

平成 24 年度水道分野海外水ビジネス官民連携型案件発掘形成事業

(ラオス)

ラオス人民民主共和国

ルアンパバン

環境共生都市開発支援に向けた

上下水道整備事業案件発掘形成調査

調 査 報 告 書

平成 25 年 3 月

(2013 年)

株 式 会 社 東 京 設 計 事 務 所

ラオス人民民主共和国ルアンパバン
環境共生都市開発支援に向けた上下水道整備事業案件発掘形成調査

調査報告書

【目次】

要約	i
基本指標	ix
位置図	xii
調査写真集	xiii
略語表	xvii

【本編】

1. 緒論	1
1.1 調査の背景	1
1.2 調査の目的及び概要	2
1.2.1 調査の目的	2
1.2.2 調査の概要	2
1.3 調査体制及び調査方法	4
1.3.1 調査体制	4
1.3.2 調査方法	5
2. 調査対象の現状把握	9
2.1 相手国の社会経済情勢	9
2.2 相手国の開発政策	12
2.3 援助（国際支援）の動向	13
3. 上下水道の状況	15
3.1 国レベル	15
3.1.1 水道	15
3.1.2 下水道	18
3.1.3 水安全宣言への取り組み	18
3.2 ルアンパバン県	18
3.2.1 水道	18
3.2.2 下水道	38
3.3 上下水道関連法制度	39
3.3.1 水道	39
3.3.2 下水道	44

3.4	関係機関とその役割	46
3.4.1	水道	46
3.4.2	下水道	48
3.5	PPPプロジェクトの実績	48
3.5.1	MIREPで展開された民活事例	48
3.5.2	その他のPPPプロジェクトの事例	51
3.5.3	事例からの知見	56
3.6	調査地区の上下水道計画	57
3.6.1	水道計画	57
3.6.2	下水道計画	59
4.	プロジェクトの内容及び技術的検討	61
4.1	候補プロジェクトの概要	61
4.2	水道施設整備検討	61
4.2.1	浄水場整備	61
4.2.2	各浄水場原水水質の特徴と浄水処理	65
4.2.3	広域監視システム整備	74
4.3	下水処理整備検討	75
4.3.1	排水状況	75
4.3.2	排水水質調査	75
4.3.3	事業実施可能性	76
5.	提案プロジェクトの事業スキーム	79
5.1	事業スキーム	79
5.1.1	事業形態	79
5.1.2	プロジェクトスキーム（プロジェクト関連契約構造化）	80
5.2	事業性分析	81
5.2.1	想定条件	81
5.2.2	想定財務収支	84
5.2.3	事業収益性評価と課題	85
6.	結論	87

【参考資料】

- 参考資料ー1 調査団派遣公文
- 参考資料ー2 調査対象地域の位置図（ルアンパバン県）
- 参考資料ー3 ベトナム（フエ省）における水安全宣言
- 参考資料ー4 ルアンパバン市における排水システムの現況
- 参考資料ー5 将来の水道システムのイメージ

【図表リスト】

表-1.1	調査体制	4
表-1.2	調査日程表	6
表-1.3	訪問先及び面談者リスト	7
表-2.1	ラオス経済指標	10
表-2.2	資金構成	12
表-3.1	ルアンパバン水道の事業実績	22
表-3.2	現状における需要構成の分析	23
表-3.3	水源および浄水場の能力	24
表-3.4	シャングーン水道の事業実績	28
表-3.5	水道セクターに係る関連法令	41
表-3.6	都市部のカテゴリー	42
表-3.7	ラオスの表流水水質基準	44
表-3.8	ラオスの一般工場の排水基準	44
表-3.9	都市の排水基準	45
表-3.10	建物の分類	45
表-3.11	MIREP プログラムの 2 パイロット・プロジェクトの概要	51
表-3.12	ルアンパバン水道の将来水需要見通しと供給能力	58
表-4.1	候補プロジェクト	61
図-2.1	投資促進区域区分図	9
図-2.2	国土区分図	9
図-2.3	GDP デフレーター	11
図-2.4	新興国 GDP デフレーター推移	12
図-3.1	水道の整備状況	16
図-3.2	ラオス水道セクターの組織とその関連	17
図-3.3	ルアンパバン・シャングーン水道一般平面図	19
図-3.4	ルアンパバン県水道局組織図	20
図-3.5	送配水フロー図	26
図-3.6	給水区域図	27
図-3.7	2012 年シャングーン水道概要図	29
図-3.8	ルアンパバン水道財務状況	31
図-3.9	ルアンパバン水道収益率	31
図-3.10	資産と資本の構成推移	33
図-3.11	ROA、ROE 推移図	34

図-3.12	総資産回転室.....	35
図-3.13	DSCR の推移	36
図-3.14	コスト構成	37
図-3.15	現況排水システム	38
図-3.16	平均水道料金の推移.....	43
図-3.17	MIREP プログラムの資金スキーム・イメージ.....	50
図-3.18	ルアンパバン市水道将来水需要の見通しと供給能力.....	57
図-4.1	プープン浄水場浄水方式.....	62
図-4.2	セラミック膜及び膜ろ過装置図.....	63
図-4.3	パーヌム浄水場浄水方式.....	64
図-4.4	シャングーン浄水場浄水方式	65
図-4.5	プープン浄水場濁度（2009-2012年：毎月データ）	66
図-4.6	高濁度時の運転状況（2010年9月）	67
図-4.7	パーヌム浄水場濁度（2011-2012年：毎日データ）	68
図-4.8	ルアンパバン市2浄水場の配水量（2010-2012年：毎日データ）	69
図-4.9	市内配水区域における残留塩素濃度（平均）と到達時間	70
図-4.10	ルアンパバン市内の配水管状況（概略）と大腸菌群試験結果	71
図-4.11	シャングーン浄水場予定地の原水の濁度（2012年：毎日データ）	72
図-4.12	配水区域における残留塩素濃度（平均）と到達時間.....	73
図-4.13	広域監視システムイメージ.....	74
図-4.14	踏査箇所図	78

要約

S.1 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。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 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）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現在、第 7 次 5 年計画（2011～2016 年）の半ばに差し掛かっている。

水道に関しては、2020 年までに都市部の普及率を 80%に引上げる国家計画を策定し、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、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場所である。

2009 年 7 月に水道法が施行され、水道事業運営は投資促進法に定めた規制に基づいた開発許可を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资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、水道整備の早期実現に向けた手法として PPP 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。

このような状況を絶好の機会と捉え、メタウォーター㈱及び㈱東京設計事務所の 2 社による調査団は、平成 22 年度 JKA 『海外コンサルティング活動強化補助事業』において、首都ビエンチャン及びブルアンパバン県を調査対象とした水道 PPP 案件発掘調査を実施、現地調査を通じてラオス側が抱える水道事業の問題点を把握することができた。

一方、WHO（世界保健機関）は、2004 年飲料水水質ガイドライン第 3 版において、水質管理ツールである WSP（Water Safety Plan：水安全計画）を提唱し、水安全計画の普及に向け各ドナーの協力の下、トレーニング・ワークショップを精力的に行ってきた。ラオスにおいても、WHO の規格に積極的に参加するなど、2015 までに蛇口から飲める水道水を目標に掲げておりその実現に取り組んでいる。今後は、カンボジア、ベトナム・フエ市に続く水安全宣言に向け、水道施設整備及び人材育成に取り組んでいくことが想定される。

本業務については、平成 22 年度 JKA 調査の結果を踏まえ、世界遺産にも登録されているルアンパバン市に注目し、以下のプロジェクトを提案するに至った。

- ① 水道については、水安全宣言を見据え、中長期に亘る水源から蛇口までの水道整備計画（ハード、ソフト面）を策定するという今までの水道整備とは違うアプローチを取ることにより、総合的に水道システムを構築し、かつ日本の優れた技術の移転（ハー

ド：維持管理が容易な膜処理、小規模分散型広域監視システム、ソフト面：水運用、人材育成、運転管理、維持管理、水質管理）の実現の可能性を確認するプロジェクトである。

- ② 下水道については、現状では、無処理のまま放流されており、世界遺産都市としては問題である。本提案事業では、下水処理場を整備することにより下水無処理の現状を改善し、**環境共生都市**として世界的観光都市における水循環の健全性を確保することを目指すものである。ルアンパバンの下水道については、AFD の援助により策定中のマスタープランとの整合が重要となる。

また、想定スキームについては、委託業務の趣旨に沿い PPP 及び民営化の可能性を主に検討することとし、特に、水道料金が低い現況では VGF の検討も必須となる。

世界遺産に登録されているルアンパバン市の成立ちや現在の状況は、水安全宣言を行っているベトナムの古都フエ市と酷似しており、当該事業の実現までのプロセスは、大いに参考となるものである。ラオス側も、国家戦略として重要な地域であり、水道水の需給バランスが厳しく、近い将来水道の施設整備が迫られているルアンパバン市における案件実現に大いに期待を寄せているところであり、具体化するにあたっては、本提案による調査の意義は大きいと考える。

S.2 調査の目的

1) ルアンパバン市の水道

ルアンパバン市（世界遺産に指定）の人口は、2009 年で 7.9 万人であり、給水人口は 5.2 万人（普及率 67%）と、2020 年の国家目標である普及率 80%を現時点では下回っている。現在は、既設 3 浄水場のうち主力 2 浄水場（プープン 9,000 m³/日、パーヌム 12,000 m³/日）により、市内に給水している。パーヌム浄水場の増設事業が 2012 年に完成し、増設 6,000 m³/日を加え、合計 12,000 m³/日になったとしても、給水普及 80%の国家目標の達成、観光都市としての人口増加等著しい水需要の伸びにより近い将来給水不足の事態が生じることが懸念されている。

年間の観光客は、2008 年 34 万人にのぼり、水不足は観光都市として深刻な課題である。また、1969 年に稼動し 40 年余を経た湧水を水源とするプープン浄水場は、施設の老朽化が著しいこと等から、プープン浄水場の更新及びパーヌム浄水場の課題を調査で明らかにし、合わせて WHO の支援を受けて推進中の水道安全計画プロジェクトの状況を調査し、2015 年には蛇口から飲める水道水供給目標を鑑み、水の安全宣言を視野に入れた PPP による事業スキームの可能性を調査する。

2) シャングーン水道

2,000 m³/日規模のシャングーン水道は、UN-HABITAT により整備され 2009 年通水を開始した（浄水場無し）。その水源は湧水であり、プープン浄水場水源の背面尾根の南に位置し、

現在は塩素消毒のみで給水されている。ラオスの水道は飲料水を供給する使命を担わされているものの、他の地域と同様に、この地域の住民も飲料水をボトルウォーターに求めているのが現状である。対象とする水道施設は新しく、給水区域も限定的で、「蛇口から飲める水道」の実現へ向けたパイロット地域として技術的にも有望であり、現状とその可能性を調査する。

3) ルアンパバン市の下水

下水・排水ともに浄化槽のみの施設で、無処理のまま放流されている現状であり、世界遺産に指定された都市としては大問題である。フランス (AFD) の支援で、M/P を作成中である。

上水道の候補案件規模が小さいため、下水処理場との上下水道一体整備についても検討する。

S.3 水道事業及び下水の状況

1) 上下水道事業の概要

(1) 国レベル

ラオスの国家開発計画は、1981年の第1次5ヵ年計画から始まり数次の開発計画を経て、2011年1月第7次5ヵ年計画が始まったところであり「2020までに後発開発途上国を脱却すること」を最重要目標としており、①基礎的公共サービスの改善 ②上水道も含む経済インフラ整備 ③人材有効活用等ソフト面の社会の能力向上に取り組んでいる。

この国家開発計画を受け、公共事業省(現公共事業省 MPWT)が1997年9月に発表した水道セクター開発計画 1996-2020 では、都市部の水道開発目標として普及率 80%を掲げている。さらに、1999年9月には都市部の給水普及率を早急に 80%まで引き上げる目標を掲げた首相決定 No.37 「Management and Development of Water Supply Sector」が発せられた。現在、この目標達成に向け1郡1ヵ所の水道整備を全国展開している。

水道監査委員会 (WSRC) 発行の Annual Urban Water Sector Performance Report によると 2008年 17都県の給水区域の普及率は、2007年より3ポイント上がり 67%である。水道整備は、142郡のうち2006年には58郡(41%)しか整備されていなかったものが、2009年には142郡のうち91郡(63%)の整備または資金見通しが立ち、水道整備が急速に進みつつあることが伺える。都市部では、2008年の給水区域内の水道普及率は全国平均 67%となっている一方、県毎では 46%~90%と差があり、水道整備のばらつきが見られる。

水道に関する組織としては、公共事業省・住宅都市計画局が、全国都市部及び村落部における上下水道整備に対する計画立案とその調整を任されている。このため、公共事業省は各県の下に組織される水道事業体の技術・運営に関する指導・監督を各県の公共事業局を通して実施している。

(2) ルアンパバン市水道

ルアンパバン市の2009年の人口は7.9万人であり、給水人口は5.2万人、普及率は67%であり、国家目標 80% (2020年) を下回っている。主力2浄水場(プープン 9,000 m³/日、パーヌム 12,000 m³/日)が市内給水を受持っている。プープン浄水場は水源が湧水であり、水量的には、雨期には施設規模 9,000 m³/日以上取水が可能であるが、乾期には

6,000 m³/日と施設能力の 67%まで落ち込む状況にある。また、1969 年に稼働し 40 年余を経た施設の老朽化が著しいことから浄水場の機能更新が迫られている。

また、2012 年にパーナム浄水場の増設事業が完成し、2012 年以降の水道施設能力は 22,000 m³/日が確保されたものの、増設施設に沈澱池がなく既設沈澱池で処理されており、プーブン浄水場についても水量、水質両面で課題を抱えていることから、パーナム浄水場は過負荷運転となっている。

給水普及率 80%の国家目標の達成、観光都市としての人口増加等による著しい水需要の伸びに対し、近い将来給水不足の事態が生じることが懸念され、合わせて年間の観光客が 2008 年 34 万人（滞在延べ人数 4 百万人）、1998 年 8 万人の 4 倍強と増加しているなど、観光都市としても安定・安全な給水が求められている（市内のホテルでの飲料水は、ペットボトルという状況である）。

なお、現在、空港近隣の開発地域への水道水は、タイ企業が進めている用水供給事業（3,000 m³/日規模、2013 年 6 月供給開始予定、事業スキーム：30 年 BOO）から供給されることとなっている。

（3）シャングーン水道

メコン川合流地点より約 30km 上流ナムカン川沿いのシャングーン水道は、ルアンパバン市の東南に隣接したシャングーン郡に位置し、UN-HABITAT により水道施設（水源、配水池、水道管、浄水場無し）が整備され、2009 年よりシャングーン村ほか 7 村に給水が開始された。施設規模は、2030 年目標：給水人口 15,000 人、日最大給水量 2,300 m³/日規模の施設を有している。その水源は、ルアンパバン市プーブン浄水場水源の背面尾根の南に位置した湧水であり、塩素消毒を施し配水池より自然流下で現在は 12 村に給水を行っている。湧水量は豊富であるが、降水時に原水濁度が高くなり、飲料水水質基準超過も見られる。

事業運営はルアンパバン市水道の事業所として運営管理されている。2010 年の運営状況は、取水量 860 m³/日に対し給水量 780 m³/日（配水場内の作業用水及び漏水量 80 m³/日）である。料金回収率は 90%である。

（4）ルアンパバン市下水の状況

ルアンパバン県では、現在下水道の整備はおこなっていない。現状として、生活排水は無処理のまま道路側溝などによる排水施設へ流し、最終的に国際河川の本川へ放流されている。そのため、中心市街地では、排水処理や臭気の問題が深刻化しており、環境共生都市として、生活環境の改善や水循環の健全性の確保など、早急に衛生的な対策が必要となっている。

現在、AFD にて、下水道整備における M/P を作成中であり、2013 年 4 月に完成、公表する予定である。この M/P では、既存施設を有効に活用し、維持管理を含めて総合的に検討することとしている。

また、パイロット事業として簡易的に AFD により整備が行われることが決まっているが、その後の本格的な処理場建設などについては、整備方法や事業主体などは決まっていない。M/P に基づき、パイロット事業の結果を検討し、既存の水路を有効に活かしながら、事業費及び事業展開など効率的効果的な整備が必要と考えられる。

2) 水道政策及び水道関連法制度

(1) 水道政策

ラオス政府の「国家成長と貧困撲滅戦略」(NGPES)では、目的達成のために開発する4つの優先部門の一つに、水道供給と下水道を含んだ衛生分野が明確化されている。本分野の政府目標は、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、WBやADBの支援を受けて、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行っている。

特に、MDGの目標達成のために水道事業に関する政府政策声明となる1999年の「上下水道セクターの開発と管理(マネジメント)」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基礎を為すものとなっている。

(2) PPP推進のための関連法令

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、以下の法制度を定め、実践している。

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。

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、フルコストリカバリー(完全な原価回収)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PNPs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

最新の水道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PNPsの商業化推進のための規制機関としての水道局の機能規定(上記首相府決定)の拡充とWASAの発展形の水道規制事務(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は、BOT、BOOT、BOO、その他として第25条に定められている。この法律策定の支援はWBから受けている。

3) 調査対象地区の水道事業及び下水の計画状況

(1) ルアンパバン市水道

ルアンパバン市水道の将来計画は、2009年3月K Waterにより実施された「上水道拡張整備FS」が、現在計画として位置付けられている。その計画では、2020年目標年度の水需要は、一日最大給水量22,000 m³/日であり、浄水場施設増設整備事業7,000 m³/日(パーヌム)が提案され、2012年に給水開始し2020年総施設能力は22,000 m³/日となる。

しかし、既設2浄水場は次の問題点を抱えている。

プーブン浄水場は取水能力9,000 m³/日が夏場には6,000 m³/日程度に落ち込むこと、1969に稼働し40年を経た施設の老朽が著しいこと、湧水に由来する炭酸カルシウムによるスケールが配管内面に蓄積し流水障害を起こすこと等の安定給水面で課題を抱えており、施設更新を実施することが望まれている。

また、パーヌム浄水場は、水源のナムカン川水源が雨期には浄水能力を超える高濁度となり、浄水処理量を施設能力の70%程度に減量、濁度10,000NTUに至っては取水停止の事態が生じる。

(2) シャングーン水道

シャングーン水道将来水需要の見通しは、2030年給水人口約15千人、1日最大給水量2,500 m³/日である。取水から配水場までの施設は整備済みであり、浄水場が整備されていない。現在既給水区域の南側に繋がる新たな給水区域4村に対する配水・給水施設整備が計画されている。

4) PPP 案件候補

現地調査においては、調査団が事前に知りえた情報を基とした候補案件を基に、ビエンチャン、ルアンパバンにおいて、関係者へ関連技術のプレゼンテーションを行い、関係者と協議を重ね、以下に示すプロジェクトを候補案件とすることを双方が確認した。

表 S2 ルアンパバン県候補プロジェクト

プロジェクト	規模 (m ³ /日)	適用
プーブン浄水場整備	9,000	湧水 改良更新及び小水力発電
パーヌム浄水場整備	15,000	表流水、改良更新
シャングーン水道浄水場整備	2,500	湧水 蛇口から飲める安全な水道水の供給
広域監視システム整備		水安全計画支援設備 (取水～配水)
下水処理場整備		下水道 M/P との調整要

S.4 ラオス人民民主共和国における水道民活事業

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事業の展開が既にある。

1) MIREPで展開された民活事例

MIREP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、残りは建設段階にある。

2) その他のPPP事業

その他のPPP事業は、首都ビエンチャンの4事例及びルアンパバンの1例を以下に示す。

表 S3 PPP水道事業の例

事業名	規模 (m ³ /日)	備考
ビエンチャン		
ドンマカイ浄水場フェーズ1	20,000	BT方式 運営中
ドンバン浄水場	20,000	BOO方式 運営中
センディン浄水場	20,000	BT方式 F/S フェーズ
ドンマカイ浄水場フェーズ2	100,000	BT方式 F/S フェーズ
ルアンパバン		
AIM 浄水場	3,000	BOO方式 2013.6 供給予定

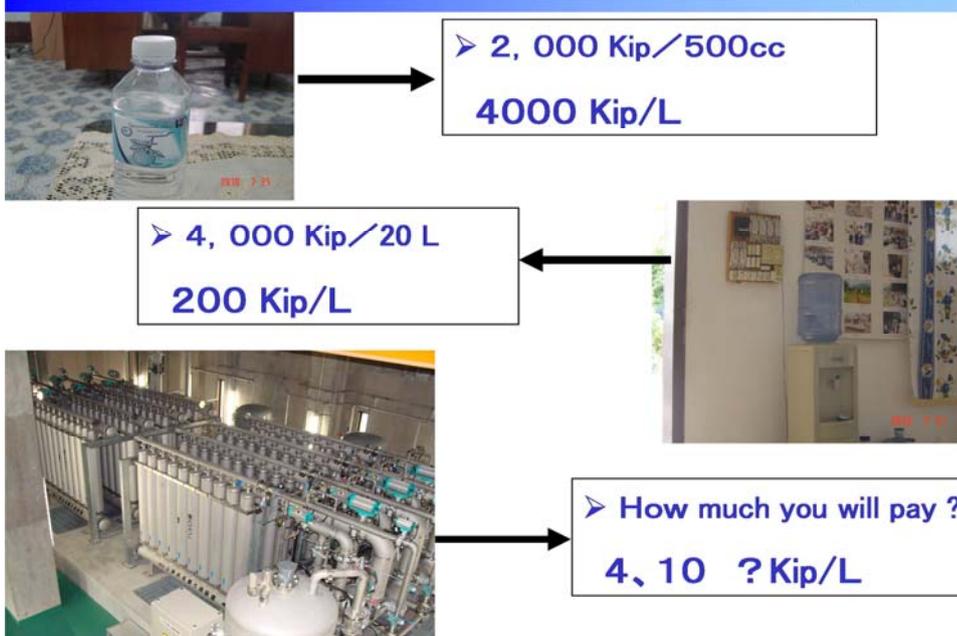
S.5 今後の課題

PPPのパイロットプロジェクトは、MIREPプログラムにより2004年に既に導入されており（小規模村落給水）、その為の法整備、民間参入の期待が伺える。今後は、現在進行中のPPP案件の評価と改善すべき課題がいろいろと精査されると考えられ、これらをしっかりとフォローした上で、日本版PPP支援パッケージの構築を目指す必要がある。

これまでのラオスの水道整備は、日本の無償資金協力が主体であるため、無償資金協力との組み合わせも考慮する必要がある。各水道事業体は、権限が委譲され、独立採算制が求められているが、水道料金は、フルコストリカバリーの水準にはなっていないのが現状である。多くの市民は、飲料水をペットボトルに求めており、1リットル当たりの値段は、水道料金1.9kipに対し、ペットボトル4,000kipと実に2,000倍である（500ml 2,000kip）。また、20リットルの飲料水では200kip/リットルと水道水の100倍の値段を払っているのが実状である。適

正な水道料金は相手国マターで、自助努力の範疇であるが、日本の浄水場技術の導入(膜処理)により安全で飲める水の供給が可能になるため、膜処理浄水場整備の可能性はあると考えられる。いずれにせよナショナルミニマムとしての上下水道整備を PPP という新しい制度でどのように行っていくかをさらに調査する意義は十分にある。

Willingness to Pay for Drinkable Water **META/WATER**



基本指標

表 i 主要經濟指標

Index		2007	1990
Population	(mil. people)	6.1	4.2
Average lifetime	(year)	65	55
GNI	Total amount (mil. dollars)	4,134.91	865.56
	per capita (dollar)	610	190
Rate of economic growth	(%)	7.9	6.7
Current account balance	(mil. dollars)	107.3	-54.9
Rate of unemployment	(%)	—	—
Foreign loan balance	(mil. dollars)	3,337.11	1,768.03
Amount of trade	Export (mil. dollars)	1,200.80	102.4
	Import (mil. dollars)	1,140.70	211.9
	Trade balance (mil. dollars)	60.10	-109.5
Government budget scale (income)	(kip)	5,340,970.20	—
Financial balance	(kip)	-1,189,672.91	—
Proportion of loan return (DSR)	(compared with GIN, %)	5.70	1
Financial balance	(compared with GDP, %)	-2.90	—
Loan	(compared with GDP, %)	83.6	—
Loan balance	(compared with GDP, %)	267.00	—
Proportion of public expenditures for education	(compared with GDP, %)	3.20	—
Proportion of public expenditures for health care	(compared with GDP, %)	—	—
Proportion of public expenditures for military	(compared with GDP, %)	0.30	—
Total amount of aid	(compared with GDP, %)	396.37	149.07
Area	(1000 km ²)	237	
Classification	DAC	Least development countries (LDC)	
	World bank etc.	i/low-income countries	
Statement of poverty reduction strategy scheming (PRSP)		PRSP was formulated (June, 2008)	
Other important development plans		The 6th 5 year Plan for economic and social development (2006~2010)	

*1. Amount of trade, export and import are all FOB based

*2. Area shows surface area (including all lake or marsh area)

表 ii 日本との関係

Index		2008	1990
Amount of trade	(mil. yen)	2,202.68	673.66
Amount of export to Japan	(mil. yen)	6,244.71	2,796.39
Amount of import from Japan	(mil. yen)	-4,042.03	-2,122.73
Account balance in relation with Japan	(mil. dollars)	—	—
Direct investment from Japan	(people)	9	1
Number of Japanese enterprises in Laos	(people)	461	60
Number of Japanese in Laos	(people)	2,630	959
Number of Laos people in Japan			

*Source: Data of Laos Ministry of foreign affairs

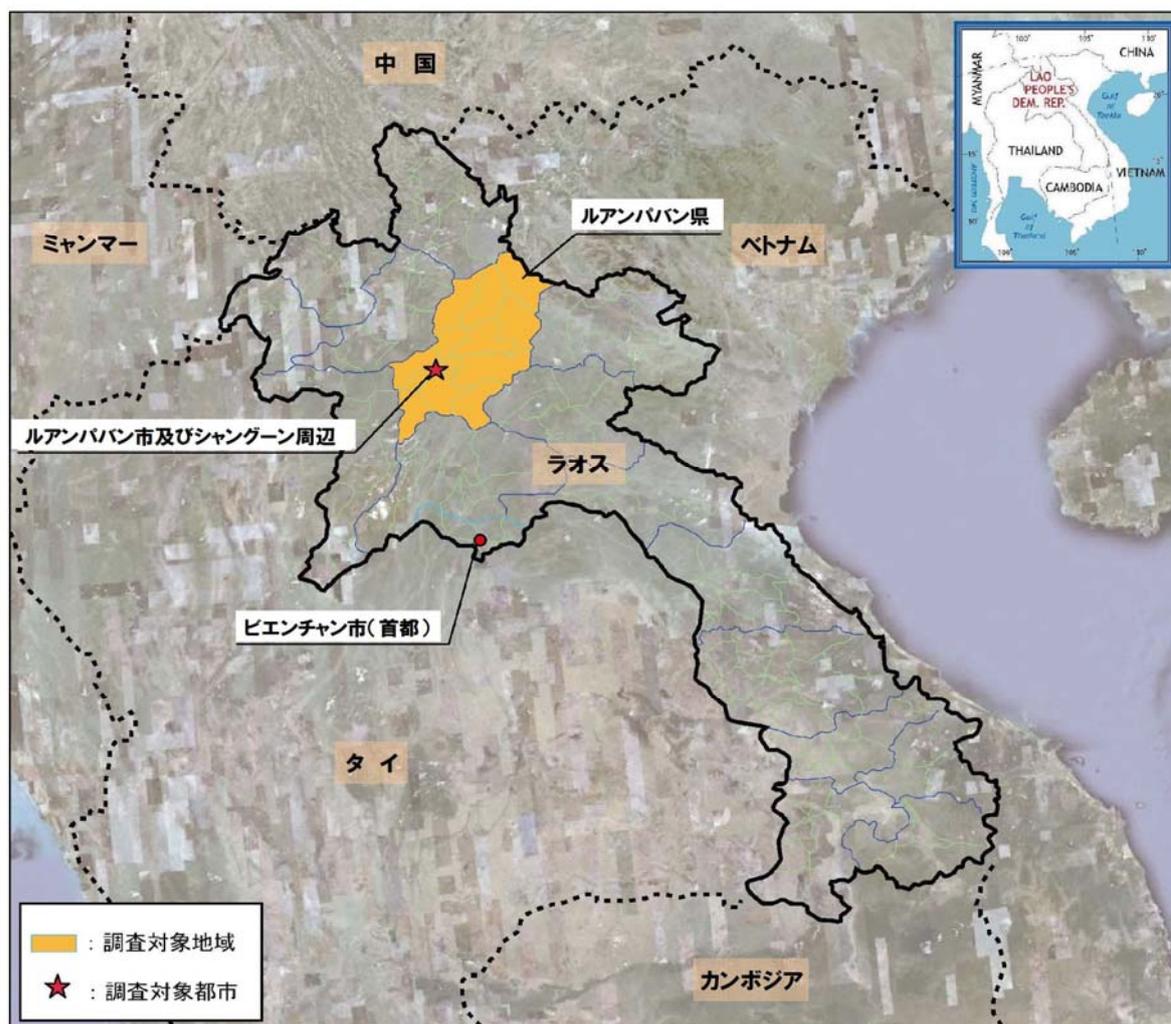
表 iii 建設に関する主な指標

Development index		Latest year	1990
Extreme poverty Reduction and hunger eradication	Proportion of population having income below 1 USD per day (%)	27.0(1990-2005)	
	Income of 20% of lower-class population or proportion of consumption (%)	8.1(2002)	
	Proportion of children with malnutrition under 5 years old (%)	40(2000-2006)	
Goal achievement of entire primary education popularization	Proportion of literacy in Adults (age from 15 years old) (%)	72.7(1999-2007)	84(1985)
	Proportion of primary school attendance (%)	84(2004)	63(1991)
Gender equality promotion and women status improvement	Female student - male student ratio (Primary education)	0.95(2005)	
	Literacy of female – male ratio (15 ~ 24 years old) (%)	74.7(2005)	
Reduction of death rate in infants and little children	Death rate of infants (per 1000 cases of birth)	62(2005)	145(1970)
	Death rate of children under 5 years old (per 1000 cases of birth)	79(2005)	218(1970)
Improvement of pregnant women and nursing mothers (cases)	Death rate of pregnant women and nursing mothers (per 1000 cases of birth)	660(2005)	
Prevention from infection of HIV/AIDS, Malaria and other Contagions	Proportion of AIDS infection (15~49 years old) (%)	0.1[0.1-0.4] (2005)	
	Number of tuberculosis infected people (per 100000people)	306(2005)	

	Number of malaria infected people (per 1000000 people)	759(2000)	
Assurance for sustainable development of environment	Population using better water (%) (Nationwide/Urban/rural area)	57/72/51(2008)* 48/77/40(2000)* 44/78/37(1995)*	—
	Population continuing usage of better sanitation equipment (%) (Nationwide/urban/rural area)	53/86/38(2008)* 26/62/16(2000)* 18/56/10(1995)*	—
Promoting global partnership for environment protection	Proportion of total sum of loan and interest for payment (Proportion occupied in foreign net income and goods or service export amount)	6.0(2005)	1.0
Human development index (HDI)		0.619(2007)	0.506

*Source : Data of Laos Ministry of Foreign Affairs (***) Data is from HP of WHO&UNICEF JMP)

位置図



《基本情報》

国名	: ラオス人民民主共和国
面積	: 236,800 km ²
総人口	: 6,320,000 人 (2008 年)
首都	: ピエンチャン市 (761,000 人, 12.0%)
対象地域	: ルアンパバン市 (79,000 人, 1.3%)

調査写真集（1／4）



写真-1.1 DHUP との初回会議



写真-2.1 ビエンチャン水道局長との打合せ



写真-3.1 ルアンパン水道局



写真-3.2 ルアンパン水道局・DHUP との
合同会議



写真-3.3 ルアンパン水道局へのプレゼン
風景



写真-4.1 UDAA(ルアンパン県都市開発公社)

調査写真集 (2 / 4)

	
<p>写真-5.1 タイ民間企業の BOO による浄水場 建設現場 (3,000 m³/日)</p>	<p>写真-6.1 シャングーン湧水水源 1</p>
	
<p>写真-6.2 シャングーン湧水水源 2</p>	<p>写真-6.3 シャングーン湧水水源 3</p>
	
<p>写真-6.4 シャングーン中間配水池</p>	<p>写真-6.5 シャングーン配水池</p>

調査写真集 (3 / 4)



写真-7.1 公共事業省（ビエンチャン）への
プレゼン風景



写真-8.1 プーブン湧水水源 1



写真-8.2 プーブン湧水水源 2



写真-8.3 プーブン湧水水源 3



写真-8.4 プーブン湧水水源 4



写真-8.5 プーブン浄水場（管理棟）

調査写真集 (4 / 4)



写真-8.6 プーポン浄水場 (浄水施設)



写真-9.1 パーヌム浄水場 (全景)

