

ベトナム社会主義共和国
ハノイ水道公社

ベトナム国

超高速無薬注生物処理装置
「ケミレス」を用いた浄水技術の
普及・実証事業

業務完了報告書

平成 29 年 6 月
(2017 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

株式会社 ナガオカ

国内
JR(先)
17-087

巻頭写真	1
略語表	3
案件概要	7
1. 事業の背景	1
(1) 事業実施国における開発課題の現状及びニーズの確認	1
① 事業実施国の政治・経済の概況	1
② 対象分野における開発課題	5
③ 事業実施国の関連計画、政策（外交政策含む）および法制度	10
④ 事業実施国の対象分野における ODA 事業の事例分析及び他ドナーの分析	23
(2) 普及・実証を図る製品・技術の概要	26
2. 普及・実証事業の概要	29
(1) 事業の目的	29
(2) 期待される成果	29
(3) 事業の実施方法・作業工程	29
(4) 投入（要員、機材、事業実施国側投入）	36
(5) 事業実施体制	38
(6) 事業実施国政府機関の概要	39
3. 普及・実証事業の実績	40
(1) 活動項目毎の結果	40
(2) 事業目的の達成状況	46
(3) 開発課題解決の観点から見た貢献	83
(4) 日本国内の地方経済・地域活性化への貢献	84
(5) 事業後の事業実施国政府機関の自立的な活動継続について	84
(6) 今後の課題と対応策	84
4. 本事業実施後のビジネス展開計画	86
(1) 今後の対象国におけるビジネス展開の方針・予定	86
① マーケット分析（競合製品及び代替製品の分析を含む）	86
② ビジネス展開の仕組み	88
③ 想定されるビジネス展開の計画・スケジュール	89
④ ビジネス展開可能性の評価	90
(2) 想定されるリスクと対応	91
(3) 普及・実証において検討した事業化による開発効果	92

（４）本事業から得られた教訓と提言	93
① 今後海外展開を検討する企業へ向けた教訓.....	93
② JICA や政府関係機関に向けた提言	94
添付資料.....	95

巻頭写真



レベル確認状況（平成 28 年 5 月）



洗浄水槽設置作業（平成 28 年 5 月）



洗浄水槽設置完了（平成 28 年 5 月）



ケミレス搬入状況（平成 28 年 6 月）



ケミレス搬入状況（平成 28 年 6 月）



ろ材搬入状況（平成 28 年 6 月）



洗浄水管組立状況（平成 28 年 6 月）



ケミレス設置協議状況（平成 28 年 6 月）



手摺取付状況（平成 28 年 6 月）



ケミレス設置状況（平成 28 年 6 月）



通水式（平成 28 年 6 月）



第 1 回中間報告会（平成 28 年 8 月）



本邦受入活動（平成 28 年 10 月）



本邦受入活動（平成 28 年 10 月）



Viet Water（平成 28 年 11 月）



ワークショップ（平成 28 年 11 月）



Team E-kansai 発表（平成 28 年 11 月）



ワークショップ（平成 28 年 11 月）



現地説明会（平成 28 年 11 月）



第二回中間報告会（平成 28 年 12 月）



ハノイ市長表敬（平成 29 年 3 月）



SABECO にて技術セミナー（平成 29 年 3 月）



メンテナンス指導状況（平成 29 年 4 月）



最終報告会（平成 29 年 4 月）

略語表

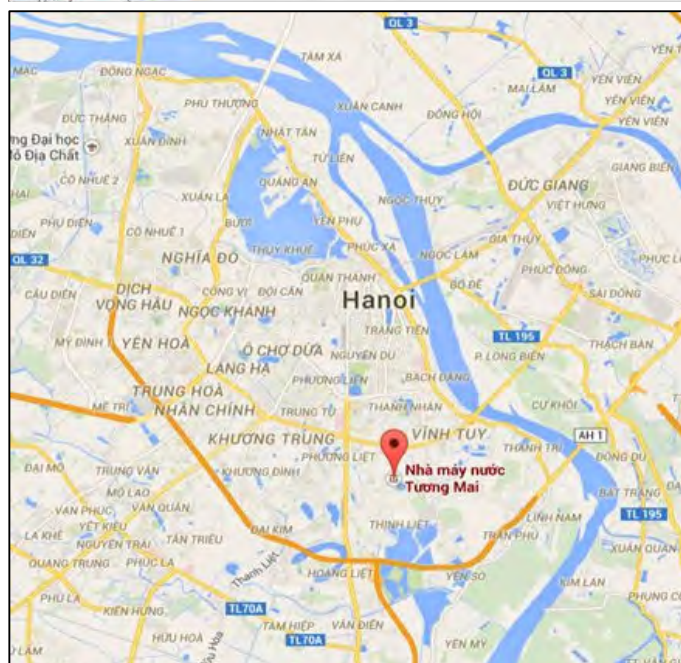
略語	正式名称	日本語
HAWACOM	Hanoi Water Limited Company	ハノイ市水道公社
HAPI	Hanoi Authority for Planning and Investment	ハノイ市計画投資局
HPC	Hanoi People's Committees	ハノイ人民委員会
IESE	Institute of Environmental science and Engineering	ハノイ土木大学
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
NIC	Nagaoka International Corporation	株式会社ナガオカ
m ³ /日	Cubic meter per day	立法メートル/日
MOARD	Ministry of Agriculture and Rural Development	農業・農村開発省
MOC	Ministry of Construction	建設省
MOF	Ministry of Finance	財務省
MOH	Ministry of Health	厚生省
MONRE	Ministry of Natural Resources and Environment	自然資源・環境省
MOST	Ministry of Science and Technology	科学技術省
MPI	Ministry of Planning and Investment	計画・投資省
O&M	Operation and Maintenance	維持管理
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
Q/A	Quality Assurance	品質保証
Q/C	Quality Control	品質管理
PPP	Public Private Partnership	官民パートナーシップ
SAWACO	Saigon Water Business Company	ホーチミン市水道公社
VWSA	Vietnam water and sanitation association	ベトナム上下水道協会
SABECO	Saigon Beer-Alcohol-Beverage Corporation	サイゴンビール・アルコール・飲料会社

地図

実施国：ベトナム社会主義共和国

サイト名：Tuong Mai 浄水場

(住所； 227 Nguyen Duc Canh, Hoang Mai, Ha Noi)



Tuong Mai 浄水場の位置図

出典 上図：【世界地図・SekaiChizu】 下図：Google map

図表番号

図 1.1	ハノイ市における水需要予測	5
図 1.2	ホーチミン市における水需要予測	6
図 1.3	ハノイ市都市圏の地下水水質(2015-2016 最大値)	7
図 1.4	ハノイ市都市圏の地下水ヒ素汚染状況	8
図 1.5	水道事業に関する主要関連省庁の関係	19
図 2.1	事業実施フロー	33
図 2.2	事業実施体制	38
図 3.1(1)	水質モニタリング結果 (鉄・マンガン・アンモニア態窒素・ヒ素)	46
図 3.2	ケミレス導入コストシミュレーション (NH ₃ -N 水質目標 3.0MG/L)	52
図 3.3	ケミレス導入コストシミュレーション (NH ₃ -N 水質目標 1.5MG/L)	53
図 3.4	TUONG MAI 浄水場水質調査結果 (鉄分)	54
図 3.5	TUONG MAI 浄水場水質調査結果 (マンガン)	55
図 3.6	TUONG MAI 浄水場水質調査結果 (アンモニア態窒素)	56
図 3.7	ケミレス導入図	71
図 3.8	ベトナム全土の地下水／河川水使用状況(2009)	75
図 3.9	2020 年の水不足量	78
図 3.10	ベトナム省別人口経年変化 (1995-2015)	78
図 4.1	営業戦略模式図	88
図 4.2	今後の事業計画	89
表 1.1	10 カ年計画の主な目標 (MAIN TARGETS)	3
表 1.2	5 カ年計画の主な目標 (MAIN TARGETS)	4
表 1.3	ハノイ市の浄水場概要 (地下水水源施設)	9
表 1.4	ホーチミン市の浄水場概要 (地下水水源施設)	9
表 1.5	ハノイ市水需要予測	12
表 1.6(1)	ハノイ市水供給計画	12
表 1.7	ホーチミン市水需要予測	16
表 1.8	ホーチミン市水供給計画	16
表 1.9	ベトナム国における水道事業の政府関係機関	20
表 1.10(1)	ベトナム国における水道事業 (PPP) に関する法制度	21
表 1.11	我が国 ODA によるベトナム国における水道事業	23
表 1.12	国際機関によるベトナム国における水道事業	24
表 2.1	渡航毎の主な作業内容	34

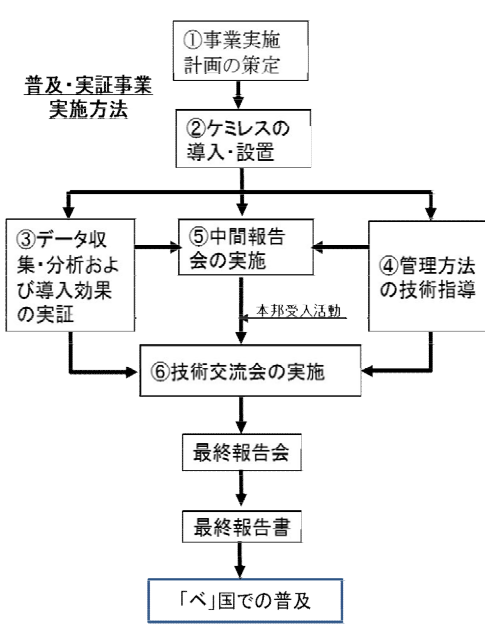
表 2.2	資機材投入リスト	36
表 2.3	要員投入リスト	37
表 2.4	事業実施分担	38
表 3.1	成果 1 に係る活動結果一覧	40
表 3.2	成果 2 に係る活動結果一覧	42
表 3.3	成果 3 に係る活動結果一覧	43
表 3.4	成果 4 に係る活動結果一覧	44
表 3.5	ケミレス導入前後の運転コスト	49
表 3.6	ケミレス導入前後の人員比較	49
表 3.7	現地パートナー、販売先リスト（ハノイ市）	72
表 3.8(1)	ベトナム全土の水使用状況	76
表 3.9	現地パートナー、販売先リスト（ホーチミン市）	82
表 3.10	「ベ」国の課題に対する、解決策及びその効果	83
表 4.1	ハノイ市水供給計画（地下水源、m ³ /日）	86
表 4.2	ホーチミン市水供給計画（地下水源、m ³ /日）	86
表 4.3	パイロット試験の結果（2015 年 7 月時点）	90

案件概要



要約

I. 提案事業の概要	
案件名	超高速無薬注生物処理装置「ケミレス」を用いた浄水技術の普及・実証事業
事業実施地	ベトナム社会主義共和国ハノイ市 Tuong Mai 浄水場
相手国 政府関係機関	ベトナム社会主義共和国ハノイ水道公社 (HAWACOM)
事業実施期間	2016年3月～2017年6月 (1年4ヶ月)
契約金額	99,809,280円 (税込)
事業の目的	<p>HAWACOM が有する浄水場の処理水水質改善に資するため、Tuong Mai 浄水場において超高速無薬注生物処理装置「ケミレス」を用いた浄水技術の有用性及び優位性について実証を行う。同時にハノイ市の安全な水道水の供給に寄与することを目的として同浄水技術の普及方法と課題について整理・検討する。</p> <p>また、ハノイで得られた実証結果を他地域へも波及させるため、ホーチミンを中心とした他地域での地下水の課題および市場可能性について調査、整理を行う。</p>
事業の実施方針	<p>ハノイ水道公社 (HAWACOM) が有する Tuong Mai 浄水場に、超高速無薬注生物処理装置「ケミレス」を導入し、地下水の有効活用及び処理能力向上を図る。その上で、今後の我々のビジネス展開の促進を図る。本事業では下記の3点を基本方針として「ケミレス」の導入を行う。</p> <p>①本事業を通しケミレスの有効性を、第三者期間の評価を含め、技術面、マネジメント面の両面で証明する。</p> <p>②今後のビジネス展開を進めるために、コスト削減の取組みとして地元調達及び製作を実施する。</p> <p>③定期的に技術交流会を実施し、HAWACOM、ベトナム上下水道協会 (VWSA) のネットワークを活用して「ベ」国全土へ広く PR する。ハノイ市だけでなく、地下水需要が継続的に見込まれるホーチミン市等、他地域での市場調査・PR 活動を実施し、事業終了後の「ベ」国全土への普及展開案を作成する。</p>



実績	<p>1. 実証・普及活動</p> <p>(1) ケミレスの機材導入状況及び有用性・優位性の確認</p> <p>HAWACOM が有する Tuong Mai 浄水場に 2016 年 6 月、超高速無薬注生物処理装置「ケミレス」3基を設置完了し、稼働中である。現在は定期的な水質モニタリングを実施しており、除鉄性能は数日、除アンモニア態窒素性能は1週間にて馴養が完了した。除マンガン性能についても約 2.5 カ月にて馴養が完了し、すべての項目においてナガオカ基準値（日本水道法水質基準値）をクリアした。</p> <p>(2) ケミレスの運転・維持管理技術の移転</p> <p>ケミレスの日常管理・定期メンテナンス方法を HAWACOM 従業員に指導を行った。更に、HAWACOM 単独で維持管理ができるよう、2017 年 4 月 18 日～25 日に OJT 指導を行った。</p> <p>(3) 事業実施国政府機関(HAWACOM)との協議状況</p> <p>2016 年 8 月 3 日に HAWACOM との第 1 回中間報告会、2016 年 12 月 15 日に第 2 回中間報告会を実施した。中間報告会では、HAWACOM よりケミレスに有用性・優位性があるとのコメントをいただいた。</p> <p>(4) 本邦受入活動</p> <p>2016 年 10 月 3 日(月)～8 日(土)にかけて HAWACOM 担当者 4 名を日本に招き、ケミレス導入済みの本邦自治体の浄水場（貝塚市津田浄水場、高松市御殿浄水場、高松市東ハゼ町前処理施設等）見学、関係自治体との意見交換、大阪市水道局体験型研修センター訪問等を実施し、ケミレス導入の意義、日本の水道行政の維持管理体制や安全管理等について理解の促進を図った。</p> <p>(5) ケミレスの普及に関する活動状況</p> <p>2016 年 11 月 9 日～11 日にホーチミン開催のベトナム水道展示会『Viet Water 2016』にてケミレスの PR を行った。</p> <p>また、2016 年 11 月 15 日には第 1 回技術交流会（JICA・HAWACOM・NIC・IESE Workshop）を行い、ケミレスの有用性・優位性などについて PR を行った。</p> <p>その他、上記活動等により問い合わせのあった、ハノイ近郊の Ha Dong 水道公社、農村開発省及び民間企業にも個別に訪問を行い、ケミレスの PR 活動を行った。</p> <p>2. ビジネス展開計画</p> <p>現在、ハノイ市（HAWACOM、Ha Dong 水道公社等）を始め、MOARD や MONRE 等へのヒアリング及び資料収集を実施した。さらに、収集した情報を元に、ビジネス展開計画を策定した。</p>
----	--

課題	<p>1. 実証・普及活動</p> <p>本業務の普及・実証では、ケミレスを導入することで Tuong Mai 浄水場の全体水質を改善させることができた。ただし、具体的な更新案件に結びついていないため、引続き HAWACOM とも協力し Tuong Mai 浄水場の更新工事の案件化につなげていく必要がある。</p> <p>2. ビジネス展開計画</p> <p>今後、ベトナム政府では水質基準の強化を行う予定（アンモニア態窒素 3.0mg/L→1.5mg/L 等）としているため、一層の水質改善努力が必要となり、当社としてのビジネス機会は増大するといえる。しかし、ハノイ市及びホーチミン市共に地下水から表流水への転換期となっていることから、地下水浄水場に対する予算確保ができない等、資金調達に課題が生じている。</p>
事業後の展開	<ul style="list-style-type: none"> ・継続的に展示会、セミナー等に参加し、普及活動を継続する。 ・本事業でネットワークを構築した、ハドン水道公社、ホーチミン水道公社、その他民間企業に対して引続きフォローを行なう。 ・uong Mai 浄水場の実績を PR し、新たな顧客開拓を進め実績構築に取り組む。
今後のスケジュール	<ul style="list-style-type: none"> ・本事業等によりコネクションが形成された機関・企業に対し、引き続き情報収集を行うとともに、機会を見つけてケミレスの提案を行っていく。 ・本事業の成果をベトナム国内及び周辺諸国で P R し、新規顧客開拓を行う。更に、引き合いのあった団体に対する営業活動を今後も続ける。 ・ベトナムでの長期的な営業活動を行うため、専任スタッフを 1 名設けるとともに、案件が具体化した段階で活動拠点が必要となれば、小規模オフィスのハノイ市設置し、営業活動を続ける。
II. 提案企業の概要	
企業名	株式会社ナガオカ
企業所在地	<p>本店 〒597-0092 大阪府貝塚市二色北町 1 番 15 号</p> <p>本社 〒595-0055 大阪府泉大津市なぎさ町 6 番 1 号</p> <p>きららセンタービル 9 階</p>
設立年月日	創業 1934 年 10 月 10 日 設立 2004 年 11 月 1 日
業種	プラント・エンジニアリング
主要事業・製品	石油精製、石油化学プロセス用スクリーン、 地下水取水用スクリーンの製造
資本金	787,350,000 円
売上高	31 億円
従業員数	154 人／連結 232 名

1. 事業の背景

(1) 事業実施国における開発課題の現状及びニーズの確認

① 事業実施国の政治・経済の概況

ベトナム国の政治・社会状況

ベトナム社会主義共和国は、面積 33 万 km² (九州を除く日本の面積に相当)、人口 9,250 万人、一人当たり GDP は 2,109 ドル(2015 年)であり、低所得国から中所得国に進みつつある。実質 GDP 成長率は近年 6-7%程度で推移しており、2020 年には一人当たり GDP が 3,200-3,500 ドルに到達することを目標としている。また、失業率は 2.1%(都市部 3.4%、地方部 1.5%)にとどまっている。

キン族(越人)ほか 53 の少数民族からなるベトナムは、1858 年からのフランス植民地時代、1946 年からの南北分断時代を経て、1976 年に南北が統一されてベトナム民主共和国から、ベトナム社会主義共和国に改称された。その後、1986 年の第 6 回共産党大会にて市場経済システムの導入と対外開放化を柱としたドイモイ(刷新)路線が打ち出され、構造改革や国際競争力強化に取り組んでいる。一方、ドイモイの進展の裏で、貧富の差の拡大、汚職の蔓延、官僚主義の弊害、環境破壊などのマイナス面も顕在化している。1992 年には日本の対越援助が再開されている。

ベトナムでは、伝統的な縫製業企業の進出が続いており、またキャノンやサムスン電子の進出を機に多くの下請け企業が進出したように、エレクトロニクス産業における直接投資も増加しており、着実に産業の高度化へのステップを達している。これらにより裾野産業も育ってきており、後進国から中進国に進みつつある。

2011 年には 5 年ごとに開催される第 11 回共産党大会にて、2020 年までに近代工業国家に成長することを目標として引き続き高い成長を目指す方針が掲げられた。ベトナムの統治体制は、ベトナム共産党による一党支配体制であり、現在はグエン・フー・チョン党書記長、チャン・ダイ・クアン国家主席、グエン・スアン・フック首相が選出されている。

主な経済政策

1986年に採択されたドイモイは、1989年頃より成果が上がり始め、1995年～1996年には9%台の経済成長率を記録した。その後、アジア経済危機の影響から一時成長が鈍化したものの、海外直接投資の順調な増加も受けて、2000年～2010年の平均経済成長率は7.26%と高成長を達成。2010年に（低位）中所得国となった。2011年以降、マクロ経済安定化への取り組みに伴い、2011年は5.9%、2012年は5.2%と成長率が鈍化したものの、2013年は5.4%、2014年は5.98%、2015年は6.68%と緩やかながらも回復傾向が見られる。

ベトナムは一層の市場経済化と国際経済への統合を推し進めており、2007年1月、WTOに正式加盟を果たした。その後も、各国・地域とのFTA/EPA締結を進めており、TPP交渉にも参加している。他方、未成熟な投資環境、国営企業の非効率性、国内地場産業の未発達等懸念材料も残っている。

■社会・経済開発計画（10カ年戦略、5カ年計画）

ドイモイ以降、10カ年戦略が策定されるようになったが、それ以前から5カ年計画は策定し続けられ、長年にわたりベトナムの戦略的体系の中心柱となっている。現在の10カ年戦略は、2011年1月、第11回共産党全国党大会にて承認された。

5カ年計画は10カ年戦略に基づいて、計画投資省（MPI）により策定される。2016-2020年の5カ年計画は政府首相が出した指示書142号（2016）に基づいて策定される。策定にあたっては、計画・投資省が大きなスキームを定め、それに基づいて関連省庁、各地方自治体のスキームが策定される。

<10カ年戦略 2011-2020>

10カ年戦略「VietNam's SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT STRATEGY FOR THE PERIOD OF 2011-2020」は、2020年までに近代的な工業国になるとの目標達成に向け、経済の量的拡大を目指した従来の戦略からシフトし、質の高い成長を重視したプランである。目標達成のために、①社会主義志向の市場経済制度の整備、②急速な人材育成、③インフラ構築の3点が重要な柱として挙げられた。具体的な数値目標としては、毎年7～8%の経済成長、そして20年までに1人あたりGDPを3,000ドル（10年の2.2倍）にまで引き上げることが言及された。この計画は、国民生活の向上、持続可能な経済発展を目指す。長期的な戦略目標は、経済発展を続けることだが、それは持続可能なものでなければならず、社会的な公平や公正を目指すというものである。

前計画（2001-2010）との相違点は、これまでは量的な拡大を目指してきたが、今後は質の高い成長、特に社会基盤整備、交通インフラ、港湾整備、エネルギーなど社会的公益性の大きい産業やセクターを重視していくことである。加えて、①行政改革によって、

より競争力の高い体制の充実を目指すこと、②より高度な人材の養成を目指すこと、③インフラのさらなる充実、整備を進め、近代的な都市開発を行うこと、も目指してゆくこととしている。具体的な目標は表 1.1 のとおりである。

表 1.1 10 カ年計画の主な目標 (Main Targets)

	主な目標	備考
経済指標	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 2010-2020 年の年率平均経済成長率：7-8% ✓ 2020 年の一人当たり GDP：USD3,000 ✓ 2020 年の産業構造（対 GDP 比）：鉱工業・サービス業 85% ハイテク産業 45% ✓ 2020 年の農業人口は総労働人口の 35-35% 	
社会指標	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 人口増加率：1.0%/年、平均寿命向上：75 歳以上 ✓ 健康保険率：100%(by 2020 年) ✓ 熟練労働者の割合：70%以上 ✓ 貧困削減率：1.5-2.0%/年、地域間・民族間の格差是正 	
環境指標	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 森林カバー率：約 45%(by 2020) ✓ 浄水利用率：100% ✓ 気候変動、特に海面上昇への積極的対応 	

[出典：VietNam's SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT STRATEGY FOR THE PERIOD OF 2011-2020
(<http://www.chinhphu.vn/portal/page/portal/English>) より調査団作成]

<5 カ年計画 2016-2020>

第 10 次 5 カ年計画である「ON FIVE YEAR SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT PLAN FROM 2016-2020」は、10 カ年戦略のもと、以前の 5 年間よりも高い経済成長率を達成するため、成長モデルの刷新、生産性・効率性と競争力を向上させることに関連した経済構造改革を実施する。さらに、社会福祉の向上、気候変動への対応等に関連した施策を打ち出している。具体的な目標は表 1.2 のとおりである。

表 1.2 5 カ年計画の主な目標 (Main Targets)

	主な目標	備考
経済指標	<ul style="list-style-type: none"> ✓ GDP 成長率は平均で 6.5%-7% ✓ 一人あたり GDP は\$3,200-3,500(by 2020) ✓ 工業・サービス部門が占める割合を GDP の 85%(by 2020) ✓ 社会投資を GDP の 32-34% ✓ 財政赤字を 2020 年までに GDP の 4.0%未満とする(by 2020) ✓ 全要素生産性 (TFP) が経済成長の 30-35%を占める ✓ 社会労働生産性は、約 5%/年で増加 ✓ GDP に基づくエネルギー消費量は 1.0%-1.5%/年削減 ✓ 都市化率は 2020 年までに 38-40%(by 2020) 	
社会指標	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 2020 年までに農業従事者の割合を約 40%(by 2020) ✓ 熟練労働者の割合 65-70%, うち学位や免許を持った労働者が 25%(by 2020) ✓ 都市失業率は 4.0%未満(by 2020) ✓ 1000 人当たり 26.5 床以上、9-10 人の医師を確保(by 2020) ✓ 健康保険率 80%以上(by 2020) ✓ 貧困率は約 1.0-1.5%/年で減少 	
環境指標	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 浄水使用率は都市部で 95%, 農村部で 90%(by 2020) ✓ 有害廃棄物の処理率を 85%(by 2020) ✓ 医療廃棄物の処理率を 95-100%(by 2020) ✓ 森林カバー率約 42%(by 2020) 	

[出典 : ON FIVE YEAR SOCIO-ECONOMIC DEVELOPMENT PLAN FROM 2016-2020 (http://www.chinhphu.vn/portal/page/portal/English) より調査団作成]

■ベトナム都市システム開発総合計画方針 (空間計画)

2050 年を展望した 2025 年までのベトナム都市システム開発修正基本計画方針 (Adjustment Master Plan Orientation for Vietnam's Urban System Development to 2025 with a Vision to 2050) は、2009 年 4 月 7 日首相決定第 445 号 (Decision No. 445/QD-TTg) に基づき、建設省により策定される法定計画である。

この計画には、①2009 年から 2015 年にかけては、重点経済地域および大都市地域を重点化し、国家レベルの成長の極としては包括的経済区域が中心的な役割を担う、②2015 年から 2025 年にかけては主要市街地の開発に重点を置き、それによって農村部の開発および開発の分散を軽減する、③2026 年から 2050 年にかけては都市ネットワークを全体に行きわたらせる一という開発の全体像および数値の見通しが示されている。

都市人口の予測は、2015 年に 3500 万人、2020 年に約 4400 万人、2025 年に約 5200 万人となっており、2025 年には都市人口が総人口の 50%を占めることとなる。

2015 年には、市街地の総数は 870 以上の自治体に広がり、2025 年には 1,000 自治体に及ぶ。2015 年、都市における建設用地需要は約 33.5 万 ha となり、これは国土の 1.06%、95m²/人にあたる。2025 年になると 45 万 ha、国土の 1.4%、85m²/人となる。2012 年 11 月 7 日、首相により「2012~2020 年の国家都市開発プログラム」が承認され (決定 1659/QD-TTg 号)、以下のように都市体系に関するいくつかの記述が修正された。

<2015 年まで>

国の都市化率の目標を 38%とする。国全体の都市体系を社会経済的発展の要件に適合させ、開発管理の必要条件を満たすべく都市行政管理機関を設置するものとする（2 特別都市、一級～四級都市から 195、五級都市から 640 以上）

<2020 年まで>

国の都市化率の目標を 45%とする。国全体の都市体系を社会経済的発展の要件に適合させ、開発管理の必要条件を満たすべく都市行政管理機関を設置するものとする（2 特別都市、一級～四級都市から 312、五級都市から 620 以上）

② 対象分野における開発課題

切迫した水需要

- ・ベトナム国（以下、「ベ」国）は急速な経済発展及び人口の増加に伴い水需要が増加している。特に本事業のカウンターパートである HAWACOM が管理するハノイ都市圏は、工業団地、住宅団地の建設が続いており水需要の増加が著しい。
- ・ハノイ都市圏の高まる水需要に対応するために、流量が豊富な表流水を水源とした①ホン河浄水場建設計画、②ドン河浄水場建設計画、③既存ダ河浄水場拡張計画が計画されている。
- ・当社の HAWACOM へのヒアリング等によると、①ホン河浄水場は資金及び建設予定地が確定していない。②ドン河浄水場建設計画は本邦において、「PPP ドン河事業準備調査(2012年)」で水需要への対策として 30 万トンのドン河浄水場設備の調査を実施し、2015 年に第一期工事(15 万トン)、2020 年に第二期工事(15 万トン)が完了するスケジュールが提案されているが、実際には着工が大幅に遅れており、2017 年 3 月に着工した状況である。
- ③唯一の表流水を水源とするダ河浄水場の更新計画も資金の問題で停滞している。なお、ダ河浄水場は延長が長い配水パイプラインを有しているが、老朽化により漏水が著しく、補修が必要な状況となっている。
- ・ベトナム政府によるハノイ市の水需要及び水源の予測を右図に示す。マスタープランでは 2050 年まで、地下水の使用量はほぼ横ばいと見られ、増加する水需要には表流水を当てる計画である。そのため HAWACOM は今後も地下水を重要な水源として、既存の浄水場の有効活用のために更新し、継続して使用していくことを表明している。

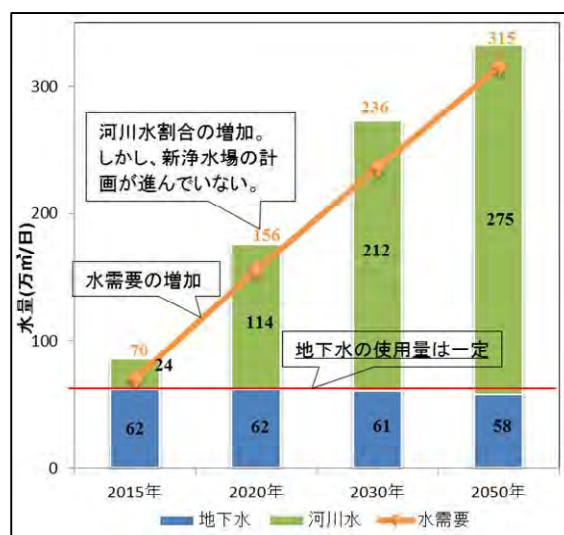


図 1.1 ハノイ市における水需要予測

[出典:ハノイ市給水マスタープラン 2013]

- ・ハノイ都市圏と同様に水需要の増加が見込まれているホーチミン都市圏では、既存のドンナイ川及びサイゴン川の取水地点において塩水遡上や生活排水・工業排水による水質汚濁の影響を受けている。良質かつ大量の原水を安定確保するために、上流の Tri An、Dau Tieng 貯水池から直接取水する新規水源開発計画があるが、計画は進んでいない。
- ・ベトナム政府によるホーチミン市の水供給及び水源の予測は右図の通りである。マスタープランでは 2025 年までに地下水の使用量を削減し、約 70 万 m³/日から 10 万 m³/日にする計画である。しかし、廃止するのは工業用や民間所有の井戸等が中心であり、Binh Tri Dong 浄水場を廃止する代替施設として Binh Hung 浄水場が新設される計画となっている。

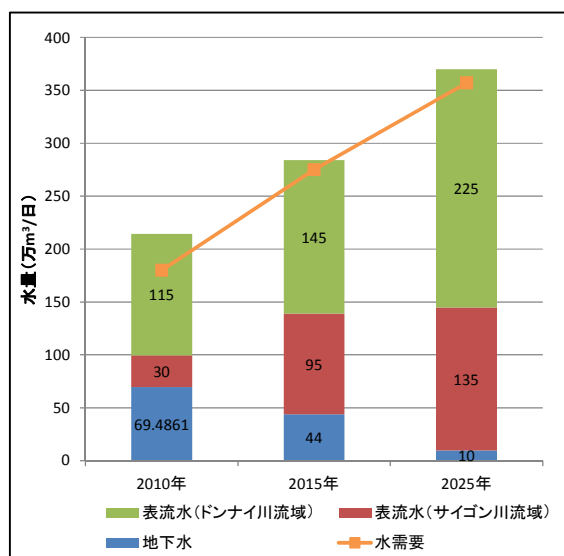


図 1.2 ホーチミン市における水需要予測

[出典:ホーチミン市給水マスタープラン 2012]

水質に関する課題

- ・VWSA によるとハノイ市の給水量 (100 万 m³/日) の約 70%が地下水源に依存しているほか、ハノイ市周辺の都市では 100%地下水源に依存している。
- ・2008 年に東京設計事務所により実施された「ベトナム国ハノイ市北部水道浄水場整備 PPP 案件発掘調査」によると、ハノイ都市圏の地下水には下に示すように、高濃度の鉄分、マンガン分、アンモニアが含まれており、それらを除去するための適切な上水設備が必要な状況である。
- ・ホーチミン市の地下水水質については、ホーチミン市水道公社の子会社である地下水会社へのヒアリングによると、ホーチミン市周辺の地下水は高濃度の鉄とマンガンを含んでおり、pH 値がきわめて低い (pH<6.0)。
- ・ハノイ周辺の地下水とは違い、深度 200m以上の深い帯水層で取水するためアンモニアがあまり含まれていない。
- ・地下水会社が運転管理する地下水源を利用した主な浄水場の水質は。以下の通りである。
 - Tan Phu 浄水場 (70,000m³/日) : Fe: 19mg/L; Mn: 0.9 mg/L; pH:5.9
 - Binh Hung 浄水場 No.1 (15,000m³/日) : 不明
 - Binh Hung 浄水場 No.2 (2,500m³/日) : Fe: 9.2 mg/L; Mn: 0.55 mg/L; pH:6.0
 - Binh Dang 浄水場 (2,500m³/日) : Fe: 11mg/L; Mn: 0.54 mg/L; pH: 6.0

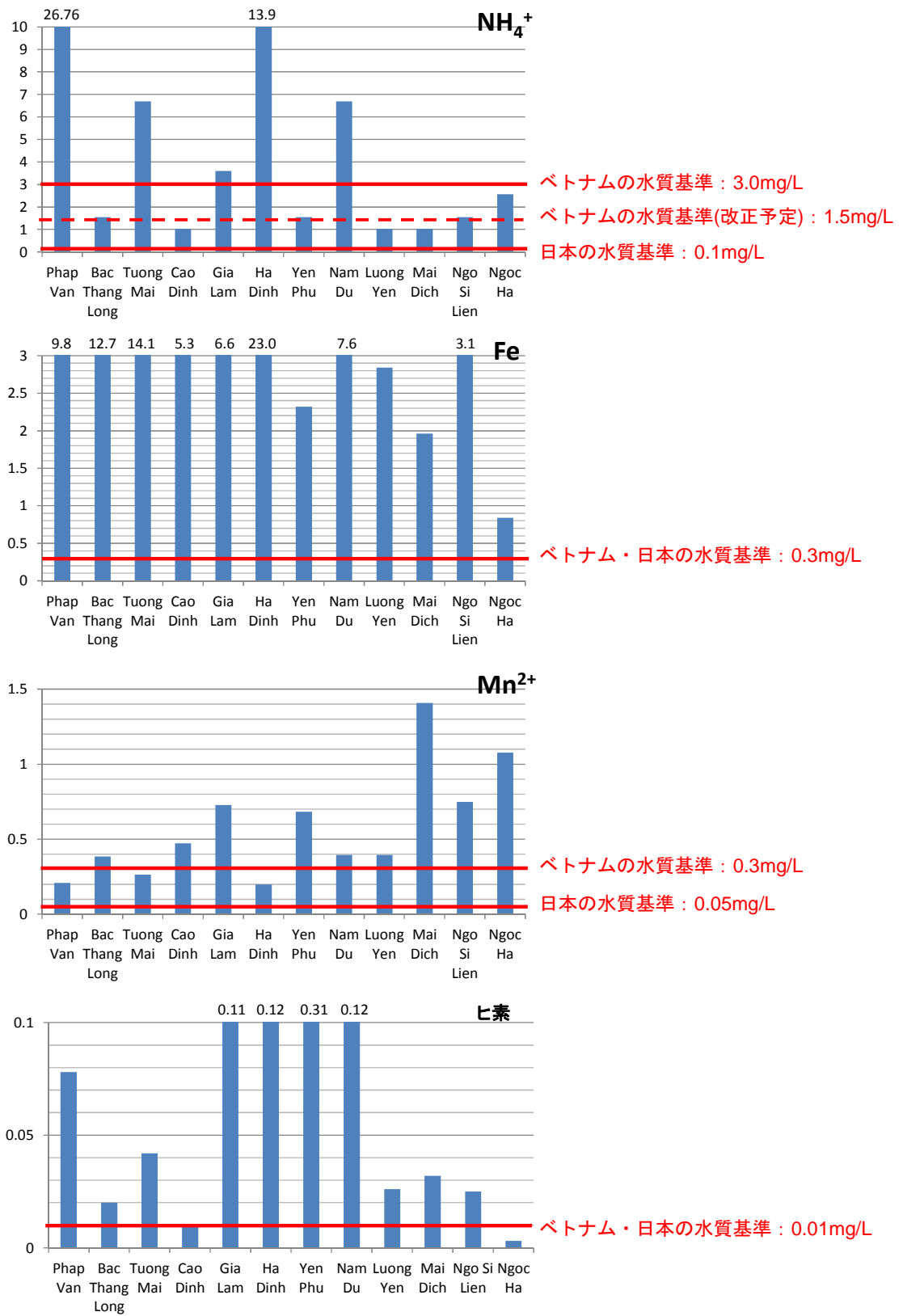
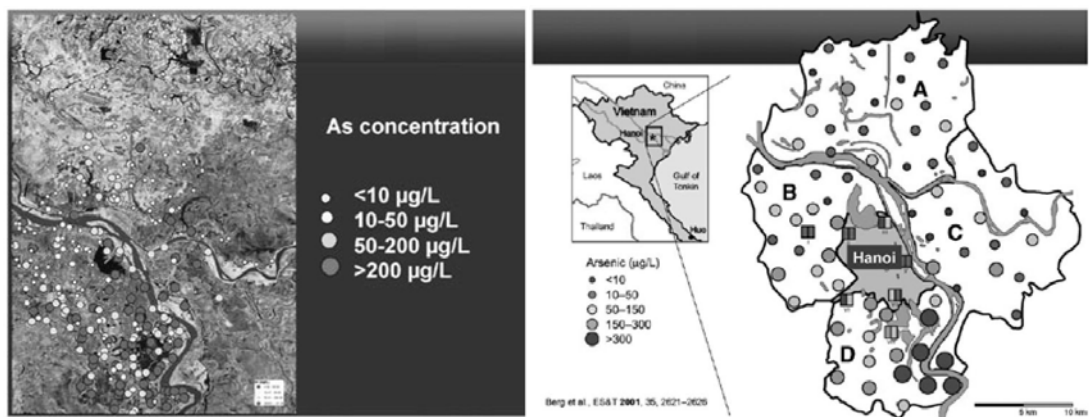


