

ベトナム国

ハイフォン・ホーチミン・クアンニン・ナムディン・
ティエンザン・フートオ各都市水道公社(全6都市)

ベトナム国

上向流式生物接触ろ過を活用した

浄水処理の普及・実証事業

業務完了報告書

平成31年2月
(2019年)

独立行政法人
国際協力機構(JICA)

株式会社 ユニ・エレクトクス

| |
|--------|
| 国内 |
| JR |
| 19-007 |

目次

| | |
|---------------------------------------|------|
| 巻頭写真 | i |
| 略語表 | vii |
| 地図 | viii |
| 図表番号 | ix |
| 案件概要 | xi |
| 要約 | xii |
| 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 | 1 |
| 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 | 2 |
| 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 | 2 |
| (2) 普及・実証を図る製品・技術の概要 | 6 |
| 2. 普及・実証事業の概要 | 12 |
| (1) 事業の目的 | 12 |
| (2) 期待される成果 | 12 |
| (3) 事業の実施方法・作業工程 | 14 |
| (4) 投入（要員、機材、事業実施国側投入、その他） | 22 |
| (5) 事業実施体制 | 23 |
| (6) 事業実施国政府機関の概要 | 24 |
| (7) 留意事項 | 26 |
| 3. 普及・実証事業の実績 | 27 |
| (1) 活動項目毎の結果 | 27 |
| (2) 事業目的の達成状況 | 82 |
| (3) 開発課題解決の観点から見た貢献 | 82 |
| (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 | 85 |
| (6) 今後の課題と対応策 | 85 |
| 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 | 86 |
| ② ビジネス展開の仕組み | 86 |
| ③ 想定されるビジネス展開の計画・スケジュール | 88 |
| (2) 想定されるリスクと対応 | 90 |
| (3) 普及・実証において検討した事業化による開発効果 | 91 |
| 5. 報告書等 | 92 |
| 添付資料 | 92 |

巻頭写真

本邦受入活動



U-BCF視察(サイゴン水道公社)
(2016年4月)



U-BCF実証実験機運転操作実習(フートオ水道公社)
(2016年10月)



水質試験実習(サイゴン水道公社)
(2016年4月)



U-BCF視察(ナムディン水道公社)
(2017年3月)



U-BCF概論講習(ハイフォンNo.2水道公社)
(2016年8月)



U-BCF実証実験機運転操作実習(ティエンザン水道公社)
(2017年6月)



U-BCF視察(フートオ水道公社)
(2016年10月)



U-BCF実証実験機運転操作実習(クアンニン水道公社)
(2017年5月)

現地業務



ホーチミン実証実験機
(2016年4月)



フートォ実証実験機
(2016年11月)



ホーチミン実証実験機
(2016年4月)



ナムディン実証実験機
(2016年11月)



ハイフォンNo. 2実証実験機
(2016年11月)



ティエンザン実証実験機
(2017年1月)



ハイフォンNo. 2実証実験機
(2016年11月)



クァンニン実証実験機
(2017年4月)

現地業務



フートオ実証実験機 据付検査
(2016年11月)



ティエンザン実証実験機 据付検査
(2017年1月)



フートオ実証実験機 据付検査
(2016年11月)



ティエンザン実証実験機 据付検査
(2017年1月)



ナムディン実証実験機 据付検査
(2016年11月)



クァンニン実証実験機 据付検査
(2017年4月)



ナムディン実証実験機 据付検査
(2016年11月)



クァンニン実証実験機 据付検査
(2017年4月)

現地業務（運転操作・維持管理 OJT, 水質分析 OJT, フォローアップ）



ハイフォン No. 2（2017 年 1 月）



ハイフォン No. 2（2017 年 9 月）



フートオ（2017 年 2 月）



フートオ（2017 年 2 月）



ナムディン（2018 年 1 月）



ナムディン（2018 年 5 月）



クアンニン（2017 年 9 月）



クアンニン（2017 年 12 月）



ティエンザン（2017 年 10 月）



ティエンザン（2018 年 4 月）

現地業務（中間報告会・評価会）



サイゴン中間報告会（2017年2月）



サイゴン評価会（2017年10月）



ハイフォンNo.2 中間報告会（2017年7月）



ハイフォンNo.2 評価会（2018年3月）



フートオ中間報告会（2017年7月）



フートオ評価会（2018年7月）



ナムディン中間報告会（2018年1月）



ナムディン評価会（2018年7月）



クァンニン中間報告会（2018年1月）



クァンニン評価会（2018年9月）

現地業務（中間報告会・評価会）



ティエンザン中間報告会（2018年3月）



ティエンザン評価会（2018年9月）

現地業務（キックオフセミナー・クロージングセミナー）



キックオフセミナー（2016年4月）



キックオフセミナー（2016年4月）



クロージングセミナー（2018年12月）

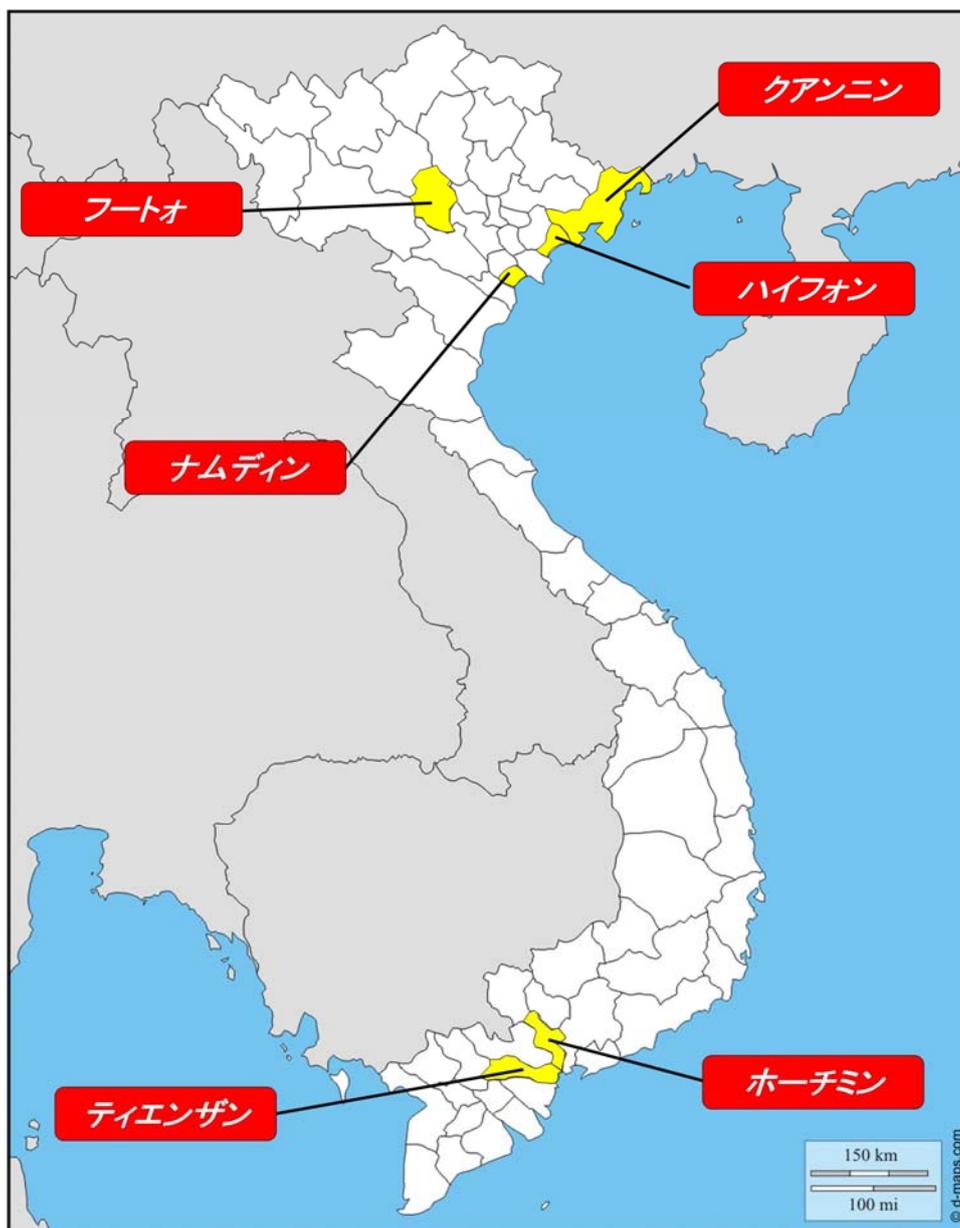


クロージングセミナー（2018年12月）

略語表

| 略語 | 正式名称 | 日本語表記 |
|--------------------|---|---------------|
| ADB | Asian Development Bank | アジア開発銀行 |
| COD | Chemical Oxygen Demand | 化学的酸素要求量 |
| C/P | Counterpart | 相手国 |
| DO | Dissolved Oxygen | 溶存酸素 |
| JBIC | Japan Bank for International Cooperation | 国際協力銀行 |
| JICA | Japan International Corporation Agency | 独立行政法人 国際協力機構 |
| JWT | Japan Advanced Water Technology Vietnam | 日越合資会社 |
| M/M | Minutes of Meeting | 協議議事録 |
| MOU | Memorandum of Understanding | 覚書 |
| NEXI | Nippon Export and Investment Insurance | 独立行政法人日本貿易保険 |
| NH ₃ -N | Ammonia Nitrogen | アンモニア態窒素 |
| ODA | Official Development Assistance | 政府開発援助 |
| OJT | On-the-job training | 実地訓練 |
| pH | Hydrogen-ion Exponent | 水素イオン指数 |
| PVC | Polyvinyl Chloride | ポリ塩化ビニル |
| SAWACO | Saigon Water Corporation One-Member Limited Company | サイゴン水道公社 |
| U-BCF | Upward Biological Contact Filtration | 上向流式生物接触ろ過 |
| VDB | Vietnam Development Bank | ベトナム開発銀行 |
| VND | Vietnamese Dong | ベトナム ドン |

地図



出典：d-maps

図表番号

| | | |
|------|------------------------------|----|
| 図 1 | ベトナム国の人口予測値 | 3 |
| 図 2 | BCF 処理施設 | 7 |
| 図 3 | U-BCF にかかるビジネス体制図（本事業当初） | 13 |
| 図 4 | 業務フローチャート | 19 |
| 図 5 | 作業工程表及び要員計画（当初計画） | 20 |
| 図 6 | 作業工程表及び要員計画（活動実績） | 21 |
| 図 7 | 要員計画表（当初計画） | 22 |
| 図 8 | 要員計画表（活動実績） | 23 |
| 図 9 | 実施体制図 | 24 |
| 図 10 | 関係機関基礎情報 | 24 |
| 図 11 | 作業工程表及び要員計画（活動実績） | 28 |
| 図 12 | 全体平面図・配置平面図 ハイフォン No. 2 水道公社 | 33 |
| 図 13 | 全体平面図・配置平面図 フートオ水道公社 | 34 |
| 図 14 | 全体平面図・配置平面図 ナムディン水道公社 | 35 |
| 図 15 | 全体平面図・配置平面図 クアンニン水道公社 | 36 |
| 図 16 | 全体平面図・配置平面図 ティエンザン水道公社 | 37 |
| 図 17 | U-BCF 実証実験装置施工要領図 | 38 |
| 図 18 | U-BCF 実証実験装置フローシート | 39 |
| 図 19 | U-BCF にかかるビジネス体制図（本事業当初） | 86 |
| | | |
| 表 1 | 水源改善を目的とした ODA 事業 | 2 |
| 表 2 | 水道料金比較 | 3 |
| 表 3 | ベトナム 11 都市基礎調査（水質測定等） | 5 |
| 表 4 | ベトナム 11 都市基礎調査（ヒアリング等） | 6 |
| 表 5 | 高度処理比較表 | 8 |
| 表 6 | その他高度浄水処理施設との試算比較 | 9 |
| 表 7 | U-BCF 実証実験装置の主な仕様 | 10 |
| 表 8 | 構成する日越企業（団体）（本事業当初） | 13 |
| 表 9 | 水質分析項目案 | 16 |
| 表 10 | 業務従事者一覧（当初計画） | 22 |
| 表 11 | 業務従事者一覧（活動実績） | 22 |
| 表 12 | 関係機関基礎情報 | 25 |
| 表 13 | 活動項目の実施結果 | 27 |
| 表 14 | 上水分野開発課題の状況 | 29 |

| | | |
|------|--|----|
| 表 15 | 浄水処理に関する基礎データ | 29 |
| 表 16 | 既存浄水場の水質データ | 30 |
| 表 17 | 現在の状況と整備計画..... | 30 |
| 表 18 | U-BCF 実証実験装置の仕様 | 38 |
| 表 19 | 本邦受入活動の実施結果 | 40 |
| 表 20 | 作業実施工程 (U-BCF 実証実験装置設置) | 52 |
| 表 21 | U-BCF 技術指導の実施結果 | 53 |
| 表 22 | 作業実施工程一覧表 (活動実績) | 53 |
| 表 23 | 水質分析項目 | 63 |
| 表 24 | モニタリング技術指導の実施結果..... | 64 |
| 表 25 | 物質除去率 | 65 |
| 表 26 | U-BCF 施設の規模・構造・設置コスト | 66 |
| 表 27 | U-BCF 施設の運転管理費[年間] (SAWACO の場合) | 66 |
| 表 28 | U-BCF 施設導入後の薬品削減費[年間] (SAWACO の場合) | 67 |
| 表 29 | U-BCF 施設の運転管理費と薬品削減費[年間]の比較 | 67 |
| 表 30 | セミナー等の実施結果..... | 68 |
| 表 31 | ハイフォン水道公社による水質分析研修..... | 75 |
| 表 32 | 本邦受入活動の実施結果 | 76 |
| 表 33 | U-BCF 導入の可能性評価..... | 79 |
| 表 34 | セミナー等の実施結果..... | 81 |
| 表 35 | U-BCF のランニングコストの実績 (北九州市の事例) | 83 |
| 表 36 | U-BCF 導入による薬品削減の実績 (北九州市提供) | 84 |
| 表 37 | 受注計画..... | 87 |
| 表 38 | 検討対象の資金調達スキーム..... | 88 |
| 表 39 | ホーチミンのスケジュール | 89 |
| 表 40 | その他 5 都市のスケジュール..... | 90 |

ベトナム社会主義
人民共和国

上向流式生物接触ろ過(U-BCF)を活用した 浄水処理手法の普及・実証事業 株式会社 ユニ・エレックス(福岡県)

ベトナム国の開発ニーズ

- ベトナムでは、急速な経済成長と都市化に伴う河川の汚染が深刻化している。河川からの取水を主とするベトナム国においては、汚染度の高い河川水を浄水する技術が求められているが、上水道供給の安全性や浄水コストに課題が生じている。
- 今後同国の生活レベル上昇や人口の増加に伴い、量・質に対するニーズは増加傾向である為、上配水道サービス向上への取り組みが重要となっている。

提案企業の技術・製品

製品・技術名
上向流式生物接触ろ過
Upward Biological Contact Filtration (U-BCF)



U-BCF実証実験機

浄水場に導入したU-BCF施設
(北九州市本城浄水場)

※U-BCFは、粒状活性炭に付着した微生物によって、原水中に含まれるアンモニア態窒素、マンガン及び有機物等を除去し、もって薬品注入量を削減するもの。上記実証実験機は、U-BCFの特徴を備えつつ、実際の給水は実施しない簡易なもの。

※ユニ・エレックス社はこの施設の中で、電気・計装設備を担当。

普及・実証事業の内容

- U-BCF実証実験装置について、調査対象6都市の浄水場に設置・稼働させ、得られた水処理データ(実験データ)等を通じてU-BCFの有効性・適用性を実証する。
- 浄水処理技術にかかる技術移転及び実証結果を踏まえた普及・活動を行い、同国内におけるU-BCF施設の事業展開を図る。

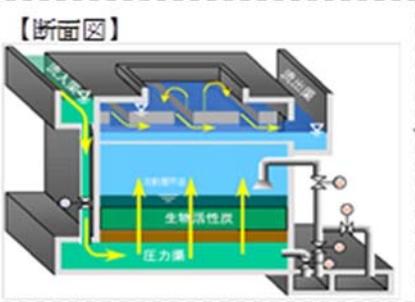
ベトナム国側に見込まれる成果

- U-BCFが本格導入された際には、通常の浄水場では処理することが困難な、アンモニア態窒素、マンガン、有機物などの汚染物質を効果的に除去することが可能となり、長期的に安全な水道水を対象区域の住民に供給できる。
- 塩素注入量を減らすことが可能となり、ランニングコストの削減につながる。

日本企業側の成果

- 北九州市水道局及びハイフオン市水道公社と連携し、ベトナムの各都市水道公社に対しU-BCF装置の営業を実施。水道公社等から受注見通しが立つ段階で、北九州海外水ビジネス推進協議会の会員企業と設立するベトナム現地法人で、整備工事の受注を図り、さらに、営業範囲の拡大を図る。
- U-BCF整備工事が発注されれば、弊社はこの中で電気・計装工事を直接的又は間接的に受注する。

要約

| | |
|--|--|
| 案件名：上向流式生物接触ろ過を活用した浄水処理手法の普及・実証事業 | |
| 1. 事業実施地 | ベトナム社会主義人民共和国 ハイフォン・ホーチミン・クアンニン・ナムディン・ティエンザン・フートオ(全6都市) |
| 2. 対象分野 | 水の浄化・水処理 |
| 3. 事業の背景 | <p>ベトナム社会主義共和国（以下、ベトナム）では、急速な経済成長に伴い都市化・工業化が進展しているものの、生活排水や工業排水処理施設等のインフラの整備が遅れており、未処理の排水による河川の汚濁が深刻化している。そのため、河川からの取水を主とする上水道では、汚濁が進んでいる河川水を浄化するための高度な技術が求められている。また、生活レベルの向上及び人口の増加に伴う水の需要量の増加、更には安全な水供給に対する国民の要望も高まっている。このような状況を踏まえ、ベトナム政府は、2009年に、新都市水道開発指針として都市人口の100%が2025年までに120L/日の安全な水を確保するとの目標値を設定する³⁾など、水道サービスの量的・質的向上への取り組みを<u>低コストで推進することが喫緊の課題</u>となっている。</p> |
| 4. 提案製品・技術の概要 | <p>「上向流式生物接触ろ過（U-BCF）」は、北九州市上下水道局が研究開発の上、特許を取得（北九州市特許技術（特許第3831055号））した技術であり、河川等で小石に付着した微生物が汚濁物質を分解する自然の浄化作用を、人工の構造物内でコンパクトに再現した高度浄水処理技術であり、生物床として粒状活性炭を採用し、上向流により原水を生物床に接触させることで高効率の生物処理を可能とする。また、U-BCFの具体的効果として、アンモニア態窒素、溶存マンガン及び有機物等が</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px dashed gray; padding: 5px;"> <p>【断面図】</p>  </div> <div>  </div> </div> <p>低減できる。</p> <p>U-BCF施設は、コンクリートもしくはステンレス製の活性炭槽、活性炭槽洗浄のためのコンプレッサー・ポンプ等の機械設備及びこれらの機械の動作を集中管理する電気・計装設備から構成されている。株式会社ユニ・エレクトクスは、U-BCF施設の中で電気・計装設備に係る関連部品を製造しており、処理施設部分は北九州上下</p> |

| | |
|------------------|--|
| | 水道局と松尾設計が技術を持つ。なお、電気・計装設備部は本施設の運転ノウハウが集積される重要な電子制御設備であり、全施設の約2割の金額を占める。 |
| 5. 事業の目的 | 対象6都市においてU-BCF実証実験装置による実証を通じて、U-BCFを付加した浄水処理方法の有効性・優位性について具体的な数値で検証されるとともに、検証結果を基に、ベトナムにおいてU-BCF施設の本格導入に向けた具体的な事業展開計画が策定される。 |
| 6. 事業の概要・期待される成果 | <p>■事業の概要</p> <p>北九州市上下水道局が、事前の原水水質調査においてアンモニア態窒素や溶存マンガンの値が高く、U-BCF導入の有効性が高いとして選定したベトナム国の6都市を対象に、U-BCF実証実験装置を設置し1年間の実証実験を行う。実験後には、その結果をC/Pに提出するとともに、その有効性が証明された都市に対し、北九州市上下水道局及びハイフォン市水道公社と連携し、本格的な施設整備の受注に向けたビジネス交渉を開始する。</p> <p>■期待される成果</p> <p>成果1. U-BCF実証実験装置による実証結果を基に、U-BCFを付加した浄水処理方法の有効性・優位性が確認される。</p> <p>成果2. C/P機関においてU-BCFを付加した浄水処理技術の理解が向上する。</p> <p>成果3. ベトナムにおけるU-BCFの事業展開計画が策定される。</p> |
| 7. 事業の基本方針／実施方法 | <p>(1) 本事業は上述のC/Pにおいて、実証実験による効果の検証(水質浄化)及び普及活動を行う。</p> <p>(2) 本事業における提案機材は、実証実験装置であり、本格導入時に浄水場で建設する資機材とは区別して検証を行う。さらに、本格導入後における効果についても、シミュレーション等により試算検証し、相手国側の理解を促進し普及活動を行う。</p> <p>詳細な活動事項は以下のとおり。</p> <p>【成果1にかかる活動：U-BCFを活用した浄水処理方法の実証活動】</p> <p>1-1. C/Pにおける上水分野開発課題を分析・整理し、対象水道公社の予算状況及び上水道普及にかかる計画について確認する。</p> <p>1-2. C/Pの浄水処理に関する基礎データ(水質、浄水場施設図面、水利用状況(世帯数や漏水状況等)、現在の課題、整備計画等)を収集し、分析する。</p> <p>1-3. 得られた基礎データを踏まえ、U-BCF実証実験装置の仕様(設置場所、付帯設備等含む)を確定する。(ホーチミン市を除く5都市分)¹⁾</p> <p>1-4. 対象水道公社の実務者に対し、U-BCF実証実験装置の運転・維持管理能力向</p> |

¹⁾ホーチミン市においては、「厚生労働省 平成25(2013)年度水道分野海外水ビジネス官民連携型案件発掘形成事業」にて2014年1月にU-BCF実証実験装置が設置済みであるため、特記仕様書にも記載のとおり、本普及・実証事業では設置(費用含む)にかかる活動は対象としない。

| | |
|-------------------|--|
| | <p>上及び水質分析能力向上のための本邦受入活動を実施する。</p> <p>1-5. ホーチミン市を除く C/P5 都市において、U-BCF 実証実験装置の製作、設置、試運転調整を行う。(U-BCF 実証実験装置の基礎工については、対象 5 都市 C/P 機関の責任によって施工する。)</p> <p>1-6. 対象 6 都市の C/P に対し、U-BCF 実証実験装置の運転・維持管理及び水質分析について必要な技術指導を行う。</p> <p>1-7. U-BCF を付加した浄水処理方法の有効性の検証に必要となる水質分析の実施方針(水質分析項目、分析頻度、モニタリング方法等)を決定する。</p> <p>1-8. 上記 1-7 の水質分析方針に基づき、対象 6 都市の C/P に対してモニタリングに必要な技術指導を行い、原水及び U-BCF 処理水について 1 年間モニタリングする。</p> <p>1-9. U-BCF 施設を本格導入する際の設置コスト、ランニングコストについて、導入前後や他の浄水手法と比較しつつ、試算する。</p> <p>1-10. 上記 1-8 モニタリング結果及び 1-9 試算結果に基づき、U-BCF を付加した浄水処理方法の有効性・優位性を評価する。</p> <p>【成果 2 にかかる活動：U-BCF を付加した浄水処理技術の普及活動】</p> <p>2-1. 対象 6C/P の水道公社幹部に対し、U-BCF の有用性・優位性及び国内での U-BCF を付加した浄水処理方法に係る理解向上のための本邦受入活動を実施する。</p> <p>2-2. モニタリング結果及び試算結果を踏まえ、対象 6 都市に対し、U-BCF 装置の本格導入に関する提言を行う。</p> <p>2-3. 上記 2-2 提言を踏まえ、ベトナム国内の他地域等も対象にしたワークショップ/セミナー等を開催し、広く U-BCF を付加した浄水処理技術について周知を図る。</p> <p>【成果 3 にかかる活動：新規市場及び販路の開拓を通じた事業展開の検討】</p> <p>3-1. 提案技術製品の開発効果及び有効性について関係者と共有するため、評価会を開催し、ベトナム国における普及展開のための受け皿づくりを行う。</p> <p>3-2. 本事業終了後のビジネスモデルの開発・検証を行い、U-BCF 本格導入に向けた具体的な事業展開について検討する。</p> |
| <p>8. 事業の実施体制</p> | <p>【官民連携】</p> <p>本普及・実証事業の C/P はベトナム国の公共水道事業体である。従って、同じ公共水道事業体であり、また、U-BCF の運転ノウハウを熟知する北九州市上下水道局との技術指導等の連携は不可欠である。既に、(株)ユニ・エレクトクスと北九州市上下水道局とで「ベトナム 6 都市の U-BCF 実証実験の実施に係る連携に関する覚書」を締結しており、共同して本普及・実証事業に対応していく体制を整えている。ま</p> |

| | |
|-----------------------------|--|
| | た、U-BCF の設計実績を有する(株)松尾設計、U-BCF の開発者を雇用する北九州ウォーターサービス及び現地のハイフォン市水道公社が (株) ユニ・エレクトクスをサポートする。 |
| 9. 相手国 政府関係機関 | <p>本普及・実証事業の対象は、①河川水質の現状把握、②実証実験を行う基礎的技術力（水質試験能力）及び③水道水質への関心の度合いの3点を総合的に判断し、また U-BCF の導入見込みの高い、次の6都市を選定した。</p> <p>【各都市の C/P】</p> <p>(1) ハイフォン No.2 水道公社 (Haiphong Number Two Water Business Joint Stock Company)、(2) クアンニン水道公社 (Quang Ninh Clean Water Joint Stock Company)、(3) ナムディン水道公社 (Nam Dinh Water Supply Company, LTD.)、(4) フートオ水道公社 (Phu Tho Water Supply Joint Stock Company)、(5) サイゴン水道公社 Saigon Water Corporation One Member Limited Liability)、(6) ティエンザン水道公社 (Tien Giang Water Supply Company, LTD)</p> |
| 10. 受益者層 (ターゲット グループ) | 各都市の水道公社職員の技術向上（本普及・実証事業）、及び U-BCF の本格導入後において、各都市の給水を受ける住民 |
| 11. 契約期間 | 2016年2月～2019年3月（3年1ヶ月） |
| 12. 契約金額 | 99,610,560 円（税込） |
| 13. 当初計画 スケジュール | <p>The Gantt chart displays the project schedule from 2016 to 2019. The years are color-coded: 2016 (pink), 2017 (green), 2018 (yellow), and 2019 (blue). The months are numbered 1 to 12 for each year. The cities are listed on the vertical axis. Key milestones are marked with yellow boxes: 'Kick off Seminar' (2016, months 3-4), 'Training in Japan' (2017, months 4-5), 'Pilot Plant Installation' (2017, months 6-7), 'Plot Study' (2017, months 8-9), 'Evaluation' (2018, months 10-11), and 'Closing Seminar' (2019, months 1-2). Grey bars represent the overall project duration for each city, which spans from early 2016 to early 2019.</p> |

| | |
|------------|--|
| Ⅱ. 提案企業の概要 | |
| 企業名 | 株式会社ユニ・エレクトクス |
| 企業所在地 | 福岡県北九州市 |
| 設立年月日 | 1990年8月30日 |
| 業種 | 電気、計装設備設計施工 |
| 主要事業・製品 | <p>■ 高圧配電盤、低圧配電盤、計装計器盤、中央操作盤、グラフィック盤、現場計器盤、分電盤等の設計・製作・据付工事</p> <p>■ 設備設計施工（電気・計装・通信・管工事）</p> <p>■ スチール製（塗装、溶融亜鉛メッキ仕上げ）、ステンレス製、アルミニウム製のケーブルダクト及びラック、架台、BOX等の設計・製作・据付工事</p> <p>■ 太陽光発電設備の施工</p> <p>■ 計装機器の販売</p> <p>※本資機材においては、電気・計装部分を担当する。</p> |
| 資本金 | 1,000万円（2016年2月時点） |
| 売上高 | 約4億円 |
| 従業員数 | 12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

ベトナムは、1986年のドイモイ政策導入以来、社会主義政策を維持したまま、市場経済への移行を進めている。1998年のアジア通貨危機の影響を受けて経済成長率は一時的に落ち込んだが、その後は回復し、2007年には堅調な内需、貿易及び対越直接投資の拡大を受けて、GDP成長率は8.5%を達成している。その一方で、高騰するインフレが課題となっている。

② 対象分野における開発課題

ベトナムでは安全な水にアクセスできる地域の割合は、都市部で99%、農村部で97%となっており(2015年)、水道に関して国連ミレニアム開発目標は既に達している。また、WHOとUnicefによる「Progress on Sanitation and Drinking Water」によると、2015年の水道普及率(Piped on premisesの割合)は都市部の61%、農村部では10%とされており、1990年との比較では、それぞれ18%、10%増加している。

上述のとおり、水道普及率は向上しているものの、急速な経済成長に伴う都市化・工業化が進展しており、生活排水や工業排水処理施設等のインフラの整備が追い付かず、未処理の排水による河川の水質汚濁が深刻化している。下水処理場は、ベトナム国内全770都市中7都市に設置された23処理場のみであり²⁾、また、工業団地の4割近くで集中排水処理施設が未整備である。処理施設が導入されている団地でも処理施設運転コスト節約のため未処理のまま排水している³⁾など、監視体制も含め汚濁への対策が十分ではなく、都市中心部のほとんどの河川、湖沼等で有機性汚染物質濃度は、ベトナム国家基準QCVN08:2008で定めた最大許容値を上回っていると報告されており⁴⁾、今後も河川の水質改善を期待できない状況にある。そのため、河川からの取水を主とする上水道では、汚濁が進んでいる河川水を浄化するための高度な技術が求められている。しかし、ベトナムでは水道料金は日本に比較すると所得に対し高額で(表2)、金融危機の影響から水道料金の引き上げを政府が禁じていることもあり³⁾、資金不足のため施設整備が進んでいない。また、生活レベルの向上及び人口の増加に伴い(図1)、水の需要量は増加する傾向にあり(2003年の一人当たりの使用量:89L/日に対し2007年は96L/日、2015年大都市部で120L/日⁵⁾、更には安全な水供給に対する国民の要望も高まっている(フエ省における「安全な水宣言」の実現を目指した横浜水道

2) ベトナム建設省社会基盤技術局 2014年

3) 水ビジネスジャーナルホームページ「水資源管理の現状」2016年

4) 環境省 HP ベトナムにおける環境汚染の現状と対策、環境対策技術ニーズ(2016年4月)

5) ベトナム国水ビジネス市場調査報告書 H27年11月(ジェトロ)ハノイ

の JICA 草の根事業⁶⁾、ホーチミン市サイゴン水道公社における 2025 年までに飲料可能な給水計画策定)。このようにベトナムでは、水道サービスの量的・質的向上への取り組みを低コストで推進することが喫緊の課題となっている。

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

上記の状況を踏まえ、ベトナム政府は、1998 年に都市部における水道事業に係る国家政策(都市数移動開発指針)を策定した。開発指針には以下の目標があげられている。

- ・ 2020 年までに全国都市部において人口 100%が一日一人当たり 120~150L の安全な水を確保する。
- ・ 財政政策を含めた上下水道セクターの改革を実施する。
- ・ 近代的技術及び設備を導入し、人材開発の体制を強化する。
- ・ 民間及びすべての経済セクターの参入を促進する。

しかしながら、策定後 10 年が経過したものの進捗が思うように見られなかったため、政府は見直しを行い、2009 年に新都市水道開発指針を策定した。それによると、2025 年までに都市人口の 100%が 120L/日の安全な水を確保、24 時間サービスを受けることが可能との目標を設定している。⁷⁾

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

ベトナムの浄水場内施設での水質改善を支援した ODA (JICA) は、現段階での実績はないが、原水(水源)の水質改善を目的とした実績は、下表の「水源改善を目的とした ODA 事業」に示すとおり、1995 年以降様々な箇所で行われている。

表 1 水源改善を目的とした ODA 事業

| 番号 | 事業名称 | ドナー | J/A 調印日 | 事業 | 資金 |
|----|-------------------------|-----|---------|--------|---------------|
| | 浄水関連 | | | | |
| 1 | ハイズオン市上水道拡充計画 | 日本 | 1995 年 | 無償資金協力 | 2,826,000 千円 |
| 2 | 北部地下開発計画(第 1 期) | 日本 | 2002 年 | 無償資金協力 | 867,000 千円 |
| 3 | 北部地下開発計画(第 2 期) | 日本 | 2003 年 | 無償資金協力 | 687,000 千円 |
| 4 | 北部地下開発計画(第 3 期) | 日本 | 2004 年 | 無償資金協力 | 502,000 千円 |
| 5 | ドンナイ省インフラ整備事業 | 日本 | 2015 年 | 有償資金協力 | 14,910,000 千円 |
| | 下水関連(水源水質改善) | | | | |
| 6 | ハノイ水環境改善事業 | 日本 | 1995 年 | 有償資金協力 | 6,406,000 千円 |
| 7 | ハノイ水環境改善事業(2) | 日本 | 1998 年 | 有償資金協力 | 12,165,000 千円 |
| 8 | 南部ビンズオン省水環境改善事業 | 日本 | 2007 年 | 有償資金協力 | 7,770,000 千円 |
| 9 | 南部ビンズオン省水環境改善事業(フェーズ 2) | 日本 | 2012 年 | 有償資金協力 | 19,961,000 千円 |

⁶⁾ Monthly JICA 2007 年 11 月号 案件名:横浜の民間技術によるベトナム国「安全な水」供給プロジェクト 期間:2013 年 12 月 1 日~2016 年 11 月 30 日

⁷⁾ 平成 21 年度水道国際貢献推進調査報告書 厚生労働省

本事業は、新たな水源開発するわけでは無く、現在使用している水源の原水の水質改善として前処理を行うものであり、且つ、処理コストの低減化も図れる。また、2015年9月の両国首脳により「日越共同ビジョン声明」が採択され、ベトナムの社会経済開発10ヵ年戦略（2011～2020）において、重点分野に挙げられたインフラ開発との整合が高いことから、ベトナム・日本での本事業の期待は高い。

表 2 水道料金比較

※月に30m³使用した場合の所得に対する水道料金の占める割合

| | カンボジア | ベトナム | 日本 |
|-------------|--------|---------|-----------|
| 年間平均所得（日本円） | 83,000 | 111,000 | 5,480,000 |
| 年間水道料金 | 8,810 | 5,331 | 52,434 |
| 割合 | 10.61% | 4.80% | 0.96% |

※カンボジア、ベトナム・・・世銀調べ

※日本・・・厚労省「国民生活基礎調査」（2011）

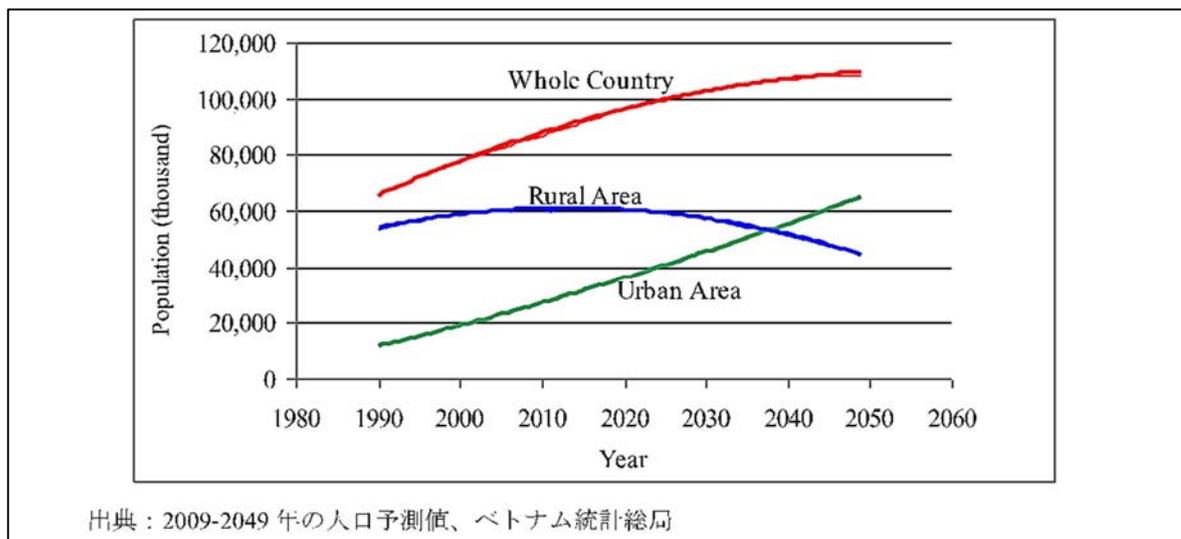


図 1 ベトナム国の人口予測値

ハイフォン市に U-BCF 技術を導入し効果が得られた。この結果を基に、U-BCF 実証実験装置を調査対象 6 都市で稼働させ、対象都市の職員が U-BCF 実証実験装置の運転・維持管理及び水質検査を行う。得られた実験データ等により U-BCF の有効性・適用性を検証するとともに、浄水処理技術に関する技術移転及び U-BCF 実証施設の普及活動を行い、ベトナム国内における U-BCF 施設の事業展開を図るものである。

【事業実施の経緯】

- 1) U-BCF にかかる経緯（従前のハイフォン市との連携）

【第1ステップ】 JICA草の根技術協力事業(平成22～24年度)

対象：ベトナム国ハイフォン市（北九と友好都市関係）
内容：北九州市上下水道局の高度処理（BCF）の実証プラントを設置。
関連する浄水技術の移転。（効果検証を含む）

1年間の実証実験の結果、BCFの有効性が確認された。

【第2ステップ】 小規模浄水場へ導入

ハイフォン市は、**自己資金**で小規模浄水場（5,000m³/日）にBCFを導入することを決定。2013年5月に着工。同年12月に竣工。

ビンバオ・完成

北九のBCFは、途上国にも輸出可能であることが証明された。

【第3ステップ】 主力浄水場へ導入

主力浄水場（10万m³/日）に、**日本の無償資金協力**でU-BCFを整備し、ベトナム国におけるU-BCFの普及に向けた広告塔とする。

アンズオン・進行中

【最終ステップ】 ベトナム各地の浄水場に導入

水道水源の水質問題を抱えるベトナム各地の浄水場にU-BCFの整備を図り、日越Win-Winの水ビジネスとして実現させる。

2) ハイフォン市での取組

北九州市上下水道局は、2010年～2012年の3年間でJICA草の根技術協力事業「有機物に対する浄水処理向上プログラム」を実施した。この事業の中で、U-BCFの実証実験をハイフォン市アンズオン浄水場で行った。その結果、アンモニア態窒素が70%～100%、溶存マンガンが60%～70%、有機物が30%～40%の除去率を示し、U-BCFの有効性を水質試験結果で確認することができた。これによりアンモニア態窒素などの除去に必要な薬品使用量の削減が期待されることが判明した。

その後、ハイフォン市水道公社は自社予算により、ビンバオ浄水場にU-BCFの整備に着手（同整備工事は2013年12月に竣工）するとともに、同様の水質問題を抱えるベトナム国の他の水道事業体に、広くこのU-BCFを普及させていくために「ベトナム国におけるU-BCF普及に向けた相互協力協定」を2013年に北九州市上下水道局と締結した。

3) 11 都市での基礎調査

これに伴い、2014 年 U-BCF 施設のベトナム国での普及に向けた取組として、北九州市上下水道局とハイフォン水道公社は、ベトナムの 11 都市を対象に水道水源の水質調査を行った。本調査対象都市と調査結果の概要は次表のとおり。なお、本調査は、各対象都市を訪問した日にオンサイト型の簡易機材により U-BCF 処理対象項目とそれに関連のある項目についての測定を行ったため、測定値はスポット的で通年の実態を示すものではない。

表 3 ベトナム 11 都市基礎調査（水質測定等） 北九州市上下水道局作成

| 都市名 | 調査日 (2014 年) | pH | DO (mg/l) | NH4-N (mg/l) | COD (mg/l) | 調査事業 |
|-------------|-----------------|-----|--------------|-----------------|---------------|--------------------|
| Ho Chi Minh | 5 月 15 日 | 6.6 | 0.5 | 0.5 | 3 | 厚労省 ^{*1} |
| Hanoi | 1 月 13 日 | 7.2 | 8 | <0.2 | 3 | JICA ^{*2} |
| Haiphong | 1 月 9 日 | 7.5 | 4 | 0.2 | 5 | 〃 |
| Quang Ninh | 1 月 11 日 | 6.2 | 9 | 0.3 | 5 | 〃 |
| Nam Dinh | 1 月 14 日 | 7.4 | 9 | 0.3 | 7 | 〃 |
| Hai Duong | 1 月 15 日 | 7.6 | 6 | <0.2 | 4 | 〃 |
| Khanh Hoa | 1 月 20 日 | 6.6 | 4 | 0.2 | 5 | 〃 |
| Binh Duong | 1 月 22 日 | 6.2 | 4 | 0.5 | 11 | 〃 |
| Tien Giang | 1 月 22 日 | 6.8 | 3 | 0.6 | 11 | 〃 |
| Vinh Phuc | 9 月 25 日 | 7.8 | 7 | 0.2 | 4 | 大使館 ^{*3} |
| Phu Tho | 9 月 26 日 | 7.8 | 8 | 0.2 | 5 | 〃 |

* □囲みは、本普及・実証事業の対象地

* Haiphong 市の対象浄水場は Haiphong No.2（再委託先の Haiphong 水道公社とは別会社）

* ※1,2,3：依頼元

4) 実証実験対象 6 都市

その結果、実証実験の対象都市は、以下の選定スクリーニングにより、4) -1～4) -3 を除外し、下表のとおり「アンモニア態窒素の年平均値が 0.3mg/L 以上」や「水質向上意欲」がみられるなど、U-BCF の導入効果と活動への積極的な協力が見込まれる、「Ho Chi Minh (ホーチミン)」、「Haiphong No2 (ハイフォン No2)」、「Quang Ninh (クァンニン)」、「Nam Dinh (ナムディン)」、「Tien Giang (ティエンザン)」及び「Phu Tho (フートォ)」の 6 都市とした。

4)-1 北九州市上下水道局が実施した基礎調査で測定したアンモニア態窒素の値、及び、2012 年に各公共水道で測定されたアンモニア態窒素の年平均値（下表に示す）の何れも 0.3mg/L 未満となる 2 都市（「Khanh Hoa」、「Vinh Phuc」）の水道原水は、U-BCF を必要とする汚濁状況には至っていないと判断し、今回の調査対象から除外した。

アンモニア態窒素の汚濁状況とは、国土交通省「今後の河川水質管理の指標に

ついて」(2009年3月)によると、河川中のアンモニア態窒素が0.3mg/Lを超える場合、その河川を利用するためには高度な処理が必要と記述されており、この数値を基準とした。

- 4)-2 「Hanoi」の公共水道は、地下水を主水源として運営されているが、年々増加する需要に対処するため、河川から取水する新浄水場を計画中であり、基礎調査における水質データは、将来取水を計画する河川水の値である。この河川は、ハノイ市街から約30km離れており取水場予定地も含め近隣は未だ開発されておらず、本測定値からもその一端がうかがえるようにほとんど汚濁が進んでいない。そのため、U-BCF等の高度処理は必要ないと判断し、今回の調査対象から除外した。
- 4)-3 北九州市上下水道局による基礎調査で実施した各都市の公共水道の管理者(General Director)との意見交換等から得られた情報によると、「Hai Duong」及び「Bin Duong」では現在の取水河川のアンモニア態窒素の値は比較的高いものの、将来は水質が良好な他水源に切り替える計画がある等の理由から、U-BCF導入の必要性が喫緊には高くないと判断し、今回の調査対象から除外した。

表4 ベトナム11都市基礎調査(ヒアリング等) 北九州市上下水道局作成

| 都市名 | NH4-N (mg/l) 2012年平均 | 水質分析能力 | | 水質向上意欲 | 対象浄水場能力 (m3/日) |
|-------------|-------------------------|--------|----|--------|-------------------|
| | | 人材 | 機材 | | |
| Ho Chi Minh | 0.33 | ○ | ○ | ◎ | 300,000 |
| Hanoi | - * | ○ | ○ | × | 建設計画中 |
| Haiphong | 0.39 | ○ | △ | ◎ | 20,000 |
| Quang Ninh | 0.48 | ○ | △ | ○ | 60,000 |
| Nam Dinh | 0.30 | △ | △ | ○ | 6,000 |
| Hai Duong | 0.45 | ○ | △ | × | 1,500 |
| Khanh Hoa | 0.17 | ○ | △ | ○ | 60,000 |
| Binh Duong | 0.34 | ○ | △ | × | 20,000 |
| Tien Giang | 0.78 | △ | △ | ◎ | 4,000 |
| Vinh Phuc | 0.20 | × | × | × | 50,000 |
| Phu Tho | 0.40 | ○ | △ | ◎ | 60,000 |

(2) 普及・実証を図る製品・技術の概要

1) 活用予定の製品・技術・名称

上向流式生物接触ろ過 (U-BCF)

2) 本格導入に関するスペック (仕様)

活性炭層に微生物を繁殖させて微生物分解を行なう接触ろ過装置である。ろ過装置全体の構造は、底部の入水部とその上部に砂利を積み上げた均等流発生層(粒径2~20mm、層厚30cm)があり、更にその上部に有効径が0.4~1.1mmの粒状活性炭を充填した活性炭層で構成されており、原水を下から上に流すため上向流式生物接触ろ過池と呼ばれている。この接触ろ過装置は、急速ろ過方式の浄水施設において、原水

の前処理装置として塩素注入設備の上流側に設置し、原水を 360m/日程度の速度で通過させるものである。(特許第 3831055 号)

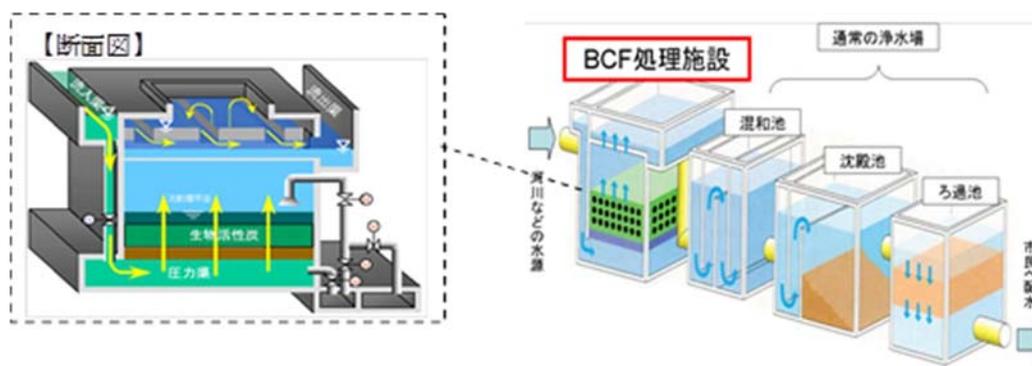


図 2 BCF 処理施設

3) 本格導入に関する製品・技術の特徴

生物処理施設は、「高度浄水施設導入ガイドライン」(1988年3月31日、日本水道協会発行、厚生省監修)において、高度浄水施設の一つとして定義(同ガイドライン p2)され、上向流式生物接触ろ過(U-BCF)も、「水道施設設計指針」(日本水道協会、2012年7月30日発行)において、生物処理設備の一つとして示されている。(同指針 p332)

上向流式生物接触ろ過(U-BCF)は、北九州市上下水道局が約11年間研究を重ねて開発した技術であり、2006年7月21日に「公共水道設備」として日本国特許庁に登録(特許第3831055号)された。また、北九州市上下水道局は、既にこのU-BCFを市内2か所の基幹浄水場(本城浄水場及び穴生浄水場)に導入し、14年間の運用実績を有している。

このU-BCFは、効率の良い生物接触を可能にするろ過材として粒状活性炭を用いており、自然の川底の小石などに付着した微生物が、汚濁物質を取り込み分解する作用を、人工の装置内でコンパクトに再現するものである。粒状活性炭は、表面が多孔質で表面積が非常に大きいことから、砂や小石などと比較して、ろ過材に生息する微生物を飛躍的に増加させることが可能となる。そのため、表5に示す従来の生物処理設備(表5内：浸漬ろ床方式、回転円盤方式)に共通する課題であった広い建設用地とそれに伴う、敷地面積や建設コストが必要ない。また、この施設により、浄水処理の過程で大量の塩素注入が必要である「アンモニア態窒素」「溶存マンガンを90%前後除去することができる。そして、ベトナムでは大半が未処理のまま排出され河川水質汚濁の主な原因となっている家庭排水中の「有機物質」も30%程度の除去が可能となる。

