から取水した地下水を直接利用している。	ろ過と消毒を組み合わせた浄水工程により、安全な水の供給が可能である。
	地下水に関しては、鉄・マンガン等の含有量が高い水源がある。	除鉄・除マンガン装置にて、確実に基準値を維持できる。
安定した供給	表流水を水源とする浄水場においては、雨季の高濁度時に浄水能力の低下が顕著となる。	本調査における実証活動において通水速度は低下するものの逆洗時間が原水濁度によらず一定であったことから、濁度変化による浄水量への影響は小さいといえる。
	地下水を水源とする地域においては、乾季の井戸枯れなどにより、所定の取水量が確保できていない。	水源を表流水に切り替えることで、安定した取水と給水を実現可能である。 ただし、地下水を原水とする施設に比べ、浄水施設がコスト高となるため、低コスト化と併せた検討が必要である。

4.2 ODA 案件を通じた製品・技術等のラオス国での適用・活用・普及による開発効果

4.2.1 水道サービスの目標達成への貢献

本提案技術の事業実現は、原水の水質にもよるが、1日あたりの浄水能力が 300m³/日程度である。この規模は、人口が数百人から数千人規模のスマール・タウン水道事業の給水量に合致するため、大規模化のための追加改良等が不要であり、現在保有する技術を現地にそのまま適用可能である。

このことは、浄水施設整備を迅速に行うことができることを意味するものであり、ラオス国政府が掲げるサービス水準の目標達成時期（2020 年）の実現と水道サービスに関する地域格差の是正に貢献するものである。

4.2.2 ラオス国における水道関連産業育成への貢献

本提案技術を活用した水道事業においては、県の水道公社を主に O&M に参画してもらうコミュニティ開発及びマネジメントに関する技術移転、さらに本提案事業に参画する現地企業を核とした水道事業関連の地元産業の育成にも貢献するものである。

浄水施設のコスト縮減策の一環として、設備の一部を現地企業等によって生産することで、水道関連設備の製造に係る本邦の技術移転および現地の産業育成に貢献することが可能となる。

4.2.3 技術協力プロジェクトとの連携

来年度からの普及・実証事業が採択に至った場合、現在、さいたま市が中心となり実施している JICA 技術協力プロジェクト（2012 年～2017 年水道公社事業管理能力向上プロジェクト）と連携することで、地方水道公社への管理技術移転が行われることが期待できる。

なお、連携の具体とその効果については、以下のように考える。

- 技協プロジェクトに本提案技術による浄水施設の管理技術・研修も組み込んでいただき、技術移転を実証事業と併せて実現する。
- その結果として、MPWT 及びラオス国全体へ展開により、スモール・タウン水道事業が促進され、ラオス政府の定める都市部水道事業目標の達成に貢献できるものとする。

4.2.4 スモール・タウン水道事業への貢献度の推計

水道施設の水源には主に河川に代表される表流水および地下水の 2 種類である。ラオスでは雨季があるために表流水の水質の変動が大きく、スモール・タウン向けの小規模浄水施設としては大型浄水場で採用されている凝集沈殿法では維持管理が困難であることから、本提案技術のひとつである繊維ろ過材を後段の砂ろ過施設の前処理としてもちいた高濁度対応浄水システムが適切である。

また地下水を水源とした場合にも、鉄・マンガン・硬度・塩分などへの対応が求められており、各水源に適したろ過材によるろ過装置を用いることが適切である。

提案企業はその両方に対応する技術を有し、また現地内製化を目指したコストダウンにも目を向けておりため、貢献度は高いと考える。

また、来年度からの普及・実証事業が実現した場合のスモール・タウン水道事業への貢献度を普及率への貢献度として推計する。

次章に述べているが、DHUP からは本提案技術の普及に向けた協力についての同意を得ており、実証サイトとしてボリカムサイ県のパクサン地区が候補として挙げられている。

当サイトにおいては、1,000m³/日規模の浄水施設を整備し、拡張を予定している水道給水区域へ給水することを想定している。

ここでは、1,000m³/日の浄水量が普及率に対する貢献度を試算する。

● 試算条件

・浄水量（水道給水量）：1,000 m³/日

・1 人 1 日あたり水道使用量（単位使用水量）：100L/人・日

※2020 年の政府目標にある単位使用水量から設定。ちなみに、2011 年の 1 世帯当たり給水量（有収量）は、全国平均で約 400L/日¹¹であり、1 人 1 日あたり水道使用量はおよそ 100L/人・日と設定できる。

・給水人口：10,000 人（=1,000m³/日 ÷ 0.1 m³/人・日）

¹¹ Annual Urban Water Sector Performance Report 2011, WASRO, WSRC, MPWT

2011 年末における都市部水道普及率は 60%（給水人口：1,205,397 人）¹²である。10,000 人の給水人口増加は、約 0.5%の普及率向上に貢献するものと推計される。

4.3 ODA 案件の実施による当該企業の事業展開に係る効果

提案企業は、「民間提案型普及・実証事業」において、パクサンのスモール・タウンを対象として、濁度の高い河川表流水を原水とする本調査提案小規模分散型の浄水装置／配水システムに関する現地での資機材の調達可能範囲、事業のカウンターパートナーとしての県水道公社の技術的・経営的管理能力、運営維持段階での各種リスクの把握とその対応策を検討するための技術的・経営的データ及び情報を収集する。その情報分析に基づいた対応策の実現可能性の判断のもと、「一般プロジェクト無償（ラオスのスモール・タウン水道整備促進計画（仮称））」のなかで推進されるスモール・タウン水道事業の展開のなかで、提案企業も事業機会をできる限り多く得られることを期待している。

「民間提案型普及・実証事業」では、この事業を通して、スモール・タウン水道プログラムにおける提案企業の提案する浄水装置の役割及びその導入効果を、スモール・タウン水道プログラムの推進機関である MPWT、DHUP 及び事業実施者である県水道公社に認知してもらうことによって、今後、さらに施設整備が必要となるスモール・タウン水道事業獲得のための実績獲得と事業に関するリスク・マネジメント能力の向上が期待できる。

「一般プロジェクト無償（ラオスのスモール・タウン水道整備促進計画（仮称））」では、スモール・タウン水道整備計画を推進する MPWT および DHUP への資金譲与を通じて、提案企業は事業機会の拡大効果を楽しむことになる。これにより実績を積み上げ、将来的に本格展開される民間水道供給事業者によるスモール・タウン水道事業市場における実績と技術的優位性を確保することを期待したい。