図 1.3 ハノイ市都市圏の地下水水質(2015-2016 最大値)

[出典：JICA 調査団作成]

- 更に、ハノイ市都市圏では基準値（ $10 \mu\text{g}$ ）を遙かに超過するヒ素が検出されており、適切な水処理を行わない現状のままでは将来的に人体への悪影響が懸念される。
- 2008 年には、ベトナム保健省からヒ素汚染水の使用による中毒の予防に関するセミナーが実施されており、ベトナム全人口の約 21.5%にあたる約 1720 万人がヒ素に汚染された地下水を飲食用に利用している可能性があるという試算が公表された。
- 実際に、ハナム省とフンイエン省のいくつかの村で行われた調査によると、井戸水を日常生活に利用している人々の髪の毛や尿から通常より高い濃度のヒ素が検出されており、慢性ヒ素中毒の症状である手足の角質化や肌の色素沈着などの皮膚の異常や異常出産も多くみられているという。
- ユニセフレポート（「Arsenic Contamination in VIETNAM」2004b）では、「全体的にみると、井戸水の砒素汚染は他の国で問題になっているほど濃度が高くない傾向にある。しかし、Ha Nam の砒素汚染の程度は、バングラデシュ並みに深刻である。幸いにも Ha Nam における井戸水の利用期間は、バングラデシュよりも短いため、慢性症状を示す患者はあまり見られない。対策が直ちに取られるならば、深刻な健康被害が現れることなく、問題を解決できるだろう。」と示されている。



ハノイ市

ハノイ市郊外

図 1.4 ハノイ市都市圏の地下水ヒ素汚染状況

[出典：ベトナム北部における水問題と水質汚染（ヴ フォン トウック タイビン医科大学講師）]

- 2014 年 7 月には HAWACOM に対して市民から水質に関するクレームがあったことが新聞に掲載され、より安全な水道水の供給に対する要望が高まっている。
- 「ベ」国の水質基準は WHO の基準を満たしていないが、2017 年に向けてアンモニア（ $3.0 \rightarrow 1.5 \text{mg/l}$ ）等の基準を下げる方向で調整中である。マンガン分、鉄分についても下げる可能性が示唆されており、今後水質基準は厳しくなるものと思われる。
- HAWACOM へのヒアリングによると、市民の要望は水供給量から水質改善に変わってきており、HAWACOM でも 2 年後には蛇口から水を飲めるレベルの水質改善を目標としている。

維持管理に関する課題

- ・HAWACOM が所有する多くの浄水場（下表）では老朽化が進んでおり、その半数を随時更新していく予定となっている。
- ・処理に必要な薬品コストや薬品を注入するための日々の管理（薬品補充、濃度調整、注入機器管理等）にも苦慮しており、専門知識を持つ人材も不足している。
- ・既存処理システムでは水質基準を満足する水を確保できない。
- ・HAWACOM 浄水場の補修等に関しては、ハノイ市が予算をコントロールしており、全てハノイ市の許可が必要であるため、実施までに時間を要する。（HAWACOM は 2019 年に完全民営化の予定であり、その後は HAWACOM の単独決裁が可能となり、補修等を迅速化できると考えられる。）

表 1.3 ハノイ市の浄水場概要（地下水水源施設）

No	Plant Name	Capacity (m3/day)	Construction Year	Repair, Upgrade Year	Number of Well
1	Yen Phu	90,000	1894	1954, 1987, 1996, 2002	33
2	Ngoc Ha	28,000	1939	1991	14
3	Ngo Si Lien	44,000	1944	1977, 1988	20
4	Luong Yen	48,000	1958	1988, 1993	15
5	Tuong Mai	22,000	1963	1989, 2001	13
6	Ha Dinh	28,000	1964	3 times	11
7	Mai Dich	54,000	1985	2008	33
8	Phap Van	20,000	1989	2004	12
9	Gia Lam	60,000	1996	2001, 2011	24
10	Cao Dinh	53,000	2001	2005	22
11	Nam Du	51,000	2002	2007, 2010	21
12	Bac Thanh Long	50,000	2002	2009	18

[出典：ハノイ市水道公社 HP]

- ・現在、SAWACO が所有する地下水浄水場は下記の Tan Phu 浄水場のみが稼働している状況であり、Binh Hung 浄水場等の他浄水場は停止状態である。（2018 年に給水マスタープランが見直しされる予定）
- ・ホーチミン市では現在の浄水能力に余剰がある状況であるため、地下水使用を抑制する方向となっている。しかし、予備水源として地下水源は維持する計画となっており、今後も現在所有する浄水施設を使用していく可能性が高いが、施設の老朽化や日々の管理（薬品補充、濃度調整、注入機器管理、人材不足等）が課題となっている。

表 1.4 ホーチミン市の浄水場概要（地下水水源施設）

No	Plant Name	Capacity (m3/day)	Construction Year	Repair, Upgrade Year	Number of Well
1	Tan Phu	70,000	1993		40

③ 事業実施国の関連計画、政策（外交政策含む）および法制度

ベトナム全土の水道事業に関する関連計画

ベトナム政府では、2009年に「都市部及び工業団地における水供給整備方針（Decision No. 1929/QĐ-TTg）」を作成し、2025年までの整備方針、2050年までのビジョンを策定している。以下に、それらの概要を示す。

【2050年へのビジョン】

- ・安定的かつ効率的な方法で良いサービスの水道により都市部及び工業団地の水道需要を満足させる。

【2025年に向けた計画】

- ・水道事業は、特別財政的に困難な地域や貧民への給水支援を考慮し、水供給者と利用者の正当な権利と利権を保証するための国家管理を左右する生産及び経済活動である。
- ・上水の需要に合った、安定的で効率的な方法により良質な水道サービスを行う。
- ・行政上の境界に係わらず、浄水を産出・供給し、開発する。また、人々の日常生活に必要な水供給のための水源開発を優先する。
- ・合理的かつ経済的、そして安全な浄水の利用を促進する。さらに、水の別用途への再利用技術を適用する。
- ・水道産業をゆるやかな現代化させるため科学的かつ技術的な進歩を適用する。世界中の先進国の維持管理及び運用レベルに追いつくよう努力する。
- ・水道産業の国有化を行い、水道事業の発展に投資する様々な分野の組織や個人を奨励し、水道事業の民間投資率を上げる。

【目標】

- ・2025年までに以下の3段階の目標を制定。

年	2015			2020			2025		
	カバー率	水使用量	無収水率	カバー率	水使用量	無収水率	カバー率	水使用量	無収水率
中央直轄市	90%	120L/日	25% 以下	90%	120L/日	18% 以下	100%	120L/日	15% 以下
I									
II									
III									
IV									
V	70%	100L/日		70%	100L/日	25%以下			

【実行計画】

- ・表流水の開発を優先して地下水は合理的な開発・利用を行うとともに、ハノイ都市圏やホーチミン都市圏などの地下水備蓄量が限られている都市の地下水開発は削減する。
- ・更に、水供給システムの建設には国内及び海外から民間資本を活用する計画としており、それらの実現のために省のサポートやインセンティブを与える。
- ・浄水場の新設時には、現代的かつ自動運転、節電の技術や機器を選定し、既存の浄水場に対しては漏水量や電気代、薬品代、運営費を削減するために機器を徐々に改修、グレードアップ、置き換えを行うこととしている。

ハノイ市の水道事業に関する関連計画

ハノイ市では、2030年までの水供給マスタープラン及び2050年までの水供給ビジョンを作成している。以下に、それらの概要を示す。

【計画の視点】

- ・2050年ビジョンを踏まえた2030年までの経済発展のマスタープラン、土地利用のマスタープラン、ハノイ市の建築計画、ハノイ市の北部・中部・南部の主要経済地域の水供給マスタープラン、2025年までのベトナムの都市域及び工業地域への水開発の方針及び法定機関により認可済の関連計画に準拠する。
- ・資源開発、想定品質をクリアした浄水需要への対応、首都圏の経済発展要求への対応の基礎となる安定的かつ継続的な開発に貢献する。
- ・気候変動と環境汚染の影響への考慮した合理的かつ経済的な開発と水利用を確保する。
(地下水利用を段階的に減らし、表流水利用を優先する。)
- ・水供給分野への出資及び開発を促進する。

【目的】

- ・総理大臣が認可済の2050年ビジョンを踏まえ、2030年までのハノイ都市圏の水開発方針を具体化する。
- ・各段階における浄水需要や水供給計画、配水システムの発展、投資需要を見極める。
- ・水供給事業の継続的な発展、水供給の安全性の確保、水管理・浄水・水事業の段階的な現代化を図る。
- ・2020年までの都市中心部の浄水普及率を100%として整備を進めており、2014年時点の水道普及率は89%となっている。(複数の農業地区から転換された新開発地域は95~100%とする。)付随する都市域は90~95%、環境保全都市域は85~90%とする。2030年までの浄水普及率は、都市中心部は100%、付随する都市域は100%、環境保全都市域は95~100%とする。
- ・浄水時の損失水量と同様に収益損失を低減し、2020年までに22~27%以下、2030年までに20%以下とする。

ハノイ市の水道事業に関する政策

ハノイ市では、2030年までの水供給マスタープラン及び2050年までの水供給ビジョンを作成し、水道事業を実施している。以下に、ハノイ市が立てた水需要予測及び政策概要を示す。

【水需要予測】

- ・ハノイ市における水需要予測は、以下の通りである。

表 1.5 ハノイ市水需要予測

No.	需要	日平均水需要量 (m ³ /day)			日最大水需要量 (m ³ /day)		
		2020	2030	2050	2020	2030	2050
1	生活用水	738,000	1,126,000	1,533,000	908,000	1,393,000	1,897,000
2	工業用水	82,000	129,000	129,000	82,000	129,000	129,000
3	他目的用水	223,000	349,000	495,000	272,000	427,000	606,000
4	損失水量	244,000	335,000	419,000	298,000	410,000	513,000
	合計	1,287,000	1,939,000	2,576,000	1,560,000	2,359,000	3,145,000

[出典:ハノイ市給水マスタープラン 2013]

【政策概要】

浄水施設計画

・浄水施設の供給容量計画は、下表の通りである。

表 1.6(1) ハノイ市水供給計画

No.	浄水施設	容量 (m ³ /day)			
		Status of 2012	By 2020	By 2030	With a vision till 2050
I. 表流水を水源とする浄水施設					
1	Da river water plant	230,000	600,000	1,200,000	1,500,000
2	Red river water plant		300,000	450,000	600,000
3	Duong river water plant (the part to supply for Hanoi)		240,000	475,000	650,000
4	Total capacity of surface water plants	230,000	1,140,000	2,125,000	2,750,000

[出典:ハノイ市給水マスタープラン 2013]

表 1.6(2) ハノイ市水供給計画

No.	浄水施設	容量 (m ³ /day)			
		Status of 2012	By 2020	By 2030	With a vision till 2050
II. 地下水を水源とする浄水施設					
II.1. Central area					
II.1.1. Central zone (old 8 inner districts)					
1	Yen Phu water plant	90,406	90,000	90,000	90,000
2	Ngo Si Lien water plant	39,885	45,000	45,000	30,000
3	Luong Yen water plant	49,064	50,000	50,000	40,000
4	Ngoc Ha water plant	32,817	30,000	30,000	30,000
5	Mai Dich water plant	62,683	60,000	60,000	60,000
6	Cao Dinh water plant	58,456	60,000	60,000	60,000
7	Nam Du water plant	53,331	60,000	60,000	50,000
8	Phap Van water plant	23,053	8,000	-	-
9	Tuong Mai water plant	22,513	6,500	-	-
10	Ha Dinh water plant	20,904	-	-	-

11	Small stations	27,269	-	-	-
II. 1. 2. Belts 3 - 4, southern Red river					
12	Ha Dong water plant - facility 1	16,000	16,000	16,000	16,000
13	Ha Dong water plant - facility 2	20,000	20,000	20,000	20,000
II. 2. Urban areas					
II. 2. 1. Son Tay area					
14	Son Tay water plant 1	8,000	10,000	10,000	10,000
15	Son Tay water plant 2	10,000	20,000	20,000	20,000
II. 2. 2. Northern Hanoi					
16	Northern Thang Long water plant	35,286	50,000	50,000	50,000
17	Dong Anh water plant	6,385	12,000	12,000	12,000
18	Nguyen Khe water plant	-	10,000	10,000	10,000
II. 2. 3. Eastern Hanoi					
19	Gia Lam water plant	42,784	60,000	60,000	60,000
20	Yen Vien water plant	-	10,000	20,000	20,000
21	Gia Lam airport water plant	9,585	6,000	-	-
22	Total capacity of groundwater plants	628,421	623,500	613,000	578,000
23	Total capacity of water plants	858,421	1,763,500	2,738,000	3,328,000

[出典:ハノイ市給水マスタープラン 2013]

Da 河浄水場供給域：ハノイ市西側の近隣都市（Son Tay, Lang Hoa Lac, Xuan Mai）、環境保全都市域（Phu Tho, Quoc Oai, Chuc Son）、Lang-Hoa Lac road 沿線、ハノイ市南西部の中心都市圏

Red 河浄水場供給域：ハノイ市中心都市圏、ハノイ市西側の一部都市域（Dan Phuong, Son Tay）、ハノイ市北側の一部都市域（Me Linh, Dong Anh, Soc Son）、近隣の農業地域

Duong 河浄水場供給域：ハノイ市北東部の中心都市圏（Long Bien district, Gia Lam rural district, Dong Anh の一部）、ハノイ市南部（Hai Ba Trung の一部 Hoang Mai district）、Phu Xuyen 周辺都市及び近隣農業地域、Bac Ninh と Hung Yen 州の一部

水源計画

- ・表流水の水源計画は、以下の通りである。

Da 河：2020年までに600,000m³/day、2030年までに1,200,000m³/day、2050ビジョンの完了までに1,500,000m³/dayを開発する。

Red 河：2020年までに300,000m³/day、2030年までに450,000m³/day、2050ビジョンの完了までに600,000m³/dayを開発する。

Duong 河：2020年までに300,000m³/day（ハノイ市へ240,000m³/day）、2030年までに600,000m³/day（ハノイ市へ475,000m³/day）、2050ビジョンの完了までに900,000m³/day（ハノイ市へ650,000m³/day）を開発する。

- ・地下水の水源計画は、以下の通りである。

2020年まで：地下水使用量は、623,500m³/dayとなる見込み。そのうち、409,500m³/dayはハノイ市中心部、36,000m³/dayはRed川南部地区、30,000m³/dayはSoy Ray

地区、72,000m³/day ハノイ市北部、76,000m³/day はハノイ市東部。

2030年まで：地下水使用量は、613,000m³/day となる見込み。そのうち、395,000m³/day はハノイ市中心部、36,000m³/day は Red 川南部地区、30,000m³/day は Soy Ray 地区、72,000m³/day ハノイ市北部、80,000m³/day はハノイ市東部。

2050年まで：地下水使用量は、578,000m³/day となる見込み。そのうち、360,000m³/day はハノイ市中心部、36,000m³/day は Red 川南部地区、30,000m³/day は Soy Ray 地区、72,000m³/day ハノイ市北部、80,000m³/day はハノイ市東部。

- ・ハノイ市南部の水質の悪い地下水水源は、段階的に使用量を減らし、2020年に Ha Dinh 浄水場、2030年に Tuong Mai 浄水場及び Phap Van 浄水場の水源使用を停止する事を検討しており、これらの水源利用は Da 河及び Duong 河の表流水で置き換えられる計画である。
(注釈：HAWACOM へのヒアリングによると、これらの浄水場を廃止するとマスタープランの達成が困難となるため、これらの地下水水源の水質改善が見込めるのであれば Tuong Mai 浄水場及び Phap Van 浄水場の継続利用を要望している。※Tuong Mai 浄水場でのパイロット試験実施時にサポートレターを受領済み、添付資料①参照)

浄水施設計画

- ・新規に建設される浄水施設は、近代的かつ省電力、環境負荷の小さい技術・製品を採用する。
- ・地下水源：既往技術は、曝気及び予備処理（フェーズ I の暴露・凝結・沈降・濾過）、急速濾過、殺菌に適用する。
- ・表流水源：既往技術は、予備処理、混合、凝結、処分、急速濾過、殺菌に適用する。

ホーチミン市の水道事業に関する関連計画

ホーチミン市では、2025 年までの水供給プランを作成している。以下に、それらの概要を示す。

【計画の視点】

- ・ 社会経済発展のプラン、2025 年までのホーチミン市全般建設プラン、ホーチミン市の北部・中部・南部の主要経済地域の水供給マスタープラン、2025 年までのベトナムの都市域及び工業地域への水開発の方針 及び 法定機関により認可済の関連計画に準拠する。
- ・ 清潔な水の確保と安定供給の要求を満たすため、保証された水質及び良好で効率的なサービスを持続可能な給水システムを展開する。
- ・ 地球温暖化の影響、環境汚染、地下水開発の制限を考慮し、合理的で節約的な水開発及び水利用とする。
- ・ 経済社会が水供給開発及び投資に参画するよう促進する。

【目的】

- ・ 2025 年までのホーチミン市全般建設計画の水供給方針を具体化する。
- ・ 浄水及び合理的な水源開発（地下水及び表流水）の要望、投資需要を把握し、各段階でホーチミン市の浄水需要を満足するための水供給システムを開発する。
- ・ 継続的な水供給事業の品質改善を行い、水供給システムの安全性を確保する。更に、浄水システムや運営方法、販売方法を段階的に近代化する。
- ・ 2015 年までに、人口に対する浄水使用率を旧市街 100%、新市街と郊外 98%とし、2025 年までに全て 100%とする。
- ・ 漏水及び損失水量の割合を、2015 年までに 32%、2025 年までに 25%とする。
- ・ 郊外まで水供給範囲を拡大し、農村部の人々の衛生状態と健康状態を改善する。

ホーチミン市の水道事業に関する政策

ホーチミン市では、2025 年までの水供給プランを作成し、水道事業を実施している。以下に、ホーチミン市が立てた水需要予測及び政策概要を示す。

【水需要予測】

・ホーチミン市における水需要予測は、以下の通りである。

表 1.7 ホーチミン市水需要予測

No.	需要	2015 年 (m ³ day & night)	2025 年 (m ³ day & night)
1	生活用水	1. 420. 000	1. 887. 000
2	工業用水	165. 000	246. 000
3	他目的用水	340. 000	589. 000
4	損失水量	825. 000	848. 000
	合計	2. 750. 000	3. 570. 000

[出典:ホーチミン市水給水プラン 2012]

【政策概要】

浄水施設計画

・浄水施設の供給容量計画は、下表の通りである。

表 1.8 ホーチミン市水供給計画

No.	浄水施設	容量 (m ³ day & night)		
		現状(2010)	till 2015	till 2025
I	Source of Dong Nai river/Tri An reservoir			
1	Thu Duc water plant	750, 000	750, 000	750, 000
2	Thu Duc water plant II	300, 000	300, 000	300, 000
3	Thu Duc water plant III (2012)		300, 000	300, 000
4	Thu Duc water plant IV(after 2018)			300, 000
5	Thu Duc water plant(after year 2024)			500, 000
6	Binh An water plant	100, 000	100, 000	100, 000
Total capacity		1, 150, 000	1, 450, 000	2, 250, 000
II	Source of Saigon river/ Dau Tieng reservoir			
1	Tan Hiep I water plant	300, 000	300, 000	300, 000
2	Tan Hiep II water plant (2015)		300, 000	300, 000

3	Tan Hiep III water plant (2020)			300,000
4	Kenh Dong I water plant (2012)		200,000	200,000
	+ Urban supply		150,000	150,000
	+ Supply to Cu Chi		50,000	50,000
5	Kenh Dong II water plant (2012 supply to Cu Chi and Long An)		150,000	250,000
Total capacity		300,000	950,000	1,350,000
III	Source of groundwater			
1	Tan Binh water plant	65,000	75,000	75,000
2	Urban sparse wells	2,000	0	0
3	Go Vap water plant	10,000	10,000	10,000
4	Binh Tri Dong water plant	8,000	8,000	0
5	Socialization source (groundwater)	3,000	2,000	0
6	Binh Hung water plant		15,000	15,000
7	Industry (licensed)	350,861	190,000	0
8	Living / residential / household	256,000	140,000	0
Total capacity		694.861	440,000	100,000
Total capacity of the entire city		2,144,861	2,840,000	3,700,000

水源計画

・地下水の水源計画は、以下の通りである。

2025年までに 100,000m³/day の水量を工業用水として開発する。ホーチミン市の地下水開発制限のロードマップに則し、小規模の工業用及び家庭用井戸の利用は廃止する。

浄水施設計画

- ・新規に建設される浄水施設は、近代的かつ省電力、環境負荷の小さい技術・製品を採用する。
- ・地下水源：既往技術は、曝気及び予備処理（フェーズ I の暴露・凝結・沈降・濾過）、急速濾過、殺菌に適用する。
- ・表流水源：既往技術は、予備処理、混合、凝結、処分、急速濾過、殺菌に適用する。
- ・効率的な水供給システムの開発、運営管理や節電のため、近代的及び高度な技術を採用する。

ベトナム国の水道事業に関する法制度

- ・ベトナム国においては、国が水資源を管理し、家計を除く全ての消費者と水道事業関係期間は農業・農村開発省あるいは県レベルの人民委員会から水源利用免許を得なくてはならない。
- ・河川流域管理については、「水源法」として表流水と地下水の管理関係と水質及び水量を定義している。水分野に係る省庁は、下表の通りである。
- 都市部及び農村部の水供給に関する戦略及び方針は、首相府の承認を必要とする。
- 関係省庁は、分野政策に関する支配権力を持ち、首相府に承認のための主要プロジェクトを提出する。その際に、特別カテゴリーの都市（ハノイ市該当）については、3万 m³/日以上、その他の都市は1万 m³/日以上の水道供給事業は建設省の文書による合意を必要とする。
- 県レベルの人民委員会は、2,000億 VND(14億円)以下の投資プロジェクトに責任を持つ。それ以上の投資プロジェクトは、首相府の承認を必要とする。
- 各水供給公社は、都市への水供給と用水施設と配水ネットワークの運営管理に責任を持つ。

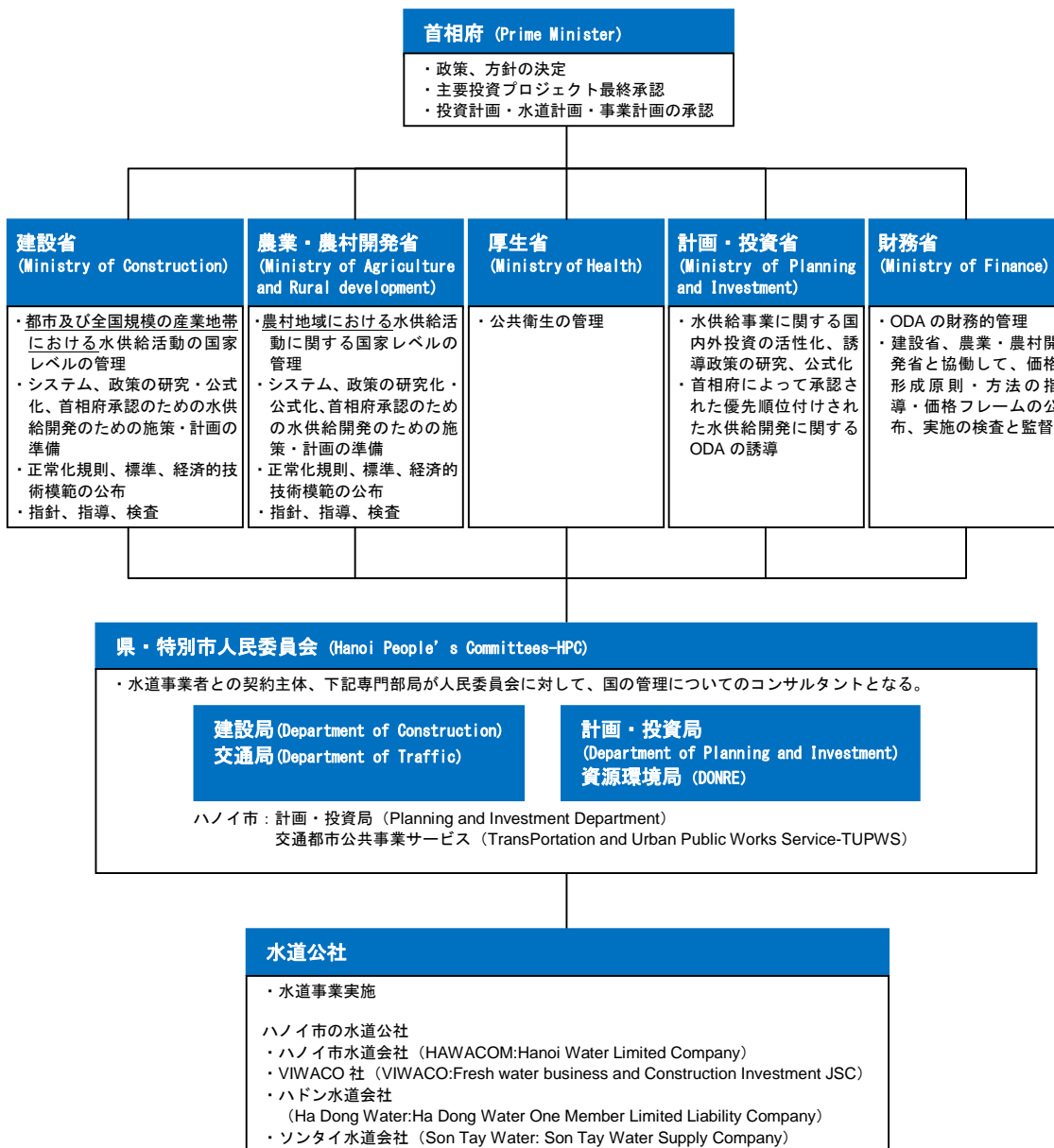


図 1.5 水道事業に関する主要関連省庁の関係

[出典：ベトナム国ハノイ都市圏水道 PPP ドン河事業準備調査 (PPP インフラ事業) 2015 より作成]

表 1.9 ベトナム国における水道事業の政府関係機関

機関名（日本語）	機関名（英語・略語）	機能
首相府	The Prime Minister (PM)	国家規模の水事業に関する戦略・方針決定、主要投資プロジェクト最終承認、投資計画・水道計画・事業計画の承認
計画・投資局	Ministry of Planning and Investment (MPI)	国家予算配分、主要投資プロジェクトの MPI 承認;水供給事業への国内外投資の活性化、首相府の承認優先順位に従った水開発への ODA の誘導等
財務省	Ministry of Finance (MOF)	国家資金の分配、年間分野目標の設定、会計の規制;水供給開発に関する ODA の財務的管理、価格フレームの公布、実施の検査と監督
厚生省	Ministry of Health (MOH)	公共衛生の管理（飲料水質管理等）
自然資源・環境省	Ministry of Natural Resources and Environment (MONRE)	水源、水利用、汚染管理
科学技術省	Ministry of Science and Technology (MOST)	水分野の標準化と技術管理
建設省	Ministry of Construction (MOC)	都市及び国家産業地区における水供給活動の国家管理の専門省;研究・政策の首相府への提出、首相府承認のための施策・計画の準備、検査・指導等
農業・農村開発省	Ministry of Agriculture and Rural Development (MOARD)	農村における水供給活動の国家管理の専門省
ハノイ人民委員会	Hanoi People's Committees (HPC)	ハノイ市の水事業の執行責任主体
ハノイ市計画投資局	Hanoi Authority for Planning and Investment (HAPI)	人民委員会の水事業への投資活性化に関する専門機関
ハノイ市交通・都市公共事業サービス※	Hanoi Transportation and Urban Public Works Services (TUPWS)	ハノイ市水道事業計画策定、水道公社管理
ハノイ水道事業（水道公社）	Hanoi Water Limited Company (HAWACOM)	ハノイ市水供給主体（国営）

[出典：ベトナム国ハノイ都市圏水道 PPP ドン河事業準備調査（PPP インフラ事業）2015 より作成]

※ 2008年5月より建設局と交通局に分かれており、水道分野は建設局が管轄している。

表 1.10(1) ベトナム国における水道事業（PPP）に関する法制度

No	法制度と番号	公布機関	概要
1	Law No.08/1998	首相府	水源法：関係機関及び利用者の水源管理、権利、義務に関する政策設定の主要目的に係る法律
2	Decree No.179/1999	首相府	水源法の実施指針
3	Decision No.63	首相府	2020 年に向けた都市部水道供給開発に向けての方針
4	Directive No.04	首相府	浄水供給と消費に関する経営改善
5	Decree No.117	MOC	浄水の生産・供給・消費に関する政令
6	Circular No.01/2008	MOC	Decree No.117 の実施方針
7	Decree No.149/2004	首相府	水資源の開発・使用許可及び廃水の水源への非放水に関する規制
8	Circular No.2/2005	首相府	Decree No.149 の実施方針
9	Inter-Circular No.95/2009	MOF	浄水消費価格を決定する原理・手法及び機関に関する指針
10	Circular No.100/2009	MOF	生活活動に関する浄水の消費料金規制
11	Law No.59/2005	国会	投資法
12	Decree No.108/2006	MPI	投資法の詳細と実施方針
13	Decision No.1088/2006	MPI	投資手続き実施に関する書式の発行
14	Law No.60/2005	国会	会社法
15	Decree No.102/2010	首相府	会社法の施行令
16	Decree No.43/2010	首相府	事業規制
17	Law No.13/2003	国会	土地法
18	Decree No.23/2003	首相府	海外投資会社の取引と配分に関する規制
19	Circular No.09/2007	商工省	Decree No.23 の指針
20	Circular No.05/2008	MPI,MOF ,公安省	Circular No.9 の改訂版
21	Decision No.10/2007	商工省	財貿易に直接含まれる財貿易及び活動の手引きの公布
22	Law on Natural Resources Royalties No.45/2009	国会	天然資源使用料
23	Law on Corporate Income Tax No.14/2008	国会	会社所得税法

[出典：ベトナム国ハノイ都市圏水道 PPP ドン河事業準備調査（PPP インフラ事業）2015 より作成]

表 1.10(2) ベトナム国における水道事業（PPP）に関する法制度

No	法制度と番号	公布機関	概要
24	Decree No.124/2008	首相府	会社所得税法の施行令
25	Circular No.130/2008	MOF	Decree No.124 の実施指針
26	Circular No.18/2011	MOF	Circular No.130 の改定及び補正
27	Circular No.201/2009	MOF	企業における為替差益の管理に関する指針
28	Decree No.34/2008	首相府	ベトナムで働く外国人の雇用と管理
29	Law No.04/200	国会	個人所得法
30	Decree No.50/2010	首相府	2010 年の天然資源使用量の数条項の指針
31	Circular No.105/2010	MOF	Decree No.50 の数条項の指針
32	Circular No.134/2008	MOF	ベトナムで事業を行ったり所得を得ている外国組織及び個人に課せられる税金の指針
33	Circular No.197/2009	MOF	Circular No.134 の補正
34	Circular No.203/2009	MOF	減価償却に関する規定
35	Decree No.108/2009	首相府	BOT, BTO, BT 契約
36	Decree No.24/2011	首相府	Decree No.108 のいくつかの規制の改定
37	Circular No.03/2011	MPI	Decree No.108 の施工令
38	Decision No.71/2010	首相府	PPP 法
39	Decision No.134/2005	首相府	海外借入／返済管理
40	Decision No.272/2006	首相府	海外借入に適用される政府保証の発行・管理
41	Circular No.04/2001		外資企業及び事業連携契約に参加している海外勢の場合の為替管理に関する指針
42	Decision No.181/2007	MOF	政府の海外負債及び支援資本の転貸に関する法令
43	WTO Commitment/2007		正式加盟による公約
44	Law No.52/2005	国会	環境保護法
45	Decree No.15/2015	首相府	官民パートナーシップ型投資携帯に係る政令

[出典：ベトナム国ハノイ都市圏水道 PPP ドン河事業準備調査（PPP インフラ事業）2015 より作成]

④ 事業実施国の対象分野における ODA 事業の事例分析及び他ドナーの分析

我が国の ODA 事業

我が国の上水道に係る ODA 事業として、近年実施されてきた事業とその概要を示す。対ベトナム社会主義共和国事業展開計画（2014～2019）によると、6つの開発課題の内、都市環境管理プログラム、農業・地方開発プログラムにおいて、以下のプロジェクト（調査案件を含む）が完了、もしくは実施中である。

表 1.11 我が国 ODA によるベトナム国における水道事業

No	案件名	スキーム	実施時期
都市環境管理プログラム			
1	ハイフォン市アンズオン浄水場改善計画	無償	2017 年度終了 予定
2	ダナン市ホアリエン上水道整備事業準備調査 (PPP インフラ事業)	協準	2015 年度終了
3	日本の配水マネジメントを核としたホーチミン市水道改善事業 準備調査(PPP インフラ事業)	協準	2015 年度終了
4	新しい天然無機質系凝集沈降剤を用いた小規模浄水普及・実 証事業	中小企業 支援	2015 年度終了
5	上向流式生物接触ろ過(U-BCF)を活用し浄水処理手法の普 及・実証事業	中小企業 支援	2018 年度終了 予定
農業・地方開発プログラム			
6	貧困地域小規模インフラ整備事業(Ⅰ～Ⅲ)	有償	2015 年度終了
7	ゲアン省農業振興開発計画策定支援プロジェクト	開発計画	2019 年度以降 終了予定
8	ベトナム国ラムドン省農林水産業及び関連産業集積化に係る 情報収集・確認調査	情報収集・ 確認調査	2015 年度終了

表 1.11 で示した通り、現段階で実施中もしくは近年に終了した事業で、地下水に特化した事業は存在しない。しかしながら、都市環境管理プログラム No.1「ハイフォン市アンズオン浄水場改善計画」のように、浄水場の改善計画に ODA 資金が投入された例は存在する。現在、HAWCOM の所有する地下水浄水場は設備の老朽化が進んでいること、近々配水の水質基準がアンモニアを始めとして改訂される予定があること、HAWCOM が2年後には蛇口から水を飲めるレベルにすることを目標としていること、ハノイ近辺でも有害なヒ素が地下水には混入しており除去が必要な事などから、両国政府間の対応によっては、今後事業として発展する可能性がないとは言い切れない。

また、この「ハイフォン市アンズオン浄水場改善計画」は北九州市がバックアップする中小企業が、普及・実証事業を経て実施されている（都市環境管理プログラム No.5「上向流式生物接触ろ過(U-BCF)を活用し浄水処理手法の普及・実証事業」）ことなども、本事業との類似性が認められる。

国際機関による事業

主に、アジア開発銀行及び世界銀行による至近 10 カ年の水道事業、特に地下水に関わる事業について調査した結果は、以下の通りである。

表 1.12 国際機関によるベトナム国における水道事業

地下水に係わる事業

年	業務名	援助タイプ	金額(\$)	備考
2008, 2009	Central Region Rural Water Supply and Sanitation Sector Project	ADB 技術支援	60 万, 45 百万	中部 6 州における地表及び地下水の利用可能性評価
2011-2017	Mekong Delta Water Management for Rural Dev	WB	206.6 百万	メコンデルタの農村における水供給と衛生

水道事業に係わる事業

年	業務名	援助タイプ	金額(\$)	備考
2015	Basic Infrastructure for Inclusive Growth in Northeast Provinces Sector Project	ADB 技術支援	245 百万	東北地方の経済競争力強化のための地方給水システムの改善
2015	Water Sector Investment Program PFR4	ADB ローン	205 百万	ハイ市の給水サービスの効率向上
2015	Water Sector Investment Program - Tranche 3	ADB ローン	142.5 百万	バクアン市、クアトゥン、ニン経済区等 4 州の水道サービスの質の向上
2012	Water Sector Investment Program - Tranche 2	ADB ローン	220 百万	ビンクワン省、ダクク県、ダナン市、ハイフォン市等の安全な水の持続可能な供給
2011	Water Sector Investment Program - Tranche 1	ADB ローン	138 百万	ホーチン市における給水会社の効率アップ
2009	Thanh Hoa City Comprehensive Socioeconomic Development Project	ADB グラント ローン	200 万 398 万	Thanh Hoa 市の水供給ネットワークの拡大
2008	Hai Phong Water Supply Project	ADB 技術支援	100 万	ハイフォン市の給水サービスの効率向上
2008	Da Nang Water Supply Project	ADB 技術支援	151 万	ダナン市の持続可能な水供給
2008	Ho Chi Minh City Water Supply Project	ADB 技術支援	150.3 万	ホーチン市の持続可能な水供給
2008	Hue Water Supply Project	ADB 技術支援	150 万	フエ市の給水サービスの効率向上

上の表に示した通り、過去 10 年でアジア開発銀行及び世界銀行からベトナム国には、地下水に関わる事業として計 2 件、総額 266.6 百万米ドル（300 億円弱）、水道事業に関わる事業として計 14 件、3321.1 百万米ドル（3,500 億円強）の資金が投入されている。

地下水事業の特徴として、2 件とも農村部への地下水供給に関する事業であり、世界銀行の事業は安全な水の供給と生活環境の衛生状態を改善する事業である。

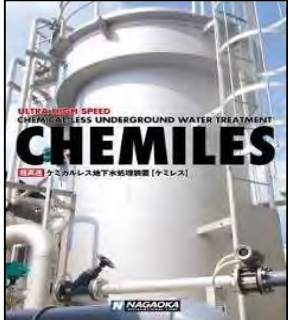
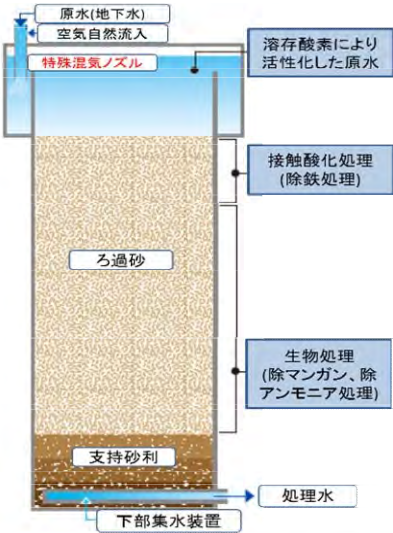
水道事業は非常に多岐にわたるが、ハノイ市、ホーチミン市、ハイフォン市、ダナン市等の都市部の給水効率の向上や持続性強化事業が 7 件と半数を占めている。残りの事業は農村を対象とした事業が 2 件、複数の省を対象とした広域での事業が 4 件を占めている。