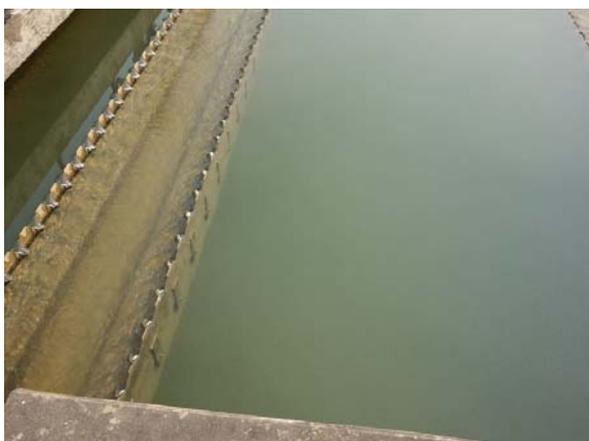


写真-9.2 パーヌム浄水場 (沈澱池オーバーフロー状況)



写真-9.3 パーヌム浄水場 (ろ過池)



写真-10.1 大腸菌簡易検査風景 (市内 28 箇所)



写真-10.2 大腸菌検査結果 (シャングーン地区)

略語表

ADB	Asian Development Bank
AFD	French Development Agency
BLT	Build Lease Transfer
BOD	Biological Oxygen Demand
BOO	Build Own and Operation
BOT	Build Operate Transfer
BT	Build Transfer
BTO	Build Transfer Operate
COD	Chemical Oxygen Demand
DHUP	Department of Housing and Urban Planning
DSCR	Debt Service Coverage Ratio
EC	European Commission
F/S	Feasibility Study
GDP	Gross Domestic Product
GRET	French NGO
IMF	International Monetary Fund
JICA	Japan International Cooperation Agency
Lao PDR	Lao People's Democratic Republic
LDC	Least Developed Countries
MDGs/MDG	Millennium Development Goals
MIREP	Mini-Rseeaux d' Eau Potable i.e
M/P	Master Plan
MPWT	Ministry of Public Works and Transport
NGO	None Government Organization
NGPES	National Growth and Poverty Eradication Strategy
NPLP	Nam Papa Luang Prabang(Luang Prabang Province Waterworks)
NPNL	Nam Papa Nakhone Luang
NSEDP	National Socio-Economic Development Plan
OBA	Output-Based Aid
ODA	Official Development Assistance
OPEX	Operating Expense
O&M	Operation and Maintenance
PDPWT	Provincial Departments of Public Works and Transport
PNP/ PNP's	Provincial Nam Papa
PPP	Public Private Partnership
PRSP/PRSO	Poverty Reduction Strategy Paper/ Poverty Reduction Support Operation

ROA	Return on Asset
ROE	Return on Equity
SEDIF	Sindicate des Eaux d'île de France
SIDA	Swedish International Development Cooperation Agency
UDAA	Urban Development Administration Authority
UN-HABITAT	United Nation Human Settlements Programme
VGf	Viability Gap Funding
VUDAA	Vientiane Urban Development Administration Authority
WASA	Water Supply Authority
WB	World Bank
WHO	World Health Organization
WSD	Water Supply Division
WSIP	Water Sector Investment Plan
WSRC	Water Supply Regulatory Committee
WaSRO/ WSRO	Water Supply Regulatory Office
WHO/WPRO	WHO Western Pacific Region Organization
WTO	World Trade Organization
WTP	Water Treatment Plant

1. 緒論

1.1 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 カ年計画（2011～2016 年）の半ばに差し掛かっている。

水道に関しては、2020 年までに都市部の普及率を 80%に上げる国家計画を策定し、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、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場所である。

水道に関する法令については、1999 年 9 月の首相決定 No.37「水道セクターに関する管理と開発」、2005 年 7 月の首相命令 N0.191「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開発許可を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、水道整備の早期実現に向けた手法として PPP 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。

このような状況を絶好の機会と捉え、メタウォーター(株)及び(株)東京設計事務所の 2 社による調査団は、平成 22 年度 JKA『海外コンサルティング活動強化補助事業』において、首都ビエンチャン及びルアンパバン県を調査対象とした水道 PPP 案件発掘調査を実施、現地調査を通じてラオス側が抱える水道事業の問題点を把握することができた。

一方、WHO（World Health Organization：世界保健機関）は、2004 年飲料水水質ガイドライン第 3 版において、水質管理ツールである WSP（Water Safety Plan：水安全計画）を提唱し、これを受ける形で 2007 年、日本においても水安全計画策定ガイドラインが取りまとめられた。水安全計画の目的は、①水源の汚染を最小に、②汚染を処理除去、③飲料水の貯水～蛇口の再汚染防止である。WHO は、水安全計画の普及に向け各ドナーの協力の下、トレーニング・ワークショップを精力的に行ってきた。隣国であるベトナム社会主義共和国（以下ベトナムと称する）及びカンボジア王国（以下カンボジアと称する）では、WHO による水安全計画

策定事業や JICA(Japan International Cooperation Agency)による水道事業人材育成プロジェクト等を通じて、一部地域において水の安全宣言（蛇口からの飲用が可能）がなされる等、施設整備のみならず恒久的な水道事業運営の改善を目標に、横浜市水道局や北九州市水道局といった本邦水道事業者による人材育成が進められた。ラオスにおいても、WHO による WSP トレーニング・ワークショップ、あるいはさいたま市水道局による人材育成／交流研修が進められており、今後はカンボジア、ベトナム・フエ市に続く水安全宣言に向け（参考資料・3 にフエ市のプロセスを示す）、水道施設整備及び人材育成に取り組んでいくことが考えられる。

本業務については、平成 22 年度 JKA 調査の結果を踏まえ、世界遺産に登録されているルアンパバン市に注目し、以下のプロジェクトを提案するに至った。

水道については、水安全宣言を見据え、中長期に亘る水源から蛇口までの水道整備（ハード、ソフト面）計画を策定するという今までの水道整備とは違うアプローチをすることにより、総合的に水道システムを構築し、かつ日本の優れた技術の移転（ハード：維持管理が容易な膜処理、小規模分散型広域監視システム、ソフト面：水運用、人材育成、運転管理、維持管理、水質管理）の実現の可能性を確認するプロジェクトである。

下水道については、現状では、無処理のまま放流されており、世界遺産都市としては問題である。参考資料・4 に現況の排水システムを示す。本提案事業では、下水処理場を整備することにより下水無処理の現状を改善し、「環境共生都市」として世界的観光都市における水循環の健全性を確保することを目指すものである。ルアンパバンの下水道については、AFD(French Development Agency)支援による 2013 年 2 月のドラフト・マスタープランが 2013 年 4 月に策定される予定であり、そのマスタープランとの整合が重要となる。

また、想定スキームについては、委託業務の趣旨に沿い PPP 及び民営化の可能性を主に検討することとし、特に、水道料金が低い現況では VGF (Viability Gap Funding：事業採算性支援措置) の検討も必須となる。

世界遺産に登録されているルアンパバン市の成り立ちや現在の状況は、水安全宣言を行っているベトナムの古都フエ市と酷似しており、当該事業の実現までのプロセスは、大いに参考となるものである。ラオス側も、国家戦略として重要な地域であり、水道水の需給バランスが厳しく、近い将来水道の施設整備が迫られているルアンパバン市における案件実現に大いに期待を寄せているところであり、具体化するにあたっては、本提案による調査の意義は大きいと考える。

1.2 調査の目的及び概要

1.2.1 調査の目的

次項②に示す案件概要（ラオス国ルアンパバンの「環境共生都市の開発支援に向けた上下水道整備 PPP 事業」）の案件発掘を目的とした調査を実施する。

1.2.2 調査の概要

① ルアンパバン県の水道概要

ルアンパバン県の水道は、ルアンパバン水道が小規模水道であるナムバック及びシャングーンを事業所として3カ所の水道を運営・管理している。当業務の対象地区であるルアンパバン水道及びシャングーン郡水道の概要を以下に示す。

【ルアンパバン水道】

ルアンパバン市の2012年人口は8.2万人であり、それに対し給水人口は5.4万人（普及率65%）と、国家目標2020年80%を下回っている。既設3浄水場のうち、主力2浄水場（プーブン、パーヌム）が市内給水を受持っている。地元銀行からの借入れにより推進中のパーヌム浄水場の増設事業が2012年に完成し、6,000 m³/日を加えたとしても、給水普及80%の国家目標の達成、観光都市としての人口増加等による著しい水需要の伸びに対し、近い将来給水不足の事態が生じることが懸念されている。一方、1969年に稼動し40年余を経た湧水を水源とするプーブン浄水場は、施設の老朽化が著しいこと、また、湧水に由来する炭酸カルシウムが200~300mg/Lと高く、配管内面に蓄積するスケールが、配水機能の阻害要因になっている。

【シャングーン郡水道】

2,500 m³/日規模のシャングーン郡水道は、UN-HABITATにより整備され2006年通水を開始した。その水源は湧水であり、プーブン浄水場水源の背面尾根の南に位置し、塩素消毒のみで給水されている。ラオスの水道は飲料水を供給する使命を担わされているものの、他の地域と同様に、この地域の住民も飲料水をボトルウォーターに求め居るのが現状である。対象の水道施設は新しく、給水区域も限定的で「蛇口から飲める水道」の実現へ向けたいロット地域として技術的にも有望である。

② 案件概要

ルアンパバン市の将来の水安全宣言を見据えた日・ラオPPP水道事業案件を目指すもので、以下の水安全計画等ソフト面の整備および上下水道整備等ハード面の整備について、PPP事業として可能性を調査するものである。

【ソフト面】

- ハード面整備の下、水安全宣言に繋げる水安全計画・水運用計画・人材育成計画のフレーム検討

【ハード面】

- 飲用可能な水質を実現するためのパーヌム浄水場（表流水）浄水処理方法の改良
- 安定給水を目指し、日本の技術である小水力発電および膜ろ過技術を導入し、老朽化したプーブン浄水場（9,000 m³/日）の更新
- 敷設配管が新しく、現在塩素消毒のみで給水しているシャングーン浄水場を蛇口から飲める水道水質に改善するため、膜ろ過浄水技術導入による浄水処理施設の整備（2,500 m³/日）

- 運転・水質管理を集約的にを行うことを可能とする統合広域監視システムの整備と配水水質管理の為の末端水質局の整備。参考資料-5 に将来の水道システムのイメージ図を示す。
- 排水改善マスタープランを下に、観光都市として環境イメージアップを図り、更なる観光人口誘致展開を目論む下水道（下水処理場）の整備

案件実施サイトを参考資料-2 に示す。

1.3 調査体制及び調査方法

1.3.1 調査体制

今回の業務は、現地ニーズとプロジェクト構想との適合の成否および短い期間での現地調査を効率的に進めるための調査体制を構築することが肝要であり、以下の調査体制を編成した。表-1.1 にその調査体制を示す。

- ラオスと関わりの深いさいたま市の調査参画
さいたま市は、2003年-6年 JICA 技術協力「ラオス国水道事業体人材育成プロジェクト」、2006～2008年草の根技術協力および 2012年4月に始まった 2012～2017年 JICA 技術協力「ラオス国水道事業体運営能力向上人材育成プロジェクト」等ラオスへの専門家派遣をとおして約 20年間の技術協力実績を持ち、ラオスの水道事情に精通し、水道セクターとの太いネットワークを構築している。
- 海外における上下水道事業調査業務の豊富な経験を有する(株)東京設計事務所業務主任者については、ラオスの調査業務経歴を有する技術者を充てる。
- 国内での PFI 事業実績があり、海外展開にも意欲的なメタウォーター(株)業務担当については、海外業務経歴が豊富で PPP 調査案件に積極的に取り組み、ラオスの調査業務経歴を有する技術者を副業務主任として、業務主任者を補佐する。

表-1.1 調査体制

団員氏名	所属	専門科目
川島 康弘	さいたま市水道局	団長／総括
金子 磨古刀	(株)東京設計事務所	業務主任者／浄水場計画／配水管理計画
中込 修	メタウォーター(株)	副業務主任／事業スキーム
神保 士朗	(株)東京設計事務所	水道施設計画
長谷川 明大	さいたま市建設局下水道部	下水道計画
蘆原 哲哉	メタウォーター(株)	経済／財務

1.3.2 調査方法

(1) 調査対象機関等

- 公共事業省住宅都市計画局 (Ministry of Public Works and Transports-Department of Housing and Urban Planning)
- ルアンパバン水道局 (Luang Prabang Water Supply State Enterprise)
- ルアンパバン都市開発公社 (Luang Prabang Urban Development Authority)
- ビエンチャン水道局 (NAMPAPA NAKHONE LUANG)
- ラオス日本大使館
- JICA ラオス事務所

(2) 調査項目

- 水道および下水道の指導・監督の状況
- 水道事業の現況及び将来動向
- 水道事業のPPP事業実績および運営の状況
- 下水道の現況及び将来動向
- 下水道の運営状況

(3) 調査日程

平成 25 年 3 月 10 日から 3 月 21 日の 12 日間現地調査を実施、(1) の対象機関等から (2) の調査項目に関する情報を入手、本案件関連技術説明会の実施及び意見交換をとおして本案件に対する相手方の意向を確認することとする。表-1.2 に現地調査日程を、表-1.3 に訪問先及び面談者リストを示す。

表-1.2 調査日程表

	日	時	日 程	宿泊地
1st	3月10日(日)	移動	成田発 (TG643 11:45 発) バンコク乗換 ビエンチャンへ	ビエンチャン泊
2nd	3月11日(月)	09:00 10:30 13:30 15:00	ビエンチャン特別市水道局表敬訪問・協議 チナイモ浄水場・水質検査室視察及び資料収集 JICA 技術協力プロジェクト表敬訪問・協議 公共事業省住宅都市計画局表敬訪問・協議	ビエンチャン泊
3rd	3月12日(火)	AM 移動 13:30 14:00	ビエンチャン発 (QV111 9:15 発) ルアンパバンへ ルアンパバン水道局表敬訪問・協議 AIM(Asia Infrastructure Management)現場調査	ルアンパバン泊
4th	3月13日(水)	09:00 13:00 15:30	UDAA 表敬訪問・協議 質問表による資料依頼 本案件関連技術説明会及び意見交換	ルアンパバン泊
5th	3月14日(木)	09:00 16:00	1 班：シャングーン現地調査・資料収集 2 班：配水・排水施設現地調査 質問表による資料収集	ルアンパバン泊
6th	3月15日(金)	09:00 16:30	1 班：プープン・パノム浄水場現地調査 2 班：配水・排水（放流口）施設現地調査 質問表による資料収集	ルアンパバン泊
7th	3月16日(土)	09:00 PM 移動	水源調査 ルアンパバン発 (QV104 18:05 発) ビエンチャンへ	ビエンチャン泊
8th	3月17日(日)	11:00 13:00	公共事業省住宅都市計画局協議 資料整理	ビエンチャン泊
9th	3月18日(月)	09:00 14:00	本案件関連技術説明会及び協議（出席者：DHUP、UDAA、ビエンチャン特別市水道局、ルアンパバン水道局） WASRO にて Annual Report の情報収集	ビエンチャン泊
10th	3月19日(火)	09:00 13:30 15:30	追加現地調査／他団員：調査結果の整理・検討 JICA ラオス事務所報告 日本国大使館報告	ビエンチャン泊
11th	3月20日(水)	09:00 PM 移動	帰国準備 ビエンチャン発 (TG571 13:50 発) バンコク乗換	
12th	3月21日(木)		成田着	

表-1.3 訪問先及び面談者リスト

所属（訪問先）	職位	氏名
DHUP	Director General	Mr. Khamthavy THAIPHACHANH
	Deputy Director General	Mr.Noupheuak VIRABOUTH
	Chief of Water Supply Division	Mr.Khanthone VORACHITH
	Water Supply & Sanitation Section	Mr.Vanhsaveng OUTTHACHACK
	Division of Urban Development	Mr.Bounthong KEOHANAM
WaSRO	Director	Mr.Somvan MONGPHACHAN
	Deputy Director	Mr.Sompong SITTHIVONG
NAMPAPA NAKHONE LUANG	General Manager	Mr.Khampheuy VONGSAKHAMPHOUI
	Deputy General Manager	Mr.Viengthouay VANNARATH
	Director of Waterworks Technical Training Center	Mr.Khamtanh SIMMALAVONG
Luang Prabang Water Supply State Enterprise	General Manager	Mr.Soulith CHINDAMANY
	Deputy Director	Mr.Somsanith THIPPHASOUDA
	Head Administration & Planning	Mr.Phoutha SITHAMMALATH
	Head of Engineering Division	Mr.Ladda PHILAVONG
UDAA (Urban Development Administration Authority -Luang Prabang Province)	Deputy Chief of LPB District, Vice-President UDAA)	Mr.Phoumy OPHETSANE
JICA ラオス事務所	事務所長	武井耕一
	次長	米山芳春
	Representative	宮田真弓
	ラオス水道公社事業管理能力向上プロジェクト コーディネーター	下村政裕
	専門家	森範行
ラオス日本大使館	経済・経済協力班長／一等書記官	光本政彦

2. 調査対象の現状把握

2.1 相手国の社会経済情勢

1) 地勢・人口動性等の特徴

ラオスは、日本の約70%の国土面積の中に、日本の約5%（637万人）の人口を有している。地勢的には内陸国（中国・ベトナム・タイ・カンボジア・ミャンマーと国境を接している）であり、港を有していない（メコン河は、下流に滝があり交通手段として利用できない）ことが産業発展のための物流上の弱点となっている。図-2.2と図-2.1はラオスの地図である。図-2.2では国土を北部（緑）、中部（黄）、南部（赤）に区分して表示している。今回の調査地域であるルアンパバン県は北部に位置している。図-2.1は投資促進ゾーン区分を示している。ゾーンⅠ（黄）はインフラ未整備地域、ゾーンⅡ（緑）はインフラがある程度整った地域、ゾーンⅢ（赤）はインフラが大いに整った地域と定義されており、投資促進優先度の高い順となっている。ルアンパバン県の中では、ルアンパバン地区ゾーンⅢに分類され、シャングーン郡地区はゾーンⅡに分類されている。



図-2.2 国土区分図

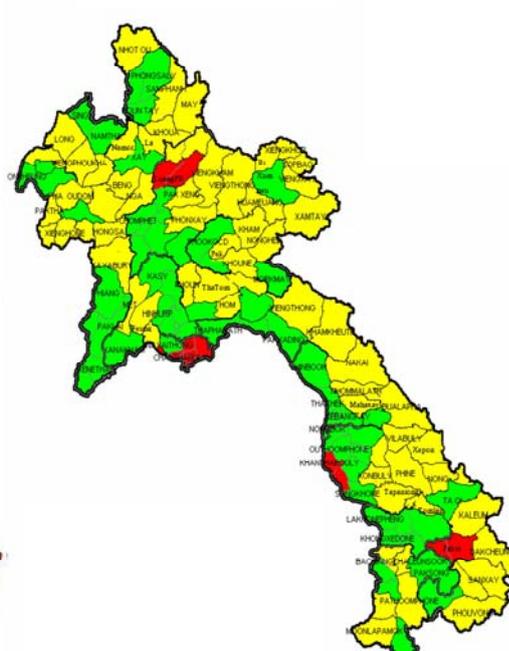


図-2.1 投資促進区域区分図

2) 政治体制と経済政策の変遷

ラオスは、第二次世界大戦後の1953年にフランスから独立し王政を敷いたが、1975年には左派グループのペテートラオが全土を掌握し、王政を廃止して社会主義の現ラオス人民民主主義共和国を樹立した。しかし、インフレや物不足で経済は混沌とするばかりであった。その後、ソ連・東欧の社会主義体制崩壊の流れの中で、ベトナムに倣って経済開放政策を導入（1986

年に導入した新思考（チンタナカン・マイ）政策の一環）したが、反動で経済は一層の混乱を呈した。そこで、経済引締め政策に転じることによって、1992年によりやく経済を安定した軌道に乗せることができ、1997年にはアセアンに加盟するに至った。同時に、期せずして発生したアジア経済危機の影響を大きく受けることとなったが、外国からの投資や援助を受けられることによって、他のアジア諸国と同様に2003年頃には再び安定した経済を取り戻すことができた。

ラオスでは、現在、国家社会経済開発計画（NSEDP: National Socio-Economic Development Plan）を実施している。その第6次計画（2006年～2010年）において、投資・ビジネス環境の整備、中小企業の育成、貿易拡大・国際経済への統合、金融セクターの改革、行政改革等を重点的な課題として取り組んできた。これは、1996年の第6回党大会において掲げた「2020年までに最貧国から脱却する」という国家目標にリンクしたものである。その結果、ラオス経済は表-2.1に示すとおり、2000年代後半以降安定した経済発展を続けている。

表-2.1 ラオス経済指標

ラオスの主要経済指標	2007	2008	2009	2010	2011
1.実質経済成長率(%)	7.8	7.8	7.5	8.1	8.0
2.名目GDP(億USD)	42.3	52.9	56.0	68.6	83.0
3.一人当たり名目GDP (USD)	712	880	916	1,105	1,320
4.消費者物価上昇率(%)	4.5	7.6	0.0	6.0	7.6
5.経常収支(億USD)	△6.6	△9.8	△11.7	△12.6	△17.7
6.輸出 (百万USD、通関ベース)	923	1,092	1,053	1,747	2,400
7.輸入 (百万USD、通関ベース)	1,067	1,405	1,461	2,060	2,650
8.外国直接投資受入額(百万USD)	323.5	227.8	318.6	278.8	300.7
9.外貨準備残高 (百万USD、不含金)	532.6	628.7	608.6	703.4	741.2

〔出典〕 1.～5. : IMF-World Economic Outlook Database(2012年10月版)、

6.&7. : IMF2012年鑑、8.&9. : WBに基づくJETRO資料

第6次計画での成果を受けて、第7次計画（2011年～2015年）では、以下に示すと通りの経済発展目標を掲げている。

- ① GDP成長率：8%以上
 - ◇ 内、工業分野成長率：15%以上（GDP総額に占める割合：39%）
 - ◇ 国民一人当たりGDP：1,700 USD（2014-2015年）以上
- ② 物価上昇率：GDP成長率以下
- ③ 為替変動率：現状維持
- ④ 歳入：GDP比19～21%
- ⑤ 財政赤字：GDP比5%未満

2013年にはWTO(World Trade Organization)にも正式加盟し、今後の更なる産業発展が期待されている。しかし、独立後の長期混乱から抜け出してから僅か10年程であり、今後の社会経済情勢には注視していく必要がある。

3) 経済環境の国際比較

発展途上国の貨幣価値は概してボラティリティが高い。ラオスも例外ではない。1980年以降のUSD換算物価上昇率（GDPデフレーターベース）推移を、米国および日本との比較において、図-2.3に示す。日本円も対ドルでのボラティリティが大きな通貨であるが、ラオスは更に大きいことが分かる。同じ通貨（ドル）での比較において、ラオスは先進国に対して、2000年以降10年以上に亘って、大幅に物価上昇しているという。それは、ラオスの国際価格競争力が低下していることを意味する。そして、近似線から大きく上振れしているため、近い将来に調整（平価切下げという事態）が入る危険性を孕んでいる。

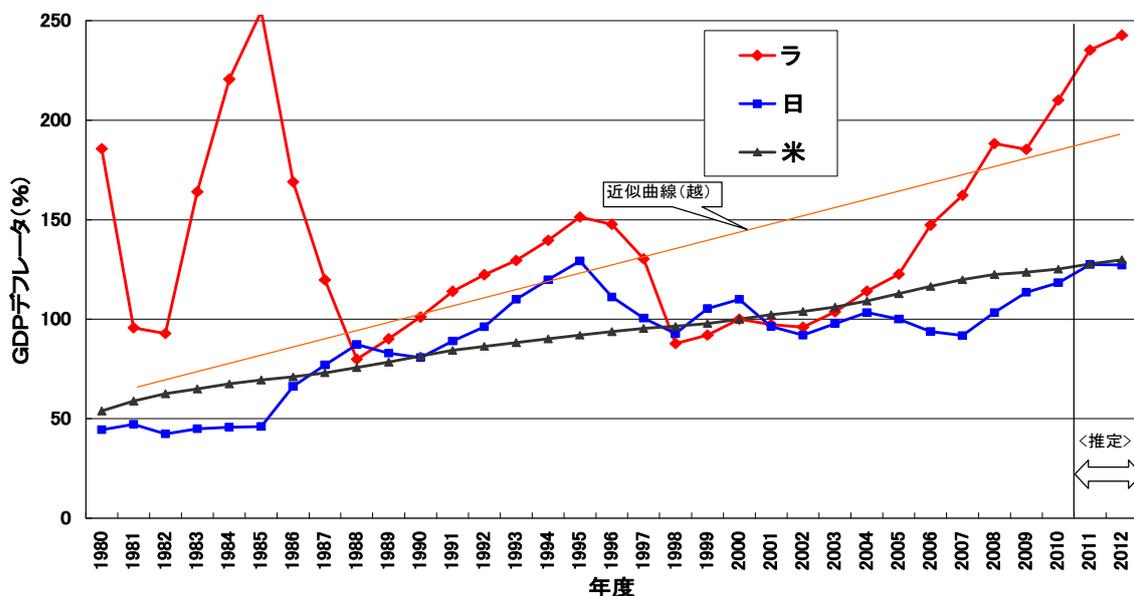


図-2.3 GDP デフレーター

また、図-2.4はアジアの発展途上国間での比較を示したものである。アジア諸国は概ね同じパターンを示していることが読み取れるが、中でもラオスのボラティリティが大きいと言える。因みに、混沌経済から1980年代末に安定化したことと、その後の推移を見ると、ベトナム経済の影響が強いものとみられる。

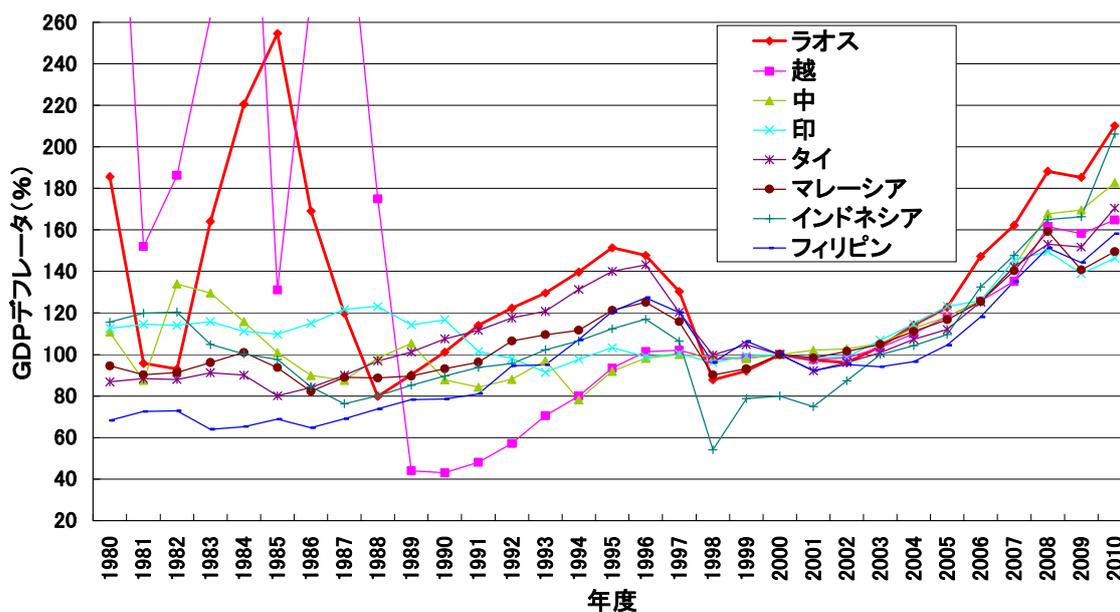


図-2.4 新興国 GDP デフレーター推移

2.2 相手国の開発政策

ラオスは1996年に掲げた「2020年までに最貧国から脱却する」という国家目標達成のために邁進を続けている。その一環として、第7次 NSEDP（2011～2015年）では、社会資本整備（特に基盤インフラ）に力を入れており、5年間での総投資額規模の目標としてGDPの32%（127兆 Kip ≒ 150億 USD）を掲げている。そのための資金構成は表-2.2に示すとおりである。

表-2.2 資金構成

	構成比率	投資総額（5年合計）	
		兆Kip	百万USD相当額
政府予算	8～10%	10～12	1,200～1400
供与及び融資（ODA）	26～28%	33～35	3,800～4,200
民間投資	50～56%	64～70	7,400～8,300
クレジット	10～12%	13～15	1,500～1,800

（出典）投資計画省副大臣による講演資料

2009年7月8日に改定された投資促進法では、それまで特別法として別個に発行されていた外国投資促進法を包括することとなった。その中で、各種投資優遇策が謳われているが、主な点は以下のとおりである。

- ① 図-2.1のゾーン別・分野別投資優遇レベル（レベル1からレベル3の3段階）にマトリクスで利益税（法人税）の免除期間が設定される。因みに、水道事業は最も優先度の高いレベル

1に属している。ゾーンⅡ（シャングーン郡）は6年間、ゾーンⅢ（ルアンパバン地区）は4年間となっている。

- ② 設備・資材等の輸入関税免除：投資案件毎に申請し、投資許可等に条件が記載される。

なお、2012年を観光年とし、サービス産業（GDP比38%と農林業（28%）建設・製造業（27.5%）を凌いでいる）にも力を入れてきた。特に、本調査対象のルアンパバン県は世界遺産にも登録されている有数の観光地であり、同地における水インフラの近代化は、ラオス国の観光産業発展政策の方向性と合致するものといえる。

2.3 援助（国際支援）の動向

世界銀行、日本政府、EC、ADB、SIDA、フランス等が、包括的な公共財政管理強化プログラムを実施している。日本では、JICAがこのプログラムに沿った協力を実施している。また、WBグループの主導する貧困削減支援オペレーション（PRSO：Poverty Reduction Support Operation）では、①投資環境の改善を通じた持続的成長と天然資源管理の強化及び貿易の促進と、②公共財政管理システムと公共サービス改善のための制度改革の支援を行っている

日本は、これまで（2010年現在）にODA（円借款：189億円、無償資金協力1,266億円、技術協力540億円）を供与すると共に、政府間での交流も特にここ5年程活発化している。PPP事業の基盤を磐石なものとするためには、両国の政府間および官民の連携が磐石なものであることが前提となる。そのためにも、今後とも日本政府主導でラオス国との交流を一層活発化させていくことが期待される。

3. 上下水道の状況

3.1 国レベル

3.1.1 水道

ラオスの国家開発計画は、1981年の第1次5ヵ年計画から始まり数次の開発計画を経て、現在第7次5ヵ年計画（2011－2015）が進行中である。ラオス政府による開発計画は「2020までに後発開発途上国を脱却すること」を最重要目標としており、①基礎的公共サービスの改善 ②上水道も含む経済インフラ整備 ③人材有効活用等ソフト面のラオス社会の能力向上に取り組んでいる。

この国家開発計画を受け、公共事業省（（現公共事業省 Ministry of Public Works and Transport:MPWT）旧公共事業省 Ministry of Communication,Transport,Post and Construction:MCTPC→MPWT に改編）が1997年9月に発表した水道セクター開発計画1996-2020では都市部の水道開発目標として、普及率80%を掲げている。さらに、1999年9月には都市部の給水普及率を早急に80%まで引き上げる目標を掲げた首相決定 No.37「Management and Development of Water Supply Sector（以下首相決定 No.37 と記述）」が発せられた。現在、この目標達成に向け1郡1ヵ所の水道整備を全国展開している。

水道監査委員会（Water Supply Regulatory Committee : WSRC）発行の Annual Urban Water Sector Performance Report（以下年次報告書と記述）によると2008年17都県の給水区域の普及率は、2007年より3ポイント上がり67%である。水道整備は、142郡のうち2006年には58郡（41%）しか整備されていなかったものが、2009年には144郡のうち91郡（63%）の整備または資金見通しがたち、水道整備が急速に進みつつあることが伺える。その整備状況の詳細を図-3.1に示す。都市部では2008年の給水区域内の水道普及率は全国平均67%となっている一方、県毎では46%～90%と差があり、水道整備のばらつきが見られる。

水道に関する組織としては、公共事業省・住宅都市計画局が、全国都市部及び村落部における上下水道整備に対する計画立案とその調整を任されている。このため、公共事業省は各県の下に組織される水道事業者の技術・運営に関する指導・監督を各県の公共事業局を通して実施しようとしていたものの、今まで、県公共事業局の担当者が明示的に決まっていなかったという問題があった。この状況を踏まえ、2009年、県公共事業局の水道担当が任命され、水道整備国家戦略の確実な実現に向け組織の強化が図られた。ラオス国の水道セクターの組織とその関連を図-3.2に示す。

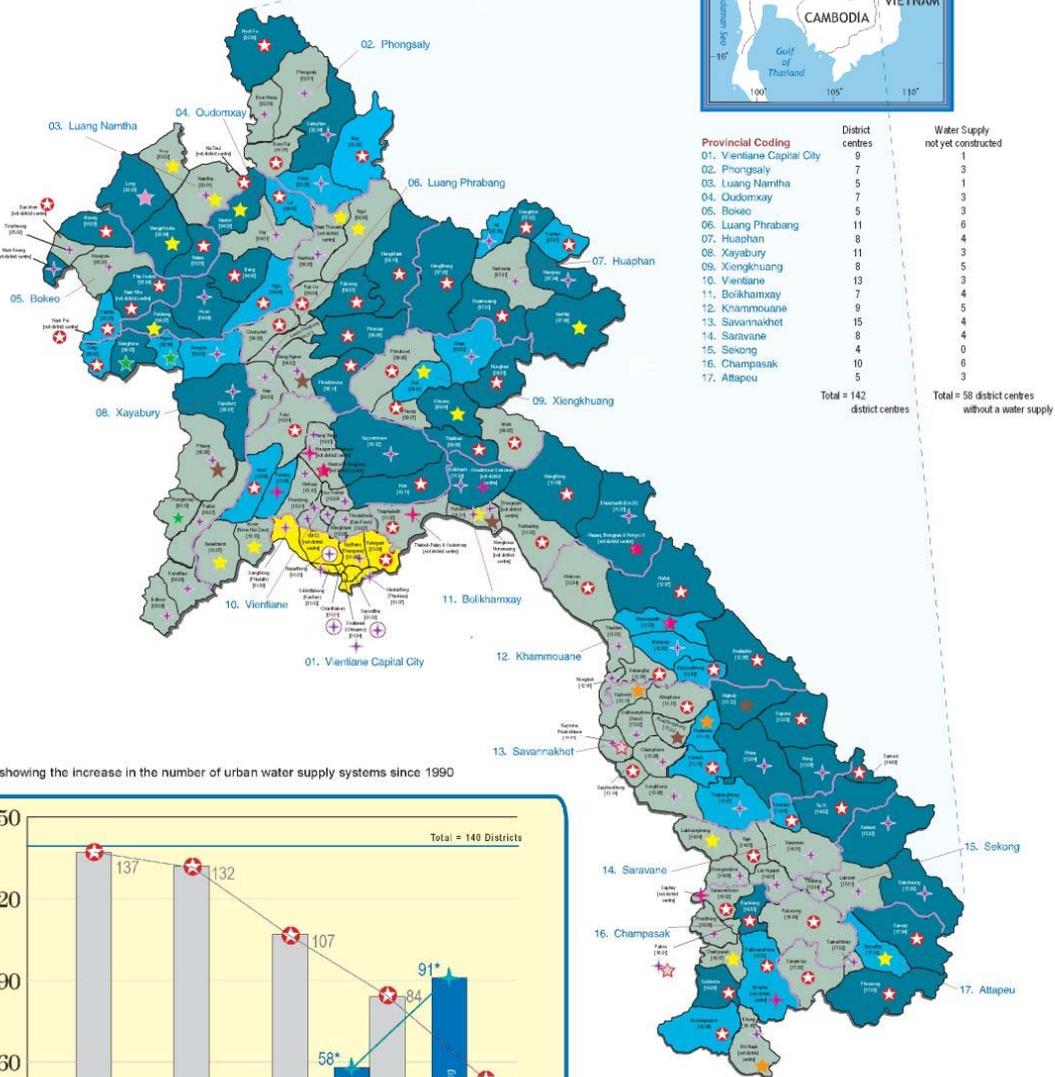
水道に係る法令等に関しては、2009年7月に水道法が施行された。今後は、水道法及び関連法令の下、水道行政担当は、指導・監督を実施し、水道事業者は、事業運営を実施する環境が整備された。

Status of Water Supply Systems in Urban Centres

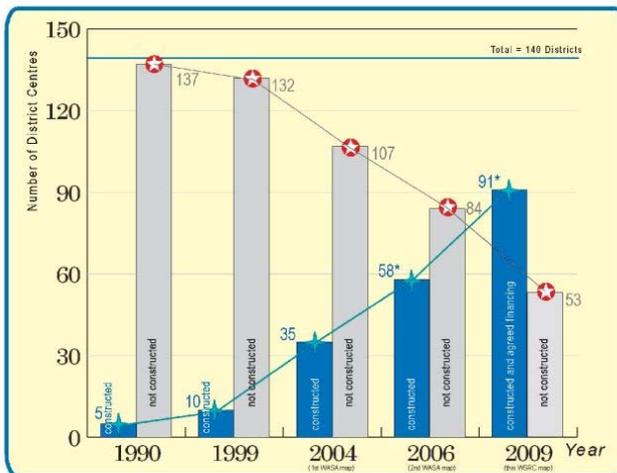
(Update October 2009)

Symbols (status of water supply)

	Poorest Districts		Constructed		Financing agreed
	Poor Districts		Owned and Operated by Nam Pape State-owned Enterprise		ADB
	Districts not identified as poor		Water supplied from another district within Nam Pape Viientiane Capital City		FRANCE
	Provincial boundary		Private sector (supported by GRETE)		GRETE
	District boundary				JICA
	Viientiane Capital City		Remaining		Mekong Water Supply and Sanitation Project (PPIA 6484 REG)
			Not constructed, no financing		The Government of Lao PDR
					UN-HABITAT



Graph showing the increase in the number of urban water supply systems since 1990



Remark: * indicates the figure includes 4 constructed and operated by the private sector

Acknowledgement:
Map prepared by the Water Supply Regulatory Office, Water Supply Regulatory Committee (WSRC)
Department of Planning and Urban Planning, Ministry of Public Works and Transport, Technical and
Financial support has been provided by the World Bank's Water and Sanitation Program,
Lao PDR Country Office.