¹² Revised Water Supply Sector Investment Plan, DHUP, 09 APR 2013

第5章 ODA 案件化の具体的提案

5.1 ODA 案件概要（活用可能な ODA スキーム）

提案企業は、ラオス政府（MPWT 等）の「スモール・タウン水道整備計画」の実施において、MPWT 等が提案企業の考える浄水装置および配水システムを調達することを実現するために、第 1 ステップとして日本の ODA スキームの一つである「民間提案型普及・実証事業」を活用し、提案企業の考える浄水装置および配水システムの採用が MPWT の進めている「スモール・タウン水道整備計画」に有効であることをラオス側に認知させることを図る。その認知後のステップで「スモール・タウン水道整備計画」に日本の ODA スキームとしての「一般プロジェクト無償」を活用して、MPWT の「スモール・タウン水道整備計画」を推進するなかで、提案企業の考える浄水装置および配水システムの採用・調達の実現性を高めることを意図する。

その活用の段取りを図 15、図 16 に示す。

1) 第 1 ステップ

MPWT の進める「スモール・タウン水道整備計画」の実施に、提案企業の考える浄水装置および配水システムの採用可能性を高めるための「民間提案型普及・実証事業」を活用する。

なお、本案件化調査成果として後述のボリカムサイ県のパクサン水道拡張事業の中での普及・実証事業の展開を MPWT およびボリカムサイ県水道公社と MOU 締結済みである。

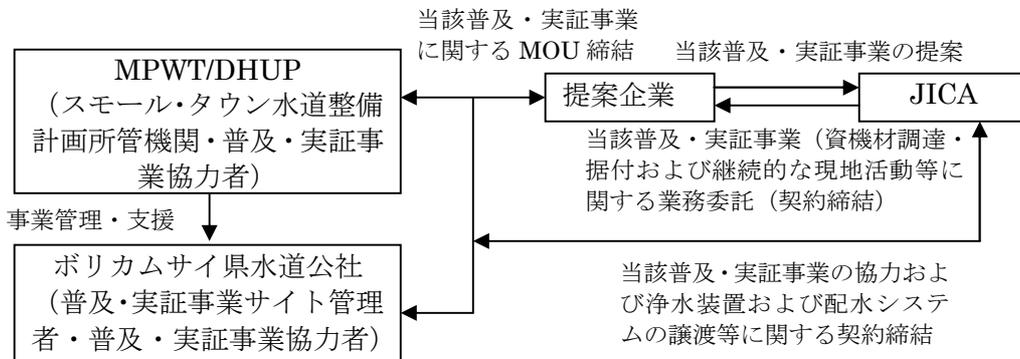


図 15 「ボリカムサイ県水道公社のパクサン水道拡張事業における民間提案型普及・実証事業（仮称）」の想定スキーム

2) 第 2 ステップ

上記普及・実証事業後において MPWT の進める「スモール・タウン水道整備計画」の実施に、提案企業の浄水装置および配水システムが多く採用される時期において提案企業が活用を期待する「一般プロジェクト無償」（「ラオスのスモール・タウン水道整備促進計画（仮称）」）の実現を目指す。

た、当該事業の実施・終了後、その施設およびシステムはポリカムサイ県水道公社に譲与され、「スモール・タウン水道整備計画」に掲載されている水道整備事業（パクサン水道拡張事業）がポリカムサイ県水道公社によって実現されることになる。

なお、2013年4月のMPWTおよびDHUP所管の「改訂水道整備計画」における2014年から2020年までの「スモール・タウン水道整備計画」は表43のようになっている。1カ所当たりの整備投資額は1億円～1.5億円となっている。

表 43 2013年「改訂水道整備計画におけるスモール・タウン水道整備計画」

No	スモール・タウン整備数	期待完成年	投資額（百万 US\$）	資金源
1	20	2014	30	ADB/その他
2	20	2015	30	ADB/その他
3	16	2018	16	未定
4	15	2020	15	未定
投資額総計			91	

出典：2013年4月のMPWTおよびDHUP所管の「改訂水道整備計画」

2) 普及・実証事業の概要（提案）

(1) 目的と成果

普及・実証事業においては、現地適合性検証活動において明らかにされた課題の解決策を実証するとともに、浄水施設の運転管理手法の確立、先方実施機関（カウンターパート機関）との協働体制の確立を目指すものである。

普及・実証事業において解決すべき主な課題

- ・河川表流水を原水とする際の雨季の高濁度原水を含む通年の濁度変動への対応能力の検証
- ・浄水施設の一部現地生産における品質確保方策の検証
- ・事業実施に係るリスクへの対応策の検証

(2) 浄水施設規模

普及・実証事業においては、次の理由から、500m³/日×2系統の施設整備を想定する。

スモール・タウンの給水人口を3,000人程度とすると、普及・実証事業における実証施設の規模（浄水能力）は、1日平均で約300 m³/日となる。1日の給水量変動を1日平均に対して1.5倍程度を見込むものとする、300 m³/日×1.5=450 m³/日となる。

パクサンにおける給水量の要請が1,000 m³/日であるため、500 m³/日×2系統として、1系統あたりでの浄水能力を含む検証を実施するものとする。

なお、2系統のうち1系統については、設備の一部を現地に於て制作し、日本製の浄水装置との比較を行うものとする。

(3) 普及・実証事業期間における活動内容

普及・実証事業においては、3か年の期間を想定する中で、次の活動を実施する。

1年目

- ・浄水施設施設設計、製造、建設
- ・現地生産に係る品質確保方策の検証
- ・先方実施機関（カウンターパート機関）との協働体制の確立

2年目～3年目

- ・乾季～雨季の通年による濁度変動に対する浄水能力検証
- ・運転管理手法の確立と先方実施機関（カウンターパート機関）への技術移転

3年目

- ・普及・実証事業を通じたリスク対応方策とコスト評価
- ・結果を踏まえた、他案件普及への提案の実施

(4) 施設整備の分担

DHUP およびパクサン水道公社との取水、Nam Ngiep 川からの取水施設の整備と、浄水の配水池（槽）からの配水施設（管網含む）は、パクサン水道公社側の整備とする。（図 17 参照）