Water: At What Cost? The State of the World's Water 2016 日本語版によると、ベトナムの安全な水を利用できる人々の割合は、2000 年の 77.4%から 2015 年の 97.6%に 20.2%向上している。この安全な水へのアクセス環境の改善に、上記のプロジェクトが大きく貢献したことは間違いない。

1 件当たりの投入額は、221.4 百万米ドル（約 240 億円）であり、最も高額なものが 800 百万米ドル（約 880 億円）、少額なのが 50 百万米ドル（約 55 億円）となっている。

（レートは 2017 年 5 月の概算レート 1 ドル＝約 110 円として計算した。）

(2) 普及・実証を図る製品・技術の概要

名称	超高速無薬注生物処理装置「ケミレス」													
スペック (仕様)	ケミレス(本提案におけるスペック) <table border="1" data-bbox="411 468 1034 763"> <tr> <td>総処理量</td> <td>2500m³/日</td> </tr> <tr> <td>タンク数量</td> <td>3基</td> </tr> <tr> <td>処理能力</td> <td>830m³/日/基</td> </tr> <tr> <td>サイズ</td> <td>φ3,100mm×H3,500mm(1基あたり)</td> </tr> <tr> <td>材質</td> <td>SS+エポキシ塗装</td> </tr> <tr> <td>運転重量</td> <td>75,000kg/基(運転時)</td> </tr> </table>	総処理量	2500m ³ /日	タンク数量	3基	処理能力	830m ³ /日/基	サイズ	φ3,100mm×H3,500mm(1基あたり)	材質	SS+エポキシ塗装	運転重量	75,000kg/基(運転時)	 <p>「ケミレス」</p>
総処理量	2500m ³ /日													
タンク数量	3基													
処理能力	830m ³ /日/基													
サイズ	φ3,100mm×H3,500mm(1基あたり)													
材質	SS+エポキシ塗装													
運転重量	75,000kg/基(運転時)													
特徴	<p>【ケミレスの特徴】</p> <p>① 薬品を用いず地下水中の鉄、マンガン、アンモニア態窒素の除去が可能。 →鉄、マンガンは配管内に蓄積し赤水・黒水の原因となる。また、アンモニア態窒素の残留は塩素による殺菌を阻害し、健康被害の要因となる。これらの物質を処理するには凝集剤、酸化剤を用いて処理することが一般的であるが、酸化剤として用いられる次亜塩素酸ナトリウムの多量注入は発がん性副生成物(トリハロメタン)の発生リスクを高める。</p> <p>② 従来の薬注処理(急速ろ過)より高速処理が可能。 →120m/日(急速ろ過) vs 400m/日(ケミレス)</p> <p>③ 殊な洗浄方法を採用しているため、全体に占める排水量が少なくエネルギー効率が良い。 →6%(急速ろ過) vs 3%(ケミレス)</p> <p>④ 自動運転で洗浄タイミングを自由に設定可能。</p> <p>⑤ 日本の水道水質基準値を満たす事が可能。</p> <p>【ケミレスの原理】</p> <p>井戸からの原水は当社独自の「特殊混気ノズル」に供給される。このノズルは所定の圧力で原水を送り込むことによって、自然と空気を吸いこみ、原水中の溶存酸素を瞬時に飽和状態にすることができる。その酸素を使い、鉄は上層で接触酸化処理により除去し、マンガン、アンモニア態窒素は中・下層で生物処理により除去する。ヒ素が含まれる場合は、共存する鉄と共沈することで除去する。</p> <div data-bbox="954 1406 1348 1937" style="text-align: right;">  <p>ケミレスの原理</p> </div>													

そのため、「ケミレス」は薬品を使わずに処理することが可能となる。また、生物処理は地下水中に存在するバクテリアの作用によるものであるため、生物の移植や特殊なろ過砂は必要ない。

競合他社製品と比べた比較優位性
以下に「ケミレス」と現地で採用されている「ベトナム処理方式」及び標準技術である「急速ろ過方式」の比較を示す。下記の処理方式を比較すると、ハノイの地下水処理には「ケミレス」方式が最適であると考えられる。

	ケミレス方式	ベトナム水処理方式	急速ろ過方式
方法	生物処理と接触酸化の併用	エアレーション+凝集剤を用いた砂ろ過	薬品を注入し不純物を除去
処理速度	高速処理が可能(ろ過速度=400m/日) 設置面積が小さい。 ○	ろ過速度が遅い(ろ過速度=120m/日) 広大な設置面積が必要 X	処理速度が速い。 設置面積が小さい。 ○
性能	日本の水道水質基準を満足する。 高濃度の原水でも対応可能。 ○	アンモニアが処理しきれない。 基準値超過のまま送水している可能性。 X	標準技術であるが、高濃度原水の場合 は適応できない。 X
薬品	無 ○	有 X	有 X
維持管理性	薬品管理が必要ない。 全自動で運転が可能であり、維持管理が容易。 凝集剤を使用しないので排泥量が少ない。 ○	薬品の管理が必要。エアレーションの定期的な清掃が必要。 X	薬品管理が必要であり、専門的な知識が必要 X
その他	生物層が育つまでに時間が必要。 △	施設更新時に追加の土地が必要。 X	薬品由来の発がん性副生物が発生するリスクがある。 X
総合	◎	X	X

【ベトナム水処理方式】



シャワーエアレーション



砂ろ過池

【薬品削減量の試算】

Tuong Mai 浄水場にて従来技術を用いた場合の薬品量を試算する。

試算する上での仮定条件は下記の通りである。

【処理量】 22,000m³/日

【原水水質】 Fe:5.84ppm、Mn:0.24ppm、NH₃-N:4.25ppm

【目標水質】 Fe:0.3ppm、Mn:0.1ppm、NH₃-N:1.5ppm

【使用薬品】 次亜塩素酸ナトリウム(有効12%):55円/kg、PAC(A1203-10%):29円/kg

※但し、消毒用の次亜は考慮しない。

試算結果は下記のとおり。

処理水量 (m ³ /日)	処理方式	薬品		
		次亜使用量 [kg/日]	PAC 使用量 [kg/日]	コスト [円/年]
22,000	急速ろ過	5,786.0	660.0	123,773,617
	ケミレス	0.0	0.0	0

	<p>日本での単価を用いた試算であるが、本浄水場の水質を WHO 基準の目標水質以下にするためには、年間に 123.8 百万円の薬品代が必要となる。特に、本サイトではアンモニア態窒素が高濃度で含まれているため、次亜の使用量が多量となる。一方で、ケミレスは薬品を必要としないためランニングコストが抑えられる。</p>
国内外の 販売実績	<p>【国内】：6 件 地方公共団体水道事業体、民間工場(リネン、製薬会社他) 【海外】：3 件 中国水道局、マレーシア国州水道局 ※直近一年間の実績</p>
サイズ	ケミレス(φ3,100mm×H3,500mm)×3 基 (総処理量：2,500m ³ /日)
設置 場所	Tuong Mai 浄水場 (住所；227 Nguyen Duc Canh, Hoang Mai, Ha Noi)
今回提案 する機材 の数量	ケミレス(φ3,100mm×H3,500mm)×3 基
価格	<ul style="list-style-type: none"> ・1 台 (1 式) 当たりの製造原価 XXXXXXXXXX (ベトナム製作、購入含む) ・1 台 (1 式) 当たりの販売価格 XXXXXXXXXX (すべて日本で製作した場合) ・本事業での機材費総額 (輸送費・関税等含む) XXXXXXXXXX

2. 普及・実証事業の概要

(1) 事業の目的

HAWACOM が有する浄水場の処理水水質改善に資するため、Tuong Mai 浄水場において超高速無薬注生物処理装置「ケミレス」を用いた浄水技術の有用性及び優位性について実証を行う。同時にハノイ市の安全な水道水の供給に寄与することを目的として同浄水技術の普及方法と課題について整理・検討する。

また、ハノイで得られた実証結果を他地域へも波及させるため、ホーチミンを中心とした他地域での地下水の課題および市場可能性について調査、整理を行う。

(2) 期待される成果

期待される成果として、下記の4点が挙げられる。

- 成果 1. Tuong Mai 浄水場へのケミレスの導入を通じ、当該製品を用いた浄水技術の有用性・優位性が確認される。
- 成果 2. Tuong Mai 浄水場においてケミレスの運転・維持管理技術が HAWACOM に移転され、持続的なケミレスの活用に向けた体制が構築される。
- 成果 3. HAWACOM による浄水場へのケミレス導入案及び受注者によるケミレスの普及・事業展開案が策定される。
- 成果 4. ホーチミンを中心とする他の地域での地下水の課題およびケミレスの需要が明らかになり、受注者による、事業終了後のベトナム全土への普及展開案が策定される。

(3) 事業の実施方法・作業工程

事業の実施方法（各活動内容）

事業実施の方法は以下のとおり。なお、フロー図を別添 2-1 に示す。

成果 1. に係る活動

- 1-1. 超高速無薬注生物処理装置「ケミレス」を適切に設置するために、対象となる Tuong Mai 浄水場のデータを収集・分析する。
- 1-2. 上記 1-1. の分析結果を踏まえ、Tuong Mai 浄水場に適したケミレスを設計し、同浄水場にて設置・稼働確認を行う。
- 1-3. Tuong Mai 浄水場にてケミレスによる処理水を継続的にモニタリングし、日本の水質基準(鉄、マンガン、アンモニア態窒素)を満たす水質であることを確認する。
- 1-4. Tuong Mai 浄水場全体の処理水(ケミレスによる処理水と浄水場で通常処理されている処理水を混ぜ合わせた水)水質の変化について、継続的な水質データ収集により確認する。
- 1-5. 上記 1-3. 及び 1-4. の結果に基づき、必要に応じてケミレスの改善を行う。

- 1-6. 従来処理に活用してきた薬品（凝集剤）の注入量の増減や、ろ過池の洗浄頻度について定期的にモニタリングする。
- 1-7. 上記 1-6. のモニタリング結果に基づき、ケミレスを導入することにより削減される Tuong Mai 浄水場のランニングコストについてシュミレーションする。
- 1-8. 上記 1-4. 及び 1-7. の活動結果を踏まえ、ケミレスの有用性及び優位性について分析する。

成果 2. に係る活動

- 2-1. HAWACOM や VWSA 等関係者を対象に本邦受入活動を行い、ケミレスを導入している本邦内の浄水場見学及び関係自治体との意見交換を通して、日本の水道行政の維持管理体制や安全管理について理解の促進を図る。
- 2-2. Tuong Mai 浄水場の従業員に対してケミレスの維持管理に係る日常点検、定期点検に必要な技術指導を行う。
- 2-3. 日本からの遠隔監視システムにより異常発生時に迅速かつ的確な対応がとれる体制を整備する。
- 2-4. 適切かつ継続的なケミレスの安全利用に向け、ケミレスの維持管理マニュアルを作成する。
- 2-5. 上記 1-6. で整理された分析結果を踏まえ、HAWACOM や VWSA 等関係者を対象にセミナーを開催し、プロモーションを行う。

成果 3. に係る活動

- 3-1. ハノイ市の今後の給水需要及び浄水場の運営管理状況、新規建設計画について情報を収集し、ケミレスの需要予測（市場規模）を調査する。
- 3-2. ベトナムの政治経済・社会状況にかかるントリーリスク、為替などの金融リスク、税制や法務等のビジネスリスク等、ケミレスを普及展開していく上でのリスクについて調査・分析する。
- 3-3. 上記 3-1. 及び 3-2. の調査結果を踏まえ、ハノイ市でケミレスを普及展開していくうえでの課題を整理する。
- 3-4. HAWACOM 、ハノイ市人民委員会等とともにハノイ市の浄水場におけるケミレスの導入計画について検討する。
- 3-5. 上記 3-3. 及び 3-4. の活動結果を踏まえ、ケミレスの普及・事業展開案及び営業方針を策定する。
- 3-6. 上記 3-5. で策定した営業方針に基づき、現地パートナーの発掘や、販売先の拡大について調査・検討する。

成果 4. に係る活動

- 4-1. ホーチミンを中心として、ハノイ以外の地域の水道水源としての地下水の分布や水質を把握し、地域ごとの地下水水源の課題やニーズについて調査する。
- 4-2. 2016年11月にホーチミンで開催される、ベトナムにおいて水関係では最大の国際展示会“Viet Water 2016”のワークショップで本事業の成果を中心とした発表を行なう。また、ベトナムの水処理における最新の状況、課題を調査すると共に、競合他社の動向を調査する。
- 4-3. ホーチミンや他地域における今後の給水需要及び浄水場の運営管理状況、新規建設計画について情報を収集し、ケミレスの需要予測（市場規模）を調査すると共に、ケミレスの優位性を広報し、事業終了後のベトナム全土への普及展開案を策定する。

なお、主な活動の内容は以下のとおり。

① 事業実施計画の策定

当事業全体の詳細な実施計画を、JICA、HAWACOM 及びコンサルタントとの協議を通して策定する。機材は日本及び「ベ」国で調達するものもあるため、輸送、据付方法、設置場所等を再確認する。

② ケミレスの導入・設置

Tuong Mai 浄水場内に設置するケミレスを製作するに当たっては、コストダウンの観点及び今後の展開を見据えて、可能な限り現地製作を試みる。また、導入設置に関しては搬入経路、設置位置、既存施設への影響について HAWACOM と協議済みであり、本装置導入にあたり、施設全体の稼働を停止する必要はないことを確認している。

③ 本邦受入活動

本邦のケミレスが導入されている浄水場に訪問し、自治体からケミレスを導入した経緯や運用に関する生の声を聞いて、ケミレスの有効性を認識し、今後の維持管理に活かす。

④ データ収集・分析及びケミレスの導入効果の実証

ハノイ土木大学（以下、IESE）に水質分析を依頼し、1年間（2016年6月～2017年5月）の原水、ケミレスの処理水の水質データの収集を行う。また、収集したデータを既存の浄水場の水質と比較することで、ケミレスの技術面での有効性を実証する。また、薬品の投入量の変化などから、どの程度維持管理費用の削減につながるかを分析し、ケミレスのマネジメント面での有効性を実証する。

⑤ 管理方法の技術指導

当社からスーパーバイザーを派遣し、システムの維持管理に必要な日常点検、定期点検に必要なスキルの指導を行う。また、遠隔監視システムを導入することで、

日本からもシステムの状況を把握し、異常が発生した場合に迅速で的確な指導の下、必要な対応がとれる体制をとる。

⑥ 中間報告会の実施（2回）

ケミレス運転開始後、水質のデータ収集・分析を行ない関係者の情報共有を図る。そして、ケミレスの導入効果、技術移転の進捗などについての報告会を2回実施する。1回目の結果をフィードバックし、2回目に反映させる。

⑦ 技術交流会（2回）及び最終交流会の実施

HAWACOM、IESE、VWSA のネットワークを活用し、水道公社やコンサルタントを招待し技術交流会を実施する。技術交流会では本事業の成果発表及びケミレスの技術紹介、マネジメント面への貢献の PR を行ない、「ベ」国内における拡販につなげる。各回の結果をフィードバックし、交流会の内容を改善させる。また、最終交流会では総括的な発表を行う。

⑧ Viet Water 2016 への参加

展示会では IESE 及び VWSA のネットワークを活用し、本事業の成果を発表する。また、関西企業を中心とした企業フォーラム TeamE-kansai とも連携し、普及活動を行う。

・業務フローチャート

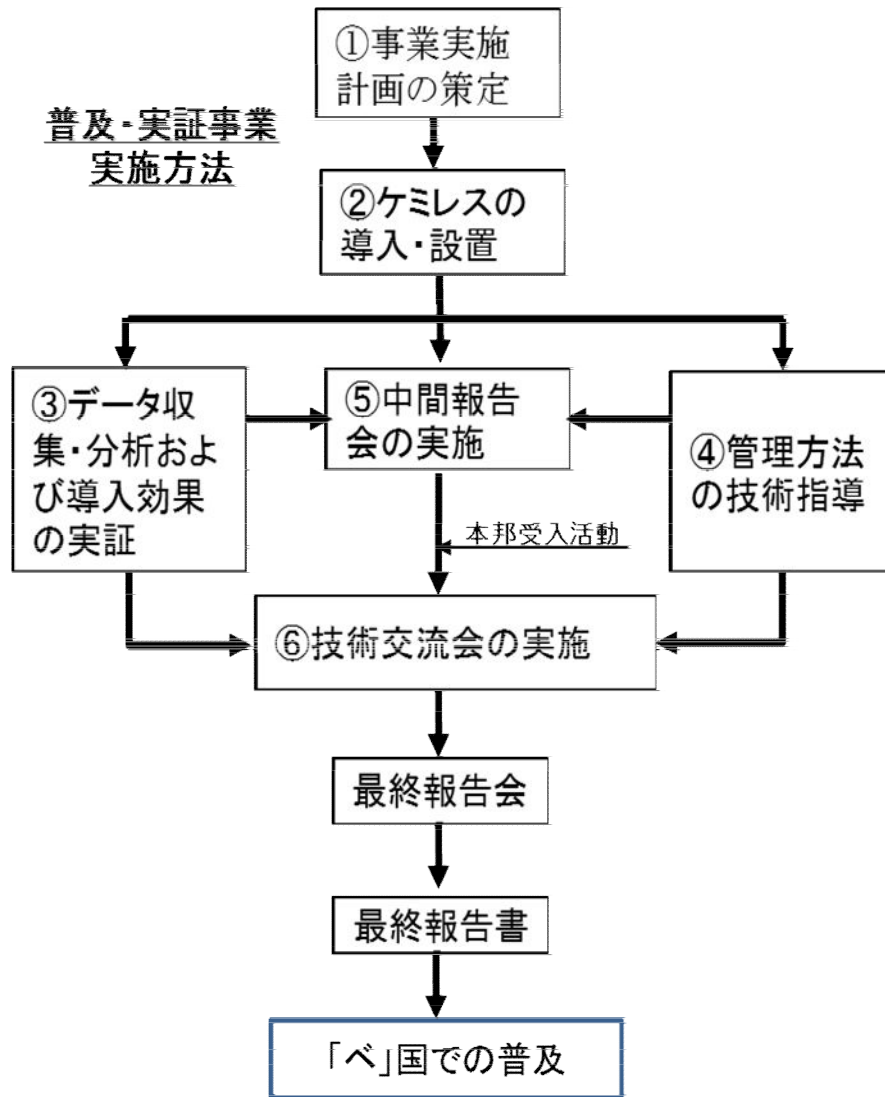


図 2.1 事業実施フロー

作業工程

作業工程表を表 2.2 に示す。

また、渡航毎の主な作業内容は以下に記載する。

表 2.1 渡航毎の主な作業内容

回数	時期	作業内容	
		ハノイ	ホーチミン
1	2016 年 3 月 21 日～26 日	キックオフミーティング、 現地業者訪問打合せ	調達先候補の調査
2	2016 年 5 月 16 日～21 日	CP と進捗打合せ、 現地業者との工事打合せ	調達先との打合せ
3	2016 年 5 月 29～7 月 2 日	装置据付、試運転作業	製品検査
4	2016 年 7 月 31 日～8 月 7 日	水質確認 CP 向け中間報告①	地下水水源の課題や ニーズ調査①
5	2016 年 9 月 12 日～ 17 日	水質確認	地下水水源の課題や ニーズ調査②
6	2016 年 11 月 7 日～19 日	メンテナンス指導①、 水道公社やコンサルとの 技術交流会①	Viet Water 2016 での発表 及びマーケット調査
7	2016 年 12 月 12 日～16 日	CP 向け中間報告②	地下水水源の課題や ニーズ調査③ サイゴン地下水会との意見交換
8	2017 年 3 月 13 日～ 24 日	水道公社やコンサルと意 見交換会、大手飲料会社 にて技術交流会実施	ホーチミン水道公社との 意見交換会 大手飲料会社にて技術交流会 実施
9	2017 年 4 月 18 日～ 28 日	メンテナンス指導②、 CP 向け最終報告会 大手飲料会社にてにおけ るケミレスニーズ調査	ホーチミン市の大手飲料会社 の ████████ にケミレス提案

表 2.2 作業工程表

国内業務 計画 実績
 現地業務 計画 実績

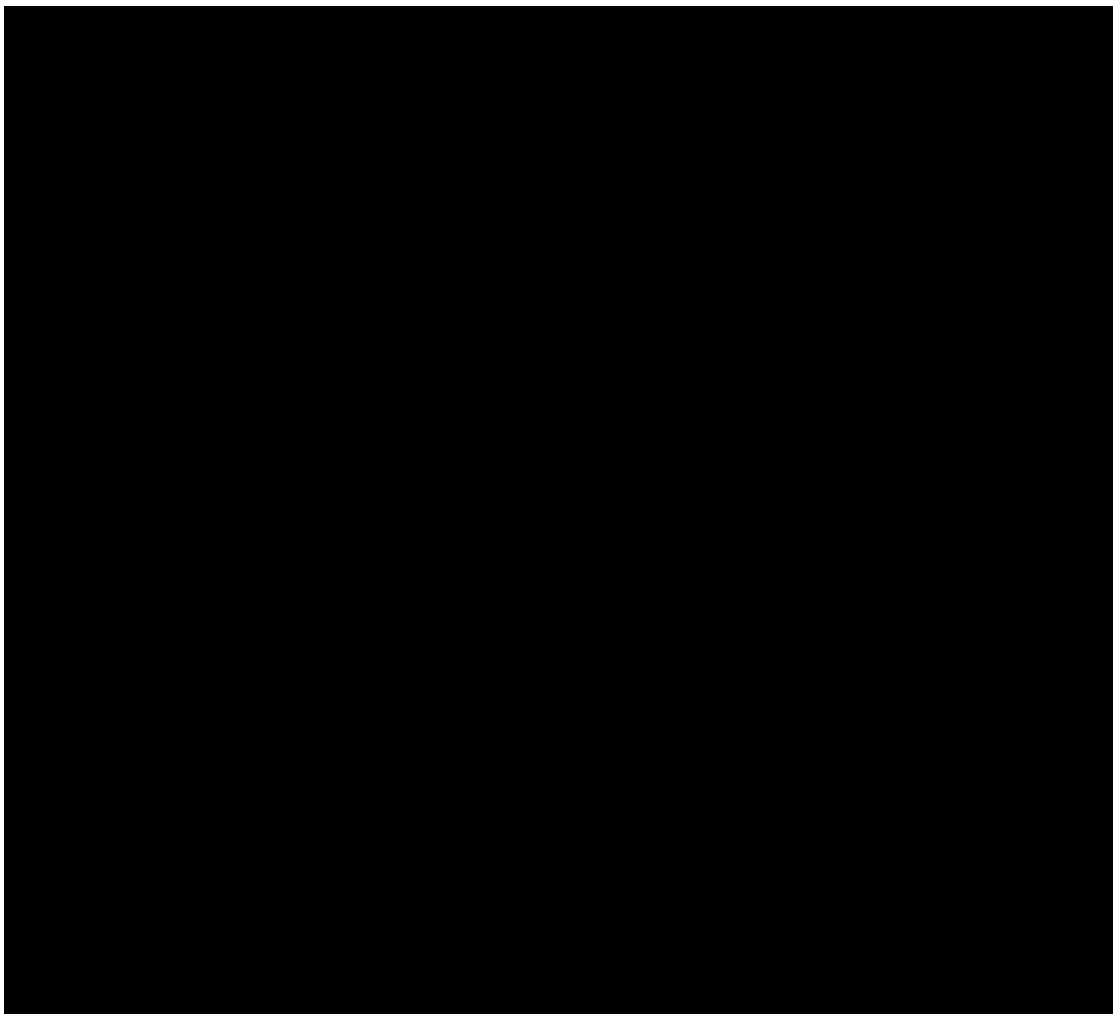
業務内容	2016												2017						
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7		
①事業採択																			
契約書作成、キックオフミーティングの準備	計画																		
	実績																		
プロジェクト詳細内容確定	計画																		
	実績																		
キックオフミーティング	計画																		
	実績																		
②ケミレスの導入（成果1）																			
据付け現場見学、設計打合せ、現地工事会社との工事打合せ	計画																		
	実績																		
設計、製作、輸送	計画																		
	実績																		
据付工事、試運転	計画																		
	実績																		
水質分析（委託）	計画																		
	実績																		
水質データ集計	計画																		
	実績																		
③運転維持管理技術の指導（成果2）																			
本邦受入活動準備	計画																		
	実績																		
本邦受入活動	計画																		
	実績																		
運転管理・日常点検の指導（遠隔システムの使用方法も含む）	計画																		
	実績																		
メンテナンス方法の指導	計画																		
	実績																		
技術交流会準備	計画																		
	実績																		
技術交流会	計画																		
	実績																		
カウンターパート向け進捗報告会	計画																		
	実績																		
④ハノイ市におけるケミレスの普及・事業展開案の策定（成果3）																			
ケミレスの市場調査を行う	計画																		
	実績																		
カウンターパートとケミレス導入計画の検討	計画																		
	実績																		
市場拡販と経営理念の強化	計画																		
	実績																		
⑤ホーチミン市及び他地域におけるケミレスの普及・事業展開案の策定（成果4）																			
ケミレスの市場調査を行う	計画																		
	実績																		
Viet Water 2016での成果発表、動向調査	計画																		
	実績																		
カウンターパートとケミレス導入計画の検討	計画																		
	実績																		
⑥進捗報告会・最終報告会の実施																			
進捗報告会準備	計画																		
	実績																		
進捗報告会・最終報告会	計画																		
	実績																		

(4) 投入（要員、機材、事業実施国側投入）

・資機材投入リスト

本業務における資機材投入状況は、以下の通りである。

表 2.2 資機材投入リスト

A large black rectangular area covering the table content, indicating that the data has been redacted.

・事業実施国政府機関側の投入

なし

・要員投入リスト

要員投入リストは次ページの表 2.4 に示す。

表 2.3 要員投入リスト

氏名	担当業務	所属先
山田 克彦 (2017年3月に大岩に交代)	統括/業務主任者	株式会社ナガオカ 専務取締役・営業本部長
大岩 忠男	技術責任者	株式会社ナガオカ 上席理事開発エンジニアリング部部长
小野 和久	統括補佐	株式会社ナガオカ 開発エンジニアリング部
グエン タン チュン	現地調整、カウンターパート窓口、通訳	株式会社ナガオカ 国際水ビジネス営業部
ダン グエン トウアン	現地調整、カウンターパート窓口、通訳	株式会社ナガオカ 開発エンジニアリング部
大橋 克俊	国内担当窓口、報告書	株式会社ナガオカ 国際水ビジネス営業部
中本 賢利	設計(電機)、据付け/試運転指導	株式会社ナガオカ 開発エンジニアリング部
森永 正司	設計(機械)、製造管理	株式会社ナガオカ 開発エンジニアリング部
渋谷 貴史	据付け工事、メンテナンス	株式会社ナガオカ 開発エンジニアリング部
重信 隼人	水質分析、設計補佐	株式会社ナガオカ 開発エンジニアリング部
中野 秀俊	チーフアドバイザー	株式会社オリエンタルコンサルタンツ 関西支店 海外事業戦略室 プロジェクトマネージャー
川畑 理恵	コーディネーター	株式会社オリエンタルコンサルタンツ 関西支店 保全技術部

(5) 事業実施体制

事業実施体制を下記に示す。

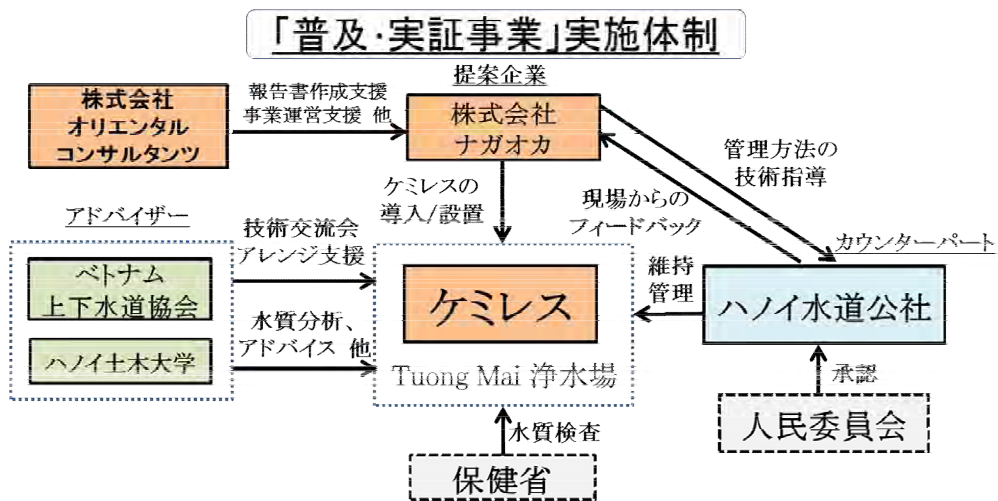


図 2.2 事業実施体制

表 2.4 事業実施分担

株式会社ナガオカ (NIC)	提案企業
株式会社オリエンタルコンサルタンツ	報告書作成支援、事業運営支援、ネットワーク拡大
ハノイ水道公社 (HAWACOM)	カウンターパート、ケミレス運営・維持管理
ハノイ土木大学 (IESE)	水質分析、アドバイス、技術交流会アレンジ支援 IESE のグエン・ベト・アン教授に再委託を依頼。※グエン教授はベトナムの水道業界に精通しており、当社のパイロット試験実施の時から様々なアドバイスを頂いている。
ベトナム上下水道協会 (VWSA)	技術交流会アレンジ支援

(6) 事業実施国政府機関の概要

機関名 : Hanoi Waterworks Company (HAWACOM) ハノイ水道公社

・機関基礎情報（所轄省庁等名、事業内容、体制の概要）

HAWACOM はハノイ市人民委員会が所管しており、ハノイ市の給水量の約 80% を占めている。1 万トン以上の処理能力を有する、地下水を水源とする浄水場は 12 ヶ所に上り、全体の処理能力は合計 567,000 トンに上る(右図参照)。給水範囲は、ハノイ市旧市街の 8 区、旧ハノイの南部の 2 町及びハノイ東北部であり、約 280 万人に給水している。HAWACOM の主な業務としては、以下が挙げられる。

- ① ハノイ人民委員会の規定に沿い、上水を生産、販売し、料金を回収する。
- ② 浄水事業に関わる施設及び設備の維持管理を行う。
- ③ ハノイの水道施設に関する投資プロジェクトを立案、コンサルタントと共に給水事業発展を実現する。
- ④ ハノイ人民委員会が承認した需要予測に基づいた水道管・給水メーター等の機器製品の設置、維持管理を行う。

・選定理由

- ① HAWACOM より直接の依頼があり、当社の技術に対する期待が高かったため。
- ② ハノイでは HAWACOM、HA Dong、Son Tay、VIWACO の 4 つの水道公社があるが、HAWACOM はその中でも最も大きな水道公社（日給水量 70 万トンの内、57 万トン以上を給水）であり、4 つの水道公社の中でも人員数及び技術レベルが最も高いため。
- ③ 設備の老朽化や今後の水需要の増加に対応すべく、積極的に設備投資を検討していたため。
- ④ HAWACOM での実績が、その他の水道公社に波及効果を及ぼす可能性が高いため。

【カウンターパートの役割】

- ① システムの適切な維持管理を行う。
→事業期間中は HAWACOM と NIC が協力して本システムの維持管理を行う。
- ② 現場からのフィードバック
→ケミレスを運用するにあたり、現場からの意見を集約し、ベトナムに適したシステムを共同して構築する。
- ③ 事業後に単独で維持管理・運営するための技術・ノウハウを学び実践する。
→当社からの技術移転を受け、事業後も継続してケミレスの運営・維持管理に必要な技術・ノウハウを学び実践する。
- ④ 今後の NIC の事業展開に協力する。
→技術交流会の際は、浄水場への見学や会議室の提供を行う。
→HAWACOM のネットワークや影響力を活用して、ケミレスの PR を行い、ハノイの周辺都市やベトナム全国への拡販に協力する。

3. 普及・実証事業の実績

(1) 活動項目毎の結果

本業務において期待される以下の3つの成果に沿って、活動項目の結果を示す。

- 成果 1. Tuong Mai 浄水場へのケミレスの導入を通じ、当該製品を用いた浄水技術の有用性・優位性が確認される。
- 成果 2. Tuong Mai 浄水場においてケミレスの運転・維持管理技術が HAWACOM に移転され、持続的なケミレスの活用に向けた体制が構築される。
- 成果 3. HAWACOM による浄水場へのケミレス導入案及び受注者によるケミレスの普及・事業展開案が策定される。
- 成果 4. ホーチミンを中心とする他の地域での地下水の課題およびケミレスの需要が明らかになり、受注者による、事業終了後のベトナム全土への普及展開案が策定される。

表 3.1 成果 1 に係る活動結果一覧

No.	活動項目	結果	備考
1-1	超高速無薬注生物処理装置「ケミレス」を適切に設置するために、対象となる Tuong Mai 浄水場のデータを収集・分析する。 →2016年3月25日にHAWACOMと現地工事会社とKick offミーティングを実施した。その際に、事前に収集・分析した浄水場のデータに基づく設計条件(水質、設置場所、配管経路)を確認し、承認いただいた。	済	
1-2	上記1-1.の分析結果を踏まえ、Tuong Mai 浄水場に適したケミレスを設計し、同浄水場にて設置・稼働確認を行う。 →2016年5月29日より渡航し、ケミレスの設置・稼働確認を行った。無事に稼働を確認し、HAWACOMにより2016年6月29日に竣工式が開催された。	済	
1-3	Tuong Mai 浄水場にてケミレスによる処理水を継続的にモニタリングし、日本の水質基準(鉄、マンガン、アンモニア態窒素)を満たす水質であることを確認する。 →現在は定期的な水質モニタリングを実施しており、除鉄性能は数日、除アンモニア態窒素性能は1週間にて馴養が完了した。除マンガン性能についても約2.5カ月にて馴養が完了し、すべての項目においてナガオカ目標値を	済	2016年9月よりモニタリング項目にヒ素、有機物を追加。

	クリアした。2016年9月よりモニタリングを開始したヒ素についても、ナガオカ目標値をクリアしていることを確認した。		
1-4	<p>Tuong Mai 浄水場全体の処理水（ケミレスによる処理水と浄水場で通常処理されている処理水を混ぜ合わせた水）水質の変化について、継続的な水質データ収集により確認する。</p> <p>→ハノイ土木大学（IESE）に依頼し、継続的に処理水の水質モニタリングを実施している。処理水の水質は、鉄分・マンガン、アンモニア態窒素共に改善が見られたが、アンモニア態窒素については基準値を超過するデータが見られた。</p>	済	2016年9月よりモニタリング項目にヒ素、有機物を追加。
1-5	<p>上記 1-3. 及び 1-4. の結果に基づき、必要に応じてケミレスの改善を行う。</p> <p>→実証実験期間中、装置は全体的に順調に運転されていた。実証実験時の運転モニタリングデータに基づいて運転メンテナンス方法を調整し、マニュアルに反映した。</p>	済	
1-6	<p>従来処理に活用してきた薬品（凝集剤）の注入量の増減や、ろ過池の洗浄頻度について定期的にモニタリングする。</p> <p>→浄水場より薬品注入量の削減量のデータを取得済み。後述のシミュレーションに反映した。</p>	済	
1-7	<p>上記 1-6. のモニタリング結果に基づき、ケミレスを導入することにより削減される Tuong Mai 浄水場のランニングコストについてシミュレーションする。</p> <p>→現行の水質基準及び 2017 年アンモニア基準の改訂に伴うランニングコストのシミュレーションを実施済。</p>	済	
1-8	<p>上記 1-4. 及び 1-7. の活動結果を踏まえ、ケミレスの有用性及び優位性について分析する。</p> <p>→後述する。</p>	済	

表 3.2 成果 2 に係る活動結果一覧

No.	活動項目	結果	備考
2-1	<p>HAWACOM や VWSA 等関係者を対象に本邦受入活動を行い、ケミレスを導入している本邦内の浄水場見学及び関係自治体との意見交換を通して、日本の水道行政の維持管理体制や安全管理について理解の促進を図る。</p> <p>→2016 年 10 月 3 日～8 日にかけて HAWACOM 担当者 4 名に対して本邦受入活動を実施し、ケミレスを導入済みの浄水場見学、関係自治体との意見交換等を行い、導入の意義、日本の水道行政の維持管理体制や安全管理について理解促進を行った。</p>	済	
2-2	<p>Tuong Mai 浄水場の従業員に対してケミレスの維持管理に係る日常点検、定期点検に必要な技術指導を行う。</p> <p>→2016 年 11 月 7 日～20 日にかけて、HAWACOM 従業員に対して技術指導を行った。更に、HAWACOM 単独で維持管理ができるよう、2017 年 4 月 18 日～21 日に HAWACOM 従業員に対する OJT 研修を実施した。</p>	済	
2-3	<p>日本からの遠隔監視システムにより異常発生時に迅速かつ的確な対応がとれる体制を整備する。</p> <p>→遠隔監視システムを導入し、迅速かつ的確な対応がとれる体制を整備した。</p>	済	
2-4	<p>適切かつ継続的なケミレスの安全利用に向け、ケミレスの維持管理マニュアルを作成する。</p> <p>→操作マニュアル、維持管理マニュアル共にベトナム語に翻訳し、提出済み。</p>	済	
2-5	<p>上記 1-6. で整理された分析結果を踏まえ、HAWACOM や VWSA 等関係者を対象にセミナーを開催し、プロモーションを行う。</p> <p>→2016 年 8 月 3 日に HAWACOM との第 1 回中間報告会、2016 年 12 月 15 日に第 2 回中間報告会、2017 年 4 月 26 日に最終報告会を実施した。報告会では、HAWACOM よりケミレスに有用性・優位性があるとのコメントをいただいた。</p> <p>更に、2016 年 11 月 15 日には第 1 回技術交流会 (JICA・HAWACOM・NIC・IESE Workshop) を行い、ケミレスの有</p>	済	