图-3.1 水道の整備状況

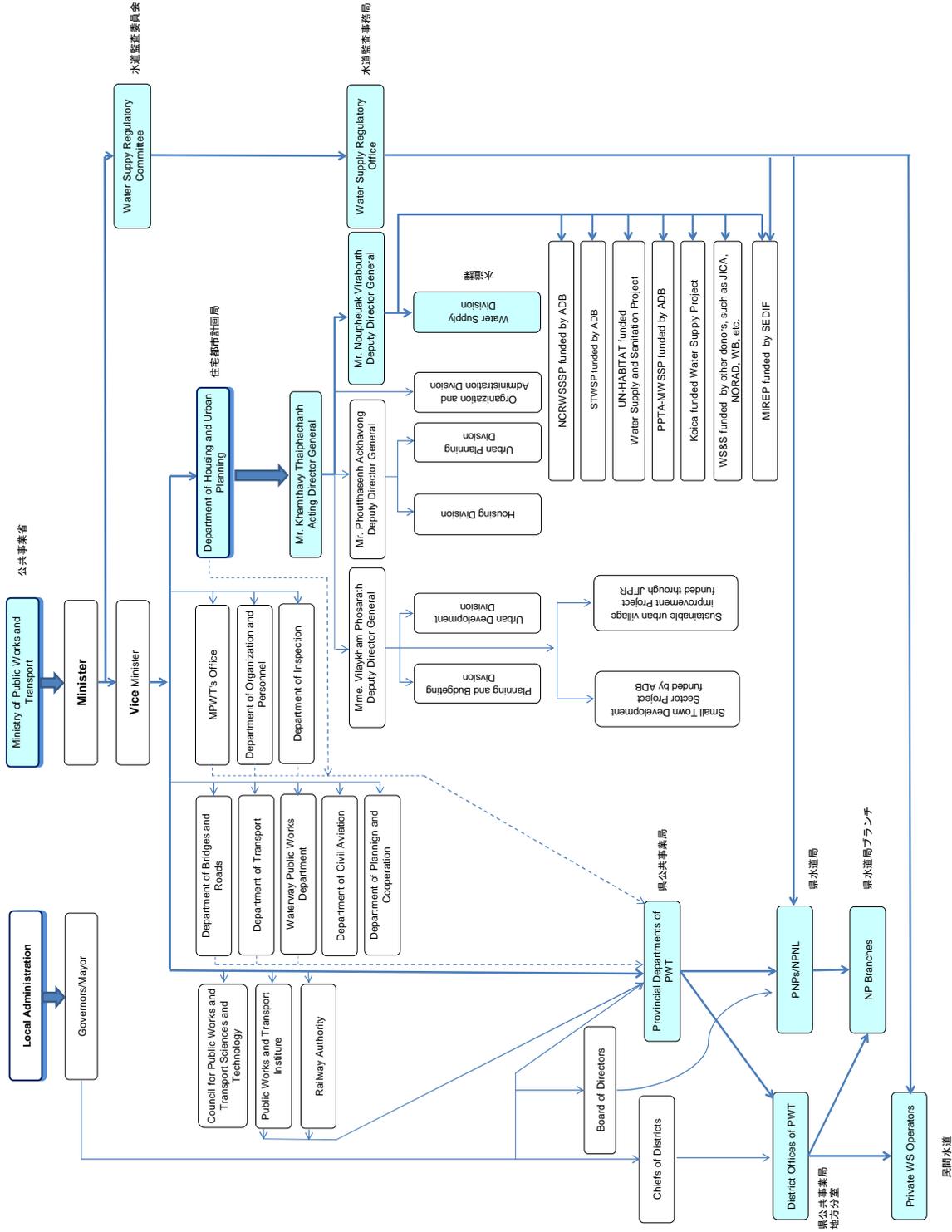


図-3.2 ラオス水道セクターの組織とその関連

3.1.2 下水道

ラオスの下水道は、首都ビエンチャンを含め、下水道が整備されている箇所はない。

3.1.3 水安全宣言への取り組み

2005年4月にラオスの公共事業省、保険省に対してWSPに基づく水質モニタリングための人材育成を行うことがWHO/WPRO(WHO Western Pacific Region)により勧告され、以降実施に向けてラオス関係省庁がWSP関連人材育成に取り組むこととなった。この勧告に基づきWHOラオス事務所では、人材育成プロジェクトとして、地方県において、水道事業体を対象としてWSPの手法を取り入れた水質管理の研修を行ってきた。

WHOラオス事務所では、人材育成のための10年計画(2000~2010年)の中で、地方都市水道事業を対象としてWSP関連のフェーズ1プロジェクトとして、パクセとパクサンにおいて水安全計画策定のための人材育成プロジェクトを実施した(2006~2009年)。

2009年から2011年には、さらに、地方都市水道事業に拡大してフェーズ2プロジェクトが実施された。また、シンガポール公営企業庁にてWHO/AusAIDの資金により行われたトレーナーズ・トレーニング(TOT:Trainer of Trainers)にも研修員を派遣した。

現在、WHOが支援する水安全計画プロジェクトフェーズ3(2012~2016年)が立ち上り、2015目標「蛇口から水道水」の実現に向け、水安全計画を推進中である。

3.2 ルアンパバン県

3.2.1 水道

ルアンパバン県は、12地区(District)で構成されている。水道が整備され給水を受けている地区は、ルアンパバン、ナムバック、シャングーン及びナーンの4地区で、県水道(PNP)は、これら4地区の水道事業を運営している。

ルアンパバン県水道の位置を図-3.3に、組織を図-3.4に示す。

調査対象地区であるルアンパバン県の地区(District)及びシャングーン郡の水道について、以下に示す。

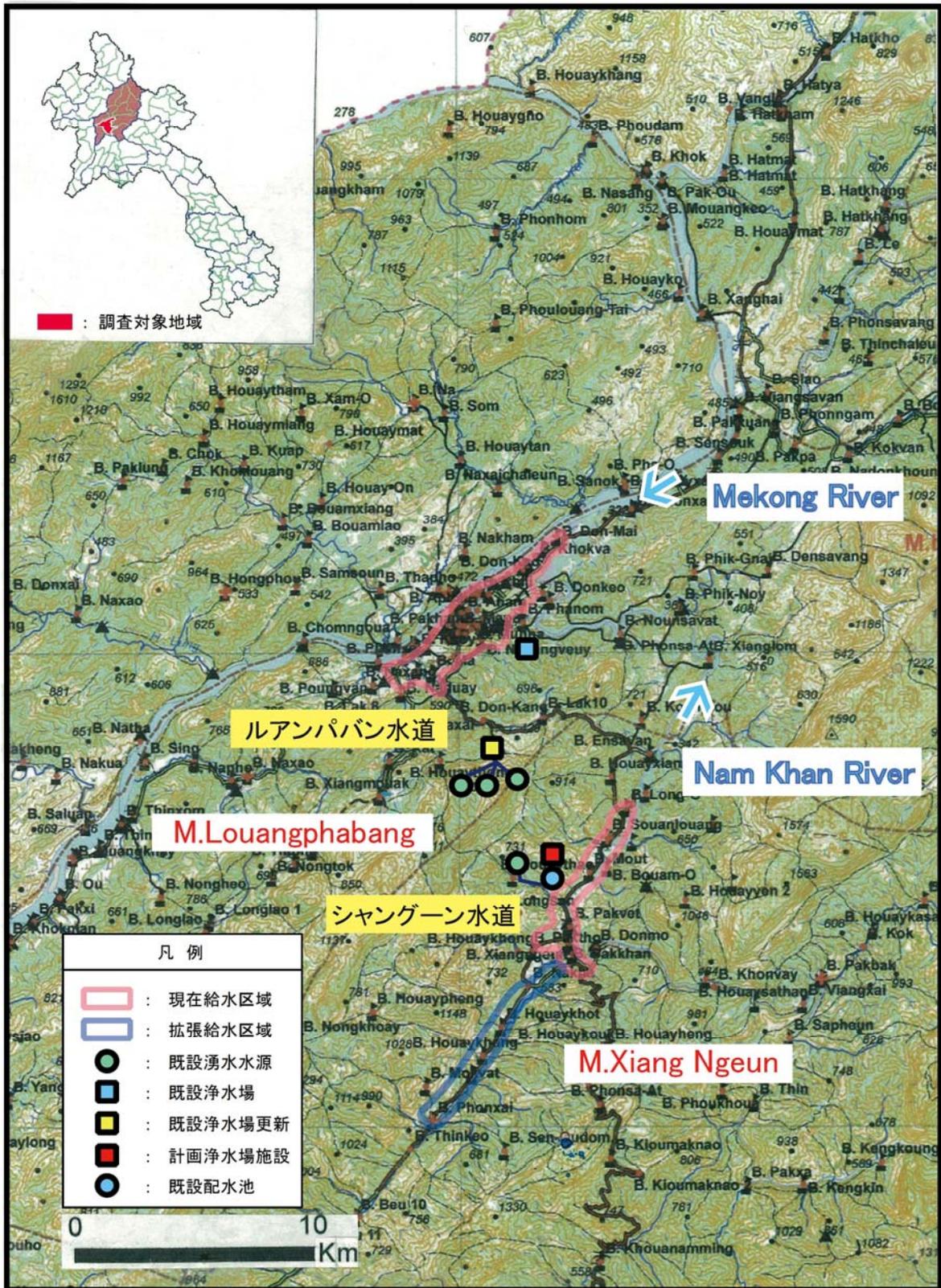


図-3.3 ルアンパバン・シャングーン水道一般平面図

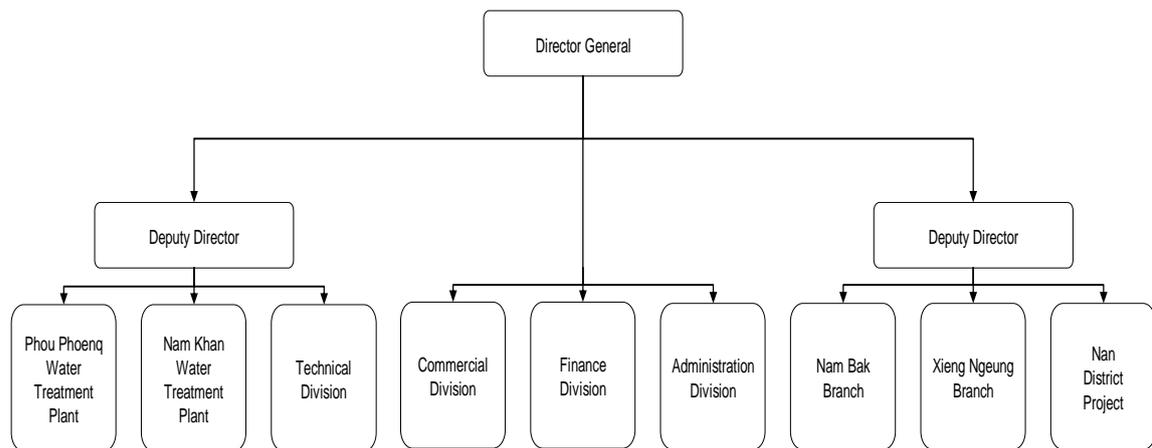


図-3.4 ルアンパバン県水道局組織図

1) ルアンパバン水道

表-3.1 にルアンパバン水道の事業実績を示す。

① 施設の概要

ルアンパバン市の 2012 年人口は 8.2 万、給水区域内人口 6.5 万人に対し給水人口は 5.4 万人であり、給水普及率は 83%で年首相決定 No.37 の 2020 年 80%を達成しているものの、水道普及率では 65%と国家目標 2020 年 80%を下回っている。

現在、既設 3 浄水場のうち、主力 2 浄水場（プープン 9,000 m³/日、パーヌム 12,000 m³/日）が市内給水を受持っている。

供給施設の現状は以下のとおりである。

- プープン浄水場は水源が湧水であり、水量的には、雨期には施設規模 9,000 m³/日以上取水が可能であるが濁度が基準を超えることがあり、乾期には 6,000 m³/日と施設能力の 67%まで落ち込む状況にある。また、1969 年に稼働し 40 年余を経た施設の老朽化が著しいこと、湧水に由来する炭酸カルシウムが 200~300mg/L と高く配管内面に蓄積するスケールが配水機能を阻害することから、浄水場の機能更新が迫られている。
- 一方、パーヌム浄水場は、ドイツ（地元銀行；2011 年調査）からの借入れによる増設事業が 2012 年に完成し、既設 6,000 m³/日に増設 6,000 m³/日を加え合計 12,000 m³/日の能力を有することとなった。しかし、増設事業では沈澱池が整備されておらず、沈澱処理は既設沈澱池に頼っており、過負荷運転を強いられている。また、雨季の高濁度時では 1 万 NTU 以上：取水停止、2 千~5 千 NTU：約 70%取水と能力を減じなければならない。
- 2012 年以降の浄水場施設能力は 22,000 m³/日が確保されるものの、プープン浄水場は、水量、水質とも課題を有し、パーヌム浄水場は高濁度時の浄水処理に不安定要素を抱えている。
- スパヌウォン大学の配水を受け持っているスパヌウォン浄水場は、2010 年ルアンパバン市水道に編入された。

2012年 22,000 m³/日の給水能力を有することとなったが、市の水道普及 65%程度では国家目標 80%にほど遠い。観光人口を要因とする（2008年 34万人：2003年 14万人の 2.5倍）水需要の急増を賄うには、既存水道施設の充実が急務であること及び量・質ともに安定給水の方策が求められており、プープン・パーヌム浄水場の改良は必須である。

一方、空港に隣接する大規模都市開発に向けた新規水需要に対しては、ルアンパバン市と AIM(タイ民間企業) 間で BOO 契約が締結され、2013年 6月の用水供給開始に向けて建設中である。

② 無収水

無収水率は 20%前後で推移しており、首相決定 No.37 の 30%目標を達成している。更なる漏水管理の徹底により、事業効率を高めることが期待される。

表-3.1 ルアンパバン水道の事業実績

項 目	単位	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	
【ルアンパバン市】									
0	県人口*0								
		407,000*1	410,370*3	413,740*3	417,110*3	420,480*3			
1	調整県人口*1	人	407,000	410,370	413,740	417,110	420,480	423,854	423,854
2	市人口	人		75,918	77,892	79,917	81,995	81,994	81,994
3	給水区域内人口	人		50,614	51,555	51,555	55,051	61,820	61,820
4	給水人口	人		46,950	47,580	49,500	49,135	50,000	51,800
5	県域水道普及率	%		11	11	12	12	12	12
6	市域水道普及率	%		62	61	62	60	61	63
6	給水区域給水普及率	%		93	92	92	89	81	84
7	年間有収水量計	m3		4,262,755	4,435,487	4,741,659	4,963,059	4,887,666	5,193,683
	7-1Domestic	m3		3,365,924	2,744,305	2,855,215	3,037,462	2,955,325	3,110,545
	7-2Non- Domestic	m3		948,987	1,719,767	1,886,444	1,925,597	1,932,341	2,083,138
8	年間無収水量	m3		1,008,747	1,070,831	1,204,013	1,479,712	1,532,509	1,594,866
9	無収水率	%		19	19	20	23	24	23
10	年間配水量	m3		5,271,502	5,506,318	5,945,672	6,442,771	6,420,175	6,788,549
11	年間生産水量			5,469,998	5,706,797	6,216,190	6,442,773	6,430,050	6,788,549
	11-1 プーブン浄水場	m3		2,980,593	2,923,855	3,107,901	3,839,943	3,347,849	4,029,710
	11-2 パーナム浄水場	m3		2,489,405	2,782,942	3,108,289	2,602,830	2,859,861	2,470,203
	11-3 スパノウオン浄水場	m3		0	0	0	0	222,340	288,636
12	1日平均水量	m3		14,442	15,086	16,290	17,651	17,590	18,599
13	1日最大水量	m3		18,053	18,857	20,362	22,064	21,987	23,248
14	負荷率	%		80	80	80	80	80	80
15	1人平均原単位	lpd		308	317	329	359	352	359
16	1人最大原単位	lpd		385	396	411	449	440	449
【4事業の総計】									
17	総収入（4事業計）	Th. Kip		4,948,104	6,389,269	7,826,990	9,383,267	11,380,661	12,276,959
18	総支出（4事業計）	Th. Kip		4,951,541	5,455,891	6,949,508	7,185,863	10,324,230	11,690,484
	18-1 維持管理費	Th. Kip		3,343,120	3,770,663	4,922,199	5,326,054	7,051,847	7,902,357
	18-2 減価償却他	Th. Kip		0	1,616,801	2,104,480	1,665,290	3,096,620	2,883,224
	18-3 長期借入利息	Th. Kip		204,990	194,519	194,519	194,519	175,763	904,903
19	収支	Th. Kip		-3,437	933,378	877,482	2,197,404	1,056,431	586,475
20	収益率	%		-0.1	14.6	11.2	23	9	5
21	給水原価	Kip/m3		1,162	1,230	1,466	1,448	2,112	2,251
22	供給単価	Kip/m3		1,161	1,440	1,651	1,891	2,328	2,364

県人口*0 : 2005年センサス人口(*1)、2012年人口(*2)、2006～2010年補間人口(*3)

市人口 : 2006～2009年 (PNP Luangprabang Water Supply Plan April 2004 by JICA etc)、2010～2012年 (市統計)

給水区域内及び給水人口 : 2006～2008年 (Annual Report 2008)、2009～2012年 (市水道局資料)

③ 配水状況（現地調査結果より）

➤ 現状における給水量

現状における給水量は、配水量は 28,000 m³/日とされている。それに対して有収水量は約 20,000 m³/日で、その無収率は 29%となる。ただし、公式の年報等においては配水量を 25,000 m³/日として、無収率は 20%と報告されている。いずれにしても、無収率 20~30%と改善の余地はあるものの一定の水準にはあると判断される。

無収水量における実際の漏水等による無効水量と有効無収水量の比率は不明であるが、給水区域が比較的平坦で給水水圧も適正であることから、有効無収水量が相当量を占めると推測できる。事実、メーターの交換はほとんど行われておらず、検針も適正に行われているとは云えない。

なお、現在の給水人口は 75,000 人であることから、無収水量を含めた原単位は 373ℓ/日人となる。これに対し、計画上の原単位は 220ℓ/日人とされており、実績原単位より小さい数値となっている。これは年間 200 万人（一日平均 5,500 人）とされる観光客の使用水量と漏水等の無収水量によるものと考えられる。

これらの事から、需要構成を推測すると表-3.2 のようになる。結果的に無効水量は 37%程度と推測される。なお、給水量が後述する現状の浄水場能力より大きいのは、浄水場のオーバーロード運転によるものである。

表-3.2 現状における需要構成の分析

		原単位 (ℓ/日人)	給水人口 (人)	給水量 (m ³ /日)	構成比率 (%)
有効水量	生活用	220	75,000	16,500	58.9
	観光用	220	5,500	1,200	4.3
	計			17,700	63.2
無効水量				10,300	36.8
合計			80,500	28,000	100.0

注) 観光用一人あたり原単位は生活用原単位と同値として推定した。

➤ 浄水場の能力

既存および現在建設中の水源および浄水場の能力を表-3.3 に整理する。

現在建設中の AIM 浄水場を合わせると概ね供給能力と需要は拮抗している。

ただし、プープン浄水場の湧水は乾期に 6,000 m³/日程度に減少することから、現在はパーム浄水場のオーバーロード運転でまかなっている。この状況は現在建設中の AIM 浄水場が完成すれば、ある程度解消されることが予想される。

なお、AIM 浄水場の 3,000 m³/日はフェーズ 1 での水量として、現時点で 2013 年 6 月の共用開始予定となっている。また、追加工事なしで 10,000 m³/日まで増量可能で、最終的には 30,000 m³/日まで拡張する計画となっている。当初の 3,000 m³/日は責任水量であり、水

単価は LAK4,000/m³ と設定されている。しかし、この単価は現在の供給単価と比較して割高であり、今後増量すると NAMPAPA の財政に大きな影響を及ぼすことが懸念される。本浄水場は、30 年間の BOO により運営されることとなる。

表-3.3 水源および浄水場の能力

区分	水源		浄水場	
	名称	水量	名称	水量
既設	湧水Ⅰ	2,160	プーブン	9,000
	湧水Ⅱ	3,890		
	湧水Ⅲ	3,020		
	小計	9,070		
	ナムカン川	12,000	パーヌムⅠ期	6,000
			パーヌムⅡ期	6,000
			小計	12,000
メコン河	1,000	スパヌオン	1,000	
既設 計	22,070	既設 計	22,000	
建設中	ナムカン川	3,000	AIM	3,000
合計		25,070		25,000

➤ 送配水システム

送配水フローを図-3.5 に、給水区域図を図-3.6 に示す。

配水系統に関しては仕切弁等に各系統を遮断しておらず、多点注入方式による一体運用となっている。このため、水源量と給水量のバランスによって給水エリアが変動する。図-3.6 に示した各系統の給水エリアは、概ねの目安である。

下記に各系統毎の概要・問題点等を整理する。

ア) プーブン浄水場系統

3 箇所の湧水を水源とするプーブン浄水場からは、プーコナチヌオン配水池へ自然流下で送水している。なお、本送水系統の水位差は約 80m あり、小水力発電を導入することも考えられる。配水池容量は 4.2 時間と十分な需要調整能力を有していない。

また、プーコナチヌオン配水池の水位は他の配水池と比較して最も高いものの、乾期に湧水水量が減少するためその給水エリアは縮小する。

水源が湧水で水質が比較的良く、浄水コストも少なく、送配水システム全体が自然流下であるため、最もコストの低い系統となる。

イ) パーヌム浄水場系統

ナムカン川の表流水を水源とするパーヌム浄水場は、6,000 m³/日の能力を有し、市内に位置するプーシーヒル配水池に送水して配水していた（フェーズ 1）。近年ドイツの援助で 6,000 m³/日のろ過池のみを増設し合計で 12,000 m³/日の能力を有する（フェーズ 2）。

増設系統の配水池は、プラヌオン配水池である。プーシーヒル配水池、プラヌオン配水池共に配水池容量はそれぞれ 5.6 時間と 4.0 時間と十分な需要調整能力を有していない。

なお、フェーズ 2 の浄水場系等建設時に沈澱池を設置しておらず、フェーズ 1 の沈澱池を共用している。したがって、沈澱池は常時オーバーロード状態となっており、ブロックのキャリーオーバーが多く、ろ過池に負荷がかかっている状況にある。

これらのうち、特にプーシーヒル配水池への送水管は途中で多数の分岐が存在し、直接配水管に接続されているため、配水池へほとんど届かないのが実情であり、事実上送配分離システムは破綻している。

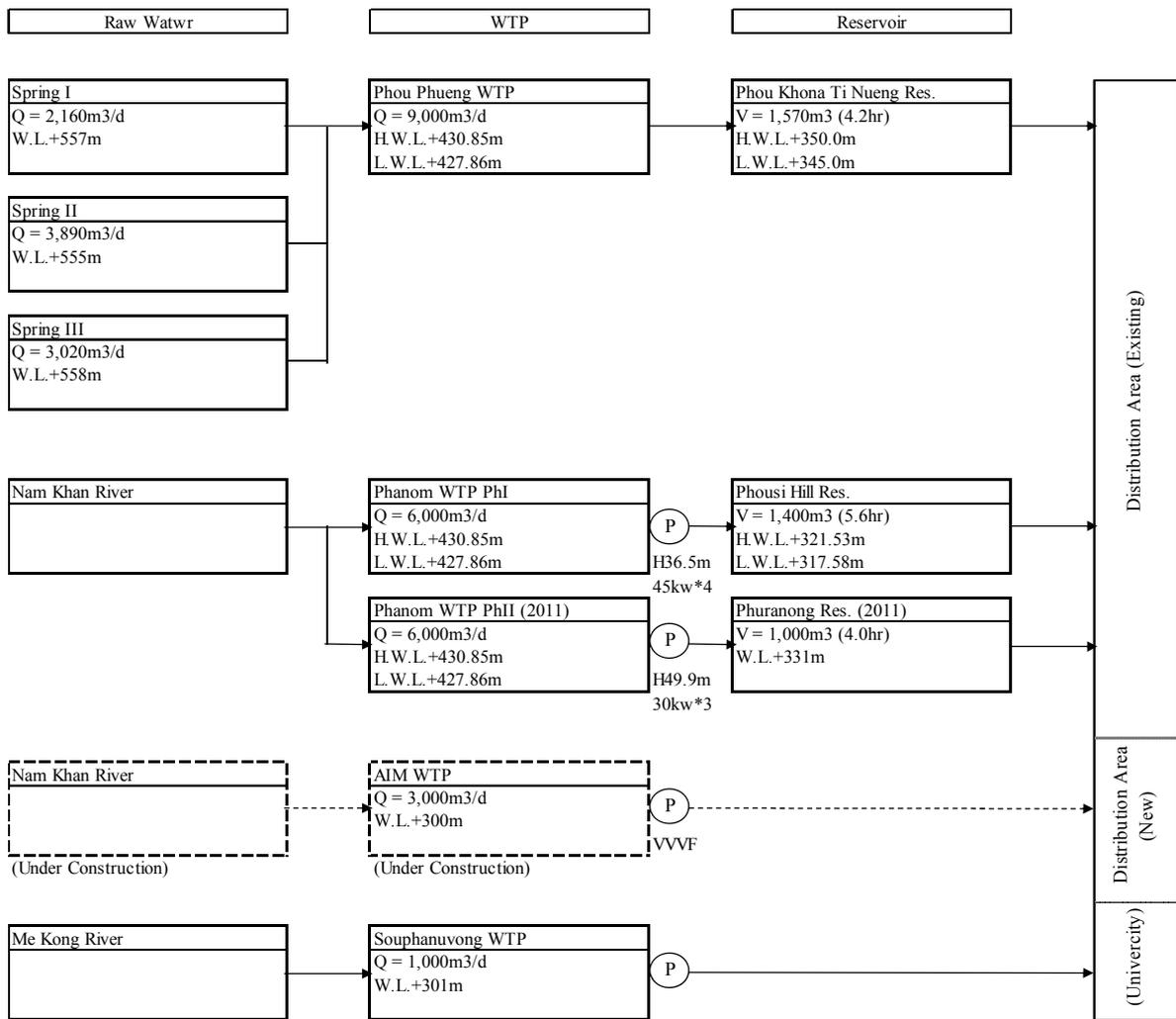
ウ) スパヌオン浄水場系統

メコン川の表流水を水源とするスパヌオン浄水場は当初大学専用の浄水用として建設され、1,000 m³/日の能力を有している。近年、NAMAPA に移管され、余剰水は給水エリアに配水されている。

エ) AIM 浄水場系統

前述のように当初の供給能力は 3,000 m³/日であるが、将来的には 30,000 m³/日まで増設する計画がある。NAMAPA へは用水供給を行うことになっており、数カ所の責任境界に双方で流量計を設置して水量を管理する事となっている。

また、将来的には配水池を築造し自然流下で送水する計画があるが、当初は VVVF 制御により時間変動に対応するものの配水池がなく、NAMAPA が責任水量をコントロールして受水することが非常に難しい。今後、これらの水運用を行うために、例えば、プラヌオン配水池へ接続して受水量を調整できるシステムにすることは緊急の課題と考える。