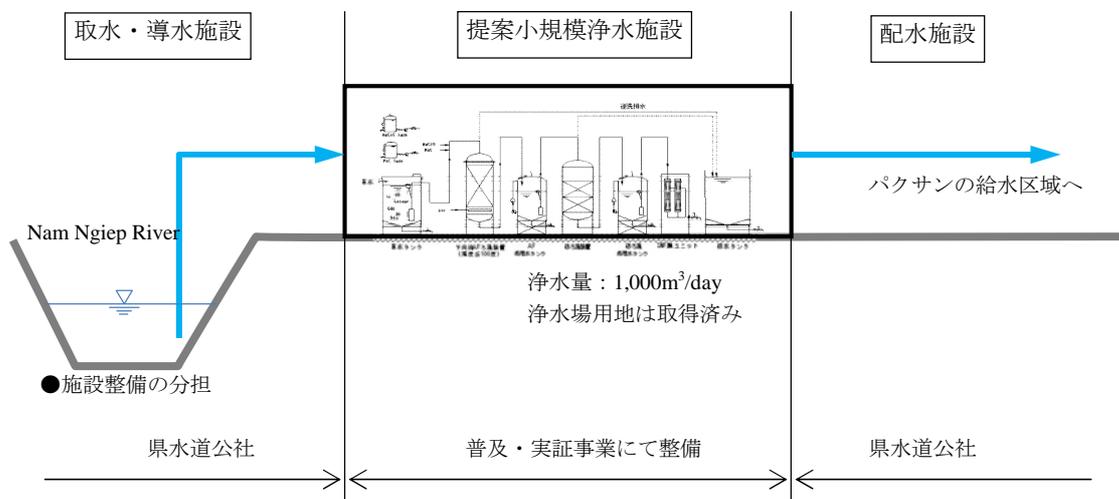


図 17 施設整備の分担イメージ

3) 試験装置概要

普及・実証事業において提案する試験装置のフローシートを図 18、配置平面図を図 19 に示す。

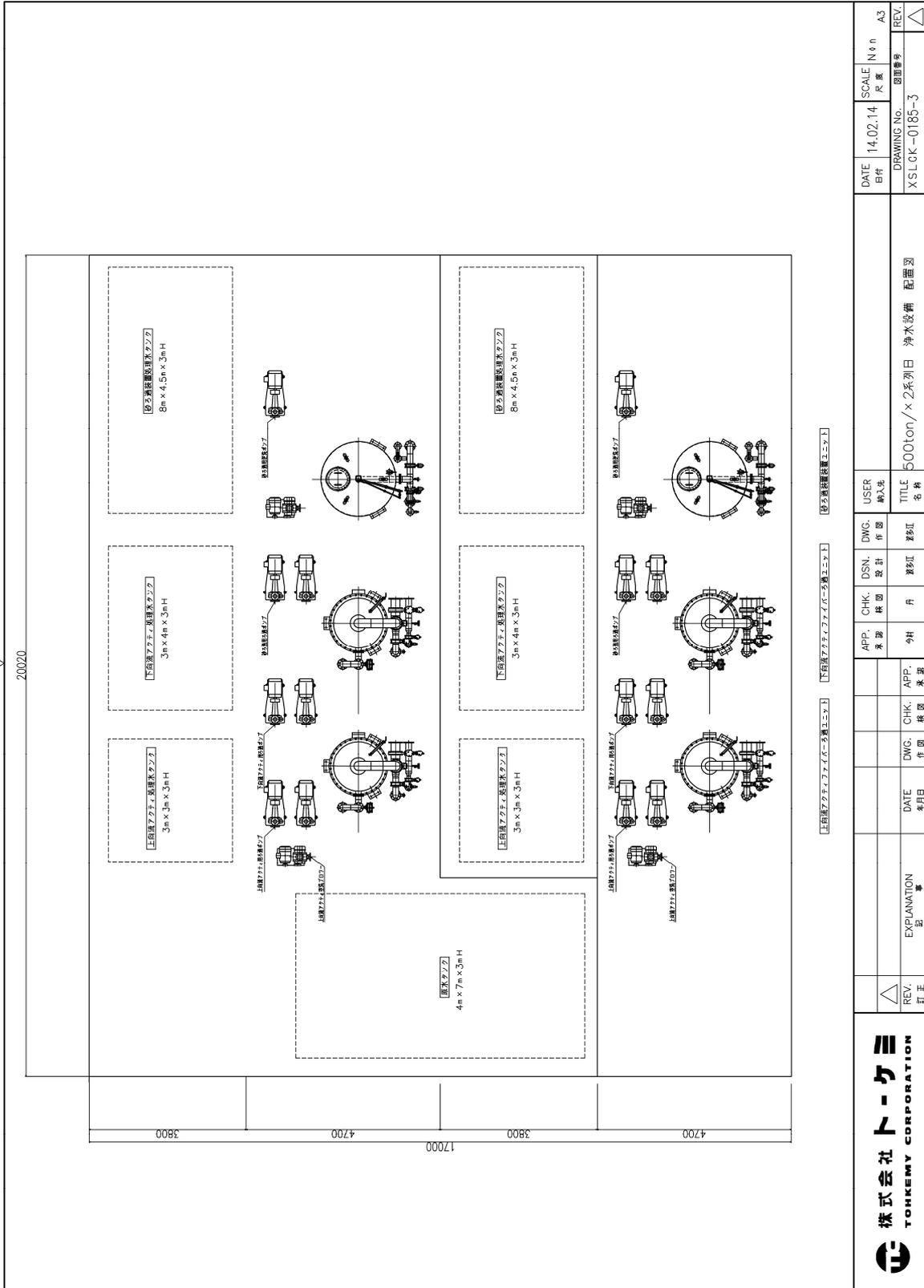


図 19 500m³/日×2 系列 浄水設備配置図

4) 先方実施機関（カウンターパート機関）

ラオスのカウンターパートは、MPWT の DHUP およびボリカムサイ県水道公社である。

普及実証事業が実施された際には、浄水施設の建設・維持管理のみでなく管理体制の構築についても現地カウンターパートとの協働関係を築く。

5) 実施体制及びスケジュール

実施体制及び想定事業スキームを図 20 に示す。

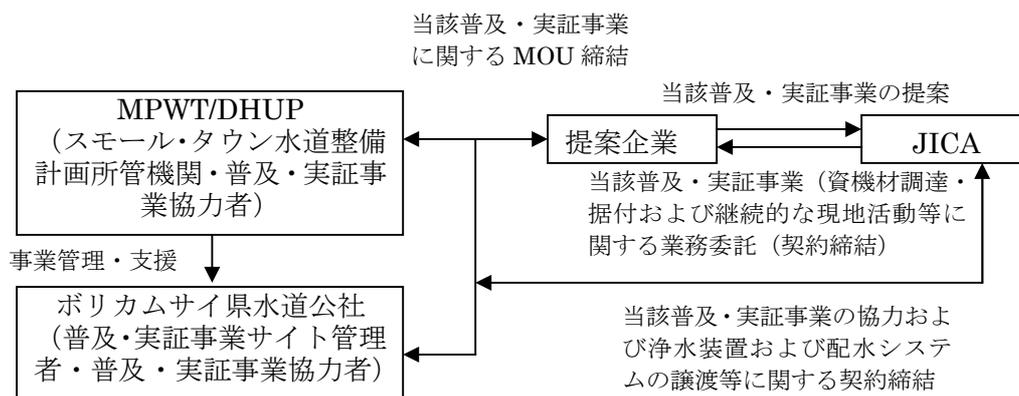


図 20 「民間提案型普及・実証事業（「ボリカムサイ県水道公社のパクサン水道拡張事業における民間提案型普及・実証事業（仮称）」）」の想定事業スキーム

また、図 21 に事業スケジュールを示す。

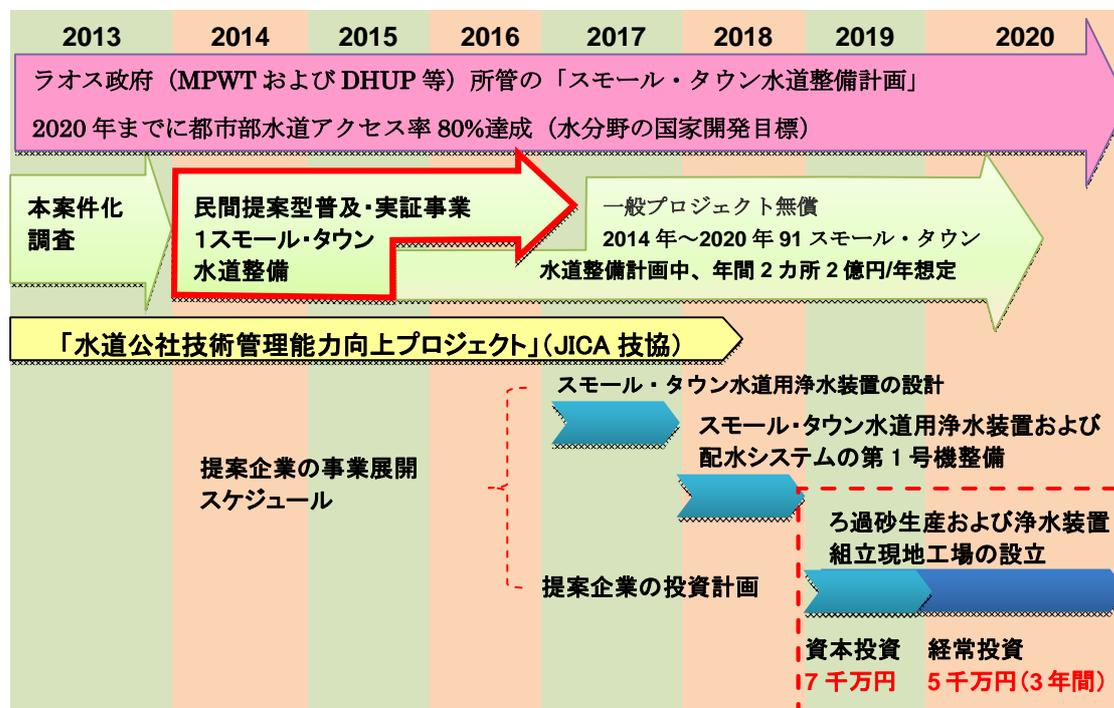


図 21 ラオス政府の「スモール・タウン水道整備計画」および提案企業活用想定 ODA 事業展開スケジュールと提案企業の事業展開計画及び事業スケジュール（再掲）

6) 協力概算金額

ボリカムサイ県水道公社のパクサン水道拡張事業における民間提案型普及・実証事業（仮称）において想定される給水人口は19,309人で、要求される浄水装置能力は日1,000 m³となっている。

この諸元と下記濁度の可変性に配慮して、浄水装置の概算規模を概算推定すると、8千万円～1億2千万円となる。この金額は、ラオス政府が「スモール・タウン水道整備計画」（1.2.2 2）参照）で計上している予定投資額とほぼ一致している。なお、「民間提案型普及・実証事業」の上限1億円で実施することに努力する。