表 5 高度処理比較表

| | オゾン処理 | 粉末活性炭処理 | 生物処理 | | |
|-------------|--|--|--|--|---|
| | | | 浸漬ろ床方式 | 回転円板方式 | 生物接触ろ過方式 |
| 処理方法 | オゾンの強い酸化力を利用して、カビ臭や有機物を分解する。オゾンは、様々な副生成物を生成するので、日本では活性炭吸着或いは生物処理を後段に設置することが義務化されている。 | 活性炭は多孔質構造であり、その吸着特性を利用して浄化する。その形状から粉末活性炭と粒状活性炭に分けられ、処理形態によって使い分けられる。今回は粉末活性炭を想定する。 | 処理水槽中に蜂の巣状の筒の集合体（ハニコーム）を置き、その中に付着した生物膜と接触するように水を循環させて浄化する。循環の動力は、空気の吹き込みにより行う。 | 処理水槽内に約40%水が水没するように設置した円板の列をゆっくり回転させ、付着した生物膜と接触させて浄化する。溶存酸素は円板が回転することにより供給される。 | 接触槽内にろ材を充填し、下向流又は上向流で原水を通水するもので、ろ材表面に付着した生物膜と接触させて浄化する方法である。今回は上向流式を想定している。 |
| アンモニア性窒素除去率 | オゾン自体に除去性能なし | 除去出来ない | 80%以上 | 80%以上 | 80%以上 |
| 有機物 | 80% | 注入率による | 10% | 10% | 30% |
| 実証試験 | 未実施 | 未実施 | 未実施 | 未実施 | 実験済（1年間） |
| 所要面積（通水面積） | 600m ² | — | 1,500~2,000m ² | 2,000~3,000m ² | 300m ² |
| 維持管理費 | 高 | 高 | 安 | 安 | 安 |
| 導入事例 | 東京都金町浄水場 他多数 | 神奈川県広域水道 他多数 | 茨城県霞ヶ浦浄水場 長与町第一浄水場 | 中間市唐戸浄水場 | 北九州市本城浄水場 他多数 |

参考：「水道施設設計指針2012」、「高度処理施設導入ガイドラインS63年3月」
※処理量100,000m³/日を想定

4) 本格導入に関する競合他社製品と比べた比較優位性

また、表 6 に示すとおり大量な電力を必要とするオゾン処理や 1 回ごとに汚濁物質を処理するために使い捨てで使用される粉末活性炭処理等に比べ、処理を微生物が行う U-BCF は、生物処理施設に共通して、低ランニングコスト（浄水薬品注入量や電力消費量が少ない）である。なお、オゾン処理は物理的吸着能を利用する粒状活性炭と組み合わせて使用する施設であるため、処理費用はおおよそオゾン+粉末活性炭となる。

4)-1 U-BCF のコスト（ランニングコスト 0.36 円/m³、イニシャルコスト・

耐用年数 40 年換算 0.5~1.0 円/m³) は、粉末活性炭処理、オゾン処理、粒上活性炭処理といった他の高度処理に比べて極めて安価という優位性を持っている。(表 6 参照)

表 6 その他高度浄水処理施設との試算比較

| その他高度浄水処理施設との試算比較 | | | | | |
|--|-------------|-----------------------------|---------------------------------|-----------------------------|----------------|
| 1. 高度処理100,000m ³ /日を想定した場合 | | | | | |
| 処理方式 | 建設費 (億円) | 資本費用 (円/m ³) | ランニングコスト (円/m ³) | 総コスト (円/m ³) | 処理条件等 |
| 粉末活性炭処理 | 1.19 | 0.25 | 10.00 | 10.25 | 20ppm注入 |
| オゾン処理 | 10.02 | 2.08 | 2.80 | 4.88 | オゾン4ppm注入 |
| 粒状活性炭処理 | 18.58 | 3.85 | 4.93 | 8.78 | SV10、GAC、寿命90日 |
| B C F 処理 | 14.19 | 2.94 | 0.36 | 3.30 | 埴体は粒状活性炭 |

[注] 1. 日本水道協会「高度処理導入ガイドライン作成専門委員会報告書」(昭和63年度)を参考
 3. 施設の稼働率を80%と設定
 2. イニシャルコストは元金5年据え置き、23年返済、利息3.0%、均等払い

4)-2 一般的に河川を水源とする多くの浄水場では、処理方法として凝集剤等を使用して原水中の汚れを除去する急速ろ過方式を採用している。原水中の濁質は適正な凝集剤により除去が可能であるが、アンモニア態窒素や溶存マンガン等の溶解性成分は凝集剤では除去できない。そのため、通常の急速ろ過法では、塩素を添加し酸化することでこれらの溶解性成分を除去している。特に、河川ではアンモニア態窒素の濃度は変動が大きいため、その処理のためにオペレーターが繊細な注意を払って薬品量を調整し、添加作業を行う必要がある。この急速ろ過方式の前処理として生物処理である U-BCF を導入することにより、アンモニア態窒素の濃度の急変を緩和し、結果として浄水処理におけるオペレーションの安定性（容易性）が向上する。

5) 本格導入に関する国内外の販売実績

国内：北九州市本城浄水場、他 11 箇所（2013 年現在）

海外：ベトナム国ハイフォン市水道公社ビンバオ浄水場（5,000m³/日）

6) 提案事業での U-BCF 実証実験装置の設置場所

図 2 のフロー図にもあるように、U-BCF は通常の浄水処理過程の前段に設置する設備である。従って、本事業において設置する U-BCF 実証実験装置の設置場所は、浄水処理過程の最前段に設置する予定である。

7) U-BCF 実証実験装置に関する今回提案する機材の数量

本事業では2(6)にある6都市を対象に実施するが、そのうちホーチミン市（サイゴン水道公社）においては「厚生労働省 平成25(2013)年度水道分野海外水ビジネス官民連携型案件発掘形成事業」にて2014年1月にU-BCF実証実験装置を設置済であるため、本事業ではU-BCF実証実験装置の新規調達を行わないためU-BCF実証実験装置は5基となる。

また、同装置を活用した実証活動は行うが、同装置にかかる維持管理等の経費については本事業費より支弁しない。

8) 本格導入に関する製品・技術の価格

本格導入の場合の整備費（建設費等）（概算）

- ア) 小規模（1万 m³/日以下） →15,000 円/m³あたり
- イ) 中規模（1万 m³/日以上、10万 m³/日以下） →10,000 円/m³あたり
- ウ) 大規模（10万 m³/日以上） →7,500 円/m³あたり

注1：施設規模が大きくなるほどスケールメリットにより1m³あたりの整備単価が下がる。

注2：実例として

ビンバオ浄水場（5,000m³/日）：整備費約6,000万円

*ビンバオ浄水場は、ア)小規模に分類されるが、現地の状況により12,000円/m³であり、若干下振れしている。

日本単価：15,000円/m³

ベトナム単価：6,000万円 ÷ 5,000m³/日 = 12,000円/m³

9) U-BCF 実証実験装置の概要

本事業ではU-BCFの適用性を確認することを目的とし、そのU-BCF実証実験装置を設置・稼働させ、得られた実験データ等を通じてU-BCFの有効性・適用性を実証する。

・U-BCF 実証実験装置の主な仕様

表 7 U-BCF 実証実験装置の主な仕様

| 名称（型式番号） | 上向流式生物接触ろ過（U-BCF） |
|----------------|--|
| 主構造 | 透明 PVC（φ100） 下部配水装置（多孔板式） 粒状活性炭 |
| その他（製造規格、留意点等） | 空間速度 SV=10(1/h) 滞留時間 1/SV=0.1(h) 線速度 LV=15(m/h) 層厚 H=LV/SV=1.5(m) |

・U-BCF 実証実験装置の機材費（1都市あたり：契約当初見積額）（単位：円）

| | | | |
|--------------|---|-----------|-------------|
| 現地機材製造・購入費 | : | 1,347,664 | (1,347,664) |
| 現地工事費 北部（南部） | : | 383,292 | (352,579) |
| 輸送費 北部（南部） | : | 196,560 | (73,710) |
| 合計 北部（南部） | : | 1,927,516 | (1,773,953) |

・水質計器の機材費（1都市あたり：契約当初見積額）（単位：円）

| | | | |
|--------------|---|-----------|-------------|
| 水質計器 | : | 2,200,000 | (2,200,000) |
| 付加価値税（V A T） | : | 224,643 | (224,643) |
| 合計 北部（南部） | : | 2,424,643 | (2,424,643) |

2. 普及・実証事業の概要

(1) 事業の目的

対象 6 都市において U-BCF 実証実験装置による実証を通じて、U-BCF を付加した浄水処理方法の有効性・優位性について具体的な数値で検証されるとともに、検証結果を基に、ベトナムにおいて U-BCF 施設の本格導入に向けた具体的な事業展開計画が策定される。

(2) 期待される成果

成果 1. U-BCF 実証実験装置による実証結果を基に、U-BCF を付加した浄水処理方法の有効性・優位性が確認される。

成果 2. C/P 機関において U-BCF を付加した浄水処理技術の理解が向上する。

成果 3. ベトナムにおける U-BCF の事業展開計画が策定される。

成果 1. については、U-BCF 実施導入前後のランニングコストや薬品使用量の変化、水質の変化などを評価し、U-BCF を実際に導入した場合の具体的なコストが計算される。なお、日本の高度処理施設導入ガイドラインを参考に、汚濁が進んだ原水への高度処理としてオゾン-活性炭処理と比較すると、オゾン-活性炭処理は導入コストが U-BCF の 2 倍、ランニングコストは 20 倍と試算される。⁸⁾

成果 2. については、C/P が U-BCF 実証実験装置を運用管理し、水質測定をすることにより、U-BCF を付加した浄水処理技術の有効性が理解されることを想定している。

成果 3. については、本実証事業により C/P が U-BCF の効果を確認し、実施導入に向けて動くことによりベトナムにおける U-BCF の事業展開が期待される。

1) 将来的に期待される成果（ベトナム）

今回、提案する技術 U-BCF は、既にハイフォン市において、その効果が実証実験において確認（JICA 草の根技術協力事業）され、小規模浄水場（ビンバオ）に U-BCF が整備され、期待どおりの効果を発揮していることから、ベトナム国で同様の課題を抱える公共水道にとって、本技術がこのような水質問題の解決策となる可能性が高いと考えている。

2) 将来的に期待される成果（日本）

北九州市上下水道局及びハイフォン市水道公社と連携し、ベトナムの各都市水道公社に対し U-BCF 装置の営業を展開する。水道公社等から受注見通しが立つ段階で、日越合資会社（出資元は下図参照）である Japan Advanced Water Technology Vietnam（以下、「JWT」という。）で、整備工事の受注を行い、さらに、営業範囲の拡大を図る。

⁸⁾ 高度処理導入ガイドライン作成専門委員会報告書」昭和 63 年 日本水道協会)

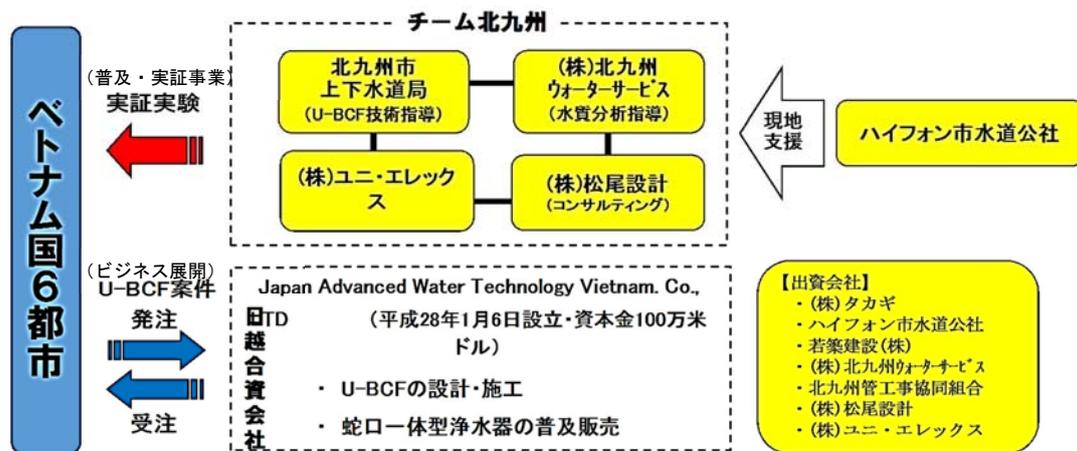


図 3 U-BCF にかかるビジネス体制図（本事業当初）

2)-1 JWT の概要

- ・ 2016年1月6日設立、資本金100万米ドル
- ・ U-BCF ビジネスでは、「民資による迅速性」を企業戦略に、①資金調達、②設計、③施工、④運転維持管理指導、⑤資金回収をパッケージにした企画提案・競争でその受注を目指す。
- ・ 浄水器ビジネスでは、水道水への「こだわり」や「快適性」を求めるベトナム国の高所得者層（在住外国人も含む。）を対象に、蛇口一体型浄水器とビル等の建築物全体の水道水質を改善する大型浄水機の普及を図る。
- ・ ベトナム国での調達ルートが確保されていない、水道分野に係る日本技術及び日本製品の輸入代理店業務も視野に入れる。
- ・ 構成する日越企業（団体）は以下のとおり。

表 8 構成する日越企業（団体）（本事業当初）

| 企業（団体）名 | 所在地 | 主たる投資目的 | 出資率 |
|----------------------|----------|-----------------|-----|
| 株式会社タカギ | 北九州市小倉南区 | 浄水器普及 | 51% |
| ハイフォン市水道公社 | ハイフォン市 | U-BCF 及び浄水器普及 | 25% |
| 若築建設株式会社 | 北九州市若松区 | U-BCF 工事 | 14% |
| 株式会社北九州 ウォーターサービス | 北九州市小倉北区 | U-BCF に係る水質分析 | 4% |
| 北九州市管工事協同組合 | 北九州市小倉北区 | U-BCF 工事への熟練工派遣 | 2% |
| 株式会社松尾設計 | 北九州市八幡東区 | U-BCF 設計 | 2% |
| 株式会社ユニ・エレクトクス | 北九州市小倉南区 | U-BCF 工事（電気工事） | 2% |

- ・ その後、営業活動を順調に進めるものの、相手国の状況変化などから、当面の事業方針の修正や収支計画の変更を余儀なくされ、結果として早期の解散が最善という意見で一致し、2018年2月8日の社員総会において、同社の解散が決議された。

(3) 事業の実施方法・作業工程

1) 成果1にかかる活動：U-BCFを活用した浄水処理方法の実証活動

1-1. C/Pにおける上水分野開発課題を分析・整理し、対象水道公社の予算状況及び上水道普及にかかる計画について確認する。

(ア) ベトナム（対象6都市）における上水分野開発課題を分析・整理しリスト化する。また、対象水道公社の財政状況及び将来計画について確認する。具体的には、チーム北九州が各都市を訪問した際に、水道公社のトップである総裁と面会し、最新の整備計画についてヒアリングし、計画に係る資料を収集する。

1-2. C/Pの浄水処理に関する基礎データ（水質、浄水場施設図面、水利用状況（世帯数や漏水状況等）、現在の課題、整備計画等）を収集し、分析する。

(イ) 目的とする基礎データが整理されていないことも考えられるため、こちらが必要とする資料及びデータをリスト化し、事前に水道公社に送付する。また、今回対象とする浄水場に在職する（出来れば英語対応が可能な）担当者を選定し、日本から基礎データの送受が行えるような体制を構築する。英語対応が困難な場合は、再委託先であるハイフォン市水道公社が連絡窓口となって対応する。

1-3. 得られた基礎データを踏まえ、U-BCF実証実験装置の仕様（設置場所、付帯設備等含む）を確定する。（ホーチミン市を除く5都市分）

(ウ) ホーチミン市を除く5都市分での仕様確定の際には、チーム北九州による現地調査を事前に実施し、図面との整合性を確認した上で仕様を決定する。

1-4. 対象水道公社の実務者に対し、U-BCF実証実験装置の運転・維持管理能力向上及び水質分析能力向上のための本邦受入活動を実施する。

(エ) 本邦受入活動の参加者は、U-BCF実証実験装置のオペレーションと水質分析ができる人材を選定する。この参加者は、帰国後は習得した知識・技術を職場内に伝達するとともに、今後の現地活動において、中心的な活動をする役割である。また、U-BCF施設を本格導入する際に裁量権をもつ各水道公社の幹部も同時に招聘し、技術の有効性を紹介する。

研修に参加した人員は帰国後、U-BCF実証実験装置のメンテナンスやデータ収集を行う。本邦受入活動は、U-BCF実証実験装置を設置する直前に6都市毎に実施する。活動期間は、各都市12日間を予定しているが、フートオ水道公社とティエンザン水道公社については、基礎的な水質分析技術習得に係る研修（8日間）を加えて20日間とする。

【第1ステップ】 国内研修の実施

対象都市の水道事業者を日本に招へいし、U-BCF設備を紹介するとともに、実証実験を協働で実施するための十分な知識を習得させる。



【第2ステップ】 現地で実証実験

各BCFの有効性を確認するため、6都市各々の対象都市において、1年間の実証実験を実施する。



1-5. ホーチミン市を除く 5 都市のカウンターパート (C/P) において、U-BCF 実証実験装置の製作、設置、試運転調整を行う。(U-BCF 実証実験装置の基礎工については、5 都市の C/P の責任によって施工する。)

(オ) U-BCF 実証実験装置の基礎工事については、対象 5 都市の C/P 機関の責任によって施工する。設置・試運転の際には、チーム北九州も現地に赴き、設置指導を行う。また、再委託先であるハイフォン市水道公社の技術者も設置に参加し、対象水道公社に対してベトナム語による技術的助言を行い、課題や助言した内容をリストアップする。



U-BCF 実証実験装置

1-6. 6 都市の C/P に対し、U-BCF 実証実験装置の運転・維持管理及び水質分析について必要な技術指導を行う。

(カ) 研修内容は、本邦受入活動で実施した研修項目についてレビューすることを基本とし、現地 OJT により実施運転・維持管理・水質分析におけるマニュアル等が整理される。

1-7. U-BCF を付加した浄水処理方法の有効性の検証に必要となる水質分析の実施方針(水質分析項目、分析頻度、モニタリング方法等)を決定する。

(キ) U-BCF を付加した浄水処理方法の有効性の検証に必要となる水質分析の実施方針(水質分析項目、分析頻度、モニタリング方法等)を決定する。分析頻度は週 1 回、モニタリング方法は、分析結果をエクセルシートに入力後 E-メールにて送受することを基本とするが、各都市との協議結果及び現地の状況等に基づき適切に対応する。モニタリングする水質分析項目は下記の通りで、一般的な河川の状況を知るための項目(水温等)及び pH、溶存酸素(DO)は、活性炭槽に付着する微生物の生息に適した環境を確認するための項目、及びアンモニア態窒素、溶存マンガ、COD は U-BCF の処理効果を確認するための項目である。濁度は活性炭槽の詰まりに影響を及ぼす可能性があるため、U-BCF 実証実験装置の運転管理に必要である。アンモニア態窒素は前述したとおり、浄水処理の際塩素要求量が高いため、日本では、国土交通省「今後の河川水質管理の指標について」(2009 年 3 月)において、河川中のアンモニア態窒素が 0.3mg/L を超える場合、その河川水を飲料水として利用するためには高度な処理が必要としている。さらにベトナム国のアンモニア態窒素の表流水の環境基準値が 0.2mg/L(国家技術基準 QCVN 08:2008/BTNMT)以下と設定されており、U-BCF を活用することによって、処理水濃度の目標値を 0.2mg/L 以下とする。

* 本実験で測定するその他の項目については、以下の理由で測定が必要と考える。

- ・ E260 : 機物質汚濁の指標項目の一つで、浄水処理過程で使用する塩素と反応し発がん性のあるトリハロメタンを生成する物質の指標とされる。COD を補完す

る項目である。

- 亜硝酸態窒素：アンモニア態窒素が酸化されて硝酸態窒素に変化する中間物質である。原水中のアンモニア態窒素、硝酸態窒素と共に含窒素化合物の挙動を知るための項目である。
- 硝酸態窒素：アンモニア態窒素は、BCF もしくは塩素処理により最終的に硝酸態窒素となる。U-BCF の処理過程の把握のために測定が必要である。
- 溶存性鉄：一般的な生物処理で除去される可能性がある(しかし、U-BCF では除去できない。) 除去性の確認のために測定する。

ベトナム国では公共用水の水質環境基準が設定されている。下表に示すのはこれらの基準値の中で A と区分されているもので、適切な処理技術によって生活用水として使用が可能な濃度と設定されている。水道の原水水質の参考として示す。

表 9 水質分析項目案

| | 水質項目 | 基準値 (ベトナム) | 基準値 (日本) |
|----|-----------------|---------------|------------------------|
| 1 | 水温 | — | — |
| 2 | pH | 6-8.5 mg/L | 6.5-8.5 mg/L |
| 3 | 溶存酸素(DO) | ≥5 mg/L | >7.5 mg/L |
| 4 | 電気伝導度 | — | — |
| 5 | 色度 | — | — |
| 6 | 濁度 | — | — |
| 7 | 化学的酸素要求量(CODcr) | 10 mg/L | <3 mg/L ^{a)} |
| 8 | E260 | — | — |
| 9 | アンモニア態窒素 | 0.2 mg/L | 0.3 mg/L ^{b)} |
| 10 | 亜硝酸態窒素 | 0.02 mg/L | |
| 11 | 硝酸態窒素 | 5 mg/L | <10 mg/L ^{c)} |
| 12 | 溶存マンガン | — | — |
| 13 | 溶存鉄 | 1 | — |

a) BOD 値で設定されている(環境省)。BOD と COD の関連性は、水質によって異なるがほぼ同程度もしくは $COD \geq BOD$ と考える。

b) 利用しやすい水質の確保のために設定されている評価レベル値(国土交通省)

c) 亜硝酸対窒素 + 硝酸態窒素として設定(環境省)

- 1-8. 上記 1-7 の水質分析方針に基づき、対象 6 都市の C/P に対してモニタリングに必要な技術指導を行い、原水及び U-BCF 処理水について 1 年間モニタリングする。
- (ク) 実施期間が長期であるため、チーム北九州による常駐は困難である。したがって、モニタリング期間中は、U-BCF 実証実験装置が導入されているハイフォン市水道公社が対象 6 都市の C/P に対して U-BCF に関する様々な情報を提供し、協議を行う。また、何らかのトラブルがあった場合は直ちにチーム北九州と連絡がとれるよう、連絡体制を構築する。大幅な技術的改善が必要な事態となった場合は、チーム北九州が現地に赴き、対象 6 都市の C/P と十分協議して、改善策を検討する。
- 1-9. U-BCF 施設を本格導入する際の設置コスト、ランニングコストについて、導入前後や他の浄水手法と比較しつつ、試算する。
- (ケ) 試算に必要な凝集剤の量と価格、他資材単価、電気代等の最新データを対象 6 都市の C/P から収集する。また、コスト試算用の電子計装装置の参考設計図を作成する。さらに、電子計装装置やその他機材・材料費・運搬費などを想定し、各都市における現地単価での建設事業費の導入コストを計算する。U-BCF 導入による薬品削減についても実証後に試算を行う。なお、設置コストの試算については、ボーリング調査や見積もり徴収等の詳細調査は行わず、簡易的な見積もりとなる。
- 1-10. 上記 1-8 モニタリング結果及び 1-9 試算結果に基づき、対象水道事業体に U-BCF を実際に導入した際の有効性・優位性を伝達する。
- (コ) 上記(ク)モニタリング結果及び(ケ)のランニングコストに基づき、U-BCF を付加した浄水処理方法の有効性・優位性を評価する。また、汚濁が進んだ河川水を原水とする浄水処理に対する競合製品の調査を行い、付加した水処理によって薬品の注入量が削減されるなどの U-BCF の優位性について検証、評価を行う。

- 2) 成果2にかかる活動：U-BCFを付加した浄水処理技術の普及活動
- 2-1. 6C/Pの水道公社幹部に対し、U-BCFの有用性・優位性及び国内でのU-BCFを付加した浄水処理方法に係る理解向上のための本邦受入活動を実施する。
- (ア) 人選にあたっては、組織内で決定権が強く、U-BCF導入の可否を決定する人民委員会への働きかけが可能な幹部職員を出来るだけ招聘し、U-BCFの有効性について十分な理解を促す。
- 2-2. モニタリング結果及び試算結果を踏まえ、6C/Pの水道事業体に対し、U-BCFの本格導入に関する提案を行う。併せて水道公社事業体を通じ人民委員会へ情報提供し、U-BCFの優位性・有効性の理解を求め導入の提案も行う。
- (イ) 評価会にて評価報告書でU-BCF装置の本格導入に関する提案を行う。併せて、水道事業体を通じ人民委員会へ情報提供し、U-BCFの優位性・有効性の理解を求め導入の提案も行う。なお、本事業の水質結果によっては、U-BCFに適さないと判断し実施しないことも考えられる。その場合は適正な処理方式について提言を行う。
- 2-3. 上記2-2提案を踏まえ、ベトナム国内の他地域等も対象にしたクロージングセミナーにおいて、広くU-BCFを付加した浄水処理技術について周知を図る。
- (ウ) 上記の提案を踏まえ、実施導入予定の水道公社と共同で他地域を対象にしたクロージングセミナーを開催し、広くU-BCFを負荷した浄水処理技術について周知を図る。
- 3) 成果3にかかる活動：新規市場及び販路の開拓を通じた事業展開の検討
- 3-1. 提案技術製品の開発効果及び有効性について関係者と共有するため、評価会を開催し、ベトナム国における普及展開のための受け皿づくりを行う。
- (ア) 新規開拓を行うため、評価会を開催し、U-BCFの優位性を理解した6都市C/Pの協力を得る。
- 3-2. 本事業終了後のビジネスモデルの開発・検証を行い、U-BCF本格導入に向けた具体的な事業展開について検討する。
- (イ) U-BCF施設を本格導入へ向けて、今後のビジネス展開の計画・スケジュール策定を行う。

4) 業務フローチャート

以下のとおり、各実証サイトの業務フローチャートを示す。

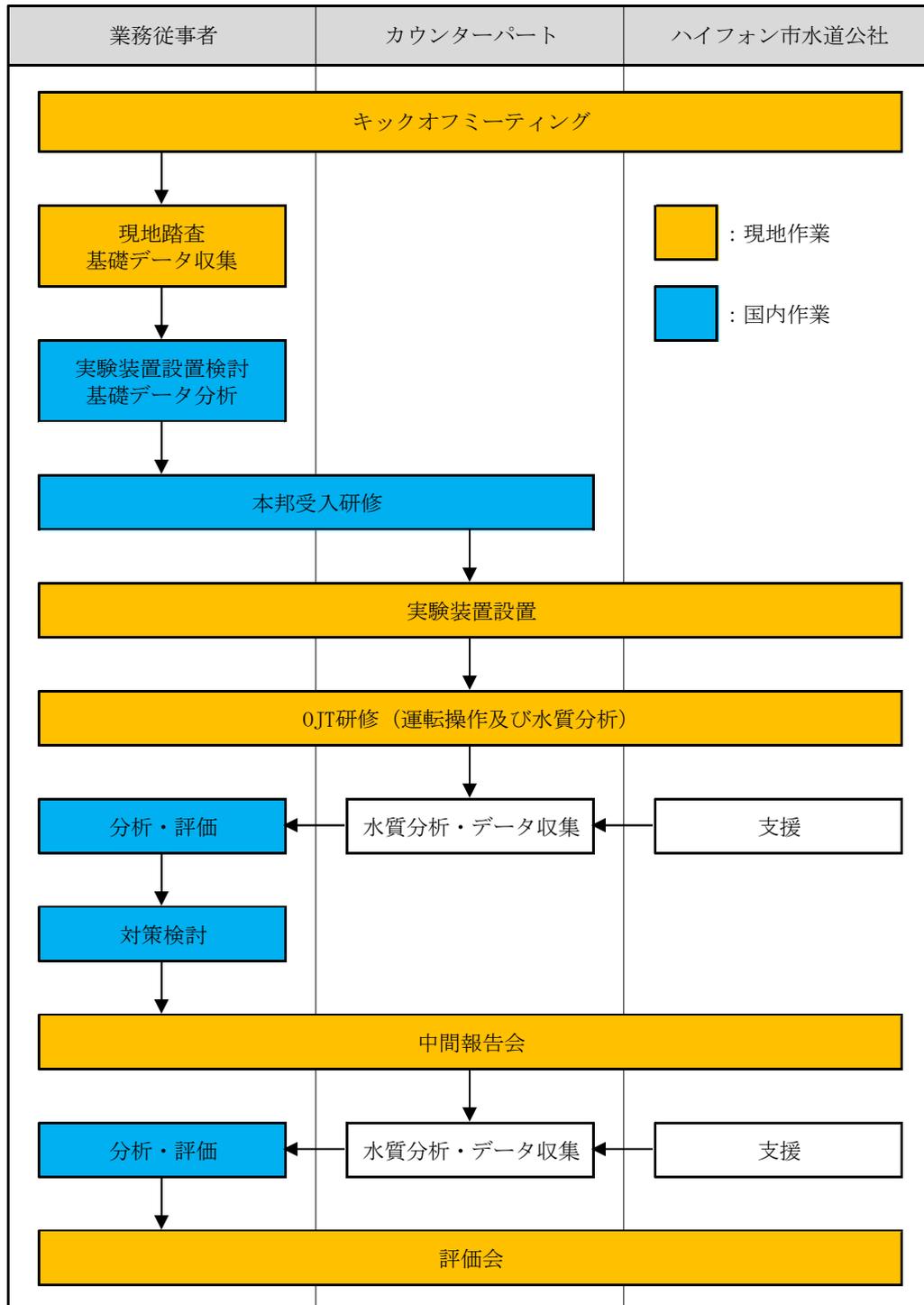


図 4 業務フローチャート

(4) 投入（要員、機材、事業実施国側投入、その他）

1) 要員計画表

以下のとおり、業務従事者一覧、要員計画を示す。

なお、職員異動や人員補強に伴い、当初の要員計画を活動実績のとおりに変更した。

表 10 業務従事者一覧(当初計画)

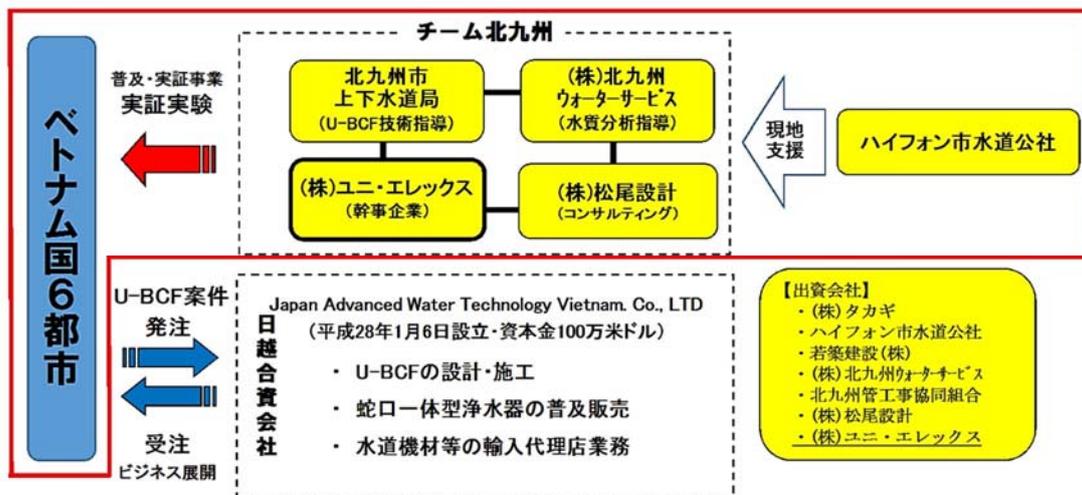
| 種別 | 氏名 | 所属 | 担当分野 |
|------|-------|--------------|------------------|
| 提案企業 | 利光晋吏 | ㈱ユニ・エレクトクス | 業務主任 |
| 外部人材 | 原口公子 | 北九州ウォーターサービス | チーフアドバイザー／水質分析 |
| | 矢山将志 | 北九州市上下水道局 | U-BCF 実証実験装置運転指導 |
| | 中野正生 | ㈱松尾設計 | 総括コンサルティング |
| | 鮎川慶一朗 | ㈱松尾設計 | 実証実験コンサルティング |

表 11 業務従事者一覧(活動実績)

| 種別 | 氏名 | 所属 | 担当分野 |
|------|--------|--------------|------------------|
| 提案企業 | 利光 晋吏 | ㈱ユニ・エレクトクス | 業務主任 |
| 外部人材 | 原口 公子 | 北九州ウォーターサービス | チーフアドバイザー／水質分析指導 |
| | 内村 豊 | | 水質分析指導 |
| | 矢山 将志 | 北九州市上下水道局 | 実験機運転指導 |
| | 林 祐輔 | | |
| | 平田 健二郎 | | |
| | 中野 正生 | ㈱松尾設計 | 総括コンサルティング |
| | 浅田 廣美 | | |
| | 鮎川 慶一朗 | | 実証実験コンサルティング |
| 岡 秀俊 | | | |

| 担当 | 氏名 | 所属 | 2016 | | | | | | | | | | | | 2017 | | | | | | | | | | 計 | | | | |
|--|--------|--------------|------|----|----|---|---|---|---|---|----|----|----|----|------|----|---|----|---|------|---|---|----|----|----|----|----|------|------|
| | | | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 現地 | 国内 | | | | |
| 業務主任 | 利光 晋吏 | ユニ・エレクトクス | | | 16 | 2 | | | | 2 | | | 2 | | 15 | 2 | | | 2 | | | 2 | | | | 21 | | | |
| チーフアドバイザー | 原口 公子 | 北九州ウォーターサービス | | | 16 | 3 | | | | 3 | | | | 15 | 3 | | | 15 | 6 | | | | | 21 | 6 | | 21 | | |
| 実験機運転指導 | 矢山 将志 | 北九州市上下水道局 | | | 16 | 6 | | | | 6 | | | | 15 | 6 | | | 15 | 6 | | | | 21 | 9 | | 21 | | | |
| 総括コンサルティング | 中野 正生 | 松尾設計 | | | 16 | | | | | 2 | | | | 2 | | | | 2 | | | | 2 | | | | 2 | | | |
| 実証実験コンサルティング | 鮎川 慶一朗 | 松尾設計 | | | 16 | | | | | 3 | | | | | 15 | 3 | | | 3 | | | | 21 | 3 | | 3 | | | |
| 担当 | 氏名 | 所属 | 2017 | | | | | | | | | | | | 2018 | | | | | 2019 | | | | | 計 | | | | |
| | | | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 現地 | 国内 | |
| 業務主任 | 利光 晋吏 | ユニ・エレクトクス | | | | | | | | | | | | | 6 | | | | | | | | | | | | | 2.27 | 0.40 |
| チーフアドバイザー | 原口 公子 | 北九州ウォーターサービス | | | | | | | | | 6 | | | | | | | 6 | | | | | | | | | | 4.17 | 0.80 |
| 実験機運転指導 | 矢山 将志 | 北九州市上下水道局 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 12 | | | | | 4.37 | 1.30 |
| 総括コンサルティング | 中野 正生 | 松尾設計 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 0.87 | 0.47 |
| 実証実験コンサルティング | 鮎川 慶一朗 | 松尾設計 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2.07 | 0.70 |
| 受注企業(人・月計) 2.27 0.40 外部人材(人・月計) 11.48 3.27 合計(人・月計) 13.75 3.67 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

図 7 要員計画表(当初計画)



※2018年2月8日 JWT 解散

図 9 実施体制図

(6) 事業実施国政府機関の概要

1) 関係機関基礎情報

相手国政府関係機関（6都市）の基礎情報を以下に示す。

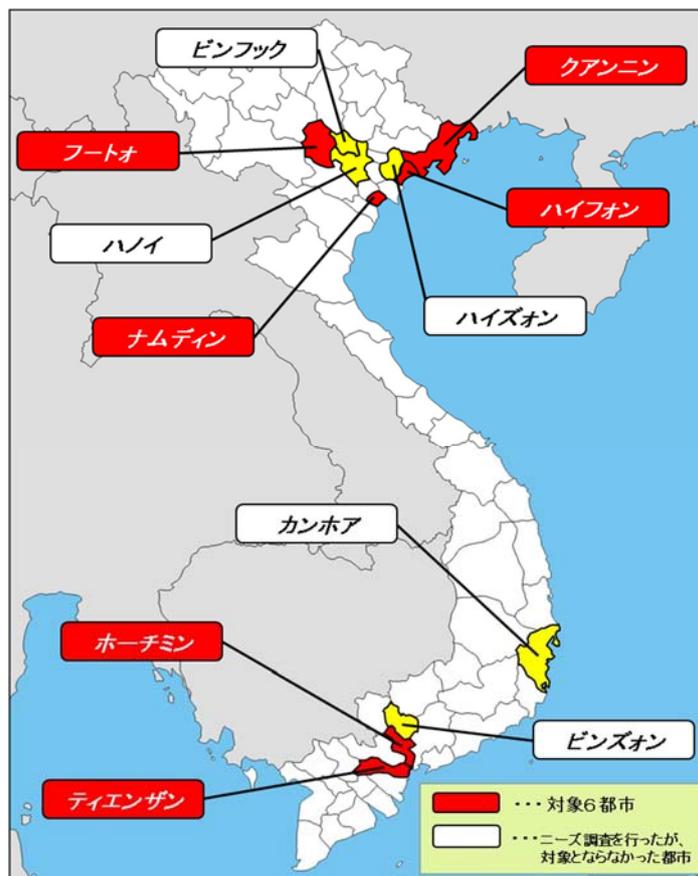


図 10 関係機関基礎情報

表 12 関係機関基礎情報

| 都市名 | 関係機関名 | 水源 | 浄水場名 | 処理量 (m ³ /日) |
|--------|----------------|------------|-------------|----------------------------|
| ホーチミン | サイゴン水道公社 | Saigon 川 | Tan Hiep | 300,000 |
| ハイフォン | ハイフォン No2 水道公社 | Vat Cach 川 | HaiPhongNo2 | 20,000 |
| フートオ | フートオ水道公社 | Lo 川 | Viet Tri | 60,000 |
| クァンニン | クァンニン水道公社 | Cao Van 湖 | Dien Vong | 60,000 |
| ナムディン | ナムディン水道公社 | Day 川 | Y Yen* | 6,000 |
| ティエンザン | ティエンザン水道公社 | Ba Ray 川 | Cai Lay | 4,000 |

※ナムディン水道公社の浄水場については、当初予定していた Vu Ban 浄水場に自社で砂ろ過方式の前処理施設を設置したため、代わりに Y Yen 浄水場で U-BCF の実証実験を行いたいとの要望を受け、実施場所を変更したものと。

2) 関係機関に期待する役割・負担事項

- 2)-1 河川水(水道原水)を U-BCF 実証実験装置へと導くためのサンプリング配管 (VP、φ20mm) 布設工事 (ポンプ設備を含む。ただし、通常では、既設の取水ポンプやラボ用サンプリングポンプの利用が可能。)
- 2)-2 U-BCF 実証実験装置設置のための基礎コンクリート工事 (1.6m×1.6m×0.3m)
- 2)-3 水質試験室及び試験機材の提供
- 2)-4 U-BCF 実証実験の運転・維持管理及び U-BCF の効果を検証するため、下表に示す水質分析を行う職員 (2 名程度技術系職員) の従事
- 2)-5 機材譲与する水質分析機の試薬及び消耗品の購入

3) 事業実施後の機材の維持管理

3)-1 U-BCF 実証実験装置

この U-BCF 実証実験装置は、1 年間の実験を想定し設計しており、材料として使用している塩ビパイプ等は劣化する可能性があることに留意が必要である。事業実施後は、引き続き実証実験に使用するものとして各公共水道公社に譲与する手続きを行うが、その後の活用・維持管理方法については、各水道公社の判断とする。

3)-2 水質測定機材

対象公共水道の担当者は、日本人専門家の指導の下、本事業で設置する機材を用い、1 年間の実証実験を行う予定である。よって、機材の使用方法及び維持管理に係る技術移転は、1 年間の実証実験中に十分に履行できると考えている。

実験完了後は、この機材はカウンターパートに譲与され、本来業務 (水道水質の品質管理) に活かされると考えている。

(7) 留意事項

1) 特記仕様書に記載した留意事項

1)-1 対象都市との調整

ア) 留意事項

本事業では 6 都市を対象にしており、円滑な事業実施のため、各都市との協議及び都市間の調整が必要である。日本国内及び対象国内双方において、十分な実施体制を確保の上、事業実施することとする。また、各対象都市の進捗等を確認するため、相手国実施機関等と協力し適切な報告・連絡・相談体制を構築することとする。

イ) 対応策

U-BCF に関する知見（特に実証実験に関する経験）を有し、U-BCF のベトナム国普及に向けた全面的なサポートが期待できるハイフォン市水道公社と協力するとともに、本邦受入研修時だけでなく、U-BCF 実証実験装置設置時、実証実験中においても外部人材（専門家）派遣を行い、綿密な報告・連絡・相談体制を構築する。

1)-2 成果 1 について（ホーチミン市の U-BCF 実証実験装置について）

ア) 留意事項

本事業では 6 都市を対象に実施するが、うちホーチミン市（サイゴン水道公社）においては、U-BCF 実証実験装置を設置済であるため、本事業では U-BCF 実証実験装置の新規調達を行わない。また、同装置を活用した実証活動は行うが、同装置にかかる維持管理等の経費については M/M 及び特記仕様書に記載のとおり、本事業費より支弁しないこととする。

イ) 対応策

ホーチミン市（サイゴン水道公社）の U-BCF 実証実験装置にかかる機材費・設置費及び維持管理等の経費については、本事業費から支出しないものとする。

1)-3 成果 3 について（U-BCF 実証実験装置の事業展開）

ア) 留意事項

本事業では、提案技術である U-BCF の適性を確認するために U-BCF 実証実験装置を導入し、実証・普及活動を行うものであり、本事業実施中、実施として浄水場に導入された U-BCF の稼働を確認できる機会は本邦受入活動のみである。従って、U-BCF 施設が無い中でも相手国関係者の U-BCF に対する理解・認識を向上する取り組みが肝要であり、対象国内での U-BCF 施設の普及を見据え、本事業実施期間より U-BCF 技術の普及展開及び U-BCF 施設の事業展開について具体的に検討することが重要である。

イ) 対応策

本邦受入研修時に加え、U-BCF に関する知見（特に実証実験に関する経験）を有し、U-BCF のベトナム国普及に向けた全面的なサポートが期待できるハイフォン市水道公社と連携し、U-BCF 実証実験装置設置時、実証実験中に、各 C/P の

U-BCFに対する理解・認識を向上する取り組みを実施する。

また、この普及・実証事業の進捗に合わせて設立したJWTが、同時進行的に営業活動を行い、具体的な浄水場におけるU-BCF整備工事の受注を目指す。併せて、水道事業体を通じ、人民委員会へ情報提供を行い、U-BCFの優位性・有効性の理解を求め、導入の提案を行う。

3. 普及・実証事業の実績

(1) 活動項目毎の結果

表 13 活動項目の実施結果

| 都市名 | 関係機関名 | 本邦受入 | 実証機設置 | 実証実験 | 分析・評価 |
|--------|--------------|--------------|------------------|--|---------------|
| ホーチミン | サイゴン水道公社 | 2016年4月上旬実施 | 設置済 (既存設備を使用) | (本事業開始以前より実施) 2016年4月下旬～ 2017年4月中旬 | 1-8～10 に記述 |
| ハイフォン | ハイフォンNo2水道公社 | 2016年8月下旬実施 | 2016年11月設置 | 2016年12月中旬～ 2017年12月上旬 (以降自主的に継続) | |
| フートオ | フートオ水道公社 | 2016年10月下旬実施 | 2016年11月設置 | 2017年2月下旬～ 2018年2月中旬 (以降自主的に継続) | |
| クアンニン | クアンニン水道公社 | 2017年5月中旬実施 | 2017年4月設置 | 2017年7月下旬～ 2018年7月中旬 (以降自主的に継続) | |
| ナムディン | ナムディン水道公社 | 2017年3月上旬実施 | 2016年11月設置 | 2017年6月下旬～ 2018年6月中旬 (以降自主的に継続) | |
| ティエンザン | ティエンザン水道公社 | 2017年6月下旬実施 | 2017年1月設置 | 2017年8月中旬～ 2018年8月上旬 (以降自主的に継続) | |

1) 成果 1 にかかる活動：U-BCF を活用した浄水処理方法の実証活動

1-1. C/P における上水分野開発課題を分析・整理し、対象水道公社の予算状況及び上水道普及にかかる計画について確認する。

本活動について、実施結果は以下のとおり。

表 14 上水分野開発課題の状況

| 都市名 | 関係機関名 | 上水分野開発課題 | 予算状況 | 上水道普及計画 |
|--------|----------------|--------------------------------------|---|---|
| ホーチミン | サイゴン水道公社 | 給水栓での黒水問題等を改善し、2025 年までに安全な水の供給を目指す。 | 2015 年決算 売上 40,951 億 VND 利益 3,195 億 VND 資金 102,416 億 VND | 2025 年までの目標 水道普及率 100% 無収水率 25%以下 (06/2012/729/QD-TTg) |
| ハイフォン | ハイフォン No2 水道公社 | 水源の水質が低下している。効果的な手法の導入が必要。 | 公認資金 420 億 VND 水道料金収入 890 億 VND/年 利益 177 億 VND/年 | 給水人口年間 1000-2000 人 増加予測 |
| フートオ | フートオ水道公社 | 乾季の水質の悪化が顕著である。 | 300 億 VND (130 万 USD) | 国内融資・海外援助による水供給の規模拡大を調査中 |
| クアンニン | クアンニン水道公社 | 水源の水量減少、水質悪化が問題である。 | 年間予算 2,000 万 USD | 建設省の安全給水導入計画を実施 (02/2012/TT-BXD) |
| ナムディン | ナムディン水道公社 | 有機物質が基準値を超過している。 | 2016 年の予想収益 2200 億 VND | 新規浄水場の基本計画中 |
| ティエンザン | ティエンザン水道公社 | 原水の水質・塩分濃度が課題である。 | 260 億 VND | 長期計画として新規浄水場の建設予定あり |

1-2. C/P の浄水処理に関する基礎データ（水質、浄水場施設図面、水利用状況（世帯数や漏水状況等）、現在の課題、整備計画等）を収集し、分析する。

本活動について、実施結果は以下のとおり。

表 15 浄水処理に関する基礎データ

| 都市名 | 関係機関名 | 水質 | 浄水場施設図面 | 水利用状況 | 現在の課題 | 整備計画 |
|-------|----------------|---------|----------------|-----------------|---------|---------|
| ホーチミン | サイゴン水道公社 | 表 16 参照 | 図面不要 (既存設備) | 約 17 万 9 千世帯に供給 | 水源の水質汚濁 | 表 17 参照 |
| ハイフォン | ハイフォン No2 水道公社 | 表 16 参照 | 図 12 参照 | 訳 2 万 4 千世帯に供給 | 水源の水質汚濁 | 表 17 参照 |
| フートオ | フートオ水道公社 | 表 16 参照 | 図 13 参照 | 約 16 万世帯に供給 | 水源の水質汚濁 | 表 17 参照 |
| クアンニン | クアンニン | 表 16 参照 | 図 15 参照 | 約 20 万 4 千 | 水源の | 表 17 参照 |

| | | | | | | |
|--------|------------|---------|---------|-----------------|---------------------|---------|
| | 水道公社 | | | 世帯に供給 | 水質汚濁 | |
| ナムディン | ナムディン水道公社 | 表 16 参照 | 図 14 参照 | 約 11 万 8 千世帯に供給 | 水源の水質汚濁 | 表 17 参照 |
| ティエンザン | ティエンザン水道公社 | 表 16 参照 | 図 16 参照 | 約 43 万世帯に供給 | 水源の水質汚濁 原水の高塩分濃度 | 表 17 参照 |