注) 浄水場の水位は浄水池の水位を示す。

図-3.5 送配水フロー図

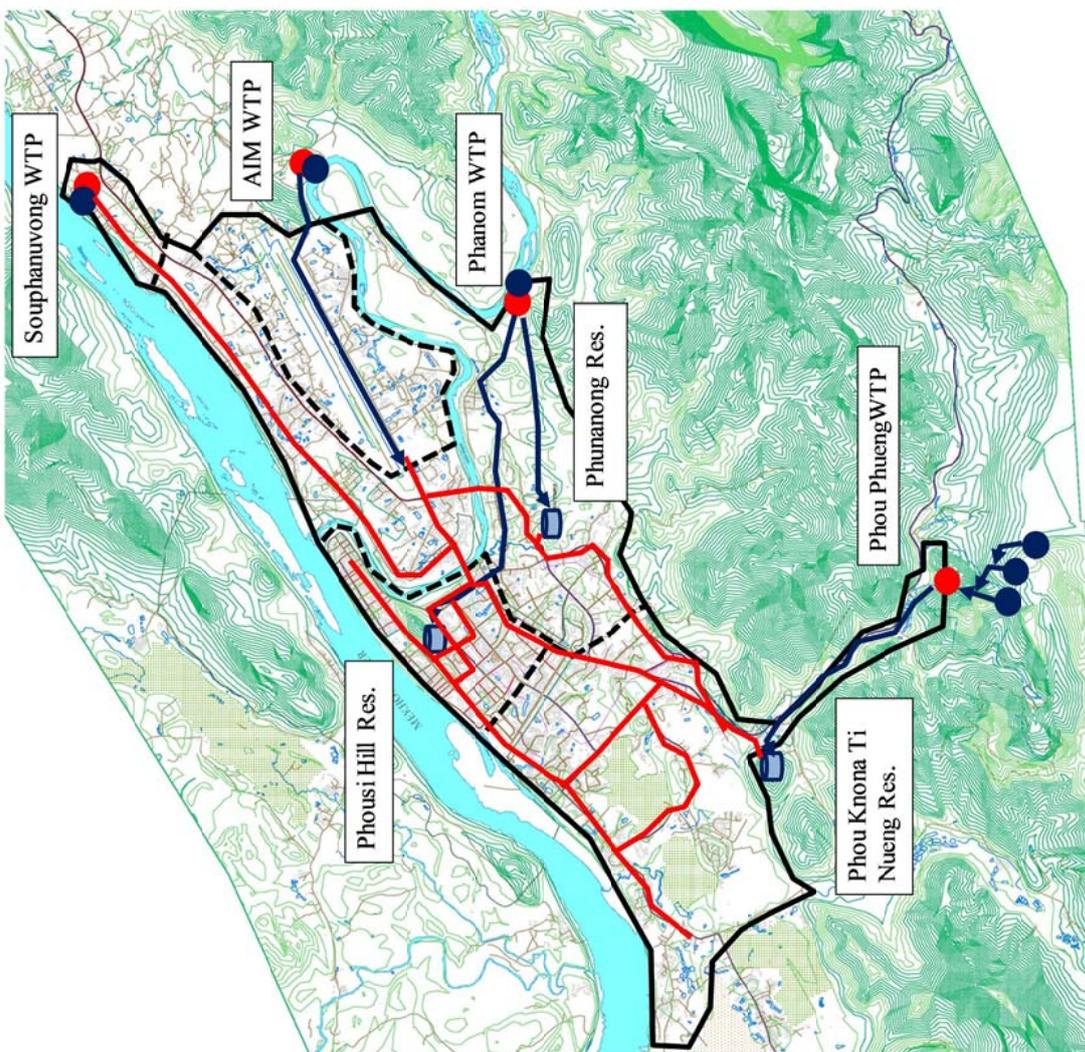


図-3.6 給水区域図
27

2) シャングーン郡水道

表-3.4 に、シャングーン郡水道の事業実績を示す。

① 施設の概要

メコン川合流地点より約 30 km 上流ナムカン川沿いのシャングーン郡水道は、ルアンパバン市の東南に隣接したシャングーン郡に位置し、UN-HABITUT により整備され、2006 年よりシャングーン村他 7 村に、2011 年から 12 村に給水しておりその概要を図-3.7 に示す。

その水源は、ルアンパバン市水道プープン浄水場水源の背面尾根の南に位置した湧水であり、塩素消毒を施し、配水池より自然流下で 12 村に給水している。水源は湧水であるが、降水時に原水濁度が高く、飲料水水質基準を超えることがみられ、変則的ではあるが、配水池に凝集剤を注入し一時凌ぎをしている状況である。

施設は、2030 年目標（給水人口 15,000 人、日最大給水量 2,300 m³/日）規模の能力を備えている。

② 無収水

施設が新しいこともあり、無収水率は 20%前後で推移しており、首相決定 No.37 の 30% 目標を達成している。

表-3.4 シャングーン水道の事業実績

項 目	単位	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
【シャングーン郡】								
1	県人口	人						
2	市人口	人						
3	給水区域内人口	人	6,852	6,881			8,292	8,422
4	給水人口	人	4,200	5,470	6,175	6,875	6,969	7,571
5	県域給水普及率	%						
6	県域給水普及率	%						
7	給水区域給水普及率	%		61	79		84	90
8	年間有収水量計	m ³	65,532	126,144	177,984	218,765	246,297	309,939
	8-1Domestic	m ³		122,022	158,328	166,932	187,251	233,752
	8-2Non- Domestic	m ³		11,165	19,656	51,833	59,046	76,187
9	年間無収水量	m ³	21,859	21,859	49,078	45,603	38,609	59,347
10	無収水率	%	25	16	22	17	14	16
11	年間配水量	m ³	87,391	139,620	227,062	264,418	284,906	369,286
12	1日平均水量	m ³	239	383	622	724	781	1,012
13	1日最大水量	m ³	299	478	778	906	976	1,265
14	負荷率	%	80	80	80	80	80	80

15	1人平均原単位	lpd		91	114	117	114	119	134
16	1人最大原単位	lpd		114	142	147	142	149	167
17	総収入	T.Kip	368,007	475,527	383,545	538,661	508,185	624,481	
18	総支出	T.Kip	371,922	473,304	616,401	687,113	653,834	766,844	
	18-1 維持管理費	T.Kip				461,391	416,206	482,110	
	18-2 減価償却他	T.Kip				225,722	237,628	284,734	
	18-3 長期借入利息	T.Kip				0	0	0	
19	収支	T.Kip	-3,915	2,223	-232,856	-148,452	-145,649	-142,363	
20	収益率	%	-1	0.5	-61	-28	-29	-23	
21	給水原価	Kip/m ³	5,675	3,752	3,463	3,141	2,655	2,954	
22	供給単価	Kip/m ³	5,616	3,770	2,155	2,462	2,063	2,406	

2009年給水人口：2008～2010年の給水人口の補間人口

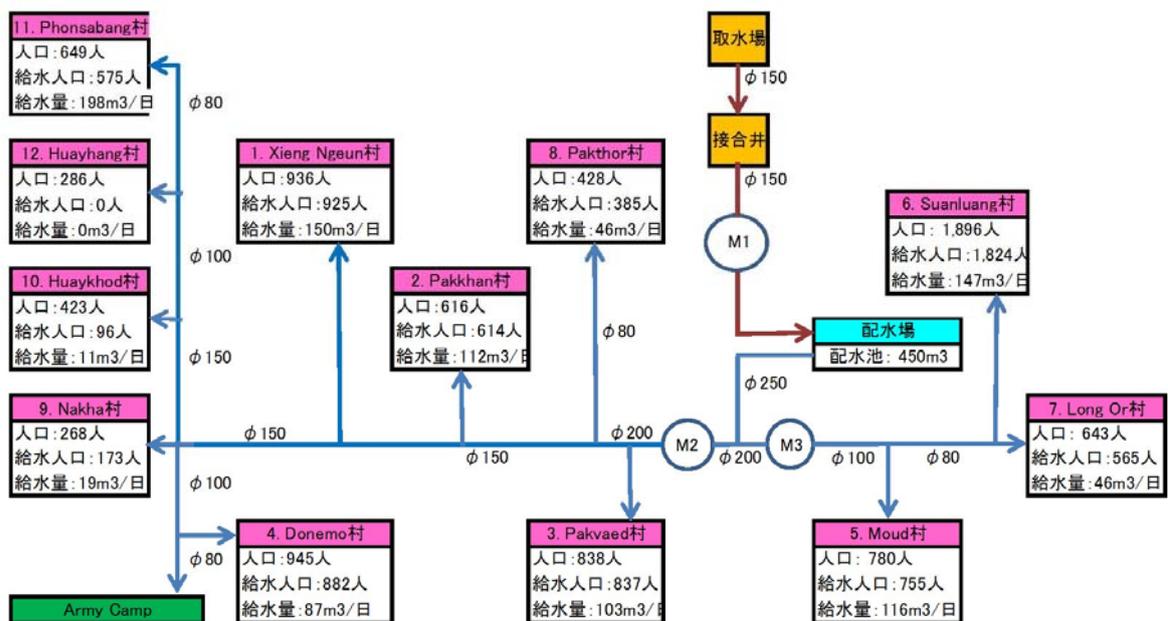


図-3.7 2012年シャングーン水道概要図

3) 県水道経営分析・評価

ルアンパバン県水道が、ルアンパバン市での事業と共に、シャングーン郡水道を自らの事業所のひとつとしてとして運営管理している。

シャングーン郡水道は 1,000 m³/日以下と事業性の厳しい小規模水道である。シャングーン郡単独では、2006年～2009年の4年間のうち3年は総収入が総支出を下回っており、単独での事業性は、水道料金の高止まりは避けられず、負担軽減等からルアンパバン水道の事業所として運営管理されていることが伺える。

以下の経営分析評価は、シャングーン郡水道を含むルアンパバン県全体の水道経営に対するものである。

① 事業規模および事業収支

事業規模と収支バランスは、過去 10 年間に於いて図-3.8 に示すとおりに移している。また、収益性指標（売上高対営業利益率および売上高対純利益率）は図-3.9 に示すとおりに移している。その分析結果は以下のとおりである。

- 2005 年と 2006 年の 2 年に亘って赤字を計上したが、これは新規投資による事業拡大のためのコストアップ（減価償却費の増加のみでなく、新規投資に伴う操業経費が旧来の施設による場合と比較して大きく増加するものと推察）と考えられる。
- 2007 年以降は再び黒字に転換している。これは、投資コストを回収するために、フルコストリカバリーの精神に基づき、水道料金単価改定対応したことによるものと評価できる。そして、この水道料金単価改定率（データは加重平均実績ベース。2004 年以前のデータは無いが、2004 年に推定値を置いて、それ以降の推移を示した。）は物価上昇率より高く、概ね国民一人当たりの GDP 上昇率（グラフ上では、両指標とも 2004 年のタリフを基準とした変動推移を示す。）とリンクするレベルであり、アフォーダビリティレベルの維持を確保するものと評価できる。
- 2003 年（純利益率=15%弱）から 2007 年（純利益=▲10%弱）へと収益性が低下している、そして、2007 年から 2009 年に掛けて水道料金単価改定によって V 字回復して、2003 年以前の収益性を取り戻している。但し、2010 年には純利益率が一時的に水面近くまで落ち込んでいる。これは、②項で述べる資本構成の変動（株式を劣後負債に転換）に伴っての利息負担増によるものと解釈できる。しかし、2011 年も同様であるべきだが、利息支払が大幅に減少している点が解せない（今後、確認すべき課題となる。）ところである。

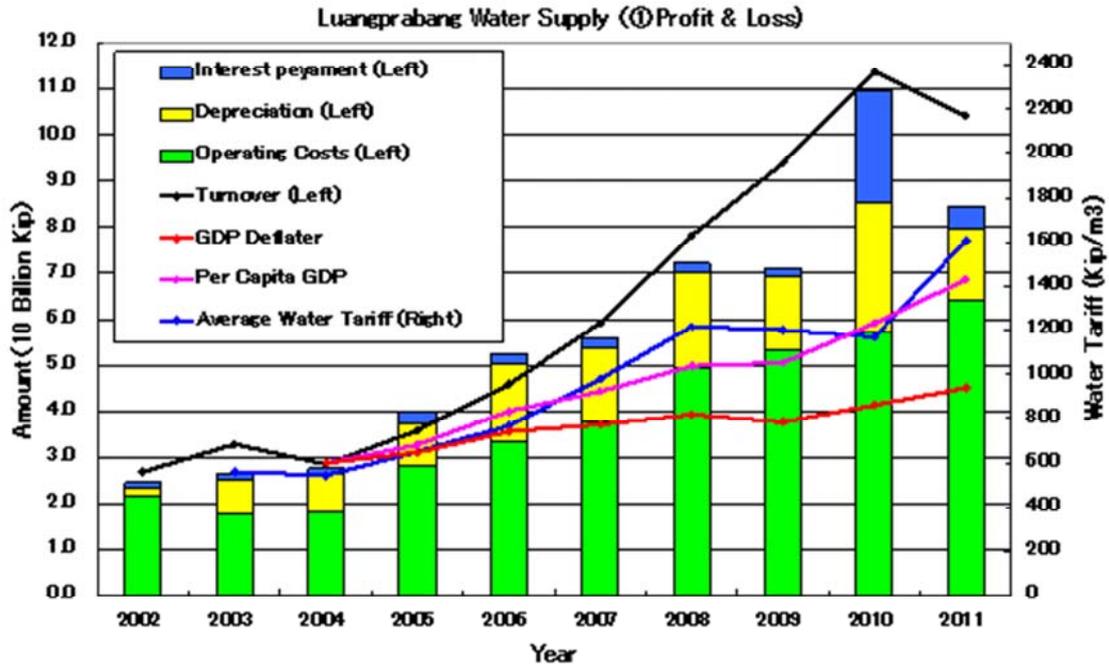


図-3.8 ルアンパバン水道財務状況

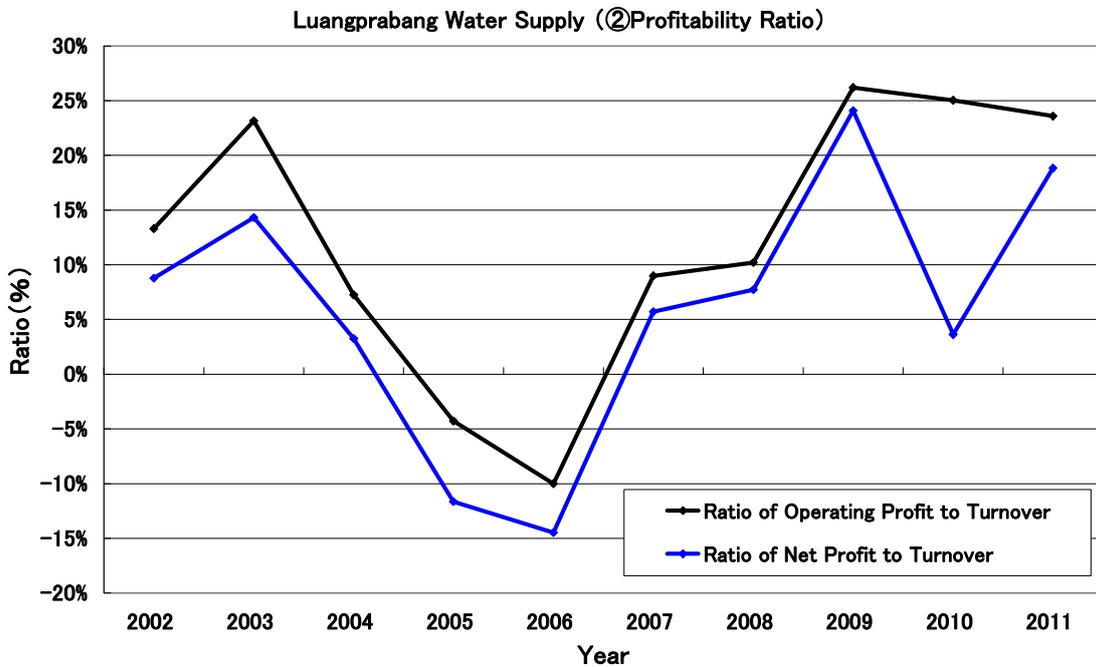


図-3.9 ルアンパバン水道収益率

- 結果として、事業規模（売上高）は2004年から2011年に掛けての7年間で30億 Kip から170億 Kip へと5.7倍に飛躍した。しかし、日本円換算すると、やっと2億円前後レベルである。なお、2012年に一旦220億 Kip に伸びた売上額が2011年に大幅に減少している。平均水道料金単価がこの間に40%近く上昇しているにも拘らず、売上げが20%以上も低下するという事は、何らかの異常状態（設備面あるいは気象面）があったのではないかと察せられる。今後の確認課題とする。
- 今後の水道事業の普及の方向性を知る上で、以下の指標を確認する。
 - ・ 引込契約者数は、2004年に7,000戸弱であったものが、2011年には14,000戸強へと2倍強の増加となっている。
 - ・ 一方で、販売水量は2004年から6百万 m³ 弱から、2011年に至っても7百万 m³ へと微増に留まっている。ただし、2009年に8百万弱、2010年に10百万強と伸びた後に、2011年に激減したものであり、2011年に何らかの異常状態（設備面あるいは気象面）があったものと解釈すると、この間の潜在的な伸びは2倍近くと評価できる。そうすると、上述の引込契約者数の増加とほぼ一致していることから、一戸当たりの使用量に変化は生じていないことになる。しかし、2011年には供給不足で給水制限が行われたものと察せられる。
 - ・ 普及率は、2004年～2011年を通して90%である。給水時間も24時間となっている。
 - ・ 無収水率は、2004年には約25%であったものが、2011年には約16%へと大幅改善している。販売水量は2002年の5百万 m³ から6.5百万 m³ へと30%増加している。

② 貸借バランスと事業安全性

事業安全性の指標として、資産と資本の構成推移を図-3.10に示す。この図から事業安全性に関して以下のとおり評価できる。

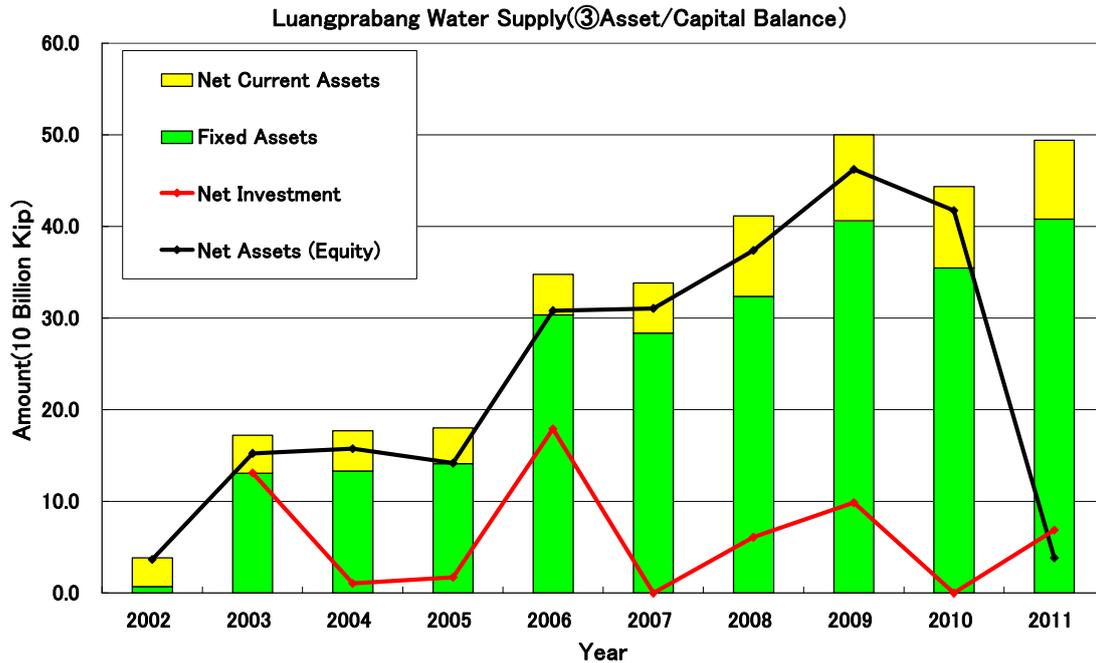


図-3.10 資産と資本の構成推移

- 資本構成： 図-3.10 から一目瞭然であるが、エクイティの総資本に対する比率が 2010 年以前は 90%以上と高かった。2010 年から 2011 年に掛けて資本金を劣後負債に転換したものと察せられ、逆にエクイティの比率が 8%程度に下がっている。しかし、劣後融資も株主資本と察せられるため、株主資本比率は逆に 100%（一般の負債は逆に完済したものと察せられる）と評価できる。いずれにしても、安定経営を志向しているものと評価できる。そして、今後の設備投資に対しては、劣後融資を積み増していくものと察せられるが、財政負担が大きくなると共に PPP による投資促進の方向へ進まざるを得ないものと推察する。
- 短期流動性： 貸借対照表では、「純流動資産（＝流動資産－流動負債）」という概念を使用している。即ち、純流動資産が常に正の値となっているということで、常に流動比率>100%ということになり、短期流動性が確保されているものと評価できる。
- 長期流動性： 2010 年以前は、常に純資産（＝株主資本）>固定資産（投資は全て自己資金のみで実行している）であることから、固定比率<100%ということになり、長期流動性が確保されているものと評価できる。2011 年については固定比率が 100%を大幅に超えることとなっているが、上述の劣後融資を含めた長期固定比率は 100%以内となっているため問題無いものと評価する。固定資産の規模は 2004 年の 170 億 Kip 程度から 2011 年には 400 億 Kip 強に増加している。しかし、増加したと言っても、円換算すると 5 億円程度である。減価償却の一方で新規投資を行うことで資産が増加することになるが、その新規投資の額を見てみると、2003 年に 130 億 Kip、2006 年に 180 億 Kip、2008 年に 60 億 Kip、2009 年に 100 億 Kip、2011 年に 70 億 Kip 程度の純投資を行っていることが判る。しかし、円換算すると、数千万から 2 億円のレベ

ルであり、その程度の投資が同地域での水道事業にとっては大きな負担（第1項で述べた収益性低下要因）となっているものといえる。なお、2002年には固定資産が殆ど無いことから、ルアンパバン県の水道事業は2002年までは償却済みの古い資産を利用してきたものと推察する。

③ 投資収益性および資産効率性

投資収益性指標として、ROE (Return on Equity) と ROA(Return on Asset)の推移を図-3.11に示す。また、図-3.12に資産効率性指標として総資産（流動負債は流動資産と相殺）回転率の推移を示す。これらの指標分析結果は以下のとおりである。

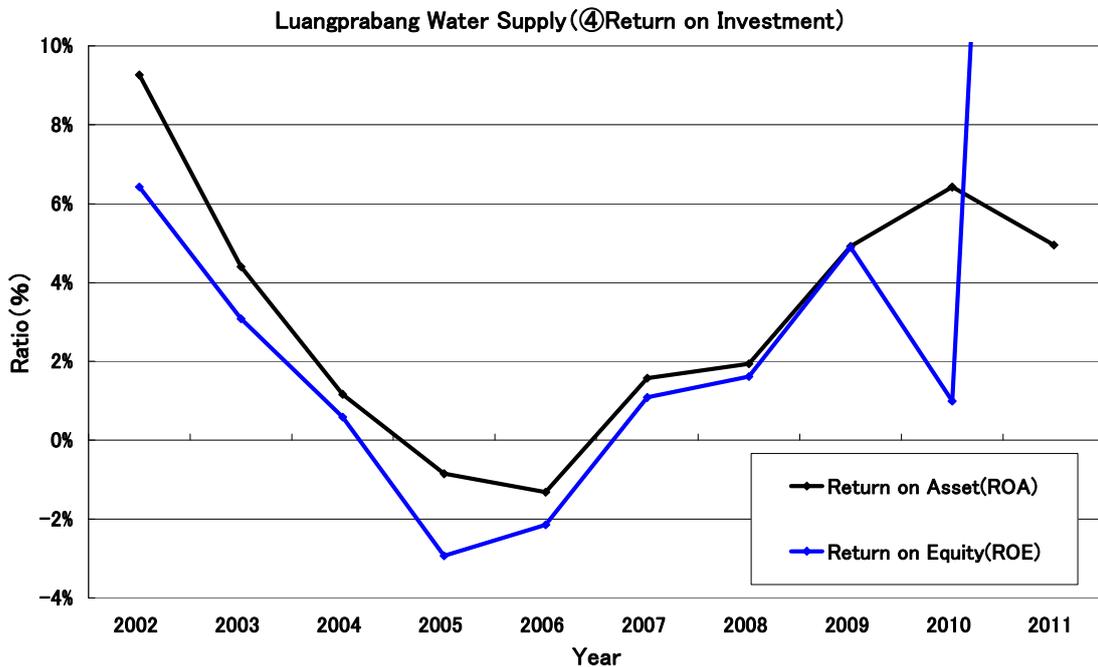


図-3.11 ROA、ROE 推移図

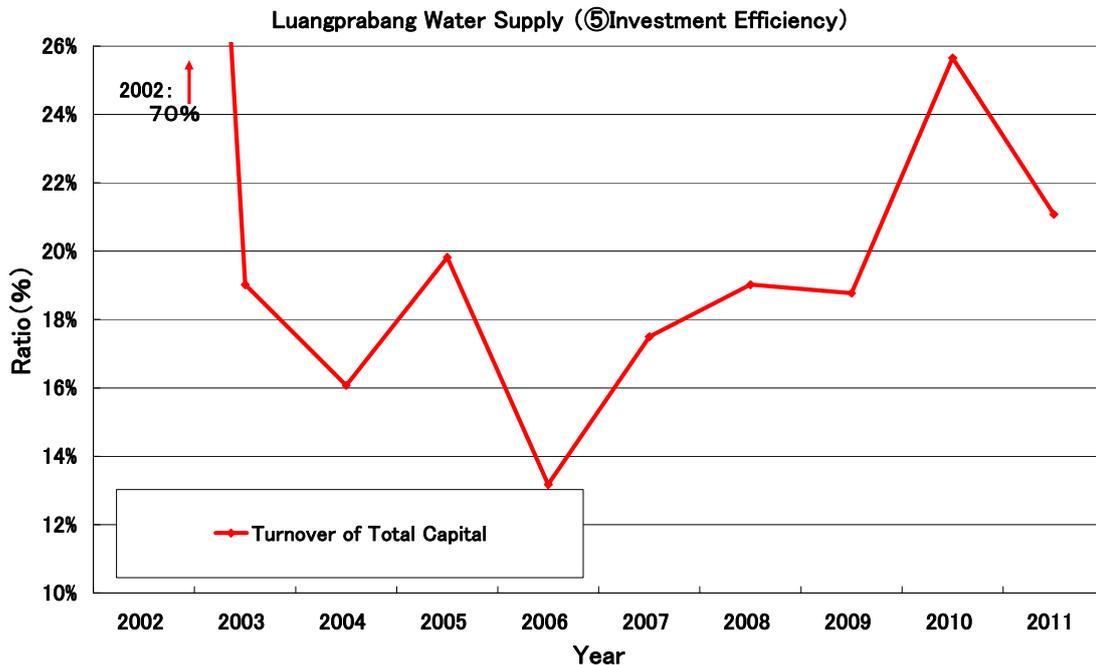


図-3.12 総資産回転率

- 図-3.11 は図-3.12 と類似の推移となる。ROE が 2011 年に大きく上昇しているのは、上述の劣後融資化のためであり、実質的な変化ではない。
- 投資家（株主）は金融機関より高い利回りを要求するものであるが、恒常的に ROE < ROA で推移してきた。2010 年・2011 年に跳ね上がっているのは、劣後融資を株主資本として扱っていないためであり、逆に 100% 株主資本とすると、ROA と一致することになる。従って、株主の投資収益性は一般的な投資家（＝民間投資家）にとって満足のいくレベルではないものと認識する。
- 総資産回転率は変動が激しいが、概ね 20% ± 5% 前後（2002 年は事業開始当初で例外的に高い）で推移している。

④ キャッシュフロー

キャッシュフロー表は添付されていないが、DSCR（Debt Service Coverage Ratio）が（2004～2008 年のみであるが）示されているため、その推移を図-3.13 に示す。DSCR が常に 1.0 を大幅に上回っており、2006 年の 1.7 を底として右肩上がりとなっているため、キャッシュフロー上の支障は無く、事業安全性は高いものと評価できる。これは、前述のとおり、負債比率が低いためと理解できる。

ただし、DSCR は金融機関への元利返済額の何倍のキャッシュフローがあるかを示す値であり、金融期間への金利より高い配当利回りを期待する株主としては、必然的に DSCR > 総資産 / 負債でなければならない。したがって、DSCR > 10 でなければならないことになり、収益性の視点からは不満足なレベルといえる。

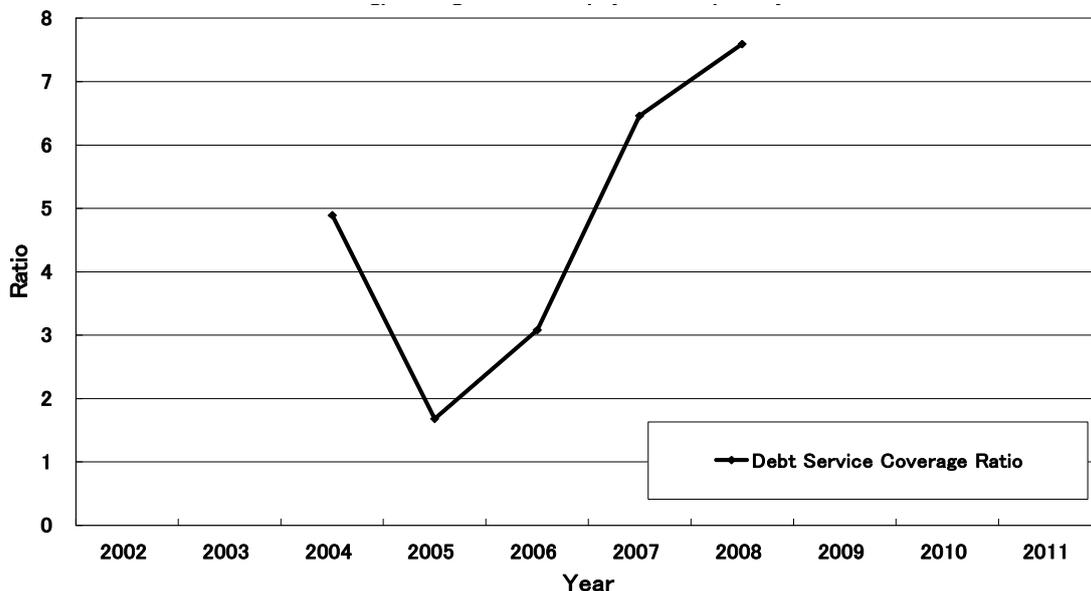


図-3.13 DSCRの推移

⑤ コスト分析

2002年から2005年のコスト構成比率は図-3.14のとおりに移している。なお、分析上で以下の点が指摘できる。この期間においては以下の傾向を示しているが、その後の推移にそのまま適用できるとは言えないが、浄水プロセスの変遷等で変わるため、現段階では参考データとして留める。

- **Installation Cost** については、資産計上されない据付工事費があるのか、メンテナンス費用との区別はどうなっているのかが不明瞭であるが、大きな要素となっている。
- 人件費が20～30%を占めている。
- 電力と薬品は浄水処理量に比例するものと考えられるが、全体に占める割合も比較的安定して推移している。諸経費についても、2004年のみ突出している点を例外とすると、比較的安定して推移している。

なお、コストの概念には含まれないが、法人税の適用に疑問がある。2005年と2006年を除き毎年純利益を計上しているにも拘らず、2003年に1.6億 Kip の法人税を計上しているのみで、その他の年度には一切計上されていない。赤字の年度繰越ルール適用だとしても相殺後利益が計上される筈である。国営企業としてなのかどうか、今後の確認課題とする。

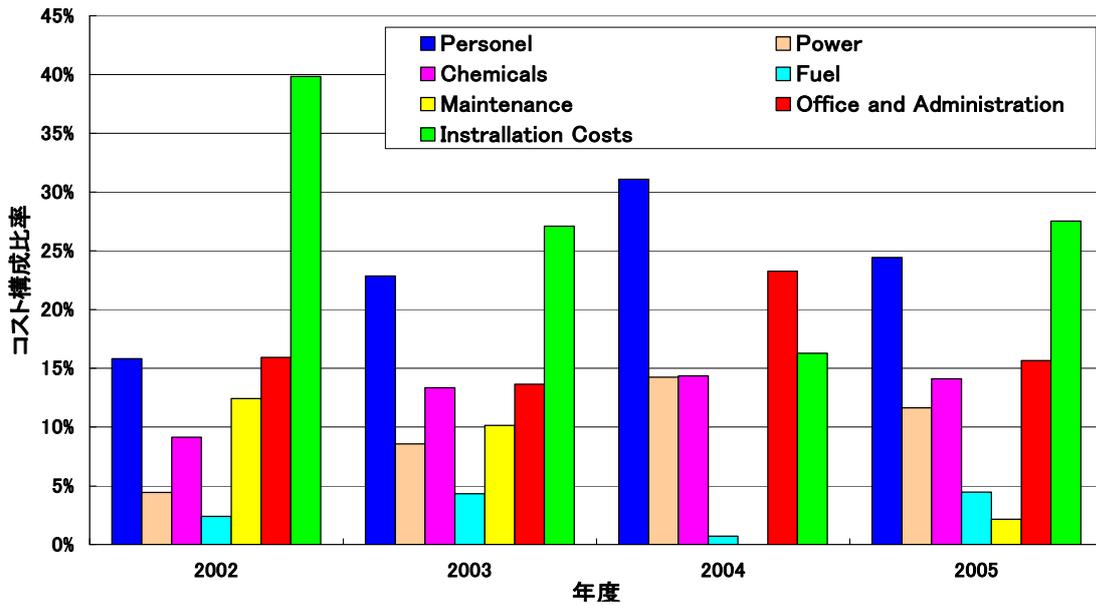


図-3.14 コスト構成

⑥ 他県との経営状況比較

2008年時点での首都ビエンチャン及びその他15県（地域）における水道事業との比較を行う。

- 事業規模（売上高）では、圧倒的に首都ビエンチャンが大きい（ルアンパバン約9倍）。
- 普及率は当県が第1位（90%強）である。首都ビエンチャンは意外にも50%前後と低位に低迷している。
- 一引込契約当たりの無収水量は首都ビエンチャンが最下位で、当県はワースト3である。いずれも、面整備が古く老朽化が進んでいるものと推測される。
- 水道料金平均単価は当県（1,217Kit/m³）が最下位である。最高は3,109Kit/m³と当県の2.5倍である。全地域単純平均で、2,343Kit/m³の中で、首都ビエンチャンも1,327Kit/m³と低位である。いずれも、他県との比較に於いて規模の経済が働いているものと理解できる。
- 造水コスト（減価償却費・資本コスト・税金は含まない）は、当県が約300Kit/m³で堂々の1位である。最高の2,000Kit/m³と比較すると雲泥の差である。首都ビエンチャンは600Kit/m³で4位である。ビエンチャンと当県のコスト構成を比較してみると、ビエンチャンが人件費比率を低下させていること以外はほぼ同様の構成となっている。
- 収益性（ROA）については、黒字が5県のみで、その中でも当県が第1位である。首都ビエンチャンは6位であり、赤字県の中では軽い方であるが、過去2003年から2008年まで6年連続の恒常的赤字体質となっている。その間の累積損失は460億Kitに上り、株主資本の15%程度を毀損していることになる。そのため、固定比率が100%を超えて、長期借入金が増加している。