上記「民間提案型普及・実証事業」の概算金額推定の根拠として河川表流水を原水とする浄水装置の概算金額を表 44、表 45 に示す。

濁度の条件は、～500 度と～3000 度の 2 ケースとし、処理量を対象人口約 1,800 人～約 16,000 人の 4 ケースとした。

基本的な処理フローは、繊維ろ過（アクティブファイバー）→砂ろ過である。浄水装置のフローシートを図 22、図 23 に示す。

表 44 河川水浄水装置 中濁度時

河川水浄水装置 中濁度時(～500度)

処理量	180 t/日	406 t/日	722 t/日	1624 t/日	
対象人口(100L/人/日)	1805 人	4060 人	7220 人	16240 人	
繊維濾過 (AF)	(AFU-615)	(AFU-915)	(AFU-1215)	(AFU-1415×2基)	
	φ600	φ900	φ1200	φ1400*2	
	アクティブファイバー				
	原水ポンプ	6,810 千円	9,530 千円	13,200 千円	32,850 千円
逆洗ポンプ					
空洗ブロー					
急速濾過	TKSF1018	TKSF1518	TKSF2018	TKSF3018	
	Φ1000	Φ1500	Φ2000	Φ3000	
	砂ろ過装置関連				
	原水ポンプ	3,840 千円	5,100 千円	7,070 千円	12,360 千円
逆洗ポンプ					
空洗ブロー					
タンク類	原水タンク				
	アクティ処理水槽	6,430 千円	10,580 千円	15,720 千円	31,500 千円
	最終処理水槽				
その他	薬品注入ポンプ(3種類)	860 千円	860 千円	860 千円	860 千円
合計	¥17,940 千円	¥26,070 千円	¥36,850 千円	¥77,570 千円	