	用性・優位性などについてPRを行った。		
--	---------------------	--	--

表 3.3 成果 3 に係る活動結果一覧

No.	活動項目	結果	備考
3-1	<p>ハノイ市の今後の給水需要及び浄水場の運営管理状況、新規建設計画について情報を収集し、ケミレスの需要予測（市場規模）を調査する。</p> <p>→ヒアリングや文献等にて情報収集を行った。</p> <p>【ヒアリング実施状況】</p> <p>2016. 8. 4、2017. 3. 21：ハノイ市人民委員会・建設局</p> <p>2016. 11. 15、2017. 3. 21、2017. 4. 25：HAWACOM 本社</p> <p>2016. 12. 14：Ha Dong 水道公社（ハノイ市）</p>	済	
3-2	<p>ベトナムの政治経済・社会状況にかかるカントリーリスク、為替などの金融リスク、税制や法務等のビジネスリスク等、ケミレスを普及展開していく上でのリスクについて調査・分析する。</p> <p>→文献やヒアリング等にて情報収集を行った。</p> <p>【ヒアリング実施状況】</p> <p>2016. 3. 23：JETRO ハノイ訪問</p> <p>2017. 3. 20：JBIC ハノイ事務所</p>	済	
3-3	<p>上記 3-1. 及び 3-2. の調査結果を踏まえ、ハノイ市でケミレスを普及展開していくうえでの課題を整理する。</p> <p>→これまでの活動及び情報収集を通して感じた諸課題を整理した。</p>	済	
3-4	<p>HAWACOM、ハノイ市人民委員会等とともにハノイ市の浄水場におけるケミレスの導入計画について検討する。</p> <p>→2017 年 4 月 26 日の最終報告会にて、Tuong Mai 浄水場のマスタープラン処理量 6500m³/日に向けたケミレスシステムの提案を行った。</p>	済	
3-5	<p>上記 3-3. 及び 3-4. の活動結果を踏まえ、ケミレスの普及・事業展開案及び営業方針を策定する。</p> <p>→これまでの活動及び情報収集結果を踏まえ、今後のケミレスの普及・事業展開方針を策定した。</p>	済	
3-6	<p>上記 3-5. で策定した営業方針に基づき、現地パートナーの発掘や、販売先の拡大について調査・検討する。</p> <p>→普及活動等で繋がりのできた企業等を介し、現地パートナー及び販売先の候補となる企業を発掘中である。その</p>	済	

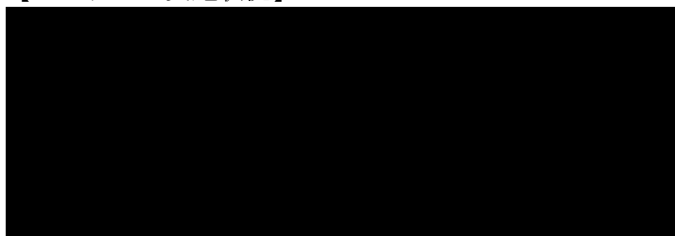
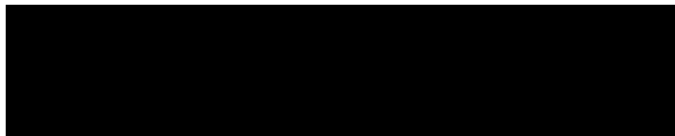
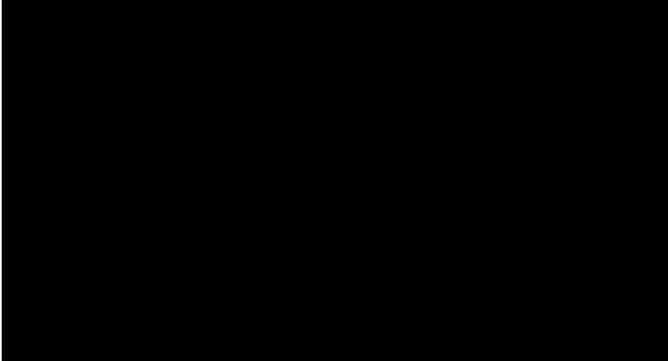
	<p>他、各種活動によって問い合わせのあった企業等に対し、個別に訪問協議を行い、ケミレスのPR活動を行った。</p> <p>【ヒアリング実施状況】</p> 		
--	--	--	--

表 3.4 成果 4 に係る活動結果一覧

No.	活動項目	結果	備考
4-1	<p>ホーチミンを中心として、ハノイ以外の地域の水道水源としての地下水の分布や水質を把握し、地域ごとの地下水水源の課題やニーズについて調査する。</p> <p>→ベトナム全土の地下水及び河川水の使用量、水質について調査を行い、地下水水源の課題やニーズを整理した。</p>	済	
4-2	<p>2016年11月にホーチミンで開催される、ベトナムにおいて水関係では最大の国際展示会“Viet Water 2016”のワークショップで本事業の成果を中心とした発表を行なう。また、ベトナムの水処理における最新の状況、課題を調査すると共に、競合他社の動向を調査する。→2016年11月9日～11日にホーチミン開催のベトナム水道展示会『Viet Water 2016』にて本事業の成果を発表した。また、ベトナムの水処理における最新の状況や課題、競合他社の動向を調査した。</p> <p>【ヒアリング実施状況】</p> 	済	
4-3	<p>ホーチミンや他地域における今後の給水需要及び浄水場の運営管理状況、新規建設計画について情報を収集し、ケミレスの需要予測（市場規模）を調査すると共に、ケミレスの優位性を広報し、事業終了後のベトナム全土への普及展開案を策定する。</p>	済	

	<p>→文献やヒアリング等にて情報収集を行った。</p> <p>【ヒアリング実施状況】</p> 		
--	--	--	--

(2) 事業目的の達成状況

成果 1. Tuong Mai 浄水場へのケミレスの導入を通じ、当該製品を用いた浄水技術の有用性・優位性が確認される。

1-1~1.5 : ケミレス設置及び効果確認

HAWACOM が有する Tuong Mai 浄水場に、超高速無薬注生物処理装置「ケミレス」を導入し、浄水場の一部の処理水を日本の水質基準を満たすレベルまで浄化することで、安全な水道水の普及に寄与することを目的としている。

平成 28 年 8 月現在、「ケミレス」3 基を Tuong Mai 浄水場に設置完了し、処理水の水質モニタリングを実施している。その結果、鉄分及びアンモニア態窒素は設置後すぐに目標水質を満たすレベルまで効果発現した。マンガンに関しては、微生物の養生に時間を要したが、約 2.5 ヶ月後に日本の水質基準（目標）0.05mg/L を満たすレベルまで効果発現した。

また、平成 28 年 9 月よりヒ素のモニタリングを開始したが、既に日本の水質基準を満たすレベルまで効果発現していることを確認した。

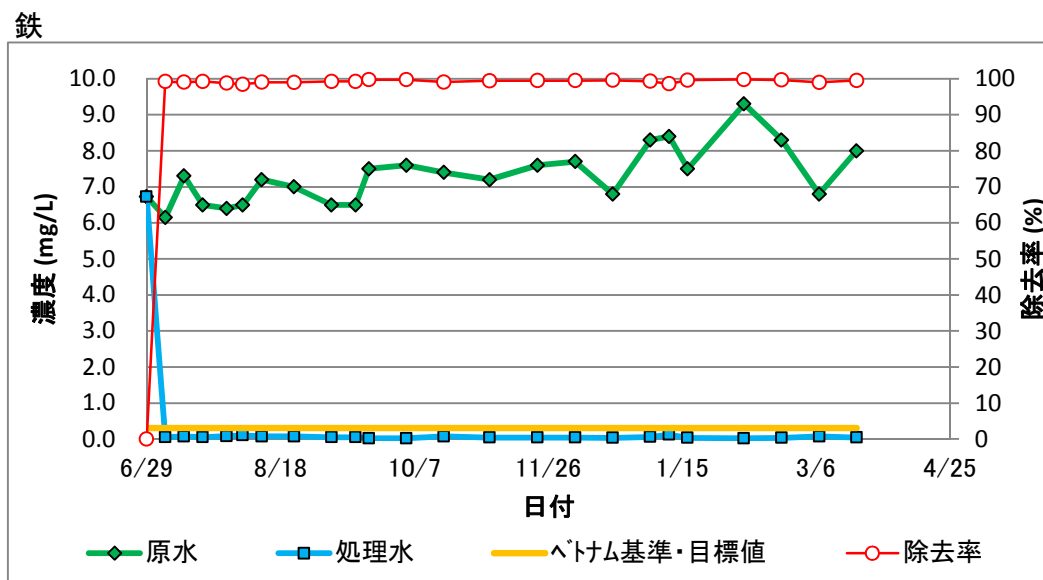
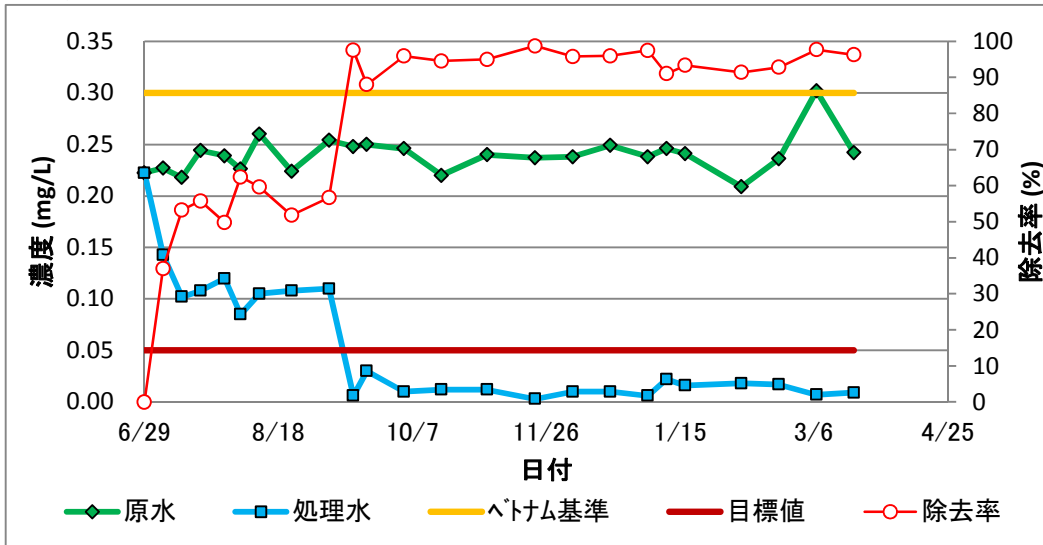
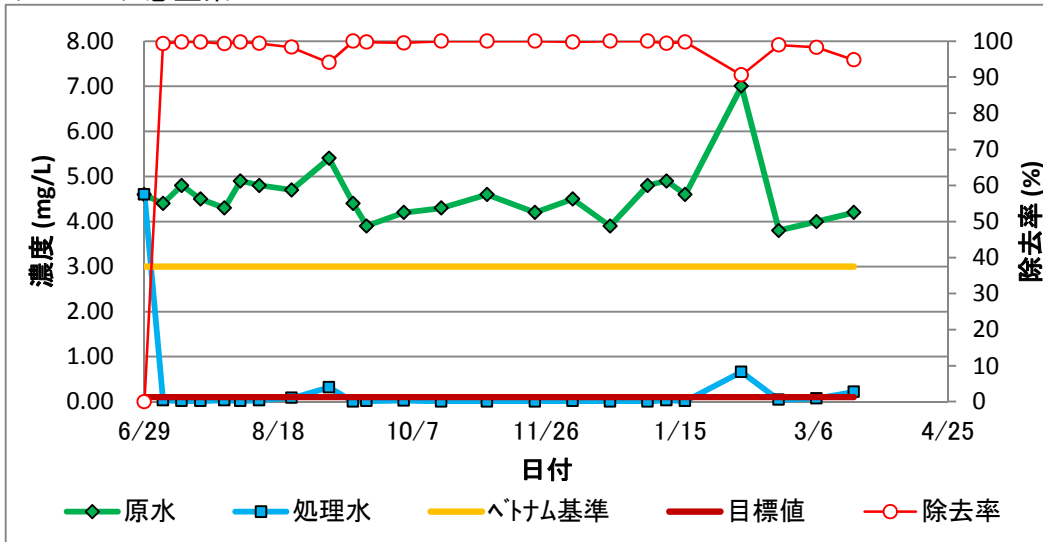


図 3.1(1) 水質モニタリング結果（鉄・マンガン・アンモニア態窒素・ヒ素）

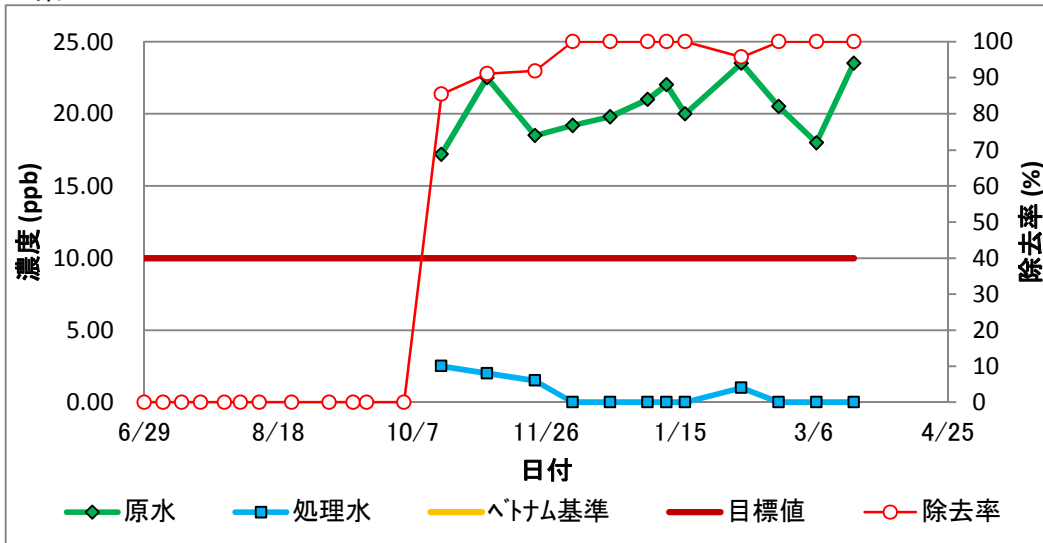
マンガン



アンモニア態窒素



ヒ素



有機物

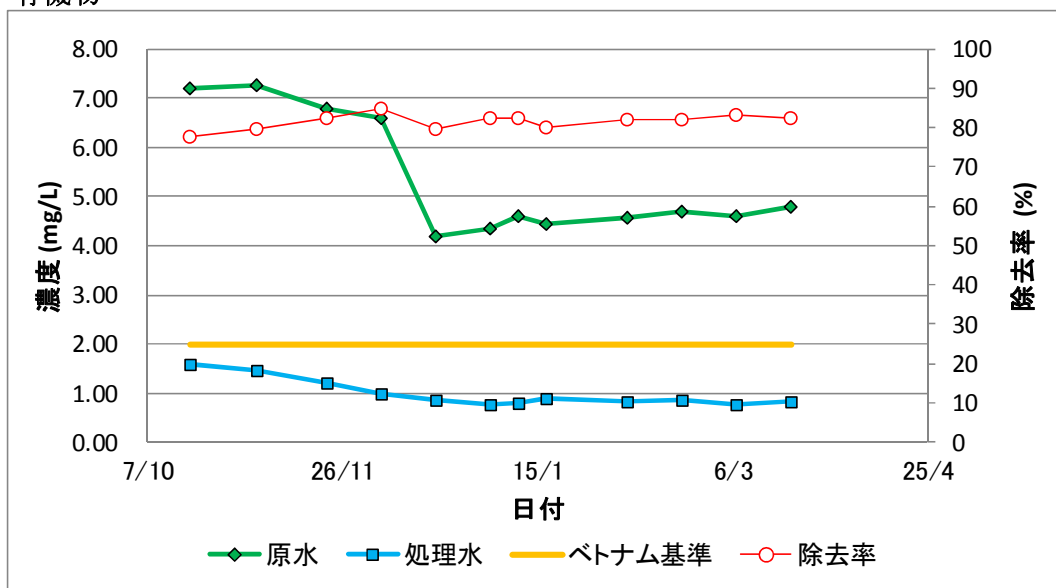


図 3.1(2) 水質モニタリング結果（鉄・マンガン・アンモニア態窒素・ヒ素）

[出典：JICA 調査団作成]

なお、Tuong Mai 浄水場に設置したケミレスは、実証期間中順調に稼働していたため、ケミレスの改善等は不要であった。なお、実証実験時のメンテナンス状況に基づき、運転メンテナンス方法を調整し、マニュアルに反映した。

1-6：薬品（凝集剤）の増減、ろ過機の洗浄頻度のモニタリング

逆洗水量は、原水流量計と処理水流量計の積算水量で計算され、逆洗水量は約 126m³/日/ろ過機、即ち処理水量の 4.5%である（2017 年 2 月 7 日～3 月の 7 日のデータ）。一般的に、ベトナム従来型の急速ろ過方式における逆洗水量は処理水量の 7%と言われており、ケミレスを導入することにより約 3%分の逆洗水量を削減することができる。

更に、洗浄頻度に着目すると、既存施設では毎日半数に当たる 6 個のろ過槽を職員が手動で実施（各槽の洗浄頻度は 1 回/48 時間）しており、水道使用量の多い日中に順次ろ過装置を停止して実施している状況である。それに対し、ケミレスは自動で 3 回/日洗浄を実施しているが、1 回にかかる時間は 30 分程度と短時間となっている。さらに、ケミレスの洗浄時間は自由に設定できるため水道使用量の少ない時間帯を選んで実施することができる。

ケミレス設置前後の薬品量（凝集剤 PAC, 次亜）については、Tuong Mai 浄水場にヒアリングを行った結果、設置前後で約 9.9VND/m³ の薬品代を削減したという結果であったが、一方で電気使用量が 94.4VND/m³ の増加しているため、結果的に 84.5VND/m³ 程度の

運転コストが増加する結果となった。今回薬品代の削減が想定よりも少なかったのは、浄水場側の判断で薬品の使用量を大きく減らさなかったためである。しかし、既存の Tuong Mai 浄水場 (22,000m³/日) で 9.46kg/日の凝集剤を使用していた実績から計算すると、ケミレス (2,500m³/日) を導入したことで 1.07kg/日、すなわち 155,150VND/日 (約 78 円/日) を削減できることとなり、m³ 当たり 62VND/m³ の削減できると推定できる。

表 3.5 ケミレス導入前後の運転コスト

項目	ケミレス導入前	ケミレス導入後	増減量	単価	金額(VND/m ³)
電気使用量 (kWh/m ³)	0.419	0.478	0.059	1,600 (VND/kWh)	94.4
PAC 使用量 (g/m ³)	0.517	0.453	-0.064	145,000 (VND/kg)	-9.28
次亜使用量 (g/m ³)	1.650	1.604	-0.046	14,200 (VND/kg)	-0.6532
運転コスト増減料					84.4668 VND/m³

また、ケミレスは自動運転であるため、ろ過機の洗浄や薬品管理等を行う人員も削減が可能となる。Tuong Mai 浄水場にヒアリングを行った結果、ケミレスは無人運転が可能であり、既存施設と併用の場合は特に専任者を設ける必要はない。既存施設を全てケミレスに置き換える場合は、表 3.6 に示すように大幅な人員削減が見込まれる。

表 3.6 ケミレス導入前後の人員比較

項目	計算方法	
	既存処理方法	ケミレス処理方法
運転管理人工	【4 チーム勤務】 チーム構成: 井戸 3 人, 安全・警備 1 人, 処理施設清掃 1 人, 指導者 1 人, 配水ポンプ 1 人 計: 7 人/チーム x 4 チーム = 28 人工	【4 チーム勤務】 チーム構成: 井戸 3 人, 処理施設・配水ポンプ施設 1 人 計: 4 人/チーム x 4 チーム = 16 人工

長期的に見ると、ケミレス導入による薬品・電気代は若干の増加となったが、人員削減効果や汚泥処理費用及び修繕費用の削減、設置面積の減少などの面で効果が見込まれる上に、大幅な水質改善効果が期待できることから、カウンターパートである HAWACOM はこの程度のコスト増であれば許容範囲であるとのコメントを得た。

1-7 : Tuong Mai 浄水場のランニングコストシュミレーション

現在普及実証実験を実施している Tuong Mai 浄水場は、アンモニアを始めとした水質がベトナム水質基準を超過している状況である。2017 年には、ベトナム水質基準が引き上げられる（アンモニア 3.0mg/l→1.5mg/l）ことに着目し、当該施設にケミレスを導入して水質改善を行うプランの作成及びコスト試算を行った。これらのシミュレーション結果は、HAWACOM 及び Tuong Mai 浄水場に提示した。

●Tuong Mai 浄水場の諸元

- 【処 理 量】 22,000m³/day
- 【原水水質】 Fe : 7.00ppm Mn : 0.24ppm NH₃-N : 4.53ppm
- 【目標水質】 Fe : 0.30ppm Mn : 0.10ppm NH₃-N : 1.5ppm
 (NH₃-N 基準は、2017 年に 3.0→1.5ppm に引き上げられる計画である)
- 【使用薬品】 次亜塩素酸ナトリウム (有効 12%) : 14,200VND/kg (71 円/kg)
 PAC・凝集剤 (A1203-10%) : 145,000VND/kg (725 円/kg)
- 【運営コスト】 電気代 : 1,600VND/kWh (8.0 円/kWh)
 人件費 : 平均 7,000,000VND/月 (約 35,000 円/月)

※金利、減価償却等の間接費は考慮しない。

●水質改善に必要なケミレス処理量のシナリオ

処理方式		アンモニア 処理性能	割合	処理水量	処理水 水質 (NH ₃ -N)
既存 100%	既存	3.53	100%	22,000	3.53
ケミレス併用 (NH ₃ -N:3ppm 目標)	既存	3.53	85%	18,700	3.00
	ケミレス	0.04	15%	3,300	
ケミレス併用 (NH ₃ -N:1.5ppm 目標)	既存	3.53	42%	9,240	1.49
	ケミレス	0.04	58%	12,760	
現状 (普及実証機材)	既存	3.53	89%	19,500	3.13
	ケミレス	0.04	11%	2,500	

1) 水質改善目標：アンモニア 3.0mg/L の場合

●設備投資試算

処理方式		処理水量 [m3/日]	ケミレス設置数 [基]	ケミレス設置コスト [万円]
既存(急速濾過)		22,000	-	-
ケミレス併用 (NH ₃ -N:3ppm目標)	既存	18,700	-	-
	ケミレス	3,300	4	9,300

※ケミレス設置コストは、標準販価を元に算出している。

●ランニングコスト試算

処理方式	処理水量 [m3/日]	薬品		運営費		ランニングコスト		年間 修繕費 [万円/年]	年間 総コスト [万円/年]
		次亜塩素酸	PAC	電気代増※1	人件費※2	日 [万円/日]	年 [万円/年]		
		使用量[kg/日] コスト[万円/日]	使用量[kg/日] コスト[万円/日]	使用量[kW/日] コスト[万円/日]	人工[人/日] コスト[万円/日]				
既存(急速濾過)	22,000	971.7 6.90	9.46 0.07	- -	28.0 3.78	10.75	3,923	250	4,173
ケミレス併用 (NH ₃ -N:3ppm目標)	既存	826 5.86	8.04 0.06	- -	24.0 3.24	9.51	3,470	250	3,729
	ケミレス	0.00 0.00	0.00 0.00	429 0.34	0.00 0.00				

※1：電気代増加分は Tuong Mai 浄水場での実績ベースで算出。

※2：人件費は Tuon Mai 浄水場の実体制（24h4交代制、班7名体制）ベースで算出

●コスト試算

アンモニア 3.0mg/l を水質改善目標としたコスト試算の結果、約 20 年でケミレス併用の方が安価となる。

処理方式	処理水量 [m3/日]	設置コスト+年間総コスト×年数 [万円]									
		0年	5年	10年	15年	20年	25年	30年	35年	40年	45年
既存(急速濾過)	22,000	0	20,864	41,729	62,593	83,458	104,322	125,187	146,051	166,916	187,780
ケミレス併用 (NH ₃ -N:3ppm目標)	既存	9,300	27,944	46,588	65,232	83,876	102,520	121,164	139,807	158,451	177,095
	ケミレス										

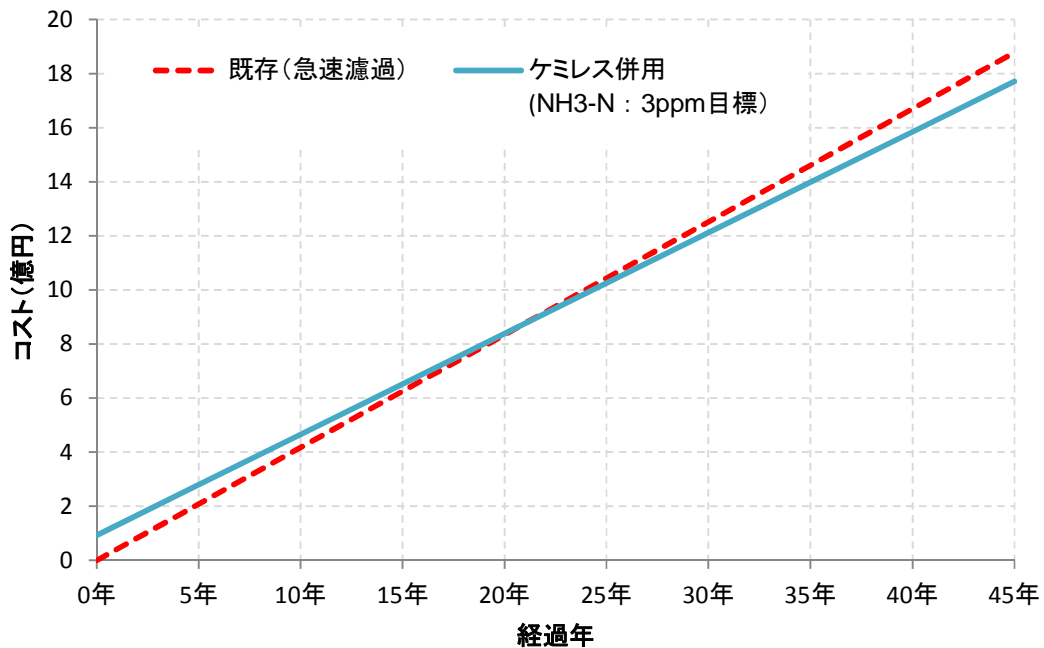


図 3.2 ケミレス導入コストシミュレーション (NH₃-N 水質目標 3.0mg/l)

2) 水質改善目標：アンモニア 1.5mg/L の場合

●設備投資試算

処理方式		処理水量 [m ³ /日]	ケミレス 設置数 [基]	ケミレス 設置コスト [万円]
既存(急速濾過)		22,000	-	-
ケミレス併用 (NH ₃ -N: 1.5ppm目標)	既存	9,240	-	-
	ケミレス	12,760	18	42,000

※ケミレス設置コストは、標準販売を元に算出している。

●ランニングコスト試算

処理方式	処理水量 [m ³ /日]	薬品		運営費		ランニングコスト		修繕費 [万円/年]	年間 総コスト [万円/年]	
		次亜塩素酸	PAC	電気代増 ^{※1}	人件費 ^{※2}	日	年			
		使用量[kg/日] コスト[万円/日]	使用量[kg/日] コスト[万円/日]	使用量[kW/日] コスト[万円/日]	人工[人/日] コスト[万円/日]	[万円/日]	[万円/年]			
既存(急速濾過)	22,000	3722 26.43	9.46 0.07	- -	28 3.78	30.28	11,052	250	11,302	
ケミレス併用 (NH ₃ -N: 1.5ppm目標)	既存	9,240	1563 11.10	3.97 0.03	- -	12 1.62	14.08	5,139	125	5,322
		ケミレス	12,760	0 0	0 0	1659 1.33				

※1：電気代増加分は Tuong Mai 浄水場での実績ベースで算出。

※2：人件費は Tuon Mai 浄水場の実体制（24h4交代制、班7名体制）ベースで算出

●コスト試算

アンモニア 1.5mg/l を水質改善目標とした場合、既存施設では薬品投入量が多くなることからランニングコストが高価となり、7年程度でケミレス併用の方が安価となる。

処理方式	処理水量 [m ³ /日]	設置コスト+年間総コスト×年数 [万円]									
		0年	5年	10年	15年	20年	25年	30年	35年	40年	45年
既存(急速濾過)	22,000	0	56,501	113,003	169,504	226,006	282,507	339,009	395,510	452,012	508,513
ケミレス併用 (NH ₃ -N: 1.5ppm目標)	既存 9,240	42,000	68,602	95,203	121,805	148,406	175,008	201,610	228,211	254,813	281,414
	ケミレス 12,760										

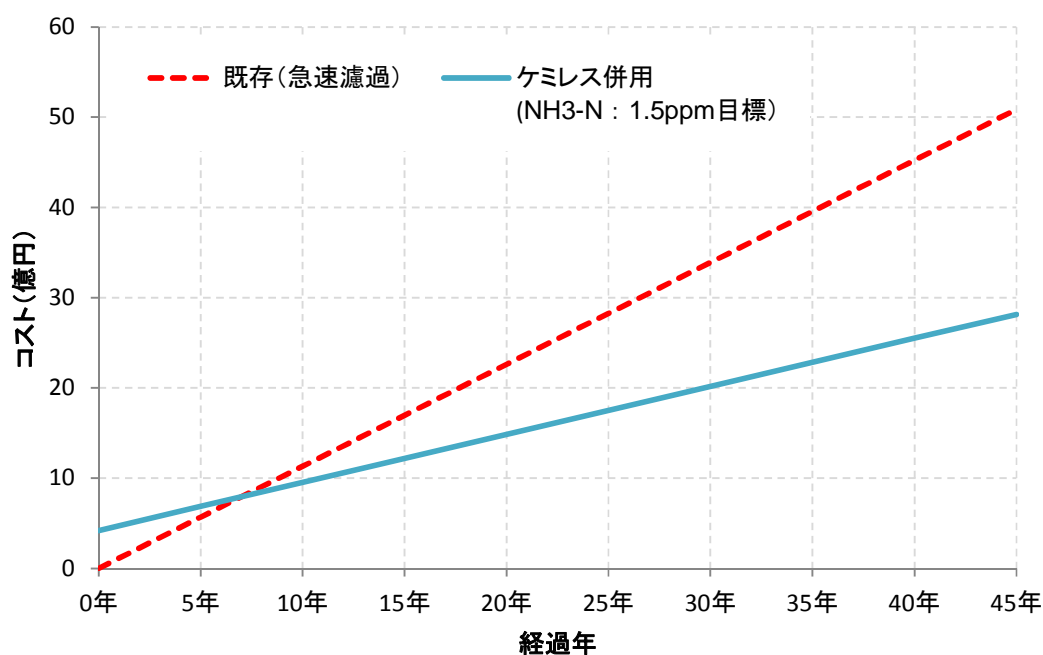


図 3.3 ケミレス導入コストシミュレーション (NH₃-N 水質目標 1.5mg/l)

1-8 : ケミレスの有用性及び優位性

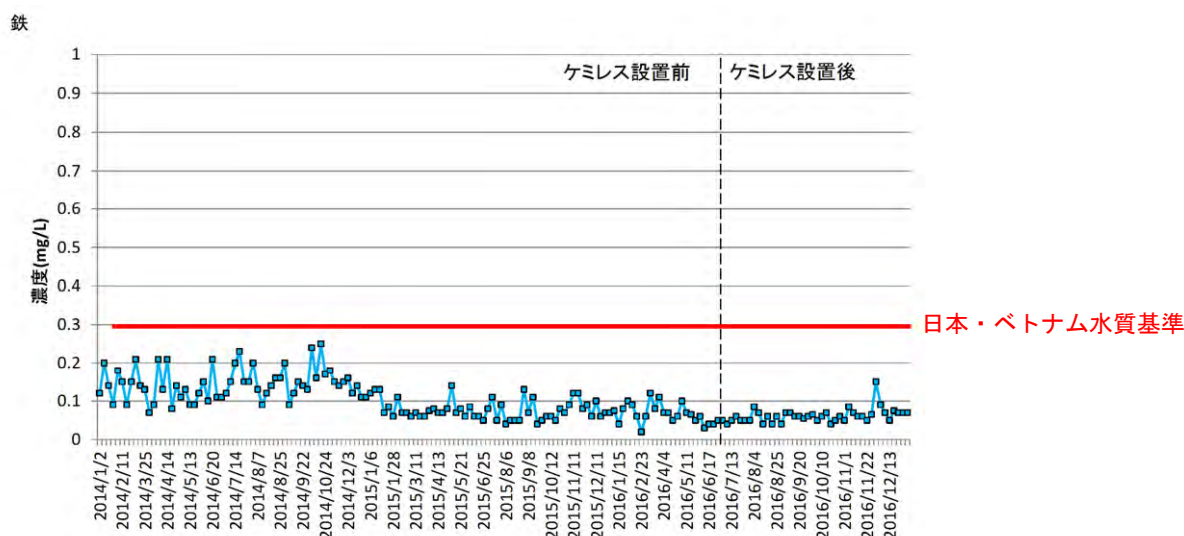
Tuong Mai 浄水場での実証実験結果を踏まえ、ケミレスの有用性及び優位性について分析すると、以下の点が挙げられる。

- ・ケミレスは、鉄分・マンガン・アンモニア態窒素に加え、ヒ素についても日本の水質基準程度まで処理することが可能である。
- ・薬品不使用で自動運転であるため、必要な施設管理者が少ない。
- ・既存施設に比べて電気代は増加するが、薬品代及び人件費が削減される。
- ・逆洗排水が少ないため、廃棄物の量が削減される。

- ・施設の設置面積が小さく、余剰地は別用途で使用可能である。
- ・ハノイ市では地下水の新設浄水場は計画されていないが、既存施設に対してケミレスを導入するとしても、ランニングコストが大幅に削減できるため、目標水質にもよるが数年～25年程度でケミレス導入が優位となる。

本実証実験では、Tuong Mai 浄水場の処理量 22,000m³/日の約 1 割である 2,500m³/日をケミレスに置き換え、既存施設の処理水とケミレスの処理水を合わせて、ベトナム水質基準以下に処理する方式をとっている。Tuong Mai 浄水場の経年的な処理水水質を見ると、鉄及びマンガンはケミレス設置前からベトナム水質基準をクリアしている状況である。マンガンは、日本の水質基準 0.05mg/L に対してはクリア出来ていない状況であるが、ケミレス設置によりマンガン濃度が低下していることが確認できる。

また、ケミレス導入前後の水質頻度分析を行った結果、ケミレス導入により鉄分濃度が 0.09mg/L 以下となった頻度が 90.32%から 95.12%に増加し、より良好な水質となる頻度が上昇している。マンガンについても同様に、0.11mg/L 以下となった頻度が 51.43%から 65.63%に上昇しており、良好な水質の発現頻度が上昇していることが確認された。



水質結果	鉄 (mg/L)		ベトナム水質基準 QCVN 01:2009/BYT 0.3 mg/L
	水質結果	割合	
ケミレス導入前 (2017.8.11 以前)	0.02 - 0.09	90.32%	
	0.10 - 0.12	9.68%	
ケミレス導入後 (2017.8.11 以降)	0.02 - 0.09	95.12%	
	0.10 - 0.12	4.88%	

図 3.4 Tuong Mai 浄水場水質調査結果 (鉄分)



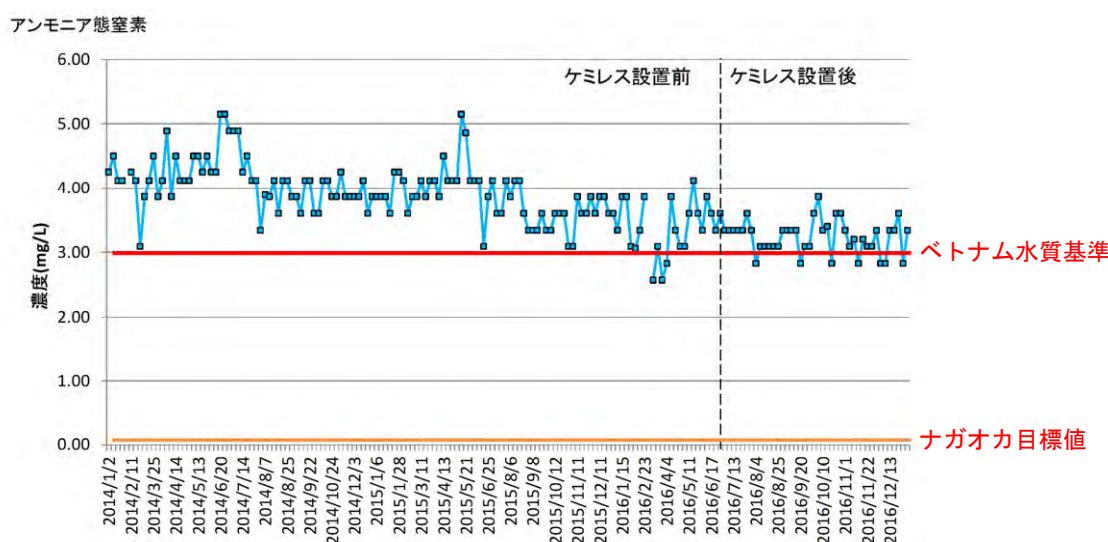
水質結果	マンガン (mg/L)		ベトナム 水質基準 QCVN 01:2009/BYT 0.3 mg/L
	水質結果	割合	
ケミレス導入前 (2017.8.11 以前)	0.070 - 0.110	51.43%	
	0.112 - 0.141	48.57%	
ケミレス導入後 (2017.8.11 以降)	0.070 - 0.110	65.63%	
	0.112 - 0.141	34.37%	

図 3.5 Tuong Mai 浄水場水質調査結果 (マンガン)

アンモニア態窒素については、ケミレス導入により計測値は低下しているが、ベトナム水質基準を超過する場合がある。なお、ケミレスのアンモニア態窒素の処理能力に着目すると、図 3.1 に示すように、原水のアンモニア態窒素は年間を通して増減しており、9月と2月に高いアンモニア態窒素が原水に含まれていたが、その際、ケミレスの処理水は目標水準の0.1mg/Lを少し超過したが、ベトナム基準（3mg/L）は十分に満足している状況であった。

また、ケミレス導入前後の水質頻度分析を行った結果、ケミレス導入によりアンモニア態窒素濃度が水質基準 3.0mg/L 以下となった頻度は 25.9%から 42.86%に増加し、良好な水質の発現頻度が上昇していることが確認された。