- ▶ 首都ビエンチャンでも 2002 年までの資産は僅かであって、2003 年に大規模投資をしている。全国的に水道事業がこの時期に転換期を迎えたものと認識する。

3.2.2 下水道

ルアンパバン県では、現在下水道の整備はおこなっていない。現状として、生活排水は無処理のまま道路側溝などによる排水施設へ流し、最終的に国際河川のメコン川へ放流されている。そのため、中心市街地では、排水処理や臭気の問題が深刻化している。

現在、AFD にて、下水道整備におけるマスタープランを作成中であり、2013 年 4 月に完成し、公表する予定である。このマスタープランでは、既存施設を有効に活用し、維持管理を含めて総合的に検討することとしている。

また、パイロット事業として簡易的に AFD で整備することが決まっているが、その後の本格的な処理場建設などについては、整備方法や事業主体など決まっていない。

以下、図-3.15 に現況の排水システムの概況を示す。

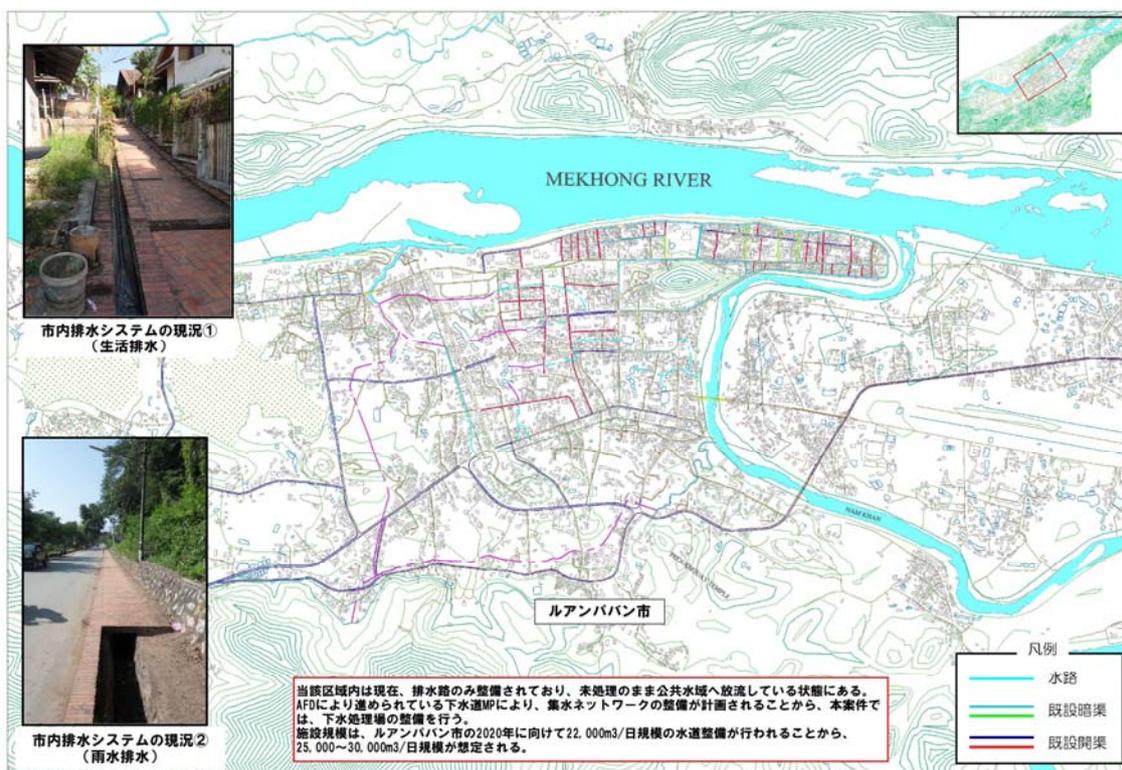


図-3.15 現況排水システム

3.3 上下水道関連法制度

3.3.1 水道

1) 水道政策と水道関連法制度

ラオス政府は、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、この目的達成のために、ここ10年の間に、WBやADBの支援を受けて、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。

水道に係る法令等に関しては、以下に整備された主な法制度があり、これらの法制度及び関連規定の下、行政側は水道に係る指導・監督を、水道事業者はその運営を実施している。

- 1999年9月の首相決定 No.37
「水道セクターに関する管理と開発：Management and Development of the Water Supply Sector」
- 2003年10月 ADB TA 3006 (No.19/WRCC) 水道に関する方針「Water Sector Strategy and Action Plan」
- 2004年4月の公共事業省決定 No.5336 「Water Supply Tariff Policy of Lao PDR」
- 2005年7月の首相命令 No.191 「都市水道運営に関する規制：Regulation of Urban Water Supply Operations」
- 2005年7月公共事業省住宅都市計画局決定 No.8027 「WSD's roles and responsibilities」
- 2007年 DHUP 水道に関する方針「Water Sector Investment Plan(WSIP)」
- 2009年7月水道法が国会で承認

以上の法令には水道セクターの役割、水道事業の運営・人材育成・独立採算・無収水・料金徴収率・水道料金による給水コスト回収率・更新費用の減価償却回収率・資本利益率等が規定されている。それらのキーワードとラオスの関連法令の関係を、

表-3.5 水道セクターに係る関連法令に示す。

水道監査委員会(WSRC:Water Supply Regulatory Committee) は、県水道事業体の上記の内容を含めた事業実施結果を設定指標に基づき分析評価し、その実績を年次報告書として定期的に発行している。また、その結果は政府に報告されると共に、水道事業運営に対する指導・監督の情報として活用されている。

表-3.5 水道セクターに係る関連法令

分類	水道法		首相命令 No.191		首相決定 No.37		DHUP 決定 No.5336	
	2009/7 国会承認		2005 年 7 月		1999 年 9 月		2004 年 4 月	
水道事業の整備・運営	○	・水道事業者の義務	○	・都市水道運営に関する規制 ・水道事業規制(技術/財務)	○	水道事業者の事業運営		
水道セクターの役割					○	水道セクターの役割		
人材育成	○	投資促進方針			○	予算確保		
独立採算	○	・水道料金規定 ・事業結果の報告義務			○	・資金の調達と回収 ・事業運営の規定と実績報告	○	水道料金政策
無収水					○	無収水 30%目標		
料金徴収					○	徴収率 90%目標		
水道料金					○	減価償却費の 100%回収目標		

2) 民間投資及び 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 事業の推進を、前項に示した法制度等を適用し、実践している。その視点で関連法制度を以下に整理する。

- 1999 年首相府決定第 37 号
最新の NGPES(National Growth and Poverty Eradication Strategy)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及び投資計画の基本となっている。
- 2004 年 MPWT 決定 5336
本決定は水道料金政策を規定するもので、フルコストリ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。
- 2005 年会社法

1)に示した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するもので、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。

➤ **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、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）及び第三者機関としての水道規制委員会（WSRC）の設置及び機能を規定している。

➤ **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（首相府決定 191号）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。

➤ **2009年水道法**

ラオス政府は、水道政策及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が BOT、BOOT、BOO、その他として第 25 条に定められている。この法律策定は、WB の支援によるものである。

3) 都市部のカテゴリーと水道水の価格フレーム

➤ **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を、表-3.6 に示す。

表-3.6 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
(ア)	小規模都市水道供給システム対象都市	144

➤ **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。

4) 水道料金体系

➤ **利用者カテゴリー**

政府の料金政策においては、以下の 5 分類の利用者カテゴリーとなっている。

- ① 人民、職員、兵士、警察官

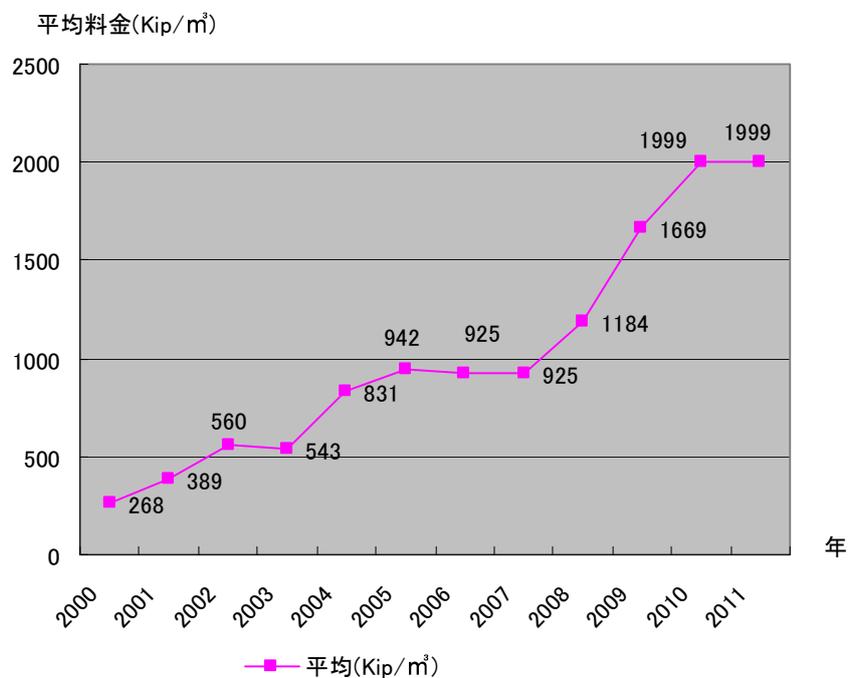
- ② 国家機関、学校、病院
- ③ 事業所、商業、サービス業、飲食店
- ④ 原材料として水を使用する工場
- ⑤ 外国人、外交官、国際機関、海外法人

➤ 使用水量

使用水量については、前述の利用者カテゴリーを基に、水量に応じてカテゴリー化されている。

5) 平均水道料金の推移

2001年から2011年までの平均水道料金の推移は、図-3.16のとおりである。



(出典) 現地調査収集資料から作成

図-3.16 平均水道料金の推移

3.3.2 下水道

下水道を整備していないため、下水道法などは制定されていないが、排水基準は策定されている。表流水基準については、COD 5 mg/L、BOD 1.5 mg/L という基準は、かなり厳しい基準と考えられる。表流水 COD5 mg/L は、アユやヤマメなどが生息できる基準である。以下に排水基準を示す。

表-3.7 ラオスの表流水水質基準

No.	Parameter	Unit	Standard Value
1	Color, Odor, Taste	-	Natural Level
2	Temperature	°C	Natural Level
3	pH	-	5 - 9
4	DO	mg/l	6
5	COD _{Cr}	mg/l	5
6	BOD ₅	mg/l	1.5
7	Coliform Bacteria	MPN/100 ml	5,000
8	Faecal Coliform	MPN/100 ml	1,000
9	NO ₂ -N	mg/l	< 5.0
10	NH ₃ -N	mg/l	0.2
11	C ₆ H ₅ -OH	mg/l	0.005
12	Cu	mg/l	0.1
13	Ni	mg/l	0.1
14	Mn	mg/l	1.0
15	Zn	mg/l	1.0
16	Cd	mg/l	0.005
17	Cr ⁶⁺	mg/l	0.05
18	Pb	mg/l	0.05
19	Hg	mg/l	0.002
20	As	mg/l	0.01
21	CN ⁻	mg/l	0.005
22	Radioactivity - Gross α	Becquerel/l	0.1
23	Radioactivity - Gross β	Becquerel/l	1.0
24	Total organochlorine	mg/l	0.05
25	DDT	μ g/l	1.0
26	α BHC	μ g/l	0.02
27	Dieldrine	μ g/l	0.1
28	Aldrin	μ g/l	0.1
29	Heptachlor & Heptachlor epoxide	μ g/l	0.2
30	Endrin	μ g/l	ND

Source: The Agreement of National Standards of Environment in Laos, March 2009, Prime Minister Office and WREA

表-3.8 ラオスの一般工場の排水基準

No.	Parameter	Unit	Maximum Allowable Concentration
1	BOD ₅	mg/l	40
2	NH ₃ -N	mg/l	4
3	TSS	mg/l	40
4	pH	mg/l	6 - 9.5
5	TDS	mg/l	3,500
6	C ₆ H ₅ OH	mg/l	0.3
7	P	mg/l	1.0
8	Ag	mg/l	0.1
9	Zn	mg/l	1.0
10	S	mg/l	1.0
11	Cl ₂	mg/l	1.0
12	Cl ⁻	mg/l	500
13	Fe	mg/l	2.0
14	F	mg/l	15
15	CN	mg/l	0.1
16	Cu	mg/l	0.5
17	Pb	mg/l	0.2
18	Oil and fat	-	5
19	Ni	mg/l	0.2
20	Hg	mg/l	0.005
21	Mn	mg/l	1.0
22	As	mg/l	0.25
23	B	mg/l	1.0
24	Cd	mg/l	0.03
25	Cr ⁶⁺	mg/l	0.1
26	Total Cr	mg/l	0.5

Source: The Agreement on National Environmental Standards in Lao, December 7, 2009, Prime Minister Office and WREA in Lao PDR

表-3.9 都市の排水基準

No.	Parameter	Unit	Permissible Values				
			A	B	C	D	E
1	BOD ₅	mg/l	20	30	50	60	200
2	Suspended Solid	mg/l	30	40	50	50	60
3	Settleable Solids	mg/l	0.5	0.5	0.5	0.5	-
4	Total Dissolved Solids (TDS)	mg/l	3,000	2,500	2,000	1,500	-
5	COD _{Cr}	mg/l	120	130	150	350	400
6	Sulfide	mg/l	1.0	1.0	3.0	4.0	-
7	Total Kjeldahl Nitrogen (TKN)	mg/l	35	35	40	40	-
8	Fat oil and grease	mg/l	20	20	20	20	100
9	Temperature	°C	40	40	40	40	40
10	pH	-	6-9.5	6-9.5	6-9.5	6-9.5	6-9.5

Source: The Agreement on National Environmental Standards in Lao, December 7, 2009, Prime Minister Office and WREA in Lao PDR

表-3.10 建物の分類

No.	Building Type	Criteria	Category
1	Suite (Apartment, Condominium)	< 100 rooms	D
		101-500 rooms	C
		501 rooms <	B
2	Hotel / Guest-House	< 60 rooms	D
		61-200 rooms	C
		201 rooms <	B
3	Dormitory	10-50 rooms	C
		51-250 rooms	D
		251 rooms <	B
4	Hospital, Clinic	No Service	C
		1-30 beds	B
		30 beds <	A
<i>Building Usage</i>			
5	Building for Living (Village), Temple	5,000-10,000 m ²	E
		10,001 m ² <	D
6	Disco, Fitness Center, Swimming Pool, Sport center	1,000-5,000 m ²	B
		5,001 m ² <	D
7	School, Educational Institute, College, University	5,000-2,500 m ²	B
		2,500 m ² <	A
8	Office (Government, Private, International) Private Company, Theater	5,000-10,000 m ²	C
		10,001-55,000 m ²	B
		55,001 m ² <	A
9	Shopping Center, Super market	5,000 – 25,000 m ²	B
		25,001 m ² <	A
10	Market	500 – 1,000 m ²	D
		1,001 – 1,500 m ²	C
		1,501-2,500 m ²	B
		2,501 m ² <	A
11	Restaurant	< 100 m ²	E
		500-1,000 m ²	D
		1,001-1,500 m ²	C
		1,501-25,00 m ²	B
		2,501 m ² <	A
12	Service Center (Motor bike, Car)	500-1,000 m ²	D
		1,001-1,500 m ²	C
		1,501-2,500 m ²	B
		2,501 m ² <	A
13	Transport Station, Airport	5,000-10,000 m ²	C
		10,001-55,000 m ²	B
		55,001 m ² <	A
14	Slaughter House in the urban area	500-1,000 m ²	D
		1,001-1,500 m ²	C
		1,501-2,500 m ²	B
		2,501 m ² <	A

Source: The Agreement on National Environmental Standards in Lao PDR, December 7, 2009, Prime Minister Office and WREA in Lao PDR

3.4 関係機関とその役割

3.4.1 水道

水道に関する組織を以下に示す。

1) 公共事業省 (MPWT : Ministry of Public Works and Transport)

水道に関する役割は、以下のとおりである。

- ・全国都市部および村落部における上下水道整備に係る計画立案とその調整
- ・上下水道整備の目標達成のためのリソースの確保

また、水道関連部署の役割は、以下のとおりである。

① 住宅都市計画局 (DHUP : Department of Housing and Urban Planning)

水道課 (WSD : Water Supply Division) が、公共事業省が管掌する上下水道整備に係る計画の管轄官庁としての役割を持つ。省内の独立した機関であった水道公社 WASA は、2009 年に住宅都市計画局の管轄下に編入され、現在は水道課が水道行政の担当部署である。住宅都市計画局の役割は以下のとおりである。

- ・水道整備に係る短期・中期・長期計画の策定
- ・水道システム計画管理に関わる職員の組織整備及びトレーニング
- ・水道関連法規、規格、技術仕様、事業評価項目の策定

② 水道監査委員会及び水道監査事務局

水道監査委員会 (WSRC : Water Supply Regulatory Committee)

- ・給水区域や給水義務等の許可に関する事項について県政府を支援
- ・水道事業者の法令遵守・環境に対する責任行動・環境的に持続可能な水道事業運営・水セクターの競争等に対する監督
- ・料金体系に関する事項の県政府への審査と勧告
- ・給水基準の保持、水道事業者と顧客との争議解決
- ・水道事業者の効率性向上のための働きかけ及び定期的な実績報告書の発行

水道監査事務局 (Water Supply Regulatory Office : WaSRO)

水道監査事務局は、水道監査委員会の事務局組織であり以下の役割を担う。

- ・水道規則への権限
- ・水道監査事務局の人材確保と雇用規則
- ・水道監査委員会及び水道監査事務局の予算措置
- ・水道規則に関する報告、検証及び監査機能
- ・将来の水道料金に関する方針と方法

2) 県公共事業局 (Provincial Departments of Public Works and Transport : PDPWT)

ラオスは首都ビエンチャンと 16 県で構成されている。17 都県には公共事業局が組織され、公共事業省の指示の下、都市水道を含むインフラを指導・監督している。今まで、県公共事業局の担当者が明示的に決まっていなかったが、2010 年水道担当が任命され、組織の強化が図られた。以下に都県を示す。

➤ 北部

ウドムサイ県、サイニャブリ県、シェンクワン県、フォアパン県、ボケオ県、ボンサリー県、ルアンナムター県、ルアンパバン県

➤ 中部

ビエンチャン県、首都ビエンチャン、カムムアン県、サワンナケット県、ボーリカムサイ県

➤ 南部

アッタプー県、サラワン県、セコン県、チャンパサック県

3) 水道事業者 (首都ビエンチャン水道局 Nam Papa Nakhone Luang : NPNL、

県水道局 Provincial Nam Papa : PNP)

各都県は 142 の郡(市)で構成されている。16 の県庁所在地の郡(市)には、全て県水道局が設置されている。国は、1 郡 1 ヲ所の水道整備を推進しており整備された郡の水道ブランドについては、所属県の水道局が管理し、職員の配置、給水及び料金徴収を行っている。

各県の水道局は県知事の下で水道事業を運営しているが、公共事業省都市計画局水道課、或いは、その下部組織となる県公共事業局の指導・監督を受けている。

●研修センター

① WTTC

首都ビエンチャン水道局は、水道施設の整備や維持管理に関する技術力においてラオスのリーディング事業者であること、AFD 援助によりチナイモ浄水場に建設された WTTC を有し人材育成の研修に活用できることから、2003 - 6JICA 技プロにおいては、水道技術を統括し各県の技術支援を担う中枢の水道研修センターに位置付けられた。その役割は、公共事業省住宅都市計画局の下、研修講師及び主任技術者の研修、中部地域の人材育成拠点としての研修を担い、2003-6JICA 技プロ後のラオス水道事業者人材育成の中心的役割を果たすことも期待されている。

② ルアンパバン県水道局及びチャンパサック県水道局研修所

2003-6JICA 技プロでは、水道施設の整備や維持管理に関する技術力が周辺県に比べ優位性のある北部ルアンパバン県水道局、南部チャンパサック県水道局が周辺地域の人材育成拠点の役割を果たしており、2003~6 の JICA 技プロ後においても地域人材育成の中心的役割が期待されている。

3.4.2 下水道

下水に関する組織を以下に示す。

1) 公共事業省 (Ministry of Public Works and Transport : MPWT)

下水や排水に関することは、住宅・都市計画局 (Department of Housing and Urban Planning : DHUP) で行っている。

2) ルアンパバン市都市開発公社 (Luangprabang Province Urban Development and Administration Authority : UDAA)

道路側溝などの既存排水施設は、UDAA で管理している。その他都市計画の設計、実施などを行っている。

3.5 PPP プロジェクトの実績

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。以下にその実態を整理しておく。

3.5.1 MIREP で展開された民活事例

1) MIREP の概要

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、残りは建設段階にある。

2) 規模

平均して500世帯の小規模都市を対象としている。

3) 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。

4) 実施プロセス

実施プロセスは以下の3段階となっている。

(1) 可能性調査の実施

- ① 現場の特定
- ② 社会経済調査
- ③ 技術調査
- ④ 財務調査
- ⑤ PPP 承認

(2) 投資家の選択と契約の確立

- ① コンセッショナリア選択
- ② 詳細設計
- ③ 貧困家計の選択
- ④ 契約交渉
- ⑤ 契約締結

(3) システム整備とサービス管理

- ① 施工管理者選択
- ② 建設
- ③ コミュニティ研修
- ④ 接続作業
- ⑤ 研修と追跡活動

5) 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。

- ① 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
- ② 補助金に支払条件：投資補助は、OBA 方式で支払われる

(2) 信用システム

MIREP はコンセッショ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 年に信用保証基金を設立した。

① 補償基金の目的

補償基金は、民間コンセッショ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。

② 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-3.17 のようになる。

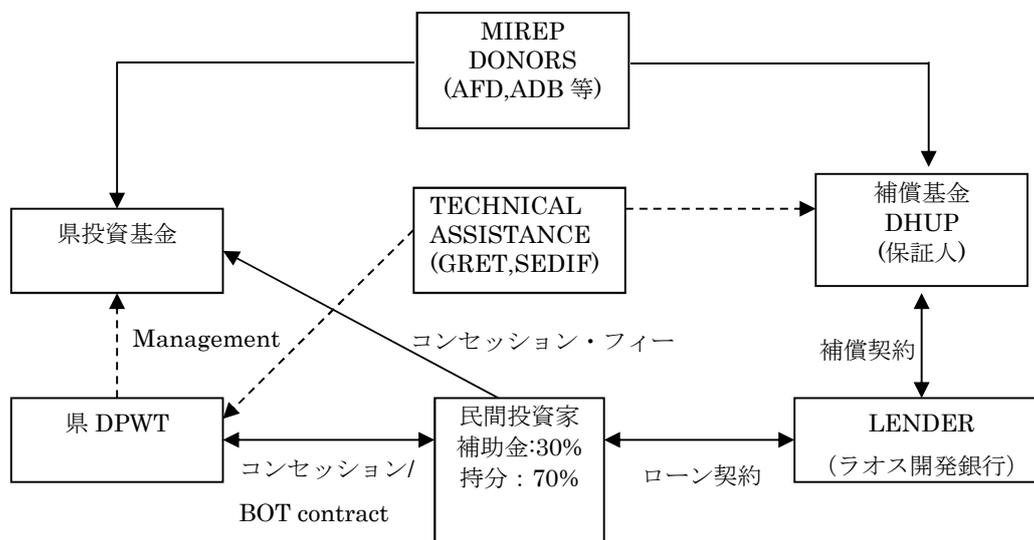


図-3.17 MIREP プログラムの資金スキーム・イメージ

(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-3.11 に整理する。

表-3.11 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
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 USD - 40% from subsidy - 60% from equity	155,000 USD - 35% from subsidy - 65% from equity
Average connection fee	50 USD	50 USD
Water Tariff Excluding taxes	0.25 USD/ m ³ for domestic users 0.30 USD/ m ³ for business users	

(出典) 現地調査収集資料より作成

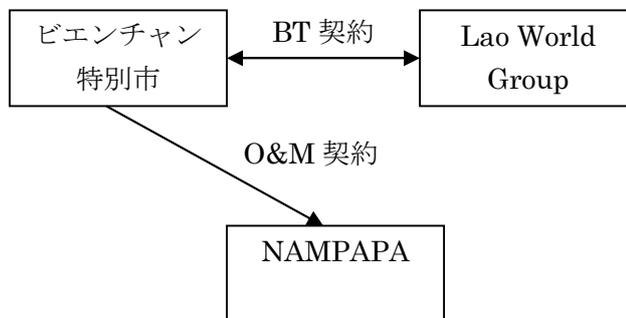
3.5.2 その他の PPP プロジェクトの事例

現在 MIREP プログラム以外の事例として、以下の 4 事例が存在している(現地ヒアリング調査結果から)。以下に、それら事例の概要を整理しておく。すべ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、その諸元を整理しておく。

1) ドンマカイ浄水場・フェーズ I

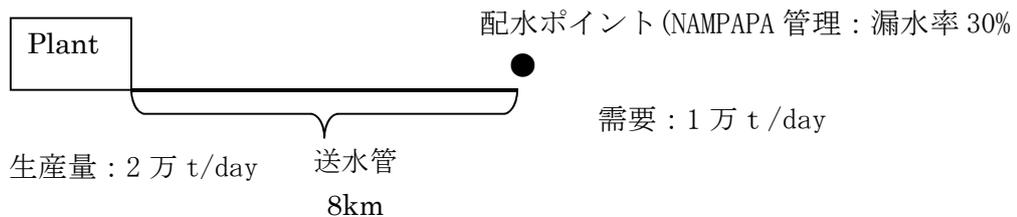
- ① 生産能力：20,000 t/day
- ② 投資額：5,607,649USD
- ③ 投資・建設主体：Lao World Group(会長 Laos 人、フランス国籍)
- ④ 契約主体：ビエンチャン特別市
- ⑤ 契約形態：BT 方式
- ⑥ 建設期間：1.5 年
- ⑦ 資金返済期間：5 年
- ⑧ 金利：3.6%
- ⑨ O&M：NAMPAPA
- ⑩ 事業スキーム



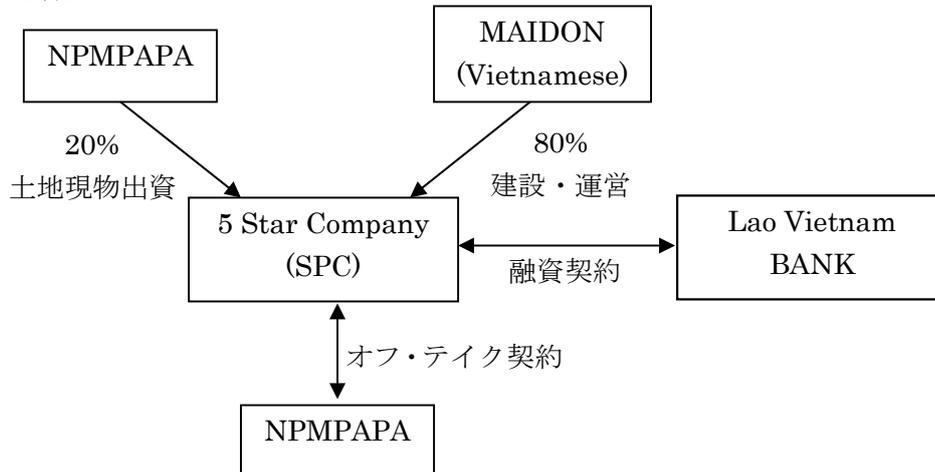
- ⑪ 事業ステージ：実施済み

2) ドンバン浄水場

- ① 生産能力：20,000 t/day
- ② 投資額：5,000,000USD（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：5 Star 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



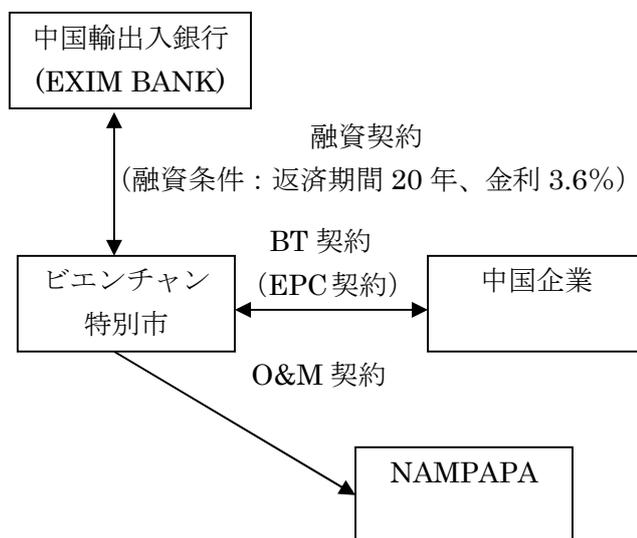
⑭ 経営状況

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 t/dayしか需要されていない。

⑮ 事業ステージ；実施済み

3) センディン浄水場

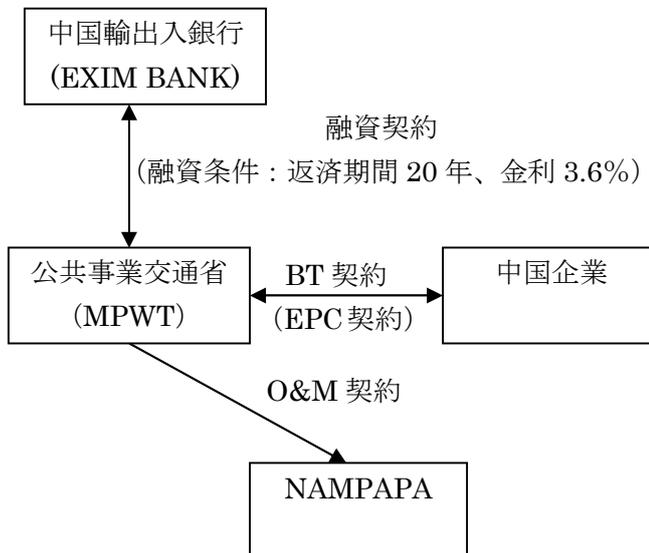
- ① 生産能力：20,000 t /day
- ② 投資額：25,000,000USD
- ③ 投資・事業主体：ビエンチャン特別市
- ④ 資金調達：ビエンチャン特別市：自己資金 5%(土地現物出資)、借入れ 95%(23,750,000USD)
- ⑤ 契約形態：BT 方式
- ⑥ 建設期間：○年
- ⑦ 資金返済期間：20年
- ⑧ 金利：3.6%
- ⑨ 建設：中国企業 (EPC 契約)
- ⑩ O&M：NAMPAPA
- ⑪ 事業スキーム：要確認



- ⑫ 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 t/day
- ② 投資額：78,000,000USD
- 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%(74,100,000USD)
- 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

3.5.3 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。そのための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。

3.6 調査地区の上下水道計画

3.6.1 水道計画

1) ルアンパバン水道計画

図-3.18 及び表-3.12 にルアンパバン水道の将来水需要見通しと供給能力を示す。

ルアンパバン水道の将来計画は、現在、タイ政府支援の下 MWA がマスタープランを作成中で、2013 年 10 月に報告書が策定される見通しである。

現状は、WASA, DHUP, MCTPC, SSWP, JICA による「ルアンパバン県水道計画 2004 年 4 月」受け、K water (Korea Water Resources Corporation) により実施された「上水道拡張整備 F/S 2009 年 3 月」が最新の計画である。

その計画では、2020 年目標年度の水需要の見通しは、一日最大給水量 22,000 m³/日であり、浄水場施設整備事業 6,000 m³/日（パーヌムⅡ期）が 2012 年に竣工したことにより、2020 年水需要見通しに見合う施設能力 22,000 m³/日が確保された。しかし、既設 2 浄水場は供給能力が低下する時期があり、2020 年時点で 5,000 m³/日の供給量不足が生じる可能性がある。

なお、編入されたスパヌウォン浄水場は、大学専用の給水を主としており、市内配水の施設対象と見做さない。また、空港周辺の大規模開発により見込まれる水需要については、タイ企業が進めている用水供給を受けることとなっており、本計画には含めない。