現地工事費 含みません。

表 45 河川水浄水装置 高濁度時

河川水浄水装置 高濁度時(～3000度)

処理量	180 t/日	406 t/日	722 t/日	1624 t/日	
対象人口(100L/人/日)	1805 人	4060 人	7220 人	16240 人	
繊維濾過1 (AF1)	(AFU-615)	(AFU-915)	(AFU-1215)	(AFU-1415×2基)	
	φ600	φ900	φ1200	φ1400*2	
	アクティブファイバー				
	原水ポンプ	6,810 千円	9,530 千円	13,200 千円	32,850 千円
逆洗ポンプ					
空洗ブロー					
繊維濾過2 (AF2)	(AFU-615)	(AFU-915)	(AFU-1215)	(AFU-1415×2基)	
	φ600	φ900	φ1200	φ1400*2	
	アクティブファイバー				
	原水ポンプ	6,810 千円	9,530 千円	13,200 千円	32,850 千円
逆洗ポンプ					
空洗ブロー					
急速濾過	TKSF1018	TKSF1518	TKSF2018	TKSF3018	
	Φ1000	Φ1500	Φ2000	Φ3000	
	砂ろ過装置関連				
	原水ポンプ	3,840 千円	5,100 千円	7,070 千円	12,360 千円
逆洗ポンプ					
空洗ブロー					
タンク類	原水タンク				
	アクティ1処理水槽	860 千円	14,300 千円	21,430 千円	42,860 千円
	アクティ2処理水槽				
	最終処理水槽				
その他	薬品注入ポンプ(3種類)	860 千円	860 千円	860 千円	860 千円
合計	¥19,180 千円	¥39,320 千円	¥55,760 千円	¥121,780 千円	

現地工事費含みません。

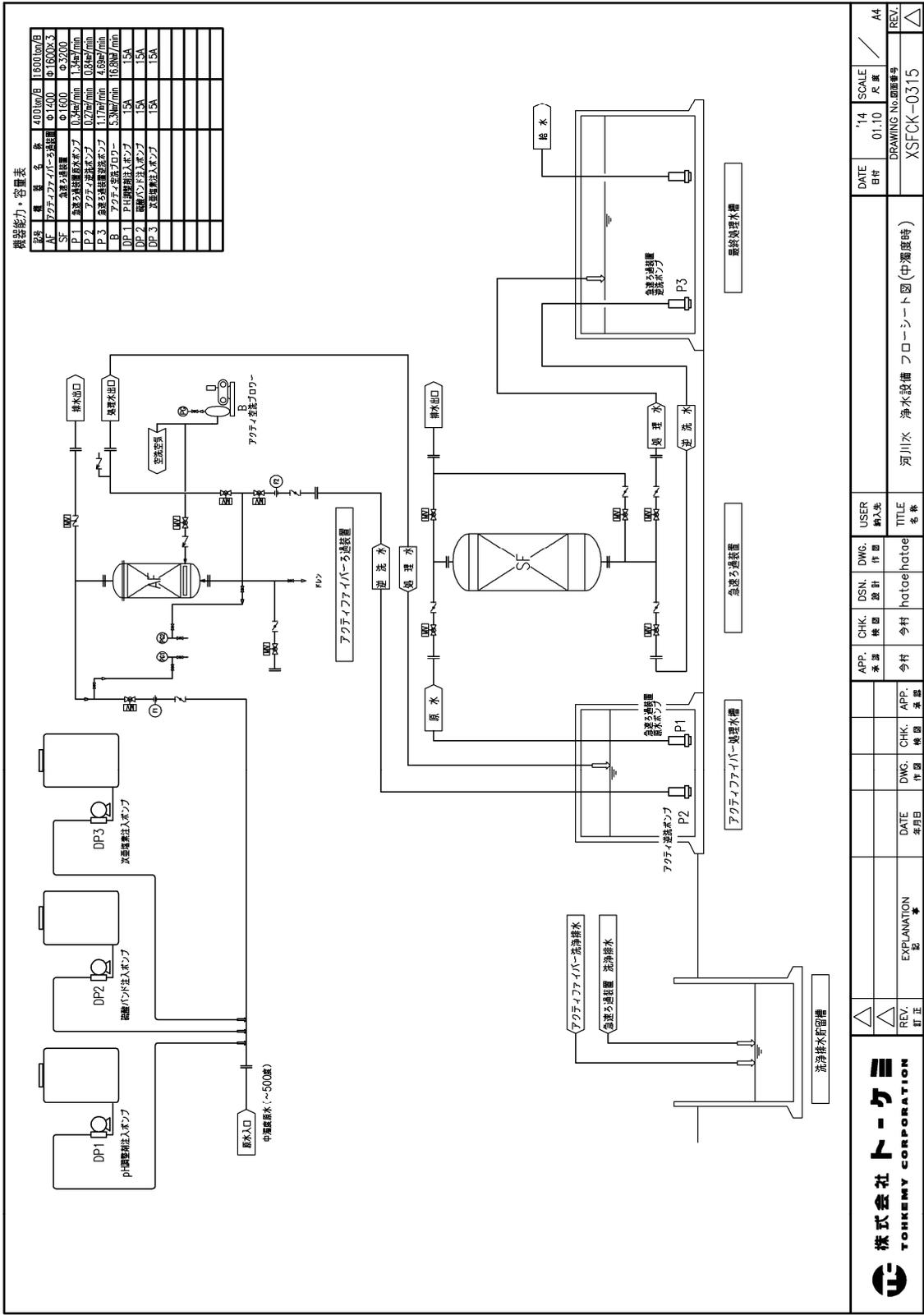


図 22 河川水浄水装置フローシート (中濁度時)

 株式会社 トケケ TONKEMY CORPORATION	DATE	'14	SCALE	A4
	日付	01.10	尺 度	△
USER	DRAWING No. 図番番号			
USER	XSFCK-0315			
DWG.	河川水 浄水設備 フローシート図 (中濁度時)			
CHK.	今村	hatae/hatae	今村	今村
APP.	今村	今村	今村	今村
DATE	年月日	DWG.	作図	REV.
EXPLANATION	記	訂	正	△