表 16 既存浄水場の水質データ

| 都市名 | 関係機関名 | 浄水場名 | 水源 | 採水地点 | 水質データ [mg/L] | | | | | | | | | | |
|--------|--------------|---------------|------------|------|--------------------|------|-------|--------|-------|-------|------|------|------|------|-------------------|
| | | | | | NH ₃ -N | | | Mn | | | COD | | | | |
| | | | | | Min | Max | Ave | Min | Max | Ave | 備考 | Min | Max | Ave | 備考 |
| ホーチミン | サイゴン水道公社 | Tan Hiep | Saigon 川 | 原水 | 0.15 | 1.12 | 0.53 | 0.08 | 0.21 | 0.14 | D-Mn | 9.7 | 21.8 | 14.4 | COD _{Mn} |
| | | | | 処理水 | <0.01 | 0.05 | <0.01 | <0.007 | 0.035 | 0.018 | | 0.9 | 1.7 | 1.3 | |
| ハイフォン | ハイフォンNo2水道公社 | Hai Phong No2 | Vat Cach 川 | 原水 | 0.06 | 1.48 | 0.24 | 0.037 | 0.365 | 0.122 | T-Mn | 0.11 | 3.96 | 2.01 | COD _{Mn} |
| | | | | 処理水 | <0.01 | 0.34 | 0.10 | 0.01 | 0.15 | 0.04 | | 0.76 | 2.62 | 1.52 | |
| フートオ | フートオ水道公社 | Viet Tri | Lo 川 | 原水 | 0.03 | 0.16 | 0.06 | 0.006 | 0.018 | 0.008 | D-Mn | 1.8 | 5.2 | 3.2 | COD _{Cr} |
| | | | | 処理水 | 0.01 | 0.03 | 0.02 | 0.004 | 0.008 | 0.005 | | 0.8 | 1.3 | 1.0 | |
| クアンニン | クアンニン水道公社 | Dien Vong | Cao Van 湖 | 原水 | 0.15 | 0.26 | 0.21 | 0.17 | 0.62 | 0.26 | T-Mn | 0.85 | 1.96 | 1.03 | COD _{Mn} |
| | | | | 処理水 | 0.15 | 0.25 | 0.20 | 0.08 | 0.22 | 0.16 | | 0.77 | 1.25 | 0.86 | |
| ナムディン | ナムディン水道公社 | Y-Yen | Day 川 | 原水 | <0.01 | 1.37 | 0.68 | <0.007 | 1.198 | 0.599 | D-Mn | 6.4 | 23.5 | 14.9 | COD _{Mn} |
| | | | | 処理水 | <0.01 | 0.32 | 0.16 | <0.007 | 0.415 | 0.138 | | 2.8 | 14.4 | 14.4 | |
| ティエンザン | ティエンザン水道公社 | Cai Lay | Ba Ray 川 | 原水 | 0.13 | 1.53 | 0.42 | 0.06 | 0.46 | 0.20 | T-Mn | 2.4 | 11.2 | 6.0 | COD _{Mn} |
| | | | | 処理水 | 0.01 | 0.04 | 0.02 | 0.004 | 0.20 | 0.01 | | 0.8 | 9.7 | 1.9 | |

表 17 現在の状況と整備計画

| 関係機関名 | 現在の状況と整備計画 |
|----------|---|
| サイゴン水道公社 | <p>【水利用状況】ホーチミン市の全 24 地域のうち 23 地域に給水している。給水率は 89.96%。漏水率：27.83% (2016 年)</p> <p>【現在の課題】ベトナム政府の政策に従い 2025 年までに市外部への安全な水の供給を目指す。特に、Tan Hiep 浄水場の水源であるサイゴン川は、流域の農業化や工業化に伴う排水により、水源のマンガン濃度が高く給水栓での黒水問題にも直面している等、今後、安全な水の供給が困難であると危惧している。</p> <p>【整備計画】ホーチミン市水道マスタープラン 2025 (Decision No. 729/QD-TTg) によると新たな浄水場として、Thu Duc4 (30 万 m³/日、2018 年以降)、Thu Duc5 (50 万 m³/日、2024 年)、Tan Hiep3 (30 万 m³/日、2020 年) Ken Dong2 (15 万 m³/日、2024 年)、2025 年に 25 万 m³/日に増強が計画に上がっている。⁶⁾ その内、Tan Hiep 浄水場では 2017 年拡張分 30 万 m³/日の施設が建設され稼働中である。</p> |

⁶⁾ JETRO ASEAN 水関連計画 市場動向調査 2017 年 3 月
www.jetro.go.jp/ext.../02/.../201701rp-aseanwse.pdf

| | |
|---------------------------|---|
| <p>ハイフォン No2 水道公社</p> | <p>【水利用状況】2017年8月現在で給水人口は23,570人 年間1,000-2,000の増加を予測している。</p> <p>【現在の課題】水質は常に保健省の基準を満たしているが、水源である河川水の水質は処理が困難な不安定なものである。</p> <p>【整備計画】給水人口の増加予測による浄水場拡張計画。</p> |
| <p>フートオ 水道公社</p> | <p>【水利用状況】給水人口：16万人、Viet Tri 浄水場は4万8000人</p> <p>【現在の課題】乾季における原水の有機物が高く、これは、河川に未処理で排水されているNH₃、有機物質、窒素化合物が原因となっている。安全で清浄な水を供給するために廉価な高度浄水処理方法を検討しており、U-BCFはその目的に適していると考えている。</p> <p>【整備計画】安全な水への需要が高まり、既存の浄水場において処理量の増加を計画している。さらにThanh Ba、Thanh Son、Ha Hoa 地域に新規浄水場の設置を計画しており、将来フートオ州の全域に給水を行い、早い時期に給水率を95%まで引き上げる計画である。また、Viet Tri 市に韓国政府の韓国輸出入銀行の融資により下水の集水・水処理システムを導入プロジェクトも進行中である。</p> |
| <p>クァンニン 水道公社</p> | <p>【水利用状況】2016年5月31日付の給水人口・代理店(Agency)の数は204,310世帯</p> <p>代理店(Agency)：3,937世帯 個人：200,373世帯 都市地域の給水人口合計は733,212人となっている。</p> <p>都市域の上水普及率は93.03%、漏水率は18.49%</p> <p>【現在の課題】水需要が増す中で水源水質の汚濁、流量の減少、水利用の拡大などの問題に直面している。</p> <p>【整備計画】建設省の安全給水導入計画(循環番号08/2012/TT-BXD)に従っている。</p> <p>浄水場の拡大のため以下のようなプロジェクトに取り組んでいる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・9,000m³/日浄水場の建設。フェーズI：Khe Che 貯水池使用 3,000m³/日 ・6,000m³/日浄水場の建設。Ben Chau 貯水池使用 近隣Mao Khe に給水 |
| <p>ナムディン 水道公社</p> | <p>【水利用状況】ナムディン市とその周辺地区の給水人口は118,200人で、そのうちY Yen 浄水場の給水人口は13,000人である。給水地域内の普及率は、100%、漏水率は、24.5%</p> <p>【現在の課題】有機物指標(COD_{Mn})が上水の基準値(<2mg/l)を超過している。Y Yen 浄水場が全体の給水量の21%を占めていること。(Y Yen Factory is 21%)</p> <p>【整備計画】損失防止対策を重点的に実施している。(Focus on the prevention of losses)</p> |
| <p>ティエンザン 水道公社</p> | <p>【水利用状況】給水人口は、427,845人、普及率は70%、漏水率は19%である。</p> <p>【現在の課題】原水の水質悪化が最大の課題であり、塩分濃度も高い。硬度、有機物質や砒素などが高く、pHが低いため凝集剤のみでの処理が難しい。</p> |

| | |
|--|---|
| | <p>【整備計画】 原水の水質を改善するための経験・知識のある提携団体からのアドバイスを伺いたい。（Invitation from experienced partner to improve quality of raw water.）</p> |
|--|---|

【浄水場施設図面】

ハイフォン No.2 水道公社

ハイフォン No.2 水道公社においては浄水場施設図面を取得し、協議を行い、
下図に示す場所に U-BCF 実証実験装置を設置し、2016 年 11 月に据付検査を完了
した。

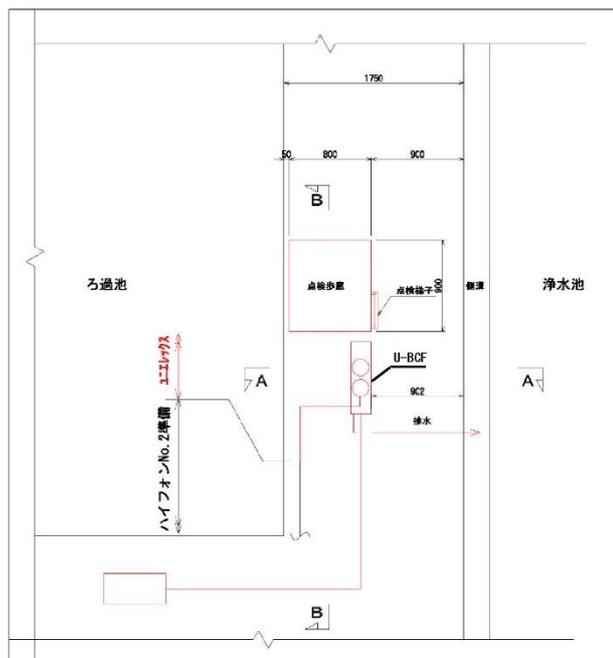
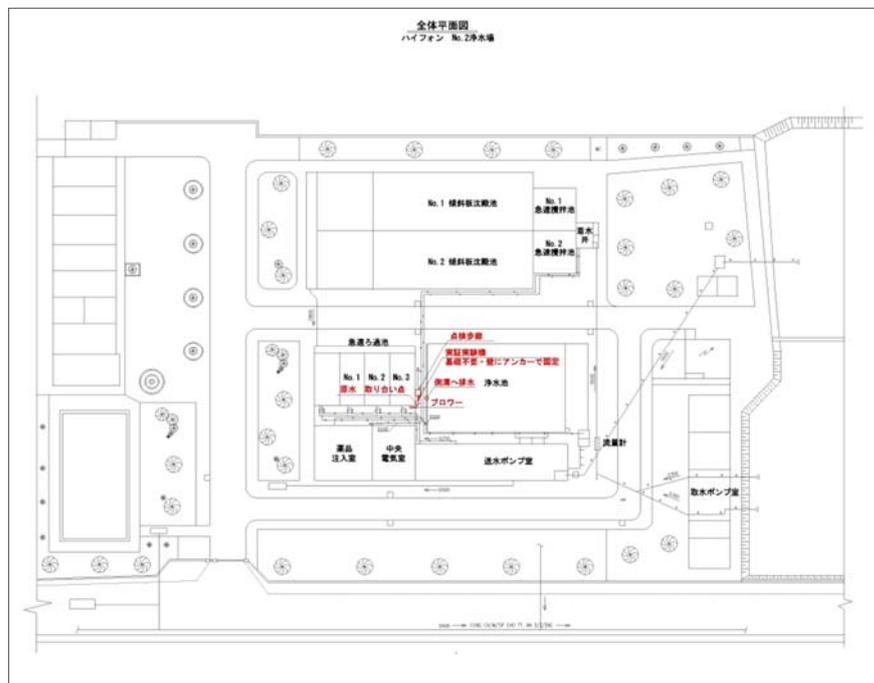


図 12 全体平面図・配置平面図 ハイフォン No. 2 水道公社

フートオ水道公社

フートオ水道公社については浄水場施設図面を取得し、協議後、下図に示す場所に U-BCF 実証実験装置を設置し 2016 年 11 月に据付検査を完了した。

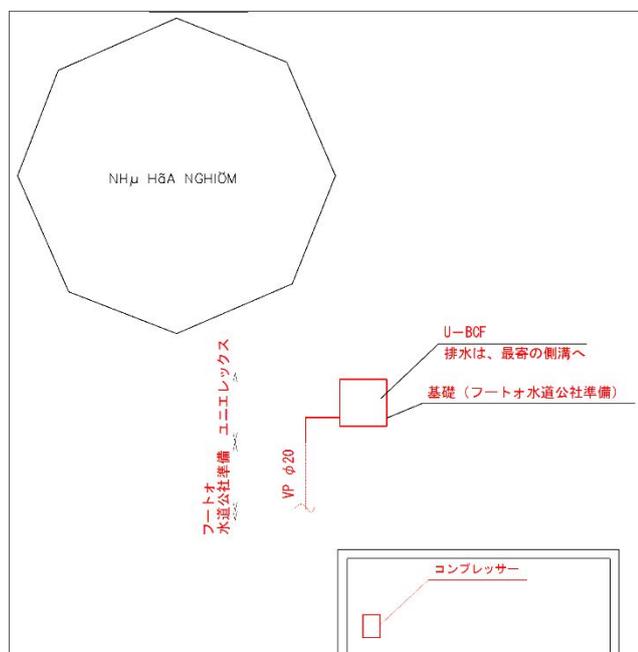
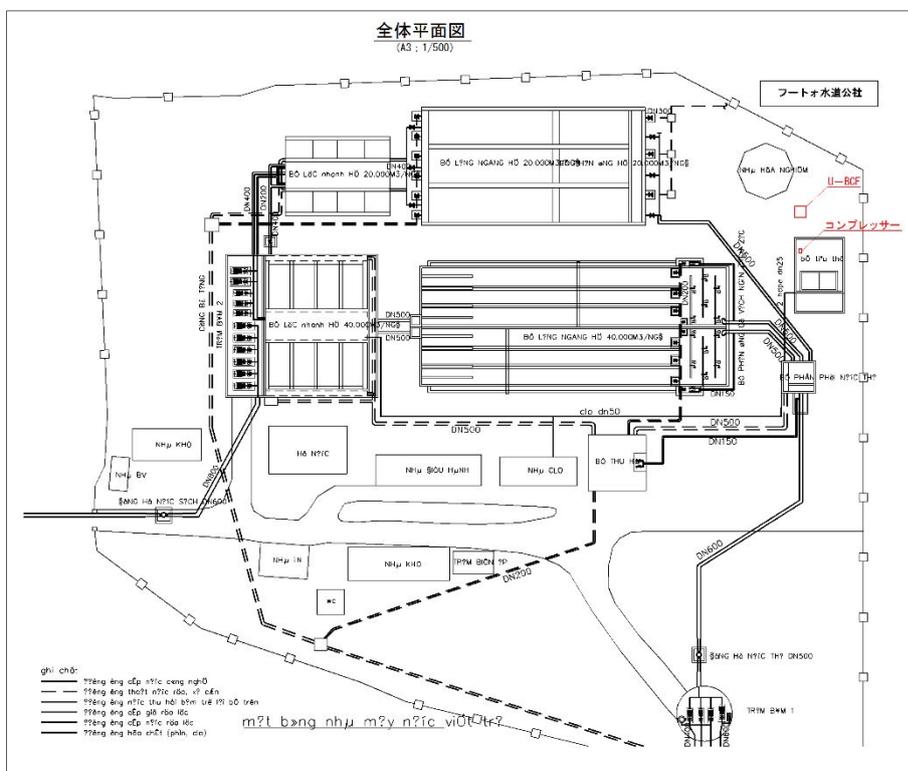


図 13 全体平面図・配置平面図 フートオ水道公社

ナムディン水道公社

ナムディン水道公社においては浄水場施設図面を取得し、実証実験場所の設置位置について協議を行い、下図の場所に設置し、2016年11月に据付検査を完了した。※ナムディン水道公社の意向により Vu Ban 浄水場から Y Yen 浄水場に変更した。

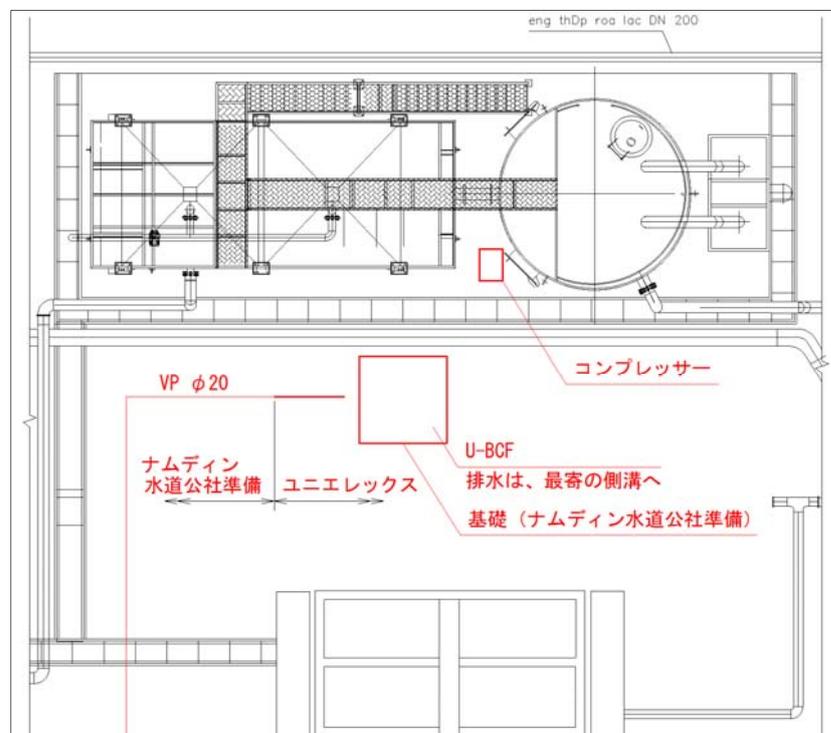
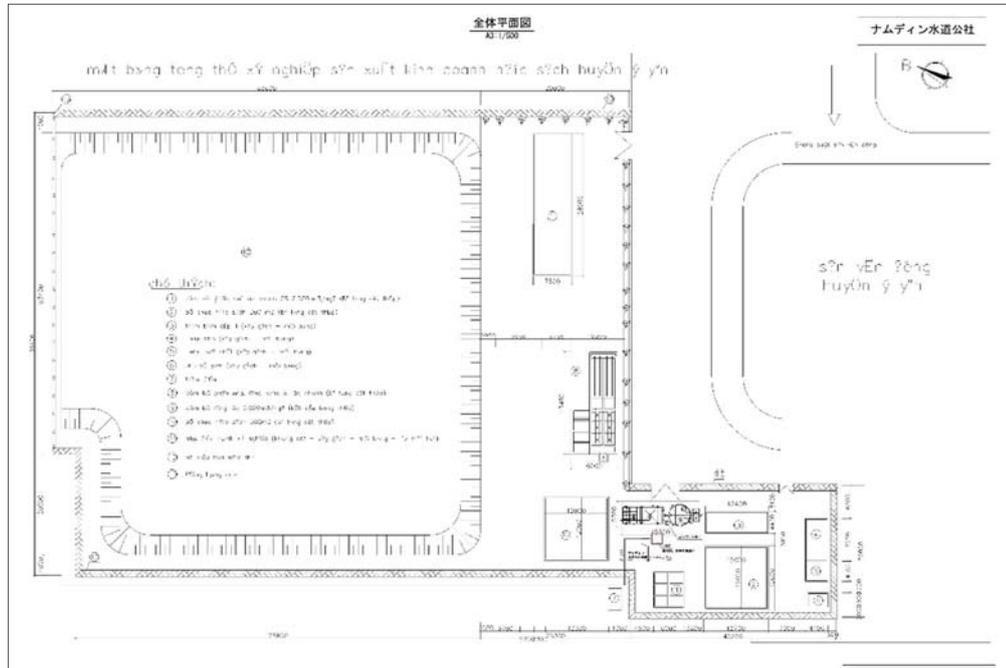


図 14 全体平面図・配置平面図 ナムディン水道公社

クアンニン水道公社

クアンニン水道公社においては浄水場施設図面を取得し、実証実験場所の設置位置について協議を行い、2017年4月に据付検査を完了した。

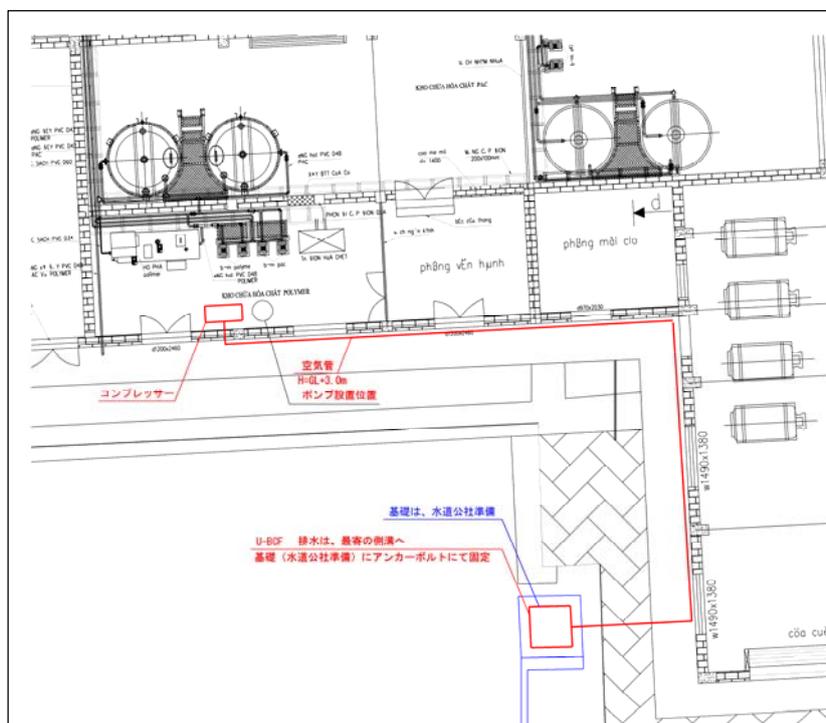
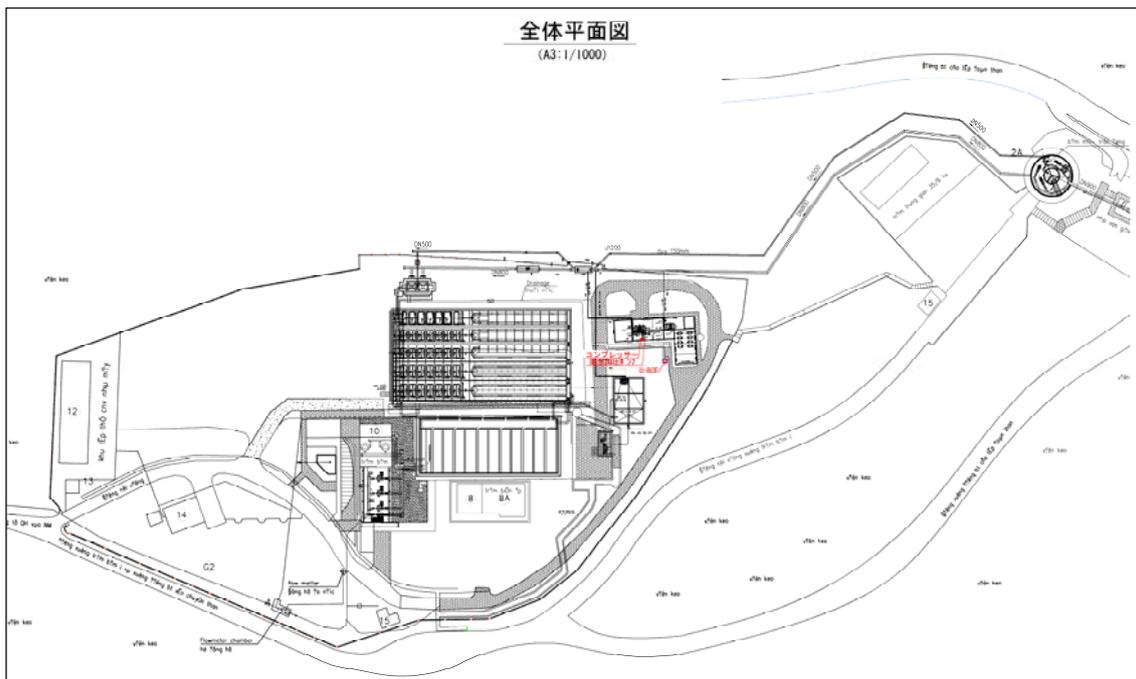


図 15 全体平面図・配置平面図 クアンニン水道公社

ティエンザン水道公社

ティエンザン水道公社においては、浄水場施設図面を取得し、実証実験場所の設置位置について協議を行い、2017年1月に据付を完了した。

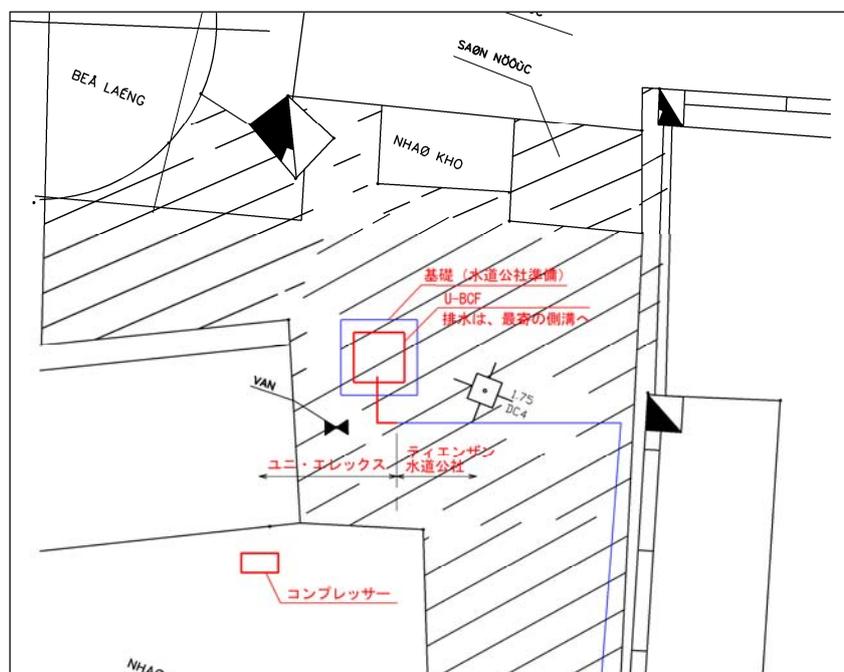
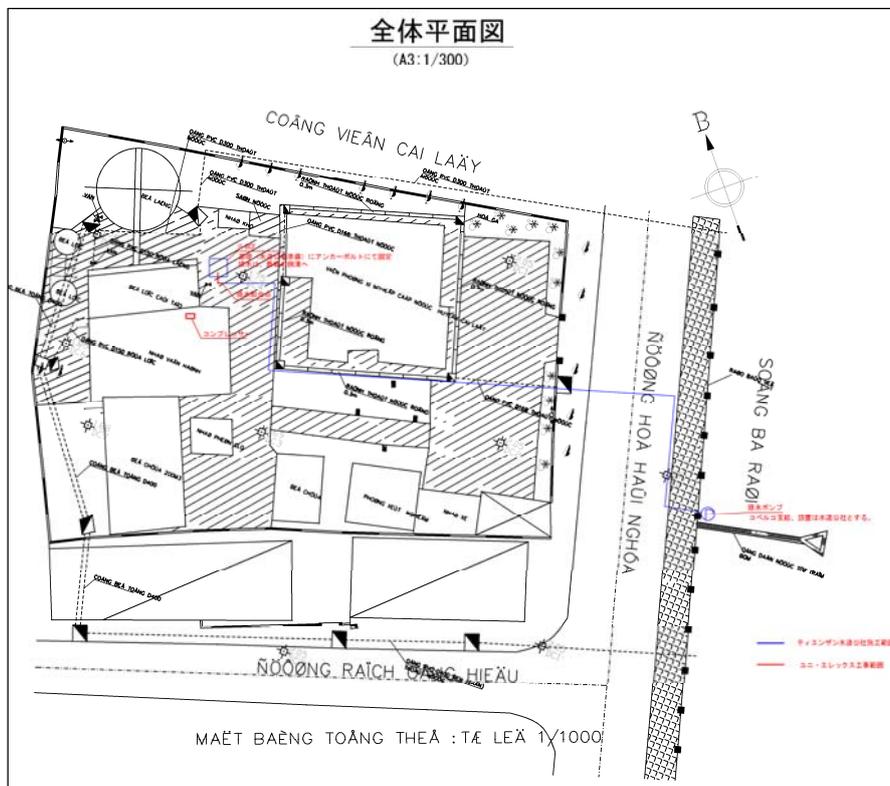


図 16 全体平面図・配置平面図 ティエンザン水道公社

1.3. 得られた基礎データを踏まえ、U-BCF 実証実験装置の仕様（設置場所、付帯設備等含む）を確定する。（ホーチミン市を除く 5 都市分）。

本活動について、仕様・施工要領を以下に示す。

表 18 U-BCF 実証実験装置の仕様

| 都市名 | 関係機関名 | U-BCF 仕様 | 設置場所 | 付帯設備 |
|--------|----------------|----------|-------------|-------|
| ハイフォン | ハイフォン No2 水道公社 | 決定済み | HaiPhongNo2 | C |
| クアンニン | クアンニン水道公社 | 決定済み | DienVong | C |
| ナムディン | ナムディン水道公社 | 決定済み | Y-Yen | C P A |
| ティエンザン | ティエンザン水道公社 | 決定済み | CaiLay | C A |
| フートオ | フートオ水道公社 | 決定済み | VietTri | C |

C:コンプレッサー P:原水ポンプ A:曝気槽

U-BCF 仕様・設置場所については、表 3 により各都市の基礎調査及び既存の浄水場設備の状況を踏まえて決定した。なお U-BCF 実証実験装置の据付・検査については、下図の施工要領に基づきハイフォン No.2 水道公社、フートオ水道公社、ナムディン水道公社が 2016 年 12 月の時点で完了した。またティエンザン水道公社は 2017 年 1 月、クアンニン水道公社は 2017 年 3 月に完了した。

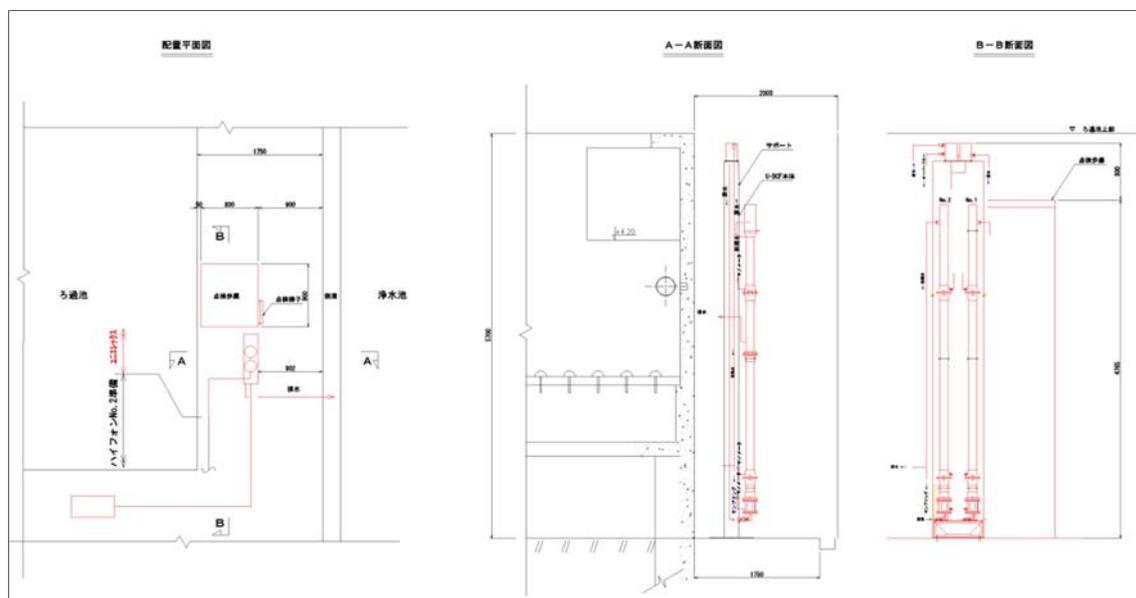


図 17 U-BCF 実証実験装置施工要領図

なお参考として、U-BCF 実証実験装置フローシートを以下に示す。

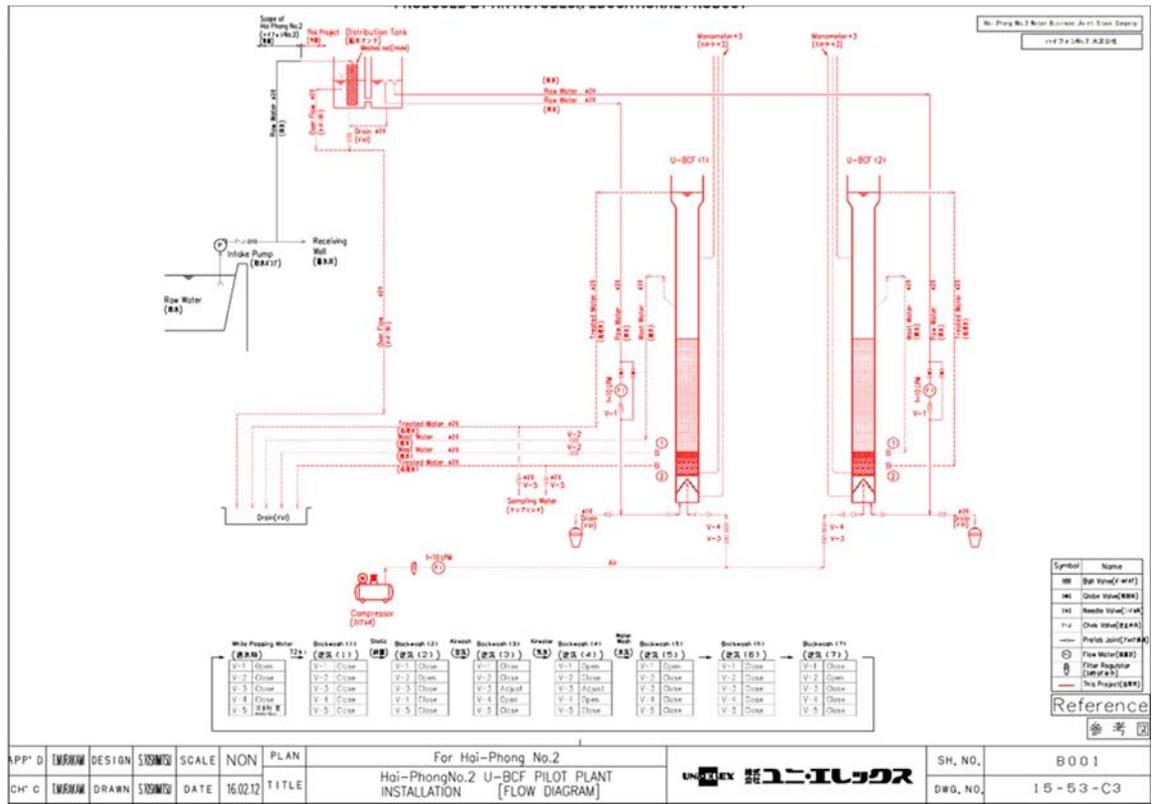


図 18 U-BCF 実証実験装置フローシート

1-4. 対象水道公社の実務者に対し、U-BCF 実証実験装置の運転・維持管理能力向上及び水質分析能力向上のための本邦受入活動を実施する。

本活動について、実施結果は以下のとおり。

表 19 本邦受入活動の実施結果

| 都市名 | 関係機関名 | 本邦受入活動 | 日程 |
|--------|--------------|--------------|------|
| ホーチミン | サイゴン水道公社 | 2016年4月上旬実施 | 14日間 |
| ハイフォン | ハイフォンNo2水道公社 | 2016年8月下旬実施 | 14日間 |
| フートオ | フートオ水道公社 | 2016年10月下旬実施 | 18日間 |
| クァンニン | クァンニン水道公社 | 2017年5月中旬実施 | 15日間 |
| ナムディン | ナムディン水道公社 | 2017年3月上旬実施 | 16日間 |
| ティエンザン | ティエンザン水道公社 | 2017年6月下旬実施 | 16日間 |

(1) サイゴン水道公社本邦受入研修

1) 被招聘者 (5名)

幹部職員：副総裁 (Vice General Director)

タンヒエップ浄水場 副所長 (Vice Director)

実務職員：タンヒエップ浄水場 水質部長 (Leader of Water Quality Section)

水質検査課 水質検査部長 (Leader of Applied Reserch Section)

技術課 技術員 (Technical Specialist)

2) 受入活動の概要

目 標：U-BCF の概要、実証実験プラントの運転技術及び処理効果を確認するための水質測定方法の習得

項 目：U-BCF の概要視察、維持管理、運転方法、U-BCF 処理に関する水質項目の測定方法、測定に係る精度管理手法、水質データの評価方法、精密機械の概要

3) 受入期間：2016年3月27日から2016年4月9日まで

(幹部職員2名 2016年4月3日から2016年4月9日)

(実務職員3名 2016年3月27日から2016年4月9日)

4) 本邦受入活動のスケジュール(実績版) (サイゴン水道公社)

(1) 受入詳細計画表 (兼受入詳細計画表) (実績版)

| | | | |
|--------|--|---|----------|
| 案件名 | 上向流式生物接触ろ過を活用した浄水処理の普及・実証事業 | | |
| 受入期間 | 2016.3.27 | ～ | 2016.4.9 |
| 参加人数 | 5名 | | |
| 目標(注1) | U-BCFの概要、実証実験プラントの運転技術及び処理効果を確認するための水質測定方法の習得 | | |
| 項目(注2) | U-BCF施設の概要視察、維持管理・運転方法、U-BCF処理に関する水質項目の測定方法、測定に係る精度管理手法、水質データの評価方法、精密機器の概要 | | |

(注1) 本邦受入活動を通じて参加者に何を学んでいただくのが目標を記載してください。
 (注2) 本邦受入活動を通じて、参加者が学習する項目を具体的に記載してください。

| 日付 | 時刻 | 形態 | 受入活動内容 | 講師又は見学先担当者等 | | | | 講師 役職 言語 | 活動場所 | 参加研修員 | | | | | 宿泊先 | |
|---------|---------------|----|--------------------------------|----------------|---------------------------------|----------|-------------------------|----------------|-------|-------------|------------|------------|------------|------------|-----|--------------|
| | | | | 氏名 | 所属先及び職位 | 連絡先 | 引率担当 | | | アイ・タシ・タシ・タシ | レ・タシ・タシ・タシ | ボ・タシ・タシ・タシ | ゴ・タシ・タシ・タシ | グ・タシ・タシ・タシ | | |
| 3/27(日) | AM | | 移動(HCM→福岡 北九州) 技術職員 | 久保田和也 失山 将志 | 北九州市上下水道局 海外事業課 主査 | 582-2111 | 失山 将志 | 英 | 北九州市内 | | | | | | | 小倉ステーションホテル |
| 3/28(月) | AM | 講義 | 北九州市上下水道局の概要 | 失山 将志 | 北九州市上下水道局 海外事業課 主査 | 582-2111 | 失山 将志 | 日 | 海外事業課 | | | | | | | 小倉ステーションホテル |
| | PM | 見学 | 穴生浄水場の見学・概要説明 | 南雲 伸司 | 北九州市上下水道局 穴生浄水所 係長 | 641-2220 | | | 穴生浄水所 | | | | | | | 小倉ステーションホテル |
| 3/29(火) | AM | 講義 | U-BCFの運転・維持管理の説明 | 吉川 敬之 | 北九州市上下水道局 穴生浄水所 係長 | 641-2220 | 廣口 公子 | 日 | 穴生浄水所 | | | | | | | 小倉ステーションホテル |
| | PM | 講義 | 水道水質試験の概要 JICA職員同行 | 眞 秀美 | 北九州市上下水道局 水質試験所 所長 | 641-5945 | 眞 秀美 | 日 | 水質試験所 | | | | | | | 小倉ステーションホテル |
| 3/30(水) | AM | 実習 | U-BCFに関する水質試験実習 採水前・採水時の注意事項等 | 樋口 雅之 | 北九州市上下水道局 水質試験所 係長 | 641-5945 | 廣口 公子 | 日 | 水質試験所 | | | | | | | 小倉ステーションホテル |
| | PM | 実習 | U-BCFに関する水質試験実習 機器分析実習(JICA取材) | 山崎 諒平 | 北九州市上下水道局 水質試験所 主任 | 641-5945 | 廣口 公子 鮎川 一朗 神島 裕美 | 日 | 水質試験所 | | | | | | | 小倉ステーションホテル |
| 3/31(木) | AM | 実習 | U-BCFに関する水質試験実習 機器分析実習 | 山崎 諒平 | 北九州市上下水道局 水質試験所 係長 | 641-5945 | 廣口 公子 | 日 | 水質試験所 | | | | | | | 小倉ステーションホテル |
| | PM | 実習 | U-BCFに関する水質試験実習 測定値の評価方法 | 樋口 雅之 | 北九州市上下水道局 水質試験所 係長 | 641-5945 | 廣口 公子 利光 晋史 | 日 | 水質試験所 | | | | | | | 小倉ステーションホテル |
| 4/1(金) | AM | 実習 | U-BCFに関する水質試験実習 精度管理方法 | 徳原 賢 | 北九州市上下水道局 水質試験所 係長 | 641-5945 | 廣口 公子 | 日 | 水質試験所 | | | | | | | 小倉ステーションホテル |
| | PM | 講義 | 精密機器分析の概要 | 樋口 雅之 | 北九州市上下水道局 水質試験所 係長 | 641-5945 | | | | | | | | | | 小倉ステーションホテル |
| 4/2(土) | AM ~ PM | 見学 | 市内視察 | 林 祐輔 | 北九州上下水道協会 海外事業課 課長 | | 林 祐輔 鮎川 一朗 | 日 | 市内 | | | | | | | 小倉ステーションホテル |
| 4/3(日) | | | 移動(HCM→福岡 北九州) 幹部職員 | 久保田和也 | 北九州市上下水道局 海外事業課 出先 | | 竹田 大悟 | 日 | 市内 | | | | | | | 小倉ステーションホテル |
| 4/4(月) | AM | | 上下水道局長表敬 上下水道局概要 | 鎌山 修 | 北九州市上下水道局 局長 | 582-2111 | 林 祐輔 | 日 | 市内 | | | | | | | 小倉ステーションホテル |
| | PM | 見学 | 水道施設視察 | 竹田 大悟 | 北九州市上下水道局 海外事業課 係長 | 582-2111 | 林 祐輔 | 日 | | | | | | | | 小倉ステーションホテル |
| 4/5(火) | AM | 見学 | U-BCF視察 | 竹田 大悟 | 北九州市上下水道局 海外事業課 係長 | 582-2111 | 林 祐輔 | 日 | 市内 | | | | | | | 小倉ステーションホテル |
| | 14:00 ~ 14:30 | | 市長表敬 | 北橋 健治 | 北九州市長 | | 林 祐輔 | 日 | | | | | | | | 小倉ステーションホテル |
| 4/6(水) | AM | 見学 | 福岡野水池・遠賀川河口環境視察 | 竹田 大悟 | 北九州市上下水道局 海外事業課 係長 | 475-8791 | 林 祐輔 | 日 | 市内 | | | | | | | 小倉ステーションホテル |
| | PM | 発表 | U-BCF実証実験に関する意見交換会 | 竹田 大悟 | 北九州市上下水道局 海外事業課 係長 | 582-2111 | 林 祐輔 | 日 | 市内 | | | | | | | 小倉ステーションホテル |
| 4/7(木) | AM | | 移動(北九州→神戸) 新幹線 | 廣口 公子 | 熊本九州サービス 海外事業課 課長 | 581-2146 | 廣口 公子 | 日 | | | | | | | | 神戸三宮東急REIホテル |
| | PM | 見学 | 神鋼環境ソリューション訪問・実験室視察 | 朽木 博 | 神鋼環境ソリューション (KOELOD)海外営業部 課長 | 581-2146 | 廣口 公子 | 日 | 神戸 | | | | | | | 神戸三宮東急REIホテル |
| 4/8(金) | AM | 見学 | 尼崎浄水場 高度処理(オゾン・活性炭)施設視察 | 花井 隆司 | 阪神水道企業団 浄水管理事業所 所長 | 581-2146 | 廣口 公子 | 日 | 神戸 | | | | | | | 神戸三宮東急REIホテル |
| | PM | 見学 | 市内視察 | 朽木 博 | 神鋼環境ソリューション (KOELOD)海外営業部 課長 | 581-2146 | 廣口 公子 | 日 | 神戸 | | | | | | | 神戸三宮東急REIホテル |
| 4/9(土) | AM | | 移動(O:30 大阪→HOM) | 廣口 公子 | 熊本九州サービス 海外事業課 課長 | 581-2146 | 廣口 公子 | 日 | 大阪 | | | | | | | 小倉ステーションホテル |

5) 所見

5)-1 本邦受入活動の結果・課題 (目標の達成状況、成果、改善点等)

浄水場の作業スケジュールなどを考慮しながら、U-BCF の運転をより良く理解できるよう効率よく説明・見学を行い、実証実験を共同で実施するためのU-BCF実証実験装置の運転・維持管理、水質分析の知識を習得させることができた。

5)-2 参加者の意欲・受講態度、理解度

説明講習では、研修員は熱心に多くの質問を講師に投げかけ、見学時も設備機器の用途について問い合わせを行い、写真・ビデオに状況を撮影するなど真摯な態度で臨んでいた。講習時配布する資料だけでなく見学時見受けた資料等の情報も積極的に監督者に確認してコピーを要求するなど、情報収集に非常に熱心であった。日本の現場で行われている作業を自国の現場でどのように生かしていけるか真剣に考察している態度が見受けられた。

受講後、講師のサポートを得ながら、自ら U-BCF 実証実験装置の運用・試験機を使って分析ができるまでに至った。

5)-3 本邦受入活動の成果を生かした今後の活動計画

本邦受入活動を通して、習得した知識をサイゴン水道公社で他の職員に伝達研

修してもらう。今後 1 年間の実証実験の運用データ取りをスムーズに行う。

(2) ハイフォン No.2 水道公社本邦受入研修

1) 被招聘者 (5 名)

幹部職員：総裁 (General Director)

購買・設備品質管理部 部長 (Manager)

実務職員：部長 (Manager)

技術規格部 職員 (Technical Specialist)

購買・設備品質管理部 職員 (Technical Specialist)

2) 受入活動の概要

目 標：U-BCF の概要、実証実験プラントの運転技術及び処理効果を確認するための水質測定方法の習得

項 目：U-BCF の概要視察、維持管理、運転方法、U-BCF 処理に関する水質項目の測定方法、測定に係る精度管理手法、水質データの評価方法、精密機械の概要

3) 受入期間：2016 年 8 月 21 日から 2016 年 9 月 3 日まで

(幹部職員 2 名 2016 年 8 月 21 日から 2016 年 8 月 27 日)

(技術職員 3 名 2016 年 8 月 21 日から 2016 年 9 月 3 日)

4) 本邦受入活動のスケジュール(実績版) (ハイフォン No.2 水道公社)

受入詳細計画表 (兼受入詳細計画表) (実績版)

| |
|--|
| 案件名: 上向流式生物接触ろ過を活用した浄水処理の普及・実証事業 |
| 受入期間: 2016.8.21 ~ 2016.9.3 参加人数: 5名 (幹部職員2名 技術職員3名) |
| 目標 (注1): U-BOFの概要、実証実験プラントの運転技術及び処理効果を確認するための水質測定方法の習得 |
| 項目 (注2): U-BOF施設の概要・視察、維持管理・運転方法、U-BOF処理に関する水質項目の測定方法、測定に係る精度管理手法、水質データの評価方法、水質分析機器の取扱方法 |