今後、ベトナム政府はアンモニア態窒素などの水質基準を強化（NH₄⁺ 3.0mg/L→1.5mg/L）することを表明している。そのため、HAWACOM 及び Tuong Mai 浄水場に対し、ケミレス増設による更なる水質改善を提案していく予定である。



水質結果	アンモニア態窒素 (mg/L)		ベトナム水質基準 QCVN 01:2009/BYT
	水質結果	割合	
ケミレス導入前 (2017.8.11 以前)	2.57 - 3.0	25.9%	3.0 mg/L
	3.34 - 3.6	51.85%	
	3.86 - 4.12	22.25%	
ケミレス導入後 (2017.8.11 以降)	2.83 - 3.0	42.86%	
	3.2 - 3.6	54.29%	
	3.86	2.85%	

図 3.6 Tuong Mai 浄水場水質調査結果（アンモニア態窒素）

成果 2. Tuong Mai 浄水場においてケミレスの運転・維持管理技術が HAWACOM に移転され、持続的なケミレスの活用に向けた体制が構築される。

2-1：本邦受入活動による維持管理体制・安全管理等の理解促進

ケミレスの導入に向けての意義の理解を高めることを目的とし、2016年10月3日（月）～8日（土）にかけて本邦受入活動を実施し、HAWACOM より下記の4名が来日された。

	名前	性別	部署・役職
1	Bạch Tuyết Hồng	女	HAWACOM・国際協力室 室長
2	Ngô Ngọc Anh	女	HAWACOM・水質検査室 室長
3	Trần Ngọc Hưng	男	HAWACOM・Tuong Mai 浄水場 場長
4	Dương Mai Hương	女	HAWACOM・技術室 室長

いずれもマネージメント職の方々であり、今後のケミレス導入にむけての関心の高さが伺える。

この活動では、カウンターパートが、ケミレスを導入済みの本邦自治体等の浄水場を見学することで、導入に向けての意義の理解を高めて頂いた。また、ケミレスを導入している本邦内の浄水場見学及び関係自治体との意見交換を通して、日本の水道行政の維持管理体制や安全管理について理解の促進を図ることが主な目的であった。

実施した行程を下記に示す。

月日	活動内容
10/3（月）	午前：来日、移動 午後：受注者工場見学
10/4（火）	午前：貝塚市津田浄水場見学等 午後：JICA 関西表敬訪問など
10/5（水）	午前：高松市御殿浄水場 午後：高松市東ハゼ町前処理施設見学
10/6（木）	午前：大阪市柴島浄水場見学 午後：大阪市水道局体験型研修センター訪問
10/7（金）	終日：クロージングミーティング
10/8（土）	午前：帰国

見学を通して、日本の行政機関が実施する水道事業の概要、維持管理体制、品質・安全管理の意義や大切さは十分に理解していただいた。例えば柴島浄水場での見学で、オゾンと活性炭を使った高度処理技術と自動監視システムを見学して頂き、日本のトップレベルの管理技術を理解して頂いた。更に、高松市東ハゼ町前処理施設のケミレスも見学頂いた事で、ケミレスが水質改善及びメンテナンスの観点から水道事業体の運営に十分に貢献できることもわかっていただき、ケミレスが技術的に大きな貢献が可能なことに対する理解も深まったと感じている。

今後は、本実証事業を通して、ケミレスの導入効果を定量データに加えて、管理の容易さや品質の高さから得られる信頼感・満足感といった観点から定性的にも示し、本事業のカウンターパートでの中心人物である研修参加者4名と共に、事業終了後につながる提案を共同で作成していく。

本邦受入活動写真



ナガオカ訪問：10/3（月）午後



貝塚市津田浄水場見学：10/4（火）午前



JICA 関西表敬訪問：10/4（火）午後



高松市御殿浄水場見学：10/5（水）午前



大阪市柴島浄水場見学：10/6（木）午前



大阪市水道局体験型研修センター訪問：10/6（木）午後

2-2~2-4 : Tuong Mai 浄水場の従業員に対する技術指導・技術移転

本事業の終了後には本設備は HAWACOM に引き渡される。そのため、引渡し後も HWACOM 側で継続的に維持管理ができるように、2016 年 11 月と 2017 年 4 月の 2 回にわたって浄水場職員にメンテナンス方法の指導を実施した。メンテナンス方法についてはベトナム語でマニュアルを作成し提出済みである。

①メンテナンス概要

メンテナンスを実施する際は、まず操作盤を確認し現状の状況を把握する。

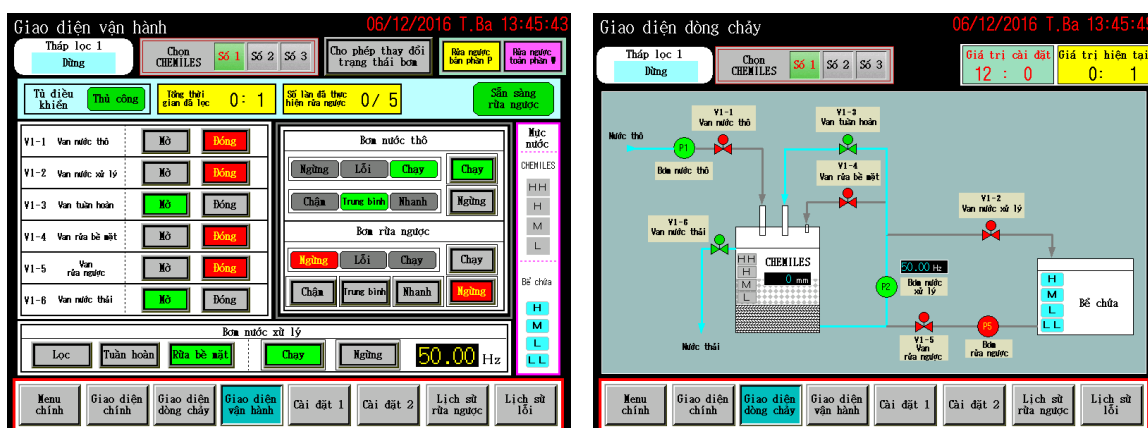


写真 制御盤タッチパネルの様子

Tuong Mai 浄水場の原水は地下水中に高濃度の鉄分が含まれているため、製品の壁面に鉄分が付着し、目詰まりの原因となり正常運転に支障をきたすことがある。そのため、ケミレスの鉄スラッジ除去の清掃作業を 4 ヶ月に一回程度実施する必要がある。

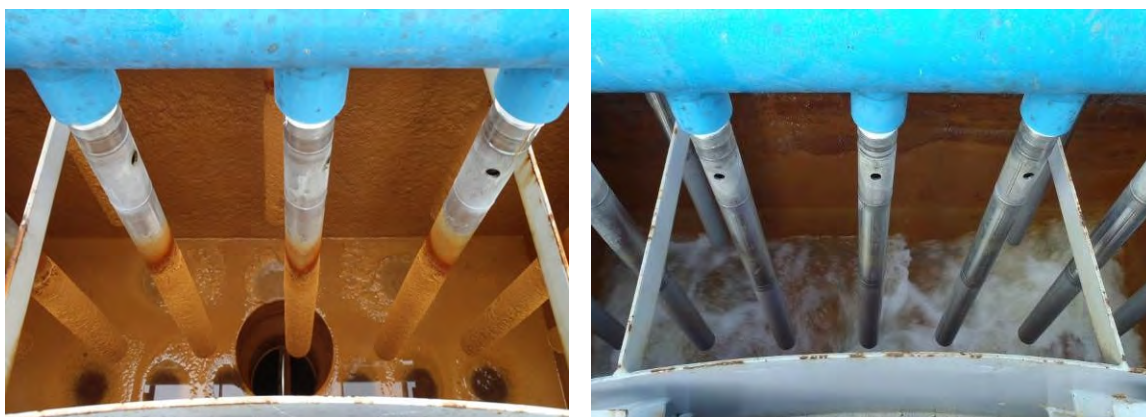


写真 特殊混気ノズル(左：清掃前、右：清掃後)

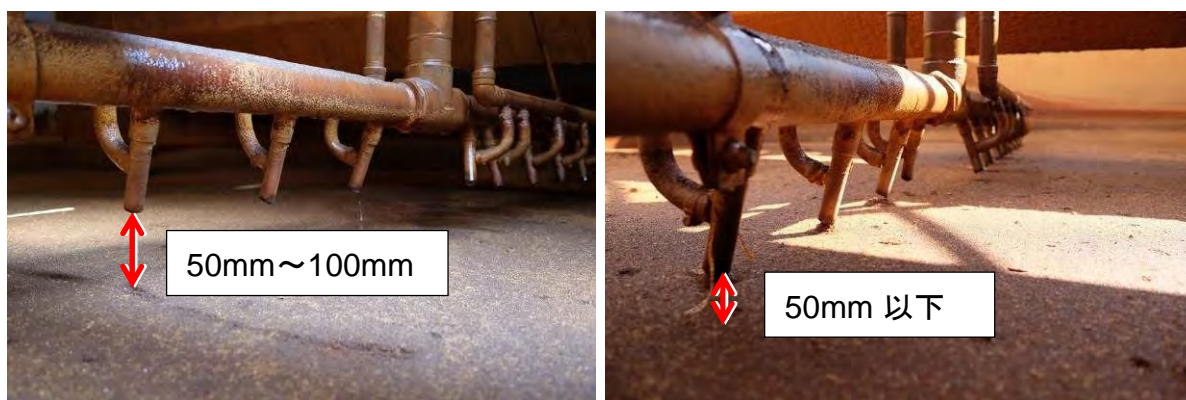
②メンテナンス実施状況（Tuong Mai 浄水場従業員への技術指導）

Tuong Mai 浄水場では、2016年11月のメンテナンスの際にノズルに不純物が付着し、閉塞による不具合が発見された。そのため、解消方法を説明しメンテナンスの重要性について説明を行った。定期メンテナンスが実施されずにノズルが閉塞したままで運転を続けていると、洗浄不良に陥り適切な運転ができなくなる。そのため、引渡後も適切な運転を実施してもらえるように、今回のメンテナンスを通してケミレスの維持管理方法を習得してもらった。



写真 表洗用ノズルの閉塞状況と清掃状況

また、濾材の膨張により表洗ノズルと濾材の間隔が50mm以下となっており、埋没直前の状況となっていた。そのため、解決方法とメンテナンスの重要性を説明するとともに、濾材の取り出し作業を行った。なお、濾材量は運転メンテナンスの経過で安定していくため、濾材の膨張頻度は下がってくるものと考えられる。



正常な状態

不具合の状況

写真 表洗用ノズルの閉塞状況と清掃状況

③メンテナンスマニュアルの作成

Tuong Mai 浄水場での実証実験期間中に実施したメンテナンス内容等を踏まえて「Tuong Mai メンテナンス マニュアル」を作成した。作成したマニュアルは、添付資料に示す。本マニュアルをベトナム語訳したものを、Tuong Mai 浄水場及びHAWACOMに提出した。

2-5：関係者に向けたセミナー開催及びプロモーション

2016年8月3日にHAWACOMとの第1回中間報告会、2016年12月15日に第2回中間報告会、2017年4月26日に最終報告会を実施した。報告会では、HAWACOMよりケミレスに有用性・優位性があるとのコメントをいただいた。

更に、2016年11月15日には第1回技術交流会（JICA・HAWACOM・NIC・IESE Workshop）を行い、ケミレスの有用性・優位性などについてPRを行った。以下に、開催概要を示す。

【第1回中間報告会】

日 時：2016年8月3日(水) 9:00～12:00

場 所：Tuong Mai 浄水場会議室

出席者：

ハノイ水道公社 Mr. Tran Quoc Hung(副社長)、Ms. Hong(国際協力部部長)、
Ms Anh(水質分析室室長)、Mr. Hung(Tuong Mai 浄水場所長)、
Ms. Huong(Tuong Mai 浄水場副所長)、他職員数名

ハノイ工業大学 Mr. Son

株式会社ナガオカ 森永、中本、グエン、ダン

オリエンタルコンサルタンツ 中野、川畑

結果概要：

- ・除鉄性能は数日、除アンモニア態窒素性能は1週間にて馴養が完了した。除マンガン性能についてはナガオカ基準値（日本水道法水質基準値）に達してはいないものの、ベトナム水道水質基準値はクリアしており、HAWACOMとしては大変満足いく性能となっている。
- ・浄水場の現状設備ではアンモニア態窒素はほぼ処理出来ておらず、ケミレス処理水を混合することにより、浄水場の最終処理水の水質も改善されている(約30%低減)。
- ・ケミレス装置は性能を発揮するまで馴養期間が必要なことから、ケミレス処理水を洗浄水槽（ケミレス専用設備）に貯水し、仮設送水ポンプを用いて既設設備に返送を行った。

- ・今回、HAWACOM 水質分析室での測定結果より、HAWACOM の判断をもって、ケミレス処理水の既設設備への返送を止め、直接配水池に送水を行うこととなった。
- ・送水先を変更するにあたり『現状の仮設返送ラインは残しておき、問題があった際はすぐに送水先を切替えられるよう対応して欲しい』との要望を受け、タッチパネルに機能追加を行った。



写真-1 第1回中間報告会



写真-2 水質分析室による最終確認



写真-3・4 配水池への送水切替

【第2回中間報告会】

日 時 : 2016年12月15日(木) 9:15~12:00

場 所 : Tuong Mai 浄水場会議室

出席者 :

ハノイ水道公社 Mr. Tran Quoc Hung(副社長)、Ms. Hong(国際協力部部長)、
Ms Anh(水質分析室室長)、Mr. Hung(Tuong Mai 浄水場所長)、
Ms. Huong(Tuong Mai 浄水場副所長)、他職員数名

JICA 関氏、Ms. Trang

株式会社ナガオカ 大橋、グエン

オリエンタルコンサルタンツ 中野、川畑

結果概要:

- ・鉄、マンガン、アンモニア態窒素はNICの目標水質を既にクリアしており、加えてHAWACOMからの報告でAs、有機物も減少していることが確認された。
- ・HAWACOMより以下のケミレス導入効果コメントをいただいた。
 - ハノイ土木大学の分析に加え、HAWACOMも独自で水質をモニタリングしているが、ケミレスの性能は非常によく、浄水場の水質改善に非常に貢献している。
 - 自動運転ですべてが完結しており、維持管理がとても容易であり、現在はケミレス運転管理のため浄水場のスタッフが必要ではない。
 - ケミレスの設置工事の工期が非常に短い。
 - メンテナンスが簡単のため、メンテナンス際の装置停止時間が短いため、給水への影響が少ない。
 - 薬品を使っていないので、副生物の発生がなく、また凝集剤利用しないので汚泥量も減少させることができる。
- ・消費電力量を減らす方法、ケミレスの逆洗水流の削減方法はないか？
- ・今後の更新を見据えて、Tuong Mai 浄水場で使用している12本の井戸の混合水で運転するよう、水質の変化に合わせて機材の設定変更を行うこと。
- ・10月にろ材の膨張のため表洗ノズルが回らず、洗浄不良により装置停止が発生した。メンテナンスの頻度等も再度検討する。
- ・今後、ケミレスを導入し易くするため、この成果を持って科学技術省への登録/認可を行うことを推奨された。
- ・ハノイ市のマスタープランの改訂を行っている。以前は都市部と地方部に分類して管理していたが、今後は統一した管理が必要となってくる。そのため、地方部でもより高い基準(給水配水量、水質)を満たさないといけない。

- HAWACOM が管理する 12 ヶ所ある地下水浄水場の半数を随時更新していく予定であるが、地下水はこれからも継続して使用する方針となっている。
- 今後、ケミレスを導入していく上で、ハノイ市の許可が必要になる。そのため、本事業を実施しているうちに Hawacom と JICA、当社共同でハノイ市に PR していく。
- ベトナムの水質基準が見直される予定(ex アンモニア 3ppm→1.5ppm 等)がある。



写真-1 第 2 回中間報告会

【最終報告会】

日 時 : 2017 年 4 月 26 日(水) 9:00~11:00

場 所 : Tuong Mai 浄水場会議室

出席者 :

ハノイ水道公社 Mr. Tran Quoc Hung(副社長)、Ms. Hong(国際協力部部長)、
Ms Anh (水質分析室室長)、Mr. Hung (Tuong Mai 浄水場所長)、
Ms. Huong (Tuong Mai 浄水場副所長)、他職員数名

ハノイ市建設局 Mr. Nguyen Quoc Hung (上下水道管理室長)

ベトナム上下水道協会 Mr. Ung Quoc Dung (副会長)

ハノイ土木大学 Dr. Nguyen Thu Hoa (上下水道学部・副学部長)、
Mr. Nguyen Viet Anh (簡易水質分析・運転管理協力)

JICA 北村氏、Ms. Trang

株式会社ナガオカ 大岩、大橋、中本、グエン

オリエンタルコンサルタンツ 中野、川畑

結果概要：

- ・ナガオカより本事業の実施内容・成果を発表し、ハノイ市の給水マスタープランに合わせ、2020年のTuong Mai浄水場の処理量の6,500 m³/日に向けて追加の4,000 m³/日のケミレス装置の提案を行った。

その後、Tuong Mai浄水場関係者から以下のコメント・評価を頂いた。

- ・Tuong Mai浄水場所長 Mr. Hung より、運転管理についての評価：
 - 2016年6月末～2017年4月、ケミレス装置は安定して連続運転できており、運転・操作が簡易である。ケミレスは自動運転のため、ケミレスは無人運転となっている。
 - 実証期間中、2回のろ過砂膨張により不具合が発生した。その後、メンテナンスを実施し、通常運転に戻すことができた。このろ過砂膨張の頻度を念頭に置き、Tuong Mai浄水場は今後ケミレスの年間運転管理メンテナンス工程を策定する。
 - ケミレスの処理水はベトナム水質基準及び日本水質基準を満たしていたため、Tuong Mai浄水場の全体の処理水質を改善できた。しかし、現在のケミレス処理量が2,500m³/日であり、(Tuong Mai浄水場の22,000m³/日の約1/8)、Tuong Mai浄水所の最終処理水のアンモニア態窒素濃度がベトナム水質基準の3mg/Lをぎりぎり満たしている。今後、アンモニア態窒素の項目をより改善するように、追加のケミレス装置が必要。
 - ケミレスを導入した後、薬品消費量(PAC, 次亜)が減少したが、電気使用量が上がっている。合計すると、導入後は84VND(約0.5円)/m³が上昇する。
 - 今回の最終報告会后、ナガオカからケミレス装置の運転・メンテナンスマニュアル、設備・機器類の仕様と点検など完成図書をまとめて提出してほしい。
- ・ハノイ土木大学 Dr. Hoa 及び Mr. Viet Anh より、ケミレス技術及び水質モニタリング作業について評価：
 - 普及・実証事業期間中、ケミレスの採水・分析を行った際、現場簡易分析や公定分析結果により、約9か月ケミレスの処理性能の安定性を確認できた。
 - Dr. Hoa より、本事業に土木大学が参加できることに感謝の意を表され、今後ベトナムにおけるナガオカのケミレス技術の展開に継続して協力したい。
- ・ハノイ水道公社 副社長 Mr. Tran Quoc Hung より、本事業の総評：
 - まず、JICA、ナガオカ、及び他の協力機関が本事業をHAWACOMに実施することを感謝する。本事業が当初の目的、事項内容を達成し、ケミレスの水質面、運転管理面について総合的な評価できた。本事業により、HAWACOM、そしてベトナムの浄水分野に重要な技術データを得られた。今後、ケミレスを検討する際は、本事業の結果が技術評価のデータベースとして利用可能。

- 本事業に続いて、ナガオカの提案の通り、Tuong Mai 浄水場がより水質改善をするように、ケミレスの増設や浄水場全体の更新計画をハノイ市民委員会に起案検討したい。イニシャルコストを削減するため、ケミレス装置がよりベトナム製の割合を増やすことを期待している。
 - 本事業の結果と報告書のまとめにより、ケミレス技術がハノイ市の科学・技術局に技術許認可を登録することが可能である。今後の展開を考えると、登録すべき。詳細の手順は、国際室がナガオカに案内・協力する。
- ベトナム上下水道協会 副会長 Mr. Ung Quoc Dung より、本事業の総評：
 - ベトナム上下水道協会は、ナガオカが 2013 年にベトナムに事業展開して依頼、ハノイ水道公社とマッチングし、実証実験事業から本事業の実施、本日の最終報告会ができ、うれしく思う。
 - 今後、ベトナムに展開する際、各地域で水質、課題が異なるため、ナガオカが現地の状況に合わせてケミレス装置を設計することを期待する。上下水道協会は、続けてナガオカのベトナムにおけるビジネス展開をサポートしたい。
 - JICA ベトナム 北村次長：報告会まとめの挨拶
 - 本事業にて、ハノイ水道公社が管理する Tuong Mai 浄水場に、2,500m³/日処理が可能な実機を設置し、水質改善を図ってきた。昨年 12 月に開催された中間報告会及び本日の最終報告会によって、ケミレスの有効性、現地適合性はハノイ水道公社に認められたと JICA では認識している。
 - (株)ナガオカは、ハノイ市民に対する飲用可能な水道水提供実現への貢献を通じて、ベトナムへのビジネス展開を目指している。本事業に引き続き、ハノイ市民委員会を含め率直な意見交換を頂き、コストも含めより良い処理システムを築いていかれることを JICA は期待している。



写真-1 最終報告会

【第1回技術交流会（JICA・HAWACOM・NIC・IESE Workshop）】

日 時 : 2016年11月15日(火) 8:00~12:00

場 所 : ハノイ工業大学

出席者 :

土木大学関係者（科学技術室長始め多数）

ハノイ市民委員会関連局、建設省・インフラ技術局関係者多数

ハノイ市水道公社関係者多数

ベトナム上下水道協会関係者

JICA 関氏、広谷氏、Ms. Trang

株式会社ナガオカ 大橋、グエン

オリエンタルコンサルタンツ 中野、川畑

他、聴講者多数

結果概要:

- ・ JICA の普及実証事業の一環で、ハノイ土木大学(以下、IESE)にて、ハノイ水道公社(以下、HAWACOM)、NIC の共同でワークショップを開催した。一部は IESE より研究発表紹介が行われ、二部で NIC による技術、JICA 案件紹介、HAWACOM からのフィードバックが行われた。また、三部として Tuong Mai 浄水場の見学会が行われた。
- ・ 事前にハノイ及び北部の水道公社、水道コンサル、建設企業、官庁等に 120 通の土木校長及び NIC が連名して案内状を送付していたおかげで、学生も含め 70 人程度の聴講者が参加した。主な参加者としては、ハノイ水道公社、ハノイ水道公社の各浄水場長、ハノイ水道公社 No. 2 (子会社)、ハドン水道公社、ハイズオン市水道公社、バクニン水道公社、VIWASEEN、WASE、NAWAPI、ハノイ市資源環境局、農村給水・衛生国家センター、科学技術省・環境技術研究院、Binh Nguyen JSC 等が参加していた。さらに、上下水道雑誌も Workshop について記事を紹介するため、取材があった。
- ・ 技術交流会の後、Tuong Mai 浄水場への見学会が開催され、多くの方にご参加頂いた。既存の施設とケミレスを比較し、それぞれの特長について現地で説明し、ケミレスの有効性やナガオカの取組みについて理解頂いた。



ワークショップ実施状況①



ワークショップ実施状況②



ワークショップ実施状況③



HAWACOM のプロジェクト成果発表



JICA 本部の発表



HAWACOM-Mr. Giang 副社長の発表



Tuong Mai 浄水場見学①



Tuong Mai 浄水場見学②

成果 3. HAWACOM による浄水場へのケミレス導入案及び受注者によるケミレスの普及・事業展開案が策定される。

3-1：ハノイ市におけるケミレス需要予測（市場規模）

ハノイ市の今後の給水需要及び浄水場の運営管理状況、新規建設計画について情報収集を行い、ケミレスの需要予測（市場規模）を調査した。調査結果は、4. (1) 今後の対象国におけるビジネス展開の方針・予定に詳細を示す。

3-2：ケミレスの普及展開におけるリスク調査

ベトナムの政治経済・社会状況にかかるカントリーリスク、為替などの金融リスク、税制や法務等のビジネスリスク等、ケミレスを普及展開していく上でのリスクについて調査・分析を行った。調査結果は、4. (2) 想定されるリスクと対応に詳細を示す。

3-3：ハノイ市における普及展開の課題

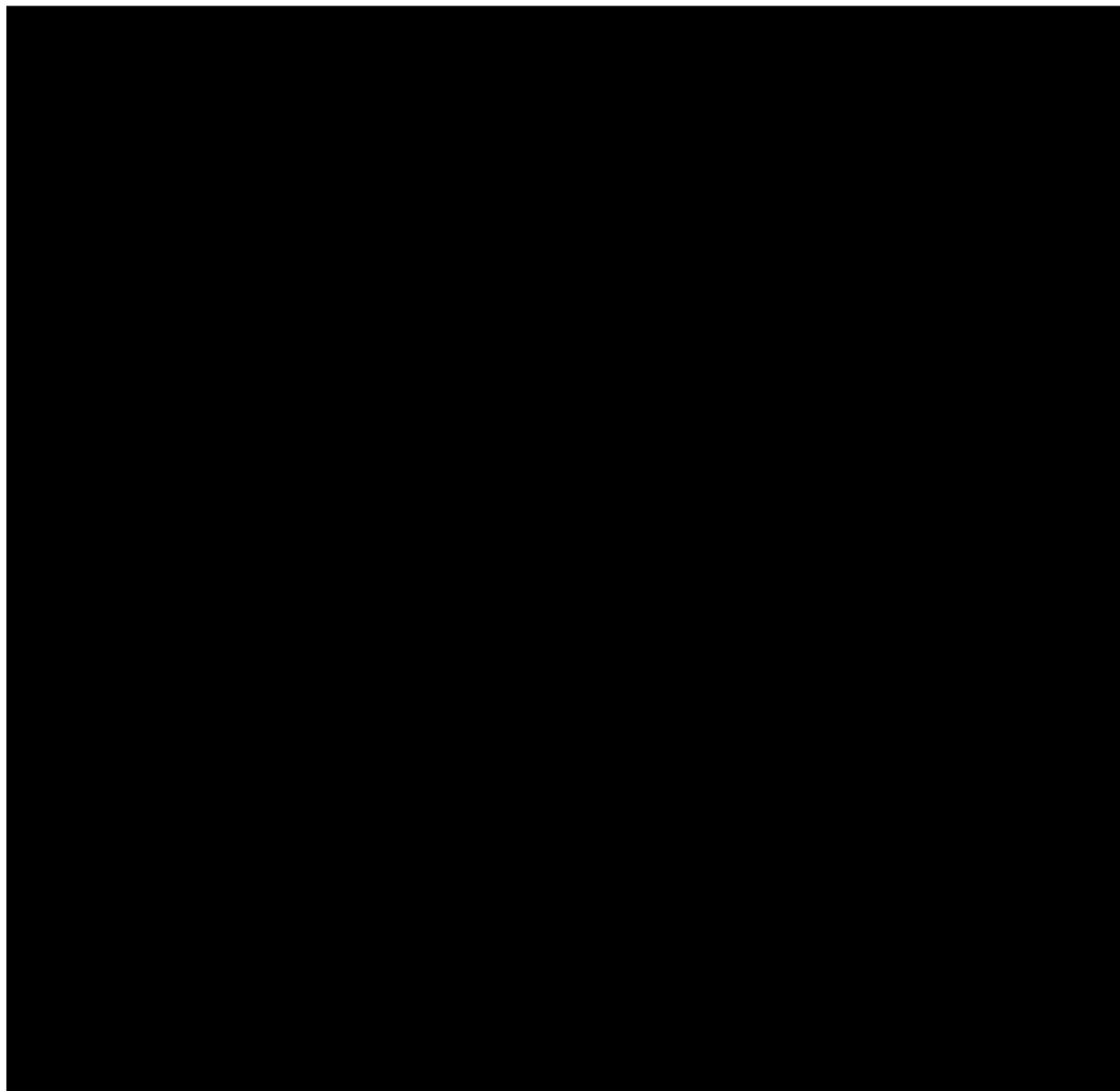
上記の調査結果を踏まえ、ハノイ市でケミレスを普及展開していく上での課題は、以下の通りである。

- ・ハノイ市の水道水質は水質基準を達成していない状況であるが、対策等は実施しておらず、水質改善に対する意識が低い。
- ・ハノイ市の水源はアンモニア態窒素が高く、処理速度が遅くなるために必要なタンク数が増え、ケミレスのイニシャルコスト及び運転コストが高くなる傾向にある。
- ・ハノイ市の上水道事業は HAWACOM 等の水道公社が運営しているが、運営や補修にかかる費用はハノイ市人民委員会がコントロールしているため、現場で決裁権がない。
- ・ハノイ市マスタープラン等では、地下水よりも表流水の活用を宣言している。現在表流水の大規模浄水場を建設していることもあり、地下水源の既存浄水場が老朽化しているにもかかわらず予算が付かない状況である。
- ・Tuong Mai 浄水場に設置したケミレスは遠隔監視システムで日本から監視を行い、障害発生時の電話対応を行っている。今後、ケミレスを普及展開し、長期的に事後対応を行っていくためには、受注者との維持管理契約の締結や現地協力企業などによる現地バックアップ体制を構築する必要がある。

3-4 : ハノイ市浄水場におけるケミレス導入計画

ハノイ市の水道マスタープランでは、将来的に Tuong Mai 浄水場の処理能力を 6,500m³/日に縮小する計画となっている。更に、3月21日のハノイ市人民委員会ヒアリング時に、今後ハノイ市は水道から直接飲める水となるよう水質改善に力を入れていく予定であるということであった。

Tuong Mai 浄水場では、本実証実験においてケミレス 2,400 m³/日を導入したが、依然としてアンモニア態窒素濃度が基準以下となっていない。Tuong Mai 浄水場の水質改善に向け、将来計画である 6,500m³/日分のケミレスと既存施設の処理水を合わせてアンモニア態窒素濃度の低下を図る計画を提案した。新たに設置する 4,000m³/日のケミレス諸元は以下の通りである。本提案は HAWACOM を通じてハノイ市人民委員会に提出され、人民委員会の指示を持っている状況である。なお、人民委員会側はドイツ製品との比較を検討しているとのことで、今後当該製品の情報について収集していく予定である。



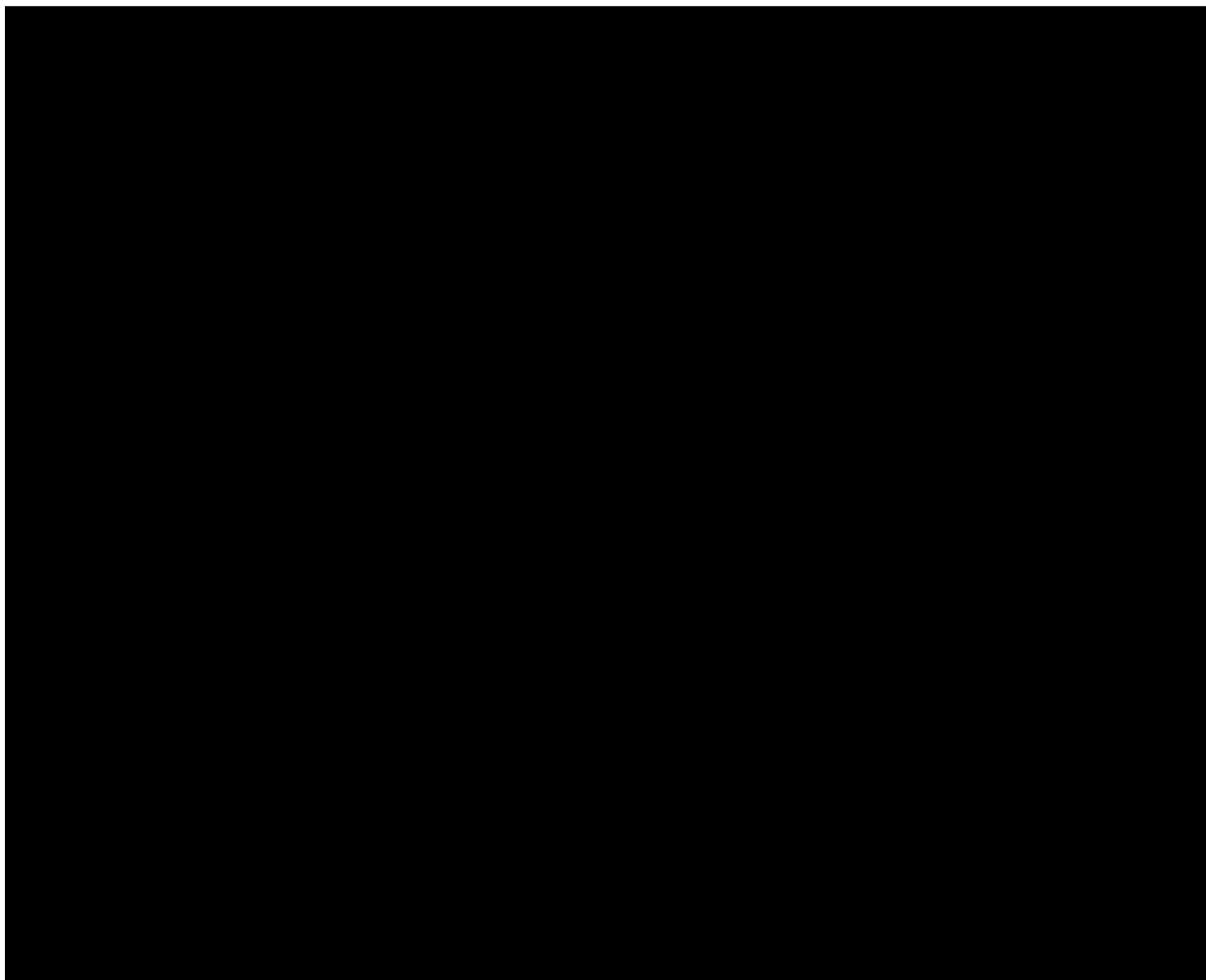
3-5：ケミレスの普及・展開方針

本事業で実施した活動を踏まえ、今後のケミレスの普及・展開方針は以下の通り設定する。

- ・本事業等によりコネクションが形成された HAWACOM 及び SAWACO、XXXXXXXXXX に対し、今後も引き続き情報収集を行うとともに、機会を見つけてケミレスの提案を行っていく。
- ・本事業の成果をベトナム国内及び周辺諸国で PR し、新規顧客開拓を行う。更に、引き合いのあった団体に対する営業活動を今後も続ける。
- ・ベトナムでの長期的な営業活動を行うため、専任スタッフを 1 名設けるとともに、必要であれば活動拠点となる小規模オフィスをハノイ市に設置し、営業活動を続ける。

3-6：現地パートナー、販売先の調査・検討

上記 3-5. で策定した営業方針に基づき、普及活動等で繋がりのできた企業等を介し、現地パートナーや販売先の発掘を行った。さらに、各種活動によって問い合わせのあった企業等に対し、個別に訪問協議を行い、ケミレスの PR 活動を行った。以下に、現地パートナー及び発掘した販売先のリストを示す。



成果 4. ホーチミンを中心とする他の地域での地下水の課題およびケミレスの需要が明らかになり、受注者による、事業終了後のベトナム全土への普及展開案が策定される。

4-1：ハノイ以外の地域の地下水水源の課題やニーズ調査

①ホーチミンにおける地下水水源の状況（サイゴン地下水会社）

ホーチミンの水道事業はホーチミン水道公社が行っている。ホーチミン水道公社の関連会社にサイゴン地下水会社があり、サイゴン地下水会社は 70,000m³/日のベトナムで最大の地下水を用いた浄水場を経営している。

この浄水場は 40 本の井戸を水源としているが、鉄、マンガン、アンモニアが基準値を超過しており、とりわけ鉄の濃度が高く処理に苦慮している状況である。下記に、浄水場の施設の写真を示す。



写真 ばっ気塔



写真 薬品注入状況①



写真 薬品注入状況②



写真 凝集沈殿槽

また、ベトナム共産党政治局員・ホーチミン市のディン・ラ・タン書記の来日に合わせ、

2017年4月14日にホーチミン市民委員会常任委員長、SAWACO 副総裁をはじめとするホーチミン市の政府ミッションが、当社の超高速無薬注生物処理装置「ケミレス」が導入された貝塚市・津田浄水場の視察に来られた。



写真 ホーチミンミッション来日



写真 ケミレス見学

②ベトナム全土における地下水/河川水利用の状況

ベトナム全土の地下水/河川水利用状況について、調査を行った。2009年にベトナム自然資源環境省 - 水資源管理局 地下水源管理室が作成した資料によると、ハノイ、ホーチミン周辺都市で多く地下水を使用している状況が確認できた。ハノイ市周辺では河川水も併用しているが、ホーチミン市周辺（ホーチミン市を除く）では地下水を主水源としている。

今後、各都市では使用量の増加が見込まれているが、ベトナム政府は表流水の開発を優先して地下水は合理的な開発・利用を行うとともに、ハノイ都市圏やホーチミン都市圏などの地下水備蓄量が限られている都市の地下水開発は削減することを表明している。しかし、各市のマスタープランでは、既存の地下水浄水場は今後も活用する方針となっており、需要増加分を新規河川水浄水場で対応することとしている。