5.2.2 「一般プロジェクト無償」（「ラオスのスモール・タウン水道整備促進計画（仮称）」について

1) 当該事業の協力内容（当該事業の目標・成果）

当該事業は、前節で述べた「民間提案型普及・実証事業」の成果（提案企業の提案する浄水装置および配水システムの「スモール・タウン水道整備計画」への導入の有効性の認知）により、ラオス政府（MPWT 等）が積極的に「スモール・タウン水道整備計画」に提案企業の提案する浄水装置および配水システムを調達することを提案企業が期待して活用を望むものである。当該事業は、ラオス政府の「スモール・タウン水道整備計画」の実現を支援するものである。特に、当該事業は、ラオス政府の掲げる水分野の主要開発目標である「2020年までに都市部の水道へのアクセス率を80%にする」ことを支援するものである。当該事業によってパクサン級の水道整備事業を3年間に渡って年間2カ所の整備を図れば、114,000人への給水が促進される。この数値は、スモール・タウン水道整備計画における2020年までの給水目標人口564,000人（表10参照）の22.2%に匹敵する。

2) 事業概要

スモール・タウン水道事業の所管関係機関(MPWT、DHUP および県水道公社)が実施主体となり、日本から贈与された資金を使用してスモール・タウン水道事業に必要な資機材、施設建設および設計などのサービスを調達する。事業の実施には、各種技術協力との連携を図るなど、スモール・タウン水道事業所管関係機関が関連の資機材、施設の有効活用を支援する。