(注1) 本邦受入活動を通じて参加者に何を学んでもらうかの目標を記載してください。
 (注2) 本邦受入活動を通じて、参加者が学習する項目を具体的に記載してください。

| 日付 | 時刻 | 形態 | 受入活動内容 | 講師又は見学先担当者等 | | | | 講師任用言語 | 活動場所 | 参加研修員 | | | | | 宿泊先 | |
|---------|---------|---------------|---|-------------|-----------------------|-------------------|---------------|--------|-------------------------|--------|--------------------|----------|------|-------|-----|-------------------------|
| | | | | 氏名 | 所属先及び職位 | 連絡先 | 引率担当 | | | 幹部 | | 技術職員 | | | | |
| | | | | | | | | | | Vo | Nguyen Han | Bang Han | Ngah | Bhang | | Nguyen Han |
| 8/21(日) | PM | 移動(福岡空港→北九州市) | オリエンテーション | 林 祐輔 | 北九州市上下水道局 海外事業課 主任 | 582-3111 | 林 祐輔 | 英 | | | | | | | | アルモニー サンク北九州 |
| 8/22(月) | AM | 講義 | 北九州市上下水道局の概要/ U-BOFの概要 | 林 祐輔 | 北九州市上下水道局 海外事業課 主任 | 582-3111 | 林 祐輔 | 日 | 小倉北区役所 | | | | | | | アルモニー サンク北九州 |
| | PM | 見学 | 北九州市の水道施設視察(河口堰・取水場・貯水池)/15:00-15:30局長表敬 | 南雲 伸司 | 北九州市上下水道局 北九州浄水所 所長 | 641-3338 | | | 北九州市内 | | | | | | | |
| 8/23(火) | AM | 見学 | 浄水場視察(U-BOF含む) | 古川 敬之 | 北九州市上下水道局 北九州浄水所 係長 | 641-3338 | 平田 健二郎 | 日 | 水質試験所 | | | | | | | アルモニー サンク北九州 |
| | PM | 講義 | U-BOF設計概論(設備・水質)/ U-BOF実証実験機視察 | 平田 健二郎 | 北九州市上下水道局 海外事業課 主任 | 582-3111 | | | | | | | | | | |
| 8/24(水) | AM | 見学 | 水質試験所視察 (業務内容の紹介・所内視察) | 賀 秀実 | 北九州市上下水道局 水質試験所 所長 | 641-5948 | 平田 健二郎 | 日 | 水質試験所 | | | | | | | アルモニー サンク北九州 |
| | PM | 講義 | 水質分析概論(計測機器の概要・測定方法 精度管理/分光光度計による水質試験) | 平田 健二郎 | 北九州市上下水道局 海外事業課 主任 | 582-3111 | | | | | | | | | | |
| 8/25(木) | AM | 移動 | 移動(北九州市→神戸市) | 平田 健二郎 | 北九州市上下水道局 海外事業課 主任 | 582-3111 | 平田 健二郎 | 日 | ANAクラウン プラザホテル 神戸 | | | | | | | ANAクラウン プラザホテル 神戸 |
| | PM | 見学 | 企業訪問(神鋼環境ソリューション) | 初木 博 | 神鋼環境ソリューション 海外営業部 課長 | (078) 222-8123 | | | | 神戸市内 | | | | | | |
| 8/26(金) | AM | 見学 | 高度処理施設視察 (オゾン・活性炭処理施設(村野浄水場)) | 花元 隆司 | 大塚広域水道企業団 浄水管理事業部 所長 | (06) 6491-1240 | 平田 健二郎 | 日 | 尼崎市内 | | | | | | | ANAクラウン プラザホテル 神戸 |
| | PM | 見学 | 神戸市内視察 | 初木 博 | 神鋼環境ソリューション 海外営業部 課長 | (078) 222-8123 | | | | 神戸市内 | | | | | | |
| 8/27(土) | AM ~ PM | 見学 | 移動(関西空港→北九州市) | 林 祐輔 | 北九州市上下水道局 海外事業課 主任 | 582-3111 | 林 祐輔 | 日 | | | | | | | | アルモニー サンク北九州 |
| | AM | 移動 | 移動(神戸市→関西空港) | 平田 健二郎 | 北九州市上下水道局 海外事業課 主任 | 582-3111 | | | | 平田 健二郎 | | | | | | |
| 8/28(日) | AM ~ PM | 実習 | 自習学習 | 林 祐輔 | 北九州市上下水道局 海外事業課 主任 | 582-3111 | 林 祐輔 | 日 | 北九州市内 | | | | | | | アルモニー サンク北九州 |
| 8/29(月) | AM | 実習 | 水質分析実習 (U-BOF関連項目の測定・精度管理) | 徳原 賢 | 北九州市上下水道局 水質試験所 係長 | 641-5948 | 原口 公子 | 日 | 水質試験所 | | | | | | | アルモニー サンク北九州 |
| | PM | 実習 | ※pH値・電気伝導度・CODm 他 | | | | | | | 徳原 賢 | 北九州市上下水道局 水質試験所 係長 | | | | | |
| 8/30(火) | AM | 実習 | U-BOF実証実験機運転維持管理概論 | 原口 公子 | 北九州ウォーターサービス 海外事業課 課長 | 581-2166 | 原口 公子 | 日 | 穴生浄水場 | | | | | | | アルモニー サンク北九州 |
| | PM | 実習 | U-BOF実証実験機運転操作実習 (運転操作・洗浄方法) | 原口 公子 | 北九州ウォーターサービス 海外事業課 課長 | | | | | | | | | | | |
| 8/31(水) | AM | 実習 | 水質分析実習 (U-BOF関連項目の測定・精度管理) | 原口 公子 | 北九州ウォーターサービス 海外事業課 課長 | 581-2166 | 原口 公子 | 日 | 水質試験所 | | | | | | | アルモニー サンク北九州 |
| | PM | 実習 | U-BOF実証実験機運転維持管理概論 | 原口 公子 | 北九州ウォーターサービス 海外事業課 課長 | | | | | | | | | | | |
| 9/1(木) | AM | 実習 | 水質分析実習 (U-BOF関連項目の測定・精度管理) | 原口 公子 | 北九州ウォーターサービス 海外事業課 課長 | 581-2166 | 原口 公子 | 日 | 水質試験所 | | | | | | | アルモニー サンク北九州 |
| | PM | 実習 | U-BOF実証実験機運転維持管理概論 | 原口 公子 | 北九州ウォーターサービス 海外事業課 課長 | | | | | | | | | | | |
| 9/2(金) | AM | 発表 | 研修まとめ・質疑応答 | 林 祐輔 | 北九州市上下水道局 海外事業課 主任 | 582-3111 | 原口 公子 林 祐輔 | 日 | 小倉北区役所 | | | | | | | アルモニー サンク北九州 |
| | PM | 発表 | | 平田 健二郎 | 北九州市上下水道局 海外事業課 主任 | | | | | | | | | | | |
| 9/3(土) | AM | 移動 | 移動(北九州市→福岡空港) | 林 祐輔 | 北九州市上下水道局 海外事業課 主任 | 582-3111 | 林 祐輔 | 英 | | | | | | | | — |

5) 所見

5)-1 本邦受入活動の結果・課題 (目標の達成状況、成果、改善点等)

前回のサイゴン水道公社受入研修の経験を基によりわかりやすく、効率よく回れるよう考慮しながら、施設の概要説明・視察や実習を実施し、サイゴンと同じくハイフォン No.2 水道公社の職員に実証実験を共同で実施するための知識を習得させることができた。

5)-2 参加者の意欲・受講態度、理解度

まず、前半に行った幹部職員・技術職員合同の視察型研修では水道施設の視察のみにとどまらず、所見を述べるなど積極的な態度で臨んでいた。そして、後半の実習も、技術職員全員サイゴン同様に熱心に受講していた。ハイフォン No.2 水道公社の総裁ハン氏は、一団のリーダーシップを取り、終始意欲的で、かつ研修員の方々皆、視察・受講時には持参したスマートフォンで

写真やビデオに収めたり、熱心にノートに取ったりしている様子が見受けられた。受入側としても、大変やりがいを感じさせる研修であった。

研修後の実習では、講師につきながら、U-BCF 実証実験装置の運用・水質分析を自分たちで行うレベルまで達することができた。

5)-3 本邦受入活動の成果を生かした今後の活動計画

今回の本邦受入活動後、11月中旬に現地でのOJTを予定しており、ハイフォンNo.2水道公社では、受入研修で得た知識を思い返してもらいながら行う計画である。そして、1年間の実証実験・データ取りがスムーズに取り行えるよう進めていく。

(3) フートオ水道公社本邦受入研修

1) 被招聘者（5名）

幹部職員：会長（Chairman of the Board）

 総裁（General Director）

実務職員：副総裁（Deputy General Director）

 技術スタッフ（Technical Specialist）

 技術スタッフ（Technical Specialist）

2) 受入活動の概要

目 標：U-BCFの概要、実証実験プラントの運転技術及び処理効果を確認するための水質測定方法の習得

項 目：U-BCFの概要視察、維持管理、運転方法、U-BCF処理に関する水質項目の測定方法、測定に係る精度管理手法、水質データの評価方法、精密機械の概要

3) 受入期間：2016年10月18日から2016年11月4日まで

 （幹部職員2名 2016年10月18日から2016年10月25日）

 （技術職員3名 2016年10月18日から2016年11月4日）

4) 本邦受入活動のスケジュール(実績版) (フートオ水道公社)

受入詳細計画表 (兼受入詳細計画表(実績))

| |
|--|
| 案件名: 上向流式生物接触ろ過を活用した浄水処理の普及・実証事業 |
| 受入期間: 2016.10.18 ~ 2016.11.4 (18日間) 参加人数: 5名 (幹部職員2名 技術職員3名) |

| |
|---|
| 目標(注1): U-BCFの概要、実証実験プラントの運転技術及び処理効果を確認するための水質測定方法の習得 |
| 項目(注2): U-BCF施設の概要・視察、維持管理・運転方法、U-BCF処理に関する水質項目の測定方法、測定に係る精度管理手法、水質データの評価方法、水質分析機器の取扱方法 |

(注1) 本邦受入活動を通じて参加者に何を学んでいただくの目標を記載してください。
 (注2) 本邦受入活動を通じて、参加者が学習する項目を具体的に記載してください。

| 日付 | 時刻 | 形態 | 受入活動内容 | 講師又は見学先担当者等 | | | | 講師使用言語 | 活動場所 | 参加研修員 | | | | | 宿泊先 | |
|----------|----------|----|------------------------------|-------------|--------------------------|-------------------|------------------------------|--------|--------|-------|------|----------------|------------------|----------------|-----|--------------------|
| | | | | 氏名 | 所属先及び職位 | 連絡先 | 引率担当 | | | 幹部 | 技術職員 | Nguyen Van Bat | Boun Thi Kim Ouy | Nguyen Han Hoi | | Nguyen Thi Toyen |
| 10/18(火) | AM | | 移動(福岡空港→北九州市) | 林 祐輔 | 北九州市上下水道局 海外事業課 主任 | 582-3111 | 林 祐輔 | 日 | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ホテルクラウンパレス小倉 |
| | PM | 講義 | 研修オリエンテーション | 林 祐輔 | 北九州市上下水道局 海外事業課 主任 | 582-3111 | 林 祐輔 | 日 | 小倉北区役所 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ホテルクラウンパレス小倉 |
| 10/19(水) | AM | 講義 | 北九州市上下水道局の概要 / 局長表敬 | 林 祐輔 | 北九州市上下水道局 海外事業課 主任 | 582-3111 | 林 祐輔 | 日 | 小倉北区役所 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ホテルクラウンパレス小倉 |
| | PM | 見学 | 北九州市の水施設視察(河口堰・取水場・貯水池) | 南雲 伸司 | 北九州市上下水道局 穴生浄水所 所長 | 641-3338 | 林 祐輔 | 日 | 北九州市内 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ホテルクラウンパレス小倉 |
| 10/20(木) | AM | 見学 | 浄水場視察(U-BCF含む) | 吉川 敬之 | 北九州市上下水道局 穴生浄水所 係長 | 641-3338 | 林 祐輔 | 日 | 穴生浄水場 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ホテルクラウンパレス小倉 |
| | PM | 見学 | 水質試験所視察 | 林 祐輔 | 北九州市上下水道局 海外事業課 主任 | 582-3111 | 林 祐輔 | 日 | 水質試験所 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ホテルクラウンパレス小倉 |
| 10/21(金) | AM | 講義 | U-BCF計画概要・U-BCF実験機視察 | 林 祐輔 | 北九州市上下水道局 海外事業課 主任 | 582-3111 | 林 祐輔 | 日 | 穴生浄水場 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ホテルクラウンパレス小倉 |
| | PM | 講義 | U-BCF実験機運転維持管理概論 | 林 祐輔 | 北九州市上下水道局 海外事業課 主任 | 582-3111 | 林 祐輔 | 日 | 穴生浄水場 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ホテルクラウンパレス小倉 |
| 10/22(土) | AM | 講義 | 企業訪問(国ユニ・エレクトクス) | 林 祐輔 | 北九州市上下水道局 海外事業課 主任 | 582-3111 | 原口 公子 | 日 | 北九州市内 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ホテルクラウンパレス小倉 |
| | PM | 見学 | 北九州市内視察 | 林 祐輔 | 北九州市上下水道局 海外事業課 主任 | 582-3111 | 林 祐輔 | 日 | 北九州市内 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ホテルクラウンパレス小倉 |
| 10/23(日) | AM | | 移動(北九州市→神戸市) | 島松 研治 | 北九州市上下水道局 海外事業課 係長 | 582-3111 | 水道局 島松 研治 | 日 | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | 東急 REIホテル(神戸三宮) |
| | PM | 見学 | 神戸市内視察 | 栉木 博 | 神鋼環境ソリューション 海外営業部 課長 | (078) 232-8123 | 水道局 島松 研治 松尾設計 岡 秀俊 | 日 | 神戸市 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | 東急 REIホテル(神戸三宮) |
| 10/24(月) | AM 10:00 | 講義 | 企業訪問(神鋼環境ソリューション) | 栉木 博 | 神鋼環境ソリューション 海外営業部 課長 | (078) 232-8123 | 水道局 島松 研治 松尾設計 岡 秀俊 | 日 | 神戸市 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | 東急 REIホテル(神戸三宮) |
| | PM 14:00 | 見学 | 高度処理施設視察(オゾン・活性炭処理施設(尼崎浄水場)) | 三島 | 北九州市上下水道局 浄水管理事業所 顧問 | (08) 6491-1240 | 水道局 島松 研治 松尾設計 岡 秀俊 | 日 | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | コンオフォートホテル黒崎 |
| 10/25(火) | AM | | 移動(神戸市→関西空港) | 島松 研治 | 北九州市上下水道局 海外事業課 係長 | 582-3111 | 水道局 島松 研治 | 日 | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | コンオフォートホテル黒崎 |
| | PM | | 移動(関西空港→北九州市) | 島松 研治 | 北九州市上下水道局 海外事業課 係長 | 582-3111 | 水道局 島松 研治 | 日 | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | コンオフォートホテル黒崎 |
| 10/26(水) | AM | 実習 | U-BCF実証実験機運転操作実習(運転操作・洗浄方法) | 林 祐輔 | 北九州市上下水道局 海外事業課 主任 | 582-3111 | 林 祐輔 | 日 | 穴生浄水場 | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | コンオフォートホテル黒崎 |
| | PM | 実習 | U-BCF実証実験機運転操作実習(運転操作・洗浄方法) | 林 祐輔 | 北九州市上下水道局 海外事業課 主任 | 582-3111 | 林 祐輔 | 日 | 穴生浄水場 | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | コンオフォートホテル黒崎 |
| 10/27(木) | AM | 実習 | U-BCF実証実験機運転操作実習(運転操作・洗浄方法) | 林 祐輔 | 北九州市上下水道局 海外事業課 主任 | 582-3111 | 林 祐輔 | 日 | 穴生浄水場 | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | コンオフォートホテル黒崎 |
| | PM | 実習 | U-BCF実証実験機運転操作実習(運転操作・洗浄方法) | 林 祐輔 | 北九州市上下水道局 海外事業課 主任 | 582-3111 | 林 祐輔 | 日 | 穴生浄水場 | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | コンオフォートホテル黒崎 |
| 10/28(金) | AM | 実習 | 水質分析実習(U-BCF関連項目の測定・精度管理) | 原口 公子 | 北九州ウォーターサービス 海外事業課 課長 | 581-2166 | 原口 公子 | 日 | 水質試験所 | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | コンオフォートホテル黒崎 |
| | PM | 実習 | 水質分析実習(U-BCF関連項目の測定・精度管理) | 原口 公子 | 北九州ウォーターサービス 海外事業課 課長 | 581-2166 | 原口 公子 | 日 | 水質試験所 | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | コンオフォートホテル黒崎 |
| 10/29(土) | AM ~ PM | 実習 | 自主学習 | 林 祐輔 | 北九州市上下水道局 海外事業課 主任 | 582-3111 | 原口 公子 | 日 | 北九州市内 | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | コンオフォートホテル黒崎 |
| | AM ~ PM | 実習 | 自主学習 | 林 祐輔 | 北九州市上下水道局 海外事業課 主任 | 582-3111 | 林 祐輔 | 日 | 北九州市内 | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | コンオフォートホテル黒崎 |
| 10/31(月) | AM | 実習 | 水質分析実習(U-BCF関連項目の測定・精度管理) | 吉川 敬之 | 北九州市上下水道局 穴生浄水所 係長 | 641-3338 | 吉川 敬之 | 日 | 水質試験所 | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | コンオフォートホテル黒崎 |
| | PM | 実習 | 水質分析実習(U-BCF関連項目の測定・精度管理) | 吉川 敬之 | 北九州市上下水道局 穴生浄水所 係長 | 641-3338 | 吉川 敬之 | 日 | 水質試験所 | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | コンオフォートホテル黒崎 |
| 11/1(火) | AM | 実習 | 水質分析実習(U-BCF関連項目の測定・精度管理) | 原口 公子 | 北九州ウォーターサービス 海外事業課 課長 | 581-2166 | 原口 公子 | 日 | 水質試験所 | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | コンオフォートホテル黒崎 |
| | PM | 実習 | 水質分析実習(U-BCF関連項目の測定・精度管理) | 原口 公子 | 北九州ウォーターサービス 海外事業課 課長 | 581-2166 | 原口 公子 | 日 | 水質試験所 | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | コンオフォートホテル黒崎 |
| 11/2(水) | AM | 実習 | 水質分析実習(U-BCF関連項目の測定・精度管理) | 原口 公子 | 北九州ウォーターサービス 海外事業課 課長 | 581-2166 | 原口 公子 | 日 | 水質試験所 | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | コンオフォートホテル黒崎 |
| | PM | 実習 | 水質分析実習(U-BCF関連項目の測定・精度管理) | 原口 公子 | 北九州ウォーターサービス 海外事業課 課長 | 581-2166 | 原口 公子 | 日 | 水質試験所 | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | コンオフォートホテル黒崎 |
| 11/3(木) | AM | 発表 | 研修まとめ、質疑応答、次回活動の協議 | 林 祐輔 | 北九州市上下水道局 海外事業課 主任 | 582-3111 | 原口 公子 林 祐輔 | 日 | 小倉北区役所 | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | コンオフォートホテル黒崎 |
| | PM | 発表 | 研修まとめ、質疑応答、次回活動の協議 | 林 祐輔 | 北九州市上下水道局 海外事業課 主任 | 582-3111 | 原口 公子 林 祐輔 | 日 | 小倉北区役所 | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | コンオフォートホテル黒崎 |
| 11/4(金) | AM | | 移動(北九州市→福岡空港) | 林 祐輔 | 北九州市上下水道局 海外事業課 主任 | 582-3111 | 原口 公子 林 祐輔 | 日 | | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | — |

5) 所見

5)-1 本邦受入活動の結果・課題（目標の達成状況、成果、改善点等）

受入活動も早 3 回目となり、研修担当者も業務を把握し、効率的に施設見学と研修を実施することができたと感じる。C/P の強い要望により当初計画より早期に受入研修を行い、U-BCF 実証実験装置を設置することとなり、スケジュールはタイトであるが、実証実験にとりかかる前の重要な研修であるので、C/P の熱意に応えるべく終始一貫したレベルを保ちながら実施し、今後の検証のための知識を与えられた。

5)-2 参加者の意欲・受講態度、理解度

フートオ水道公社の職員はブット会長をリーダーに大変意欲的に水道公社施設や U-BCF の視察研修に望んだ。後半の実習は前回同様穴生浄水場で滞りなく実施し、技術職員 3 名は真面目な受講態度で、受講後は講師の指導を受けながら、自ら U-BCF 実証実験装置の運用・試験機を使って分析が出来るまでに至った。

5)-3 本邦受入活動の成果を生かした今後の活動計画

フートオ水道公社では研修後間もない 11 月後半には U-BCF 実証実験装置の据付を予定している。その後 11 月下旬にはハイフォン水道公社による 5 日間の研修、そして 12 月に OJT 研修(実地研修)が続く。流れとしてフートオ水道公社は本邦受入研修後、あまり間を空けずに実証実験に入るので、スムーズに進めると考えている。

(4) ナムディン水道公社本邦受入研修

1) 被招聘者（4 名）

幹部職員：副総裁（Deputy General Director）

投資・プロジェクト管理部 部長（Manager）

実務職員：イーエン浄水場副所長（Deputy Director）

水質管理部 部長（Manager）

※総裁(General Director)は、業務上の諸事情により急遽不参加

2) 受入活動の概要

目 標：U-BCF の概要、実証実験プラントの運転技術及び処理効果を確認するための水質測定方法の習得

項 目：U-BCF の概要視察、維持管理、運転方法、U-BCF 処理に関する水質項目の測定方法、測定に係る精度管理手法、水質データの評価方法、精密機械の概要

3) 受入期間：2017 年 2 月 28 日から 2017 年 3 月 15 日まで

（幹部職員 2 名 2017 年 2 月 28 日から 2017 年 3 月 7 日）

（技術職員 2 名 2017 年 2 月 28 日から 2017 年 3 月 15 日）

4) 本邦受入活動のスケジュール(実績版) (ナムディン水道公社)

受入詳細計画表 (兼受入詳細計画表) (実績)

| |
|---|
| 案件名: 上向流式生物接触ろ過を活用した浄水処理の普及・実証事業 |
| 受入期間: 2017.2.28 ~ 2017.3.15 16日間 参加人数: 4名 (幹部職員2名 技術職員2名) |

| |
|--|
| 目標 (注1): U-BCFの概要及び実証実験機の運転技術、処理効果を確認するための水質測定方法の習得 |
| 項目 (注2): U-BCF施設の概要・視察、維持管理・運転方法、U-BCF処理に関する水質項目の測定方法、測定に係る精度管理手法、水質データの評価方法、水質分析機器の取扱方法 |

(注1) 本邦受入活動を通じて参加者に何を学んでいただくの目標を記載してください。
 (注2) 本邦受入活動を通じて、参加者が学習する項目を具体的に記載してください。

| 日付 | 時刻 | 形態 | 受入活動内容 | 講師又は見学先担当者等 | | | | 講師使用言語 | 活動場所 | 参加研修員 | | | | 宿泊先 | |
|---------|---------|----|--------------------------------|-------------|-----------------------|----------------|-------|--------|------------------------|-------|------|----------------|-----------------|------------------|-----------------|
| | | | | 氏名 | 所属先及び職位 | 連絡先 | 引率担当 | | | 幹部職員 | 技術職員 | Bui Xuan Thiem | Tran Ngoc Chien | | Nguyen Cong Lap |
| 2/28(火) | AM | | 移動(関西空港→北九州市) | 林 祐輔 | 北九州市上下水道局 海外事業課 主任 | 582-3111 | 林 祐輔 | 日 | | ○ | ○ | ○ | ○ | ホテル アルモニー サーク 小倉 | |
| | PM | 講義 | コースオリエンテーション | 林 祐輔 | 北九州市上下水道局 海外事業課 主任 | 582-3111 | 林 祐輔 | 日 | 小倉北区役所 | ○ | ○ | ○ | ○ | | |
| 3/1(水) | AM | 講義 | 局長表敬/北九州市上下水道局の概要 / U-BCFの概要 | 林 祐輔 | 北九州市上下水道局 海外事業課 主任 | 582-3111 | 林 祐輔 | 日 | 小倉北区役所 | ○ | ○ | ○ | ○ | | |
| | PM | 見学 | 北九州市の水道施設視察 (河口堰・取水場・貯水池) | 林 祐輔 | 北九州市上下水道局 海外事業課 主任 | 582-3111 | 林 祐輔 | 日 | 北九州市内 | ○ | ○ | ○ | ○ | | |
| 3/2(木) | AM | 見学 | 浄水場視察(U-BCF含む) | 古川 敬之 | 北九州市上下水道局 穴生浄水所 係長 | 641-3338 | 原口 公子 | 日 | 北九州市 上下水道局 穴生浄水場 水質試験所 | ○ | ○ | ○ | ○ | | |
| | PM | 見学 | 水質試験所視察 (業務内容の紹介・所内視察) | 寛 秀美 | 北九州市上下水道局 水質試験所 所長 | 641-5948 | | 日 | | ○ | ○ | ○ | ○ | | |
| 3/3(金) | AM | 講義 | U-BCF設計概論(設備・水質)/ U-BCF実証実験機視察 | 林 祐輔 | 北九州市上下水道局 海外事業課 主任 | 582-3111 | 林 祐輔 | 日 | 北九州市 上下水道局 穴生浄水場 | ○ | ○ | ○ | ○ | | |
| | PM | 講義 | U-BCF実証実験機運転維持管理概論 | 林 祐輔 | 北九州市上下水道局 海外事業課 主任 | 582-3111 | 林 祐輔 | 日 | | ○ | ○ | ○ | ○ | | |
| 3/4(土) | AM ~ PM | 実習 | 自主学習 | 原口公子 | 北九州ウォーターサービス 海外事業課 課長 | 582-3111 | 原口公子 | 日 | 北九州市内 | ○ | ○ | ○ | ○ | | |
| 3/5(日) | AM | | 移動(北九州市→神戸市) | 島松 研治 | 北九州市上下水道局 海外事業課 係長 | 582-3111 | 島松 研治 | 日 | | ○ | ○ | ○ | ○ | | 東急 REIホテル 神戸三宮 |
| | PM | 実習 | 自主研修 | 島松 研治 | 北九州市上下水道局 海外事業課 係長 | 582-3111 | 島松 研治 | 日 | 神戸市 | ○ | ○ | ○ | ○ | | |
| 3/6(月) | AM | 講義 | 企業訪問(神鋼環境ソリューション) | 杉本 博 | 神鋼環境ソリューション 海外営業部 課長 | (078) 232-8123 | 島松 研治 | 日 | 神戸市 | ○ | ○ | ○ | ○ | | |
| | PM | 見学 | 高度処理施設視察 (オゾン・活性炭処理施設(浄水場)) | 近藤 武彦 | 尼崎水道局 神崎浄水場 技術部 浄水場長 | (06) 6499-0345 | 島松 研治 | 日 | 尼崎市内 | ○ | ○ | ○ | ○ | | |
| 3/7(火) | AM | | 移動(神戸市→関西空港) | 島松 研治 | 北九州市上下水道局 海外事業課 係長 | 582-3111 | 島松 研治 | 日 | | ○ | ○ | ○ | ○ | | |
| | PM | | 移動(関西空港→北九州市) | 島松 研治 | 北九州市上下水道局 海外事業課 係長 | 582-3111 | | 日 | | | ○ | ○ | ○ | | |
| 3/8(水) | AM | 実習 | U-BCF実証実験機運転操作実習 (運転操作・洗浄方法) | 林 祐輔 | 北九州市上下水道局 水質試験所 係長 | 582-3111 | 林 祐輔 | 日 | 北九州市上下水道局 穴生浄水場 | | | ○ | ○ | | |
| | PM | 実習 | | 林 祐輔 | 北九州市上下水道局 海外事業課 主任 | | | | | | | ○ | ○ | | |
| 3/9(木) | AM | 実習 | 水質分析概論(計測機器の概要・測定方法・精度管理) | 原口 公子 | 北九州ウォーターサービス 海外事業課 課長 | 581-2166 | 原口 公子 | 日 | 北九州市 上下水道局 水質試験所 | | | ○ | ○ | | |
| | PM | 実習 | 分光光度計による水質試験 | 原口 公子 | 北九州ウォーターサービス 海外事業課 課長 | | | | | | | ○ | ○ | | |
| 3/10(金) | AM | 実習 | 水質分析実習 (U-BCF関連項目の測定・精度管理) | 徳原 賢 | 北九州市上下水道局 水質試験所 係長 | 641-5948 | 高丸 司 | 日 | 北九州市 上下水道局 水質試験所 | | | ○ | ○ | アルクイン 黒崎PLUS | |
| | PM | 実習 | ※pH値・電気伝導度・CODm他 | 徳原 賢 | 北九州市上下水道局 水質試験所 係長 | | | | | | | ○ | ○ | | |
| 3/11(土) | AM ~ PM | 実習 | 自主学習 | 林 祐輔 | 北九州市上下水道局 海外事業課 主任 | 582-3111 | 林 祐輔 | 日 | 北九州市内 | | | ○ | ○ | | |
| 3/12(日) | AM ~ PM | 実習 | 自主学習 | 林 祐輔 | 北九州市上下水道局 海外事業課 主任 | 582-3111 | 林 祐輔 | 日 | 北九州市内 | | | ○ | ○ | | |
| 3/13(月) | AM | 実習 | 水質分析実習 (U-BCF関連項目の測定・精度管理) | 徳原 賢 | 北九州市上下水道局 水質試験所 係長 | 581-2166 | 寛 秀美 | 日 | 北九州市 上下水道局 水質試験所 | | | ○ | ○ | | |
| | PM | 実習 | | 徳原 賢 | 北九州市上下水道局 水質試験所 係長 | | | | | | | ○ | ○ | | |
| 3/14(火) | AM | 実習 | 研修まとめ・質疑応答 | 林 祐輔 | 北九州市上下水道局 海外事業課 主任 | 581-2166 | 林 祐輔 | 日 | 小倉北区役所 | | | ○ | ○ | | |
| | PM | 実習 | | 原口 公子 | 北九州ウォーターサービス 海外事業課 課長 | | 原口 公子 | 日 | | | | ○ | ○ | | |
| 3/15(水) | AM | | 移動(北九州市→福岡空港) | 林 祐輔 | 北九州市上下水道局 海外事業課 主任 | 582-3111 | 林 祐輔 | 日 | | | | ○ | ○ | - | |

5) 所見

5) 1 本邦受入活動の結果・課題 (目標の達成状況、成果、改善点等)

受入活動も早4回目となり、前回より更に効率的に施設見学と研修を実施することができたと感じる。C/Pの要望により当初計画より早期にU-BCF実証実験装置を設置し、その後に受入研修を行うこととなったが、実証実験にとりかかる前の重要な研修であるので、相手の熱意に応えるべく誠意を持って実施し、今後の検証のためのU-BCF実証実験装置の操作知識について運転実習を通して単独で運転可能なレベルまで達することができた。水質分析の測定方法について

ても担当講師の指導の下で測定実習を行い、測定を自ら行えるまでに至った。

5)-2 参加者の意欲・受講態度、理解度

まず、前半に行った幹部職員・技術職員合同の概要説明・視察研修では穴生浄水場の職員数、水道料金、管理体制などティエム副総裁が計画時間をオーバーする程多くの質問を前半から投げかけ、日本の水処理に関して学ぼうとしている非常に意欲的な姿勢が見受けられた。水質試験所の研修では、水質管理部のクイン部長が特に熱心に見学し、疑問点を確認していた。その後、基本的な知識について習得後に技術職員は実務研修に取り組んだが、業務従事者の指導の下で U-BCF 実証実験装置操作を実際に行ってもらい、操作手順についての知識を与えることができた。

また、神戸においての高度処理視察では、技術職員は日本の浄水処理の技術を目の当たりにする機会を得て、他の高度処理施設：オゾン・活性炭処理施設を視察することにより、多角的な面から U-BCF 装置について理解を深め、充実した研修内容だったと満足している様子であった。

5)-3 本邦受入活動の成果を生かした今後の活動計画

U-BCF 実証実験装置の設置は 2016 年 11 月末に既に行っており、また、試運転調整は 2017 年 2 月の現地活動で終了済みである。今回の本邦受入活動後、速やかに OJT を現地で行い、実証実験に運んで行く。

(5) クァンニン水道公社本邦受入研修

1) 被招聘者 (5 名)

幹部職員：総裁 (General Director)

科学技術部部长 (Science & Technoloty Department Manager)

実務職員：投資部 副部长 (Manager)

ディエン・ヴォン浄水場場長 (WTP Director)

水質管理部 職員 (Water Quality Control Department Technical Specialist)

2) 受入活動の概要

目標：U-BCF の概要、実証実験プラントの運転技術及び処理効果を確認するための水質測定方法の習得

項目：U-BCF の概要視察、維持管理、運転方法、U-BCF 処理に関する水質項目の測定方法、測定に係る精度管理手法、水質データの評価方法、精密機械の概要

3) 受入期間：2017 年 5 月 13 日から 2017 年 5 月 27 日まで

(幹部職員 2 名 2017 年 5 月 13 日から 2017 年 5 月 20 日)

(技術職員 3 名 2017 年 5 月 13 日から 2017 年 5 月 27 日)

4) 本邦受入活動のスケジュール(実績版) (クアンニン水道公社)

受入詳細計画表 (兼受入詳細計画表) (実績)

| |
|--|
| 案件名：上向流式生物接触槽を活用した浄水処理の普及・実証事業 |
| 受入期間： 2017.5.13 ~ 2017.5.27 15日間 参加人数：5名 (幹部職員2名 技術職員3名) |

| |
|---|
| 目標 (注1)： U-BCFの概要及び実証実験機の運転技術、処理効果を確認するための水質測定方法の習得 |
| 項目 (注2) U-BCF施設の概要・視察、維持管理・運転方法、U-BCF処理に関する水質項目の測定方法、測定に係る精度管理手法、水質データの評価方法、水質分析機器の取扱方法 |

(注1) 本邦受入活動を通じて参加者に何を学んでいただくか目標を記載してください。
 (注2) 本邦受入活動を通じて、参加者が学習する項目を具体的に記載してください。

| 日付 | 時刻 | 形態 | 受入活動内容 | 講師又は見学先担当者等 | | | | 講師使用言語 | 活動場所 | 参加研修員 | | | | | 宿泊先 |
|---------|---------|----|-------------------------------|-------------|-----------------------|----------------|--------|--------|------------------|-------|----------------|--------------|-----------------|----------------|--------------|
| | | | | 氏名 | 所属先及び職位 | 連絡先 | 引率担当 | | | 幹部職員 | 技術職員 | | | | |
| | | | | | | | | | | | Bui Tien Thanh | Wong Van Hec | Tran Thanh Tung | Pham Huy Duong | |
| 5/13(土) | AM | | 移動(関西空港→北九州市) | 平田 健二郎 | 北九州市上下水道局 海外事業課 主任 | 582-3111 | 平田 健二郎 | 日 | 北九州市内 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | |
| | PM | 講義 | コースオリエンテーション | 平田 健二郎 | 北九州市上下水道局 海外事業課 主任 | 582-3111 | | | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | |
| 5/14(日) | AM ~ PM | | 自主学習(事前準備) | 原口 公子 | 北九州ウォーターサービス 海外事業課 課長 | 581-2166 | 原口 公子 | 日 | 北九州市内 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | |
| 5/15(月) | AM | 見学 | 局長表敬/北九州市上下水道局の概要/U-BCFの概要 | 平田 健二郎 | 北九州市上下水道局 海外事業課 主任 | 582-3111 | 平田 健二郎 | 日 | 小倉北 区役所 北九州市内 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | 西鉄イン |
| | PM | 見学 | 北九州市の水道施設視察 (河口堰・取水場・貯水池) | 平田 健二郎 | 北九州市上下水道局 海外事業課 主任 | 582-3111 | | | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | |
| 5/16(火) | AM | 講義 | 浄水場視察(U-BCF含む) | 古川 敬之 | 北九州市上下水道局 穴生浄水所 係長 | 641-3338 | 原口 公子 | 日 | 北九州市 上下水道局 穴生浄水場 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | |
| | PM | 講義 | 水質試験所視察 (業務内容の紹介・所内視察) | 寛 秀美 | 北九州市上下水道局 水質試験所 所長 | 641-5948 | | | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | |
| 5/17(水) | AM | 講義 | U-BCF設計概論(設備・水質)/U-BCF実証実験機視察 | 林 祐輔 | 北九州市上下水道局 海外事業課 主査 | 582-3111 | 林 祐輔 | 日 | 北九州市 上下水道局 穴生浄水場 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | |
| | PM | 講義 | U-BCF実証実験機運転維持管理概論 | 林 祐輔 | 北九州市上下水道局 海外事業課 主査 | 582-3111 | | | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | |
| 5/18(木) | AM | | 移動(北九州市→神戸市) | 原口 公子 | 北九州ウォーターサービス 海外事業課 課長 | 581-2166 | 原口 公子 | 日 | 神戸市内 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | ホテル 1-2-3 神戸 |
| | PM | 見学 | 企業訪問(神鋼環境ソリューション) | 柁木 博 | 神鋼環境ソリューション 技術部 施設課長 | (078) 232-8123 | | | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | |
| 5/19(金) | AM | 見学 | 高度処理施設視察 (オゾン活性炭処理施設(尼崎浄水場)) | 橋本 利明 | 阪神水道企業団 技術部 施設課長 | (078) 452-7687 | 原口 公子 | 日 | 尼崎市内 | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | |
| | PM | | 自主学習 | 原口 公子 | 北九州ウォーターサービス 海外事業課 課長 | 581-2166 | | | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | |
| 5/20(土) | AM | | 移動(神戸市→関西空港) | 原口 公子 | 北九州ウォーターサービス 海外事業課 課長 | 581-2166 | 原口 公子 | 日 | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | |
| | PM | | 移動(関西空港→北九州市) | 原口 公子 | 北九州ウォーターサービス 海外事業課 課長 | 581-2166 | | | | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ | |
| 5/21(日) | AM ~ PM | | 自主学習 | 原口 公子 | 北九州ウォーターサービス 海外事業課 課長 | 581-2166 | 原口 公子 | 日 | 北九州市内 | | | | | | |
| 5/22(月) | AM | 実習 | 水質分析実習 (U-BCF関連項目の測定・精度管理) | 寛 秀美 | 北九州市上下水道局 水質試験所 所長 | 641-5948 | 原口 公子 | 日 | 北九州市 上下水道局 水質試験所 | | | | ○ | ○ | |
| | PM | 実習 | ※pH値・電気伝導度・CODMn他 | 寛 秀美 | 北九州市上下水道局 水質試験所 所長 | | | | | ○ | ○ | ○ | | | |
| 5/23(火) | AM | 実習 | 水質分析概論(計測機器の概要・測定方法・精度管理) | 原口 公子 | 北九州ウォーターサービス 海外事業課 課長 | 581-2166 | 原口 公子 | 日 | 北九州市 上下水道局 水質試験所 | | | | ○ | ○ | アルクイン 黒崎PLUS |
| | PM | 実習 | 分光光度計による水質試験 | 原口 公子 | 北九州ウォーターサービス 海外事業課 課長 | | | | | ○ | ○ | ○ | | | |
| 5/24(水) | AM | 実習 | U-BCF実証実験機運転操作実習 (運転操作・洗浄方法) | 林 祐輔 | 北九州市上下水道局 海外事業課 主査 | 582-3111 | 林 祐輔 | 日 | 北九州市 上下水道局 穴生浄水場 | | | | ○ | ○ | |
| | PM | 実習 | | 林 祐輔 | 北九州市上下水道局 海外事業課 主査 | 582-3111 | | | | ○ | ○ | ○ | | | |
| 5/25(木) | AM | 実習 | 水質分析実習 (U-BCF関連項目の測定・精度管理) | 原口 公子 | 北九州ウォーターサービス 海外事業課 課長 | 581-2166 | 原口 公子 | 日 | 北九州市 上下水道局 水質試験所 | | | | ○ | ○ | |
| | PM | 実習 | | 原口 公子 | 北九州ウォーターサービス 海外事業課 課長 | | | | | ○ | ○ | ○ | | | |
| 5/26(金) | AM | 講義 | 研修まとめ・質疑応答 | 林 祐輔 | 北九州市上下水道局 海外事業課 主査 | 582-3111 | 林 祐輔 | 日 | 小倉北 区役所 | | | | ○ | ○ | |
| | PM | 講義 | | 林 祐輔 | 北九州市上下水道局 海外事業課 主査 | 582-3111 | | | | ○ | ○ | ○ | | | |
| 5/27(土) | AM | | 移動(北九州市→福岡空港) | 原口 公子 | 北九州ウォーターサービス 海外事業課 課長 | 581-2166 | 原口 公子 | 日 | | | | | | | — |

5) 所見

5) 1 本邦受入活動の結果・課題 (目標の達成状況、成果、改善点等)

当初 1 月を予定していたが、テトの時期と避けるなどの諸事情により 5 月に受入研修を変更することとなった。本邦受入活動後には現地での研修が続くこととなるので、今後の検証がスムーズに執り行えるよう U-BCF についての知識をわかりやすく伝授することに取り組んだ。受入研修も 5 回目となり、担当者・講師一同、回を重ねるごとに時間配分的な面や実習説明において要領を得て、効率よく研修をすすめることができた。クアンニン水道公社の U-BCF 実証実験

装置は既に 4 月に設置されており、受講する側にとっても現実味を持って実習を受けてもらえたと感じる。

5)-2 参加者の意欲・受講態度、理解度

講習時は、講師の話を見聞に聞き、資料やテキストを見ながら確認している様子が伺えた。北九州市の水道公社施設の視察や、阪神の高度処理施設視察においては、他の水道公社と同じく持参したスマートフォンの写真や動画に収め、今回得た情報や知識を正確に記録・習得しようという態度が観察された。また、研修後半の U-BCF 実証実験装置実習では、技術職員 3 名全員がそれぞれ、U-BCF 実証実験装置の操作を行い、講師の指導のもと U-BCF 実証実験装置の運用を自分たちで行うレベルまで達することができた

5)-3 本邦受入活動の成果を生かした今後の活動計画

クァンニン水道公社では、本邦受入活動前、6 都市では最後となる 4 月に U-BCF 実証実験装置の設置を行っている。日本での本邦受入活動後、6 月、7 月に OJT 研修(運転操作及び水質分析)を行う予定であるので、日本での研修の記憶がまだ新鮮なうちに OJT 研修を行い、スムーズな流れで実証実験まで運んでいく。

(6) ティエンザン水道公社本邦受入研修

1) 被招聘者 (4 名)

幹部職員：副総裁 (Deputy Director)

計画投資事業部 部長 (Planing Investment Business Division Head)

実務職員：技術部 部長 (Technical Division Head)

水質実験室 副室長 (Laboratory Division Deputy Head)

※建設局副局長(Construction Department Deputy Director)は、業務上の諸事情により急遽不参加

2) 受入活動の概要

目 標：U-BCF の概要、実証実験プラントの運転技術及び処理効果を確認するための水質測定方法の習得

項 目：U-BCF の概要視察、維持管理、運転方法、U-BCF 処理に関する水質項目の測定方法、測定に係る精度管理手法、水質データの評価方法、精密機械の概要

3) 受入期間：2017 年 6 月 17 日から 2017 年 7 月 2 日まで

(幹部職員 2 名 2017 年 6 月 17 日から 2017 年 6 月 24 日)

(技術職員 2 名 2017 年 6 月 17 日から 2017 年 7 月 2 日)

4) 本邦受入活動のスケジュール(実績版) (ティエンザン水道公社)

受入詳細計画表 (兼受入詳細計画表) (実績)

| |
|---|
| 案件名: 上向流式生物接触ろ過を活用した浄水処理の普及・実証事業 |
| 受入期間: 2017.6.17 ~ 2017.7.2 15日間 参加人数: 4名 (幹部職員1名 技術職員3名)※1名「急遽業務の都合により不参加 |

| |
|---|
| 目標(注1): U-BCFの概要及び実証実験機の運転技術、処理効果を確認するための水質測定方法の習得 |
| 項目(注2): U-BCF施設の概要・視察、維持管理・運転方法、U-BCF処理に関する水質項目の測定方法、測定に係る精度管理手法、水質データの評価方法、水質分析機器の取扱方法 |

(注1) 本邦受入活動を通じて参加者に何を学んでいただくか目標を記載してください。
 (注2) 本邦受入活動を通じて、参加者が学習する項目を具体的に記載してください。

| 日付 | 時刻 | 形態 | 受入活動内容 | 講師又は見学先担当者等 | | | | 講師使用言語 | 活動場所 | 参加研修員 | | | | 宿泊先 |
|---------|---------|---------------|-------------------------------|-------------|-----------------------|----------------|--------|------------------------|------|-------|------|-------------|---------------|------------------|
| | | | | 氏名 | 所属先及び職位 | 連絡先 | 引率担当 | | | 幹部職員 | 技術職員 | 業務の都合により不参加 | | |
| 6/17(土) | AM | 移動(関西空港→北九州市) | | 平田 健二郎 | 北九州市上下水道局 海外事業課 主任 | 582-3111 | 平田 健二郎 | 北九州市内 | ○ | ○ | ○ | ○ | ダイワロイネットホテル小倉 | |
| | PM | 講義 | コースオリエンテーション | 平田 健二郎 | 北九州市上下水道局 海外事業課 主任 | 582-3111 | 平田 健二郎 | | ○ | ○ | ○ | ○ | | |
| 6/18(日) | AM | 見学 | 企業訪問(ユニ・エレクトクス) | 平田 健二郎 | 北九州市上下水道局 海外事業課 主任 | 582-3111 | 平田 健二郎 | 北九州市内 | ○ | ○ | ○ | ○ | | |
| | PM | 自主学習 | (研修事前準備) | 平田 健二郎 | 北九州市上下水道局 海外事業課 主任 | 582-3111 | 平田 健二郎 | | ○ | ○ | ○ | ○ | | |
| 6/19(月) | AM | 見学 | 局長表敬/北九州市上下水道局の概要/U-BCFの概要 | 古川 敬之 | 北九州市上下水道局 六生浄水所 所長 | 641-3338 | 平田 健二郎 | 北九州市 上下水道局 六生浄水場 水質試験所 | ○ | ○ | ○ | ○ | | |
| | PM | 見学 | 北九州市の水道施設視察(河口堰・取水場・貯水池) | 寛 秀美 | 北九州市上下水道局 水質試験所 所長 | 641-5940 | | | ○ | ○ | ○ | ○ | | |
| 6/20(火) | AM | 講義 | U-BCF設計概論(設備・水質)/U-BCF実証実験機視察 | 平田 健二郎 | 北九州市上下水道局 海外事業課 主任 | 582-3111 | 平田 健二郎 | 北九州市 上下水道局 六生浄水場 | ○ | ○ | ○ | ○ | | |
| | PM | 講義 | U-BCF実証実験機運転維持管理概論 | 平田 健二郎 | 北九州市上下水道局 海外事業課 主任 | 582-3111 | | | ○ | ○ | ○ | ○ | | |
| 6/21(水) | AM | 講義 | 浄水場視察(U-BCF含む) | 平田 健二郎 | 北九州市上下水道局 海外事業課 主任 | 582-3111 | 平田 健二郎 | 北九州市 上下水道局 六生浄水場 | ○ | ○ | ○ | ○ | | |
| | PM | 講義 | 水質試験所視察(業務内容の紹介・所内視察) | 平田 健二郎 | 北九州市上下水道局 海外事業課 主任 | 582-3111 | | | ○ | ○ | ○ | ○ | | |
| 6/22(木) | AM | 移動 | (北九州市→神戸市) | 平田 健二郎 | 北九州市上下水道局 海外事業課 主任 | 682-3111 | 平田 健二郎 | 神戸市内 | ○ | ○ | ○ | ○ | | センチュリオネットホテル神戸駅前 |
| | PM | 見学 | 高度処理施設視察(オゾン・活性炭処理施設(尼崎浄水場)) | 朽木 博 | 神鋼環境ソリューション 海外営業部 課長 | (078) 232-8123 | | | ○ | ○ | ○ | ○ | | |
| 6/23(金) | AM | 見学 | 企業訪問(神鋼環境ソリューション) | 橋本 利明 | 阪神水道企業団 技術部 施設課長 | (078) 452-7687 | 平田 健二郎 | 神戸市内 | ○ | ○ | ○ | ○ | | |
| | PM | 自主学習 | (研修中間まとめ) | 平田 健二郎 | 北九州市上下水道局 海外事業課 主任 | 582-3111 | | | ○ | ○ | ○ | ○ | | |
| 6/24(土) | AM | 移動 | (神戸市→関西空港) | 平田 健二郎 | 北九州市上下水道局 海外事業課 主任 | 582-3111 | 平田 健二郎 | | ○ | ○ | ○ | ○ | | |
| | PM | 移動 | (関西空港→北九州市) | 平田 健二郎 | 北九州市上下水道局 海外事業課 主任 | 582-3111 | | | ○ | ○ | ○ | ○ | | |
| 6/25(日) | AM ~ PM | 自主学習 | (研修事前準備) | 平田 健二郎 | 北九州市上下水道局 海外事業課 主任 | 582-3111 | 平田 健二郎 | 北九州市内 | ○ | ○ | ○ | ○ | | |
| 6/26(月) | AM | 実習 | 水質分析実習(U-BCF関連項目の測定・精度管理) | 寛 秀美 | 北九州市上下水道局 水質試験所 所長 | 581-2166 | 平田 健二郎 | 北九州市 上下水道局 水質試験所 | ○ | ○ | ○ | ○ | アルクイン 高峰PLUS | |
| | PM | 実習 | ※pH値・電気伝導度・CODMn他 | 寛 秀美 | 北九州市上下水道局 水質試験所 所長 | 581-2166 | | | ○ | ○ | ○ | ○ | | |
| 6/27(火) | AM | 実習 | 水質分析概論(計測機器の概要・測定方法・精度管理) | 原口 公子 | 北九州ウォーターサービス 海外事業課 課長 | 581-2166 | 原口 公子 | 北九州市 上下水道局 水質試験所 | ○ | ○ | ○ | ○ | | |
| | PM | 実習 | 分光光度計による水質試験 | 原口 公子 | 北九州ウォーターサービス 海外事業課 課長 | 581-2166 | | | ○ | ○ | ○ | ○ | | |
| 6/28(水) | AM | 実習 | 水質分析実習(U-BCF関連項目の測定・精度管理) | 原口 公子 | 北九州ウォーターサービス 海外事業課 課長 | 581-2166 | 原口 公子 | 北九州市 上下水道局 六生浄水場 | ○ | ○ | ○ | ○ | | |
| | PM | 実習 | | 原口 公子 | 北九州ウォーターサービス 海外事業課 課長 | 581-2166 | | | ○ | ○ | ○ | ○ | | |
| 6/29(木) | AM | 実習 | U-BCF実証実験機運転操作実習(運転操作) | 平田 健二郎 | 北九州市上下水道局 海外事業課 主任 | 582-3111 | 平田 健二郎 | 北九州市 上下水道局 六生浄水場 | ○ | ○ | ○ | ○ | | |
| | PM | 実習 | | 平田 健二郎 | 北九州市上下水道局 海外事業課 主任 | 582-3111 | | | ○ | ○ | ○ | ○ | | |
| 6/30(金) | AM | 実習 | U-BCF実証実験機運転操作実習(洗浄方法) | 平田 健二郎 | 北九州市上下水道局 海外事業課 主任 | 582-3111 | 平田 健二郎 | 北九州市 上下水道局 水質試験所 | ○ | ○ | ○ | ○ | | |
| | PM | 実習 | | 平田 健二郎 | 北九州市上下水道局 海外事業課 主任 | 582-3111 | | | ○ | ○ | ○ | ○ | | |
| 7/1(土) | AM | 講義 | 研修まとめ・質疑応答 | 平田 健二郎 | 北九州市上下水道局 海外事業課 主任 | 582-3111 | 平田 健二郎 | 小倉北区役所 | ○ | ○ | ○ | ○ | | |
| | PM | 講義 | | 平田 健二郎 | 北九州市上下水道局 海外事業課 主任 | 582-3111 | | | ○ | ○ | ○ | ○ | | |
| 7/2(日) | AM | 移動 | (北九州市→福岡空港) | 平田 健二郎 | 北九州市上下水道局 海外事業課 主任 | 582-3111 | 平田 健二郎 | | ○ | ○ | ○ | ○ | | |