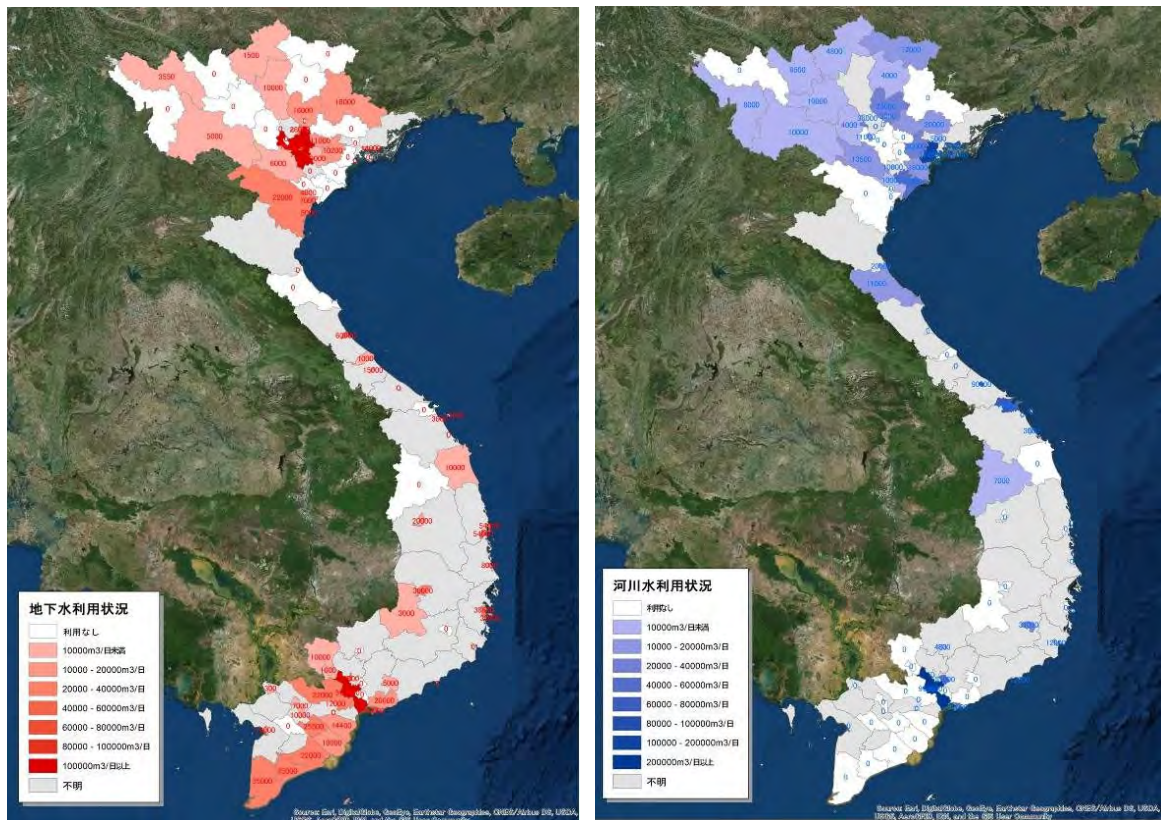


図 3.7 ベトナム全土の地下水／河川水使用状況(2009)

[出典：ベトナム自然資源開発省 水資源管理局 地下水源管理室 提供資料(2009)を基に JICA 調査団作成]

表 3.8(1) ベトナム全土の水使用状況

No.	都市範疇	都市名	水使用量		
			地下水 m ³ /日	河川水 m ³ /日	2020年の使用量 (見込み-m ³ /日)
1	特別	Hanoi	780,000		1,450,000
2	特別	Ho Chi Minh	560,000	968,000	3,050,000
3	I	Hai Phong		126,000	564,000
4	I	Hue		90,000	313,000
5	I	Da Nang		75,000	470,000
6	I	Vinh		20,000	107,000
7	I	Can Tho	76,000		136,000
8	II	Thai Nguyen	16,000	23,000	141,000
9	II	Viet Tri		36,000	98,000
10	II	Bac Giang		20,000	46,000
11	II	Nam Dinh		45,000	89,700
12	II	Thanh Hoa	22,000		72,000
13	II	Quy Nhon	54,000		60,700
14	II	Nha Trang	38,600		127,600
15	II	Buon Me Thuot	30,000		65,000
16	II	Da Lat		31,000	51,000
17	II	Bien Hoa		51,000	157,600
18	II	Vung Tau	80,000	30,000	185,000
19	II	My Tho	90,000		
20	III	Tuyen Quang	10,000		38,500
21	III	Cao Bang		12,000	25,600
22	III	Lang Son	18,000		38,000
23	III	Dien Bien		8,000	30,000
24	III	Yen Bai		10,000	30,700
25	III	Lao Cai		8,500	30,700
26	III	Son La	5,000	10,000	11,700
27	III	Vinh Yen	16,000		36,000
28	III	Bac Ninh	11,000		35,500
29	III	Ha Long	14,000	97,000	243,000
30	III	Ha Dong	36,000		114,000

[出典：ベトナム自然資源開発省 水資源管理局 地下水源管理室 提供資料(2009)を基に JICA 調査団作成]

表 3.8(2) ベトナム全土の水使用状況

No.	都市範疇	都市名	水使用量		
			地下水 m ³ /日	河川水 m ³ /日	2020年の使用量 (見込み-m ³ /日)
31	III	Son Tay		11,000	34,500
32	III	Hoa Binh	6,000	13,500	22,700
33	III	Thai Binh		18,000	65,000
34	III	Hai Duong	10,200	30,000	46,100
35	III	Phu Ly		10,000	40,000
36	III	Ninh Binh		10,000	36,000
37	III	Ha Tinh		11,000	38,400
38	III	Dong Hoi	60,000		38,400
39	III	Dong Ha	15,000		37,000
40	III	Hoi An	3,000		8,200
41	III	Tam Ky		3,000	14,500
42	III	Dung Quat			1,200,000
43	III	Quang Ngai	10,000		31,000
44	III	Tuy Hoa	8,000		26,000
45	III	Phan Rang		12,000	44,000
46	III	Phan Thiet		12,000	44,000
47	III	Kon Tum		7,000	224,000
48	III	Pleiku	20,000		41,000
49	III	Thu Dau 1	51,000		81,000
50	III	Sa Dec	10,000		19,000
51	III	Cao Lanh	7,000		22,000
52	III	Rach Gia	18,000		51,000
53	III	Bac Lieu	25,000		30,000
54	III	Ca Mau	35,000		39,000
55	IV	Lai Chau	3,550		5,000
56	IV	Bac Kan		4,000	10,000
57	IV	Phu Tho		4,000	8,400
58	IV	Hung Yen	10,000		11,900
59	IV	Tam Diep	4,000		16,000
60	IV	Do Son		5,000	10,000
61	IV	Ha Giang	1,500	4,800	23,000
62	IV	Bim Son	7,000		15,000
63	IV	Phuc Yen	28,000		45,000
64	IV	Sam Son	5,000		10,000
65	IV	Dac Nong	3,000		
66	IV	Xuan Loc	5,000		9,000
67	IV	Nhon Trach		22,000	
68	IV	Ba Ria	20,000		30,000
69	IV	Phuoc Long	2,000		8,000
70	IV	Tay Ninh	10,000		30,000
71	IV	Dong Xoai		4,800	
72	IV	Tan An	12,000		36,000
73	IV	Ben Tre	14,400		28,500
74	IV	Vinh Long	25,500		39,200
75	IV	Tra Vinh	18,000		29,000
76	IV	Soc Trang	22,000		28,000
77	IV	Tan Chau	300		2,000
78	V	Song Cong		3,500	6,000
79	V	Uong Bi		5,000	16,000
80	V	Vinh Linh	1,000		2,000
81	V	Go Dau	1,000		2,000

[出典：ベトナム自然資源開発省 水資源管理局 地下水管理室 提供資料(2009)を基に JICA 調査団作成]

各省の1995年から2015年までの人口を見ると、図3.10に示すように、全域において著しく人口が増加しており、水使用量の増加が見込まれる。

ベトナム自然資源開発省 水資源管理局 地下水管理室による2020年における水使用量予測を見ると、実際の供給量（2009年時点）に比べて予測値が大きく、特にホーチミン市とハノイ市周辺（北部地域）で水が不足することが予想されている。

なお、ベトナム中部は人口増加しているが、水源となり得る大河川がないため、地下水開発の可能性があるとと思われる。

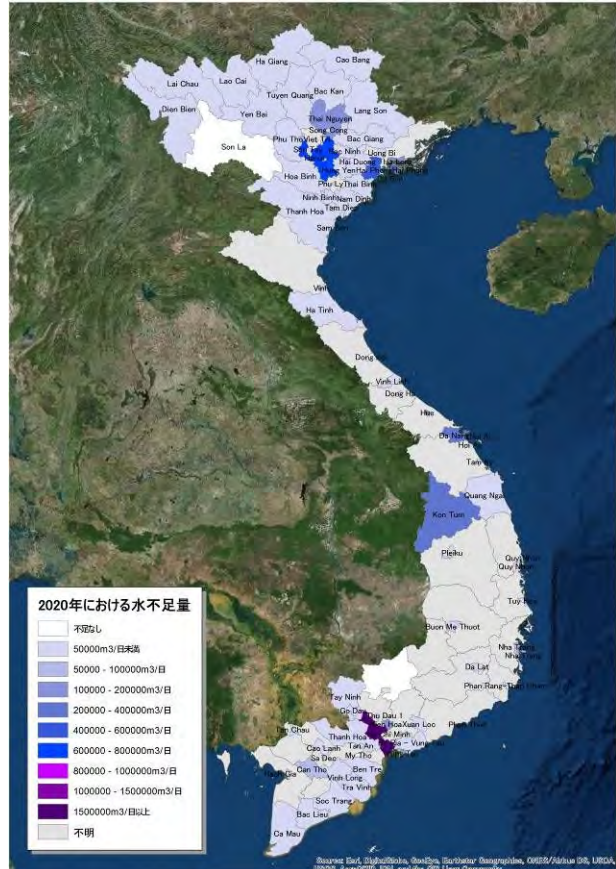


図 3.8 2020 年の水不足量

[出典: ベトナム自然資源開発省 水資源管理局 地下水管理室 提供資料(2009), Google Map より調査団作成]

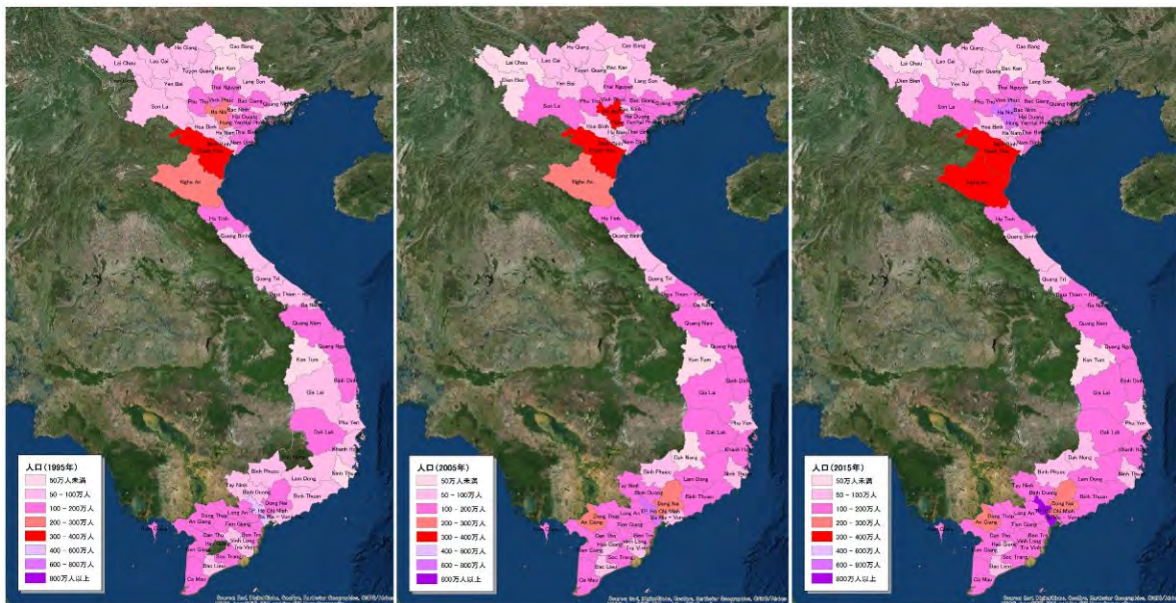


図 3.9 ベトナム省別人口経年変化 (1995-2015)

[出典: General Statistics Office of Vietnam (<http://www.gso.gov.vn>), Google Map より調査団作成]

なお、前述の通り、ハノイ市周辺のレッド河流域及びホーチミン市周辺のメコン川流域では地下水のヒ素汚染が問題となっており、既存浄水場における適切な水質処理が必要となっている。

本実証実験では、Tuong Mai 浄水場にてケミレスがヒ素処理に有効であることが実証されており、今後、これらの成果を元に他自治体へPRしていく。

4-2: "Viet Water 2016" 発表 及び ベトナムの水処理技術の現状調査

①Viet Water 2016 (ホーチミン)

2016年11月9日、10日に開催された『Viet Water 2016 (ホーチミン)』にて、当社は Team E-Kansai を通じたプレゼン及び IWA からの依頼のプレゼンテーションに参加した。特に、IWA・VWSA のコンファレンスは、ベトナム政府事務局、建設省、資源環境省及び水道公社（ハノイ水道公社、ホーチミン水道公社、その他）及びベトナム上下水道分野に関係する海外機関、銀行（World Bank, ADB）等、100名以上の会場から溢れるほど出席者が多く参加していた。

更に、IWA・VWSA のコンファレンスでは、『Sustainable Water Supply & Sewerage Development Solutions in the context of Climate Changes: Water Resource Degradation, Drought, Saline Intrusion』のテーマで、ベトナム建設省、オーストラリア水道協会、世界銀行、マレーシア環境エネルギー省幹部がスピーカーとして参加しており、その中で当社も地下水にフォーカスを宛てた技術を紹介し、海外の水問題に貢献していることをPRした。



写真1 Viet Water 展示会会場



写真2 Team E-Kansai（当社）の発表

②ベトナムの水処理の現状、課題

『Viet Water2016』での公表資料のうち、World Bank がベトナムの水処理の現状及び課題について発表を行っている。以下に、水処理に関連する事項を整理した。

【ベトナムの上下水道の現状】

- ・都市部の給水率は75%に対し、郊外部の浄水供給率は37%である。さらに、下水道整備率は都市部93%に対し、郊外部は75%である。
- ・水道行政は、都市部を建設省（MoC）、地方部を農村開発省（MARD）が管轄している。しかし、都市給水及び開発は地方政府若しくは地方政府所有の国有企業が実施し、農村部の下水道及び衛生は保健省が実施している。
- ・都市給水は、水質の悪さや高い漏水率、水圧の低さ等、質や信用度は低い。国際基準に比べて水道料金は低いが、運営・維持管理予算やサービスの質に影響が出ている。
- ・都市下水は、90%の家庭が簡易的な構造で滅多に空にならない浄化槽を使用している。10～15%の下水だけが処理され、4%の汚泥だけが安全に処分されている状況である。
- ・地方給水は、不適切な設計や建設、機能やシステムなど常に問題が生じている。地方部の55%の家庭だけが衛生的な公衆野外便所を使用できる状況である。

【ベトナム上下水道への投資課題】

- ・上下水道整備は、長期調達や土地の許可、大幅な設計変更や低く見積もられた予算、施工者の能力不足などにより、整備がなかなか進展しない。
- ・この分野でのPPPやPSPは、要求されるサービスレベルと料金では財政面や技術面の継続性が確保できない。

【気候変動の影響】

- ・ベトナムでは90%以上の水及び水関連の自然災害（洪水や渇水、塩水遡上、海面上昇など）が発生する。
- ・気候変動に対する準備、適応、影響低減について総合的に計画を立て、それに応じて予算確保と実行が必要である。

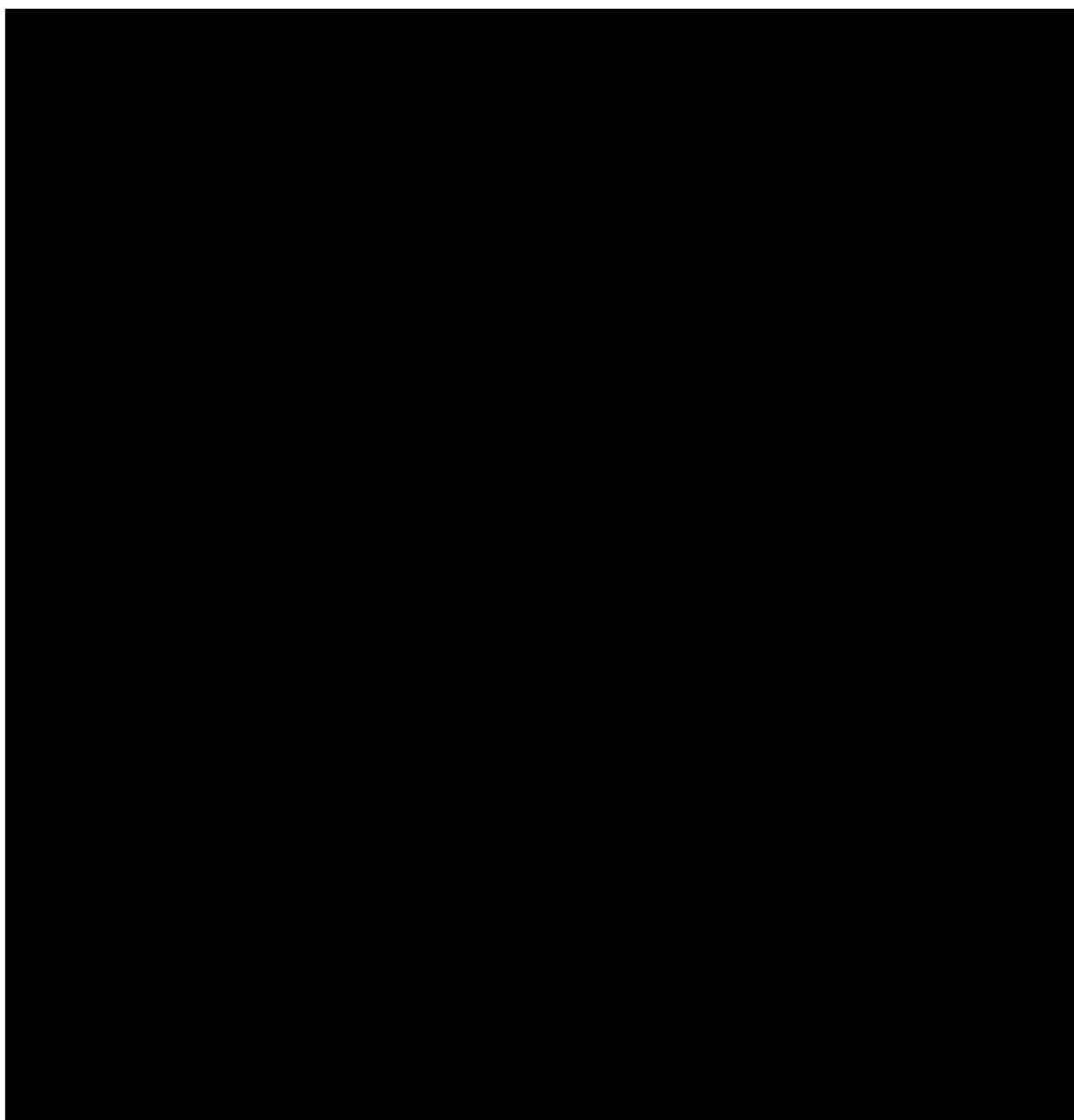
③競合他社の動向

『Viet Water 2016（ホーチミン）』では、Metawater, Swing, Kobelco, Kurimoto, Tsukishima Kikai 社などの日本企業が個別ブースを出展し、日本パビリオンに26社が出展していた。また、ベトナム国内企業より海外企業のブースが圧倒的に多く、諸外国（日本、韓国、中国、台湾、ドイツ、フランス等）のベトナムへの関心の高さが伺えた。特に中国パビリオンには60社以上の中国企業が出展しており、今後、中国メーカーがベトナム市場に乗り込んでくる可能性が高い。

4-3 : ハノイ以外の地域におけるケミレス需要予測（市場規模）

ホーチミンや他地域における今後の給水需要及び浄水場の運営管理状況、新規建設計画について情報を収集し、ケミレスの需要予測（市場規模）を調査した。調査結果は、4. (1)今後の対象国におけるビジネス展開の方針・予定に詳細を示す。

更に、ケミレスの優位性を広報し、事業終了後のベトナム全土への普及展開案を策定した。策定した普及展開案についても 4. (1)今後の対象国におけるビジネス展開の方針・予定に詳細を示す。なお、本普及活動等で繋がりのできた企業等を介し、ホーチミン市周辺の現地パートナーや販売先の発掘を行った。さらに、各種活動によって問い合わせのあった企業等に対し、個別に訪問協議を行い、ケミレスの PR 活動を行った。以下に、現地パートナー及び発掘した販売先のリストを示す。



(3) 開発課題解決の観点から見た貢献

本事業では開発課題に貢献するために、超高速無薬注地下水処理システム「ケミレス」の導入を核とした事業を実施した。下記に課題、解決策、効果をまとめる。

表 3.10 「ベ」国の課題に対する、解決策及びその効果

課題	解決策	効果
1. 切迫した水需要	①「ケミレス」の導入・普及 ・逆洗排水（維持管理時のフィルター洗浄の際に発生する排水）の減少。 ・高速処理による設置面積の縮小	以下の効果により、水供給能力が向上。 ・逆洗排水を7%→5%に削減。
2. 水質に関する課題	①「ケミレス」の導入・普及 ・水質浄化能力の向上	以下の効果により、水質浄化能力が向上。 ・鉄・マンガン・アンモニアがナガオカ目標値（日本基準）まで低下 ・既存施設の一部をケミレス処理とすることで、概ねベトナム基準値をクリア。 ・健康被害の恐れがあるヒ素を除去。
3. 運営・維持管理（O&M）に関する課題	②運営・維持管理（O&M）における技術移転 ・維持管理の容易なシステム ・適切な施設運営 ③本邦受入れ活動 ・「ケミレス」の有効性の認識。 ・本邦の水道行政について理解を深める。	以下の効果により、運営・維持管理を改善。 ・ケミレスにより自動運転となり、運営・維持管理コストの削減。 ・施設更新時にケミレスを導入することで、浄水場用地の縮小が可能。 ・薬品不使用のため、薬品管理が不要。
⇒ ④「ベ」国援助基本方針、日越共同声明への貢献		

(4) 日本国内の地方経済・地域活性化への貢献

本事業の実施に伴い、以下のような国内の地方経済・地域活性化に貢献した。

①協力会社への貢献

本事業で導入した製品の一部は国内の協力会社に製作を依頼している。また、ケミレスの缶体や配管はベトナムの日系企業に発注しており、日本国内の協力会社及びベトナムの日系企業の売りに貢献した。当社の海外ビジネスが普及発展することにより、国内の協力会社及びベトナムの日系企業の売りに貢献することが可能である。

②地元経済への貢献

本事業の活動により、ハノイ市（HAWACOM）とホーチミン市の訪問団が来訪し、地元貝塚市への表敬訪問を行った。これにより、ハノイ市（HAWACOM）・ホーチミン市と貝塚市のパイプが形成され、今後の経済効果が期待される。

(5) 事業後の事業実施国政府機関の自立的な活動継続について

今後、Tuong Mai 浄水場の職員が「ケミレス」の維持管理を行っていくこととなるが、メンテナンス頻度は実証実験期間中の実績により 3.0～3.5 ヶ月毎の実施を推奨する。

Tuong Mai 浄水場では全処理量の約 1 割を「ケミレス」に置き換えを行ったが、既存施設による処理水と混ぜ合わせた末端処理水の水質は依然として水質基準を満たしていない。今後、ベトナム政府により水質基準の強化（アンモニア態窒素 3.0mg/L→1.5mg/L 等）が予定されているため、施設の更新に合わせて「ケミレス」の増設等、水質基準をクリアする努力が必要である。

(6) 今後の課題と対応策

前述の通り、ハノイ市の他浄水場においても水質基準をクリアしていない状況にある。ハノイ市人民委員会は量よりも質に力を入れており、2 年後には蛇口から飲める水質を目標としている。更に、ベトナム政府では水質基準の強化を行う予定（アンモニア態窒素 3.0mg/L→1.5mg/L 等）としているため、一層の水質改善努力が必要となる。

また、Tuong Mai 浄水場の地下水からはヒ素が検出されている。既存レポート等でもハノイ市周辺の地下水にはヒ素が含まれていることが示されており、ハノイ市の他浄

水場の地下水にもヒ素が含まれていることが考えられる。ヒ素は、慢性的に摂取しつづけることにより健康被害が懸念されているため、「ケミレス」等のヒ素を処理できる装置の導入などの早急な対策が必要である。

4. 本事業実施後のビジネス展開計画

(1) 今後の対象国におけるビジネス展開の方針・予定

① マーケット分析（競合製品及び代替製品の分析を含む）

【ケミレスの潜在的需要】

現時点で情報を入手したハノイ市及びホーチミン市では、供給する水道水の水源の割合を地下水から表流水を増やしていく計画ではあるものの、浄水場の水源としては、地下水源を現状とほとんど変わらないレベルで使用していく予定である。

表 4.1 ハノイ市水供給計画（地下水源、m³/日）

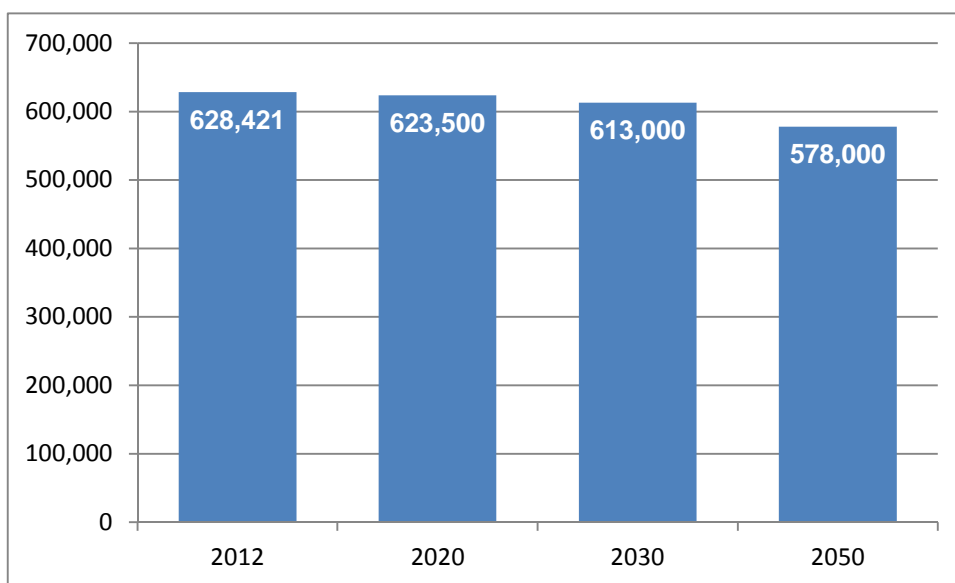
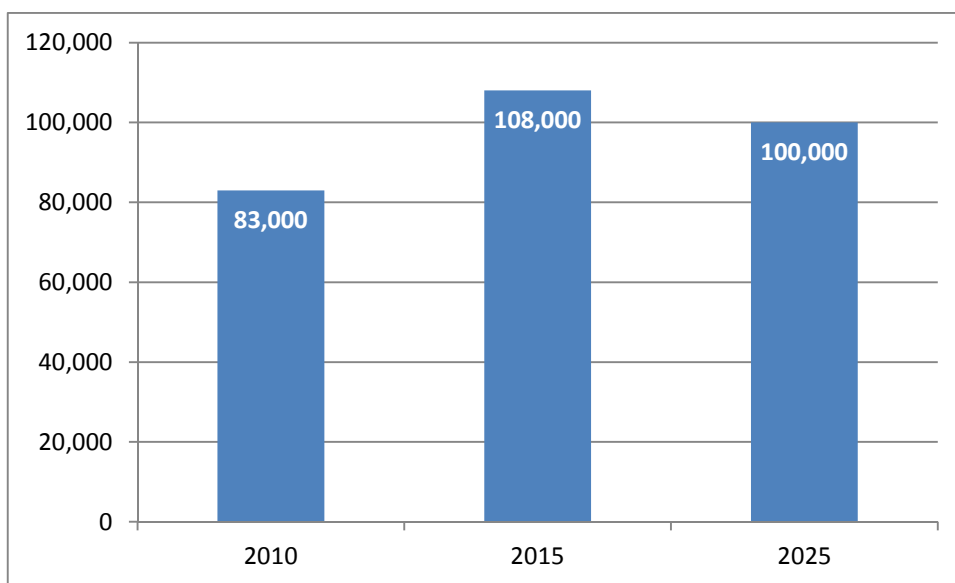


表 4.2 ホーチミン市水供給計画（地下水源、m³/日）



特に、ハノイ市においては、2030年以降も60万m³/日の利用が見込まれている。これは、実に本事業でのケミレスの処理能力の240倍である。ハノイ市の地下水浄水場の設備が老朽化していること、今後配水する水質の向上が望まれている（アンモニアの水質基準改善等）こと、有害なヒ素が混入していること等の現状から考えて、ケミレスの潜在的な需要は旺盛にあると言える。

また、ホーチミンでも同様に、現状と変わらない量の地下水を、水道水の地下水として活用する計画を策定している。水量はハノイ市よりも少ないが、10万m³/日であり、本事業でのケミレスの処理能力の60倍である。また、メコンデルタ地域の地下水にはヒ素が混入しているという情報もあり、これらを確実に除去できるケミレスの需要は高い。

【競合製品及び代替製品】

Tuong Mai 浄水場及び今までの調査で訪問した浄水場は、すべてエアレーションによる曝気と砂ろ過材を用いた従来型の急速ろ過方式を採用している。実際、Viet water (展示会)でも新しい処理システムを大々的にPRしているベトナム企業はなく、ベトナムにおける水処理分野では国内企業の技術革新は遅れているものと思われる。各浄水場でのヒアリングでも現状の施設との比較が大前提であるため、既存施設との優位性をPRしていくことが最も重要である。

ケミレスは独自の「特殊混気ノズル」により原水中の溶存酸素を瞬時に飽和状態し、酸化処理及び生物処理により除去する。この方式で原水を浄化するのは「ケミレス」のみであり、同方式の競合製品は狭義では存在しない。しかし、外国企業の中には膜ろ過や急速ろ過方式を発展させた浄化方法・製品をベトナムで普及させようと試みている企業があるため、今後同行を注視する必要がある。

本邦企業が開発した浄化方法・製品も、「ベ」国において営業活動中との情報があり、これらの方法・製品が、現状では広義の競合製品と言える。例として、水道機工のClean hope 地下水処理システムやJapan Advanced TechnologyのU-BCF 河川水処理システムが上げられる。

② ビジネス展開の仕組み

事業経営全体における本事業実施後のビジネス展開の位置づけや目的

当社は長年、地下水取水用のスクリーンを国内で販売し、水道施設設計指針にも掲載される等日本国内では浸透してきた。しかし、国内でのマーケットは非常に限定的であり、今後の更なる成長を見据えたときに新たな柱となるビジネスが必要である。長年蓄えたノウハウを武器に海外でビジネス展開を進めることは当社の至上命題であるとともに、途上国においては安全で安心な水へのアクセスを確保することは最優先の課題であり、当社は国内で培った技術をもとに途上国の水分野に進出していく。

特に、ベトナムでのマーケット調査を進めるなかで、当社技術への期待の高さ、今後のマーケットの可能性が高いことが判明した。そのため、先行投資として2014年7月から2015年3月にかけて人材及びケミレスのパイロット試験機2台を投入し、現地でのパイロット試験を行い、ケミレスの処理性能を確認するとともに技術的な裏付けを行った。ベトナムでの取組みを皮切りに、東南アジアを初めとして海外でのビジネス展開を進めていく。本分野は当社の今後を担う重要な分野であると考えている。

同ビジネス事業の枠組み及びマーケティング戦略

当社の営業戦略はすでに持込んでいる2台のパイロット試験機を活用してエンドユーザーに直接営業をかける「川上営業」である。右図に示すとおり、公共事業である水道施設の更新/建設は水道公社が設計会社に設計を依頼し、それを基に水道施設工事が発注される。そのため、当社は水道公社等のエンドユーザーに直接営業（川上営業）をかけることで、設計の段階で当社の製品のスペックインを目指す。スペックインができれば必ず当社の製品に引合いが来ることになるため、落札業者に関わらず受注に結びつけることが可能となる。

現地の公共事業への入札に参加するには現地法人が必要であり、それ以外にも様々な制約があるため、当面は現地の工事会社の注文に応じて直接販売する体制をとる。パートナーとなる工事会社とは既に協業に向けての打合せを開始している。現地のコンサル会社には当社技術が速やかにスペックインしてもらえるように、無償でも設計協力に応じる。当事業ではVWSA、IESEのネットワークを活用し、現地での技術交流会を実施し、ハノイ近郊の衛星都市や他地域のエンドユーザーへ直接ケミレスのPRを行う。

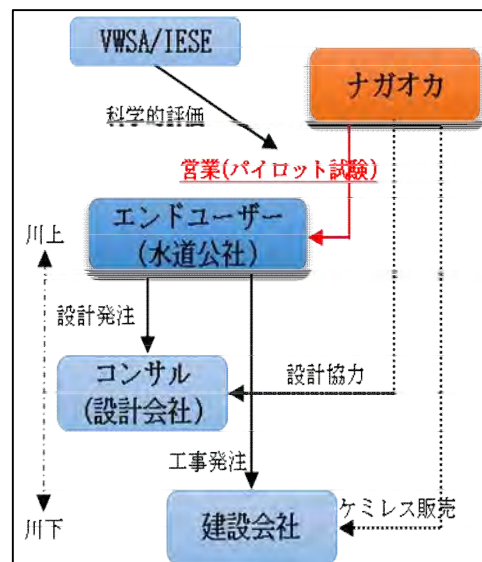
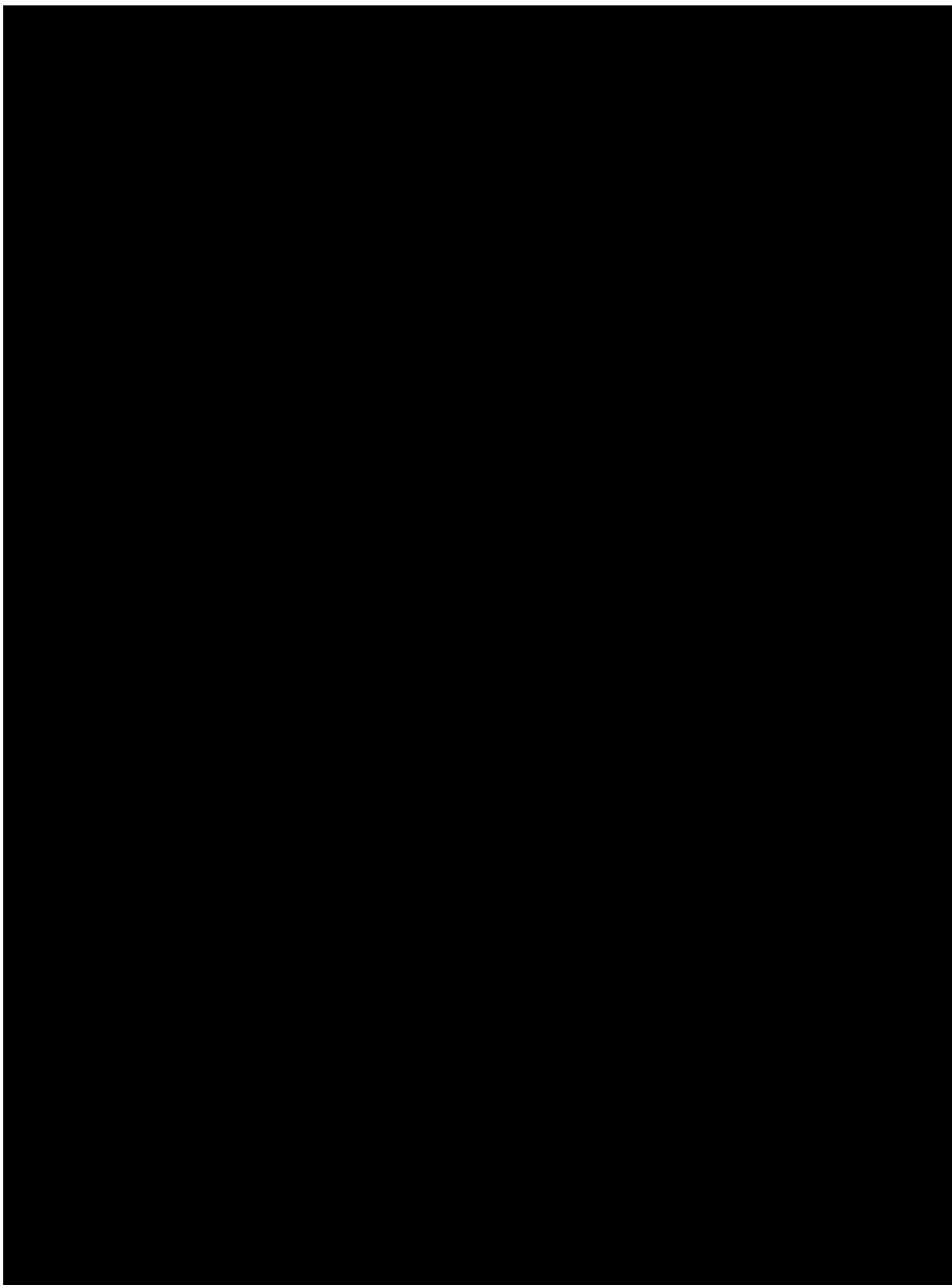
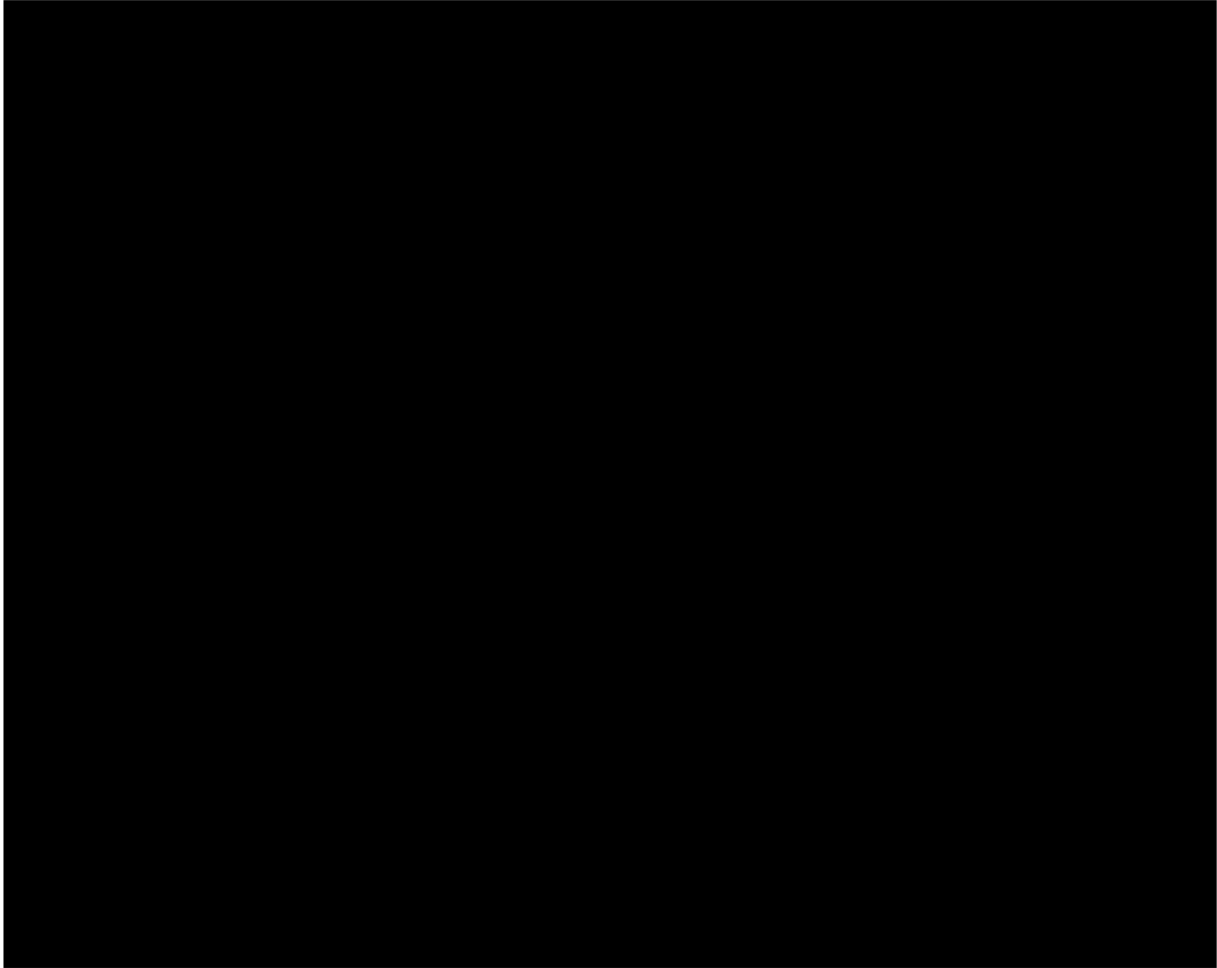