3) 先方実施機関（カウンターパート機関）

ラオスのカウンターパートは、MPWT の DHUP および当該事業実施県水道公社である。

当該事業が実施された際には、浄水施設の建設・維持管理のみでなく管理体制の構築についても現地カウンターパートとの協働関係を築く。

4) 実施体制及びスケジュール

図 24 に想定事業スキームと実施体制を示す。

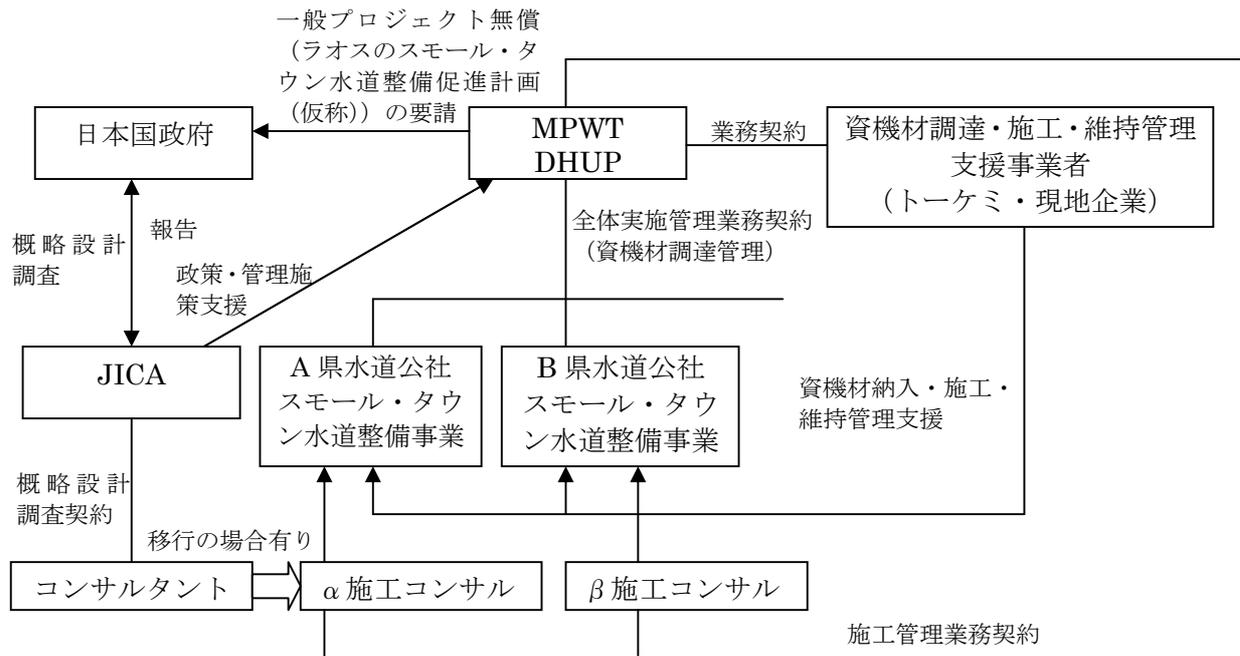


図 24 「一般プロジェクト無償（ラオスのスモール・タウン水道整備促進計画（仮称））」の
想定事業スキーム（再掲）

また、スケジュールは、図 25 に示す。

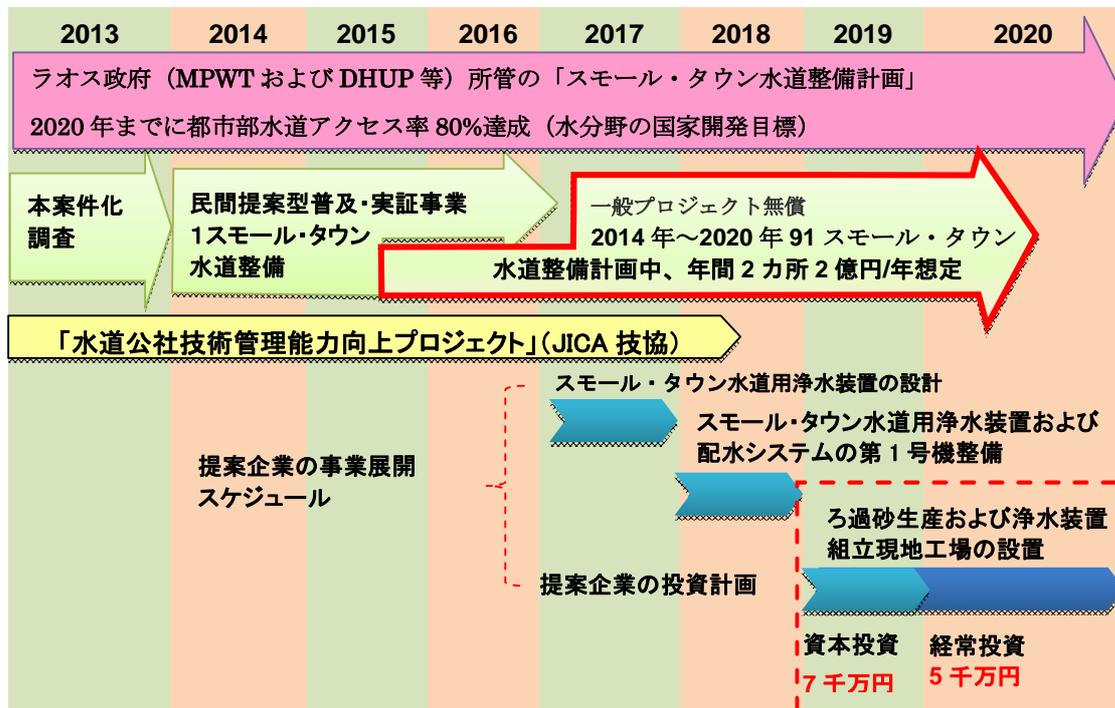


図 25 ラオス政府の「スモール・タウン水道整備計画」および提案企業活用想定 ODA 事業展
開スケジュールと提案企業の事業展開計画及び事業スケジュール（再掲）

5) 協力概算金額

当該事業によってパクサン級水道整備事業を年間 2 カ所で、3 年間にわたって継続実施されると想定すると、6 億円となる。

5.3 他 ODA 案件との連携可能性

5.3.1 本邦 ODA 案件との連携可能性

本案件化調査の対象とするスモール・タウンの水道事業に関する本邦 ODA 案件としては、技術協力である「水道公社技術管理能力向上プロジェクト」が、2012 年 8 月～2017 年 8 月まで、首都ビエンチャン及び地方中核都市を対象としてさいたま市等との連携で展開されている。プロジェクトの概要は以下の通りである。

1) 背景

これまで、JICA は前述した 1999 年に出された首相令の都市部水道事業の目標達成のために整備充実される水道施設に対応できる人材育成のために、2003 年から 2006 年まで技術協力プロジェクトを通じた研修強化支援を行い、その結果、主要水道施設において一定レベルでの運転が可能な状況となっている。しかしながら、目標水道普及率の達成には未だ遠い状況にあり、2010 年現在において都市部の水道普及率は 55%に留まっている。

今後、その目標達成のためには、水道施設のさらなる拡張、更新、そのための事業の効率化を通じた投資資金の確保が必要になっている。事業運営の効率化に向けて、1999 年の首相令は各県水道公社に対して、施設の維持管理等に係わるコストを賄いつつ、3 カ年のローリング事業計画に基づき効率的かつ独立採算での経営を行うように義務付けている他、2010 年には MPWT 内の水道規制室（WASRO）が、水道公社サービス状況を数値化した業務指標について、毎年の目標設定とモニタリング及び報告を各県水道公社に課し、水道普及等の所与の国家目標を目指した事業実施を促している。このような短期的な計画策定とモニタリングの枠組みは整備されたものの、それらを独自にこなす水道公社が少なく、その枠組は実行性の乏しい物になっている。

2) 目的

このプロジェクトを通して、政府が定めた目標達成のために、自律的/自立的に各水道公社が所管する水道事業をマネジメントできるようにすることである。

以上の技術協力案件は、本案件化調査が対象とする県レベルの水道公社が行うスモール・タウン水道事業にも、公社経営面での連携が深く、以下のような連携が想定される。

- ①本案件化調査の提案する「民間提案型普及・実証事業（「ボリカムサイ県水道公社のパクサン水道拡張事業における民間提案型普及・実証事業（仮称）」）および「一般プロジェクト無償」（「ラオスのスモール・タウン水道整備促進計画（仮称）」）によって整備された水道事業についても配慮した県水道公社の中長期経営計画の策定と目標達成のために当該技術協力案件と連携

- ②「民間提案型普及・実証事業（「ボリカムサイ県水道公社のパクサン水道拡張事業における民間提案型普及・実証事業（仮称）」）および「一般プロジェクト無償」（「ラオスのスモール・タウン水道整備促進計画（仮称）」）に活用される本邦技術の積極的 OJT による習得促進と水道公社の維持管理能力の多様化対応と向上
- ③提案企業の提案する浄水装置および配水システムの全国展開時の協力

5.3.2 その他機関の ODA 案件との連携可能性

その他、本案件化調査対象事業との関係のある本邦以外の ODA 案件としては、以下の 3 案件がある。

- ①ADB「スモール・タウン水道衛生分野プロジェクト（SWSSP）」（2009年～2014年）
- ②NORAD「水道セクター能力育成（CDWS）」（2012年～2016年）
- ③GREP「スモール・タウン水道事業プログラム（MIREP）における PPP 事業促進支援」（現在も実施中）

本案件化調査の提案する案件は、①SWSSP をさらに促進させる補完的な役割を担うとともに、今後、水道事業に民間事業者が積極的に参入して行く場合の現地官民連携事業促進のプラットフォームになることが考えられる。そこで、本案件化調査の提案する ODA 案件期間中は ADB との密な情報共有と連携を図ることが、ラオスの「スモール・タウン水道事業計画」促進に繋がる。

②NORD については、前記した本邦技協プロジェクトと同様な連携可能性が想定される。

③GREP については、本案件化調査の提案する ODA 案件が実施された場合には、県水道公社の DHUP への事業申請や民間事業者との契約支援等で連携の可能性があると思われる。

5.4 その他関連情報

5.4.1 DHUP との MOU の確認

ラオス政府が進める「スモール・タウン水道整備計画」の実現・促進のために、提案企業の提案する浄水装置および配水システムの導入に関し、DHUP のカンタビー局長、当調査団総括の株式会社トーケミの細谷常務が、2013年12月27日に DHUP において MOU を確認した。

これは、DHUP からの提案に基づき、「スモール・タウン水道整備計画」の第一優先リストに記載されているボリカムサイ県、パクサンの水道拡張事業への提案浄水施設および排水システム技術の適用と今後の協同内容について確認したものである。当該 MOU の位置づけは、本案件化調査後に、提案企業が活用を想定している「民間提案型普及・実証事業（「ボリカムサイ県水道公社のパクサン水道拡張事業における民間提案型普及・実証事業（仮称）」）」のベースになるものである。

以下に、確認事項を示す。なお、取り交わした MOU は巻末に示した。

- (1) Confirmation of a site to implement a pilot survey from the next year
Name of a small town: Pakxan District, Bolikhamxay province.

We will continue to discuss the following items.