5) 所見

5)-1 本邦受入活動の結果・課題 (目標の達成状況、成果、改善点等)

受入も 6 回目となり、関係者も要領を得ているので、効率的に施設見学と研修を実施することができた。U-BCF 実証実験装置も既に今年初めに設置されており、受入側も早く操作を習得するべく期待と熱意にあふれた受講態度であった。

5)-2 参加者の意欲・受講態度、理解度

前半の視察方研修では、真面目に取り組み、提供される情報を正しく記録しようという向学心が感じられた。

神戸での高度処理視察は、他の高度処理施設：オゾン活性炭処理施設を視察し、

日本の浄水処理についてより理解を深めることが出来、大変勉強になったと語っていた。

後半の実習では質問・疑問点など積極的な意見が飛び交い、U-BCF の技術を習得しようという熱意が伝わってきた。研修終盤では、U-BCF 操作、水質分析実習を講師の指導の下、ひとりひとりが自分たちの手で U-BCF 実証実験装置・機材を触って実施し、操作や手順をひとつおこなすまでに至った。

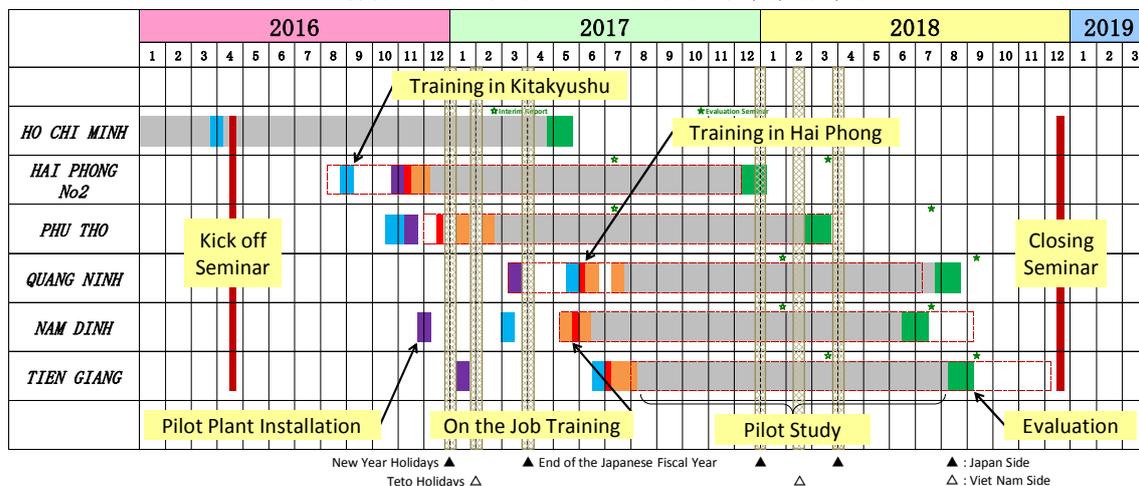
5)-3 本邦受入活動の成果を生かした今後の活動計画

今回の研修の確認を現地での OJT 研修で行い、自分たち自身で実証実験を行うことができるまでのレベルに進めていく。時間的にも日本での 6 月末の研修後 7 月中旬より OJT を速やかに行うので問題なく到達できると自負している。

1-5. ホーチミン市を除く C/P5 都市において、U-BCF 実証実験装置の製作、設置、試運転調整を行う。(U-BCF 実証実験装置の基礎工については、5 都市 C/P の責任によって施工する。)

2017 年 4 月時点で、ハイフォン No.2 水道公社、フートオ水道公社、ナムディン水道公社、ティエンザン水道公社、クァンニン水道公社の 5 都市すべての据付後検査が終了した。

表 20 作業実施工程 (■U-BCF 実証実験装置設置)



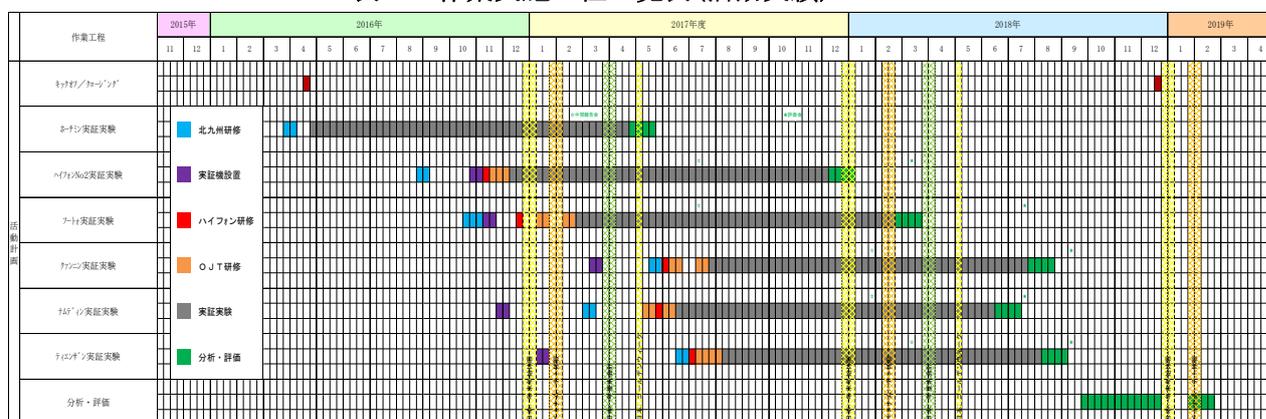
1-6. 6都市のC/Pに対し、U-BCF実証実験装置の運転・維持管理及び水質分析について必要な技術指導を行う。

本活動について、実施結果は以下のとおり。

表 21 U-BCF 技術指導の実施結果

| 都市名 | 関係機関名 | 現地研修 [ハイフォン研修] | 運転操作・ 維持管理 OJT | 水質分析 OJT |
|--------|-------------------|---------------------|---------------------|----------------------|
| ホーチミン | サイゴン 水道公社 | — | — | — |
| ハイフォン | ハイフォン No2 水道公社 | 2016 年 11 月 中旬実施 | 2016 年 11 月 下旬実施 | 2016 年 12 月 月上旬実施 |
| フートオ | フートオ 水道公社 | 2016 年 12 月 下旬実施 | 2017 年 1 月 中旬実施 | 2017 年 2 月 中旬実施 |
| クアンニン | クアンニン 水道公社 | 2017 年 6 月 月上旬実施 | 2017 年 6 月 中旬実施 | 2017 年 7 月 中旬実施 |
| ナムディン | ナムディン 水道公社 | 2017 年 5 月 下旬実施 | 2017 年 5 月 中旬実施 | 2017 年 6 月 中旬実施 |
| ティエンザン | ティエンザン 水道公社 | 2017 年 7 月 月上旬実施 | 2017 年 7 月 中旬実施 | 2017 年 8 月 月上旬実施 |

表 22 作業実施工程一覧表(活動実績)



1) 現地研修 [ハイフォン研修]

再委託契約に基づき、ハイフォン水道公社による U-BCF 実証実験装置に係る現地研修 (ハイフォン研修) を実施した。研修内容については以下のとおり。

【運転操作・維持管理研修及び水質分析研修】

- U-BCF 実証実験装置の運転に係る操作研修
- U-BCF 実証実験装置の洗浄に係る操作研修
- U-BCF 実証実験装置のメンテナンスに係る操作研修
- 実証実験用の水質計器 (水温, pH, DO, 電気電導率等) に係る操作研修

- 実証実験用の分光光度計（アンモニア，COD，溶存マンガ、濁度，色度，E260，硝酸，亜硝酸，溶存鉄）に係る操作研修
- また、本格導入に向けて U-BCF 本設備のイメージをつかむことを目的として、ビンバオ浄水場を視察した。

【所見】

ハイフォン市水道公社は、U-BCF の実証実験や本設備導入の実績を持つ、ベトナム国における U-BCF の一番の理解者であるため、同社を講師とした本研修は、各都市水道公社の受講員が、U-BCF 実証実験装置の運転・洗浄・メンテナンスや実証実験に係る水質分析の機器操作・分析方法についての知識・技術をさらに深める事ができ、大変有意義であった。

2) 運転操作・維持管理 OJT

北九州市上下水道局による U-BCF 運転操作・維持管理に係る技術指導を、以下のとおり実施した。

本邦研修及びハイフォン水道公社による現地研修を受講した研修員を中心に、今後の実証実験に携わる職員とともに、U-BCF 実証実験装置の試運転調整を行った。また、U-BCF 実証実験装置の運転操作・維持管理に係る技術指導を行った上、各都市水道公社の職員自らが運転操作・維持管理マニュアルを作成した。

【運転操作・維持管理マニュアル】 ※全 3 ページ：ベトナム語で作成

目次：U-BCF 実証実験装置の運転操作・メンテナンス手順

- I. 毎日の業務
- II. 定期的な業務
- III. 運転操作・メンテナンス上の留意点
- IV. 洗浄の工程

このマニュアルを基に、職場内への伝達研修を依頼した。また、今後の U-BCF 実証実験装置の定期点検の結果について、定期的にメールで報告するように依頼した。

【所見】

本邦研修及びハイフォン水道公社による現地研修を経て、本活動を実施したこともあり、U-BCF 実証実験装置の運転操作に係る実務については、単独で実施できるレベルまで達したため、十分に習得されたと感じた。ただし、半年に 1 回実施する砂利層や下部装置の特殊な洗浄については、運転を一時停止するなど、より専門的な知識・技術を要するため、実施の際にはフォローアップが必要である。なお、マニュアルの作成においては、これまでの研修内容を十分に習得する必要があるが、各都市水道公社の職員自らが、多くの助言を要さず作成したため、新しい知識・技術の習得への意欲や、既存の技術力の高さを感じた。また、これまで活動に関わっていない各都市水道公社の職員が、このマニュアルを基に洗浄作業を試みた結果、滞りなく実施することができたため、このマニュアルの完成度が高いことが分かった。

3) 水質分析 OJT

(株)北九州ウォーターサービスが水質分析に係る技術指導を、以下のとおり実施した。

DR6000をはじめ、DO計・pH計等の動作確認を行った後、U-BCF実証実験装置からの採水方法、流量計の目盛確認の方法を説明した。また、DR6000によるアンモニア態窒素等10項目の測定について、実際に操作を行って説明した。また、DR6000による分析の原理や測定の精度管理等について説明し、U-BCF処理をすることでアンモニア態窒素や溶存マンガ、DOが低減し、硝酸態窒素が増加するなどU-BCFの処理効果を確認するための水質試験の注意点を説明した。

今後の水質試験の結果について、定期的(1回/週)にメールで報告するように依頼しており、本研修後からの測定データが送付されている。

【所見】

試験方法・操作法の習得に対しては、説明に応じた質問が出されるなど意欲的であり、また、通常DR3900など分光光度計を用いた測定をしているために理解度は高かった。

水質試験室の電気容量が少なく、DR6000が立ち上がらない場合があるため、容量増加工事が必要であることが判明した。また、停電が少なからず起こっているため、機器保全のためにバックアップ電源の設置が必要である。

4) サイゴン水道公社の実証実験 (活動状況・フォローアップ)

水質分析結果への対応

2016年6月：

- ・原水のDO増加方式を機械式(コンプレッサー)から簡易瀑布方式へ変更。
- ・DOを増加させるための装置(簡易瀑布による)後の配管に詰まりが見られたため、配管の繋ぎ替えを行った。
- ・上記のDO対策を確認する。

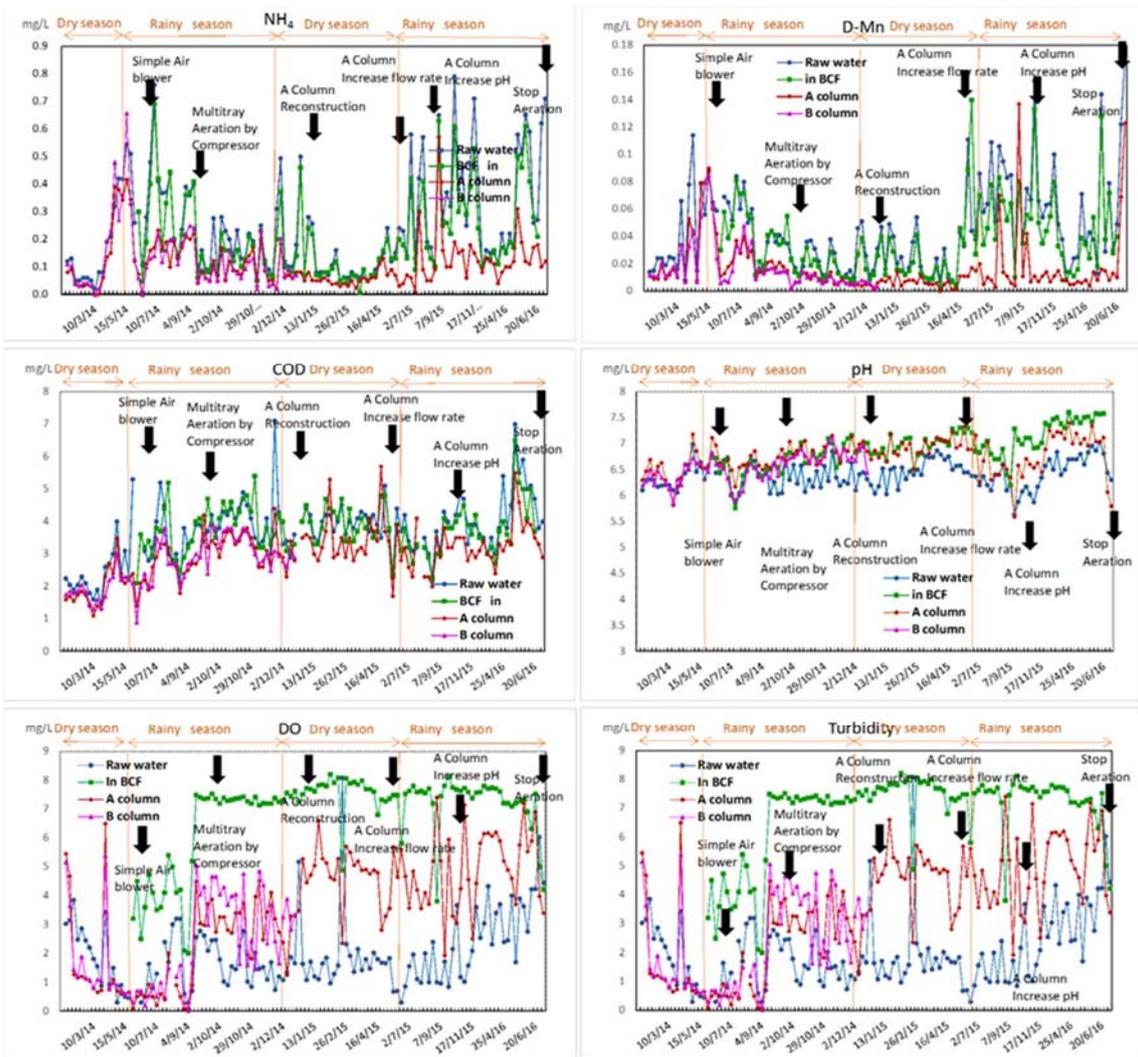
2016年8月：

- ・原水のDOがU-BCFに必要な数値をほぼ確保していることを確認し、コンプレッサーによるDOの増加は必要ないことが判明した。
- ・実施設計に向けて取水口、取水河川等のDOを測定する。
- ・活性炭槽の詰まりを防ぐために、大きな粒径の活性炭を充填し、除去率の測定を実施した。

実施導入に向けた協議

2016年7月～8月：

- ・タンヒエップ浄水場に導入する場合、どの程度の敷地面積が必要となるか、とのサイゴン水道からの質問があり、北九州市の資料を提示した。また今後、導入計画に必要な工事費、運転管理のための経費等に関する情報や導入のためのフェンドに関する情報の交換を行うことでヤン技術副総裁と合意した。
- ・水質の変動とU-BCFによる処理効果については、以下のとおり。



2014.2.8~2016.7

| | | Temp | pH | DO | EC | Color | Turbidity | COD | E260 | NH3 | NO2 | NO3 | D-Mn | D-Fe |
|-----------|-----|------|-----|------|------|--------|-----------|------|-------|------|-------|------|-------|------|
| | | °C | | mg/L | μS/m | Degree | NTU | mg/L | | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L |
| Raw water | Ave | 30.3 | 6.4 | 2.0 | 142 | 29.5 | 32.5 | 3.7 | 0.188 | 0.24 | 0.007 | 0.74 | 0.044 | 0.15 |
| | Max | 32.8 | 7.0 | 8.1 | 750 | 199 | 128 | 7.1 | 0.960 | 0.79 | 0.080 | 1.90 | 0.170 | 0.55 |
| In BCF | Ave | 30.6 | 6.9 | 6.8 | 135 | 28.0 | 36.1 | 3.8 | 0.164 | 0.21 | 0.010 | 0.79 | 0.036 | 0.19 |
| | Max | 34.0 | 7.6 | 8.2 | 739 | 72.0 | 341 | 6.5 | 0.716 | 0.69 | 0.139 | 1.80 | 0.140 | 3.00 |
| A column | Ave | 30.7 | 6.8 | 3.5 | 139 | 26.8 | 25.4 | 3.0 | 0.145 | 0.11 | 0.005 | 0.83 | 0.017 | 0.16 |
| | Max | 34.0 | 7.4 | 7.4 | 738 | 112 | 118 | 5.7 | 0.649 | 0.57 | 0.050 | 2.10 | 0.137 | 0.63 |

NH4 Removal Rate(%)

| NH4Conc. | Entire Period | Flow rate | |
|----------|---------------|-----------|-----------|
| | | <3L/min. | >3L/min.* |
| Total | 54.0 | 45.9 | 63.4 |
| >0.2mg/L | | 50.4 | 66.5 |
| <0.2mg/L | | 36.0 | 43.0 |

Feb. 2014~July 2016

*Flow rate increased on June 2015

2017年5月：

- ・実施導入に向けた基本設計実施に向けての協議を行った。

その他、実証実験フォローアップの活動内容は、以下のとおり。

| No | 日付・対策 | 項目 |
|----|-------------------------|-------|
| 1 | 2014. 5. 26～ | 流動改善 |
| | カラム被覆（藻類繁殖対策） | |
| 2 | 2014. 5. 26～2014. 9. 10 | DO 増加 |
| | 原水槽ポンプエアレーション | |
| 3 | 2014. 9. 10～2016. 6. 20 | DO 増加 |
| | 原水槽コンプレッサーエアレーション | |
| 4 | 2014. 9. 10～ | DO 増加 |
| | 原水槽エアレーター投入 | |
| 5 | 2014. 12. 23～ | 流動改善 |
| | 下部装置改良 | |
| 6 | 2014. 12. 26～ | 流動改善 |
| | 洗浄方法変更 | |
| 7 | 2015. 5. 26～ | 流動改善 |
| | 流入量増加 | |
| 8 | 2015. 8. 25～2015. 12. 7 | pH 調整 |
| | 原水槽カキ殻投入 | |
| 9 | 2015. 12. 7～2016. 3. 28 | pH 調整 |
| | 原水槽カキ殻追加投入 | |
| 10 | 2016. 6. 20～ | DO 増加 |
| | 原水槽改良・エアレーション停止 | |
| 11 | 2016. 8. 29～ | 流動改善 |
| | カラムB活性炭(粒径大)入替・流入孔拡大 | |

5) ハイフォン No.2 水道公社の実証実験（活動状況・フォローアップ）

2017年2月・5月：

- ・水質試験、運転状況のフォローアップを実施。バックアップ電源設置の確認、水質測定結果についての協議を行った。

2017年9月：

- ・実証実験フォローアップとして、下部装置・砂利層の洗浄に関する技術指導を行った。
- ・これまでカラムの活性炭はA・Bともに日本製であったが、今後、産地の違いによる効果の違いを分析するため、Aカラムのみ日本製からベトナム製に入れ替えた。

2017年10月：

- ・U-BCF 実証実験装置の運転と水質調査のフォローアップとして、運転中の流速の変動と水質について検討した。他の水道公社で運転中に流速が次第に低下し、低下が大きくなると除去効果が低下する傾向がみられたため、ハイフォン No. 2 水道公社での運転状況の聞き取りをしたところ、これまでのところ流速の低下は見られないとのことであった。ハイフォン No. 2 水道公社の原水は取水後に一旦前沈砂池を通して着水井に導水されており、ここから取水している U-BCF 実証実験装置の原水は、取水河川の水質変動が緩和された状態となり、現在のところ、実証実験装置の運転、洗浄等に特に問題は見られないと考えられる。
- ・原水中のマンガン濃度が高いため、実施設では、過マンガン酸カリウムを添加して除去したが、その影響は、U-BCF 実証実験装置には特に見られなかったとのことであった。マンガンは塩素処理でも除去が可能のため、原水の塩素要求量の測定方法について説明した。

その他、実証実験フォローアップの活動内容は、以下のとおり。

[カラム A：JP→VN 製活性炭，カラム B：JP 製活性炭]

| 日付 | 実証実験フォローアップ（運転変更履歴） |
|---------------------|--|
| 2017/12/2～ [初期値] | 流量 A・B：2L/分，洗浄：週3日（2cycle） |
| 2017/3/30～ | 流量 A：2→3L/分，流量 B：2L/分 |
| 2017/7/14 | B：下部装置洗浄 |
| 2017/9/6～ | 流量 A：3→2L/分，流量 B：2L/分 A：下部装置洗浄，A：JP→VN（粒径大）入替 |
| 2017/10/9 | 配管詰まり洗浄（貝やゴミ・汚泥の除去） |
| 2017/10/12 | A：下部装置洗浄，A：VN（粒径大）→VN（粒径小）入替 |
| 2018/1/31～ | 流量 A：2→2.5L/分，流量 B：2→2.5L/分 |

6) フートオ水道公社の実証実験（活動状況・フォローアップ）

2017年6月：

- ・水質試験、運転状況のフォローアップを実施。バックアップ電源設置の確認。原水濁度が高く、活性炭が頻繁に詰まるため、原水の流速を上げる、洗浄頻度を上げる等の対策を行うように指示した。

2017年7月：

- ・洗浄を繰り返したが活性炭の動きが悪く、また原水流入量も減少する等いくつかの不具合の改善対策として、配管を切り替え、U-BCF 実証実験装置の前段に現在不使用の既存水槽を沈砂池として活用した。これにより、原水の通水流速を上げて原水槽への原水貯留量が十分に確保することができた。また、原水濁度は、この水槽を通過する間に160NTUから100NTUまで低下し、活性炭槽の詰りが解消された。
- ・濁質による詰りを抑えるために下部装置の通水孔を拡大した。
- ・原水ポンプを洗浄するとともに、活性炭の動きを観察しながら流量を調整した。

2017年10月：

- ・運転条件と水質のフォローアップとして、運転の経過時間と流量の低下について測定依頼した。その結果、流量は安定しており低下は見られなかった。7月に設置した水槽の効果によるものと考えられる。
- ・水質計器の不具合が見られたため、帰国後、対応を通訳を通じてメールにて説明し解決した。

その他、実証実験フォローアップの活動内容は、以下のとおり。

[カラム A：VN 製活性炭，カラム B：JP 製活性炭]

| 日付 | 実証実験フォローアップ（運転変更履歴） |
|---------------------|--------------------------------|
| 2017/1/20～ [初期値] | 流量 A・B：2L/分，洗浄：週 3 日（2cycle） |
| 2017/6/26～7/2 | 運転停止（NTU>100） |
| 2017/7/12～ | 流量 A・B：2→3L/分，A・B：下部装置洗浄・通水孔拡大 |
| 2017/7/15 | 前置水槽（既存水槽：1,000L）の設置 |
| 2017/7/16～ | 洗浄：週 3→7 日（2cycle） |
| 2017/8/19～ | 洗浄：週 7 日（2cycle）×2 回 |
| 2017/8/31～ | 洗浄：週 7→3 日（2cycle） |
| 2017/10/9～ | 流量 A・B：3→2L/分 |
| 2017/11/24～ | 洗浄：週 3→7 日（2cycle） |
| 2017/11/30～ | 洗浄：週 7→3 日（2cycle） |
| 2017/12/10～ | 流量 A・B：2→2.5L/分 |
| 2018/2/1～ | 流量 A・B：2.5→3L/分 |
| 2018/2/26 | A・B：下部装置洗浄 |
| 2018/3/4 | A・B：下部装置洗浄 |
| 2018/4/7 | B：下部装置洗浄 |

| | |
|------------|---------------------------------|
| 2018/4/18～ | 洗浄：週 3→7 日 (2cycle), A・B：下部装置洗浄 |
| 2018/5/19 | A・B：下部装置洗浄 |
| 2018/5/23～ | 流量 A・B：3→3.5L/分 |
| 2018/9/28 | A・B：下部装置洗浄 |

7) ナムディン水道公社の実証実験（活動状況・フォローアップ）

2017年7月：

- ・水質試験、運転状況のフォローアップを実施。バックアップ電源設置の確認。原水の有機物質その他汚濁物質濃度が高いため、活性炭槽が詰まりやすいので、活性炭の流動状況を確認しながら洗浄頻度を増加するようにした。

2017年9月：

- ・実証実験フォローアップとして、下部装置・砂利層の洗浄に関する技術指導を行った。

2017年10月：

- ・運転条件と水質のフォローアップとして、他の公社と同じく原水の濁質による詰りを緩和するために、下部装置の通水孔を拡大した。同時に10月初めから降雨により高濁度の原水が流入していたため、活性炭洗浄、混合槽、分配層底部に堆積していた汚泥を洗浄し取り除いた。
- ・流速は、運転を継続していくと共に低下しているとのことであったため、洗浄後に流速を調整したのち、流速の経時変化の測定を依頼した。
- ・原水のCOD等が高く汚濁が進んでいるため、DOの消費量が多く、BCF槽内を通過する原水DOが不足しているため、原水槽でのエアレーションを開始した。

その他、活性炭の流動、原水の流速を保持するための実証実験フォローアップの活動内容は、以下のとおり。

[カラムA：VN製活性炭，カラムB：JP製活性炭]

| 日付 | 実証実験フォローアップ（運転変更履歴） |
|---------------------|-------------------------------|
| 2017/5/12～ [初期値] | 流量A・B：2L/分，洗浄：週3日（2cycle） |
| 2017/7/19～ | 流量A・B：2→3L/分，洗浄：週3日（2→3cycle） |
| 2017/8/31 | A：下部装置洗浄 |
| 2017/9/1 | B：下部装置洗浄 |
| 2017/10/25 | A・B：下部装置洗浄・通水孔拡大 |
| 2017/11/9 | A・B：下部装置洗浄 |
| 2017/11/20～ | 洗浄：週3→5日（3cycle） |
| 2017/12/8～ | 洗浄：週5日（3→2cycle） |
| 2018/3/16 | A：VN（粒径大）→VN（粒径小）入替 |
| 2018/4/3～ | 流量A・B：3→3.5L/分 |
| 2018/4/16 | 前置水槽（500L）の設置 |

| | |
|-----------|-------------------|
| 2018/4/18 | A・B：下部装置洗浄 |
| 2018/6/1～ | エアレーション開始（1日2回定時） |

8) クアンニン水道公社の実証実験（活動状況・フォローアップ）

2017年9月：

- ・実証実験フォローアップとして、下部装置・砂利層の洗浄に関する技術指導を行った。
- ・併せて、下部通水孔を拡大した。
- ・洗浄後に流量を調整しても安定せず、1日に何度も流量管理が必要なため、活性炭の動きを観察しながら流量を2L/min→3L/minに増量調整した。

2017年10月：

- ・他の公社と同じく原水の濁質による詰りを緩和するために、下部装置の通水孔を拡大した。活性炭の動きが悪いため、流速をA,Bとも2L/分から3L/分にした。
- ・これまでの運転では、流速の低下がみられた時には随時流速を調整していた。継時的な流速の低下を確認するために、洗浄後の流速の変動の測定を依頼した。
- ・水質測定に関して、試薬を添加し発色してから測定までの時間についてなどの質問があった。測定項目によって発色までの時間を正確に守る必要があるものや、発色後は一定時間退色しないものなどがあり、各々に適正に対応する必要があることを説明した。

その他、原水の流速を保持するために実証実験フォローアップの活動内容は、以下のとおり。

[カラムA：JP製活性炭，カラムB：VN製活性炭]

| 日付 | 実証実験フォローアップ（運転変更履歴） |
|---------------------|-----------------------------|
| 2017/6/19～ [初期値] | 流量A・B：2L/分，洗浄：週3日（2cycle） |
| 2017/9/5～ | 流量A・B：2→3L/分，B：下部装置洗浄・通水孔拡大 |
| 2017/10/13 | A：下部装置洗浄・通水孔拡大 |
| 2017/10/24～ | 流量A：3→2.5L/分，流量B：3→2L/分 |
| 2017/11/17～ | 流量A：2.5→3L/分，流量B：2→3L/分 |
| 2018/4/18～ | 流量A・B：3→3.5L/分 |
| 2018/5/15～ | 流量A・B：3.5→3L/分 |
| 2018/7/20 | A・B：下部装置洗浄 |
| 2018/9/12 | 前置水槽（1, 300L）の設置 |

9) ティエンザン水道公社の実証実験（活動状況・フォローアップ）

2017年9月：

- ・実証実験フォローアップとして、U-BCF 実証実験装置の状態確認、洗浄作業の確認を行った。

2017年10月：

- ・他の公社と同じく原水の濁質による詰りを緩和するために、下部装置の通水孔を拡大した。同時に活性炭の洗浄、混合槽、分配層の洗浄も行った。
- ・活性炭層が非常に詰まりやすいために流速は A,B とともに 3L/分とし、洗浄回数は午前 1 回、午後 2 回とした。
- ・本浄水場の原水は、取水場が市場の横にあり河川も小さく非常に汚濁が進んでいる。そのため、原水は、濁質、有機物質濃度が高く活性炭は非常に詰まりやすい。下部装置の通水孔を拡大しても、洗浄後の早い時点から流速が急速に低下している。洗浄回数は他の水道公社に比べて多く実施しているにもかかわらず、活性炭層の流動は停滞気味である。流速を A : 3.3L/分、低下しやすい B 塔(ベトナム製)については、4.2L/分とした。
- ・運転中の流速の低下を確認するために、経時変化の測定を依頼した。
- ・原水の汚濁が進んでおり、DO の消費が大きいため、原水槽でエアレーションを開始した。また、原水濁度の低減化と流量確保のために原水槽の前に原水貯留槽を設置した。

その他、実証実験フォローアップの活動内容は、以下のとおり。

[カラム A : JP 製活性炭, カラム B : VN 製活性炭]

| 日付 | 実証実験フォローアップ（運転変更履歴） |
|---------------------|--|
| 2017/7/25～ [初期値] | 流量 A・B : 3L/分, 洗浄 : 週 7 日 (2cycle) |
| 2017/7/26～10/17 | 洗浄 : 週 7 日 (2→3→4cycle) |
| 2017/10/4～ | 流量 A・B : 3→3.5L/分 |
| 2017/10/18 | A : 下部装置洗浄・通水孔拡大 |
| 2017/10/19～ | 流量 A・B : 3.5→3L/分, 洗浄 : 週 7 日 (4→3cycle) B : 下部装置洗浄・通水孔拡大 |
| 2017/10/26～ | 流量 A : 3L/分, B : 3→3.5L/分 エアレーション開始 (24 時間) |
| 2017/11/20～ | 流量 A : 3L/分, B : 3.5→3L/分 |
| 2017/12/4～ | 流量 A・B : 3→3.5L/分, 洗浄 : 週 7 日 (3→2cycle) |
| 2018/1/23～ | 流量 A・B : 3.5→3L/分 |
| 2018/3/18～ | 流量 A・B : 3→3.5L/分 |
| 2018/3/24～4/10 | 洗浄不可 (通水のみ : コンプレッサー故障) |
| 2018/4/23 | 前置水槽 (既存水槽 : 700L) の設置 エアレーション一時停止 |
| 2018/5/3～5/16 | 運転停止 (原水ポンプ故障) |
| 2018/5/28～ | エアレーション再開 (24 時間) |

| | |
|---------------|----------------------|
| 2018/6/21～7/5 | 洗浄不可（通水のみ：コンプレッサー故障） |
| 2018/7/6～7/10 | 運転停止（コンプレッサー故障） |
| 2018/7/17 | A・B：下部装置洗浄 |

1-7. U-BCF を付加した浄水処理方法の有効性の検証に必要となる水質分析の実施方針（水質分析項目、分析頻度、モニタリング方法等）を決定する。

1-7-1 本活動では当初の予定どおり以下の項目の分析を開始した。また、水質測定について検討の結果、COD に関しては DR6000 を用いない滴定方法による測定を追加することにした。これは、これまでの本邦研修、現場研修の中で DR6000 による COD 測定結果にバラツキが見られる可能性があったためである。なお、滴定方法の習得は、ハイフオン水道公社での研修時に実施した。

1-7-2 水質分析項目については以下のとおり。

表 23 水質分析項目

| | 水質項目 | 単位 | 測定場所 | | | 測定頻度 |
|----|------------------------------|--------|------|--------|--------|------|
| | | | 原水 | BCF(A) | BCF(B) | |
| 1 | 水温 | ℃ | — | — | — | 1/W |
| 2 | pH | | — | — | — | 1/W |
| 3 | 溶存酸素(DO) | mg/L | — | — | — | 1/W |
| 4 | 電気伝導度 | μ S/cm | — | — | — | 1/W |
| 5 | 色度 | 度 | — | — | — | 1/W |
| 6 | 濁度 | NTU | — | — | — | 1/W |
| 7 | 化学的酸素要求量(COD _{Cr}) | mg/L | — | — | — | 1/W |
| | 化学的酸素要求量(COD _{Mn}) | mg/L | — | — | — | 1/W |
| 8 | E260 | | — | — | — | 1/W |
| 9 | アンモニア態窒素 | mg/L | — | — | — | 1/W |
| 10 | 亜硝酸態窒素 | mg/L | — | — | — | 1/W |
| 11 | 硝酸態窒素 | mg/L | — | — | — | 1/W |
| 12 | 溶存マンガン | mg/L | — | — | — | 1/W |
| 13 | 溶存鉄 | mg/L | — | — | — | 1/W |

1-8. 上記 1-7 の水質分析方針に基づき、対象 6 都市の C/P に対してモニタリングに必要な技術指導を行い、原水及び U-BCF 処理水について 1 年間モニタリングする。

- 1) 本活動に必要な現地での技術指導については、以下のとおり。
 なお詳細については、1-6 4)–9)に記述した。

表 24 モニタリング技術指導の実施結果

| 都市名 | 関係機関名 | 状況 | 対策 |
|--------|----------------|-----------|-----------|
| ホーチミン | サイゴン水道公社 | 1-6 4) 参照 | 1-6 4) 参照 |
| ハイフォン | ハイフォン No2 水道公社 | 1-6 5) 参照 | 1-6 5) 参照 |
| フートオ | フートオ水道公社 | 1-6 6) 参照 | 1-6 6) 参照 |
| クアンニン | クアンニン水道公社 | 1-6 7) 参照 | 1-6 7) 参照 |
| ナムディン | ナムディン水道公社 | 1-6 8) 参照 | 1-6 8) 参照 |
| ティエンザン | ティエンザン水道公社 | 1-6 9) 参照 | 1-6 9) 参照 |

- 2) 本活動に必要な国内から現地への遠隔指導については、以下のとおり。
- ・測定データは、毎週、各水道公社からメールで送付される。このデータの内容を確認し、必要に応じて通訳を通してメールで対策を伝え、結果を受け取るといった作業を繰り返し、最適な運転条件の検討、原水水質及び U-BCF の処理状況の把握を行った。
 - ・各水道公社の原水水質、U-BCF 実証実験装置の据え付条件等が異なるために、各公社に最も適した運転方法を決定することが重要課題であった。また、最適運転条件は各水道公社への実施設導入時の整備内容、運転条件の検討に際し有用となる。
 - ・ハイフォン No.2 水道公社、フートオの運転状況はほぼ安定していたが、残りの 3 カ所については、運転条件を更に検討する必要があったため、その後の現地フォローアップ時に各水道公社に U-BCF 実証実験装置運転時の流速の低下について、経時変化を測定するよう依頼した。その結果、以下のとおり各水道公社の運転状況が得られた。
 - ・ナムディン水道公社：原水の有機物質、アンモニア等が非常に高く汚濁が進行しているため、活性炭が詰まりやすい傾向にあった。カラム洗浄後、時間経過とともに流速は低下した。低下量が大きくなると再調整しても復帰できず、濁質が活性炭内に詰まっていると考えられた。この状態では処理効果が大きく低下する。そのため、洗浄をこれまでは 1 回/2 日であったが、1 回/日にするように指示した。また、水質測定結果より処理状況を確認し、活性炭が詰まった時は洗浄回数を増加するようにした。
 - ・クアンニン水道公社：原水水質は良好であるものの、流速の経時変化の測定結果によると流速が大きく低下していた。これが活性炭の詰りによるものか、原水量の不足によるものか不明であり、最終的には原水槽の前に貯留槽を設置した。

- ・ティエンザン水道公社：原水水質が非常に悪く、流速の測定結果では低下が著しく U-BCF 処理後に水質が逆転する事態がたびたび見られた。また、サイゴン水道公社と同様に原水の DO が低いため、原水にエアレーションをするように指示した。その結果、U-BCF の処理効果が次第に好転していった。

3) 本活動における原水及び U-BCF 処理水の 1 年間のモニタリング結果については、以下のとおり。

表 25 物質除去率

| 関係機関名 | 物質除去率 [%] | | | C/P 側の評価 |
|----------------|-----------|-------|-------|--|
| | NH3 | D-Mn | COD | |
| サイゴン水道公社 | 69.0 | 64.0 | 28.0 | 期待どおりの結果 |
| ハイフォン No2 水道公社 | 72.7 | 64.0 | 28.5 | 期待どおりの結果 |
| フートオ水道公社 | 62.5 | 41.0 | 46.5 | 高濁度時の運転 (NTU>100) に課題あり。他浄水場にて再実験を希望 |
| クアンニン水道公社 | 48.0 | 62.9 | 40.4 | 期待どおりの結果 |
| ナムディン水道公社 | 64.9 | 65.8 | 21.5 | 有機物の除去に課題あり (COD 除去率の期待値 30%以上) 他浄水場にて再実験を希望 |
| ティエンザン水道公社 | 44.1 | 59.7 | 21.9 | 有機物の除去に課題あり (COD 除去率の期待値 50%以上) 他浄水場にて再実験を希望 |
| 《参考値》 | | | | |
| 北九州市 | 91 | 81 | 16 | 穴生浄水場の実績値 |
| ハイフォン水道公社 | 78~87 | 54~70 | 18~25 | ビンバオ浄水場の実績値 |

1.9. U-BCF 施設を本格導入する際の設置コスト、ランニングコストについて、導入前後や他の浄水手法と比較しつつ、試算する。

本活動において試算した設置コストについては、以下のとおり。

なお、下表の概算整備費については、基礎地盤の補強・取水ポンプの取替・補完設備等の費用は含まない。

表 26 U-BCF 施設の規模・構造・設置コスト

| 都市名 | 関係機関名 | 浄水場名 | 処理量 [m3/日] | 構造 | 概算整備費 [1,000USD] | 補完設備 |
|--------|----------------|---------------|---------------|---------------|---------------------|-----------|
| ホーチミン | サイゴン水道公社 | Tan Hiep | 300,000 | コンクリート造 | 24,920 | エアレーション設備 |
| ハイフォン | ハイフォン No2 水道公社 | Hai Phong No2 | 20,000 | コンクリート造 | 2,047 | — |
| フートオ | フートオ水道公社 | Viet Tri | 60,000 | コンクリート造 | 5,782 | 沈砂池 |
| クアンニン | クアンニン水道公社 | Dien Vong | 60,000 | コンクリート造 | 5,782 | — |
| ナムディン | ナムディン水道公社 | Y-Yen | 6,000 | 鋼製 (ユニット型) | 569 | エアレーション設備 |
| ティエンザン | ティエンザン水道公社 | Cai Lay | 4,000 | 鋼製 (ユニット型) | 471 | エアレーション設備 |

また、ランニングコストについては、サイゴン水道公社の場合を代表例として、以下のとおり試算した。

表 27 U-BCF 施設の運転管理費[年間] (SAWACO の場合)

| Items | Capacity (kW) | Quantity | Operating Time | Annual Electricity Consumption (kWh/year) | Unit Electricity Cost (VND/kW) | Annual Electricity Cost (VND/year) |
|---------------------------------------|-----------------------------|------------------------|-------------------------------------|---|---|--|
| 1. Intake Pump Capacity Difference | 26 | 2 | 8 h | 151,840 | 1,675 | 254,332,000 |
| 2. Washing Blower | 37 | 4 | 150 min | 135,050 | 1,675 | 226,208,750 |
| 3. Operated Valve | 0.4 | 20 | 15 min | 730 | 1,675 | 1,222,750 |
| 4. Lighting | 0.1 | 20 | 2 h | 1,460.0 | 1,675 | 2,445,500 |
| Sub-Total | | | | 289,080 | | 484,209,000 |
| Items | Volume (m ³) | Life Span (year) | Annual Supplement Rate (%) | Annual Supplement Volume (m ³ /year) | Cost per Volume (VND/m ³) | Annual Cost (VND/year) |
| 1. GAC | 1,268 | 15 | 7 | 89 | 17,750,150 | 1,579,763,350 |
| Sub-Total | | | | | | 1,579,763,350 |

| Items | Operating Volume (m ³ /day) | | Annual Operating Rate (%) | Annual Operating Volume (m ³ /year) | Cost per Volume (VND/m ³) | Annual Cost (VND/year) |
|-------------------------|--|--|---------------------------|--|---------------------------------------|------------------------|
| 1. Mechanical Operators | 300,000 | | 100 | 109,500,000 | 20 | 2,190,000,000 |
| Sub-Total | | | | | | 2,190,000,000 |
| Total (VND) | | | | | | 4,253,972,350 |
| Total (USD) | | | | JICA rate: 23,235 | | 183,085 |

表 28 U-BCF 施設導入後の薬品削減費[年間] (SAWACO の場合)

| Items | Water Treatment Volume by U-BCF (m ³ /day) | Usage Amount per Water Volume (g/m ³) | Annual Reduction Rate (%) | Annual Reduction Mass (kg/year) | Cost per Mass (VND/kg) | Annual Chemical Reduction Cost (VND/year) |
|--------------------|---|---|---------------------------|---------------------------------|------------------------|---|
| 1. PAC | 300,000 | 16 | 30 | 525,600 | 3,280 | 1,723,968,000 |
| 2. Chlorine | 300,000 | 6.3 | 31 | 213,854 | 14,200 | 3,036,726,800 |
| Total (VND) | | | | | | 4,760,694,800 |
| Total (USD) | | | | JICA rete: 23,235 | | 204,893 |

以上の試算結果より、U-BCF の導入により年間の運転管理費が 183,085USD 増加するものの、薬品費が 204,893USD 削減される。なお北九州市と同様、補充用の活性炭について仕様を満たす中古品の入手が可能であれば、さらに運転管理費は節減できる見込みである。

また、他都市においても同様の方法により、以下のとおり試算した。

表 29 U-BCF 施設の運転管理費と薬品削減費[年間]の比較

| 関係機関名 | 浄水場名 | 処理量 [m ³ /日] | 構造 | 運転管理費 [USD・年間] | 薬品削減費 [USD・年間] |
|----------------|---------------|-------------------------|------------|----------------|----------------|
| ハイフォン No2 水道公社 | Hai Phong No2 | 20,000 | コンクリート造 | 14,049 | 22,858 |
| フートオ 水道公社 | Viet Tri | 60,000 | コンクリート造 | 38,201 | 49,203 |
| クァンニン 水道公社 | Dien Vong | 60,000 | コンクリート造 | 38,201 | 30,442 |
| ナムディン 水道公社 | Y-Yen | 6,000 | 鋼製 (ユニット型) | 9,031 | 5,082 |
| ティエンザン 水道公社 | Cai Lay | 4,000 | 鋼製 (ユニット型) | 8,312 | 6,577 |

1-10. 上記 1-8 モニタリング結果及び 1-9 試算結果に基づき、対象水道事業体に U-BCF を実際に導入した際の有効性・優位性を伝達する。

本活動におけるセミナー等の実施結果については、以下のとおり。

表 30 セミナー等の実施結果

| 都市名 | 関係機関名 | 中間報告会 | 評価会 |
|--------|-------------------|------------------|-------------------|
| ホーチミン | サイゴン 水道公社 | 2017年2月24日 実施 | 2017年10月17日 実施 |
| ハイフォン | ハイフォン No2 水道公社 | 2017年7月14日 実施 | 2018年3月22日 実施 |
| フートオ | フートオ 水道公社 | 2017年7月12日 実施 | 2018年7月17日 実施 |
| クァンニン | クァンニン 水道公社 | 2018年1月30日 実施 | 2018年9月11日 実施 |
| ナムディン | ナムディン 水道公社 | 2018年1月26日 実施 | 2018年7月19日 実施 |
| ティエンザン | ティエンザン 水道公社 | 2018年3月19日 実施 | 2018年9月7日 実施 |

1) サイゴン水道公社

・中間報告会においては、本 JICA プロジェクト以前に 2 年間実証実験を実施しているため、その結果も併せて報告した。

・サイゴン水道公社は、これまでの実験で明らかとなった U-BCF 実証実験装置の設備や水質の問題点等を挙げ、その解決法として行った対策と効果について説明した。U-BCF 導入の対象としているタンヒエップ浄水場の原水であるサイゴン川の水質の特徴は、溶存酸素(DO)が低い、pH が低いことで、そのためにエアレーションをする、原水槽の改造を行う、牡蠣殻を原水槽に投入するなどの対策を行った。また、水源は有機物汚濁も進行しており、大量に発生している藻類から産出される粘着性物質によると思われる活性炭層の詰りが頻発した。その対策として、原水の通水速度を上げる、活性炭の詰りを低減する洗浄方法の検討などを行った。このように U-BCF 実証実験装置の改造、運転方法の改善により、U-BCF の対象としているアンモニア態窒素、溶存マンガン、有機物質の処理効果は、ハイフォン水道公社のアンズオン浄水場で実施した実証実験結果とほぼ同程度となった。サイゴン水道公社は、この結果から U-BCF 導入後の薬品使用量の低減の試算を行い、その効果は約 80,000 ドルと示した。