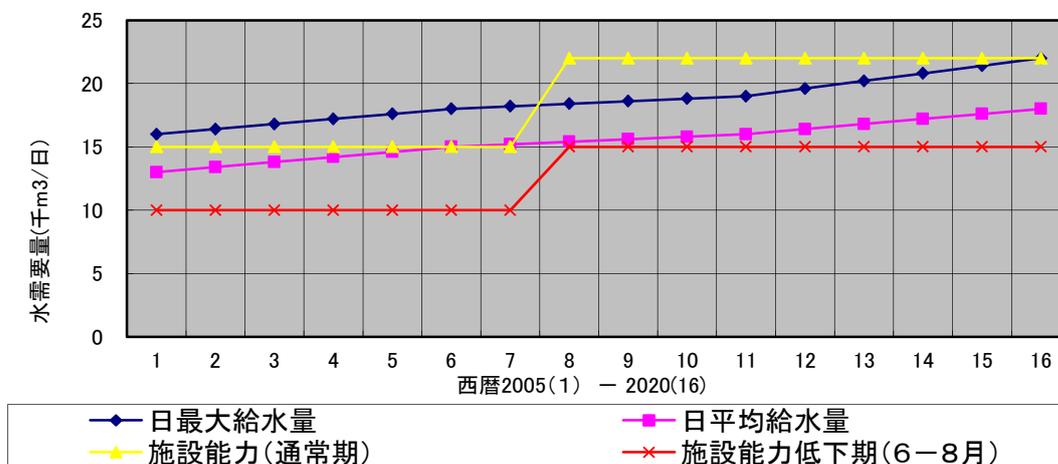


図-3.18 ルアンパバン市水道将来水需要の見通しと供給能力

プーベン浄水場は取水能力 9,000 m³/日が乾期の 5~6 月に 5,000 m³/日程度に落ち込むこと、1969 に稼働し 40 年を経た施設の老朽が著しいこと、更に、湧水に由来する炭酸カルシウムによるスケールが配管内面に蓄積し流水阻害を起こすこと等の安定給水面で課題を抱えており、プーベン浄水場の施設更新を実施することが望まれている。

また、パーヌム浄水場は、水量面では水源とするナムカン川の濁度が雨期には浄水能力

を超えることが多々あり、処理能力を落とさなければならない事態（1万 NTU 以上：取水停止、2千～5千 NTU：取水ポンプ 2/3 台運転）が多々生じている。加えて、水質面では増設施設には沈澱池設備がなく、浄水処理に課題を抱えている。

以上から、2 浄水場の水運用（2012 年運転実績による）は、以下のとおりである。施設の更新・改良整備は、供給能力低下を視野に入れて実施すべきであり、計画施設能力を以下に示す。

現在能力 計画能力

プーブン浄水場(m ³ /日)	9,000	14,000
パーヌム浄水場(m ³ /日)	12,000	12,000 (過負荷運転で所定能力を下回る)

2 浄水場の水運用：2012 年運転実績に基づく（単位：m³/日）

		プーブン①	パーヌム②	計	
雨期	最大：A	14,000	—	26,000(A①+B②)	
	平均：B	12,000	12,000	24,000(B①+B②)	
	最小：C	—	3,000	17,000(A①+C②)	5,000 不足
乾期	最大：a	—	12,000	19,000(A①+B②)	
	平均：b	7,000	10,000	17,000(A①+B②)	
	最小：c	5,000	—	17,000 (A①+B②)	5,000 不足

表-3.12 ルアンパバン水道の将来水需要見通しと供給能力

項 目	単位	種別	2005	2009	2010	2012	2015	2020	
1. ルアンパバン県人口	千人	M/P	409	-					
		実績	407	420	424	424			
2. 給水区域内人口	千人	M/P			54		60	65	
		実績		55	62	65	-	-	
3. 給水人口	千人	M/P		-	43	50	50	55	
		実績		49	50	54	-	-	
4. 給水区域内普及率 (3/4)	%	M/P		-	80.0	83.0	83.0	85.0	
		実績		89	81	83	-	-	
5. 日平均給水量	千 m ³ /日	M/P	13	-	15	16	16	18	
		実績		18	18	20	-	-	
6. 日最大給水量	千 m ³ /日	M/P	16	-	18	19	19	22	
		実績	-	-	-	-	-	-	
7. 施設能力	千 m ³ /日	過不足	-1	-	-3	3	3	-1	
		施設能力	プーブン浄水場	9	9	9	9	9	9
			パーヌム浄水場	6	6	6	12	12	12

計			15	15	15	21	21	21
8. 供給能力低下期		過不足		-		-2	-2	-5
プーブン浄水場	千 m ³ /日	供給能力	-	-	-	-	-	-
パーヌム浄水場			-	-	-	-	-	-
計						17	17	17

(出典) : 「FEASIBILITY STUDY on LUANG PRABAN WATER SUPPLY SYSTEM EXTENSION in LAO PDR」 2009年3月 K water(Korea Water Resources Corporation)
: ルアンパバン水道局業務統計(実績及び既設)

2) シャングーン郡水道

2030年を目標とした計画があり、第1期給水区域のシャングーンを含む8村へ2009年日最大900m³、2012年には12村へ日最大1,300m³程度の給水がなされている。第2期給水区域は、第一期給水区域の南西に位置し(図-3.3参照)、配水管が整備されるとともに給水されることとなっている。計画概要及び現状の施設整備状況を以下に示す。

目標年 : 2030年

給水人口 : 15,000人

施設規模 : 日最大給水量 2,000 m³/日

整備状況 : 整備済み (取水・導水・配水池施設及び第1期給水区域内配管)
未整備 (第2期給水区域内配水管)

3.6.2 下水道計画

現在 AFD (フランス政府開発援助) で汚水・雨水事業における下水道マスタープラン作成中であり、2013年4月に完成し、公表する予定である。また、パイロット事業として、部分的に AFD で事業をすることが決定している。

4. プロジェクトの内容及び技術的検討

4.1 候補プロジェクトの概要

今回の調査は、ルアンパバン県を対象地域とした水道 PPP 案件の発掘を目的とした業務委託である。

現地調査においては、調査団が事前に知りえた情報を基とした候補案件を基に案件候補の協議を重ね、表-4.1 に示すプロジェクトを候補案件とすることを双方が確認した。

表-4.1 候補プロジェクト

種別	プロジェクト	施設規模 (m ³ /日)	水源	概要
水道	プープン浄水場整備	9,000	湧水	膜ろ過による 建設改良更新発電 及び小水力
	パーヌム浄水場整備	15,000	表流水	膜ろ過による施設改良更新
	シャングーン浄水場整備	2,500	湧水	膜ろ過による施設改良更新
	広域監視システム整備	—	—	水安全計画を支援する 配水区域を含む 広域監視システムの導入
下水	下水処理整備	22,000	—	対象エリア：市内市街地区

4.2 水道施設整備検討

4.2.1 浄水場整備

1) プープン浄水場

プープン浄水場はルアンパバン市の主力浄水場の一つで、主に市内給水を受け持っている。現在の浄水量は 9,000 m³/日で、浄水方式は原水が湧水であることから、凝集砂ろ過法を採用している。しかし、晴天時には数度である原水濁度が降雨時には一時的に 100NTU 以上まで上がることがあり、浄水処理を停止することがある。また、湧水に由来する炭酸カルシウムが 170~300mg/L と高く、配管内面に蓄積するスケールにより配水機能を阻害する弊害も起こっている。

本調査団ではカウンターパートと共に、市内の飲料水の安全状況を確認するため、簡易キットによる大腸菌検査を行った（水源含む：28 箇所）。プープン浄水場での原水は、大腸菌群が検出されたが、浄水後では塩素滅菌のため検出はされていない。しかしながら、

市内の給水栓では 5 箇所ほど大腸菌群が検出されており、各浄水場からの流達時間を考慮した包括的な配水コントロール（残留塩素コントロール）の必要性が示唆された。

硬度(CaCO_3)と濁度の除去を中心に考えればすべての水質項目は目標とする処理水質を達成できる。セラミック膜を用いた膜ろ過法は高濁に強く、低濁度時には高流速でろ過することができる特長を持っており、 $0.1\mu\text{m}$ 以上の大きさのものは基本的に除去できる（大腸菌、大腸菌群は、 $0.1\mu\text{m}$ 以上）のでこのような原水に最適な処理法と言える。

また、中継槽と膜ろ過装置の間には、落差（約 20m）がある。この水頭差を利用して、膜ろ過ポンプを設けずに自然流下によりろ過することで、省エネルギー効果が期待できる。さらに、水源との落差（約 70m）を利用した小水力発電を行うことにより、浄水場で使用される常用電源のほとんどを賄えると考えられる。

図-4.1 にプープン浄水場の浄水方式を、図-4.2 にセラミック膜ろ過装置を示す。

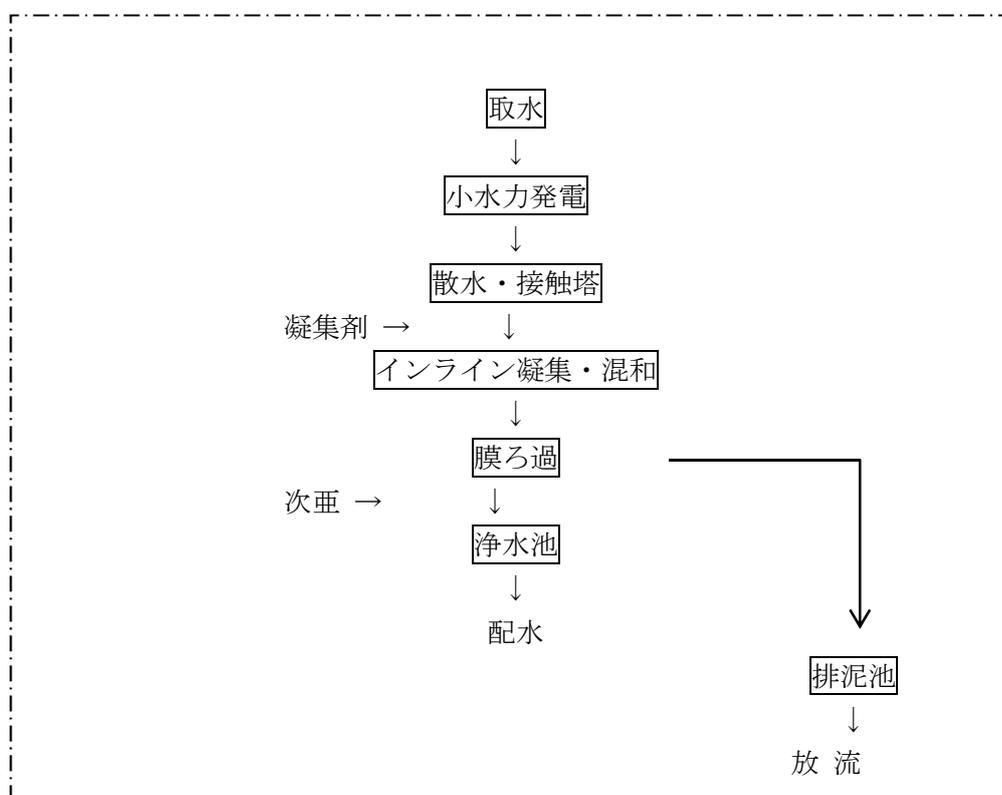


図-4.1 プープン浄水場浄水方式

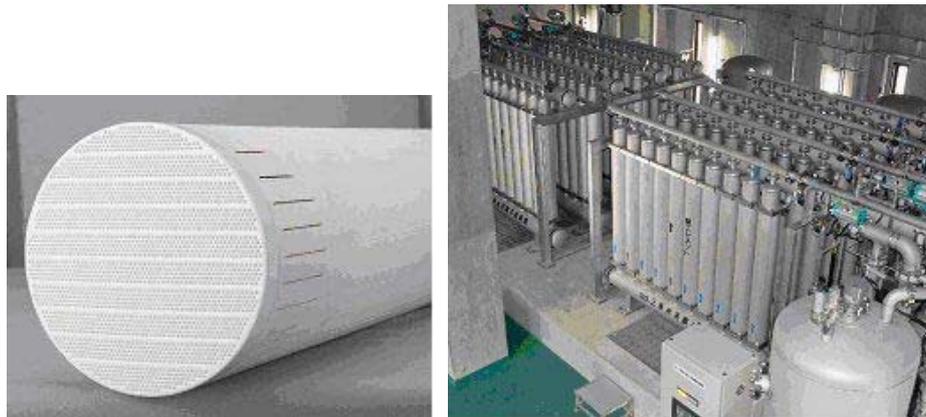


図-4.2 セラミック膜及び膜ろ過装置図

2) パーヌム浄水場

ナムカン川の表流水を水源とする Phanom 浄水場は、6,000 m³/日の能力を有し、市内に位置するプーシーヒル配水池に送水して配水していた（フェーズ1）。近年ドイツの援助で6,000 m³/日のろ過池のみを増設し合計で12,000 m³/日の能力を有する（フェーズ2）。増設システムの配水池は、プラヌオン配水池である。プーシーヒル配水池、プラヌオン配水池共に配水池容量はそれぞれ5.6時間と4.0時間と十分な需要調整能力を有していない。

なお、フェーズ2の浄水場系等建設時に沈澱池を設置しておらず、フェーズ1の沈澱池を共用している。したがって、沈澱池は常時オーバーロード状態となっており、ブロックのキャリーオーバーが多く、ろ過池に負荷がかかっている状況にある。

これらのうち、特にプーシーヒル配水池への送水管は途中で多数の分岐が存在し、直接配水管に接続されているため、配水池へほとんど届かないのが実情であり、事実上送配分離システムは破綻している。

このような浄水場の課題を解消するため、ルアンパバン市における小規模分散システム（プーブン：無人運転、シャングーン：無人運転、パーヌム：有人運転、維持管理のベース）構築構想の下、以下を考慮してセラミック膜ろ過浄水場を想定する。

- 水源量は豊富と考えられるため、既設浄水場の敷地内でセラミック膜ろ過施設を追加することにより、現況の12,000 m³/日（オーバーロード状態、適正でない状況）を15,000 m³/日とし、市内最大の浄水場として安全な水供給を目指す。
- 原水水質からの除去対象としては、濁度、色度、KMNO₄消費量（有機物）、及びMnが上げられる。KMNO₄消費量（有機物）、及びMnは懸濁性と考えられ、膜ろ過で完全に除去できると考えられる。色度は凝集処理で除去できることから、膜処理により安定的な濁度の除去も可能であるので、水質項目は目標とする処理水質を達成できると考えられる。
- 雨季における原水濁度が高くなることから、高濁度対策が必要となる。現行の砂ろ過システムでは、濁度管理（凝集剤の注入率等）が容易でないので、膜ろ過による簡易な濁度管理が有用と考えられる。24時間運転、安定で良質な浄水

が得られる。高濁度対策としては、既設沈澱池を高濁度時の前処理沈澱用沈澱池として利用し、原水中の濁度を 200 度程度まで低減させる。また、既設のろ過池は槽内部を改造して凝集混和池とし、安定的な凝集処理を目指す。これにより現行の薬品費よりも安くなることも期待できる。

図-4.3 に提案浄水方式を示す。

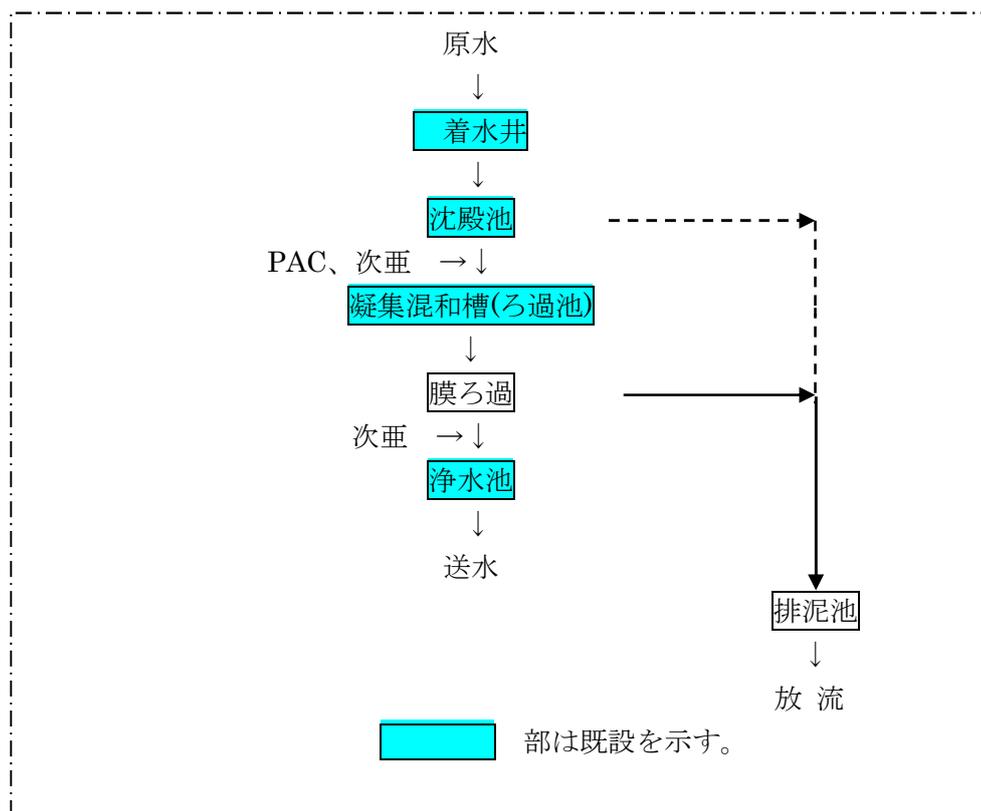


図-4.3 パーヌム浄水場浄水方式

3) シャングーン浄水場

シャングーン郡水道は 2009 年通水を開始した。その水源は湧水であり、現在は塩素消毒のみで給水されている。水道施設は新しく、給水区域も限定的で、「蛇口から飲める水道」の実現へ向けたパイロット地域として技術的にも有望である。

本浄水場の原水は湧水であり、通常時の濁度は低い値であり、降雨時でも 10NTU 未満と低い値である。セラミック膜を用いた膜ろ過法は低濁度時には高流速でろ過することができる特長を持っており、このような原水に適した処理法と言える。

セラミック膜ろ過で得られる処理水は濁質、クリプトスポリジウム、細菌類が完全に除去された衛生的で安全な水であり、「蛇口から飲める水道」の実現は充分可能であると言える。

図-4.4 にシャングーン浄水場の浄水方式を示す。

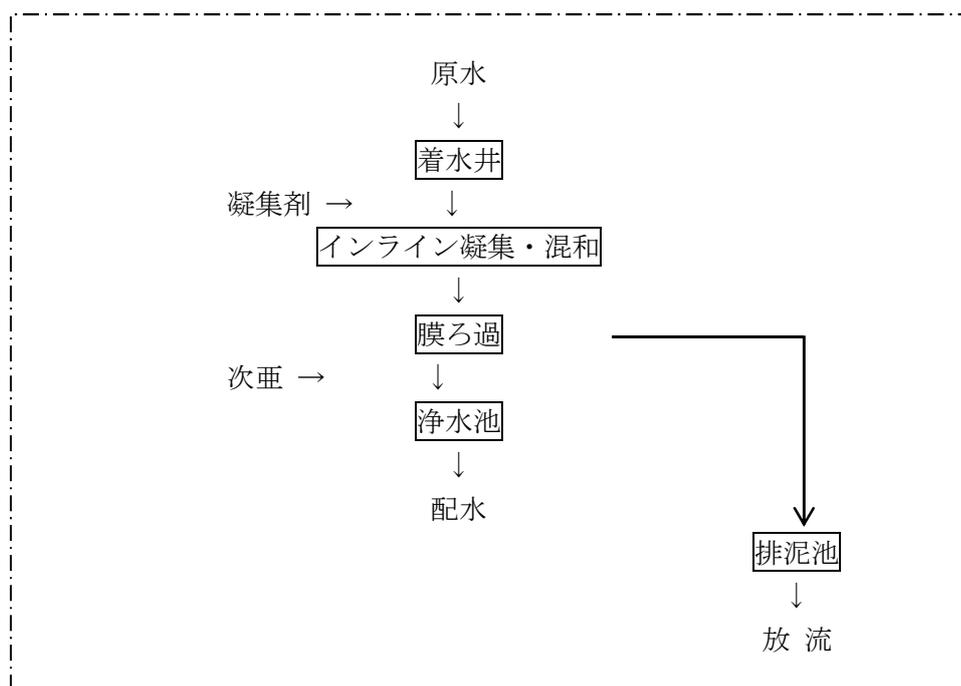


図-4.4 シャングーン浄水場浄水方式

4.2.2 各浄水場原水水質の特徴と浄水処理

本節では、各浄水場の原水水質（湧水、河川水）及び残留塩素検査結果、また、現場調査時に実施した大腸菌簡易試験の結果等の水質データを踏まえ、本提案事業において推奨される浄水処理プロセスについて記述する。

1) プーポン浄水場

(1) 原水水質の特徴

水源は湧水である。2008年及び2011年に実施された水質基準項目にある20項目の水質試験結果によると、原水がラオス国における飲料水の水質基準値を超過した項目は濁度、色度、一般細菌及び大腸菌群の4項目であった。このうち色度は濁度成分由来と考えられ、飲料水としての水質を満足させるための原水中の処理対象項目は、濁度、一般細菌及び大腸菌群である。

また、総硬度が水質基準値以下ではあるものの比較的高い数値を示している。

2009年～2012年の浄水場濁度の測定結果（毎月データ）を図-4.5に示す。濁度の水質基準値(10NTU)超過頻度は、4年間で4回あり、2009年には68NTUと非常に高い濁度を示した。これは降雨により地下水脈へ濁り物質が混入したことが原因と考えられている。

したがって、安定して安全な水道水を給水するためには、この高い濁度と大腸菌群などの微生物への対応が必要である。

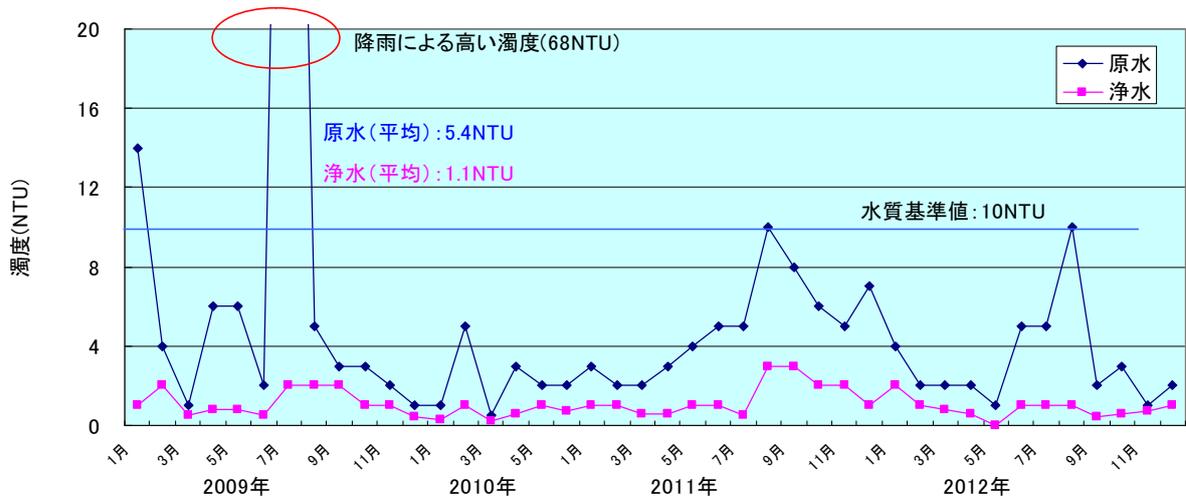


図-4.5 プール浄水場濁度（2009-2012年：毎月データ）

(2) 浄水処理上の課題

現行の浄水処理方法は、湧水を導水管により浄水場に引水し、凝集剤の硫酸アルミニウム(Alum)を添加後、沈殿処理をせずにそのまま砂ろ過処理し、塩素剤の次亜塩素酸カルシウムを添加して配水している。なお、砂ろ過層の洗浄水には原水が使用されている。

原水濁度が低い場合には、この浄水処理方法で濁度は低減するものの、高い濁度の時には、沈殿処理施設がないため濁度の低減効果は小さいと考えられる。そのため、図-4.6（2010年9月12日～13日に500NTUもの高い濁度が発生した時の浄水場運転状況）に示されるように、浄水濁度が水質基準値を超過し、一時的ではあるものの配水停止の状況に至っている。

この高い濁度による浄水処理上及び送水停止に至る問題を解決するためには、濁り成分を効果的に取り除くろ過システムの導入が必要である。

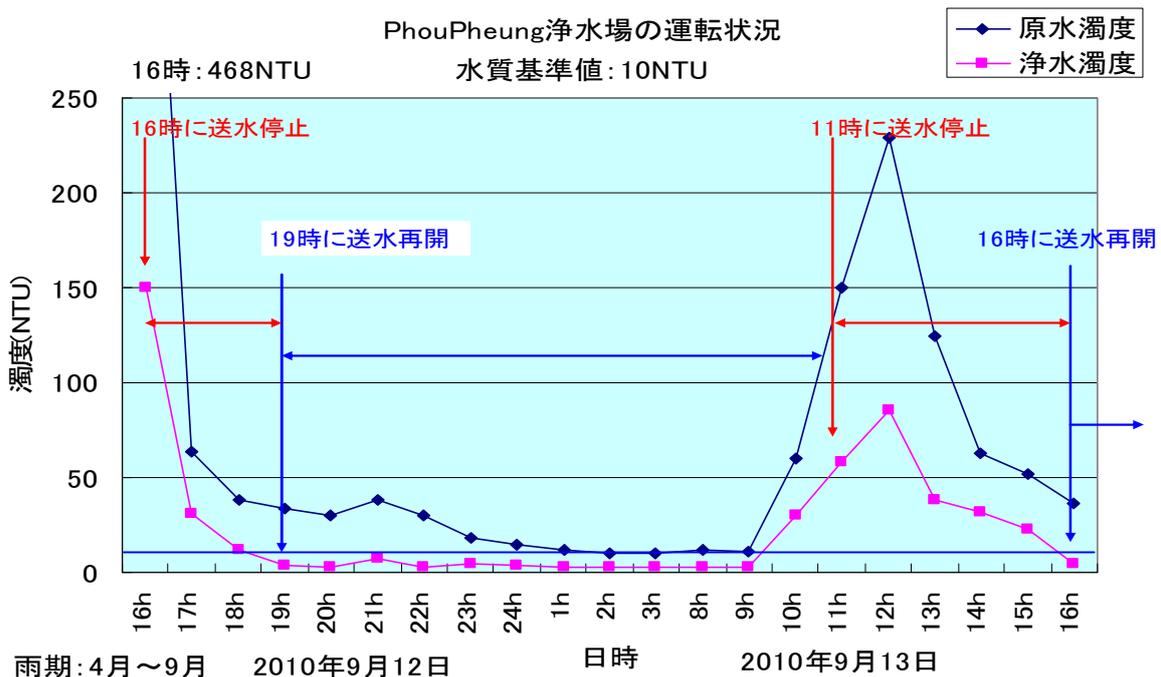


図-4.6 高濁度時の運転状況 (2010年9月)

2) パーヌム浄水場

(1) 原水水質の特徴

水源は、メコン河支流のナムカン川表流水である。2008年及び2011年に実施された水質基準項目にある20項目の水質試験結果(年1回データ)によると、原水が飲料水の水質基準値(ラオス)を超過した項目は濁度、色度、過マンガン酸カリウム消費量、鉄、一般細菌及び大腸菌群の6項目であった。このうち色度、鉄及び過マンガン酸カリウム消費量は濁度成分由来と考えられ、飲料水としての水質を満足させるための原水中の処理対象項目は濁度、一般細菌及び大腸菌群である。

2011年～2012年の浄水場濁度(毎日データ)によると、原水濁度が水質基準値(10NTU)を超過する発生頻度は2年間で600回以上、平均濁度は約500NTUと常に高い濁度を有するもので、2011年8月には10,000NTUを超える非常に高い濁度を示した。

したがって、安定して安全な水道水を給水するためには、この非常に高い濁度と大腸菌群などの微生物への対応が必要である。

(2) 浄水処理上の課題

現行の浄水処理方法は、表流水を導水管により浄水場に引水し、凝集剤の硫酸アルミニウム(Alum)を添加後、凝集沈殿処理と砂ろ過処理した後、塩素剤の次亜塩素酸カルシウムを添加して、その後配水区域に送水するものである。なお、砂ろ過層の洗浄水に原水が使用されている。

急速砂ろ過システムを導入しており、浄水濁度は水質基準値(10NTU)を超えることはないが、2NTUを超える頻度は2年間(2011年～2012年)で100日間以上となっており、非常に濁度の高い原水を効果的に処理しているとは言えない。

原水濁度と取水量を示した図-4.7に示されるように、原水濁度が高い場合には原水取水量は減少しており、配水区域への送水量の減少を示している。図-4.8はルアンパバン市配水区域に配水しているプープン浄水場とパーヌム浄水場の配水量の変化を示すが、2010年度及び2011年度のパーヌム浄水場における配水量が減少している時期にプープン浄水場の配水量が計画水量に比べて大幅に増加しており、パーヌム浄水場原水濁度が高くなると、プープン浄水場における浄水処理の効果に影響を及ぼす可能性のあることを示唆している。

この高い濁度及び大腸菌群の問題を解決するために、濁り成分及び大腸菌群を効果的に取り除くろ過システムの導入が必要である。

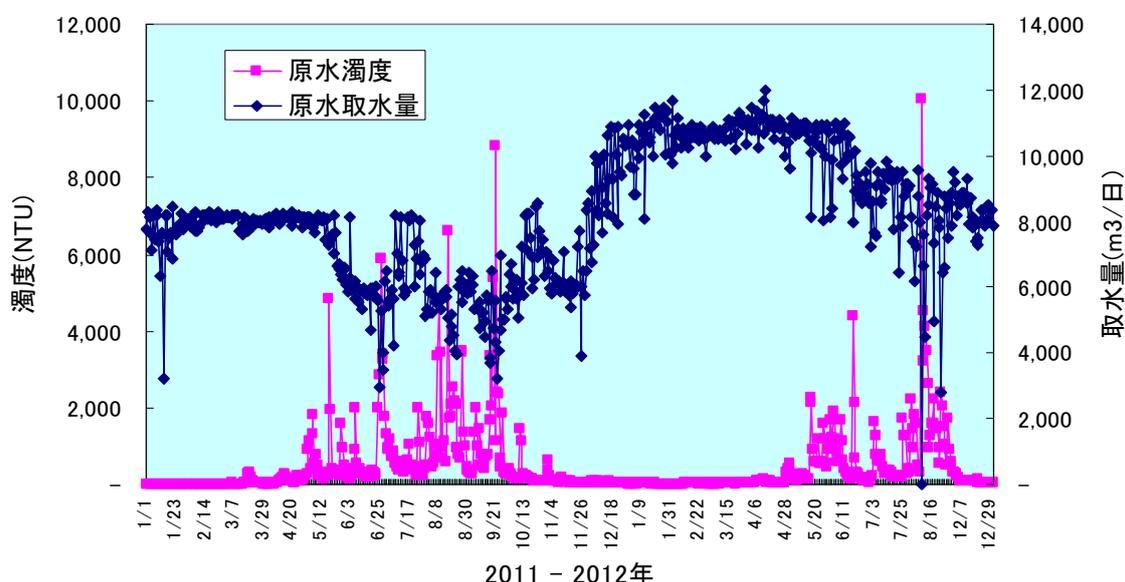


図-4.7 パーヌム浄水場濁度 (2011 - 2012年 : 毎日データ)

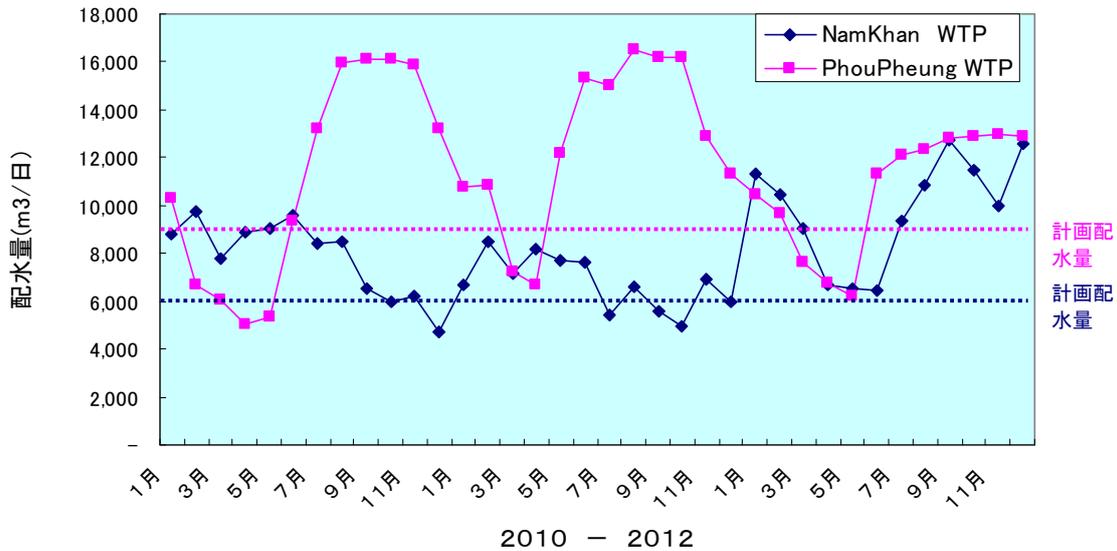


図-4.8 ルアンパバン市2浄水場の配水量（2010 - 2012年：毎日データ）

(3) 市内配水区域の残留塩素濃度

プーブン浄水場及びパーヌム浄水場の配水区域における、水道水の安全性を確保するために添加された塩素及びその添加効果を示す大腸菌群の状況を図-4.9～図-4.10に示す。