図 3-1 営業戦略模式図

③ 想定されるビジネス展開の計画・スケジュール



④ .ビジネス展開可能性の評価



この二大都市で「ケミレス」の普及が進み、安全で安心な水道水の供給が可能になれば「ベ」国全土への波及効果が期待でき、「ベ」国において一定のインパクトを与えることができる。そして、当社の技術を普及していくことで、農村部や表流水にアクセスできない地域の住民への安心かつ安全な水の供給にも貢献していく。

(2) 想定されるリスクと対応

ビジネスリスク

・資金回収リスク

本事業での取引は、当社が製品及びサービスの購入側であったため、特別な資金回収リスクを想定し、対処する取引は発生しなかった。また、JICAのODA事業という事もあり、当社が製品及びサービスを購入したベトナム側の企業から、特別な資金回収に関する追加の対処を求められることもなかった。

しかしながら、今後の取引では前払いの割合をできるだけ増やした支払条件や、L/Cでの支払いを条件とした契約を締結し、できるだけ資金回収リスクを少なくすることにする。

また、本案件では官庁案件を早期に実行へと移すため、国際協力銀行（JBIC）による事業への融資を検討した。特に、以前にパイロット試験を実施した Tan phu 浄水場の更新事業第1期工事に対して、JBICからの融資を介したファイナンスを提案した。残念ながら、融資条件に合致せずに融資の実施には至らなかったが、今後も当社から事業の実施を活性化させる融資案と共に営業を続けていく。

一方で、今回の Tan phu 浄水場の更新事業第1期工事に対して、SAWACOからは当社によるPPP事業による実施の提案を受けた。しかしながら、当社は公共事業に直接投資をすることは、計画しているビジネスモデルから大きく逸脱し、資金回収リスクが大きくなりすぎることなどから、実施する予定はない。特にベトナム国内でのPPP事業は、制度的な不備などがあり、外国企業が積極的に参画しづらい環境があることが判明している。（外貨兌換保証制度が未整備であること、プロジェクト提案者への優遇措置があまりないこと等）したがって、大企業でさえ躊躇する環境下での公共事業への投資は、当社のような中小企業では対応が困難であると判断している。

・品質リスク

当事業での製品を購入する際の企業選定で、品質リスクを最小限にするために、当社社員による工場見学の実施、ISO9000シリーズ等の第3者による認定制度の有無の確認等により、品質管理体制が整っているかどうかを重要視した。

また、実証実験に使用したケミレスの施工の際には、当社社員による施工監理を実施することにより、「ベ」国建設会社の品質を管理した。

今後の新規事業の実施の際は、当事業と同様の措置に加えて当事業の実績を加味することで、より品質を高め、保持できるように努める。

カントリーリスク

・法務/税務リスク

当事業では、当社のベトナム人社員をできるだけ長期間現地での活動に携わらせた。そこで、C/PであるHAWACOMだけでなく、様々な「ベ」国組織・団体との交流を通じ、情報収集に努めた。その活動により、水道の水質基準改正に関する情報及びその見通し、SAWACOによる上水道改修計画などに関する情報を、発表前に事前に入手することができ、ケミレスによる改修計画の立案などに活用することで来た。今後も、これまでと同様に制度面の改正や、水道公社の事業計画などに加え、外国企業への税制、輸出入に対する関税等当社の事業計画に密接にかかわる情報を中心に、情報を随時収集し、アップデートに取り組む。

・為替リスク

現地での大型取引はできる限りドル建てで実施することになっているが、今後もその方針である。また、ドル/円の為替リスクに対しては為替予約を購入して、リスクの最小化を図っているが、今後も同様の方針である。

(3) 普及・実証において検討した事業化による開発効果

ベトナムの既存の浄水施設では、原水の水質にバラツキがあり、時には水質基準まで処理できずに送水している現状がある。このような状況から、地元住民は飲料水を購入しているケースが多いが、貧困層は水道水を飲料水として使用している状況であり、早急な水質改善が求められる。

ハノイ市人民委員会では、2年後には水道から直接飲める水を住民に供給することを目標としている。普及・実証実験で確認できたようにケミレスの水質改善効果は非常に高いため、Tuong Mai 浄水場と同様に既存施設の一部をケミレスに置き換えることによって、処理水全体の水質改善が期待できる。本事業では可能な限りベトナム国内で機材を調達し、ケミレス価格の適正化を図った。ベトナムにおいては依然としてイニシャルコストが高い状況ではあるが、本事業で検証したように薬品費や人件費、廃棄物処理等のランニングコストが削減されることから、数年で償還できると見込まれる。更に、ケミレスは既存施設に比べて設置面積が非常に小さいことから、ケミレス導入後の余剰地は住宅建設等への転用も可能である。

今後、MOARD や NAWAPI において地方部への給水事業が計画されている。ケミレスは自動運転であり、薬品管理が不要であるため、水道公社により十分に管理ができない地方部でも地元住民で対処しながらの運営が期待できる。

(4) 本事業から得られた教訓と提言

① 今後海外展開を検討する企業へ向けた教訓

◆ 進出国の人材活用

進出国での事業参入には、現地の商習慣や計画の遂行の手順・タイミング等があり、日本国内でもものとは大きく異なる。それへの対応を実行するには、日本からC/Pの担当者とメールや電話ベースで実施することでの対応は非常に困難である。

特に中小企業支援事業ではC/Pからの要請を受けた事業ではないため、本事業への活動に対する予算確保等が実施済ではなく、継続的な支援を受けることが困難な状況で事業を進めなければならない。

これを解決する有効な手段が、進出国出身者の活用である。当社は、ベトナム人社員を団員に2名加え、できる限り長い期間現地での活動に携えることにより、この問題に対処した。進出国での事業を本気で考える場合は特に、進出国出身者の活用・雇用、さらにその社員の現地滞在日数の確保が必要になると思われる。

◆ 予算実行部署への普及活動

当事業のような公共事業で採用される技術では、現場での事業実行組織と、予算執行を決定する組織が別々であることが多くなっている。中小企業支援事業では、現場の事業への支援を取り付けることで、事業の実施は可能である。しかしながら、事業終了後の継続的な事業の実施や、新規事業への採用には、現場組織ではなく予算決定組織の理解が必要になる。この事情は日本でも同様である。

この課題への対処として、事業の当初から予算決定組織との関係性を作る等の措置が必要となる。

◆ ビジネスモデルの明確化

現時点での当社のビジネスモデルは、装置の販売及び引渡し後有限期間のメンテナンス作業に限られている。PPP事業やBOT事業の実施、もしくは参画は考えていない。このように、明確にビジネスモデルを持つことにより、進出国の事業者からのPPP事業提案に対しても明確な方針で対処することが可能となる。

PPP事業への参画の可否などは、制度・収益面等の詳細な検討が必要であり、大きな費用と時間が必要である。自らが実施するスキームを明確にすることにより、無用な作業を省くことができ、効率的に事業を実施することが可能になる。

② JICA や政府関係機関に向けた提言

◆ 現地実施機関への啓発活動についての支援

当事業の C/P 等公共事業を実施する組織に、JICA による ODA 事業を実施すると、どうしても大規模な援助事業が続くと勘違いされてしまう。しかしながら、中小企業支援事業においてそのような事業を継続することはほとんどない。そこで、事業当初より、提案企業だけでなく、JICA からの積極的な啓発活動を実施することを求める。特に、本事業終了後の継続的な事業実施に対する予算を確保することが重要であることに対する啓発活動を希望する。

実際に JICA 事業で日本企業がインフラ整備に関する技術を提案してきた場合、C/P 効果が実証できたらすぐに自分で資金調達をして購入するというマインドにはならない。中小企業支援事業は、通常の ODA 事業とは大きく異なり、大規模な援助が期待できないことを C/P だけでなく、関係省庁全体に周知し、積極的な予算の確保が提案技術の継続的な活用には必要であるという、ODA 被援助国関係者に対してのマインドリセットを実施していただきたい。

◆ 普及・実証事業後へのスキーム面での支援

普及実証事業後の予算確保に対して、C/P 及びその関係省庁の独自資金での資金調達には限界がある。中小企業のように資金力も政治力もない場合、継続的な案件形成は不可能に近い。そこで、実証した提案技術の継続的な活用が可能になるような資金調達スキームの開発（あまり大きくない支援額での中小企業の技術を活用した無償資金協力などの支援スキームや、低利での融資スキーム等）により、独自資金による資金調達が容易にすることや、通常の大規模案件とは別口での要請枠を確保する等、事業の継続の選択肢として ODA の活用を準備することによるスキーム面での支援を求めたい。

添付資料

添付資料① サポートレター

添付資料② 公定分析結果

Letter of Acceptance for Project Participation

To: Nagaoka International Corporation

Thank you for your company intention to conducting a Pilot Project in our Water Treatment Plant. We received your project plan and encourage your project implementation.

Currently, we are managing 12 Water Treatment Plants around Hanoi City area using groundwater source with total supply capacity of 600,000 m³/day.

As your company explained in previous seminar in Hanoi, your company's groundwater treatment CHEMILES can treat high concentration of Iron, Manganese and Ammonia without chemical injection. Therefore, it is better to verify your technology in practical groundwater source in Vietnam.

My company can recommend suitable test site at one of our Water Treatment Plant and can provide groundwater source and power for your Pilot Unit.

If your technology shows a high performance and advantages in removing contaminants in groundwater comparing to convention technologies, my company can consider to apply your technology for future plant since Hanoi was expanded 10 times in 2008 and new areas need to build new water treatment plant.

We hope your company a successful project

Regards,

Hanoi Waterworks Company

CHIEF MANAGER

Nguyễn Việt Hải



VIMCERTS 058

BỘ Y TẾ
 MINISTRY OF HEALTH
VIỆN SỨC KHỎE NGHỀ NGHIỆP VÀ MÔI TRƯỜNG
 NATIONAL INSTITUTE OF OCCUPATIONAL
 AND ENVIRONMENTAL HEALTH
 Địa chỉ/Address: 57 Lê Quý Đôn, Hai Bà Trưng, Hà Nội.
 Tel: 043.9714341 (170/171)



ISO 9001

PHIẾU KẾT QUẢ THỬ NGHIỆM
TEST REPORT
 Số 1242/XN - SKNN&MT

- | | |
|---|--|
| 1. Tên mẫu/Name of sample
2. Tên/địa chỉ khách hàng
Name/Address of customer
3. Mô tả mẫu/Description
4. Ngày nhận mẫu/Date of receiving
5. Người lấy/gửi mẫu/Sample taking
6. Kết quả thử nghiệm/Test result | Mẫu 1: Nước giếng nguồn khai thác;
Mẫu 2: Nước sau xử lý của hệ thống Chemiles;
Mẫu 3: nước sau trạm bơm 2 của nhà máy.

Trần Hoài Sơn – Trường Đại học xây dựng

Bảo quản điều kiện thường trong can và chai nhựa, thể tích ≈ 2,5 lít;
Bảo quản bằng axit HNO ₃ và HCl, thể tích ≈ 1,0 lít.
06/12/2016
Khách hàng |
|---|--|

T T No	Tên chỉ tiêu Parameter	Kết quả Result			Đơn vị Unit	Giới hạn cho phép*** Regular limit	Phương pháp thử Test method
		Mẫu 1	Mẫu 2	Mẫu 3			
1.	Màu	5	< 5	< 5	TCU	≤ 15	SMEWW 2120:2012
2.	Mùi vị	Không có mùi vị lạ	Không có mùi vị lạ	Không có mùi vị lạ	-	Không có mùi vị lạ	Cảm quan
3.	Độ đục (**)	85,3	< 0,80	< 0,80	NTU	≤ 2	Hach - 2100N Turbidimeter
4.	Clo dư (*) (**)	< 0,12	< 0,12	< 0,12	mg/L	Trong khoảng 0,3 - 0,5	TCVN 6225-2:2012
5.	pH(*) (**)	6,82	7,18	7,54	-	Trong khoảng 6,5 - 8,5	TCVN 6492:2011
6.	Amoni (NH ₄ ⁺)(*) (**)	8,02	0,12	3,24	mg/L	≤ 3	SMEWW 4500 NH ₃ F:2012
7.	Sắt tổng số(*) (**)	8,35	0,09	0,25	mg/L	≤ 0,3	TCVN 6177:1996
8.	Chỉ số Pecmanganat	3,36	< 0,96	1,04	mg/L	≤ 2	TCVN 6186: 1996
9.	Độ cứng toàn phần(*) (**) (tính theo CaCO ₃)	68,00	68,00	60,00	mg/L	≤ 300	SMEWW 2340 C:2012
10.	Clorua (Cl ⁻)(*) (**)	14,18	9,92	11,34	mg/L	≤ 250	TCVN 6194:1996
11.	Florua	< 0,3	< 0,3	< 0,3	mg/L	≤ 1,5	SMEWW 4500 F ⁻ D:2012
12.	Asen (As)(*) (**)	0,0202	0,0022	0,0048	mg/L	≤ 0,01	SMEWW 3114 B:2012
13.	Tổng chất rắn hoà tan (TDS)	184,0	167,6	175,8	mg/L	≤ 1000	SMEWW 2540 solid B, C

*: Phép thử đã được BOA công nhận / Accredited test by BOA
 **: Phép thử đã được chứng nhận Vimecert/ Vimecert test Certified by MONRE
 Các kết quả thử nghiệm ghi trong phiếu này chỉ có giá trị đối với mẫu thử nghiệm/Test result are valid for the submitted sample(s) only.
 Không được trích dẫn một phần phiếu kết quả thử nghiệm nếu không có sự đồng ý bằng văn bản của Viện Sức khỏe nghề nghiệp và môi trường/
 The test report must not be reproduced without the written approval of NIOEH.
 Tên mẫu, tên khách hàng được ghi theo yêu cầu của nơi gửi mẫu/ Name of sample(s) and customer are written as customer's request.
 Phiếu kết quả này được làm thành 02 bản: 01 bản trả cho khách hàng, 01 bản lưu tại Khoa/
 The test result are printed in 02 documents: 01 document is given to customer; 01 document is stored at Faculty

T T No	Tên chỉ tiêu Parameter	Kết quả Result			Đơn vị Unit	Giới hạn cho phép*** Regular limit	Phương pháp thử Test method
		Mẫu 1	Mẫu 2	Mẫu 3			
14.	Nitrit (NO ₂ ⁻)(**)	0,03	< 0,03	0,16	mg/L	≤ 3	SMEWW 4500-NO ₂ ⁻ B:2012
15.	Nitrat (NO ₃ ⁻)(**)	2,15	13,46	3,38	mg/L	≤ 50	SMEWW 4500-NO ₃ ⁻ E:2012
16.	Sunfat (SO ₄ ²⁻)(**)	6,05	< 4,0	< 4,0	mg/L	≤ 250	EPA 375.4
17.	Natri (Na) ^(*)	10,51	9,04	9,35	mg/L	≤ 200	SMEWW 3500 Na B: 2012
18.	Mangan (Mn) ^(*) (**)	0,229	< 0,005	0,056	mg/L	≤ 0,3	SMEWW 3125B:2012
19.	Nhôm (Al)	< 0,015	< 0,015	< 0,015	mg/L	≤ 0,2	SMEWW 3125B:2012
20.	Chì (Pb) ^(*) (**)	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	mg/L	≤ 0,01	SMEWW 3113B:2012
21.	Thủy ngân (Hg)	0,0005	0,0003	0,0005	mg/L	≤ 0,001	SMEWW 3114B:2012
22.	Hydro sunfur(**)	< 0,03	< 0,03	< 0,03	mg/L	≤ 0,05	SMEWW 4500 S ²⁻ C,D:2012
23.	Phenol và dẫn xuất của Phenol	< 0,005	< 0,005	< 0,005	µg/L	≤ 1	GC/FID Ref. EPA 8041A:2007
24.	Benzen ^(*) (**)	< 0,3	< 0,3	< 0,3	µg/L	≤ 10	EPA 3510 C & EPA 8015D, Revision 4, June 2003
25.	Benzo(a)pyren	< 0,02	< 0,02	< 0,02	µg/L	≤ 0,7	EPA 525.2
26.	Monoclorobenzen	< 9,0	< 9,0	< 9,0	µg/L	≤ 300	EPA 524.2
27.	Monocloramin ^(*)	< 0,15	< 0,15	< 0,15	mg/L	≤ 3	TCVN 6225-2:2012
28.	Hoạt độ phóng xạ α ^(****)	0,822	0,388	0,542	pCi/L	≤ 3	TCVN 6053-2011
29.	Hoạt độ phóng xạ β ^(****)	6,366	6,062	5,093	pCi/L	≤ 30	TCVN 6219-2011
30.	Coliform tổng số ^(*) (**)	KPH	KPH	KPH	CFU/ 100 mL	0	TCVN 6187 - 1: 2009
31.	E.coli ^(*)	KPH	KPH	KPH	CFU/ 100 mL	0	TCVN 6187 - 1: 2009

Ghi chú/Note: ***: Quy chuẩn Kỹ thuật Quốc gia QCVN 01:2009/BYT ngày 17 tháng 6 năm 2009 đối với nước ăn uống.

(KPH): Không phát hiện.

(****): Phép thử sử dụng nhà thầu phụ.



Hà Nội, ngày 19 tháng 12 năm 2016

KHOA XÉT NGHIỆM VÀ PHÂN TÍCH
MEDICAL TESTING & ENVIRONMENTAL
ANALYSIS DEPARTMENT
PHÓ TRƯỞNG KHOA
VICE HEAD OF DEPARTMENT

VIỆN SỨC KHỎE
NGHỀ NGHIỆP VÀ MÔI TRƯỜNG
NATIONAL INSTITUTE OF OCCUPATIONAL
AND ENVIRONMENTAL HEALTH
PHÓ VIỆN TRƯỞNG
VICE DIRECTOR
NGHỀ NGHIỆP VÀ MÔI TRƯỜNG

Lương.T.Thanh Thủy Đàm Thương Thương

Tạ Thị Bình

Bùi Văn Chung

- *: Phép thử đã được BOA công nhận /Accredited test by BOA
- **: Phép thử đã được chứng nhận Vimecert/ Vimecert test Certified by MONRE
- Các kết quả thử nghiệm ghi trong phiếu này chỉ có giá trị đối với mẫu thử nghiệm/Test result are valid for the submitted sample(s) only.
- Không được trích dẫn một phần phiếu kết quả thử nghiệm nếu không có sự đồng ý bằng văn bản của Viện Sức khỏe nghề nghiệp và môi trường/
The test report must not be reproduced without the written approval of NIOEH.
- Tên mẫu, tên khách hàng được ghi theo yêu cầu của nơi gửi mẫu/ Name of sample(s) and customer are written as customer's request.
- Phiếu kết quả này được làm thành 02 bản: 01 bản trả cho khách hàng, 01 bản lưu tại Khoa/
The test result are printed in 02 documents; 01 document is given to customer; 01 document is stored at Faculty



VIMCERTS 058

BỘ Y TẾ
MINISTRY OF HEALTH
VIỆN SỨC KHỎE NGHỀ NGHIỆP VÀ MÔI TRƯỜNG
NATIONAL INSTITUTE OF OCCUPATIONAL
AND ENVIRONMENTAL HEALTH

Địa chỉ/Address: 57 Lê Quý Đôn, Hai Bà Trưng, Hà Nội.
 Tel: 043.9714341 (170/171)



PHIẾU KẾT QUẢ THỬ NGHIỆM
TEST REPORT

Số. 195./XN - SKNN&MT

1. Tên mẫu/Name of sample

Mẫu 1: Nước giếng nguồn khai thác;2. Tên/địa chỉ khách hàng
Name/Address of customer**Mẫu 2:** Nước sau xử lý của hệ thống Chemiles;

3. Mô tả mẫu/Description

Mẫu 3: Nước sau trạm bơm 2 của nhà máy.

Nguyễn Thúy Liên - Trường Đại học xây dựng

4. Ngày nhận mẫu/Date of receiving

Bảo quản điều kiện thường trong chai nhựa, thể tích \approx 1,5 lít;

5. Người lấy/gửi mẫu/Sample taking

Bảo quản bằng axit HNO₃, thể tích \approx 0,5 lít.

6. Kết quả thử nghiệm/Test result

21/02/2017

Khách hàng

TT No.	Tên chỉ tiêu Parameter	Kết quả Result			Đơn vị Unit	Giới hạn cho phép*** Regular limit	Phương pháp thử Test method
		Mẫu 1	Mẫu 2	Mẫu 3			
1.	Màu	5	< 5	< 5	TCU	\leq 15	SMEWW 2120:2012
2.	Mùi vị	Không có mùi vị lạ	Không có mùi vị lạ	Không có mùi vị lạ	-	Không có mùi vị lạ	Cảm quan
3.	Độ đục ^(**)	102	< 0,80	< 0,80	NTU	\leq 2	Hach - 2100N Turbidimeter
4.	Clo dư ^(*)	< 0,12	< 0,12	< 0,12	mg/L	Trong khoảng 0,3 - 0,5	TCVN 6225-2:2012
5.	pH ^(**)	7,02	7,25	7,38	-	Trong khoảng 6,5 - 8,5	TCVN 6492:2011
6.	Amoni (NH ₄ ⁺) ^(*)	6,88	< 0,12	2,88	mg/L	\leq 3	SMEWW 4500 NH ₃ F:2012
7.	Sắt tổng số ^(**)	6,69	< 0,04	0,09	mg/L	\leq 0,3	TCVN 6177:1996
8.	Chỉ số Pecmanganat ^(*)	3,84	< 0,96	2,42	mg/L	\leq 2	TCVN 6186: 1996
9.	Độ cứng toàn phần ^(**) (tính theo CaCO ₃)	78,00	76,00	82,00	mg/L	\leq 300	SMEWW 2340 C:2012
10.	Clorua (Cl ⁻) ^(**)	10,63	9,92	12,76	mg/L	\leq 250	TCVN 6194:1996
11.	Florua ^(*)	0,43	0,38	0,42	mg/L	\leq 1,5	SMEWW 4500 F ⁻ D:2012
12.	Asen (As) ^(**)	0,0183	0,0021	0,0045	mg/L	\leq 0,01	SMEWW 3114 B:2012
13.	Tổng chất rắn hoà tan (TDS)	199,9	148,8	172,0	mg/L	\leq 1000	SMEWW 2540 solid B, C
14.	Nitrit (NO ₂ ⁻) ^(**)	< 0,03	< 0,03	0,14	mg/L	\leq 3	SMEWW 4500-NO ₂ ⁻

- *: Phép thử đã được BOA công nhận /Accredited test by BOA

- **: Phép thử đã được chứng nhận Vimcert/ Vimcert test Certified by MONRE

- Các kết quả thử nghiệm ghi trong phiếu này chỉ có giá trị đối với mẫu thử nghiệm/Test result are valid for the submitted sample(s) only.

- Không được trích dẫn một phần phiếu kết quả thử nghiệm nếu không có sự đồng ý bằng văn bản của Viện Sức khỏe nghề nghiệp và môi trường/

The test report must not be reproduced without the written approval of NIOEH.

- Tên mẫu, tên khách hàng được ghi theo yêu cầu của nơi gửi mẫu/ Name of sample(s) and customer are written as customer's request.

TT No.	Tên chỉ tiêu Parameter	Kết quả Result			Đơn vị Unit	Giới hạn cho phép*** Regular limit	Phương pháp thử Test method
		Mẫu 1	Mẫu 2	Mẫu 3			
							B:2012
15.	Nitrat (NO ₃ ⁻)(**)	1,19	11,32	4,90	mg/L	≤ 50	SMEWW 4500-NO ₃ ⁻ E:2012
16.	Sunfat (SO ₄ ²⁻)(*)(**)	5,05	< 4,0	< 4,0	mg/L	≤ 250	EPA 375.4
17.	Natri (Na)(*)	21,94	13,47	14,09	mg/L	≤ 200	SMEWW 3500 Na B: 2012
18.	Mangan (Mn)(*)(**)	0,252	0,015	0,116	mg/L	≤ 0,3	SMEWW 3125B:2012
19.	Nhôm (Al)	< 0,015	< 0,015	< 0,015	mg/L	≤ 0,2	SMEWW 3125B:2012
20.	Chì (Pb)(*)(**)	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	mg/L	≤ 0,01	SMEWW 3113B:2012
21.	Thủy ngân (Hg)	0,0009	0,0004	0,0006	mg/L	≤ 0,001	SMEWW 3114B:2012
22.	Hydro sunfur(**)	< 0,03	< 0,03	< 0,03	mg/L	≤ 0,05	SMEWW 4500 S ²⁻ C,D:2012
23.	Phenol và dẫn xuất của Phenol(*)	< 0,15	< 0,15	< 0,15	µg/L	≤ 1	EPA 8270D Revision 5, July 2014
24.	Benzen(*)(**)	< 0,3	< 0,3	< 0,3	µg/L	≤ 10	EPA 3510 C & EPA 8015D, Revision 4, June 2003
25.	Benzo(a)pyren	< 0,02	< 0,02	< 0,02	µg/L	≤ 0,7	EPA 525.2
26.	Monoclorobenzen(*)	< 10,0	< 10,0	< 10,0	µg/L	≤ 300	EPA 524.2 Revision 4.1, 1995
27.	Monocloramin(*)	< 0,15	< 0,15	< 0,15	mg/L	≤ 3	TCVN 6225-2:2012
28.	Hoạt độ phóng xạ α	0,22	0,25	0,33	pCi/L	≤ 3	TCVN 6053-2011
29.	Hoạt độ phóng xạ β	4,36	4,02	4,31	pCi/L	≤ 30	TCVN 6219-2011
30.	Coliform tổng số(*)(**)	KPH	KPH	KPH	CFU/ 100 mL	0	TCVN 6187 - 1: 2009
31.	E.coli(*)	KPH	KPH	KPH	CFU/ 100 mL	0	TCVN 6187 - 1: 2009

Ghi chú/Note: ***: Quy chuẩn Kỹ thuật Quốc gia QCVN 01:2009/BYT ngày 17 tháng 6 năm 2009 đối với nước ăn uống.
(KPH): Không phát hiện.

Hà Nội, ngày 2 tháng 8 năm 2017

**BỘ PHẬN PHÂN TÍCH
LAB.**

**KHOA XÉT NGHIỆM VÀ PHÂN TÍCH
MEDICAL TESTING & ENVIRONMENTAL
ANALYSIS DEPARTMENT
PHÓ TRƯỞNG KHOA
VICE HEAD OF DEPARTMENT**

**VIỆN SỨC KHỎE
NGHỀ NGHIỆP VÀ MÔI TRƯỜNG
NATIONAL INSTITUTE OF OCCUPATIONAL
AND ENVIRONMENTAL HEALTH
PHÓ VIỆN TRƯỞNG
VICE DIRECTOR**

Lương.T.Thanh Thủy Đầm Thương Thương

Tạ Thị Bình

Bùi Văn Chung

- *: Phép thử đã được BOA công nhận /Accredited test by BOA
- **: Phép thử đã được chứng nhận Vimcert/ Vimcert test Certified by MONRE
- Các kết quả thử nghiệm ghi trong phiếu này chỉ có giá trị đối với mẫu thử nghiệm/Test result are valid for the submitted sample(s) only.
- Không được trích dẫn một phần phiếu kết quả thử nghiệm nếu không có sự đồng ý bằng văn bản của Viện Sức khỏe nghề nghiệp và môi trường/
The test report must not be reproduced without the written approval of NIOEH.
- Tên mẫu, tên khách hàng được ghi theo yêu cầu của nơi gửi mẫu/ Name of sample(s) and customer are written as customer's request.



VIMCERTS 058

BỘ Y TẾ
MINISTRY OF HEALTH
VIỆN SỨC KHỎE NGHỀ NGHIỆP VÀ MÔI TRƯỜNG
NATIONAL INSTITUTE OF OCCUPATIONAL
AND ENVIRONMENTAL HEALTH
Địa chỉ/Address: 57 Lê Quý Đôn, Hai Bà Trưng, Hà Nội.
Tel: 043.9714341 (170/171)

**PHIẾU KẾT QUẢ THỬ NGHIỆM****TEST REPORT**Số...**345**.../XN - SKNN&MT

- | | |
|--|--|
| <ol style="list-style-type: none"> Tên mẫu/Name of sample Tên/địa chỉ khách hàng
Name/Address of customer Mô tả mẫu/Description Ngày nhận mẫu/Date of receiving Người lấy/gửi mẫu/Sample taking Kết quả thử nghiệm/Test result | <p>Mẫu 1: Nước giếng nguồn khai thác;
 Mẫu 2: Nước sau xử lý của hệ thống Chemiles;
 Mẫu 3: Nước sau trạm bơm 2 của nhà máy.</p> <p>Nguyễn Thúy Liên - Trường Đại học xây dựng</p> <p>Bảo quản điều kiện thường trong chai nhựa, thể tích ≈ 1,5 lít;
 Bảo quản bằng axit HNO₃, thể tích ≈ 0,5 lít.
 21/03/2017
 Khách hàng</p> |
|--|--|

TT No.	Tên chỉ tiêu Parameter	Kết quả Result			Đơn vị Unit	Giới hạn cho phép*** Regular limit	Phương pháp thử Test method
		Mẫu 1	Mẫu 2	Mẫu 3			
1.	Màu	5	< 5	< 5	TCU	≤ 15	SMEWW 2120:2012
2.	Mùi vị	Không có mùi vị lạ	Không có mùi vị lạ	Không có mùi vị lạ	-	Không có mùi vị lạ	Cảm quan
3.	Độ đục ^(*) (**)	99,8	< 0,80	0,802	NTU	≤ 2	Hach - 2100N Turbidimeter
4.	Clor dư ^(*) (**)	< 0,12	< 0,12	< 0,12	mg/L	Trong khoảng 0,3 - 0,5	TCVN 6225-2:2012
5.	pH ^(**)	6,70	6,98	7,13	-	Trong khoảng 6,5 - 8,5	TCVN 6492:2011
6.	Amoni (NH ₄ ⁺) ^(*) (**)	4,91	< 0,12	2,38	mg/L	≤ 3	SMEWW 4500 NH ₃ F:2012
7.	Sắt tổng số ^(*) (**)	7,39	0,05	0,06	mg/L	≤ 0,3	TCVN 6177:1996
8.	Chỉ số Pecmanganat ^(*)	4,16	< 0,96	2,56	mg/L	≤ 2	TCVN 6186: 1996
9.	Độ cứng toàn phần ^(*) (**) (tính theo CaCO ₃)	90,00	90,00	88,00	mg/L	≤ 300	SMEWW 2340 C:2012
10.	Clorua (Cl ⁻) ^(*) (**)	13,47	9,92	12,76	mg/L	≤ 250	TCVN 6194:1996
11.	Florua ^(*)	< 0,30	0,31	0,31	mg/L	≤ 1,5	SMEWW 4500 F D:2012
12.	Asen (As) ^(*) (**)	0,0180	0,0023	0,0051	mg/L	≤ 0,01	SMEWW 3125B:2012
13.	Tổng chất rắn hoà tan (TDS)	183,0	136,6	163,5	mg/L	≤ 1000	SMEWW 2540 solid B, C
14.	Nitrit (NO ₂ ⁻) ^(*) (**)	< 0,03	< 0,03	0,10	mg/L	≤ 3	SMEWW 4500-NO ₂ ⁻ B:2012

- * Phép thử đã được BOA công nhận /Accredited test by BOA
- ** Phép thử đã được chứng nhận Vimcert/ Vimcert test Certified by MONRE
- Các kết quả thử nghiệm ghi trong phiếu này chỉ có giá trị đối với mẫu thử nghiệm/Test result are valid for the submitted sample(s) only.
- Không được trích dẫn một phần phiếu kết quả thử nghiệm nếu không có sự đồng ý bằng văn bản của Viện Sức khỏe nghề nghiệp và môi trường/ The test report must not be reproduced without the written approval of NIOEH.
- Tên mẫu, tên khách hàng được ghi theo yêu cầu của nơi gửi mẫu/ Name of sample(s) and customer are written as customer's request.

TT No.	Tên chỉ tiêu Parameter	Kết quả Result			Đơn vị Unit	Giới hạn cho phép*** Regular limit	Phương pháp thử Test method
		Mẫu 1	Mẫu 2	Mẫu 3			
15.	Nitrat (NO ₃ ⁻) ^(**)	0,91	4,51	3,81	mg/L	≤ 50	SMEWW 4500-NO ₃ ⁻ E:2012
16.	Sunfat (SO ₄ ²⁻) ^{(*)(**)}	< 4,0	< 4,0	< 4,0	mg/L	≤ 250	EPA 375.4
17.	Natri (Na) ^(*)	17,03	14,70	19,35	mg/L	≤ 200	SMEWW 3500 Na B: 2012
18.	Mangan (Mn) ^{(*)(**)}	0,217	< 0,005	0,134	mg/L	≤ 0,3	SMEWW 3125B:2012
19.	Nhôm (Al) ^(*)	< 0,015	< 0,015	< 0,015	mg/L	≤ 0,2	SMEWW 3125B:2012
20.	Chì (Pb) ^{(*)(**)}	< 0,0020	< 0,0020	< 0,0020	mg/L	≤ 0,01	SMEWW 3125B:2012
21.	Thủy ngân (Hg)	0,0006	0,0002	0,0004	mg/L	≤ 0,001	SMEWW 3112B:2012
22.	Hydro sunfur ^(**)	< 0,03	< 0,03	< 0,03	mg/L	≤ 0,05	SMEWW 4500 S ²⁻ C,D:2012
23.	Phenol và dẫn xuất của Phenol ^(*)	< 0,15	< 0,15	< 0,15	µg/L	≤ 1	EPA 8270D Revision 5, July 2014
24.	Benzen ^{(*)(**)}	< 0,3	< 0,3	< 0,3	µg/L	≤ 10	EPA 3510 C & EPA 8015D, Revision 4, June 2003
25.	Benzo(a)pyren	< 0,02	< 0,02	< 0,02	µg/L	≤ 0,7	EPA 525.2
26.	Monoclorobenzen ^(*)	< 10,0	< 10,0	< 10,0	µg/L	≤ 300	EPA 524.2 Revision 4.1, 1995
27.	Monocloramin ^(*)	< 0,15	< 0,15	< 0,15	mg/L	≤ 3	TCVN 6225-2:2012
28.	Hoạt độ phóng xạ α	0,23	0,19	0,22	pCi/L	≤ 3	TCVN 6053-2011
29.	Hoạt độ phóng xạ β	4,17	3,98	4,11	pCi/L	≤ 30	TCVN 6219-2011
30.	Coliform tổng số ^{(*)(**)}	3	KPH	KPH	CFU/ 100 mL	0	TCVN 6187 - 1: 2009
31.	E.coli ^(*)	KPH	KPH	KPH	CFU/ 100 mL	0	TCVN 6187 - 1: 2009

Ghi chú/Note: ***: Quy chuẩn Kỹ thuật Quốc gia QCVN 01:2009/BYT ngày 17 tháng 6 năm 2009 đối với nước ăn uống.
(KPH): Không phát hiện.

Hà Nội, ngày 5 tháng 9 năm 2017

BỘ PHẬN PHÂN TÍCH
LAB.

KHOA XÉT NGHIỆM VÀ PHÂN TÍCH
MEDICAL TESTING & ENVIRONMENTAL
ANALYSIS DEPARTMENT
PHÓ TRƯỞNG KHOA
VICE HEAD OF DEPARTMENT

VIỆN SỨC KHỎE
NGHỀ NGHIỆP VÀ MÔI TRƯỜNG
NATIONAL INSTITUTE OF OCCUPATIONAL
AND ENVIRONMENTAL HEALTH



Lương.T.Thanh Thủy Đầm Thương Thương

Tạ Thị Bình

Bùi Văn Chung

- *: Phép thử đã được BOA công nhận /Accredited test by BOA
- **: Phép thử đã được chứng nhận Vıncert/ Vıncert test Certified by MONRE
- Các kết quả thử nghiệm ghi trong phiếu này chỉ có giá trị đối với mẫu thử nghiệm/Test result are valid for the submitted sample(s) only.
- Không được trích dẫn một phần phiếu kết quả thử nghiệm nếu không có sự đồng ý bằng văn bản của Viện Sức khỏe nghề nghiệp và môi trường/
The test report must not be reproduced without the written approval of NIOEH.
- Tên mẫu, tên khách hàng được ghi theo yêu cầu của nơi gửi mẫu/ Name of sample(s) and customer are written as customer's request.