・チーム北九州は、上記の結果を踏まえて U-BCF 導入に伴う副次的効果として、給水栓水のトリハロメタン低減化、浄水処理操作の安定化等を説明した。併せて、本実験において行った種々の対策に対し、牡蠣殻により pH を高くしたことに對して、アンモニア態窒素の処理効果にほとんど影響を及ぼさなかったことで、原水の pH 上昇対策は特に必要が無い点、低溶存酸素対策としてエアレーションは効果が見られたが、出来る限りエネルギーの消費を抑える施設・運転を目指すことが重要と考え、原水を高い位置から自然

落下させる、簡易瀑布装置の導入等の提案を行った。

- ・チーム北九州は、U-BCF の構造、北九州市での導入効果やそれに伴う薬品低減、電力使用量等の運転経費の算定結果を示した。更にタンヒエップ浄水場への U-BCF 導入費は概算として約 23 億円程度であることを示した。

- ・ハイフォン水道公社は、実施設が導入されているビンバオ浄水場での U-BCF 処理効果、それに伴う薬品使用量の低減(凝集剤：10-15%、塩素：20%)を示した。

- ・最後にサイゴン水道公社のヤン副総裁が、給水栓から採取した黒水を参加者に提示し、以下のように述べた。サイゴン水道公社は、U-BCF 実証実験と並行してホーチミン大学とオゾン処理の実験を行ったが、当タンヒエップ浄水場から配水される給水栓で問題となっているマンガンによる黒水は、オゾンでは除去ができないことが判った。しかし、本 U-BCF 実験では 70%程度の除去が可能であった。しかも、建設費、維持管理費もオゾン処理に比べるとはるかに安い。タンヒエップ浄水場には U-BCF を導入して給水栓水の黒水被害を無くしたい。更にはトリハロメタンを低減した安全な水の供給を目指したい。今後は U-BCF 導入に向けて皆さんと協力して取り組んでいきたい。

- ・評価会においては、発表はサイゴン水道公社担当者が、過去 3 カ年(最後の 1 カ年が本 JICA プロジェクトで実施)の実験の経過とデータのまとめを発表した。

- ・チーム北九州は、これまでの実験データによる種々の運転条件下での U-BCF の効果をまとめ、最適運転条件、設備条件の決定とその条件下での除去効果をまとめた。この結果と北九州市での実証実験、導入している実施設での測定結果と比較して浄水薬品の低減効果を推定し、コスト計算を示した。これによると、サイゴン水道公社での U-BCF 除去率は、アンモニア態窒素は約 70%、溶存マンガンは約 65%、有機物質は 30%となった。この除去率は、ハイフォン水道公社での実証実験の結果とほぼ同様となった。これによりサイゴン水道公社での浄水薬品の予測使用率は約 30%低減すると結論付けた。

- ・次いで、U-BCF の概要、北九州市での U-BCF の施設及び運転状況、運転経費とその削減効果を示した。また、北九州市のベトナムにおける U-BCF の事業展開の経過を示した。

- ・研修を委託しているハイフォン水道公社からは、以下の実験結果が示された。実施設を導入しているビンバオ浄水場での U-BCF 処理効果は、アンモニア態窒素：78-87%、溶存マンガン：54-70%、有機物質：18-25%、また、ハイフォン No.3 浄水場の U-BCF 実証実験装置での結果では、アンモニア態窒素：77%、溶存マンガン：66%、有機物質：32%であった。今後、JICA 無償資金での導入を進めているアンズオン浄水場は、2018 年から工事を開始する。ハイフォン No3 浄水場には 2018 年迄の導入を、ビンバオ II として同じく 2018 年の導入の計画をしている。カウグイット浄水場には 2020 年から 2021 年の導入、ハイフォン市のその他の浄水場に 2020 年から 2030 年までにすべて導入する計画であると発表した。

- ・サイゴン水道公社への U-BCF 導入は、ハイフォン水道公社のような JICA による無償援助とはならないため、北九州市が保持する U-BCF 技術が生かされるような資金確保方法の検討、取り組みが重要となる。サイゴン水道公社では、いまだその方針が決定されていないが、事業を途切れることなく進めていくために、北九州市上下水道局では、その第三セクターである(株)北九州ウオーターサービス(KWS)と共に、日本の経済産業省の「新興国市場開拓事業費補助金(質の高いインフラ詳細事業実施可能性調査事業)」への

申請した結果、交付に至ったため、KWS が事業主体として本評価会終了後に事業開始のための説明会を開催した。これにより、対象のタンヒエップ浄水場への U-BCF の整備金額、運営経費、資金調達方法などの数字を出すための基本設計調査を行うこととなった。

2) ハイフォン No.2 水道公社

・中間報告会の事前協議において、試験結果の平均値等が北九州と Haiphong2 で微妙に異なっていたため、読み合わせによりデータの確認を行った結果、転記間違い、送付データの違い等がかなりあった。

・中間報告会においては、運転担当者から以下のとおり報告があった。①停電が長引くと U-BCF への原水の通水が停止することによる影響が大きいと思われる。②U-BCF 実証実験装置に原水を取り込むためのポンプの影響があり、流量が安定していない。頻繁に流量を確認する、取水ポンプを取り換えるなどの対策が必要。③原水送水管 D32 に貝や泥が詰まったため、対策として U-BCF への通水を停止し、D32 管に塩素を注入し 24 時間保持し貝を除去した。そののち、高圧ポンプで D32 を洗浄した。

・水質担当者からは以下のとおりの報告があった。①NH₃ が 58~66%、D-Mn:53~56%、CODMn:30~36%で概ね順調に処理ができています。臭気も除去されていることが判った。全体的に A より B 塔のほうが処理効果が高い。この差は、活性炭槽の高さが B 塔が 10cm 高いことによる差と考えられる。しかし、同じ河川を原水とするハイフォン水道公社アンズオン浄水場での実験結果と比較すると、期待した除去率が得られていないと評価している。今後、更に高める運転条件等を検討したい。

・同席した HaiPhong 水道公社 Mr.Dung から、ハイフォン No.3 浄水場でも同様な実験を 2 年間実施していて同じような結果を得ている。No2 でも U-BCF 導入によって効果が十分あると考えられる。貝の詰りは、ビンバオ浄水場でも見られたが、解決策があるので HaiPhong 水道公社から支援をしたい。今後の 6 カ月で運転、分析結果をフィードバックさせて、除去率向上に向けて行ってほしいとのコメントがあった。

・チーム北九州からは、U-BCF の概要と運転条件等を説明。今回の結果をみて、実験塔 A, B とも日本製の活性炭を充填しており、A と B の除去率の差は活性炭槽の高さの違い、若しくは通水速度の違いが考えられる。3 月 30 日から通水速度を A 塔は 3L/min、B 塔は 2L/min に設定した。その結果を見ると、通水速度を 3L/min の方が 2L/min より除去率は全体的に約 30%低下している。従って、AB 等の違いは、通水速度ではなく、活性炭槽の高さの違いと推測されると説明した。

・次いで、貝による詰りは、U-BCF 実証実験装置では今回のような対策をするしかないと考える。通常の維持管理では定期的に管や、分配槽の洗浄を行うことも一つかもしれない。実施導入時に、送水管の管径を大きくするのも一つと思われる。

・また、測定値の評価について、一つの項目のみが原水と処理水で逆転した時は、測定ミス、試料の取り違いの可能性が高い。処理対象項目が逆転している時は、運転状況を確認する必要がある。

・更に、臭気物質の除去について、北九州市ではもちろん、日本の水道において U-BCF の処理に期待する項目であり、今後も官能試験によって処理状況を確認して欲しい。最後に、高度処理・オゾン活性炭とのコスト比較等について説明した。

・GD の終わりの挨拶：2018 年に浄水場の拡張を行う予定で、その時に併せて U-BCF 導入を考えている。場所は試験室左横、前沈殿池と着水・沈殿の処理工程の左前に予定している。

・評価会においては、実験期間の運転に関与するハイフォン No. 2 水道公社の原水水質は、DO は平均値 7.7mg/L で生物の繁殖に十分であり、pH の平均値は、7.4 で D-Mn の除去の障害になりにくい。濁度は最大で 39.7NTU で活性炭の流動を妨げるほど高くは無いため、U-BCF の運転はそれほど困難ではないと考えられる。運転条件として通水速度の変更、活性炭の製造元(日本製、ベトナム製)、下部装置の洗浄について各々対策を実施した期間とその水質結果を上記表に示した。その結果、原水の通水速度は除去効果に大きな影響は与えない、ベトナム製の活性炭は D-Mn で日本製より除去率が幾分低い結果となった。

・以上の結果から NH₃-N, D-Mn の除去効果はともに 60%以上を示し、U-BCF の実施導入に効果があるとの結果が得られた。しかし、北九州市上下水道局やハイフォン水道公社と比較すると幾分低めである。これは前記した水質試験方法、ブランク水の影響また、本実験プラントは原水の取り込みが実施から分岐しているため、通水量が一時的に低下することがある点も考えられる。当初予定の実験期間は終了したが、今後しばらくはプラントの運転と水質試験を継続して検証していくことでハイフォン No. 2 水道公社と合意した。

《運転対策と効果》

| Removal ratio on each operation condition | | | | | | | | | | | | | | |
|---|------------|------|-----------|------|-----------|------|----------|------|------------|------|-----------|------|-------|------|
| | 2016/12/15 | | 2017/3/30 | | 2017/7/14 | | 2017/9/6 | | 2017/10/23 | | 2018/1/31 | | Total | |
| | A | B | A | B | A | B | A | B | A | B | A | B | A | B |
| Column | A | B | A | B | A | B | A | B | A | B | A | B | A | B |
| FlowRate | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2.5 | 2.5 | | |
| Activated Carbon | JP | JP | JP | JP | VN1 | JP | VN1 | JP | VN2 | JP | VN2 | JP | | |
| LowerPart | | | | | | Wash | Wash | | Wash | | | | | |
| Turbidity | 15.2 | 18.7 | 42.5 | 44.9 | 27.8 | 33.9 | 29.0 | 23.6 | 28.8 | 19.6 | 27.1 | 16.2 | 28.8 | 27.3 |
| CODMn | 28.0 | 24.9 | 30.4 | 36.1 | 15.5 | 22.0 | 13.0 | 17.6 | 10.9 | 20.0 | 14.7 | 28.5 | 19.9 | 27.0 |
| E260 | 31.3 | 29.9 | 42.1 | 46.8 | 19.9 | 23.4 | 17.6 | 23.5 | 12.1 | 18.8 | 18.0 | 20.2 | 27.0 | 30.5 |
| NH ₃ | 72.8 | 73.9 | 52.3 | 56.1 | 38.5 | 45.9 | 67.9 | 70.2 | 57.9 | 61.8 | 65.5 | 72.7 | 61.1 | 64.1 |
| NO ₂ | 55.0 | 38.7 | 62.4 | 46.7 | 46.3 | 50.5 | 74.5 | 53.9 | 56.1 | 56.8 | 61.7 | 61.7 | 56.9 | 49.2 |
| D-Mn | 46.8 | 47.3 | 58.2 | 60.3 | 62.7 | 73.6 | 51.9 | 62.7 | 31.4 | 51.9 | 47.7 | 60.0 | 54.5 | 61.5 |

3) フートォ水道公社

・報告会においては、運転状況、水質試験結果について各々担当者が説明した。雨季に入り原水濁度が高く頻繁に活性炭が詰まったため、アンモニア、D-Mn、有機物の除去率が低下した。そのため、何度も下部装置を外して洗浄をし、結局、6月26日以降は運転を停止した。

・同席した HaiPhong 水道公社(Mr.Dong)からのアドバイスとコメントとして、以下の発言があった。大きな課題は水源の高濁度であり、その影響と思われるが NH₃ や Mn の除

去率が低い。濁度対策として仮沈澱池を造る、U-BCF を沈澱池の後に設置する、下部装置の改造、水源からの取水方法の検討等が考えられる。COD の除去率は HaiPhong 水道公社より高い値を示している。

・チーム北九州からは、水質に関して、BCF 概要、活性炭の流動による原水との接触が除去に対し重要であること、濁度が大きな影響を与える通水速度、洗浄回数・時間等運転方法について説明した。また、高度処理・オゾン活性炭とのコスト比較等について説明した。また、溶存マンガンの除去率が低い。これは、当該原水中のマンガン濃度が低く、採用している測定方法では低濃度範囲のマンガン濃度の測定が困難で測定値にバラツキがみられることが原因と思われる。

〔所感〕全体に、運転管理と水質試験の実態について、実験現場とチーム北九州との間で意思の疎通がうまくいっていないため、チーム北九州側は運転状況を十分に把握していなかった。また、水質試験では、担当者がマイナス値を出す等測定方法、測定値の評価を正しく理解されておらず、今後の状況をよく見ておく必要性を感じた。フートォ水道公社では、U-BCF 実証実験装置の運転・水質試験担当者がパソコン操作に習熟しておらず、チーム北九州との通信は別の部署の職員が行っていることも原因の一つであり、今後、チーム北九州から遅滞なく問合せをして、情報収集に努めたい。水質に関しては、濁度が高いことが一番の課題である。

4) ナムディン水道公社

・報告会においては、初めに本水道公社の概要説明があり、続いて、運転状況、水質試験結果について報告があった。この中で、濁度が高いことと原水の水質の汚濁が進んでいるために活性炭が詰まりやすいと考えている。導水管に付着する貝の対策もしてほしい、また、実証機が小さいことで濁度の詰りが頻発するので、口径の大きなパイプにしてほしいとの要望があった。

《運転対策と効果》

| | | Removal ratio (%) | | |
|--------------------|--------|-------------------|-----------|-----------|
| | | Before Oct. | Oct- Dec. | After Dec |
| CODcr | A(VN) | 10.1 | 18.3 | 21.8 |
| | B(JP) | 19.7 | 28.0 | 30.9 |
| NH ₃ -N | A(VN) | 28.7 | 63.9 | 14.8 |
| | B(JP) | 29.8 | 61.9 | 20.0 |
| D-Mn | A(VN) | 57.1 | 68.6 | 39.7 |
| | B(JP) | 60.0 | 69.0 | 63.8 |
| Turbidity | A(VN) | 39.3 | 60.2 | 30.0 |
| | B(JP) | 21.8 | 38.4 | 32.2 |
| | R(Ave) | 37.5 | 45.0 | 59.3 |

・これに対し、チーム北九州から、夜間のポンプ替えの影響により通水量が不安定となり処理効果への影響があると考えため、混合槽の前に貯留槽を設置して原水量を安定的に確保するようにしたい、貝による詰りは実施設導入時に対策を提案したい、詰りを

減少するために通水速度を 3L/分から 3.5L/分に上げる等の回答をした。実証機を大きくするには経費等の点から本プロジェクトでは困難であることを説明した。上記の表は、活性炭層の詰りを解消するために洗浄方法を変えた時の除去率を示した。10 月以前は 1 回/2 日で 1 サイクル、12 月までは、1 回/2 日で 2 サイクル、12 月以降は 1 回/日で 2 サイクル以上である。表中の Turbidity R(Ave)は、原水濁度の平均値を示す。

・洗浄方法を変えても除去効果が安定しないため、この後、原水流量が変動しないように混合層の前に 500L のタンクを設置した。通水速度は、3L/分から 3.5L/分に上げた。また、生物相に十分な DO を送るために原水槽でエアレーションを開始したが、これまでは間欠であったため、常時エアレーションをするようにした。

5) クァンニン水道公社

・報告会においては、初めに本水道公社の概要説明があり、漏水率低下等で財政をよくしたい、ハロン湾の開発により使用水量は望めるが、観光シーズンとそれ以外の差が大きいが問題等の発表があった。

・続いて、実験についての報告によると、原水は一時的に濁度が上昇するときがあり、活性炭の詰りが見られたため、チーム北九州からの指示により通水速度を上昇させた。また、下部装置の改造、洗浄、定期洗浄の方法の変更も行った。原水 pH が低めのため、ハイフォン水道公社からのアドバイスで牡蠣殻を分配槽に投入したが、pH が上昇しなかったため、1 週間で撤去した。

・これに対し、北九州市上下水道局側から、活性炭の詰りを低減するための対策により下表のとおり、除去率が向上していること、pH が 7 以下(Ave. 6.89) のため D-Mn の除去率が低めであることを説明した。実験結果から、除去率は期待より低い値となった。原水の通水量が不安定であることが一番の原因と考えられる。その要因として、浄水場本体の取水管が大きく、そこから小径の配管で U-BCF 実証実験装置に原水を取水していること、本体浄水場への取水量を一日の中で調整していること、停電がかなり多いことなどの理由により通水量が変動して安定した処理効果が得られないと推測された。そのため、原水層の前に原水貯留槽を設置した。

《運転対策と効果》

| | | Removal ratio (%) | | | |
|--------------------|-------|-------------------|--------------------|--------------------|----------|
| | | Before Sep. 5 | Sep. 5 - Oct.13 | Oct.13 - Dec.11 | Dec.11 - |
| COD _{Mn} | A(JP) | 16.7 | 41.2 | 40.3 | 52.6 |
| | B(VN) | 2.1 | 37.2 | 37.8 | 31.6 |
| NH ₃ -N | A(JP) | 19.1 | 24.9 | 37.5 | 62.9 |
| | B(VN) | 10.0 | 18.5 | 40.3 | 51.8 |
| D-Mn | A(JP) | 49.0 | 46.2 | 32.9 | 52.1 |
| | B(VN) | 36.5 | 20.9 | 18.4 | 52.1 |
| Turbidity | A(JP) | 8.8 | 8.2 | 27.9 | 11.8 |
| | B(VN) | 7.8 | 7.1 | 28.9 | 15.6 |

| | | | | | |
|------|-------|------|------|------|------|
| | Ave | 11.3 | 11.9 | 10.4 | 13.2 |
| T-Fe | A(JP) | 29.1 | 12.9 | 13.4 | 3.3 |
| | B(VN) | 16.5 | 11.4 | 13.4 | 2.0 |

6) ティエンザン水道公社

・報告会においては、初めに本水道公社の概要説明があり、2016年に公社から会社組織になった、浄水場は小規模のものが多く20,000m³/日と30,000m³/日の大きな浄水場がミトー市に2カ所ある、沿岸域は季節による塩害が問題等の発表があった。

・続いて、担当者からの実証実験装置運転、水質の報告によると、実験開始直後は除去効果がみられたものの、原水水質が悪く、配管にも泥が貯まって原水の通水が指定の流速まで上がらない、そのため処理効果が低い。10月から12月に取水河川のバイライ川は上流の農業地区の土壌洗浄排水により汚濁が一層進むこと、対策としてチーム北九州からの指導により洗浄回数の増加、活性炭を取出して洗浄、下部装置改造、通水速度増加等の対策により幾分効果が上がったとの報告があった。10月以降の水質悪化時に対してU-BCFは有効か、どのような運転をすればよいか等の質問があった。

・これに対し、チーム北九州から取水河川は流域の家庭排水、隣接するマーケットからの排水により非常に汚濁が進んでおり、プラント運転に対し以下の対策を進めるよう指導し、その結果を下表に示した。活性炭の詰りが処理効果に大きく影響を及ぼすと考えられるため、通水速度の上昇(10月18日3.0L/分→3.5L/分)下部装置改造、洗浄回数・方法の変更(11月30日)、活性炭の取出し洗浄(10月18日、11月30日)、通水速度(3.5L/分→3.0L/分)に変更(1月18日、原水濁度が低下したため)。有機物質の濃度が高くDOの消費が多いためエアレーションを開始(9月7日)した。また、通水量の保持と濁度低減のため原水槽の前に貯留槽を設置した。

《運転対策と効果》

| | ～Oct.18 | | Oct.26～Jan.11 | | Jan.18～Mar.8 | |
|--------------------|--------------|-------|---------------|-------|--------------|-------|
| | A(JP) | B(VN) | A(JP) | B(VN) | A(JP) | B(VN) |
| Turbidity | Raw:66.8 NTU | | Raw:70.2 NTU | | Raw:37.4 NTU | |
| COD _{Mn} | 15.5% | 7.4% | 3.0% | 3.0% | 23.0% | 19.4% |
| NH ₃ -N | 35.4% | 40.8% | 11.5% | 15.4% | 39.1% | 42.4% |
| NO ₂ | 44.4% | 53.5% | 72.7% | 73.6% | 80.2% | 84.5% |
| D-Mn | 18.2% | 13.2% | 22.5% | 15.8% | 50.3% | 46.8% |

・以上の結果から、10月末から1月にかけて上流部の水田洗浄排水による水源河川水質の悪化に伴い、様々な運転に関する対策を行ったが、処理効果は低い。しかし、1月中旬以降、原水水質が好転するに従い処理効果が上昇している。

7) 水質測定の問題点

各都市での中間報告の結果、各都市では原水水質が異なるものの、U-BCF による除去効果が、北九州市上下水道局、ハイフォン水道公社より低く、安定していない。ハイフォン No.2 水道公社では、隣接して同じ水源から取水しているハイフォン No.3 浄水場において、以前ハイフォン水道公社が行った実験結果に比べて除去率が約 10%程度低く、安定していない、これは水質測定方法、ブランク水の違いによるものではないかとのハイフォン水道公社からの指摘を受けた。チーム北九州は、ハイフォン水道公社と共に各都市の実験室の現状を再度調査し、処理対象となっている NH₃-N、D-Mn 及び CODMn、NO₂-N について測定方法の見直しを行い、ハイフォン水道公社の職員に各都市水道の実験室において内容の伝達指導を依頼した。主な内容は、NH₃-N の測定方法は、ハイフォン水道公社が実施している、これまでの方法より簡易なネスラー法に変更、D-Mn はこれまでの測定方法の再確認、CODMn は、加熱処理時の指定水温・時間の厳守の確認、NO₂-N はベトナム水道試験法を採用(低濃度まで測定可能)している。CODMn 法の加熱用のウォーターバスを導入しておらず、加熱器に鍋を置いて使用している都市もあり、このような実験室には加熱時の温度確認を依頼し、今後、本装置の導入を促した。ブランク水については、いずれの都市にも日本の実験室で一般的に使用している精製水製造装置は導入されておらず、簡単な蒸留器の水を使用していたため、実験当初はボトル水を使用するように指導した。しかし、ボトル水も大半は各水道事業者が事業の一環として製造販売しているもので、ハイフォン水道公社によると、品質が一定していないとのことであった。そこで、各実験室にボトル水と蒸留器の水、ハイフォン水道公社の蒸留水の比較を行ってもらい、各都市で入手可能で最適なブランク水を決定した。ハイフォン水道公社の各都市への指導実績は以下のとおり実施した。

表 31 ハイフォン水道公社による水質分析研修

| No | Date | Water Com. |
|----|-----------|-------------|
| 1 | Apr.16-17 | Phu Tho |
| 2 | Apr.19-20 | Hai Phong 2 |
| 3 | Apr.23-24 | Nam Dinh |
| 4 | Apr.26-27 | Quang Ninh |
| 5 | May 7-9 | Tien Giang |

2) 成果2にかかる活動：U-BCFを付加した浄水処理技術の普及活動

2-1. 6C/Pの水道公社幹部に対し、U-BCFの有用性・優位性及び国内でのU-BCFを付加した浄水処理方法に係る理解向上のための本邦受入活動を実施する。

本活動について、実施結果は以下のとおり。

表 32 本邦受入活動の実施結果

| 都市名 | 関係機関名 | 本邦受入活動 | 日程 |
|--------|--------------|--------------|------|
| ホーチミン | サイゴン水道公社 | 2016年4月上旬実施 | 14日間 |
| ハイフォン | ハイフォンNo2水道公社 | 2016年8月下旬実施 | 14日間 |
| フートオ | フートオ水道公社 | 2016年10月下旬実施 | 18日間 |
| クァンニン | クァンニン水道公社 | 2017年5月中旬実施 | 15日間 |
| ナムディン | ナムディン水道公社 | 2017年3月上旬実施 | 16日間 |
| ティエンザン | ティエンザン水道公社 | 2017年6月下旬実施 | 16日間 |

なお詳細については、1-4に記述した。

2-2. モニタリング結果及び試算結果を踏まえ、6C/Pの水道事業体に対し、U-BCF装置の本格導入に関する提言を行う。

本活動については、U-BCFに関する技術的な提言だけでなく、設置コストやランニングコスト、U-BCF装置を導入した際の有用性・優位性など、1-9～1-10に記述のとおり本格導入に関する提言を行った。

なお、本事業の活動は概算整備費の算出までであるが、サイゴン水道公社は対象都市の中でも規模が大きく、導入に向けたさらに具体的な協議を進めるためには、より精度の高いデータが必要となった。そこで、KWSが経産省補助事業の採択を受け、さらに精度の高い調査を実施し、U-BCF整備に向けた基本計画を策定した。

上記の提言に対するC/Pの水道事業体のコメントについては、以下のとおり。

【提言に対するC/Pの水道事業体のコメント】

1) サイゴン水道公社

[クイン会長]

- ・U-BCFの効果が十分に確認できた。SAWACOにとって技術的に大きな進展となる。
- ・この技術はSAWACAOの意向だけでなく、人民委員会の趣旨・指導も満たしている。
- ・今回の報告内容を人民委員会に報告し、次のステップに向けて人民委員会の意見を聞きながら進めていく。引き続きチーム北九州の協力をお願いする。

[ヤン副総裁]

- ・特に水道水質に影響を与えるアンモニア態窒素、溶存マンガン、CODの削減に大きな効果を発揮することが確認された。
- ・U-BCFの導入により追加の維持管理コストが必要となるものの、ほぼ同等の薬品費削減効果があると試算された。
- ・U-BCF整備の実現に向け継続して協働で取り組みたい。

2) ハイフォン No.2 水道公社

[ハン総裁]

- ・期待していた実験結果が得られた。
- ・今後の計画として、2019 年末に U-BCF の運用開始を開始したい。
- ・すでに予算措置を内部で検討している。引き続き基本設計に向けた協議を進めたい。

3) フートオ水道公社

[ブット会長]

- ・新規浄水場の建設予定あり。今後、U-BCF の導入・資金調達の検討を進めたい。

[クイ総裁]

- ・近い将来、U-BCF を導入したい。
- ・資金調達の面においても、引き続き日本側の協力 (ODA・JICA 円借款) に期待する。

4) ナムディン水道公社

[クイ会長]

- ・実証実験の結果は、期待値 (HaiPhong の VinhBao レベル) まで到達していない。
- ・今回の分析評価を踏まえ、さらに運転方法を変更して実証実験を継続してほしい。
- ・日本の新しい技術を是非とも導入したい。
- ・自己資金として 70~80 万 usd (概算整備費 55 万 usd を提示) は準備できる。

5) クエンニン水道公社

[トアン副総裁]

- ・実証実験の結果は、期待値まで到達していない。
- ・今回の分析評価を踏まえ、さらに運転方法を変更して実証実験を継続してほしい。
- ・最終的に良い結果が得られれば、DienVong 浄水場に U-BCF を早めに導入したい。
- ・DienVong 浄水場で良い効果が得られなかった場合、他浄水場への導入を検討する。
- ・タイン会長は日本の技術を導入する事に積極的である。
- ・自己資金による導入 (概算整備費 729 万 usd を提示) も可能である。
- ・新規 2 浄水場 (15,000m³・2,000m³) の建設予定あり。

6) ティエンザン水道公社

[ズン会長]

- ・一定の成果が得られ、職員の意識も高まり知見を深めた。個人的に評価している。
- ・CaiLay 浄水場でさらに技術的な研究を進め、より高い効果を期待している。
- ・他浄水場では十分に導入の価値があると考ええる。
- ・3 年以内に U-BCF の導入を目指したい。今後、人民委員会へ提言する。
- ・長期計画として、CaiLay 浄水場の上流に新規浄水場の建設予定あり。

なお、各都市で実施した評価会以降も実証実験を継続しており、2018年12月18日に開催したクロージングセミナーにおいては、そのすべての収集データを再度とりまとめ、本格導入に関する最終的な提言を行った。

【クロージングセミナーにおける最終提言】

1) サイゴン水道公社

- ・実験結果から DO が低めであるものの、噴水式曝気装置等を設置することで改善が見られた。また、濁度が高めの時には、洗浄頻度を増すことや流速を 3L/分まで上昇させても除去効果は低下しないことも判明した。
- ・そのため、今後の水質悪化傾向への対策も含めて U-BCF の前にエアレーション装置を設置し、必要に応じて稼働するとよい。

2) ハイフォン No.2 水道公社

- ・通常の U-BCF の運転で十分な除去効果が得られている。
- ・今後の原水水質悪化の対策を考慮すると、U-BCF 前のエアレーション装置又は取水場での粉末活性炭装置を併設すると更に効果的である。

3) フートォ水道公社

- ・季節的に原水が高濁度を示すため、U-BCF の前に前沈澱池の設置が必要である。
- ・濁質以外の水質は比較的良好であるため、濁度による詰りを起こさないような洗浄頻度・方法等を検討していくことで U-BCF の効果は十分にみられる。

4) ナムディン水道公社

- ・原水水質の汚濁が進行しており、U-BCF で対象としている COD に代表される有機物質、アンモニア、溶存マンガンも高く濁質も高めである。
- ・原水及び処理の過程で高濃度の COD、アンモニアによる DO の消費量が多く微生物の生息に必要な DO が確保されない状況である。
- ・そのため、U-BCF の前にエアレーション装置を設置することでアンモニア、溶存マンガンの、有機物質等の U-BCF の効果は十分にみられる。
- ・さらに、高い COD の対策には、取水場での粉末活性炭注入を行う、又はオゾン・活性炭処理の導入も視野に入れる必要がある。

5) クエンニン水道公社

- ・季節的に貯水池からの底泥等の流入があるものの、水質は比較的良好である。
- ・このような突発的な水質変動に対応する運転を実施すれば、U-BCF の効果が見られる。

6) ティエンザン水道公社

- ・取水河川は隣接してマーケットが立地しており、その排水、上流域の農地からの排水、沿岸部の下流からの塩害等による汚濁が進行し、浄水障害が甚だしい。
- ・ナムディン水道公社と同様に、高濃度の COD やアンモニアによる DO の消費も高く、溶存マンガンも高い。
- ・そのため、U-BCF の前のエアレーションは必須であり、これにより U-BCF の効果は十分にみられる。
- ・さらに、高い COD の除去のためには取水地点での粉末活性炭装置の設置又はオゾン・活性炭処理が必要である。

7) 総括

- ・特にフートオ水道公社、クァンニン水道公社については、除去効果が低めであった。
これらの都市の原水水質は比較的良好で、測定対象物質の原水中のアンモニア、溶存マンガン等の濃度が低い。
- ・今回の測定では、HACH 社の分光光度計を用いて測定したが、この方法では低濃度領域の精度が十分ではない。
- ・北九州市のアンモニアや溶存マンガン濃度は、これらの 2 都市とほぼ同程度であるが、除去効果が十分に得られている。
- ・ちなみに北九州では、精密機器による機器分析によってデータを得ている。
この測定方法の違いが除去効果が低い原因の一つと考えられる。
- ・今後、ベトナム国でもこのような機器分析によって、現在、他の機関に分析を委託しているトリハロメタン、農薬等の測定を自己機関で測定できるような取り組みができるように日本からの協力も併せて提案したい。

表 33 U-BCF 導入の可能性評価

| 関係機関名 | 原水汚染の緊急度 | 導入の効果度 | 結果に対する満足度 | 導入に対する積極度 | 整備費の調達見込み | 次の展開への具体度 | 評価 |
|----------------|----------|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|----|
| サイゴン水道公社 | ○ | ◎ | ◎ | ○ | △ | ○ | ○ |
| ハイフォン No2 水道公社 | △ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ | ◎ |
| フートオ水道公社 | △ | ○ | △ | △ | ○ | △ | △ |
| クァンニン水道公社 | × | △ | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| ナムディン水道公社 | ◎ | ○ | × | △ | ○ | △ | △ |
| ティエンザン水道公社 | ◎ | ○ | × | △ | × | × | × |

- ・サイゴン水道公社：導入に関して積極的。新総裁が着任するまで次の展開への意思決定は保留。整備費の調達手法について、今後協議。
- ・ハイフォン No.2 水道公社：導入に関してかなり積極的。建設予定地の更地化まで完了。整備費の調達手法について、具体的な発言あり。
- ・フートオ水道公社：濁質以外の原水水質は比較的良好。高濁度時の運転に課題あり。
人民委員会の承認は必要なく、会長の意思決定のみで導入可能。
- ・クァンニン水道公社：原水水質が比較的良好なため、導入の効果度は他と比べて低い。
結果はある程度満足。株式化後、株主総会の議題に挙げる。
- ・ナムディン水道公社：導入の効果は充分にあるが、COD 除去率の期待値 (30%) が高め。
他の浄水場にて実証実験を検討。

- ・ティエンザン水道公社：導入の効果は充分にあるが、COD 除去率の期待値（50%）が高め。整備費の調達手法が不明確。

2-3. 上記 2-2 提言を踏まえ、ベトナム国内の他地域等も対象にしたワークショップ/セミナー等を開催し、広く U-BCF を付加した浄水処理技術について周知を図る。

ベトナム国内には地域毎に水道協会が設立されており、定期的に会合を開催して人事交流や優れた技術の共有を図っている。フートオ水道公社のブット会長は、長期にわたり北部水道協会の副会長を務めており、協会内での存在感は有力である。よって、今後ブット会長に協会内で U-BCF の紹介や U-BCF 実証実験装置の視察受入について協力するように依頼した。

また、実施設を有するハイフォン水道公社にも引き続き U-BCF を付加した浄水処理技術について周知を図るように依頼した。

なお、2018 年 9 月に東京都で開催された IWA 世界会議において、サイゴン水道公社の担当者が U-BCF 実証実験に関する論文を発表し、有識者をはじめ官公庁・民間企業・学生などを目前に世界へ向けて発信した。

3) 成果3にかかる活動：新規市場及び販路の開拓を通じた事業展開の検討

3-1. 提案技術製品の開発効果及び有効性について関係者と共有するため、評価会を開催し、ベトナム国における普及展開のための受け皿づくりを行う。

本活動においてU-BCFの導入効果や有効性を関係者と共有するため、以下のとおり評価会等セミナーを開催した。開催にあたっては、水道公社の関係者だけでなく各都市水道事業を監理する上位関係機関からの出席も依頼した。

今後のベトナム国における普及展開のための受け皿になることを期待する。

表 34 セミナー等の実施結果

| 都市名 | 関係機関名 | 中間報告会 | 評価会 |
|--------|------------------|------------------|-------------------|
| ホーチミン | サイゴン 水道公社 | 2017年2月24日 実施 | 2017年10月17日 実施 |
| ハイフォン | ハイフォンNo2 水道公社 | 2017年7月14日 実施 | 2018年3月22日 実施 |
| フートオ | フートオ 水道公社 | 2017年7月12日 実施 | 2018年7月17日 実施 |
| クアンニン | クアンニン 水道公社 | 2018年1月30日 実施 | 2018年9月11日 実施 |
| ナムディン | ナムディン 水道公社 | 2018年1月26日 実施 | 2018年7月19日 実施 |
| ティエンザン | ティエンザン 水道公社 | 2018年3月19日 実施 | 2018年9月7日 実施 |

また、各都市で実施した評価会以降も実証実験を継続しており、2018年12月18日に開催したクロージングセミナーにおいては、そのすべての収集データを再度とりまとめ、本格導入に関する最終的な提言を行った。

なお、セミナー等における報告内容や提言内容については、1-8～1-10及び2-2に記載のとおり。

3-2. 本事業終了後のビジネスモデルの開発・検証を行い、U-BCF 本格導入に向けた具体的な事業展開について検討する。

U-BCF 本格導入に向けた事業展開を図るため、実証実験の進捗を JWT に共有するとともに、JWT が各水道公社へ営業を行っていた。しかし、ハイフォン市を基盤として営業活動を順調に進めるものの、相手国の状況変化（ハイフォン市長交代による政策転換：ハイフォン市の水道事業においては、「水道水質の向上」(U-BCF) の他にも「未普及地域の解消」や「水需要の急激な増加により求められる施設能力の拡張」など様々な課題があり、限られた予算の調整から U-BCF に係る予算の充当が遅れているものと推測）などから、当面の事業方針の修正や収支計画の変更を余儀なくされ、結果として早期の解散が最善という意見で一致し、2018年2月8日に JWT は解散された。よって JWT の解散後は、ユニ・エレクトクスや KWS、北九州市が出張の機会にあわせて営業活動を行った。

本事業の活動において、対象 6 都市に対して U-BCF 装置の本格導入に関する提言を行うとともに、セミナー等を開催して広く U-BCF を付加した浄水処理技術について周知を図り、ベトナム国における普及展開のための受け皿づくりを行った。

今後のビジネス展開においては、図 3 に示すとおり JWT の一員であった企業 6 社（タカギを除く）と北九州市の協力体制によって受注を図る。

(2) 事業目的の達成状況

| 都市名 | 関係機関名 | 成果 1 にかかる活動の達成状況 | 成果 2 にかかる活動の達成状況 | 成果 3 にかかる活動の達成状況 |
|--------|----------------|------------------|------------------|------------------|
| ホーチミン | サイゴン水道公社 | すべて完了 | すべて完了 | すべて完了 |
| ハイフォン | ハイフォン No2 水道公社 | すべて完了 | すべて完了 | すべて完了 |
| フートオ | フートオ水道公社 | すべて完了 | すべて完了 | すべて完了 |
| クァンニン | クァンニン水道公社 | すべて完了 | すべて完了 | すべて完了 |
| ナムディン | ナムディン水道公社 | すべて完了 | すべて完了 | すべて完了 |
| ティエンザン | ティエンザン水道公社 | すべて完了 | すべて完了 | すべて完了 |

(3) 開発課題解決の観点から見た貢献

ベトナム国内の生活レベルの向上及び人口の増加に伴い、水の需要量は増加する傾向にあり、且つ、安全な水供給に対する住民の要望が高まっている中、水道サービスの量的・質的向上への低コストでの取り組みは喫緊の課題となっている。

ベトナム国の公共水道が抱えるこのような課題に対して、U-BCF 技術のその特長は適合すると考える。また、本技術は以下の処理効果を持つ浄水処理技術であり、既にハイフォン市における実証実験で、その効果が確認 (JICA 草の根技術協力事業) され、その後ハイフォン市の小規模浄水場 (ビンバオ) に導入された。この U-BCF 実施は、現在まで期待どおりの効果を発揮している。また、本事業の対象 6 都市の実証実験に

においてもそれぞれ一定の効果が確認された。従って、ベトナム国で同様の課題を抱える他都市の公共水道にとっても、U-BCF 技術がこのような水質問題を解決する可能性が高いと考えている。

この U-BCF の具体的な効果は、原水中の有機物を 3~4 割分解するとともに、通常の浄水処理過程で多量に塩素を消費するアンモニア態窒素や溶存マンガンを 6~9 割除去できることである。

そのため、浄水コスト面の効果として、通常の急速ろ過法でアンモニア態窒素やマンガン、有機物の除去に必要とされていた塩素や凝集剤等の薬品の注用量を抑えることが可能となる。下の 2 表から明らかなように、北九州市（本城）の事例では U-BCF 導入によって年間約 920 万円のランニングコストが増加する一方、薬品代が約 2,600 万円削減されており、年間 1,680 万円の削減が達成されている。

また 1-9 で記述したとおり、サイゴン水道公社や他都市の場合の試算からも同様の結果が得られた。

表 35 U-BCF のランニングコストの実績（北九州市の事例）（千円未満四捨五入）

| 項 目 | 容 量 | 使用台数 | 稼働時間 | 年間電力量 | 1kw電力 | 年間使用 |
|----------|--------------------------|------------|-----------------------|--|-------------------------|------------------------|
| | (A) kw | (B) 台・基 | (C) 分・時間/日 | 365日(D) (D=A*B*C*365) kwh/年 | 料 金 (E) 円/kw | 電力料金(F) (F=D*E) 円/年 |
| 1. 洗浄プロ | 75 | 1 | 30 分 | 13,687.5 | 11.5 | 157,000 |
| 2. 除塵プロ | 7.5 | 1 | 24 時間 | 65,700.0 | 11.5 | 756,000 |
| 3. 水中ポンプ | 11 | 2 | 2 時間 | 16,060.0 | 11.5 | 185,000 |
| 4. 電動弁 | 0.2 | 3 | 10 分 | 36.5 | 11.5 | 400 |
| 5. 照明等 | 0.1 | 10 | 2 時間 | 730.0 | 11.5 | 8,000 |
| 小 計 | | | | | | 1,106,400 |
| 項 目 | 全容量 | 活 性 炭 | 年間活性炭 | 年間補充量 | 活性炭単価 | 年間活性炭 |
| | (A) m ³ | 寿命(B) 年 | 補 充 率(C) (C=1/B) % | (D=A*C) m ³ /年 | (E) 円/m ³ | 料 金(F) (F=D*E) 円/年 |
| 1. 粒状活性炭 | 300 | 15 | 7 | 21 | 300,000 | 6,300,000 |
| 小 計 | | | | | | 6,300,000 |
| 項 目 | 水 量 | | 年間処理率 | 年間処理水量 | 維持費 | 年間維持費 |
| | (A) m ³ /日 | | (B) % | 365日(C) (C=A*B*365) m ³ /年 | (D) 円/m ³ | (E=C*D) 円/年 |
| 1. 機械維持費 | 71,000 | — | 70 | 18,140,500 | 0.10 | 1,814,000 |
| 小 計 | | | | | | 1,814,000 |
| 合 計 | | | | | | 9,221,000 |

表 36 U-BCF 導入による薬品削減の実績（北九州市提供）

| 薬品名 | H7～11平均使用量(kg) | | H14単価 | 金額 | B C F 導入後 | | | | |
|-----|----------------|-----------|---------|------------|------------|------------|------------|-----------|------------|
| | | | (円/kg) | | 削減率 | 金額 | 削減金額 | | |
| 次亜 | 前 | 579,663 | 822,132 | 19.0 | 15,620,508 | 30% | 10,934,356 | 4,686,152 | 15,699,224 |
| | 中 | 164,969 | | | | | | | |
| | 後 | 77,500 | | | | | | | |
| 凝集剤 | 硫酸バンド | 1,396,867 | 17.3 | 24,165,799 | 30% | 16,916,059 | 7,249,740 | | |
| | パック | 417,533 | 24.7 | 10,313,065 | 30% | 7,219,146 | 3,093,920 | | |
| | 炭酸ガス | 41,424 | 40.4 | 1,673,530 | 40% | 1,004,118 | 669,412 | | |
| | 苛性ソーダ | 5,438 | 45.2 | 245,798 | 0% | 245,798 | 0 | | |
| | 活性炭 | 62,397 | 335.1 | 20,909,235 | 50% | 10,454,617 | 10,454,617 | | |
| | 合計 | 2,745,791 | | 72,927,934 | 36% | 46,774,093 | 26,153,841 | | |

*次亜 前=前塩素（藻類の除去）、中=中塩素（マンガンの除去、沈澱池及びろ過地）、後=後塩素（殺菌）

(4) 日本国内の地方経済・地域活性化への貢献

1) 現時点での地元経済・地域活性化への貢献

U-BCF 実証実験機の設置においては、日本国内で調達・輸送した機材や製品、ベトナム国に代理店を置く日本企業から調達した機材や製品があり、今回の実証実験を行う中でその性能と操作性について、対象6都市から理解を得ている。

また、本事業において使用した水質測定用機材は、北九州市の地元代理店から購入しており、これまで当代理店にとって東南アジアへの納入実績は無く、これを契機に販路拡大の可能性も期待される。

2) 本事業実施により見込まれる地元経済・地域活性化への貢献

ベトナム国内への普及において、U-BCF の独自性や優位性を活かして基本設計～詳細設計～工事施工やソフトコンポーネントを一体的にビジネス体制メンバーが受注すれば、北九州市の地元企業を含め日本企業が進出することとなり、北九州市や日本国内の地方経済・地域活性化への貢献が期待される。

(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

1) C/P 機関の自立的な活動継続

本普及・実証事業において設置する U-BCF 実証実験装置を用いて習得された運転・維持管理能力は、U-BCF が本格導入された際の実務能力に繋がる。さらに、継続的に本実験装置を活用した OJT 研修の実施により、新任・新採職員等の人材育成となり、社内全体の浄水処理技術能力のさらなる向上を図ることができる。

また、本事業で習得された水質分析能力は、今後の実務能力に繋がるとともに、譲渡する水質測定用機材を今後の実務においても活用することにより、良質な水の安定供給を目指す C/P 機関にとって、水質管理の徹底を図ることができる。

ただし、この U-BCF に関連する技術は、北九州市が特許技術として有した日本においても高度浄水処理手法のひとつとして位置づけられており、現時点では C/P 機関が自立的に活動できる事は上記の内容のとおり限られている。そのため、各 C/P 機関の技術レベルに違いはあるものの、まずは通常の浄水処理や水質管理に関して、その目的と手法を正確に理解した上で継続的に実施することが当面の求める自立的な活動である。

2) 国政府機関の自立的な活動継続

2007 年に策定された、ベトナムにおける上水道に関する基本的な法律には、「水の安全性に対する保障」について規定され、各都市給水計画は短期～長期で策定している。また、2009 年に策定された上水道整備計画 2025 年によれば、2050 年までに国内都市部及び工業団地において「良質な水を安定供給する」ことをビジョンとし、都市レベルごとに 2015 年から 2025 年まで 5 ヶ年毎の目標を設定し、その実行策として、「設備投資における新技術の導入」、「人材開発」、「給水運営のマネジメント」等を挙げている。

このような国の方向性を踏まえ、U-BCF の有用性・優位性を理解した C/P 機関が、チーム北九州やハイフォン水道公社とともに、今後、同業他社や水道協会、人民委員会等への広告塔を担うことにより、設定された目標の達成に向けた実行策のひとつとして、ベトナム全国へ広く U-BCF を付加した浄水処理技術について周知することができる。

(6) 今後の課題と対応策

本事業の対象 6 都市の実証実験において、一定の効果が確認されたが、表 31 「U-BCF 導入の可能性評価」で示したとおり、各都市の意向や経営状況、抱える課題がそれぞれ異なるため、U-BCF 導入へのスピード感も異なると考える。

今後の課題としては、各都市の実情に見合った技術面での継続的な協力と提案、導入に向けてのビジネス交渉である。特に資金調達の方法については重要な要素となる。また、ベトナム特有の事務手続きの難しさも想定される。

この課題の対応策として、図 3 に示すとおり JWT の一員であった企業 6 社（タカギを除く）と北九州市の協力体制によって、引き続き C/P 機関との良好な関係を継続するとともに情報収集に努め、現地サイドを熟知する JICA ベトナム事務所等の関係機関の協力

を得ながら着実に推進していく。

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

ベトナムでは、汚濁が進む河川水を浄化するための高度な技術が求められているものの、未だ通常の浄水処理しか行われていない。そこで、U-BCF 施設の競合他社製品と比べた場合の①コスト面②独自性③浄水処理の安定化という 3 つの優位性を活かし、ハイフォン水道公社の協力のもと 6C/P 機関が広告塔を担いながら、ベトナム全国へのビジネス展開も視野に入れる。

なお、これまでの 6C/P 機関へのヒアリングにおいては、U-BCF 施設と競合する高度浄水処理施設（オゾン活性炭処理施設等）との比較や導入の意向はみられず、また、日本他社・他国メーカー等の売り込みも無いようである。

② ビジネス展開の仕組み

ビジネス体制

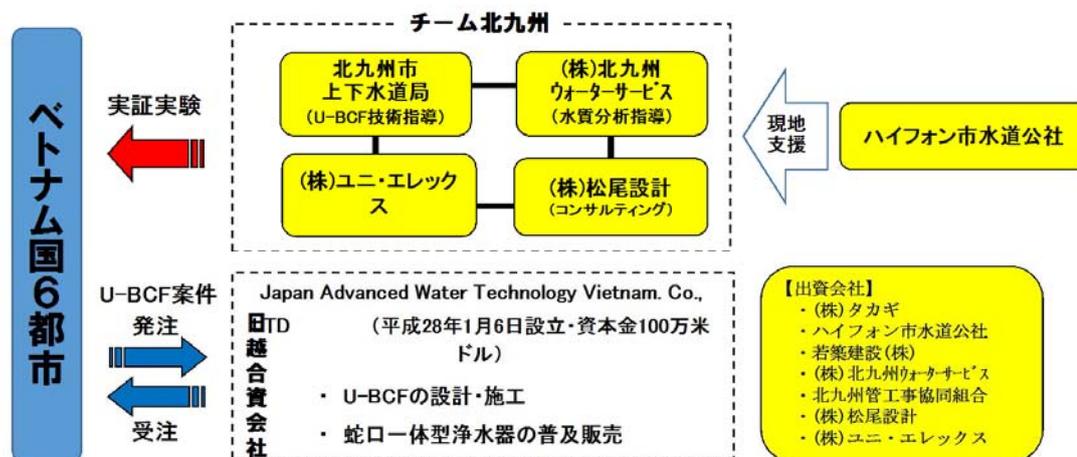


図 19 U-BCF にかかるビジネス体制図（本事業当初）

U-BCF 整備工事が発注されることになれば、JWT がその受注を図る戦略であったが、相手国の状況変化などから、当面の事業方針の修正や収支計画の変更を余儀なくされ、結果として早期の解散が最善という意見で一致し、2018年2月8日にJWTは解散された。