図-4.10は、配水系統図（概略）と大腸菌群数試験結果を示す。西側（図の右側）はプーブン浄水場の配水区域、東側（図の左側）はパーヌム浄水場の配水区域を示すが、中間付近では両浄水場の配水管が連結されていることから、この区域では両浄水場の水道水が混合していると考えられる。

プーブン浄水場の配水区域では大腸菌群がほとんど検出されていないのに対してパーヌム浄水場の配水区域では高い確率で大腸菌群が検出されている。

図-4.9は、市内配水区域における残留塩素濃度（2010年～2012年：毎月データ）と到達時間を示している。大腸菌群が検出されていないプーブン配水区域では残留塩素濃度が低い場所があるものの到達時間はほぼ同じであるのに対して、大腸菌群が検出されたパーヌム配水区域では残留塩素濃度は低い濃度ではあるが検出されているものの到達時間はプーブン配水区域に比べて長くなっている。

浄水の濁度（平均）はプーブン浄水場で1.1NTU（図-4.5）に比べてパーヌム浄水場では1.6NTUとより高くなっており、配水管内表面への汚れの堆積がより進んでいると考えられる。

これらがパーヌム配水区域で大腸菌群が検出された主な原因として推察される。

したがって、安全な水道水をルアンパバン市の各地区に供給するためには、塩素注入量を増加する等塩素処理を確実にを行い、さらに原水に含まれる濁り成分を効果的に取り除く必要がある。

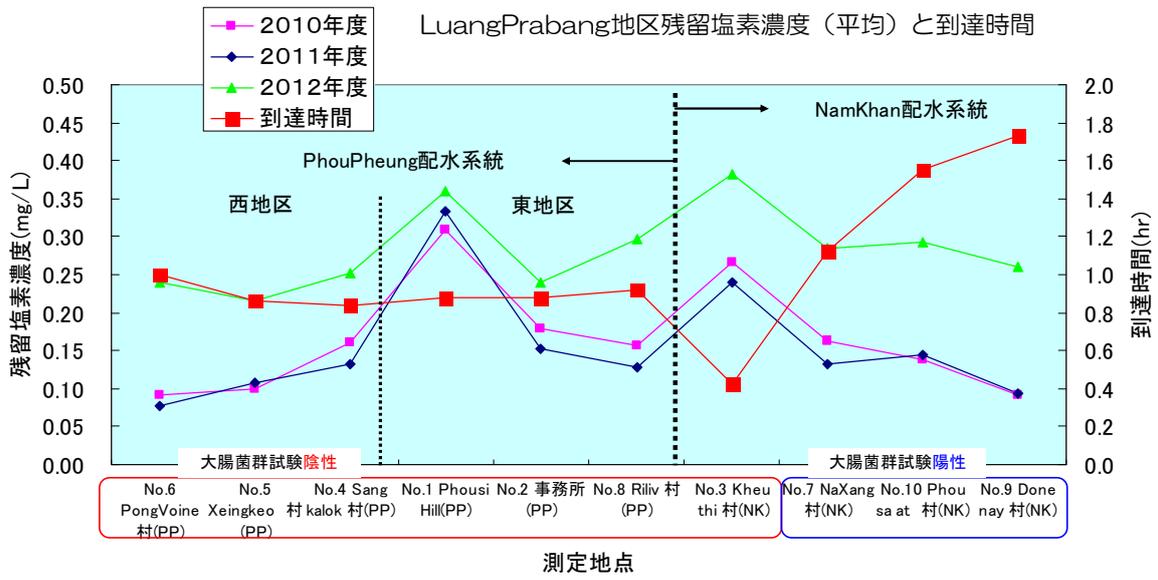
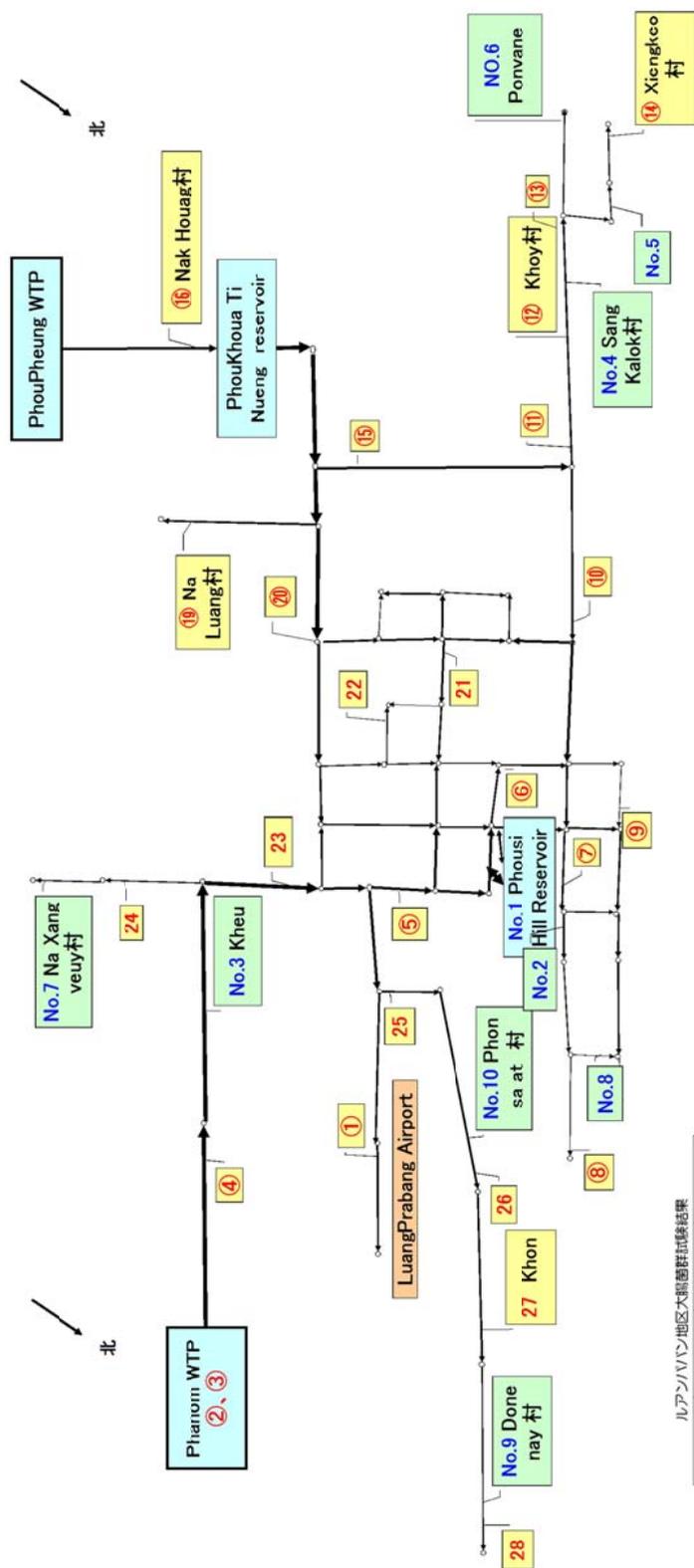


図-4.9 市内配水区域における残留塩素濃度（平均）と到達時間



ルアンパバン地区大腸菌群試験結果

番号	Total Coli (100-1000/ml)	番号	Total Coli (100-1000/ml)
①(NK)	6	⑮(PP)	0
②(原水)	12	⑯(原水)	8
③(浄水)	0	⑰-1(浄水)	0
④(NK)	0	⑰-2(浄水)	0
⑤(NK)	2	⑱(PP)	0
⑥(PP)	0	⑳(PP)	0
⑦(PP)	0	㉑(PP)	0
⑧(PP)	0	㉒(PP)	8
⑨(PP)	2	㉓(NK)	0
⑩(PP)	0	㉔(NK)	4
⑪(PP)	0	㉕(NK)	9
⑫(PP)	0	㉖(NK)	5
⑬(PP)	0	㉗(NK)	10
⑭(PP)	0	㉘(NK)	3
⑮(PP)	0	⑳(PP)	0

特記のないものはすべて水道水の試験結果である。
NK:Phanom WTP系統、PP:PhouPheung WTP系統。

図-4.10 ルアンパバン市内の配水管状況（概略）と大腸菌群試験結果

(4) 飲料水水質改善のための提言

原水中の高い濁度及び大腸菌群などの微生物を除去するためには、プープン浄水場及びパーヌム浄水場に浄水処理システムとして、これらの $0.1\mu\text{m}$ 以上の微粒子を効果的に除去でき、運転・維持管理が容易で水道水を安定して供給が可能なセラミック膜ろ過装置の導入が望ましい。

3) シャングーン給水地区

(1) 原水水質の特徴

水源は湧水である。2008年及び2010年に実施された水質基準項目にある20項目の水質試験結果(年1回データ)によると、原水がラオス国の飲料水水質基準値を超過した項目は濁度、色度、一般細菌、大腸菌群及び鉛の5項目であった。このうち色度及び鉛は濁度成分由来と考えられ、飲料水としての水質を満足させるための原水中の処理対象項目は濁度、一般細菌及び大腸菌群である。

図-4.11は2012年の浄水場予定地の濁度(毎日データ)の測定結果を示す。原水濁度が水質基準値(10NTU)を超過する発生頻度は年間37日(日本の基準である2度を超過する頻度は338日)に及んでおり、8月は5日間の取水停止をしている。これは降雨により地下水脈へ濁り物質が混入したことが原因と考えられている。

したがって、安定して安全な水道水を給水するためには、この高い濁度と大腸菌群などの微生物への対応が必要である。なお、総硬度が水質基準値以下ではあるものの比較的高い数値を示している。

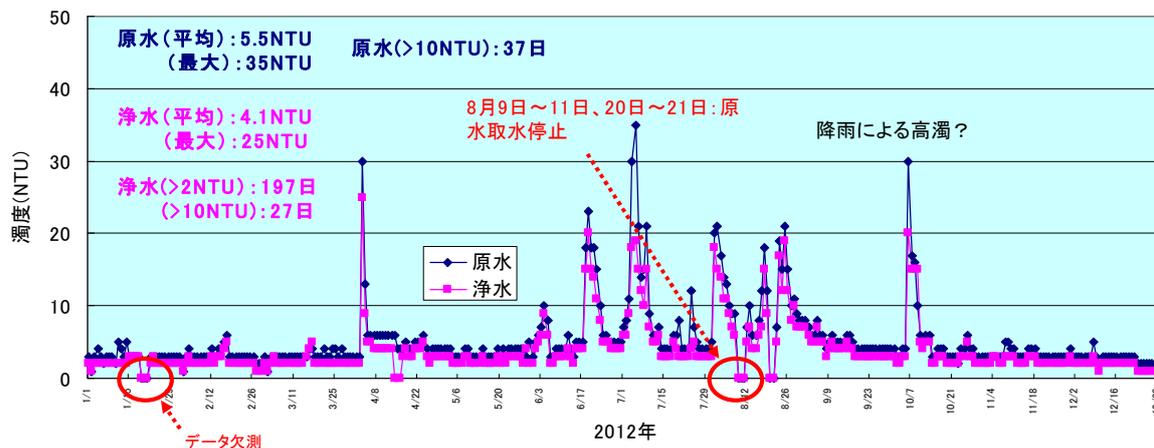


図-4.11 シャングーン浄水場予定地の原水の濁度(2012年:毎日データ)

(2) 浄水処理上の課題

現行の浄水処理方法は、湧水を導水管により配水池に引水後、塩素剤の次亜塩素酸カルシウムを添加して、その後配水区域に配水するものである。

この簡素な浄水処理方法のため、原水の濁度が高い場合には、図-4.11に示されるように原

水とほぼ同じ浄水濁度となっており、水質基準値を超過する濁度の高い水道水が年間 27 日給水されており、8 日間の配水停止になっている。また、後述するように、高い濁度の水道水が給水されることから、配水管での残留塩素の低下が生じ、その結果、大腸菌群が検出される状況となっている。

したがって、この高い濁度及び大腸菌群の問題を解決するために、濁り成分及び大腸菌群を効果的に取り除くろ過システムの導入が必要である。

(3) 配水区域内の残留塩素濃度

シャングーン地区の配水区域における、水道水の安全性を確保するために添加された塩素及びその添加効果を示す大腸菌群の状況を図-4.12 に示す。

図に示されているように、配水池で塩素が添加された後、水道水は東側の SouanLouang 村と西側のシャングーン村に配水されるが、より遠い位置にある SouanLouang 村で大腸菌群が検出される結果となっている。

また、図-4.12 は各村における水道水中の残留塩素濃度と配水管容量から算出した各採水点までの到達時間を示しており、東側の SouanLouang 村は西側のシャングーン村に比べて到達時間が長く、また残留塩素濃度は 0.1mg/L 以下となっている。

これらの結果は、水源で検出された大腸菌群は共存する濁り成分の妨害を受け塩素により十分に除去されていないこと、あるいは、配水管内面に堆積した濁り成分等により配水管内で残留塩素が減少したこと等を示唆するものと考えられる。

したがって、安全な水道水をシャングーン各地区に供給するためには、塩素注入量を増加する等塩素処理を確実にを行い、さらに原水に含まれる濁り成分を効果的に取り除く必要がある。

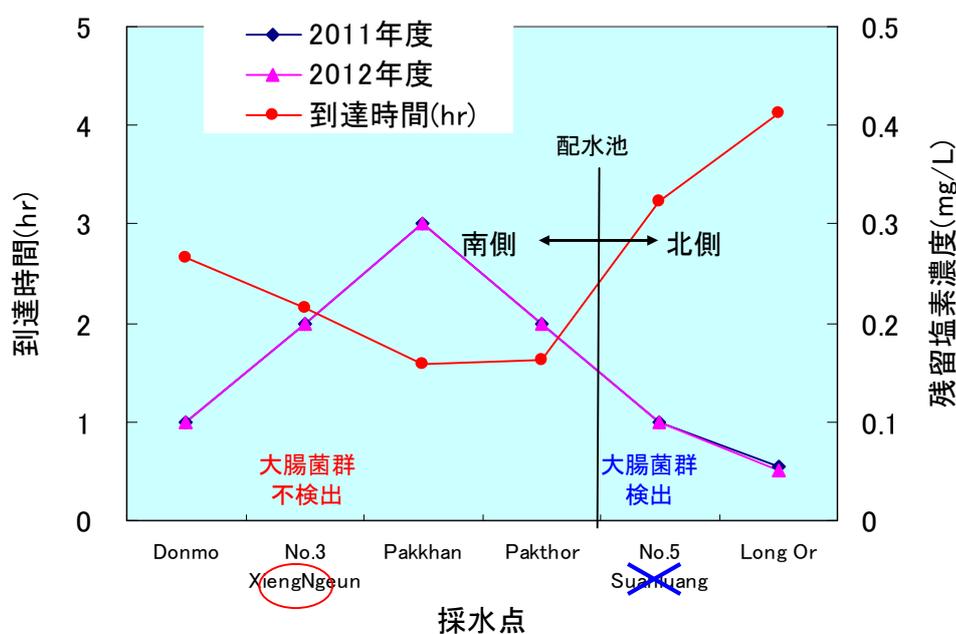


図-4.12 配水区域における残留塩素濃度（平均）と到達時間

(4) 飲料水水質改善のための提言

原水中の高い濁度及び大腸菌群などの微生物を除去するためには、シャングーン浄水場に浄水処理システムとして、これらの $0.1\mu\text{m}$ 以上の微粒子を効果的に除去でき、運転・維持管理が容易で水道水を安定して供給が可能なセラミック膜ろ過装置の導入が望ましい。

4.2.3 広域監視システム整備

広域監視システムの機能イメージを図-4.13 に示す。

広域監視システムは、散在する水道施設の、運転管理情報を一元化し、その情報を基に運転・維持管理を行い、水安全計画の実現を支援する機能を有するものとする。今回は、小規模分散処理システム構想の下、3 浄水場を維持管理が容易な処理システム（セラミック膜ろ過）に統一し、2 箇所を無人運転、配水コントロールを視野に入れた監視システムの将来像を示した。

水の安全宣言を視野に入れた情報管理（運転、維持、水質管理）、配水コントロールシステム構築を目指す事とする。この為には、市水道局のリーダーシップと人材育成計画も前提である。人材育成計画は、現在 JICA の技プロで実施されており、ルアンパバン水道の将来像の議論・共有化も今後必要である。本調査は、あくまで民間の立場からの一形態を示したが、市水道にとって段階的な水道管理ビジョンの策定、そしてそれに基づく整備が必要である。

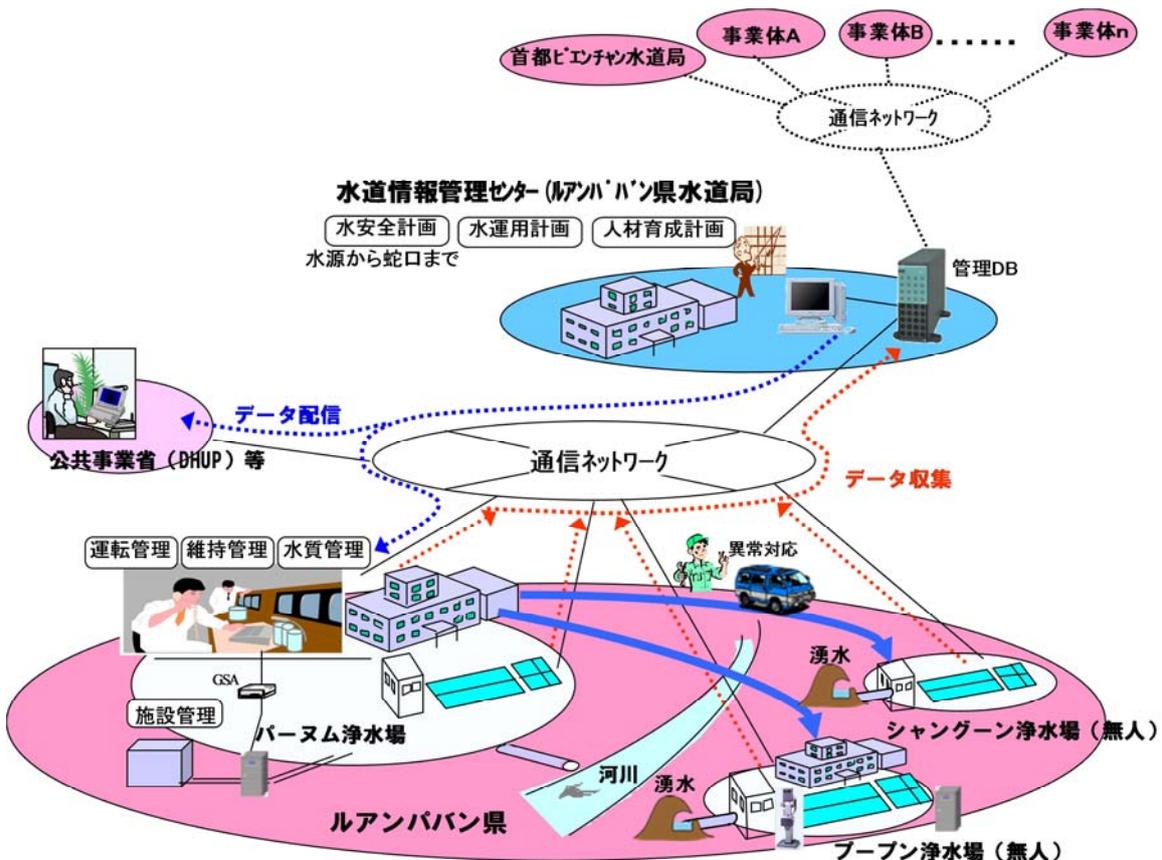


図-4.13 広域監視システムイメージ

4.3 下水処理整備検討

ルアンバパンの下水は、前回の調査によると、現状として生活排水が無処理のまま放流されており、環境共生都市として、生活環境の改善や水循環の健全性の確保など、早急に衛生的な環境対策が必要となっている。

そこで、今回の調査では、既存の排水状況や水質調査を行うことにより、現状を整理し、課題把握を行った。また事業性などについて、実施可能性の検討を行った。

4.3.1 排水状況

世界遺産登録のルアンバパン市内の現状排水状況について調査を行った。排水施設は、暗渠と開渠があるが、いずれも生活排水が無処理のまま放流されていることから、流量が少ない箇所や勾配が緩い箇所に、ごみや食材の残骸が残されている。また、生活排水に欠かせない洗濯水は、洗剤を含んだ白い泡の状態のまま排水されている。そのため、排水が滞留している箇所は、悪臭を漂わせている状況である。

最終的な放流箇所である国際河川メコン川への放流口は、枝線の排水状況と同様に、ごみや無処理水がそのまま放流されている。

また、排水施設の中に水道管が占用しているものも見受けられ、排水が水道管へ流入する可能性のある箇所もある。

一方、雨水の排水は、日本でいう合流管と同様、生活排水と共に排水している状況である。

一般家庭からの生活排水については、簡易的な浄化槽（し尿のみ処理）で、し尿以外は無処理のまま水路を放流されている。ホテルなどの大規模施設も一般家庭と同様に簡易的な処理であり、浄化槽の構造は、主に3層式の砂及び活性炭による簡易的な構造である。



4.3.2 排水水質調査

メコン川への放流口をはじめとして、他排水施設を含め、合計6箇所の水質調査を行った。本来であれば、BODを計測するところであるが、今回は滞在期間が短く、調査結果に最低5日間を要することから、より簡易的なCODを計測することとした。

調査箇所は、図-4.14に示す。

放流口及び枝線ともに COD 30 mg/L 以上であり、生活環境を保全するためには、水質改善が必要である。

【参考】

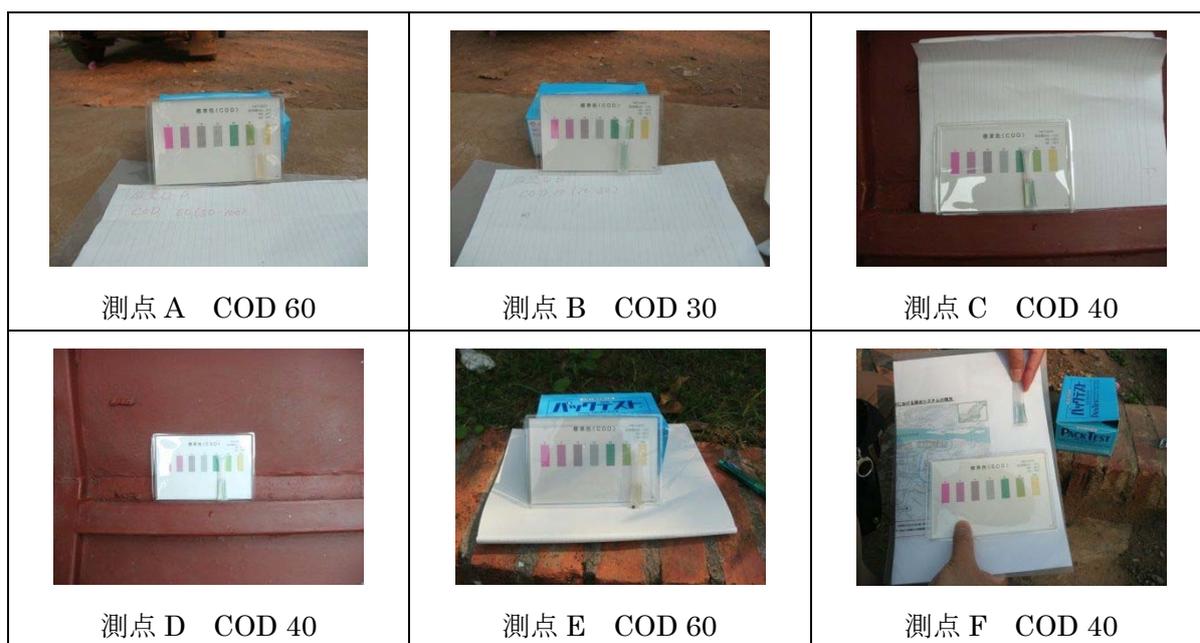
千葉県：水質汚濁防止法に基づき排水基準を定める条例による排水基準

下水道終末処理場 COD 20 mg/L

ラオス：表流水水質基準 COD 5 mg/L（極めて厳しい水質基準）

各測点での COD 値

測点	COD(mg/L)
A	60
B	30
C	40
D	40
E	60
F	40



4.3.3 事業実施可能性

以上現状を踏まえ、早急な下水道等による生活排水処理が必要である。現在 AFD（フランス政府開発援助）で下水道マスタープラン作成中であり、2013 年 4 月に完成し、公表する予定である。

排水施設内の COD は高い値を示すが、放流先のメコン川は流量が非常に多いため、メコン川の COD は 5~10 mg/L 程度の低い値であり、現状として、無処理による生活排水が川へ与える影響は低いと考えられる。しかしながら、今後人口増加やホテルなど大規模施設の建設など

を考慮すると、早期の改善が必要である。

ルアンバパン副市長及びラオス公共事業省からのヒアリングにおいても、下水道整備の必要性は認識しており、世界遺産にふさわしい水質改善の向上が喫緊の課題であるとの事であった。また、パイロット事業として、部分的に AFD で事業をすることが決定しているが、本格的な下水道整備については、事業主体など全く決まっていないとの事である。

マスタープランに基づき、パイロット事業の結果を検討し、既存の水路を有効に活かしながら、事業費及び事業展開など効率的効果的な整備が必要と考えられる。

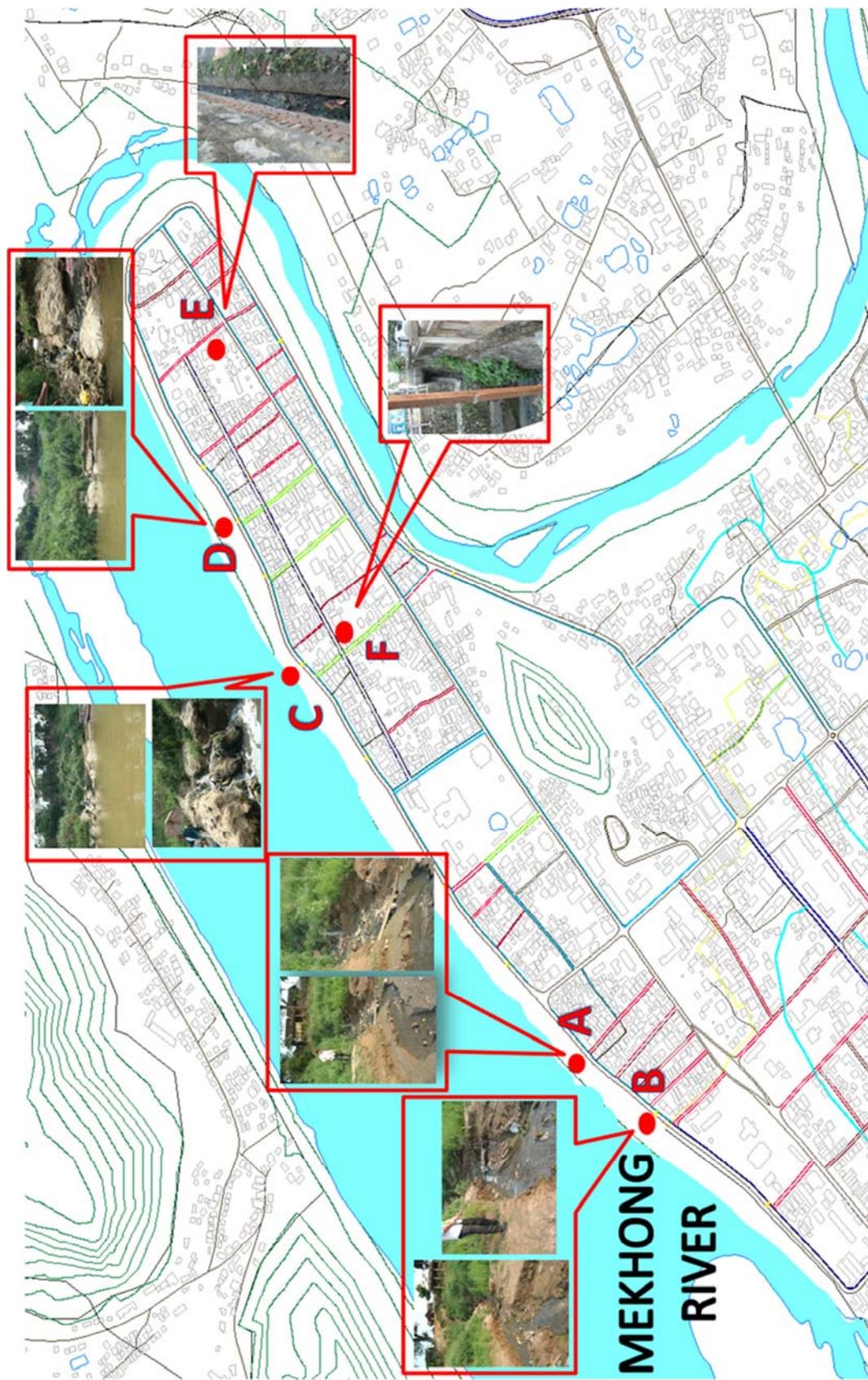


图-4.14 踏查箇所图

5. 提案プロジェクトの事業スキーム

今回の調査結果を基に事業性の検証を行った結果、以下のとおりプロジェクト提案を行う。なお、案件形成の現段階に於いては、各種制約条件に対する課題や未確定事項に対する仮定条件を含まざるをえないものであり、今後 F/S 段階で具体化していくためのたたき台として提案するものである。

5.1 事業スキーム

5.1.1 事業形態

1) 投資形態および事業会社形態

3.2 項に示したルアンパバン県水道の経営分析のとおり、これまでの県水道の投資は9割方株主資本（公的資金）で賄われてきた。しかし、今後の産業発展に向けたインフラ需要の急激な増大に対応するためには、民間資金を活用することが不可欠な状況となっている。即ち、BOT/BTO/BT/BOO/BLT といった形態による民間資金を活用した PPP 事業として実施することを前提として事業提案を行うこととする。

2009年7月8日発行の投資促進法では、一般の投資と区別してコンセッション方式の事業を定義している。そして、投資計画省が発行したコンセッション事業分野リストには水道事業が含まれている。官民連携事業の実施については、当然にコンセッション事業の対象となるものと解釈される。しかし、コンセッション方式の要件として、事業権を与えるための審査の透明性確保が求められており、入札による事業者選定が前提となることが想定される。事業発案者としては、実施にかかわる案件提案者の優先権がどう確保されるかという点が重大関心事であり、今後の議論のポイントとなる。

投資許可および事業権（コンセッション）は投資計画省から与えられる。浄水は、県水道会社（オフテイカー）に対して用水として供給（ホールセール）を行うものと想定する。

事業会社は、日本の株式会社に相当する「Public Company」の形態を適用するものと想定する。ただし、相手国側パートナー（出資者）が国営企業である場合は、混合企業と定義され、国営企業 50%、民間出資者 50%の合弁となる。その組織設計等についての具体的な議論は企業法（最新版：2005年11月9日発行）に従うことになる。

2) 事業期間

事業期間は法律上では最大 99 年とされており、事業契約上で特段の制約事項とはならない。現実問題としては、期待する事業投資によるリターンが得られることを前提として、合理的な期間を設定することとなる。その際に勘案すべき要素は以下のとおりである。

- ① 設備資産の減価償却期間との整合性：フルコストリカバリーのタリフ設定において、減価償却が終了することが、事業終了の前提条件となる。BOT 等のコンセッション事業では、事業期間＝減価償却期間としたいところ（ベトナムの例に倣う）であるが、ラオスの法律にそのような規定が見当たらない。事業期間より短い減価償却期間が適用されると、操業

開始当初の減価償却費用負担が嵩むため、投資家としては利益配当が長期に得られないという問題が生じる。FS 段階で更に法令確認を行う必要があるが、現段階では、事業期間に亘って均等償却が行えるものとの前提で事業性の検討を行うこととする。

- ② 資金調達期間との整合性：キャッシュフロー面からは、融資返済がオフテイクタリフのうちのかなりの部分を占めるため、融資返済が終了した時点で事業を現地側に移管することが合理的と考えられる。なお、損益計算とキャッシュフロー計算が大きく異なると経営上の支障を生じるため、上記①の減価償却期間の設定と融資返済キャッシュフロー計画がほぼ同期するように計画したいところである。具体的には、事業期間で均等償却するとすれば、返済も事業期間で均等償却することが理想となる。
- ③ 設備維持更新費用（リスクコストを含む）対効果：設備の維持管理費用は、バスタブ曲線と呼ばれるように、設備ライフサイクルの終盤で急激に増加する。事業リスクも当然に増大する。従って、設備の大規模更新を必要としないことを前提として最適な事業期間設定を行う。
- ④ 事業期間と資本コストの相関関係：一般的に、事業期間が長期化する程、事業の不確実性が高まるため、資本コストが高くなる。上記①～③の要素とのトレードオフで評価することになる。
- ⑤ 結論として、設備のライフサイクルを考慮した合理的な事業期間（操業期間：建設期間を含まない）は、日本の PFI 事業と同様に 15 年～20 年程度に設定することが合理的と想定される。本提案では、事業性を高めるために操業期間＝20 年と想定する。