Hanoi Water Limited Company

Summary Report

Socialist Republic of Vietnam

Verification Survey with the Private Sector
for Disseminating Japanese Technologies

for “CHEMILES” Technology

- Groundwater treatment system without
chemical to improve water quality

June, 2017

Japan International Cooperation Agency

NAGAOKA International Corporation

1. BACKGROUND

Water demand in Hanoi metropolitan areas is now sharply increasing due to the high rate of urbanization and industrialization. At present, almost 70% of water consumption in the metropolitan Hanoi is derived from the groundwater source. And the city has to rely on the existing water treatment plants to satisfy its thirsty-water demand. However, deterioration in groundwater quality, especially high content rate of iron, ammonia nitrogen and manganese in groundwater, is an emerging problem for waterworks companies in Hanoi to supply safe and sufficient water to the people. Though the government of Vietnam is planning to use surface water from Red River and the Duong River to suffice increasing water demand in the near future, these projects are still on the table as project contractor and funding for them haven't been decided yet.

Hanoi Water Limited Company is the government organization responsible for domestic water supply services in metropolitan Hanoi. Currently, Hanoi Water Limited Company comprises nearly 80% of Hanoi's total water supply capacity and is using groundwater through 12 major water treatment plants (capacity more than 20,000 m³/day) and several small water supply stations. As these plants were almost built more than 20 years ago, Hanoi Water Limited Company now has to tackle the problems of deterioration of facilities, changes of groundwater quality, lack of treatment capacity and chemical injection management.

Through Vietnam Water and Sewerage Association, since 2013 NAGAOKA has introduced to Hanoi Water Limited Company CHEMILES technology that can simultaneously treat iron, manganese and ammonia nitrogen in groundwater by method to saturate dissolved oxygen without chemical injection. Consequently, NAGAOKA and Hanoi Water Limited Company had cooperated to implement a Pilot Study of CHEMILES at Tuong Mai water treatment plant from July 2014 to March 2015. The results of the Pilot Study have proved the high treatment efficiency of CHEMILES to remove high content rate of iron, ammonia nitrogen and manganese in Tuong Mai's groundwater source. Throughout the Pilot Study, both companies discussed the possibility of installing CHEMILES at full scale.

In April 2015, NAGAOKA submitted a project proposal to JICA for application of CHEMILES to improve water quality of Tuong Mai water treatment plant under the program "Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese technologies" and the proposal was then adopted by JICA in June 2015.

The MM for implementing the Survey was concluded in February 2016. The Survey has been implemented from March 2016 to June 2017.

2. OUTLINE OF THE PILOT SURVEY FOR DISSEMINATING SME'S TECHNOLOGIES

(1) Purpose

This survey aims to verify advantages and effectiveness of CHEMILES technology to contribute for improving water quality at Tuong Mai Water Treatment Plant and study the feasibility for apply this technology at Hanoi Water Limited Company's water treatment plant.

Also this survey aims to promote the result of newly implemented Hanoi Water Limited Company's water treatment plant with CHEMILES to other area. Especially, it will study the problems of the groundwater and studies the feasibility of applying CHEMILES technology to Ho Chi Minh City and its surrounding area.

Expected Outcomes

- 1) Effectiveness and advantages of CHEMILES technology for improving treatment water quality of Tuong Mai water treatment plant is confirmed.
- 2) Technologies of operation, monitoring, and maintenance of CHEMILES is transferred to Hanoi Water Limited Company and operation system for sustainable use of CHEMILES is established.
- 3) Dissemination plan in Hanoi and Hanoi Water Limited Company's introduction plan of CHEMILES is formulated.
- 4) Problems of the groundwater in Ho Chi Minh City and its surrounding area and demand for CHEMILES are clarified and dissemination plan to other area in Vietnam after this project is formulated.

(2) Activities

1) Install CHEMILES groundwater treatment system at Tuong Mai water treatment plant to improve water quality:

- ① In order to install a new groundwater treatment system that is suitable with current Tuong Mai water treatment plant, conducted initial site survey and meetings with Hanoi Water Limited Company to collect and analyze site data for system design.
- ② Designed and fabricated a CHEMILES groundwater treatment system that is suitable for Tuong Mai water treatment plant and installed at Tuong Mai water treatment plant.
- ③ Monitored the quality of water treated by CHEMILES (Iron, Manganese and Ammonia Nitrogen) to prove that its quality satisfies Vietnamese and Japanese water quality regulation.
- ④ Monitored blended water of CHEMILES treated water and current Tuong Mai's

treated water to confirm that the overall water quality of Tuong Mai water treatment plant is improved.

- ⑤Based on the monitoring results, adjusted system operation parameter.
- ⑥Monitored chemicals (e.g coagulant) and backwash frequency of Tuong Mai water treatment plant after the installation of CHEMILES.
- ⑦Based on the monitoring results, estimated running costs at Tuong Mai in the case of using CHEMILES.
- ⑧Summarized results of this survey to confirm the applicability and advantage of CHEMILES.

2) Establish an operation and management system for CHEMILES

- ① Conducted activities in Japan and visited current CHEMILES-adopted water treatment plant for Hanoi Water Limited Company's staff to understand site management process.
- ②Trained Hanoi Water Limited Company and Tuong Mai water treatment plant engineers on operating CHEMILES system, monitoring operational data, trouble shooting, maintenance method and procedures.
- ③Monitored the CHEMILES installed at Tuong Mai by using remote monitoring system and give technical advice if necessary.
- ④Developed an operation and maintenance manual for CHEMILES groundwater treatment systemlocal engineers can follow to sustainably operate the system.
- ⑤During the survey and based on collected results, conducted technical seminars with Hanoi Water Limited Company to evaluate and promote application of CHEMILES.

3) Propose a plan for developing CHEMILES's market in Vietnam

- ①During the Survey, collected information of Hanoi's future water demand, water treatment plant management, new water treatment plant construction, as well as groundwater usage prediction.
- ②Collected information and analyzed the data relating to country risk, financial risk, business risk, and risks on business expansion.
- ③Based on the above data and results of analysis, clarified the problems in developing market of CHEMILES in Hanoi.
- ④Promoted discussion with Hanoi Water Limited Company, Hanoi People's Committee and JICA for further potential application of CHEMILES.
- ⑤Based on the above data and results of analysis, formulated a business plan for developing market of CHEMILES in Hanoi.

- ⑥ Together with the business plan proposal, promoted business with local partner companies and potential customers.

4) Clarify the problems of groundwater and demand for CHEMILES in other area of Vietnam

- ① Collected information of distribution and quality of groundwater in other area, especially in Ho Chi Minh City, clarified the problems and needs for groundwater usage in each area.
- ② Introduced CHEMILES and this project at Vietwater 2016, the largest water exhibition in Vietnam in November. At this event, researched the situation of water purifying technologies and its problems, and competitors' trends in Vietnam.
- ③ During the Survey, collected information of Vietnam's future water demand, water treatment plant management, new water treatment plant construction plan, as well as groundwater usage prediction. Formulated a business plan for developing market of CHEMILES after this project in Vietnam.

(3) Information of Product/ Technology to be Provided

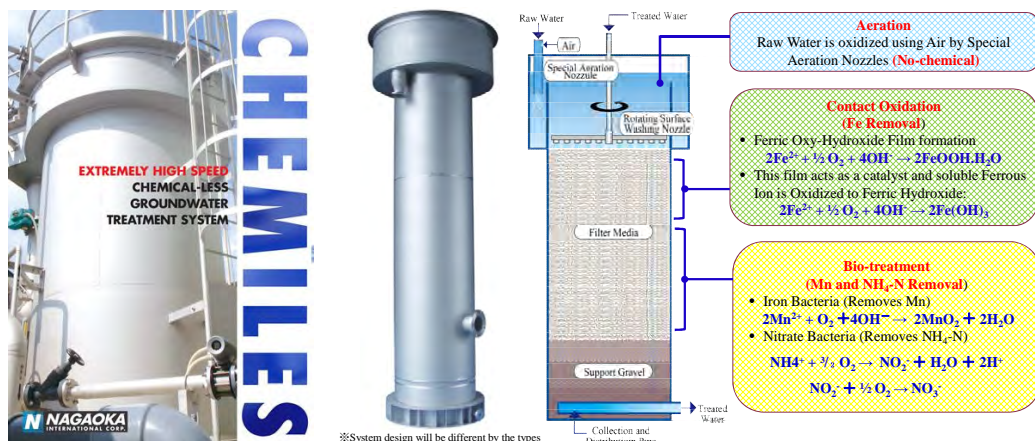
1) Technology name:

CHEMILES—Extremely high speed chemical-less groundwater treatment system

2) Introduction of technology:

The CHEMILES system is a self-contained, chemical-less system designed for treatment of groundwater, especially for Iron, Manganese, and Ammonia Nitrogen removal. The system is a column design, intended for outdoor placement. The treatment column contains a sand filter medium, with a support gravel layer at the base. CHEMILES uses no chemicals like Chlorine for oxidation, so not bothered by chemical management as well as Chlorination by-products and is friendly to health and environment.

Raw water is introduced into the top of the column through special oxidation nozzles. The oxidation nozzle increases the dissolved oxygen (DO) level of the raw water, causing soluble ferrous iron to oxidize to insoluble ferric iron. The sand filter media



becomes coated with ferric oxy-hydroxide, which acts as a catalyst to oxidize and retain a remaining portion of the iron. The bacteria on the filter medium oxidize any remaining ferrous iron to ferric iron, and they also oxidize ammonia to nitrate, and soluble manganese to insoluble manganese dioxide. The ferric iron and manganese dioxide are retained by the filter medium. Arsenic is removed by oxidation and co-precipitation with ferric during iron removal process.

There are two types of backwashes for the CHEMILES system – “P” Backwash and “W” Backwash. The P Backwash is Partial Backwash, and W Backwash is Whole-system Backwash. The P Backwash just backwashes the upper filtration zone, where most of iron precipitate is retained. The P Backwash utilizes NAGAOKA’s rotating surface washing nozzles to assist in the backwash process. This approach minimizes disturbances of the biological-active lower treatment zone. The W Backwash is a general, intensive backwash. W Backwash is mainly aimed at entirely filter media washing and performed at a frequency that avoids damage to the bacteria accumulated in filter layer. After several times of P Backwash, there will be one time of W Backwash. Numbers of P Backwash is depended on raw water quality.

NAGAOKA’s development of washing method allows to optimum treatment by contact oxidation and biological, an extremely high speed treatment with maximum linear velocity of 400 m/day (6.82gpm/ft²) is reached. In addition, energy and water consumption associated with filter backwashing are reduced.

(4) Counterpart Organization

Hanoi Water Limited Company (HAWACOM)

(5) Target Area and Beneficiaries

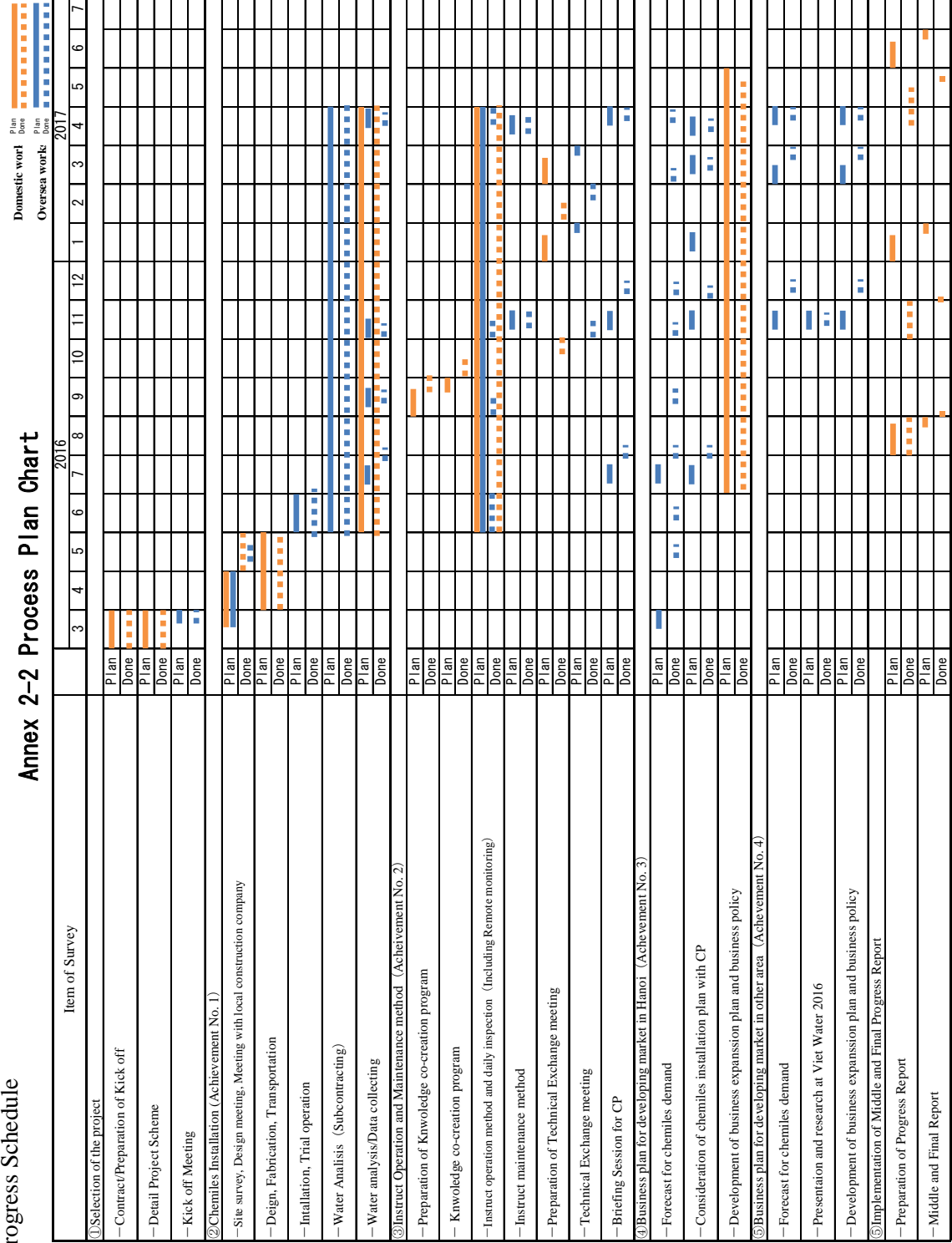
Tuong Mai Water Treatment Plant, Hanoi

(6) Duration

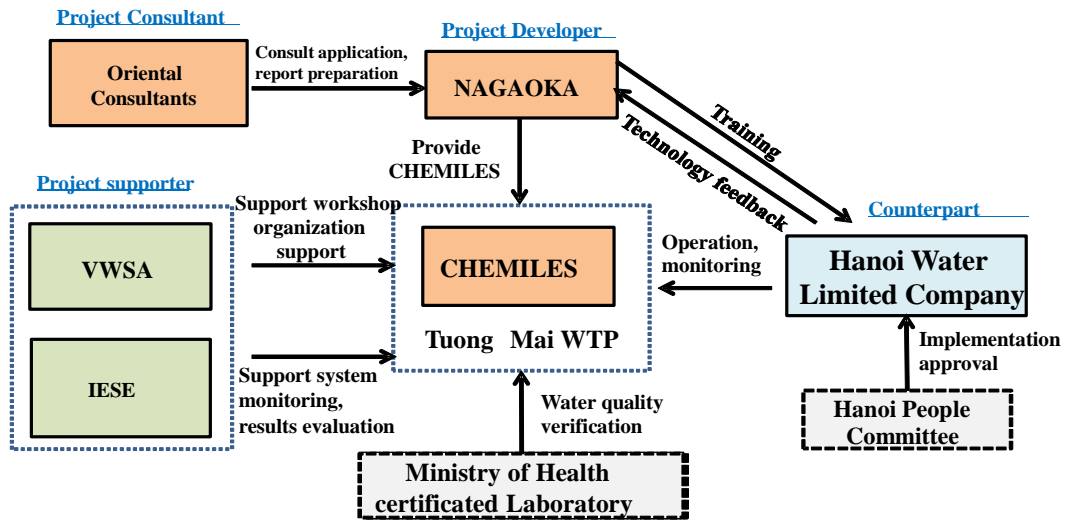
From March 2016 to June 2017

(7) Progress Schedule

Annex 2-2 Process Plan Chart



(9) Implementation System



Japan side

- NAGAOKA International Corporation: Proposal developer, project manager
- Oriental Consultants Co. Ltd: Project consultant

Vietnam side

- Hanoi Water Limited Company: Project Counterpart
- Hanoi People's Committee: Counterpart's Administration Organizer.
- Vietnam Water and Sewerage Association (VWSA): Project supporter
- Hanoi University of Civil Engineering, Institute of Environmental Science and Engineering (IESE): Project supporter

3. ACHIEVEMENT OF THE SURVEY

(1) Outputs and Outcomes of the Survey

- 1) Confirm the effectiveness and advantages of CHEMILES technology for improving treatment water quality of Tuong Mai water treatment plant.

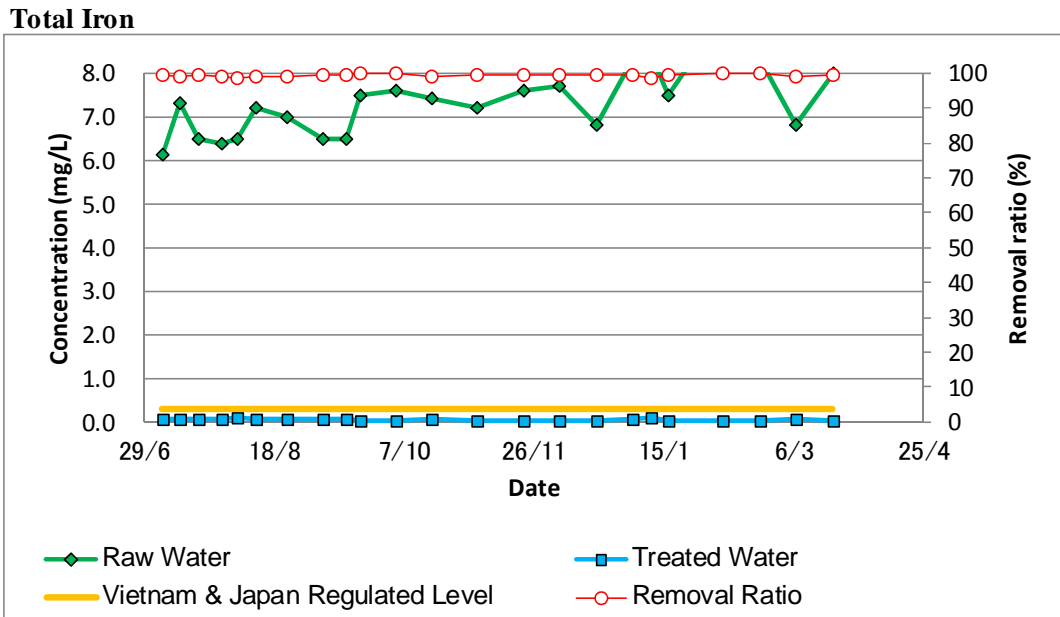
This project was performed to install CHEMILES at Tuong Mai Water Treatment Plant and purify some of treated water to a level that satisfies Japan's water quality regulation, thereby contributing to the provision of safe tap water by Hanoi Water Limited Company.

3 CHEMILES treatment systems were installed at the plant on June 2016, and a completion ceremony was held in the presence of concerned parties on June 29, 2016.

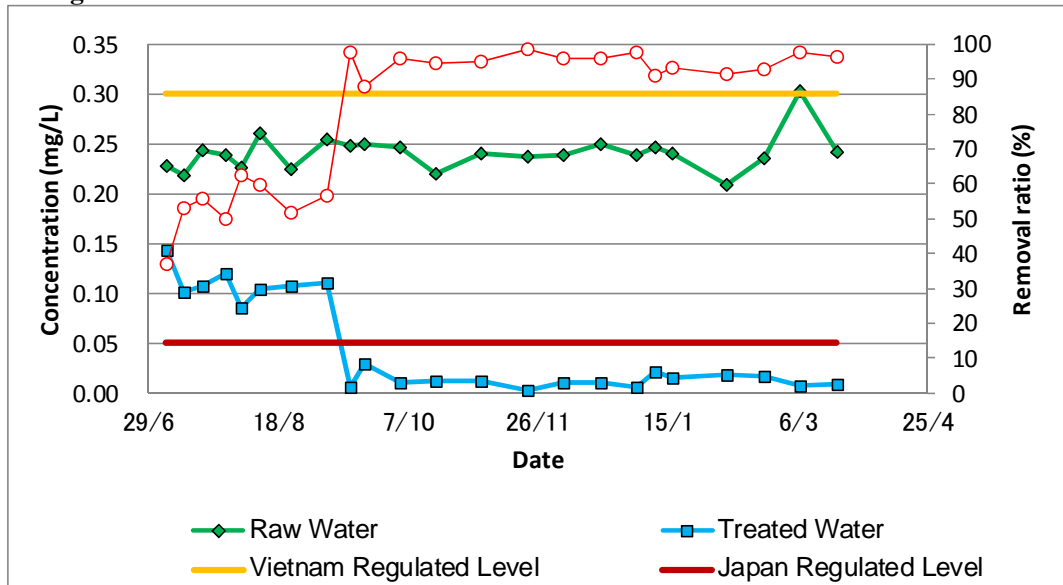
After the installation, the CHEMILES treatment systems were automatically and successfully operated to remove Iron, Manganese and Ammonia Nitrogen without using chemicals. After June 2016, function maintenance was conducted twice by Nagaoka, and once by the staff of Tuong Mai water treatment plant.

In order to verify the effectiveness of the CHEMILES technology, the water treated by CHEMILES was periodically monitored. A few days after the installation, iron was removed to the level that meets water quality target, and Ammonia Nitrogen was removed to the same level a week after the installation. Although it took time to grow microorganisms, Manganese was removed to the level that meets the water quality target of 0.05mg/L, Japan's water quality regulation, about 2.5 months after the installation. Furthermore, monitoring of Arsenic was started in September 2016. In the result, it was confirmed that the substance was removed to the level satisfying Japan's water quality regulation.

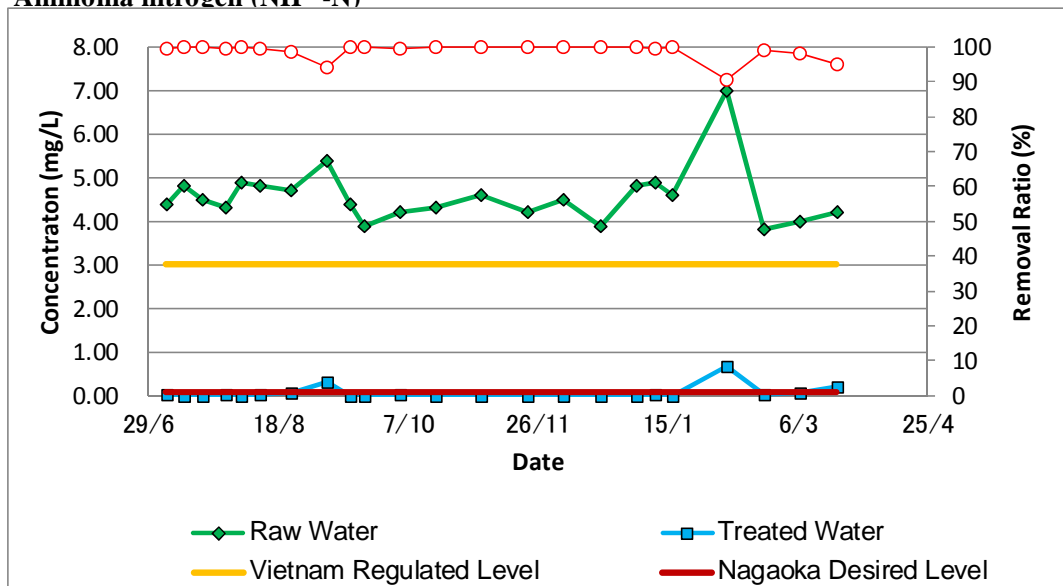
**Figure 1 Results of water quality monitoring
(Iron, Manganese, Ammonia Nitrogen, and Arsenic)**



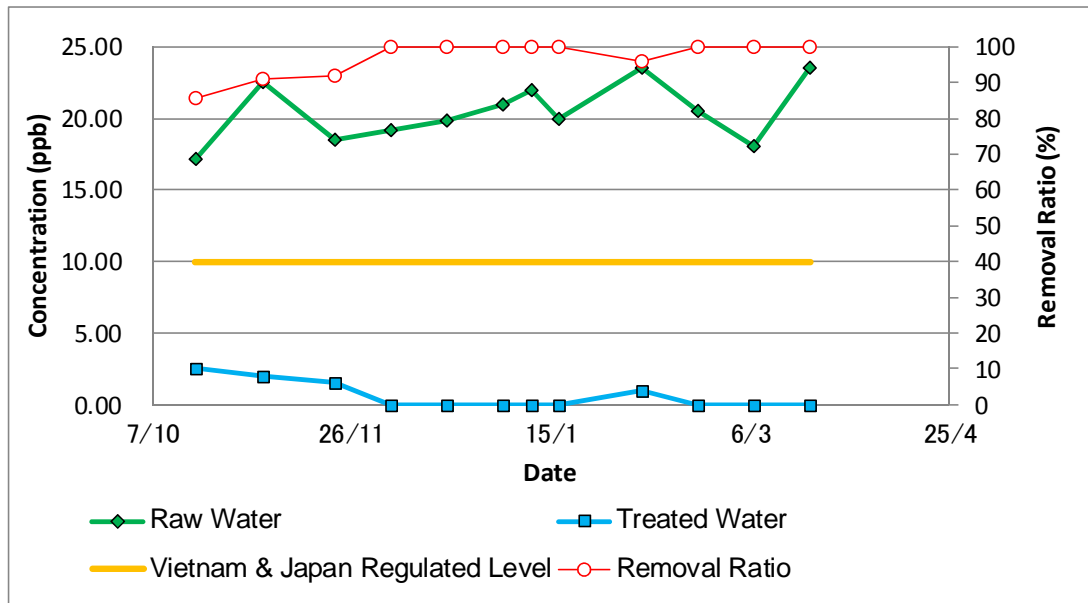
Mangan



Ammonia nitrogen (NH⁴⁺-N)



Arsenic



[Source: Prepared by JICA Study Team]

Installed CHEMILES treatment systems are expected to reduce chemical or labor costs, backwash drainage volume, and maintenance outage periods. The initial cost of CHEMILES is seemingly expensive, but it was confirmed that the principal could be got back in a several years due to the reduction of the running cost and lower repair cost of CHEMILES.

As a result of this demonstration test, the usefulness and superiority of CHEMILES were confirmed, as shown below.

- In addition to Iron, Manganese and Ammonia Nitrogen, CHEMILESS can also treat Arsenic to the almost same level satisfying Japan's water quality regulation.
- Due to disuse of chemicals and automatic operation, CHEMILE requires fewer facility managers.
- CHEMILES has a higher electricity cost than the existing facility, but reduces chemical and labor costs.
- The area required to install the CHEMILES facility is small, and redundant space can be use for another purpose.
- CHEMILESS can significantly reduce the running cost, so the initial cost can be recovered in the short to medium term.
- The maintenance works of CHEMILES is very simple and does not require special vehicles or to replace filter media. Only 5,000,000 VND (equal to 25,000 JPY) is required for maintenance works (including labor cost, consumable...).

2) Transfer of the technologies of operation, monitoring, and maintenance of CHEMILES and operation system for sustainable use of CHEMILES

CHEMILESS will be transferred to HAWACOM when this project is completed. For that reason, we carried out the instruction of the maintenance to the plant staff of Tuong Mai water treatment plant so that the maintenance of CHEMILES can be done by themselves. The handbook of CHEMILESS was already translated into Vietnamese and submitted to HAWACOM.

On-the-job training of the CHEMILESS maintenance was implemented to the plant staff of Tuong Mai water treatment plant aiming for function maintenance in April.



Photo 1 Maintenance OJT



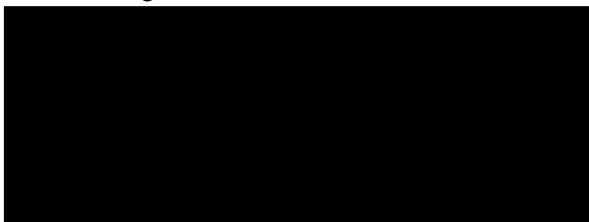
Photo 2 Nozzles washing

In addition, manager of Counterpart's technical department, water quality monitoring department, and Tuong Mai water treatment plant manager was invited to visit current operating CHEMILES system in Japan waterworks in October 2016. Through this visit, they were trained and introduced actual construction, operation and management of water treatment plant where CHEMILES was applied.



3) Dissemination plan in Hanoi and Hanoi Water Limited Company's introduction plan of CHEMILES is formulated.

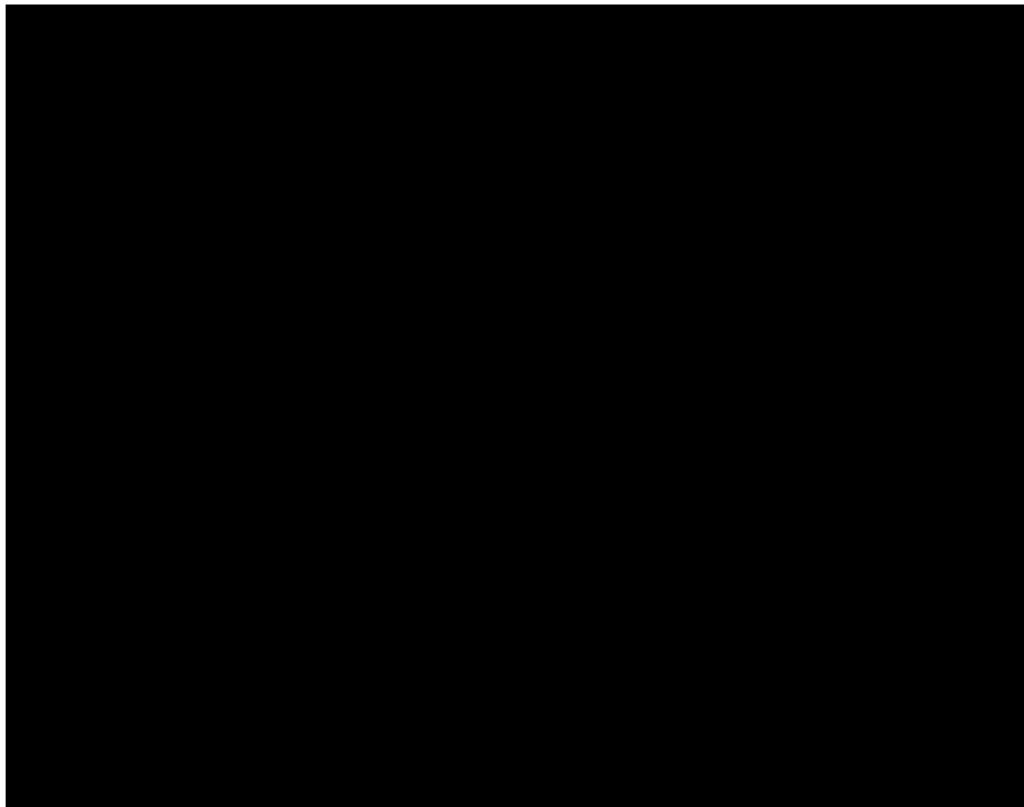
According to Hanoi City's water supply master plan (to 2030 year), Tuong Mai water treatment plant capacity will be reduced to 6,500 m³/day. In addition, at the meeting with Hanoi City People Committee in March 21, 2017, Hanoi City announced that the City is aiming to increase water supply quality so that treated water can be directly drinkable. Therefore, in order to meet with master plan as well as demand of Hanoi City, NAGAOKA proposed an additional 4,000 m³/day CHEMILES system as following (refer to Figure 2)



(2) Self-reliant and Continual Activities to be Conducted by Counterpart Organization

The staff of Tuong Mai water treatment plant will now maintain the CHEMILESS treatment system. Based on the result of maintenance during the demonstration test period, it is recommended that function maintenance should be performed every 3 to 3.5 months.

The CHEMILESS systems is supposed to treat about 10 percentage of the total treatment volume of Tuong Mai water treatment plant, and the quality of final treated water after being mixed with water treated at the existing facilities was increased comparing to its quality before adopting CHEMILESS. The Vietnamese government will now tighten its water quality regulation to meet with WHO standard (Ammonia Nitrogen 3.0 mg/L → 1.5 mg/L, etc.). Accordingly, efforts to satisfy the water quality regulation, such as addition of CHEMILESS treatment system, with the renewal of the facility, are required.



4. FUTURE PROSPECTS

(1) Impact and Effect on the Concerned Development Issues through Business

Development of the Product/Technology in the Surveyed Country

In order to contribute to the solution of the issues around increasing water demand and water quality, the project focusing on the introduction of extremely high speed

chemical-less ground water treatment system “CHEMILESS” was carried out. The following table summarizes issues, solutions, and effects.

Table 4.1 Solutions for issues in Vietnam and effects of the solutions

Issues	Solutions	Effects
1. Imminent water demand	<p>[1] Introduction and spread of CHEMILES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reduction of backwash waste* volume (*drainage occurring when a filter is cleaned during maintenance) • Reduction of installation area by fast treatment 	<p>The capacity of water supply is increased with the following effects.</p> <ul style="list-style-type: none"> • The rate of backwash drainage is reduced from 7% to 4%. • At specified footprint, due to high filtration speed, larger treatment capacity system is possible. •
2. Issues concerning water quality	<p>[1] Introduction and spread of CHEMILES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Increase of water purification capacity 	<p>The capacity of water purification is increased with the following effects.</p> <ul style="list-style-type: none"> • The values for Iron, Manganese and Ammonia are reduced to NAGAOKA’s target values (Japan standards). • CHEMILES treatment is done at some of existing facilities, which roughly satisfies Vietnamese water quality regulation values. • Arsenic that may cause health damage is removed.
3. Issues concerning operation and maintenance (O&M)	<p>[2] Technology transfer for operation and maintenance (O&M)</p> <ul style="list-style-type: none"> • System that facilitates maintenance • Proper facility operation <p>[3] Activities for acceptance of Japan’s practices</p> <ul style="list-style-type: none"> • Make the Counterpart recognize the effectiveness of CHEMILES. • Make the Counterpart get more understanding of Japan’s water supply management. 	<p>Operation and maintenance are improved with the following effects.</p> <ul style="list-style-type: none"> • CHEMILES enables automatic operation, and accordingly reduces operation and maintenance costs. • CHEMILES is introduced as a renewal of the facility, thereby enabling the reduction of a water treatment plant site. • Due to disuse of chemicals, chemicals management is not required.
⇒ [4] Contribution to the basic policy for supporting Vietnam and Japan-Vietnam joint statement		

(2) Lessons Learned and Recommendation through the Survey

Even though the new large scale water treatment plants which are being developed in Hanoi area are going to use surface water as water resource, in order to secure safe and stable water supply, groundwater resource should be continuously utilized in an effective manner, since surface water resources in Hanoi contain high level of turbidity and are effected by up-stream river running through other countries. In order to

efficiently utilize groundwater resource, an effective groundwater treatment technology is required.

As mentioned above, other water treatment plants in Hanoi do not currently satisfy the water quality regulation. Emphasizing more water quality than water quantity, Hanoi People's Committee aims to accomplish the quality of water that can be drunk from a tap in two years. The Vietnamese government is scheduled to tighten its water quality regulation (Ammonia Nitrogen 3.0 mg/L → 1.5 mg/L, etc.). Accordingly, more efforts to improve water quality are required.

Arsenic was detected in ground water at Tuong Mai water treatment plant. Even past reports indicated that ground water around Hanoi contained arsenic. So, it is considered that ground water at other water treatment plants in the city probably contains the toxic substance. Due to that chronic intake of the substance may cause health damage, immediate countermeasures, such as introduction of CHEMILESS and other system that can remove arsenic, are needed.

ATTACHMENT: OUTLINE OF THE SURVEY

SOCIALIST REPUBLIC OF VIETNAM

Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese Technologies for “CHEMILES” Technology

–Groundwater treatment system without chemical to improve water quality-

NAGAOKA International Corp., Osaka, Japan

Concerned Development Issues in Vietnam

- Hanoi and surrounding cities are currently using groundwater as a main water supply source. However, groundwater contains high level of iron, manganese, ammonia nitrogen, therefore suitable groundwater treatment technology is necessary.
- In Hanoi, government decided to increase the usage of surface water, however new surface water treatment projects are being delayed. Therefore, it is necessary to use groundwater more effectively.

Implemented Activities in Survey

- Installation of CHEMILES at Tuong Mai water treatment plant, Hanoi Water Limited Company and collecting data to verify the performance and efficiency of CHEMILES.
- Inviting HAWACO staff to Japan to observe and understand CHEMILES operation and maintenance methods.
- Conducting technical meetings and workshops to PR CHEMILES technology.

Proposed Products/Technologies



Extremely High Speed Chemical-less Groundwater Treatment System “CHEMILES”

- Remove high concentration of iron, manganese, and ammonium nitrogen
- Environmental friendly system without using chemicals due to contact oxidation and biological treatment.
- No damage on biological treatment sand layer by WP washing and stabilizes the treatment system.

Survey Overview

Name of Counterpart:
Hanoi Water Limited Company
Survey Duration:
March, 2016~ July, 2017
Survey Area:
Tuong Mai Water Treatment Plant

Impact on the Concerned Development Issues in Vietnam

- Improvement of the water quality in Tuong Mai water treatment plant.
- Utilize the existing water resource and treatment plants, and also increase the treatment ability at the same time.
- By instructing the management method, it is possible to stabilize operation and maintenance in Vietnam water project.

Outputs and Outcomes of Survey

Current situation

- CHEMILES pilot testing in Tuong Mai: Waterworks and the performance confirmation have approved.

After the project

- Install CHEMILES to other treatment plants in Hanoi to improve the water quality.
- Expand market to Ho Chi Minh area and other rural areas in Vietnam.
- Based on the project in Vietnam, we will spread our business to Laos, Cambodia, and other nearby countries.