今後は、JWT の一員であった企業 6 社（(株)タカギを除く）と北九州市の協力体制によって受注を図る戦略に移行し、(株)ユニ・エレクトクスは、そのうちの電気・計装工事を直接的又は間接的に受注したいと考えている。

表 37 受注計画

| 都市名 | 関係機関名 | 浄水場名 | 処理量 [m3/日] | 概算 整備費 [1,000USD] | そのうち 電気計装 設備費 [1,000USD] |
|--------|----------------|--------------|---------------|-------------------------|-----------------------------------|
| ホーチミン | サイゴン水道公社 | Tan Hiep | 300,000 | 24,920 | 4,984 |
| ハイフォン | ハイフォン No2 水道公社 | Hai PhongNo2 | 20,000 | 2,050 | 410 |
| フートオ | フートオ水道公社 | Viet Tri | 60,000 | 7,290 | 1,458 |
| クアンニン | クアンニン水道公社 | Dien Vong | 60,000 | 7,290 | 1,458 |
| ナムディン | ナムディン水道公社 | Y Yen | 6,000 | 550 | 110 |
| ティエンザン | ティエンザン水道公社 | Cai Lay | 4,000 | 450 | 90 |
| 計 | | | | 42,550 | 8,510 |

注) 基礎地盤補強・取水ポンプ取替・場内配管・補完設備等の費用は含まない。

U-BCF は、水よりも比重の軽い粒状活性炭層を通り原水を上向流で通過させる方式であるため、活性炭流出を防ぐための原水流量の調整等きめ細やかな運転が不可欠である。全体事業費の約 2 割を占める U-BCF の電気計装設備は、運転ノウハウが集積される重要な電気制御装置であり、(株)ユニ・エレクトクスにとってこの U-BCF 整備工事は極めて有利な案件となりうる。

また、上記の概算整備額は USD により算出しているが、今後のビジネス展開においては、ベトナム現地単価との価格差について双方が納得できる妥協点を定めることが課題となる。

・資金調達計画

本事業の対象 6 都市における実証実験の結果、U-BCF 導入の効果が各都市それぞれ確認され、とりわけ最大の事業規模となることが見込まれるホーチミン市においては、具体的な整備に向けた資金調達スキームの検討を求められた。

そこで 2017 年 9 月、経産省補助事業による事前調査を開始し、U-BCF 導入に向けた準備調査と日本基準による概算工事金額と維持管理費用の検討を行い、2018 年 3 月、事前調査結果の報告会を開催した。なお、資金調達については、以下の選択肢を想定し、それぞれのメリットや課題等、各整備案件への適否について説明を行った。

ホーチミン市の水源水質は年々厳しい状況となっており、資金調達までのスピードが重要となる。また、当該設備投資費による水道料金への影響を最小化する上で、利率、返済期間等についても、可能な限り好条件を模索する必要がある。

以上の状況をふまえ、ホーチミン市に対する最適な資金調達スキームについて、今後も引き続きサイゴン水道公社と協同して検討する。また、他の 5 都市についても財政状況を把握しながら、まずは自己資金による整備を提案するとともに、サイゴン水道公社の場合の検討結果を参考に、今後のビジネス展開において検討を進めていく。なお、これまでのヒアリングにおいて 3 都市 (ハイフォン No.2 水道公社・ナムディン水道公社・クアンニン水道公社) は自己資金による整備が可能との回答があった。

表 38 検討対象の資金調達スキーム

| 検討対象スキーム | 実施機関 | 課題等 |
|------------------------------------|-----------------------|--|
| ① 海外投融資 | JICA | 整備後、SPC 等が運転維持管理を行う必要があり、SAWACO がこれらの業務を浄水場本体の維持管理から切り離して外注することができるかが課題。 |
| ② 無償資金協力 | JICA | ベトナムは年1件程度を採用している状況であり、この後企業ビジネスの可能性のあるものなどが優先される。自治体連携無償というスキームもあるが、そのモデルケースとして HP にも記載されていることから、重複して実施するのは難しい。 |
| ③ ローカル・バイヤーズ・クレジット (ローカル・バイクレ) | JBIC/ NEXI/ VDB | 「原産地ルール（日本企業による輸出比率 30%以上）」をクリアする必要あり。 |
| ④ Ordinary Capital Resources (OCR) | ADB | 調達は全て国際競争入札が前提となっており、パッケージによる本件提案を対象とするには調整が必要となる。 |
| ⑤ 日／越民間銀行 | 各銀行 | 公的資金スキームと比較して利率や返済期間といった条件は厳しいものとなる可能性があり、水道料金への影響を最小限にする為の工夫が必要となる。 |

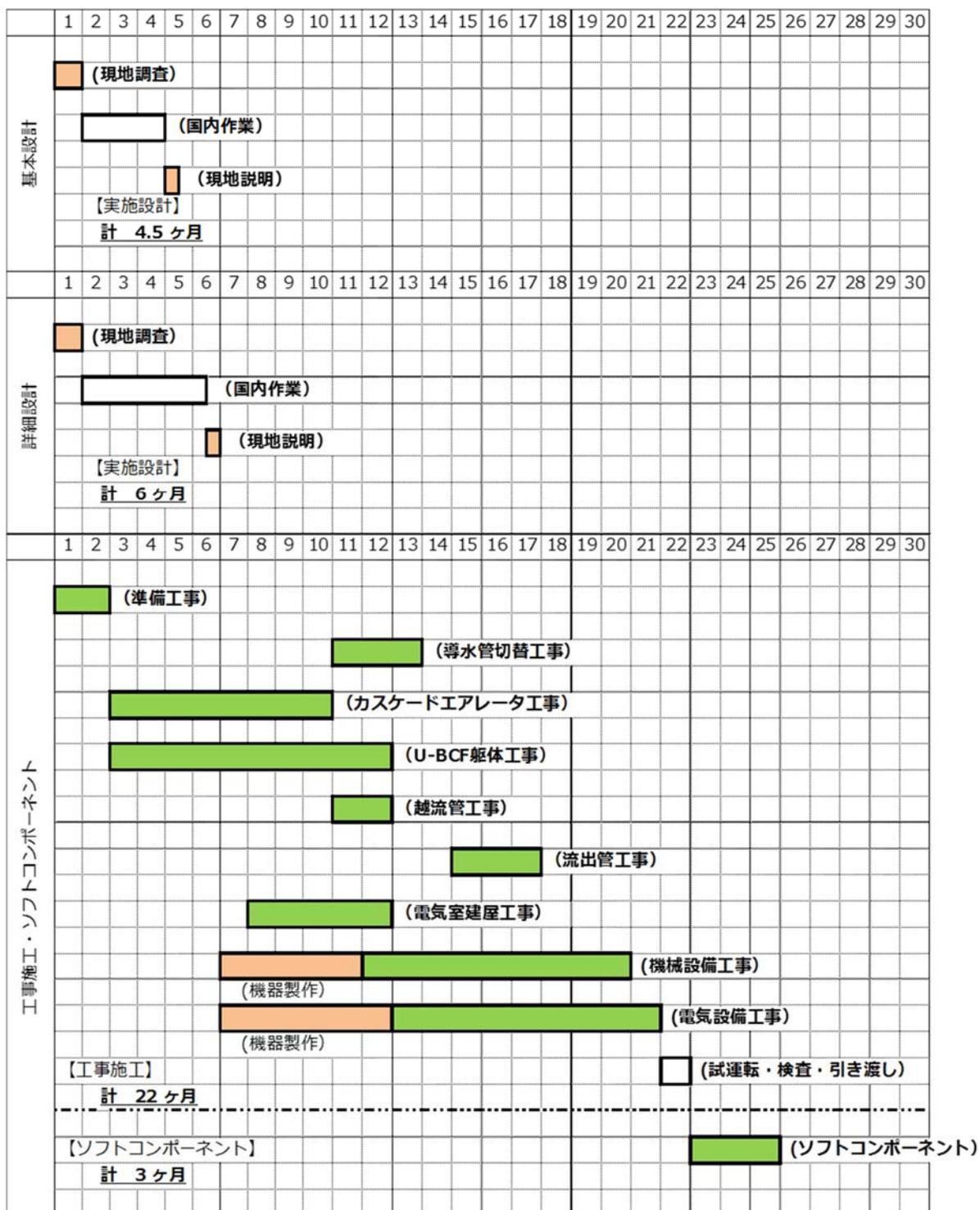
③ 想定されるビジネス展開の計画・スケジュール

今後のビジネス展開の計画・スケジュールについては、各都市の意向や経営状況が異なるため、U-BCF 導入へのスピード感も異なるが、6 都市すべてにおいて概ね 3 年以内に次の展開に着手することを想定して、本事業完了後も引き続き U-BCF 導入に向けた営業活動を継続する。なお、近年中に想定される次の展開は以下のとおり。

- ・ハイフォン No.2 水道公社：現在、U-BCF 建設予定地の更地化が完了。
2019 年中に基本設計に着手。
- ・サイゴン水道公社：2019 年中に新総裁が着任後、役員会の議題に挙げる。
- ・クアンニン水道公社：2019 年中に株式化後、株主総会の議題に挙げる。
- ・フートォ水道公社：2019 年、他の浄水場にて実証実験を検討。
- ・ナムディン水道公社：2019 年、他の浄水場にて実証実験を検討。
- ・ティエンザン水道公社：2019 年中に株式化、他の浄水場での実証実験を含め、3 年以内に次の展開を検討。

また、各都市それぞれの基本設計～詳細設計～工事施工～ソフトコンまでのスケジュールについては、以下のとおり。

表 39 ホーチミンのスケジュール



※処理量：300,000m³/day (コンクリート造)

表 40 その他 5 都市のスケジュール

| City Name | Hai Phong | Phu Tho | Quang Ninh | Nam Dinh | Tien Giang |
|----------------------|----------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|
| Water Amount | 20,000 m3/day | 60,000 m3/day | 60,000 m3/day | 6,000 m3/day | 4,000 m3/day |
| Material | Concrete | Concrete | Concrete | Steel | Steel |
| Feasibility Study | 2.0 months | 2.0 months | 2.0 months | 1.5 months | 1.5 months |
| Basic Design | 3.0 months | 3.0 months | 3.0 months | 2.0 months | 2.0 months |
| Detailed Design | 5.0 months | 6.0 months | 6.0 months | 3.0 months | 3.0 months |
| Construction Work | 10.0 months | 14.0 months | 14.0 months | 6.0 months | 6.0 months |
| ・Preparatory Period | [2.0 months] | [2.0 months] | [2.0 months] | [0.5 months] | [0.5 months] |
| ・Construction Period | [7.0 months] | [11.0 months] | [11.0 months] | [5.0 months] | [5.0 months] |
| ・Clean-up Period | [1.0 months] | [1.0 months] | [1.0 months] | [0.5 months] | [0.5 months] |
| Soft Component | 1.5 months | 1.5 months | 1.5 months | 1.0 months | 1.0 months |

(2) 想定されるリスクと対応

1) 社会リスク

U-BCF 施設の本格導入にあたって、イニシャルコストの回収のため将来的に水道料金の値上げが必要になる可能性がある。しかし、塩素注入量の低減により給水栓の残留塩素の保持が容易になることなど、より安全な水道水の供給が可能になるなどの水質改善が見込まれるため、公共水道を含む行政機関は、水道料金と水質改善について、社会的なコンセンサスを得る必要がある。ベトナムでは金融危機の影響から政府が料金値上げを禁止しているものの、水道供給の質的向上への取り組みは喫緊の課題であり、住民の要望も高まっているため、ハノイやホーチミンなどでは、2010 年以来毎年のように値上げを行っている。

⁷⁾また、近年の消費者物価指数の対前年上昇率（過去 5 年間平均 12.53%）を考慮すると、この実証実験の実施及び U-BCF 施設の本格導入が、社会的に拒絶されるものではないと予測している。

2) 物価変動・為替リスク

近年のベトナムにおける消費者物価指数の対前年上昇率（過去 5 年間平均 12.53%）を考慮すると、現地通貨 VND に対する為替リスクは、極めて大きい。その回避策としては、発注において日本国内法人や日系現地企業に発注する。加えて、日本円での契約を前提とした交渉を行うことでリスク分散を行う。現地の公共水道から受注を受ける場合には、この物価変動や為替リスクに対して専門家（銀行）からの意見を聞くと共に、金融機関との協調ビジネスについても検討する。

⁷⁾ 世界のビジネスニュース 2015 年 9 月

2) VIET J0 ニュース 2015 年 9 月

3) 環境リスク

U-BCFは、浄水処理効果を向上させる施設であり、河川水からの取水や河川への排水を増やすものではない。よって、現状の河川を含む自然環境に影響を及ぼさない。

4) 品質リスク

U-BCFは、原水中に生息している微生物の活動を利用して処理する方法である。よって、対象原水における微生物の生育環境の適否が品質リスクとして考えられる。微生物の生育環境を阻害する要因としては、水温（5℃以下）、pH値（7.0～7.5の範囲から乖離）、溶存酸素（アンモニア態窒素1mg/Lを硝化させるためには4.6mgの酸素が必要）及び阻害物質の混入（重金属、油、農薬等）が考えられる。

これらの要因の中で水温は対象地の季候からすると問題はないが、pHと溶存酸素については、U-BCFの品質リスクとして考慮すべきである。この対応策としては、エアレーションによる溶存酸素の上昇策や石灰等を用いたpH調整など、通常の浄水処理プロセスで用いられている技術を応用することによりこのリスクを回避できると考える。

また、阻害物質の混入に関しては、U-BCFのリスク回避策として行うことは不可能である。しかし、その阻害物質の混入はU-BCFを含む浄水処理全体にも、更には、需用者の健康にも大きな影響を与えることから、水道供給全体のリスクとして取水停止処置など水道事業としてのリスク回避策が必要である。

(3) 普及・実証において検討した事業化による開発効果

ベトナムでは、急速な経済成長に伴い都市化・工業化が進展しているものの、生活排水や工業排水処理施設等のインフラの整備が遅れており、未処理の排水による河川の汚濁が深刻化している。そのため、汚濁が進んでいる河川からの取水を主とする上水道では、従来の浄水処理技術よりもさらに効果的な技術が求められている。

また、生活レベルの向上及び人口の増加に伴う水の需要量の増加、更には安全な水供給に対する国民の要望も高まる状況の中、本事業の対象6都市を含め同様の課題を抱えるベトナム国内の他都市の公共水道においても、水道サービスの量的・質的向上への取り組みを低コストで推進することが喫緊の課題となっている。

このような背景の中、本事業において対象6都市のU-BCF実証実験装置による実証を通じて、U-BCFを付加した浄水処理技術についてC/P機関の理解が向上されるとともに、その有効性・優位性について具体的な数値で検証された。

また、このU-BCF導入への事業化に向けた検討において、対象6都市への開発効果が充分にあることが確認された。よって、同様の課題を抱える他都市の公共水道においても、その解決策のひとつとなることが予測され、ベトナム全国への開発効果も充分にあることが期待される。

5. 報告書等

本業務の各段階において作成・提出した報告書等は以下のとおり。
 また、月報を除く各成果品提出前後に当該成果品に関する報告会を実施した。
 なお、報告書の作成にあたっては、事業期間を通じて収集した定量的なデータを記載するとともに、それらを分析・考察し、事業の成果や今後の方向性を示した。

| レポート名 | 提出時期 | 部 数 |
|----------------------|---|---|
| 業務計画書 | 2016年2月24日 | 和文：1部 英文要約：1部 電子データ |
| 月報 | 翌月5営業日以内 | 和文：1部 電子データ |
| 業務進捗報告書 (第1回～第5回) | 第1回：2016年10月28日 第2回：2017年1月31日 第3回：2017年9月30日 第4回：2018年2月16日 第5回：2018年6月29日 | 和文：1部 電子データ |
| 業務完了報告書(案) | 2018年12月25日 | 和文：1部 電子データ |
| 業務完了報告書 | 2019年2月22日 | 和文（英文要約を含む） 5部 CD-R（和文（英文要約を含む）ファイルおよび英文要約のみのファイルを保存）1枚 |

添付資料

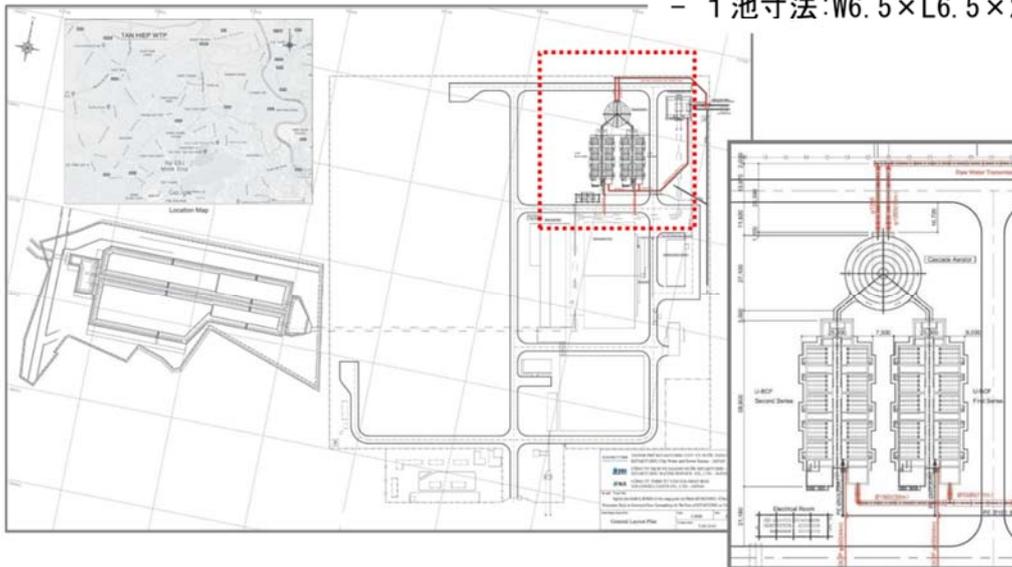
- (1) 各都市のU-BCF概略計画
- (2) 各都市のU-BCF運転管理費と薬品削減費のコスト比較

サイゴン水道公社のU-BCF

《処理量: 300,000m³/day》

- 躯体寸法: W25.0 × L58.9 × 2棟
- 1池寸法: W6.5 × L6.5 × 20池

【レイアウト図】

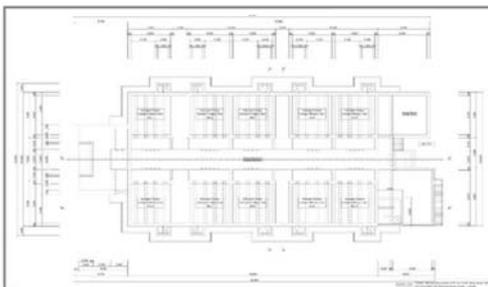


サイゴン水道公社のU-BCF

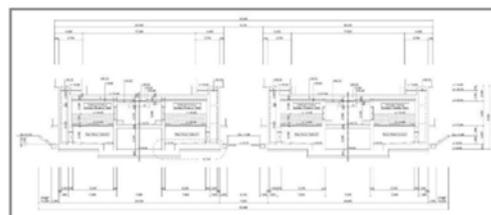
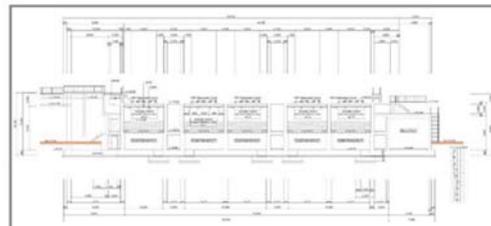
《処理量: 300,000m³/day》

- 躯体寸法: W25.0 × L58.9 × 2棟
- 1池寸法: W6.5 × L6.5 × 20池

【平面図】

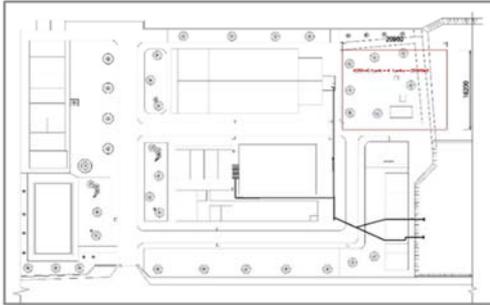


【断面図】



ハイフォンNo.2水道公社のU-BCF

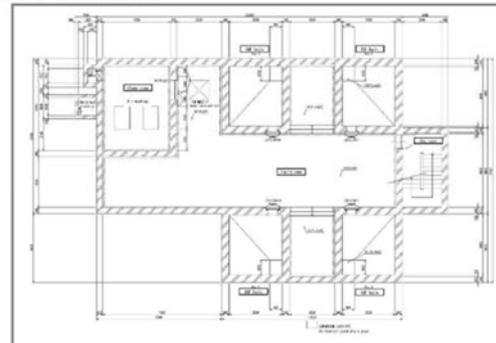
【レイアウト図】



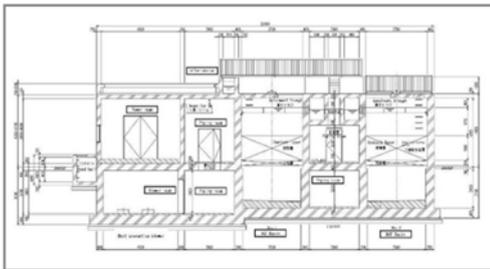
《処理量: 20,000m³/day》

- 躯体寸法: W15.0 × L20.3
- 1池寸法: W3.7 × L4.2 × 4池

【平面図】

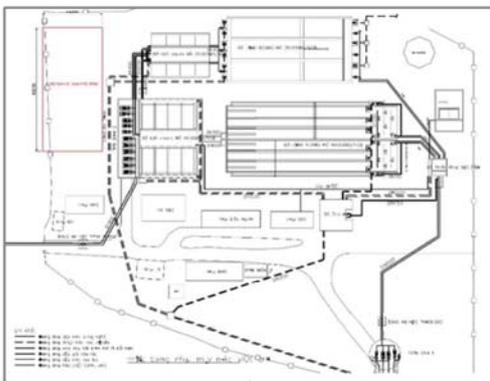


【断面図】



フートオ水道公社のU-BCF

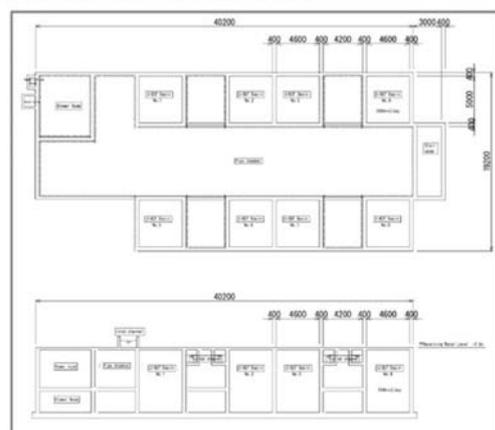
【レイアウト図】



《処理量: 60,000m³/day》

- 躯体寸法: W19.2 × L40.2
- 1池寸法: W4.6 × L5.0 × 8池

【平面図・断面図】



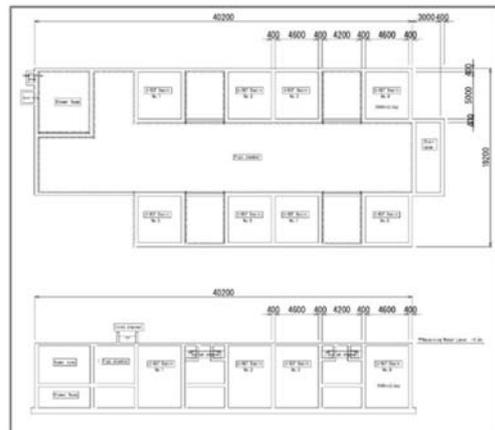
クアンニン水道公社のU-BCF

- 《処理量: 60,000m³/day》
 - 躯体寸法: W19.2 × L40.2
 - 1池寸法: W4.6 × L5.0 × 8池

【レイアウト図】



【平面図・断面図】



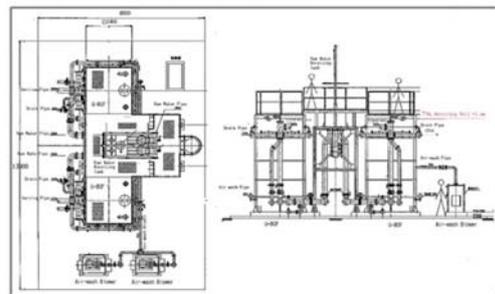
ナムディン水道公社のU-BCF

- 《処理量: 6,000m³/day》
 - 基礎寸法: W8.0 × L13.0
 - 1池寸法: W2.4 × L2.4 × 2池

【レイアウト図】



【平面図・立面図】



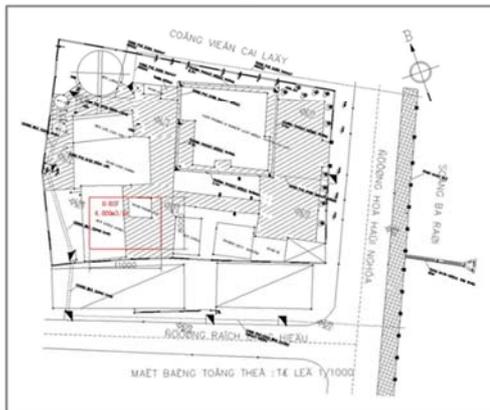
ティエンザン水道公社のU-BCF

《処理量: 4,000m³/day》

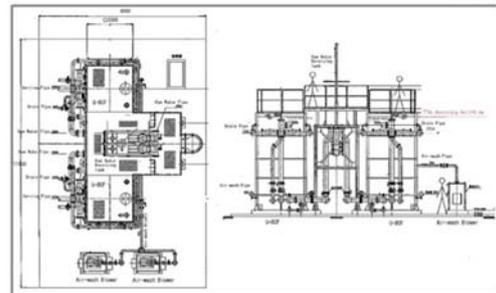
- 基礎寸法: W8.0×L11.0

- 1池寸法: W2.0×L2.0×2池

【レイアウト図】



【平面図・立面図】



サイゴン水道公社

Table: Estimated operation cost of U-BCF

| Items | Capacity (kW) | Quantity | Operating Time | Annual Electricity Consumption (kWh/year) | Unit Electricity Cost (VND/kW) | Annual Electricity Cost (VND/year) |
|------------------------------------|--|------------------|----------------------------|---|---------------------------------------|------------------------------------|
| 1. Intake Pump Capacity Difference | 26 | 2 | 8 h | 151,840 | 1,675 | 254,332,000 |
| 2. Washing Blower | 37 | 4 | 150 min | 135,050 | 1,675 | 226,208,750 |
| 3. Operated Valve | 0.4 | 20 | 15 min | 730 | 1,675 | 1,222,750 |
| 4. Lighting | 0.1 | 20 | 2 h | 1,460.0 | 1,675 | 2,445,500 |
| Sub-Total | | | | 289,080 | | 484,209,000 |
| Items | Volume (m ³) | Life Span (year) | Annual Supplement Rate (%) | Annual Supplement Volume (m ³ /year) | Cost per Volume (VND/m ³) | Annual Cost (VND/year) |
| 1. GAC | 1,268 | 15 | 7 | 89 | 17,750,150 | 1,579,763,350 |
| Sub-Total | | | | | | 1,579,763,350 |
| Items | Operating Volume (m ³ /day) | | Annual Operating Rate (%) | Annual Operating Volume (m ³ /year) | Cost per Volume (VND/m ³) | Annual Cost (VND/year) |
| 1. Mechanical Operators | 300,000 | | 100 | 109,500,000 | 20 | 2,190,000,000 |
| Sub-Total | | | | | | 2,190,000,000 |
| Total (VND) | | | | | | 4,253,972,350 |
| Total (USD) | | | | JICA rate: 23,235 | | 183,085 |

Table: Estimated annual cost reduction in chemical use

| Items | Water Treatment Volume by U-BCF (m ³ /day) | Usage Amount per Water Volume (g/m ³) | Annual Reduction Rate (%) | Annual Reduction Mass (kg/year) | Cost per Mass (VND/kg) | Annual Chemical Reduction Cost (VND/year) |
|--------------------|---|---|---------------------------|---------------------------------|------------------------|---|
| 1. PAC | 300,000 | 16 | 30 | 525,600 | 3,280 | 1,723,968,000 |
| 2. Chlorine | 300,000 | 6.3 | 31 | 213,854 | 14,200 | 3,036,726,800 |
| Total (VND) | | | | | | 4,760,694,800 |
| Total (USD) | | | | JICA rete: 23,235 | | 204,893 |

ハイフォン No.2 水道公社

Table: Estimated operation cost of U-BCF

| Items | Capacity (kW) | Quantity | Operating Time | Annual Electricity Consumption (kWh/year) | Unit Electricity Cost (VND/kW) | Annual Electricity Cost (VND/year) |
|-------------------------|--|------------------|----------------------------|---|---------------------------------------|------------------------------------|
| 1. Washing Blower | 37 | 1 | 120 min | 27,010 | 1,699 | 45,889,990 |
| 2. Operated Valve | 0.2 | 3 | 20 min | 73 | 1,699 | 124,027 |
| 3. Discharge Pump | 11 | 2 | 2 h | 16,060 | 1,699 | 27,285,940 |
| 4. Lighting | 0.1 | 5 | 2 h | 365 | 1,699 | 620,135 |
| Sub-Total | | | | 43,508 | | 73,920,092 |
| Items | Volume (m ³) | Life Span (year) | Annual Supplement Rate (%) | Annual Supplement Volume (m ³ /year) | Cost per Volume (VND/m ³) | Annual Cost (VND/year) |
| 1. GAC | 84 | 15 | 7 | 6 | 17,750,150 | 106,500,900 |
| Sub-Total | | | | | | 106,500,900 |
| Items | Operating Volume (m ³ /day) | | Annual Operating Rate (%) | Annual Operating Volume (m ³ /year) | Cost per Volume (VND/m ³) | Annual Cost (VND/year) |
| 1. Mechanical Operators | 20,000 | | 100 | 7,300,000 | 20 | 146,000,000 |
| Sub-Total | | | | | | 146,000,000 |
| Total (VND) | | | | | | 326,420,992 |
| Total (USD) | | | | | JICA rate: 23,235 | 14,049 |

Table: Estimated annual cost reduction in chemical use

| Items | Water Treatment Volume by U-BCF (m ³ /day) | Usage Amount per Water Volume (g/m ³) | Annual Reduction Rate (%) | Annual Reduction Mass (kg/year) | Cost per Mass (VND/kg) | Annual Chemical Reduction Cost (VND/year) |
|--------------------|---|---|---------------------------|---------------------------------|------------------------|---|
| 1. PAC | 20,000 | 28 | 30 | 61,320 | 7,100 | 435,372,000 |
| 2. Chlorine | 20,000 | 3.0 | 31 | 6,789 | 14,100 | 95,724,900 |
| Total (VND) | | | | | | 531,096,900 |
| Total (USD) | | | | | JICA rate: 23,235 | 22,858 |

フートオ水道公社

Table: Estimated operation cost of U-BCF

| Items | Capacity (kW) | Quantity | Operating Time | Annual Electricity Consumption (kWh/year) | Unit Electricity Cost (VND/kW) | Annual Electricity Cost (VND/year) |
|-------------------------|--|------------------|----------------------------|---|---------------------------------------|------------------------------------|
| 1. Washing Blower | 37 | 2 | 120 min | 54,020 | 1,699 | 91,779,980 |
| 2. Operated Valve | 0.2 | 3 | 40 min | 146 | 1,699 | 248,054 |
| 3. Discharge Pump | 11 | 4 | 2 h | 32,120 | 1,699 | 54,571,880 |
| 4. Lighting | 0.1 | 10 | 2 h | 730 | 1,699 | 1,240,270 |
| Sub-Total | | | | 87,016 | | 147,840,184 |
| Items | Volume (m ³) | Life Span (year) | Annual Supplement Rate (%) | Annual Supplement Volume (m ³ /year) | Cost per Volume (VND/m ³) | Annual Cost (VND/year) |
| 1. GAC | 248 | 15 | 7 | 17 | 17,750,150 | 301,752,550 |
| Sub-Total | | | | | | 301,752,550 |
| Items | Operating Volume (m ³ /day) | | Annual Operating Rate (%) | Annual Operating Volume (m ³ /year) | Cost per Volume (VND/m ³) | Annual Cost (VND/year) |
| 1. Mechanical Operators | 60,000 | | 100 | 21,900,000 | 20 | 438,000,000 |
| Sub-Total | | | | | | 438,000,000 |
| Total (VND) | | | | | | 887,592,734 |
| Total (USD) | | | | | JICA rate: 23,235 | 38,201 |

Table: Estimated annual cost reduction in chemical use

| Items | Water Treatment Volume by U-BCF (m ³ /day) | Usage Amount per Water Volume (g/m ³) | Annual Reduction Rate (%) | Annual Reduction Mass (kg/year) | Cost per Mass (VND/kg) | Annual Chemical Reduction Cost (VND/year) |
|--------------------|---|---|---------------------------|---------------------------------|------------------------|---|
| 1. PAC | 60,000 | 16 | 30 | 105,120 | 9,818 | 1,032,068,160 |
| 2. Chlorine | 60,000 | 1.5 | 24 | 7,884 | 14,100 | 111,164,400 |
| Total (VND) | | | | | | 1,143,232,560 |
| Total (USD) | | | | | JICA rate: 23,235 | 49,203 |

クアンニン水道公社

Table: Estimated operation cost of U-BCF

| Items | Capacity (kW) | Quantity | Operating Time | Annual Electricity Consumption (kWh/year) | Unit Electricity Cost (VND/kW) | Annual Electricity Cost (VND/year) |
|-------------------------|--|------------------|----------------------------|---|---------------------------------------|------------------------------------|
| 1. Washing Blower | 37 | 2 | 120 min | 54,020 | 1,699 | 91,779,980 |
| 2. Operated Valve | 0.2 | 3 | 40 min | 146 | 1,699 | 248,054 |
| 3. Discharge Pump | 11 | 4 | 2 h | 32,120 | 1,699 | 54,571,880 |
| 4. Lighting | 0.1 | 10 | 2 h | 730 | 1,699 | 1,240,270 |
| Sub-Total | | | | 87,016 | | 147,840,184 |
| Items | Volume (m ³) | Life Span (year) | Annual Supplement Rate (%) | Annual Supplement Volume (m ³ /year) | Cost per Volume (VND/m ³) | Annual Cost (VND/year) |
| 1. GAC | 248 | 15 | 7 | 17 | 17,750,150 | 301,752,550 |
| Sub-Total | | | | | | 301,752,550 |
| Items | Operating Volume (m ³ /day) | | Annual Operating Rate (%) | Annual Operating Volume (m ³ /year) | Cost per Volume (VND/m ³) | Annual Cost (VND/year) |
| 1. Mechanical Operators | 60,000 | | 100 | 21,900,000 | 20 | 438,000,000 |
| Sub-Total | | | | | | 438,000,000 |
| Total (VND) | | | | | | 887,592,734 |
| Total (USD) | | | | | JICA rate: 23,235 | 38,201 |

Table: Estimated annual cost reduction in chemical use

| Items | Water Treatment Volume by U-BCF (m ³ /day) | Usage Amount per Water Volume (g/m ³) | Annual Reduction Rate (%) | Annual Reduction Mass (kg/year) | Cost per Mass (VND/kg) | Annual Chemical Reduction Cost (VND/year) |
|--------------------|---|---|---------------------------|---------------------------------|------------------------|---|
| 1. PAC (powder) | 60,000 | 3.5 | 30 | 22,995 | 10,745 | 247,081,275 |
| 2. PAC (liquid) | 60,000 | 6.9 | 30 | 45,333 | 6,500 | 294,664,500 |
| 3. Chlorine | 60,000 | 1.8 | 24 | 9,461 | 17,500 | 165,567,500 |
| Total (VND) | | | | | | 707,313,275 |
| Total (USD) | | | | | JICA rate: 23,235 | 30,442 |

ナムディン水道公社

Table: Estimated operation cost of U-BCF

| Items | Capacity (kW) | Quantity | Operating Time | Annual Electricity Consumption (kWh/year) | Unit Electricity Cost (VND/kW) | Annual Electricity Cost (VND/year) |
|-------------------------|--|------------------|----------------------------|---|---------------------------------------|------------------------------------|
| 1. Aeration Blower | 7.5 | 1 | 24 h | 65,700 | 1,699 | 111,624,300 |
| 2. Washing Blower | 37 | 1 | 60 min | 13,505 | 1,699 | 22,944,995 |
| 3. Operated Valve | 0.2 | 3 | 10 min | 37 | 1,699 | 62,863 |
| 4. Discharge Pump | 11 | 1 | 2 h | 8,030 | 1,699 | 13,642,970 |
| Sub-Total | | | | 87,272 | | 148,275,128 |
| Items | Volume (m ³) | Life Span (year) | Annual Supplement Rate (%) | Annual Supplement Volume (m ³ /year) | Cost per Volume (VND/m ³) | Annual Cost (VND/year) |
| 1. GAC | 16 | 15 | 7 | 1 | 17,750,150 | 17,750,150 |
| Sub-Total | | | | | | 17,750,150 |
| Items | Operating Volume (m ³ /day) | | Annual Operating Rate (%) | Annual Operating Volume (m ³ /year) | Cost per Volume (VND/m ³) | Annual Cost (VND/year) |
| 1. Mechanical Operators | 6,000 | | 100 | 2,190,000 | 20 | 43,800,000 |
| Sub-Total | | | | | | 43,800,000 |
| Total (VND) | | | | | | 209,825,278 |
| Total (USD) | | | | | JICA rate: 23,235 | 9,031 |

Table: Estimated annual cost reduction in chemical use

| Items | Water Treatment Volume by U-BCF (m ³ /day) | Usage Amount per Water Volume (g/m ³) | Annual Reduction Rate (%) | Annual Reduction Mass (kg/year) | Cost per Mass (VND/kg) | Annual Chemical Reduction Cost (VND/year) |
|--------------------|---|---|---------------------------|---------------------------------|------------------------|---|
| 1. PAC | 6,000 | 18 | 30 | 11,826 | 9,670 | 114,357,420 |
| 2. Chlorine | 6,000 | 2.2 | 30 | 1,445 | 2,570 | 3,713,650 |
| Total (VND) | | | | | | 118,071,070 |
| Total (USD) | | | | | JICA rate: 23,235 | 5,082 |

ティエンザン水道公社

Table: Estimated operation cost of U-BCF

| Items | Capacity (kW) | Quantity | Operating Time | Annual Electricity Consumption (kWh/year) | Unit Electricity Cost (VND/kW) | Annual Electricity Cost (VND/year) |
|-------------------------|--|------------------|----------------------------|---|---------------------------------------|------------------------------------|
| 1. Aeration Blower | 7.5 | 1 | 24 h | 65,700 | 1,675 | 110,047,500 |
| 2. Washing Blower | 37 | 1 | 60 min | 13,505 | 1,675 | 22,620,875 |
| 3. Operated Valve | 0.2 | 3 | 10 min | 37 | 1,675 | 61,975 |
| 4. Discharge Pump | 11 | 1 | 2 h | 8,030 | 1,675 | 13,450,250 |
| Sub-Total | | | | 87,272 | | 146,180,600 |
| Items | Volume (m ³) | Life Span (year) | Annual Supplement Rate (%) | Annual Supplement Volume (m ³ /year) | Cost per Volume (VND/m ³) | Annual Cost (VND/year) |
| 1. GAC | 11 | 15 | 7 | 1 | 17,750,150 | 17,750,150 |
| Sub-Total | | | | | | 17,750,150 |
| Items | Operating Volume (m ³ /day) | | Annual Operating Rate (%) | Annual Operating Volume (m ³ /year) | Cost per Volume (VND/m ³) | Annual Cost (VND/year) |
| 1. Mechanical Operators | 4,000 | | 100 | 1,460,000 | 20 | 29,200,000 |
| Sub-Total | | | | | | 29,200,000 |
| Total (VND) | | | | | | 193,130,750 |
| Total (USD) | | | | | JICA rate: 23,235 | 8,312 |

Table: Estimated annual cost reduction in chemical use

| Items | Water Treatment Volume by U-BCF (m ³ /day) | Usage Amount per Water Volume (g/m ³) | Annual Reduction Rate (%) | Annual Reduction Mass (kg/year) | Cost per Mass (VND/kg) | Annual Chemical Reduction Cost (VND/year) |
|--------------------|---|---|---------------------------|---------------------------------|------------------------|---|
| 1. PAC | 4,000 | 33 | 30 | 14,454 | 9,300 | 134,422,200 |
| 2. Chlorine | 4,000 | 3.5 | 24 | 1,226 | 15,000 | 18,390,000 |
| Total (VND) | | | | | | 152,812,200 |
| Total (USD) | | | | | JICA rate: 23,235 | 6,577 |

Vietnam

Haiphong · Ho Chi Minh · Quang Ninh · Nam Dinh · Tien
Giang · Phu Tho Water Supply Companies (6 cities)

Summary Report

Vietnam

Verification Survey with the Private Sector for
Disseminating Japanese Technologies for the Japanese
Advanced Water Treatment Method Using Up-ward
Biological Contract Filtration (U-BCF) in Vietnam

February, 2019

Japan International Cooperation Agency

UNI-ELEX CO., LTD.

1. BACKGROUND

In Vietnam, the quality of the river water is seriously deteriorating due to the water pollution caused by rapid economic development and urbanization. Notably, the ratio of ammonium nitrogen, which is one of parameters of water pollution in the river water is increasing yearly. The source of water supply rely on the river water, however, it is very difficult to take measures to prevent influent waste water immediately because of the lack of waste treatment system in Vietnam.

Therefore the technology for new water treatment is seriously required. Under these circumstances, Up-ward Biological Contact Filtration (U-BCF) is considered to contribute for safer and cleaner water supply by removing the ammonium nitrogen, dissolved manganese and organic substances of river water effectively. In 2011, Water and Sewer Bureau, City of Kitakyushu carried out U-BCF pilot study in Haiphong city and its effectiveness was proved.

In Vietnam the amount of water supply is on the increase due to population growth and life standard uplift. Therefore, stable and affluent water service is required in a prompt manner.

2. OUTLINE OF THE SURVEY FOR DISSEMINATING TECHNOLOGIES

(1) Purpose

- 1) To verify the effectiveness and advantages of U-BCF
- 2) To transfer the knowledge and technologies of Japanese advanced water treatment method
- 3) To evaluate the feasibility of U-BCF to disseminate the U-BCF

(2) Activities

【Activities for Outcome (i): demonstrating activities

for U-BCF water treatment method 】

- 1-1. Analyze and organize water supply development issues in Viet Nam (targeted six (6) cities) and confirm budget status & water supply planning of targeted water supply companies.
- 1-2. Collect and analyze basic data for water purification processing (water quality, drawings of water purification plants, status of water usage ((the number of household & water leakage status)), current issues and development plans etc.) in the targeted six (6) cities.
- 1-3. Decide U-BCF experiment system specifications (including candidate installation sites, incidental equipment etc.) based on the basic data. (for five (5)

cities except Ho Chi Minh)

- 1-4. Conduct receiving activities in Japan to working-level officials in order to improve operational & management skills and water analytical ability for U-BCF pilot study systems.
- 1-5. Build and install study systems and conduct test operations and adjustment of U-BCF pilot study systems in five (5) cities except Ho Chi Minh. (C/P organizations of target five (5) cities are responsible for the foundation construction for U-BCF system.)
- 1-6. Give required technical guidance for operation, management and water quality analysis of U-BCF pilot study systems to C/P organizations of six (6) cities.
- 1-7. Decide water quality analysis policies (such as water quality items, analysis frequency and monitoring method etc.) that requires to validate the effectiveness of water purification method after installed U-BCF.
- 1-8. Give required technical guidance for monitoring to C/P organizations of six (6) cities based on above mentioned 1-7 analysis policies and conduct the raw water and U-BCF treated water monitoring for a year.
- 1-9. Evaluate installation & running costs when full-scale U-BCF facilities are installed relative to before & after installation or using other water treatment methods.
- 1-10. Based on above 1-8 monitoring results and 1-9 evaluation results, assess effectiveness and advantages of water purification method using U-BCF.

【Activities for Outcome (ii): dissemination activities

for water purification technology with U-BCF 】

- 2-1. Conduct receiving activities in Japan to top officials from water supply companies in order to improve understandings of using U-BCF water purification method and its effectiveness & advantages in homeland.
- 2-2. Based on monitoring & evaluation result, make recommendations to targeted six (6) cities concerning full-scale installation of U-BCF system.
- 2-3. Based on above 2-2 recommendations, conduct workshops and seminars for other areas in order to widely spread water purification technology with U-BCF.

【Activities for Outcome (iii): study for business deployment

through new business & market development 】

- 3-1. Make evaluation talks to share the development effect & the effectiveness of proposed technology product and make preparations towards business spread &

expansion in Vietnam.

3-2. After the completion of this plan, conduct the development & validation of the business model as well as study for concrete business deployment for full-scale installation of U-BCF.

(3) Information of Product/Technology to be Provided

The “U-BCF (Upward Biological Contract Filtration)” applies new advanced water purification technology environmentally friendly and its holds the patent (Kitakyusyu Patent Technology (Patent No.3831055)). It takes advantage of the natural process seen in the river that the water exposed to granules with microbes biodegrade pollutants.

In U-BCF this process is replicated inside the human-made construction. By using activated carbon filter granules as a microbe bed through upward flow, it enables biological treatment effectively. Microbes on activated carbon granules remove ammonium nitrogen, dissolved manganese and organic substances etc. in the raw water. UNI-ELEX Co., Ltd. has the advanced technology to management and maintenance for electricity of U-BCF.

- Advantages of U-BCF

1) Low Cost

The initial cost and operating cost are low compare with other advanced treatment.

2) Uniqueness

It developed only in Kitakyusyu and other nations have no knowledge.

Tested in Haiphong city and the effectiveness was proved.

3) Stability of Water Quality

The treatment operation becomes easier because the quality of U-BCF treated water is stable.

- Full Scale Implementation Records

1) Eleven sites in Kitakyusyu City such as Honjyou Water Treatment Plants (as of 2013)

2) Vinh Bao Water Treatment Plant (5,000m³/day) in Haiphong

Pilot Study System Specifications

| | |
|--|---|
| Name (Model designation) | Upward Biological Contact Filtration (U-BCF) |
| Major Structure | Transparent PVC(polyvinyl chloride) (ϕ 100) Lower Water Distribution Equipment (porous plate-type) Granular Activated Carbon |
| Others (production specification and note) | Space Velocity SV=10(1/h) Detention Velocity 1/SV=0.1(h) Linear Velocity LV=15(m/h) Layer Depth H=LV/SV=1.5(m) |

(4) Counterpart Organizations

Japanese Side:

UNI-ELEX Co., Ltd. (Kitakyushu, Japan)

Water and Sewer Bureau, City of Kitakyushu

Matsuo Consultants Co., Ltd (Kitakyushu, Japan)

Kitakyushu Water and Sewer Association (Kitakyushu, Japan)

Vietnamese side:

Saigon Water Corporation One Member Limited Liability

Haiphong Number Two Water Business Joint Stock Company

Phu Tho Water Supply Joint Stock Company

Quang Ninh Clean Water Joint Stock Company

Nam Dinh Water Supply Company, LTD

Tien Giang Water Supply Company, LTD

Private & Public Partnerships:

The C/P of this Verification Survey are water supply companies in Vietnam. Therefore, it is indispensable to the cooperation with Water and Sewer Bureau, City of Kitakyushu who is one of the water supply cooperation in Japan and the expert of U-BCF operation know-how. Already both organizations signed Minutes of Meeting of the Verification Survey and beefed-up mutually towards dissemination and verification works.

In addition, UNI-ELEX Co.,Ltd. supported from several organizations such as Matsuo Consultants co., Ltd which is known past records of U-BCF designing, Kitakyushu Water and Sewer Association which employs U-BCF developers and on-site Hai Phong Water Joint Stock Company in order to implement the pilot study.