事業安定性を確保するためには、リスクをプロジェクト内に封じ込めるための契約関係性の設計が不可欠となる。原則的には、事業権契約の実効性を担保すると共に、EPC と O&M のリスクをスポンサー企業（受託企業）にパススルーする建て付けを想定する必要がある。そして、スポンサー企業の業務分担の妥当性（実行性＝与信能力）を確保することがその前提となる。本調査では、用水供給事業を想定し試算した。

5.1.2 プロジェクトスキーム（プロジェクト関連契約構造化）

本事業がコンセッション事業として扱われる前提で、投資推進法に基づき株主資本比率を 30%以上とすることが義務付けられることになる。法定最低限の 30%で計画することになるが、資本コスト負担の大きさが事業性を阻害するものと危惧される。

株主資本コストは貨幣価値の強弱を反映するものである。貨幣価値の低い発展途上国の案件の場合、日本の投資家としては、日本円に交換した際の投資収益性を確保するためには、為替変動分析と共に、両国における物価上昇率差異、市場金利レベル差異、プロジェクトリスクプレミアム等を考慮して個々の投資家が自らの資本コストを求めることとなる。案件形成段階の本調査において、その具体的な議論を進めることは時期尚早であるため、東南アジアでの民間投資ファンドが一般的に求めているところの 15%～20%を暫定的株主資本コストとして分析を行うこととする。

外部資金調達に関しても、案件形成の現段階で金融機関と具体的な交渉を行うことはできないが、感触としては、現地で長期かつ低利な条件での民間資金（プロジェクトファイナンスベ

ース) 調達の可能性は期待薄である。従って、日本からの何らかの公的な資金ソースを活用することを想定せざるをえない。今後、本件を事業化する段階においては、JICA 等の日本の公的機関の協力を要請する必要がある。本調査では、JICA 投融資の標準的な条件を想定して事業性分析を行うこととする。

5.2 事業性分析

5.2.1 想定条件

1) 適正水道料金

ラオスの水道政策によると、家庭の所得に占める水道料金支払可能限度（アフォーダビリティ）は3.5%としている。これを国民一人当たりのGDPに対する比率と解釈する（実際は、資本減耗等の分だけ国民所得はGDPより低い）と、国民一人当たりの年間水道料金支払可能限度は2011年度で約45USD（≒Kip360,000）ということになり、Kip1,000/日となる。一人・一日当たりの使用量を125ℓ（アセアン地域の標準的なレベル）と想定すると、最大支払可能水道料金はKip8,000/m³ということになる。これは、あくまで最大限度ということであり、国民の便益を最大とするレベルではない。

そこで、現行の水道料金に目を移してみると、ルアンパバン県の平均水道料金（2011年度ベース）単価はKip1,607/m³であり、他県との水道料金レベルと比較すると最低レベルである。これは、同県が首都ビエンチャンに次ぐ大都市の一つとして、規模の経済が働いているからと解釈できる。そして、首都ビエンチャンの平均単価はKip1,728/m³で、ルアンパバンより若干高いだけである。因みに、日本でも自治体によって3倍程度の差はあるもので、他県との比較での上昇余地を過大評価することはできない。

そこで、水道料金のベースアップは事業計画上の不確実性（将来の経済環境悪化要因等）を担保するためのバッファとして留保して、現行の2011年度（単価Kip1,607/m³）を基準レベルとして想定することとする。そして、2012年度以降、物価上昇にリンクして毎年改定されるものと想定する。

2) 用水供給（オフティク）契約単価（タリフ）設定条件

県水道会社が、自らの事業採算性の維持を図りながら、プロジェクト会社が供給する用水をオフティクすることが事業化の大前提と認識する。従って、用水供給単価契約は、水道料金の中から県水道会社が一定の送配水コストと管理費を賄うことに配慮する必要がある。

一方で、事業者としては、事業年度毎でフルコストリカバリーを原則とした収益構造を確保しうるオフティク契約とする必要がある。フルコストリカバリーに関する議論のポイントは以下のとおりである。

- ① 民間事業者がコントロールできない水道需要リスクについては、オフテイカーの負担を要求する。具体的には、テイクオアペイ方式あるいは固定費+変動費方式によって、プロジェクト会社の収益安定性を確保する。

- ② 長期事業において、貨幣価値変動が適切に契約単価に反映されなければならない。そのため、OPEX を物価変動指数にリンクさせる改定ルールを要求する。

上記に関する詳細な条件については事業化段階で議論するとして、案件形成の現段階においては、その条件が満たされることを前提とした財務分析を行うこととする。そして、前項で議論した水道料金レベルに対して、フルコスト（資本コストを含む）リカバリーベースの用水供給料金単価が占める割合（年度毎に算出）によって、オフテイク側のアフォードビリティを確認する。

なお、コストのうち OPEX は物価上昇率を反映して上昇するが、減価償却費や支払利息（キャッシュフロー上の Debt Service）は物価上昇の影響を受けないため、平均コスト上昇率は物価上昇率より低くなる。従って、操業開始当初には県水道会社の採算が厳しいことが想定されるが、ライフサイクルで評価すると県水道会社に便益を齎すという議論に持っていくこととなる。

3) 費用

① CAPEX とその減価償却費用

CAPEX は、概算見積りベースにて以下のとおりである。

- 2012 年ベース円換算総コスト : 1,851 百万円
- 2012 年ベース Kip 換算総コスト : Kip148Billion（適用為替レート：Kip80/円）
- 融資実行時までの物価上昇 : 現在価値ベースで評価する

（注 1）国外からの調達に対しては、為替リスクを考慮する必要があるが、個々 7 年の為替が対 USD で Kip 高に動いているため、当面そのリスクコストを考慮しないこととする。

（注 2）消費税還付がなされない可能性が高い（詳細④項参照）ため、設備調達に関する消費税は仮払いとせず、コストに含めることとする。

減価償却方法については、設備の種別によらず、事業期間（20 年）で均等償却が認められるものと想定する。

② OPEX

- 人件費
- 薬品費
- 電力・エネルギー費
- 維持管理費
- その他費用

実績に基づき上記金額を想定。

③ 資金調達コスト

資金調達は、株主資本 30%、借入金（JICA 投融資スキームによる 2 ステップローン或いはそれと同等の公的資金を想定）70%と想定する。

融資条件は、以下のとおりと仮定する。

- 融資契約締結日 : 事業契約時点 (現段階では、建中利息は発生しないものと仮定)
- 融資実行日 : 完工時と仮定
- 融資返済期間 : 事業契約後、20年
- 融資返済猶予期間 : 不適用と想定
- 貸出通貨 : Kip
- 適用金利 : 政策金利 (5%) + 2% = 7%/年程度で借り入れられるものと想定
(注) 株主資本コスト (15%~20%) を含めたプロジェクト資本コストを 10%と想定。

④ 租税公課

2011年12月20日発行の租税法の中で、以下の税金が規定されている。ただし、VATについては、特別法としてのVAT法が適用される。

<直接税>

- 利益税: ビジネスによる利益に賦課される税金であり、利益税≒法人税という認識が良い。40百万Kip (5,000 USD 相当) 超で最大の24%が適用される。従って、財務分析上では常に24%で試算することとする。なお、投資推進法による優遇措置として、ルアンパバン地域が該当するゾーンⅢでの水道事業における4年の免税期間が適用されるものと解釈する。
- 所得税: 給与所得の他、利息等のビジネス外の所得に賦課される税金である。事業コスト上に反映する。
- 看做し税: 中小企業に対する簡易的な取り扱いであり、当事業には関係しないものと解釈する。
- 環境税: 事業に大きなインパクトを与えないものと解釈するが、FS段階で具体的な調査を行うこととし、今回の分析では無視する。
- 公租公課: 事業に大きなインパクトを与えないものと解釈するが、FS段階で具体的な調査を行うこととし、今回の分析では無視する。

<間接税>

- VAT: 2007年1月16日発行のVAT法により一律10%が賦課される。仮払い・仮受けの場合に、日本の消費税の様に還付される制度は無い。但し、マイナス分は6ヶ月先まで繰り越すことができる。問題は、初期投資に係わるVATである。収益が発生しない時期の仮払いで、6ヶ月で時効となると、持ち出しになってしまう。初期投資に係わるVATは、利益税でも費用化できないものとされている。また、減価償却額に含めるとの規定も見当たらない。従って、初期投資に係わるVATは事業契約上で非損金コストとして見ておくこととする。
- 奢侈税: 事業において考慮すべきは自動車税であるが、事業費を見積もる際には、税込み価格で認識する。

4) 貨幣価値変動の想定

貨幣価値の変動は以下の3要素が相互に絡み合って生じるものである。

- ① 物価変動：発展途上段階にある国では、一般的に物価上昇率が高いものである。ラオスにおいても例外ではない。2005年～2012年の7年間の平均で約6.1%である。デフレの日本はさておき、米国の2%と比較してもその差は4%である。
- ② 為替変動：2000年代前半までは他のアジア諸国と同様にUSDに対して緩やかな下落を続けてきたが、2005年のKip10,600/USDレベルから、現在（2013年3月）Kip7,800/USDレベルまで上昇に転じている（上昇率4.0%/年）。これは、他のアジア諸国には見られない傾向である。上述のとおり物価が大きく上昇している一方で、「為替」がここ数年USDに対してKip高に動いているため、ラオスの国際価格競争力が大きく低下（USDベースで10%/年強のインフレであり、米国の2%/年に対して8%/年のコスト競争力低下）していることになる。これがKipの実力であれば良いが、無理があるとすれば、将来に大きな調整（平価切下げ）が入るといことになりかねないため要注意である。
- ③ 金利変動：政策金利は、2006年に20%であったものが2009年には5%台まで下がり、その後安定的に推移している。しかし、上記②に記した如く、Kip高の傾向の中で、USD換算した金利は依然10%超（上記USD換算インフレ率とほぼ同等）である。
- ④ 総合評価：個々の要素のボラティリティが大きくても、総合的な貨幣価値変動は購買力平価という概念で不安定性をオフセットしてくれるものとの考え方がある。その詳細な検討はFS段階での課題とする。本提案では、為替変動(対USDでのKip高は収まるものと想定し、一方、その反動で物価上昇率は現状の6%/年レベルから10%/年に上昇する想定で長期事業計画を行うこととする。

5) 補助金 (VGF)

ラオスでは、PPP事業を念頭に置いたVGF (Viability Gap Funding) という概念は法制化されていない。しかし、PPP事業の推進には不可欠な要素であり、事業化に向けた協議の中で問題提起することになる。現在村落給水のために進行中のMIREPプロジェクト (PPPスキーム) の経験知が活かされる。

5.2.2 想定財務収支

前項の想定条件に従って試算した結果は以下のとおりとなった。

現行 (2011年度ベース) でのコスト = 1,358 kip/m³ : ベースケース
3 浄水場を整備した場合でのコスト = 3,334 kip/m³ : ベースケースの 2.45 倍
2 浄水場 (パーヌム、プーポン) を
整備した場合でのコスト = 3,098 kip/m³ : ベースケースの 2.28 倍
パーヌム浄水場のみ整備した場合のコスト
= 2,695 kip/m³ : ベースケースの 1.98 倍

GDP から試算されたアフォーダビリティは、冒頭に示したように Kip8,000/m³（ベースケースの 5.89 倍）である。また、現行では、市民、観光客は飲料用としてペットボトルを利用している。20 リットルのボトルドウォーターの値段は、200,000 kip/m³（200 kip/L）であり、アフォーダビリティは比較的高いと判断される。膜処理浄水により試算されたコストの水質は、ペットボトルと同等以上であるので、ベースケースからの増加は想定範囲内とも言える。

今回は、ラオス国として水の安全計画を進めるという前提の下に試算しており、その為のコスト面からの指標を示したものである。近代化水道に向けてどのような施策をとるかは、ラオス側の決断であるが、VGF 制度等 PPP のための制度が整備され、ルアンパバン市民、観光客にとって裨益のある水道整備が行われる事が望まれる。

5.2.3 事業収益性評価と課題

本調査では、以下の法律について概要を確認した。しかし、弁護士事務所等の専門化の力を借りていないため、十分に内容が把握しきれていない。事業化に向けては、より詳細な確認を専門家の協力を得て行う必要がある。

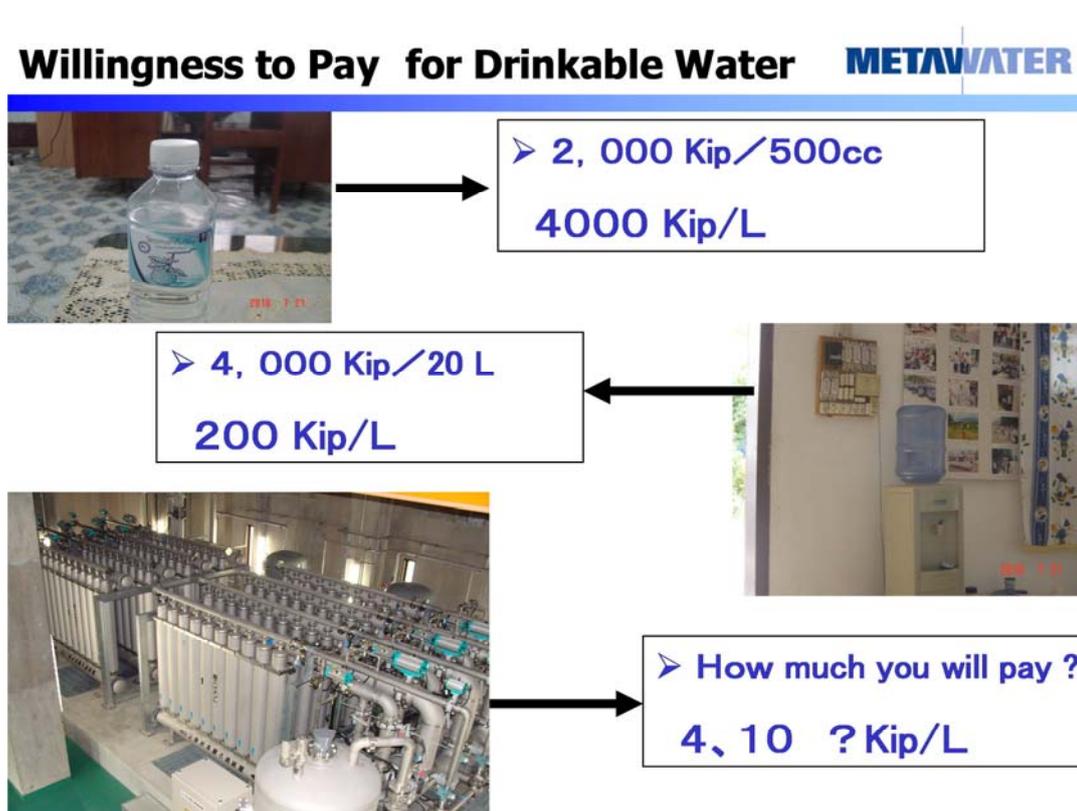
- ① 投資推進法
- ② 企業法
- ④ 租税法
- ⑤ VAT 法
- ⑤ 関税法
- ⑥ 企業会計法

6. 結論

PPP のパイロットプロジェクトは、MIREP プログラムにより 2004 年に既に導入されており（小規模村落給水）、その為の法整備、民間参入の期待が伺える。今後は、現在進行中の PPP 案件の評価と改善すべき課題がいろいろと精査されると考えられ、これらをしっかりとフォローした上で、日本版 PPP 支援パッケージの構築を目指す必要がある。

これまでのラオスの水道整備は、日本の無償資金協力が主体であるため、無償資金協力との組み合わせも考慮する必要がある。各水道事業体は、権限が委譲され、独立採算制が求められているが、水道料金は、フルコストリカバリーの水準にはなっていないのが現状である。多くの市民は、飲料水をペットボトルに求めており、1 リットル当たりの値段は、水道料金 1.9kip に対し、ペットボトル 4,000kip と実に 2,000 倍である（500ml 2,000kip）。また、20 リットルの飲料水では 200kip/リットルと水道水の 100 倍の値段を払っているのが実状である。適正な水道料金は相手国マターで、自助努力の範疇であるが、日本の浄水場技術の導入（膜処理）により安全で飲める水の供給が可能になるため、膜処理浄水場整備の可能性はあると考えられる。いずれにせよナショナルミニマムとしての上下水道整備を PPP という新しい制度でどのように行っていくかをさらに調査する意義は十分にある。

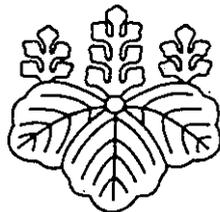
調査では期待される案件発掘の目標が達せられたものの、事業運営が比較的良好なルアンパバンにおいては、AIM（タイ企業）等の民間水道会社進出の動きが活発で、本案件へ影響することが懸念される。今後は、実現に向けてこれらの動きを注視しつつ、時期を逸することなく次の手を打つことが肝要である。



参 考 资 料

參考資料 -1
調查團派遣公文

Ministry of Health, Labour and Welfare
Japanese Government
1-2-2, Kasumigaseki,
Chiyoda-ku, Tokyo 100-8916
Tel + 81-3-5253-1111



日本国厚生労働省
〒100-8916
東京都千代田区
霞が関1-2-2
電話 03-5253-1111

Mr. Khamthavy THAIPHACHANH
Director General
Department of Housing and Urban Planning
Ministry of Public Works and Transports
Lane Xang Avenue, Vientiane, Lao PDR
Telephone : +856-21-412284
Fax : +856-21-412282

Dispatch of Study Team on Project Finding for Luang Prabang Water Supply and Sewerage
Systems toward Environmental Friendly City Development in Lao PDR

Dear Mr. Khamthavy THAIPHACHANH

It is our honor to inform you that in the Japanese fiscal year of 2012, the Ministry of Health, Labour and Welfare of Japan has a plan to dispatch a team to your country to conduct a project finding study for Luang Prabang Water Supply and Sewerage Systems, according to attached itinerary and team members.

The purpose of this study is to promote the suitable projects in the field of water supply and sewerage systems, mainly focusing on treatment plants project.

It will be highly appreciated if you could coordinate the meetings and arrange site survey for the team.

Sincerely yours,

Kazuya KUMAGAI
Director for Water Supply Planning, Water Supply Division
Health Service Bureau, Ministry of Health, Labour and Welfare, Japan

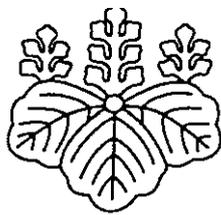
Member of Study Team

<u>Role</u>	<u>Name</u>	<u>Organization</u>
(Leader)		
Team Leader /General Control	Mr. Yasuhiro KAWASHIMA	Saitama City
(Member)		
Coordination/Water Supply Planning		
	Mr. Makoto KANEKO	Tokyo Engineering Consultants Co.,Ltd
Co- Coordination/Business Scheme		
	Mr. Osamu NAKAGOME	Metawater Co.,Ltd
Facility Planning		
	Mr. Shiro Jimbo	Tokyo Engineering Consultants Co.,Ltd
Sewerage Planning		
	Mr. Akihiro HASEGAWA	Saitama City
Economy & Finance		
	Mr. Tetsuya ASHIHARA	MetawaterCo.,Ltd

Schedule of Study

Date & Year	Week	Substance	Lodging Place
10.Mar.2013	Sun	Leave Japan for Laos	Vientiane
11.Mar.2013	Mon	Visit JICA,DHUP and Vientiane Capital City Water Supply Enterprise for Discussion Presentation for Water & Wastewater Technologies and Discussion	Vientiane
12.Mar.2013	Tue	Leave Vientiane for Luang Prabang Visit Luang Prabang Water Supply Enterprise and PUDA for Discussion	Luang Prabang
13.Mar.2013	Wed	Field Survey and Data Collection (Luang Prabang Water Supply Service Area)	Luang Prabang
14.Mar.2013	Thu	Field Survey and Data Collection (Xieng Ngeung Water Supply Service Area)	Luang Prabang
15.Mar.2013	Fri	Field Survey and Data Collection (Raw Water Intake Site -WTP) Presentation for Water & Wastewater Technologies and Discussion	Luang Prabang
16.Mar.2013	Sat	Field Survey (Sewage and Drainage Facility)	Luang Prabang
17.Mar.2013	Sun	Collected Information Analysis	Luang Prabang
18.Mar.2013	Mon	Visit Luang Prabang Water Supply Enterprise for Summary Meeting Leave Luang Prabang for Vientiane	Vientiane
19.Mar.2013	Tue	Visit DHUP and Vientian Capital City Water Supply Enterprise for Discussion Visit JICA	Vientiane
20.Mar.2013	Wed	Visit Japanese Embassy Leave Laos for Japan	
21.Mar.2013	Thu	Arrive at Japan	

Ministry of Health, Labour and Welfare
Japanese Government
1-2-2, Kasumigaseki,
Chiyoda-ku, Tokyo 100-8916
Tel + 81-3-5253-1111



日本国厚生労働省
〒100-8916
東京都千代田区
霞が関1-2-2
電話 03-5253-1111

Mr. Soulith CHINDAMANY

General Manager

Luang Prabang Water Supply State-owned Enterprise

Thongchaleun Village Samsentha Road Luang Prabang District and Province, Lao PDR

Telephone : +856-071-212803

Fax : +856-071-212803

Dispatch of Study Team on Project Finding for Luang Prabang Water Supply and Sewerage
Systems toward Environmental Friendly City Development in Lao PDR

Dear Mr. Soulith CHINDAMANY

It is our honor to inform you that in the Japanese fiscal year of 2012, the Ministry of Health, Labour and Welfare of Japan has a plan to dispatch a team to your country to conduct a project finding study for Luang Prabang Water Supply and Sewerage Systems, according to attached itinerary and team members.

The purpose of this study is to promote the suitable projects in the field of water supply and sewerage systems, mainly focusing on treatment plants project.

It will be highly appreciated if you could coordinate the meetings and arrange site survey for the team.

Sincerely yours,

Kazuya KUMAGAI

Director for Water Supply Planning, Water Supply Division

Health Service Bureau, Ministry of Health, Labour and Welfare, Japan

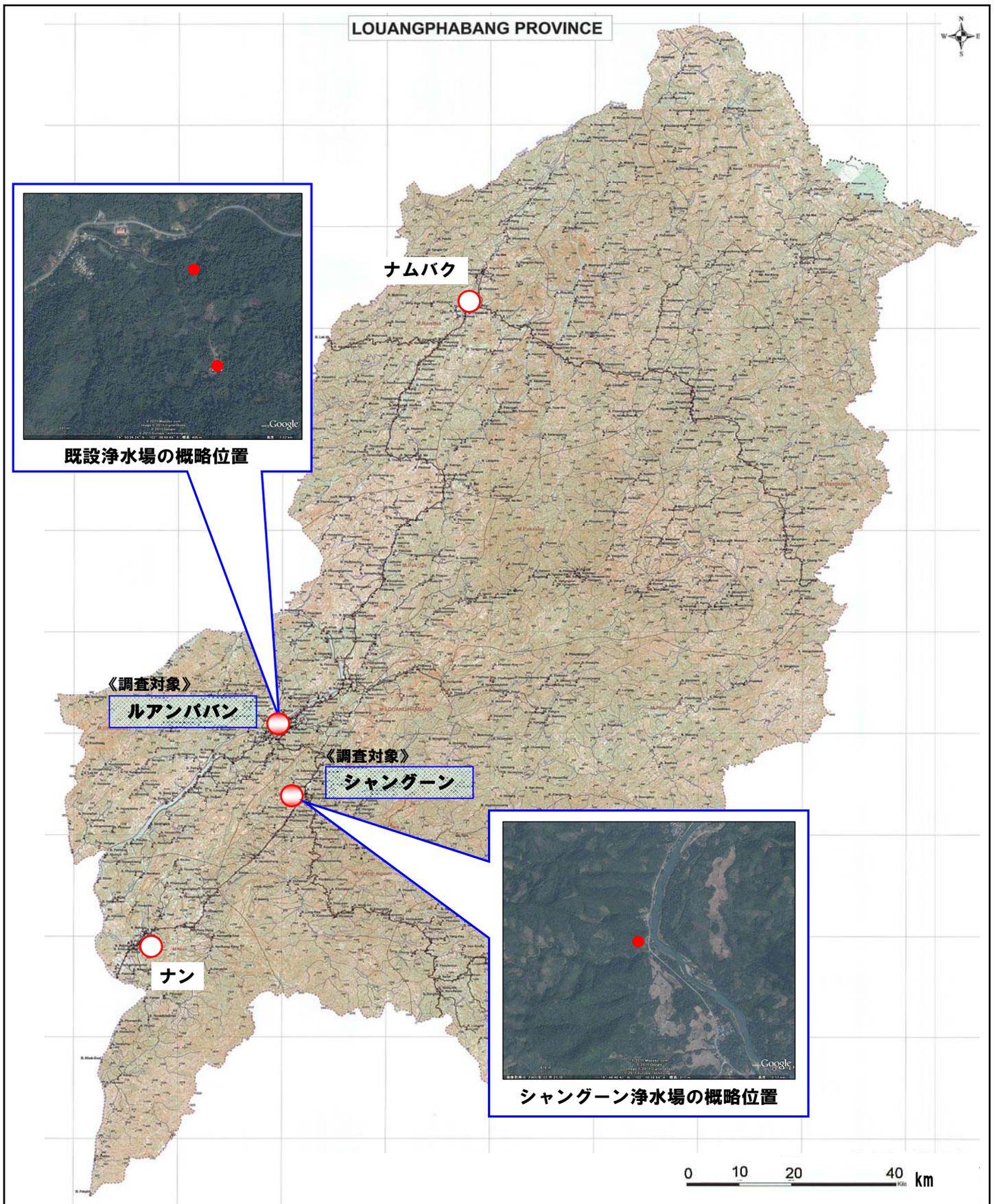
Member of Study Team

Role	Name	Organization
(Leader)		
Team Leader /General Control	Mr. Yasuhiro KAWASHIMA	Saitama City
(Member)		
Coordination/Water Supply Planning		
	Mr. Makoto KANEKO	Tokyo Engineering Consultants Co.,Ltd
Co- Coordination/Business Scheme		
	Mr. Osamu NAKAGOME	Metawater Co.,Ltd
Facility Planning		
	Mr. Shiro Jimbo	Tokyo Engineering Consultants Co.,Ltd
Sewerage Planning		
	Mr. Akihiro HASEGAWA	Saitama City
Economy & Finance		
	Mr. Tetsuya ASHIHARA	MetawaterCo.,Ltd

Schedule of Study

Date & Year	Week	Substance	Lodging Place
10.Mar.2013	Sun	Leave Japan for Laos	Vientiane
11.Mar.2013	Mon	Visit JICA,DHUP and Vientiane Capital City Water Supply Enterprise for Discussion Presentation for Water & Wastewater Technologies and Discussion	Vientiane
12.Mar.2013	Tue	Leave Vientiane for Luang Prabang Visit Luang Prabang Water Supply Enterprise and PUDA for Discussion	Luang Prabang
13.Mar.2013	Wed	Field Survey and Data Collection (Luang Prabang Water Supply Service Area)	Luang Prabang
14.Mar.2013	Thu	Field Survey and Data Collection (Xieng Ngeung Water Supply Service Area)	Luang Prabang
15.Mar.2013	Fri	Field Survey and Data Collection (Raw Water Intake Site - WTP) Presentation for Water & Wastewater Technologies and Discussion	Luang Prabang
16.Mar.2013	Sat	Field Survey (Sewage and Drainage Facility)	Luang Prabang
17.Mar.2013	Sun	Collected Information Analysis	Luang Prabang
18.Mar.2013	Mon	Visit Luang Prabang Water Supply Enterprise for Summary Meeting Leave Luang Prabang for Vientiane	Vientiane
19.Mar.2013	Tue	Visit DHUP and Vientian Capital City Water Supply Enterprise for Discussion Visit JICA	Vientiane
20.Mar.2013	Wed	Visit Japanese Embassy Leave Laos for Japan	
21.Mar.2013	Thu	Arrive at Japan	

参考資料-2 調査対象地域の位置図（ルアンパバン県）



参考資料-3 ベトナム（フエ省）における水安全宣言

HueWACO（フエ省水道公社）における水安全宣言までのプロセス

【2003～2005年】

横浜市水道局によるJICA草の根技術協力
「水道事業経営改善計画」
(⇒ 内容の詳細については不明)

【2007年】

WHOによる水安全計画策定パイロット事業の実施
(⇒ 2006年のHai Duong省に次いでベトナム
国内で2例目)

2007年5月に
『試験又は校正を行う能力に関する一般
要求事項を規定した国際規格』
であるISO/IEC 17025 を取得

【2007～2009年】

JICAによる「中部地区水道事業人材育成プロジェクト」の実施
(⇒ 水安全計画の策定を受け、これを実施するための
人材育成プロジェクトとしての位置づけ)

【2009年8月】

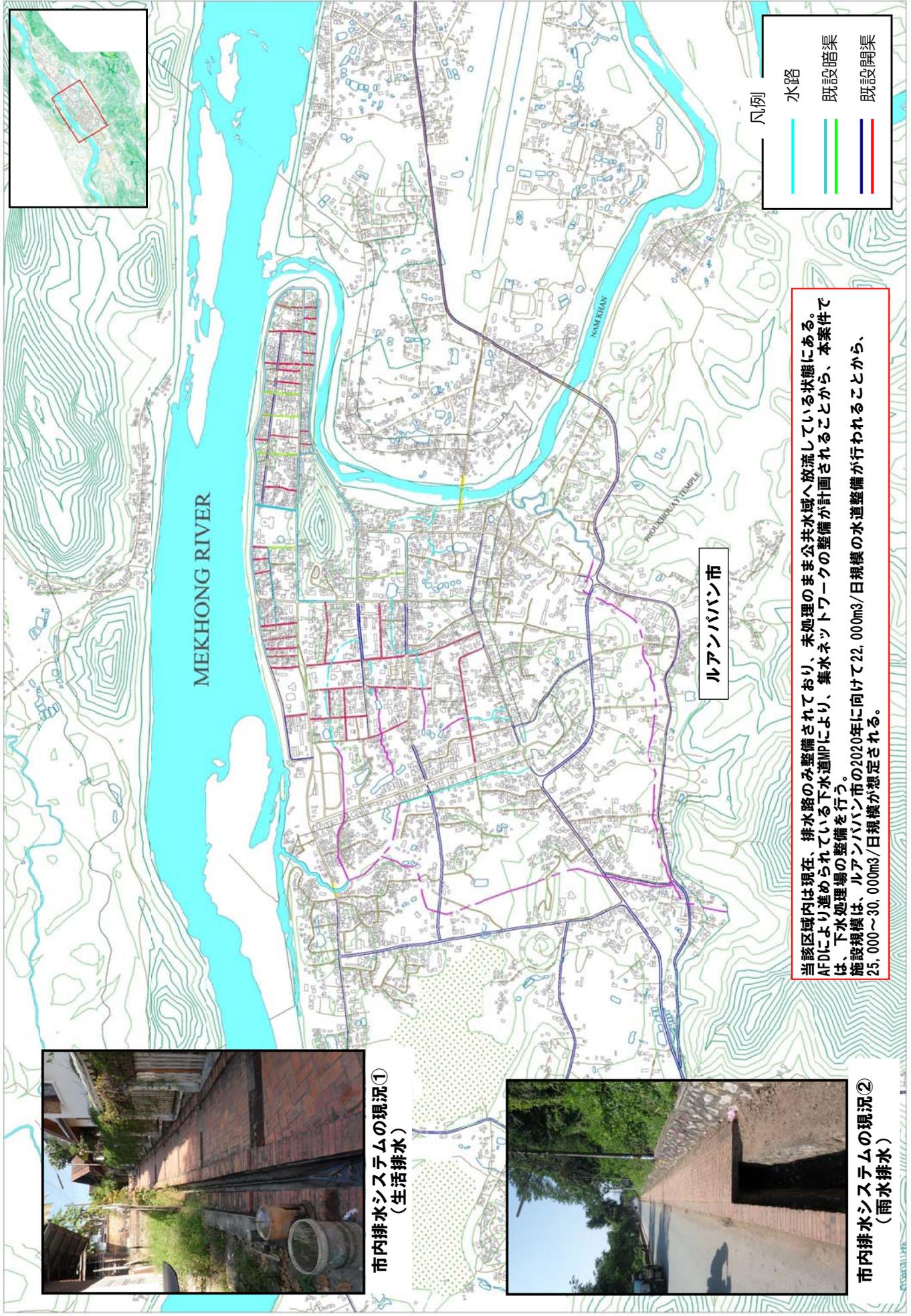
水の安全宣言
⇒ フエ省113万人（2009年時点）のうち、
HueWACO給水区域全域の約51万人が対象

約6年

施設整備の実施

※ 隣国カンボジア（プノンペン市）においては、2003～2006年の3年間の
人材育成プロジェクトが実施され、JICA, ADB, WBの融資により、施設整備も
同時期に実施されている。
正式な水安全宣言の時期は不明だが、現在は蛇口からの直接飲用が可能とのこと。

参考資料-4 ルアンパバン市における排水システムの現況



市内排水システムの現況①
(生活排水)



市内排水システムの現況②
(雨水排水)

参考資料-5 将来の水道システムのイメージ