- 1) Conditions of a specified Site.
 - a. Site Name : Thong Village
 - b. Number of population : 19,309 ; Number of household : 37,591
 - c. Name of local organization (a provincial utility: NPSE) as a counterpart of this pilot survey : NPSE Bolikhamxay Province
 - d. Water Source : Surface Water from Nam Ngiap River
 - e. Contents and system size of a pilot survey project : 1,000 m³/day
- 2) Project contents of a Japanese ODA scheme.
 - a. Positioning of TOHKEMY proposal project in the investment plan for STWS Program of DHUP: expected numbers of projects implemented by TOHKEMY Corporation.
 - b. Cooperation support contents of DHUP.
 - c. Roll sharing with the STWS program of ADB.
 - d. Collaborative relationship with GRET.

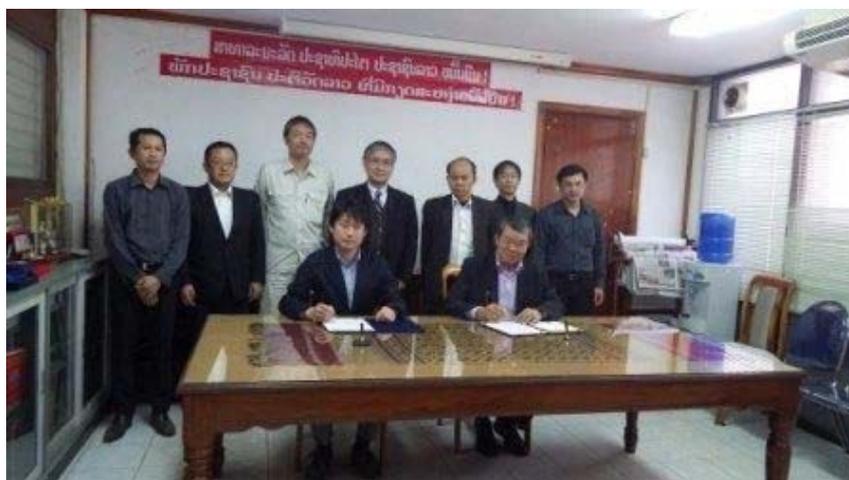


写真 23 DHUP、(株) トークミの MOU の確認

5.4.2 実証サイトの選定と現地水道公社との調整内容に関する確認

DHUP との MOU に記載した内容に関し、ボリカムサイ県水道公社の VilayKhone 総裁と面談し、また、給水区域、浄水施設の設置可能場所について確認した。

協議内容を踏まえ、次期普及・実証事業として以下の点を確認・合意した。

- ・ 浄水場予定地に、1,000m³/日規模の浄水装置を設置することで、実証事業の実施予定地とすることで、了解を得た。
- ・ Nam Ngiep 川からの取水に際しては、許可申請等は不要である。
- ・ 実証事業の実施には、日本政府（JICA 事業）の審査が必要で採択されないと進めることが出来ない旨説明し、理解された。
- ・ 現在、パクサン水道の拡張事業は、ADB 事業として要請中であり、採択されれば 60 万ドルの予算が確保できる。この予算は、浄水場整備としてではなく水道整備として使える資金となるため、日本側の実証事業が採択されても重複することなく問題は生じない。
- ・ K-Water 寄付金（6 万ドル）で、一部の水道施設整備（主に 3 箇所の井戸整備）を行ったが、寄付金供与（供与に際しての審査と整備結果のチェック）のみであり、その施設整備に際しては、パクサン水道が発注調達整備を行っており、韓国との係わりはない。
- ・ 事前に入手していた水道計画区域図のうち、青は概ね整備済み（シーサア村のみ未整備）、赤破線は現在拡張事業実施中の区域を示している。（図 26 参照）

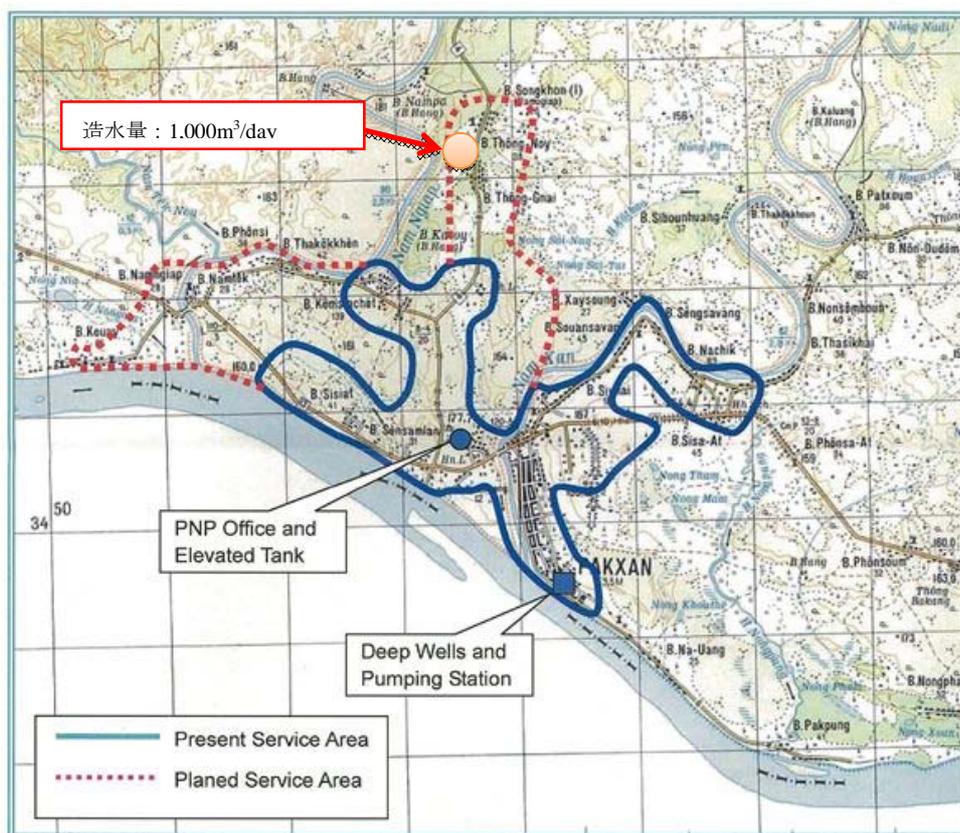


図 26 パクサン地区計画給水区域図



写真 24 実証事業予定地