(5) Target Area and Beneficiaries

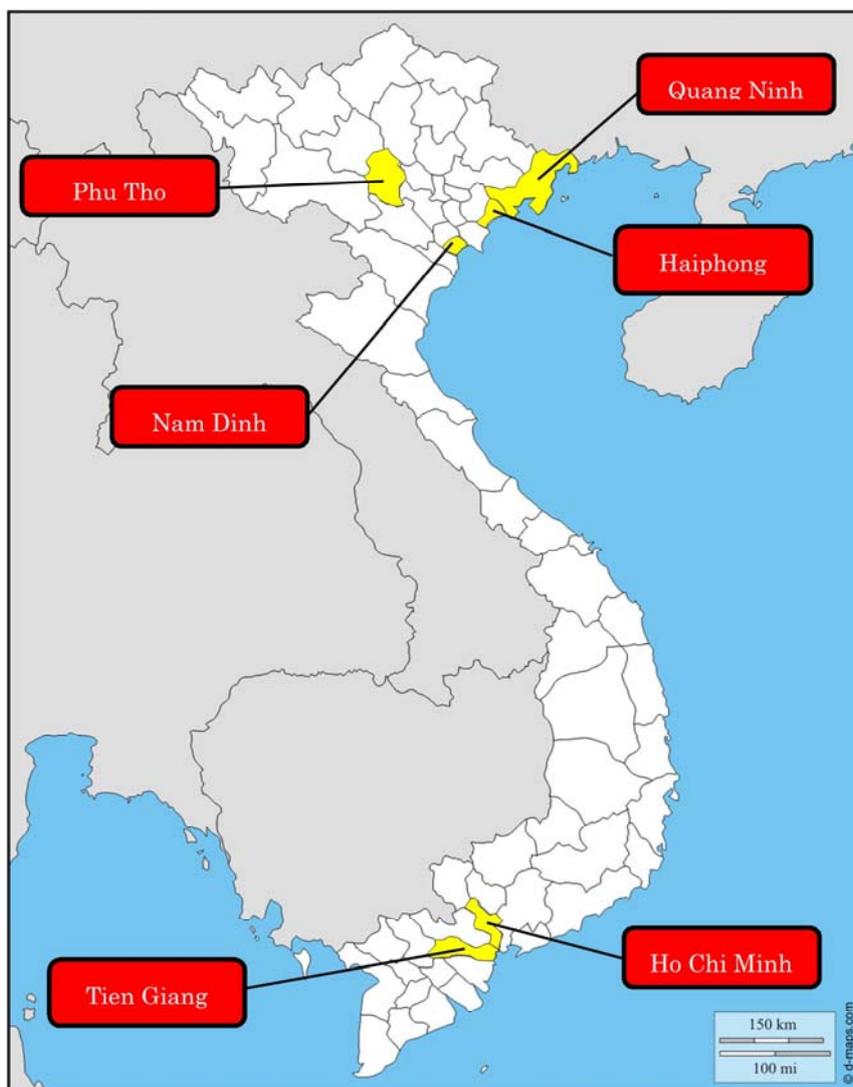
Target Area:

Six (6) Water Supply Utilities of.

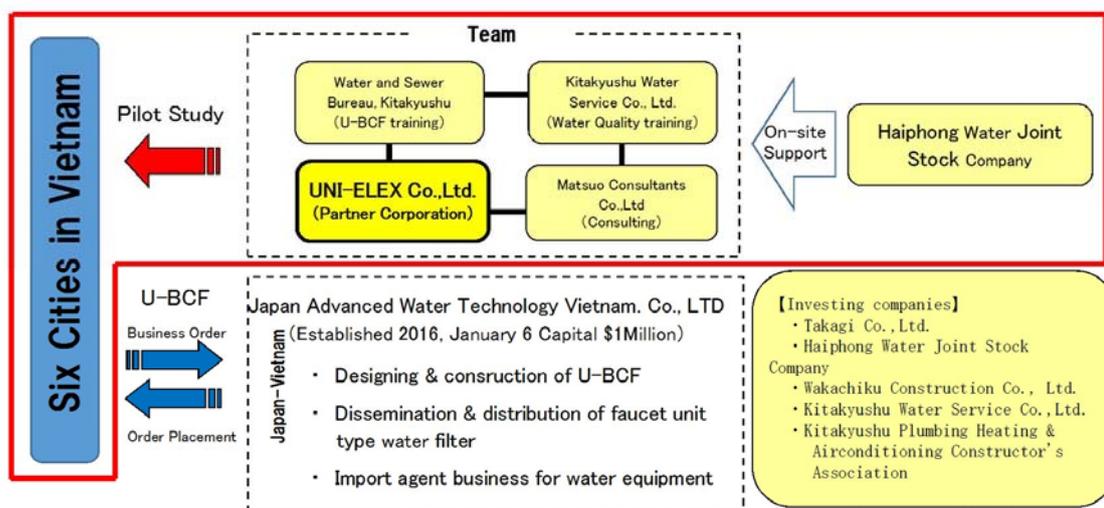
- 1) Haiphong No.2
- 2) Quang Ninh
- 3) Nam Dinh
- 4) Ho Chi Minh (SAWACO)
- 5) Tien Giang
- 6) Phu Tho

Beneficiaries:

Residents receiving water service in targeted six (6) cities if “Full Scale U-BCF” is installed



(9) Implementation System



Counterparts of this pilot study are public water supply corporations. Therefore, cooperation for technical training with Water and Sewer Bureau, City of Kitakyushu who is the same water supply corporation and an expert of U-BCF operation know-how is indispensable. In addition, Matsuo Consultants Co., Ltd., Kitakyushu Water Service Co., Ltd and Haiphong Water Joint Stock Company supported UNI-ELEX.

3. ACHIEVEMENT OF THE SURVEY

(1) Outputs and Outcomes of the Survey

The after treatment results of yearly U-BCF pilot plant study for each cities are shown below.

| Counterparts | Substance Reduction rate [%] | | |
|---------------|------------------------------|-------------|-------------|
| | NH3 | D-Mn | COD |
| Saigon | 69.0 | 64.0 | 28.0 |
| Haiphong No.2 | 72.7 | 64.0 | 28.5 |
| Phu Tho | 62.5 | 41.0 | 46.5 |
| Quang Ninh | 48.0 | 62.9 | 40.4 |
| Nam Dinh | 64.9 | 65.8 | 21.5 |
| Tien Giang | 44.1 | 59.7 | 21.9 |
| <<Reference>> | | | |
| Kitakyushu | 91 | 81 | 16 |
| Haiphong | 78~87 | 54~70 | 18~25 |

Regarding this project, the installation estimate, operation management and chemical reduction costs are shown below.

| Counterparts | WTP | Amount [m3/day] | Structure | Installation Estimate [1,000USD] | Operation Management Cost [USD · Yearly] | Chemical Reduction Cost [USD · Yearly] |
|---------------|---------------|-----------------|-------------------|----------------------------------|--|--|
| Saigon | Tan Hiep | 300,000 | Concrete | 24,920 | 183,085 | 204,893 |
| Haiphong No.2 | Haiphong No.2 | 20,000 | Concrete | 2,047 | 14,049 | 22,858 |
| Phu Tho | Viet Tri | 60,000 | Concrete | 5,782 | 38,201 | 49,203 |
| Quang Ninh | Dien Vong | 60,000 | Concrete | 5,782 | 38,201 | 30,442 |
| Nam Dinh | Y-Yen | 6,000 | Steel (Unit type) | 569 | 9,031 | 5,082 |
| Tien Giang | Cai Lay | 4,000 | Steel (Unit type) | 471 | 8,312 | 6,577 |

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

The operation and maintenance abilities through the study of U-BCF pilot plant installed for “Verification Survey” lead to practical abilities at the time of full-scale U-BCF installation. Furthermore, continued OJT training using this pilot plant helps human resource development for fresh recruits and newly appointed staff. It uplifts technical abilities for water treatment in C/P.

In addition, abilities of water analysis gained by this survey will enhance capabilities of business practices. Staff in C/P can take advantage of water analysis instruments transferred after this survey in search of better water supply and better water quality management.

4. FUTURE PROSPECTS

(1) Impact and Effect on the Concerned Development Issues through Business Development of the Product/ Technology in the Surveyed Country

Due to level of living improvement and population increase in Vietnam, the demand for water supply is also rising. In these circumstances, better quality & quantity water supply with low costs is acute assignment.

U-BCF technology is considered to be a good match for these requirements in Vietnam. Besides, the pilot plant study in Haiphong city proved its effectiveness (JICA Partnership Program) and it was installed at Vinh Bao WTP in Haiphong. This

U-BCF facility is in operation with expected results. Moreover, steady results were seen through this survey in C/P six (6) cities. Therefore, U-BCF technology can be the saver to other cities in Vietnam tackling with water quality problems.

The U-BCF facility is able to remove 30-40% of organic substances and 60-90% of ammonium nitrogen & manganese in the raw water, which consumes a lot of chlorine in the other ordinary treatment process.

Therefore, U-BCF can reduce chemical costs because in the normal rapid sand filtration method more chlorine and coagulant are injected to remove organic substances, ammonium nitrogen & manganese.

(2) Lessons Learned and Recommendation through the Survey

In the Vietnamese law designed in 2007 states "Surveygaer Supply Safeguard". And water supply plans in long-term & short-term are developed in each city.

Furthermore, according to the water supply arrangement plan FY2025 formulated in 2009, it sets 2050 as the target year and the vision is r supply arquality & stable water supply in urban & industrial areasr. Each city sets a five year target. Specifically, countermeasures are plan FY2025 formulated in 2009, it set plans in long-term & short-term are developed in each cient of water supply operationfe

Based on these national trends, C/Ps with better understanding of U-BCF effectiveness & competitiveness are going to promote U-BCF business to other water companies, water associations and Peoplepply operationferred after this survey in search of better water supp Then, they will disseminate water treatment technology with U-BCF to nationwide as a part of viable strategies to the target achievement.

**Socialist
Republic of
Vietnam**

Pilot Study for the Japanese Advanced Treatment “Upward Biological Contract Filter (U-BCF)” UNI-ELEX Co.,Ltd (Fukuoka)

Development needs in Vietnam

- In connection with the rapid economic growth and urbanization in Vietnam, it leads to the serious pollution of the river water. River water is used as raw water and advanced water treatment technology is required. However, the water supply's safety & costs are the big issue.
- The improvement of water supply coping with better living level, population growth is important and needs of water quantity & quality is upward. Efforts to better water supply is significant.

Dissemination & Verification Contents

- U-BCF pilot plants are installed & operate targeted six cities' WTPs and verify U-BCF effectiveness & applicability through water treatment data.
- Considering technical transfer of water treatment technology and based on demonstration result, dissemination activities are conducted. The business deployment of U-BCF equipment is in operation in Vietnam.

Technology & Products

Product Name

Upward Biological Contact Filtration (U-BCF)



U-BCF Pilot Plant



**U-BCF facility installed WTP
(Honjyou WTP in Kitakyushu City)**

※U-BCF removes ammonium nitrogen, manganese & organic substances in raw water by using microbe on activated carbon granules and reduces chemical dosage. Above pilot plant is not for actual use, only for experimental use.

※※UNI-ELEX is in charge of electric & instrumentation for U-BCF.

Achievement expected in Vietnam

- After the full installation of U-BCF, It is possible to remove ammonium nitrogen, manganese & organic substances effectively, which is difficult to clean up by using an ordinary WTP. Then, safe water supply to the target area is possible on the long term basis.
- It reduces chlorine dosage and leads to reduction of running costs.

Achievement to Japanese company side

- UNI-ELEX promote U-BCF sales & marketing in cooperation with Water & Sewer Bureau, City of Kitakyushu and Haiphong Water Joint Stock Company. When Vietnam water companies submit order forecast, the Vietnamese corporation established member companies in Kitakyushu Oversea Business Association accepts orders and expands its business area.
- UNI-ELEX accepts electric & instrumentation orders directly & indirectly through U-BCF construction orders.

Saigon*Table: Estimated operation cost of U-BCF*

| Items | Capacity (kW) | Quantity | Operating Time | Annual Electricity Consumption (kWh/year) | Unit Electricity Cost (VND/kW) | Annual Electricity Cost (VND/year) |
|------------------------------------|--|------------------|----------------------------|---|---------------------------------------|------------------------------------|
| 1. Intake Pump Capacity Difference | 26 | 2 | 8 h | 151,840 | 1,675 | 254,332,000 |
| 2. Washing Blower | 37 | 4 | 150 min | 135,050 | 1,675 | 226,208,750 |
| 3. Operated Valve | 0.4 | 20 | 15 min | 730 | 1,675 | 1,222,750 |
| 4. Lighting | 0.1 | 20 | 2 h | 1,460.0 | 1,675 | 2,445,500 |
| Sub-Total | | | | 289,080 | | 484,209,000 |
| Items | Volume (m ³) | Life Span (year) | Annual Supplement Rate (%) | Annual Supplement Volume (m ³ /year) | Cost per Volume (VND/m ³) | Annual Cost (VND/year) |
| 1. GAC | 1,268 | 15 | 7 | 89 | 17,750,150 | 1,579,763,350 |
| Sub-Total | | | | | | 1,579,763,350 |
| Items | Operating Volume (m ³ /day) | | Annual Operating Rate (%) | Annual Operating Volume (m ³ /year) | Cost per Volume (VND/m ³) | Annual Cost (VND/year) |
| 1. Mechanical Operators | 300,000 | | 100 | 109,500,000 | 20 | 2,190,000,000 |
| Sub-Total | | | | | | 2,190,000,000 |
| Total (VND) | | | | | | 4,253,972,350 |
| Total (USD) | | | | | JICA rate: 23,235 | 183,085 |

Table: Estimated annual cost reduction in chemical use

| Items | Water Treatment Volume by U-BCF (m ³ /day) | Usage Amount per Water Volume (g/m ³) | Annual Reduction Rate (%) | Annual Reduction Mass (kg/year) | Cost per Mass (VND/kg) | Annual Chemical Reduction Cost (VND/year) |
|--------------------|---|---|---------------------------|---------------------------------|------------------------|---|
| 1. PAC | 300,000 | 16 | 30 | 525,600 | 3,280 | 1,723,968,000 |
| 2. Chlorine | 300,000 | 6.3 | 31 | 213,854 | 14,200 | 3,036,726,800 |
| Total (VND) | | | | | | 4,760,694,800 |
| Total (USD) | | | | | JICA rete: 23,235 | 204,893 |

Haiphong No.2*Table: Estimated operation cost of U-BCF*

| Items | Capacity (kW) | Quantity | Operating Time | Annual Electricity Consumption (kWh/year) | Unit Electricity Cost (VND/kW) | Annual Electricity Cost (VND/year) |
|-------------------------|--|------------------|----------------------------|---|---------------------------------------|------------------------------------|
| 1. Washing Blower | 37 | 1 | 120 min | 27,010 | 1,699 | 45,889,990 |
| 2. Operated Valve | 0.2 | 3 | 20 min | 73 | 1,699 | 124,027 |
| 3. Discharge Pump | 11 | 2 | 2 h | 16,060 | 1,699 | 27,285,940 |
| 4. Lighting | 0.1 | 5 | 2 h | 365 | 1,699 | 620,135 |
| | | | | | | |
| Sub-Total | | | | 43,508 | | 73,920,092 |
| Items | Volume (m ³) | Life Span (year) | Annual Supplement Rate (%) | Annual Supplement Volume (m ³ /year) | Cost per Volume (VND/m ³) | Annual Cost (VND/year) |
| 1. GAC | 84 | 15 | 7 | 6 | 17,750,150 | 106,500,900 |
| Sub-Total | | | | | | 106,500,900 |
| Items | Operating Volume (m ³ /day) | | Annual Operating Rate (%) | Annual Operating Volume (m ³ /year) | Cost per Volume (VND/m ³) | Annual Cost (VND/year) |
| 1. Mechanical Operators | 20,000 | | 100 | 7,300,000 | 20 | 146,000,000 |
| Sub-Total | | | | | | 146,000,000 |
| Total (VND) | | | | | | 326,420,992 |
| Total (USD) | | | | | JICA rate: 23,235 | 14,049 |

Table: Estimated annual cost reduction in chemical use

| Items | Water Treatment Volume by U-BCF (m ³ /day) | Usage Amount per Water Volume (g/m ³) | Annual Reduction Rate (%) | Annual Reduction Mass (kg/year) | Cost per Mass (VND/kg) | Annual Chemical Reduction Cost (VND/year) |
|--------------------|---|---|---------------------------|---------------------------------|------------------------|---|
| 1. PAC | 20,000 | 28 | 30 | 61,320 | 7,100 | 435,372,000 |
| 2. Chlorine | 20,000 | 3.0 | 31 | 6,789 | 14,100 | 95,724,900 |
| Total (VND) | | | | | | 531,096,900 |
| Total (USD) | | | | | JICA rate: 23,235 | 22,858 |

Phu Tho*Table: Estimated operation cost of U-BCF*

| Items | Capacity (kW) | Quantity | Operating Time | Annual Electricity Consumption (kWh/year) | Unit Electricity Cost (VND/kW) | Annual Electricity Cost (VND/year) |
|-------------------------|--|------------------|----------------------------|---|---------------------------------------|------------------------------------|
| 1. Washing Blower | 37 | 2 | 120 min | 54,020 | 1,699 | 91,779,980 |
| 2. Operated Valve | 0.2 | 3 | 40 min | 146 | 1,699 | 248,054 |
| 3. Discharge Pump | 11 | 4 | 2 h | 32,120 | 1,699 | 54,571,880 |
| 4. Lighting | 0.1 | 10 | 2 h | 730 | 1,699 | 1,240,270 |
| Sub-Total | | | | 87,016 | | 147,840,184 |
| Items | Volume (m ³) | Life Span (year) | Annual Supplement Rate (%) | Annual Supplement Volume (m ³ /year) | Cost per Volume (VND/m ³) | Annual Cost (VND/year) |
| 1. GAC | 248 | 15 | 7 | 17 | 17,750,150 | 301,752,550 |
| Sub-Total | | | | | | 301,752,550 |
| Items | Operating Volume (m ³ /day) | | Annual Operating Rate (%) | Annual Operating Volume (m ³ /year) | Cost per Volume (VND/m ³) | Annual Cost (VND/year) |
| 1. Mechanical Operators | 60,000 | | 100 | 21,900,000 | 20 | 438,000,000 |
| Sub-Total | | | | | | 438,000,000 |
| Total (VND) | | | | | | 887,592,734 |
| Total (USD) | | | | | JICA rate: 23,235 | 38,201 |

Table: Estimated annual cost reduction in chemical use

| Items | Water Treatment Volume by U-BCF (m ³ /day) | Usage Amount per Water Volume (g/m ³) | Annual Reduction Rate (%) | Annual Reduction Mass (kg/year) | Cost per Mass (VND/kg) | Annual Chemical Reduction Cost (VND/year) |
|--------------------|---|---|---------------------------|---------------------------------|------------------------|---|
| 1. PAC | 60,000 | 16 | 30 | 105,120 | 9,818 | 1,032,068,160 |
| 2. Chlorine | 60,000 | 1.5 | 24 | 7,884 | 14,100 | 111,164,400 |
| Total (VND) | | | | | | 1,143,232,560 |
| Total (USD) | | | | | JICA rate: 23,235 | 49,203 |

Quang Ninh*Table: Estimated operation cost of U-BCF*

| Items | Capacity (kW) | Quantity | Operating Time | Annual Electricity Consumption (kWh/year) | Unit Electricity Cost (VND/kW) | Annual Electricity Cost (VND/year) |
|-------------------------|--|------------------|----------------------------|---|---------------------------------------|------------------------------------|
| 1. Washing Blower | 37 | 2 | 120 min | 54,020 | 1,699 | 91,779,980 |
| 2. Operated Valve | 0.2 | 3 | 40 min | 146 | 1,699 | 248,054 |
| 3. Discharge Pump | 11 | 4 | 2 h | 32,120 | 1,699 | 54,571,880 |
| 4. Lighting | 0.1 | 10 | 2 h | 730 | 1,699 | 1,240,270 |
| | | | | | | |
| Sub-Total | | | | 87,016 | | 147,840,184 |
| Items | Volume (m ³) | Life Span (year) | Annual Supplement Rate (%) | Annual Supplement Volume (m ³ /year) | Cost per Volume (VND/m ³) | Annual Cost (VND/year) |
| 1. GAC | 248 | 15 | 7 | 17 | 17,750,150 | 301,752,550 |
| Sub-Total | | | | | | 301,752,550 |
| Items | Operating Volume (m ³ /day) | | Annual Operating Rate (%) | Annual Operating Volume (m ³ /year) | Cost per Volume (VND/m ³) | Annual Cost (VND/year) |
| 1. Mechanical Operators | 60,000 | | 100 | 21,900,000 | 20 | 438,000,000 |
| Sub-Total | | | | | | 438,000,000 |
| Total (VND) | | | | | | 887,592,734 |
| Total (USD) | | | | | JICA rate: 23,235 | 38,201 |

Table: Estimated annual cost reduction in chemical use

| Items | Water Treatment Volume by U-BCF (m ³ /day) | Usage Amount per Water Volume (g/m ³) | Annual Reduction Rate (%) | Annual Reduction Mass (kg/year) | Cost per Mass (VND/kg) | Annual Chemical Reduction Cost (VND/year) |
|--------------------|---|---|---------------------------|---------------------------------|------------------------|---|
| 1. PAC (powder) | 60,000 | 3.5 | 30 | 22,995 | 10,745 | 247,081,275 |
| 2. PAC (liquid) | 60,000 | 6.9 | 30 | 45,333 | 6,500 | 294,664,500 |
| 3. Chlorine | 60,000 | 1.8 | 24 | 9,461 | 17,500 | 165,567,500 |
| Total (VND) | | | | | | 707,313,275 |
| Total (USD) | | | | | JICA rate: 23,235 | 30,442 |

Nam Dinh*Table: Estimated operation cost of U-BCF*

| Items | Capacity (kW) | Quantity | Operating Time | Annual Electricity Consumption (kWh/year) | Unit Electricity Cost (VND/kW) | Annual Electricity Cost (VND/year) |
|-------------------------|--|------------------|----------------------------|---|---------------------------------------|------------------------------------|
| 1. Aeration Blower | 7.5 | 1 | 24 h | 65,700 | 1,699 | 111,624,300 |
| 2. Washing Blower | 37 | 1 | 60 min | 13,505 | 1,699 | 22,944,995 |
| 3. Operated Valve | 0.2 | 3 | 10 min | 37 | 1,699 | 62,863 |
| 4. Discharge Pump | 11 | 1 | 2 h | 8,030 | 1,699 | 13,642,970 |
| Sub-Total | | | | 87,272 | | 148,275,128 |
| Items | Volume (m ³) | Life Span (year) | Annual Supplement Rate (%) | Annual Supplement Volume (m ³ /year) | Cost per Volume (VND/m ³) | Annual Cost (VND/year) |
| 1. GAC | 16 | 15 | 7 | 1 | 17,750,150 | 17,750,150 |
| Sub-Total | | | | | | 17,750,150 |
| Items | Operating Volume (m ³ /day) | | Annual Operating Rate (%) | Annual Operating Volume (m ³ /year) | Cost per Volume (VND/m ³) | Annual Cost (VND/year) |
| 1. Mechanical Operators | 6,000 | | 100 | 2,190,000 | 20 | 43,800,000 |
| Sub-Total | | | | | | 43,800,000 |
| Total (VND) | | | | | | 209,825,278 |
| Total (USD) | | | | JICA rate: 23,235 | | 9,031 |

Table: Estimated annual cost reduction in chemical use

| Items | Water Treatment Volume by U-BCF (m ³ /day) | Usage Amount per Water Volume (g/m ³) | Annual Reduction Rate (%) | Annual Reduction Mass (kg/year) | Cost per Mass (VND/kg) | Annual Chemical Reduction Cost (VND/year) |
|--------------------|---|---|---------------------------|---------------------------------|------------------------|---|
| 1. PAC | 6,000 | 18 | 30 | 11,826 | 9,670 | 114,357,420 |
| 2. Chlorine | 6,000 | 2.2 | 30 | 1,445 | 2,570 | 3,713,650 |
| Total (VND) | | | | | | 118,071,070 |
| Total (USD) | | | | JICA rate: 23,235 | | 5,082 |

Tien Giang*Table: Estimated operation cost of U-BCF*

| Items | Capacity (kW) | Quantity | Operating Time | Annual Electricity Consumption (kWh/year) | Unit Electricity Cost (VND/kW) | Annual Electricity Cost (VND/year) |
|-------------------------|--|------------------|----------------------------|---|---------------------------------------|------------------------------------|
| 1. Aeration Blower | 7.5 | 1 | 24 h | 65,700 | 1,675 | 110,047,500 |
| 2. Washing Blower | 37 | 1 | 60 min | 13,505 | 1,675 | 22,620,875 |
| 3. Operated Valve | 0.2 | 3 | 10 min | 37 | 1,675 | 61,975 |
| 4. Discharge Pump | 11 | 1 | 2 h | 8,030 | 1,675 | 13,450,250 |
| Sub-Total | | | | 87,272 | | 146,180,600 |
| Items | Volume (m ³) | Life Span (year) | Annual Supplement Rate (%) | Annual Supplement Volume (m ³ /year) | Cost per Volume (VND/m ³) | Annual Cost (VND/year) |
| 1. GAC | 11 | 15 | 7 | 1 | 17,750,150 | 17,750,150 |
| Sub-Total | | | | | | 17,750,150 |
| Items | Operating Volume (m ³ /day) | | Annual Operating Rate (%) | Annual Operating Volume (m ³ /year) | Cost per Volume (VND/m ³) | Annual Cost (VND/year) |
| 1. Mechanical Operators | 4,000 | | 100 | 1,460,000 | 20 | 29,200,000 |
| Sub-Total | | | | | | 29,200,000 |
| Total (VND) | | | | | | 193,130,750 |
| Total (USD) | | | | | JICA rate: 23,235 | 8,312 |

Table: Estimated annual cost reduction in chemical use

| Items | Water Treatment Volume by U-BCF (m ³ /day) | Usage Amount per Water Volume (g/m ³) | Annual Reduction Rate (%) | Annual Reduction Mass (kg/year) | Cost per Mass (VND/kg) | Annual Chemical Reduction Cost (VND/year) |
|--------------------|---|---|---------------------------|---------------------------------|------------------------|---|
| 1. PAC | 4,000 | 33 | 30 | 14,454 | 9,300 | 134,422,200 |
| 2. Chlorine | 4,000 | 3.5 | 24 | 1,226 | 15,000 | 18,390,000 |
| Total (VND) | | | | | | 152,812,200 |
| Total (USD) | | | | | JICA rate: 23,235 | 6,577 |

Vietnam

Haiphong · Ho Chi Minh · Quang Ninh · Nam Dinh · Tien

Giang · Phu Tho Water Supply Companies (6 cities)

Summary Report

Vietnam

Verification Survey with the Private Sector for
Disseminating Japanese Technologies for the Japanese
Advanced Water Treatment Method Using Up-ward
Biological Contract Filtration (U-BCF) in Vietnam

February, 2019

Japan International Cooperation Agency

UNI-ELEX CO., LTD.

1. BACKGROUND

In Vietnam, the quality of the river water is seriously deteriorating due to the water pollution caused by rapid economic development and urbanization. Notably, the ratio of ammonium nitrogen, which is one of parameters of water pollution in the river water is increasing yearly. The source of water supply rely on the river water, however, it is very difficult to take measures to prevent influent waste water immediately because of the lack of waste treatment system in Vietnam.

Therefore the technology for new water treatment is seriously required. Under these circumstances, Up-ward Biological Contact Filtration (U-BCF) is considered to contribute for safer and cleaner water supply by removing the ammonium nitrogen, dissolved manganese and organic substances of river water effectively. In 2011, Water and Sewer Bureau, City of Kitakyushu carried out U-BCF pilot study in Haiphong city and its effectiveness was proved.

In Vietnam the amount of water supply is on the increase due to population growth and life standard uplift. Therefore, stable and affluent water service is required in a prompt manner.

2. OUTLINE OF THE SURVEY FOR DISSEMINATING TECHNOLOGIES

(1) Purpose

- 1) To verify the effectiveness and advantages of U-BCF
- 2) To transfer the knowledge and technologies of Japanese advanced water treatment method
- 3) To evaluate the feasibility of U-BCF to disseminate the U-BCF

(2) Activities

【Activities for Outcome (i): demonstrating activities

for U-BCF water treatment method 】

- 1-1. Analyze and organize water supply development issues in Viet Nam (targeted six (6) cities) and confirm budget status & water supply planning of targeted water supply companies.
- 1-2. Collect and analyze basic data for water purification processing (water quality, drawings of water purification plants, status of water usage ((the number of household & water leakage status)), current issues and development plans etc.) in the targeted six (6) cities.
- 1-3. Decide U-BCF experiment system specifications (including candidate installation sites, incidental equipment etc.) based on the basic data. (for five (5)

cities except Ho Chi Minh)

- 1-4. Conduct receiving activities in Japan to working-level officials in order to improve operational & management skills and water analytical ability for U-BCF pilot study systems.
- 1-5. Build and install study systems and conduct test operations and adjustment of U-BCF pilot study systems in five (5) cities except Ho Chi Minh. (C/P organizations of target five (5) cities are responsible for the foundation construction for U-BCF system.)
- 1-6. Give required technical guidance for operation, management and water quality analysis of U-BCF pilot study systems to C/P organizations of six (6) cities.
- 1-7. Decide water quality analysis policies (such as water quality items, analysis frequency and monitoring method etc.) that requires to validate the effectiveness of water purification method after installed U-BCF.
- 1-8. Give required technical guidance for monitoring to C/P organizations of six (6) cities based on above mentioned 1-7 analysis policies and conduct the raw water and U-BCF treated water monitoring for a year.
- 1-9. Evaluate installation & running costs when full-scale U-BCF facilities are installed relative to before & after installation or using other water treatment methods.
- 1-10. Based on above 1-8 monitoring results and 1-9 evaluation results, assess effectiveness and advantages of water purification method using U-BCF.

【Activities for Outcome (ii): dissemination activities

for water purification technology with U-BCF 】

- 2-1. Conduct receiving activities in Japan to top officials from water supply companies in order to improve understandings of using U-BCF water purification method and its effectiveness & advantages in homeland.
- 2-2. Based on monitoring & evaluation result, make recommendations to targeted six (6) cities concerning full-scale installation of U-BCF system.
- 2-3. Based on above 2-2 recommendations, conduct workshops and seminars for other areas in order to widely spread water purification technology with U-BCF.

【Activities for Outcome (iii): study for business deployment

through new business & market development 】

- 3-1. Make evaluation talks to share the development effect & the effectiveness of proposed technology product and make preparations towards business spread &

expansion in Vietnam.

3-2. After the completion of this plan, conduct the development & validation of the business model as well as study for concrete business deployment for full-scale installation of U-BCF.

(3) Information of Product/Technology to be Provided

The “U-BCF (Upward Biological Contract Filtration)” applies new advanced water purification technology environmentally friendly and its holds the patent (Kitakyusyu Patent Technology (Patent No.3831055)). It takes advantage of the natural process seen in the river that the water exposed to granules with microbes biodegrade pollutants.

In U-BCF this process is replicated inside the human-made construction. By using activated carbon filter granules as a microbe bed through upward flow, it enables biological treatment effectively. Microbes on activated carbon granules remove ammonium nitrogen, dissolved manganese and organic substances etc. in the raw water. UNI-ELEX Co., Ltd. has the advanced technology to management and maintenance for electricity of U-BCF.

- Advantages of U-BCF

1) Low Cost

The initial cost and operating cost are low compare with other advanced treatment.

2) Uniqueness

It developed only in Kitakyusyu and other nations have no knowledge.

Tested in Haiphong city and the effectiveness was proved.

3) Stability of Water Quality

The treatment operation becomes easier because the quality of U-BCF treated water is stable.

- Full Scale Implementation Records

1) Eleven sites in Kitakyusyu City such as Honjyou Water Treatment Plants (as of 2013)

2) Vinh Bao Water Treatment Plant (5,000m³/day) in Haiphong

Pilot Study System Specifications

| | |
|--|---|
| Name (Model designation) | Upward Biological Contact Filtration (U-BCF) |
| Major Structure | Transparent PVC(polyvinyl chloride) (ϕ 100) Lower Water Distribution Equipment (porous plate-type) Granular Activated Carbon |
| Others (production specification and note) | Space Velocity $SV=10(1/h)$ Detention Velocity $1/SV=0.1(h)$ Linear Velocity $LV=15(m/h)$ Layer Depth $H=LV/SV=1.5(m)$ |

(4) Counterpart Organizations

Japanese Side:

UNI-ELEX Co., Ltd. (Kitakyushu, Japan)

Water and Sewer Bureau, City of Kitakyushu

Matsuo Consultants Co., Ltd (Kitakyushu, Japan)

Kitakyushu Water and Sewer Association (Kitakyushu, Japan)

Vietnamese side:

Saigon Water Corporation One Member Limited Liability

Haiphong Number Two Water Business Joint Stock Company

Phu Tho Water Supply Joint Stock Company

Quang Ninh Clean Water Joint Stock Company

Nam Dinh Water Supply Company, LTD

Tien Giang Water Supply Company, LTD

Private & Public Partnerships:

The C/P of this Verification Survey are water supply companies in Vietnam. Therefore, it is indispensable to the cooperation with Water and Sewer Bureau, City of Kitakyushu who is one of the water supply cooperation in Japan and the expert of U-BCF operation know-how. Already both organizations signed Minutes of Meeting of the Verification Survey and beefed-up mutually towards dissemination and verification works.

In addition, UNI-ELEX Co.,Ltd. supported from several organizations such as Matsuo Consultants co., Ltd which is known past records of U-BCF designing, Kitakyushu Water and Sewer Association which employs U-BCF developers and on-site Hai Phong Water Joint Stock Company in order to implement the pilot study.

(5) Target Area and Beneficiaries

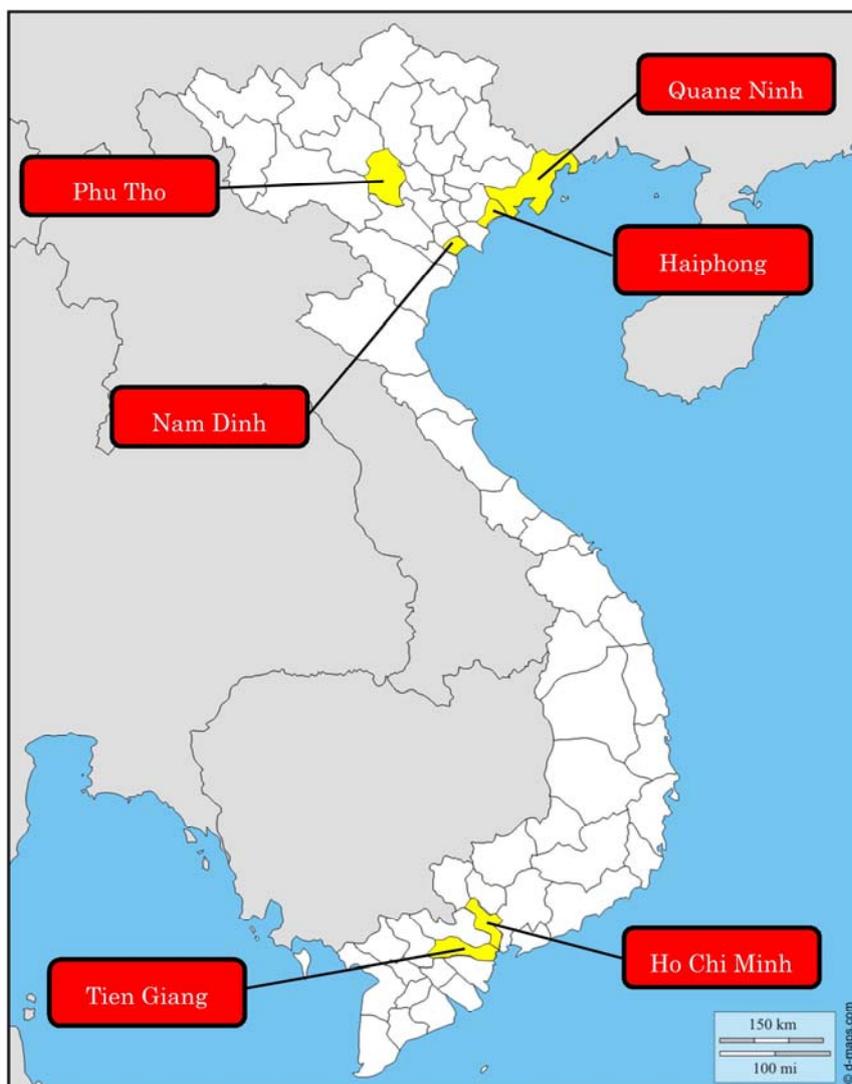
Target Area:

Six (6) Water Supply Utilities of.

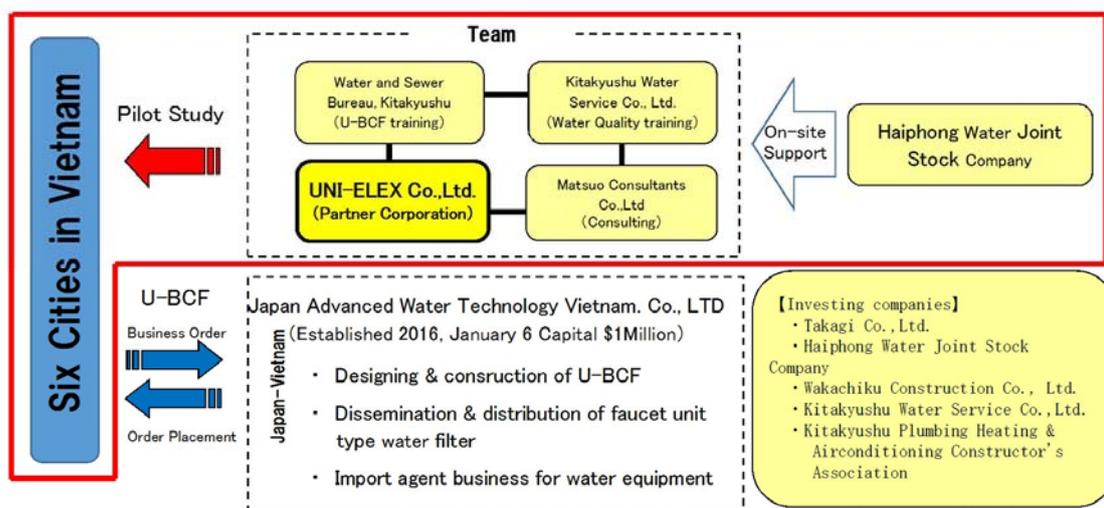
- 1) Haiphong No.2
- 2) Quang Ninh
- 3) Nam Dinh
- 4) Ho Chi Minh (SAWACO)
- 5) Tien Giang
- 6) Phu Tho

Beneficiaries:

Residents receiving water service in targeted six (6) cities if “Full Scale U-BCF” is installed



(9) Implementation System



Counterparts of this pilot study are public water supply corporations. Therefore, cooperation for technical training with Water and Sewer Bureau, City of Kitakyushu who is the same water supply corporation and an expert of U-BCF operation know-how is indispensable. In addition, Matsuo Consultants Co., Ltd., Kitakyushu Water Service Co., Ltd and Haiphong Water Joint Stock Company supported UNI-ELEX.

3. ACHIEVEMENT OF THE SURVEY

(1) Outputs and Outcomes of the Survey

The after treatment results of yearly U-BCF pilot plant study for each cities are shown below.

| Counterparts | Substance Reduction rate [%] | | |
|---------------|------------------------------|-------------|-------------|
| | NH3 | D-Mn | COD |
| Saigon | 69.0 | 64.0 | 28.0 |
| Haiphong No.2 | 72.7 | 64.0 | 28.5 |
| Phu Tho | 62.5 | 41.0 | 46.5 |
| Quang Ninh | 48.0 | 62.9 | 40.4 |
| Nam Dinh | 64.9 | 65.8 | 21.5 |
| Tien Giang | 44.1 | 59.7 | 21.9 |
| <<Reference>> | | | |
| Kitakyushu | 91 | 81 | 16 |
| Haiphong | 78~87 | 54~70 | 18~25 |

Regarding this project, the installation estimate, operation management and chemical reduction costs are shown below.

| Counterparts | WTP | Amount [m3/day] | Structure | Installation Estimate [1,000USD] | Operation Management Cost [USD · Yearly] | Chemical Reduction Cost [USD · Yearly] |
|---------------|---------------|-----------------|-------------------|----------------------------------|--|--|
| Saigon | Tan Hiep | 300,000 | Concrete | 24,920 | 183,085 | 204,893 |
| Haiphong No.2 | Haiphong No.2 | 20,000 | Concrete | 2,047 | 14,049 | 22,858 |
| Phu Tho | Viet Tri | 60,000 | Concrete | 5,782 | 38,201 | 49,203 |
| Quang Ninh | Dien Vong | 60,000 | Concrete | 5,782 | 38,201 | 30,442 |
| Nam Dinh | Y-Yen | 6,000 | Steel (Unit type) | 569 | 9,031 | 5,082 |
| Tien Giang | Cai Lay | 4,000 | Steel (Unit type) | 471 | 8,312 | 6,577 |

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

The operation and maintenance abilities through the study of U-BCF pilot plant installed for “Verification Survey” lead to practical abilities at the time of full-scale U-BCF installation. Furthermore, continued OJT training using this pilot plant helps human resource development for fresh recruits and newly appointed staff. It uplifts technical abilities for water treatment in C/P.

In addition, abilities of water analysis gained by this survey will enhance capabilities of business practices. Staff in C/P can take advantage of water analysis instruments transferred after this survey in search of better water supply and better water quality management.

4. FUTURE PROSPECTS

(1) Impact and Effect on the Concerned Development Issues through Business Development of the Product/ Technology in the Surveyed Country

Due to level of living improvement and population increase in Vietnam, the demand for water supply is also rising. In these circumstances, better quality & quantity water supply with low costs is acute assignment.

U-BCF technology is considered to be a good match for these requirements in Vietnam. Besides, the pilot plant study in Haiphong city proved its effectiveness (JICA Partnership Program) and it was installed at Vinh Bao WTP in Haiphong. This

U-BCF facility is in operation with expected results. Moreover, steady results were seen through this survey in C/P six (6) cities. Therefore, U-BCF technology can be the saver to other cities in Vietnam tackling with water quality problems.

The U-BCF facility is able to remove 30-40% of organic substances and 60-90% of ammonium nitrogen & manganese in the raw water, which consumes a lot of chlorine in the other ordinary treatment process.

Therefore, U-BCF can reduce chemical costs because in the normal rapid sand filtration method more chlorine and coagulant are injected to remove organic substances, ammonium nitrogen & manganese.

(2) Lessons Learned and Recommendation through the Survey

In the Vietnamese law designed in 2007 states "Surveyor Supply Safeguard". And water supply plans in long-term & short-term are developed in each city.

Furthermore, according to the water supply arrangement plan FY2025 formulated in 2009, it sets 2050 as the target year and the vision is "supply quality & stable water supply in urban & industrial areas". Each city sets a five year target. Specifically, countermeasures are plan FY2025 formulated in 2009, it set plans in long-term & short-term are developed in each client of water supply operation.

Based on these national trends, C/Ps with better understanding of U-BCF effectiveness & competitiveness are going to promote U-BCF business to other water companies, water associations and People's supply operation. After this survey in search of better water supply. Then, they will disseminate water treatment technology with U-BCF to nationwide as a part of viable strategies to the target achievement.

Socialist
Republic of
Vietnam

Pilot Study for the Japanese Advanced Treatment “Upward Biological Contract Filter (U-BCF)” UNI-ELEX Co.,Ltd (Fukuoka)

Development needs in Vietnam

- In connection with the rapid economic growth and urbanization in Vietnam, it leads to the serious pollution of the river water. River water is used as raw water and advanced water treatment technology is required. However, the water supply's safety & costs are the big issue.
- The improvement of water supply coping with better living level, population growth is important and needs of water quantity & quality is upward. Efforts to better water supply is significant.

Dissemination & Verification Contents

- U-BCF pilot plants are installed & operate targeted six cities' WTPs and verify U-BCF effectiveness & applicability through water treatment data.
- Considering technical transfer of water treatment technology and based on demonstration result, dissemination activities are conducted. The business deployment of U-BCF equipment is in operation in Vietnam.

Technology & Products

Product Name

Upward Biological Contact Filtration (U-BCF)



U-BCF Pilot Plant



U-BCF facility installed WTP
(Honjyou WTP in Kitakyushu City)

※U-BCF removes ammonium nitrogen, manganese & organic substances in raw water by using microbe on activated carbon granules and reduces chemical dosage. Above pilot plant is not for actual use, only for experimental use.

※※UNI-ELEX is in charge of electric & instrumentation for U-BCF.

Achievement expected in Vietnam

- After the full installation of U-BCF, It is possible to remove ammonium nitrogen, manganese & organic substances effectively, which is difficult to clean up by using an ordinary WTP. Then, safe water supply to the target area is possible on the long term basis.
- It reduces chlorine dosage and leads to reduction of running costs.

Achievement to Japanese company side

- UNI-ELEX promote U-BCF sales & marketing in cooperation with Water & Sewer Bureau, City of Kitakyushu and Haiphong Water Joint Stock Company. When Vietnam water companies submit order forecast, the Vietnamese corporation established member companies in Kitakyushu Oversea Business Association accepts orders and expands its business area.
- UNI-ELEX accepts electric & instrumentation orders directly & indirectly through U-BCF construction orders.

Saigon*Table: Estimated operation cost of U-BCF*

| Items | Capacity (kW) | Quantity | Operating Time | Annual Electricity Consumption (kWh/year) | Unit Electricity Cost (VND/kW) | Annual Electricity Cost (VND/year) |
|------------------------------------|--|------------------|----------------------------|---|---------------------------------------|------------------------------------|
| 1. Intake Pump Capacity Difference | 26 | 2 | 8 h | 151,840 | 1,675 | 254,332,000 |
| 2. Washing Blower | 37 | 4 | 150 min | 135,050 | 1,675 | 226,208,750 |
| 3. Operated Valve | 0.4 | 20 | 15 min | 730 | 1,675 | 1,222,750 |
| 4. Lighting | 0.1 | 20 | 2 h | 1,460.0 | 1,675 | 2,445,500 |
| Sub-Total | | | | 289,080 | | 484,209,000 |
| Items | Volume (m ³) | Life Span (year) | Annual Supplement Rate (%) | Annual Supplement Volume (m ³ /year) | Cost per Volume (VND/m ³) | Annual Cost (VND/year) |
| 1. GAC | 1,268 | 15 | 7 | 89 | 17,750,150 | 1,579,763,350 |
| Sub-Total | | | | | | 1,579,763,350 |
| Items | Operating Volume (m ³ /day) | | Annual Operating Rate (%) | Annual Operating Volume (m ³ /year) | Cost per Volume (VND/m ³) | Annual Cost (VND/year) |
| 1. Mechanical Operators | 300,000 | | 100 | 109,500,000 | 20 | 2,190,000,000 |
| Sub-Total | | | | | | 2,190,000,000 |
| Total (VND) | | | | | | 4,253,972,350 |
| Total (USD) | | | | | JICA rate: 23,235 | 183,085 |

Table: Estimated annual cost reduction in chemical use

| Items | Water Treatment Volume by U-BCF (m ³ /day) | Usage Amount per Water Volume (g/m ³) | Annual Reduction Rate (%) | Annual Reduction Mass (kg/year) | Cost per Mass (VND/kg) | Annual Chemical Reduction Cost (VND/year) |
|--------------------|---|---|---------------------------|---------------------------------|------------------------|---|
| 1. PAC | 300,000 | 16 | 30 | 525,600 | 3,280 | 1,723,968,000 |
| 2. Chlorine | 300,000 | 6.3 | 31 | 213,854 | 14,200 | 3,036,726,800 |
| Total (VND) | | | | | | 4,760,694,800 |
| Total (USD) | | | | | JICA rete: 23,235 | 204,893 |

Haiphong No.2*Table: Estimated operation cost of U-BCF*

| Items | Capacity (kW) | Quantity | Operating Time | Annual Electricity Consumption (kWh/year) | Unit Electricity Cost (VND/kW) | Annual Electricity Cost (VND/year) |
|-------------------------|--|------------------|----------------------------|---|---------------------------------------|------------------------------------|
| 1. Washing Blower | 37 | 1 | 120 min | 27,010 | 1,699 | 45,889,990 |
| 2. Operated Valve | 0.2 | 3 | 20 min | 73 | 1,699 | 124,027 |
| 3. Discharge Pump | 11 | 2 | 2 h | 16,060 | 1,699 | 27,285,940 |
| 4. Lighting | 0.1 | 5 | 2 h | 365 | 1,699 | 620,135 |
| | | | | | | |
| Sub-Total | | | | 43,508 | | 73,920,092 |
| Items | Volume (m ³) | Life Span (year) | Annual Supplement Rate (%) | Annual Supplement Volume (m ³ /year) | Cost per Volume (VND/m ³) | Annual Cost (VND/year) |
| 1. GAC | 84 | 15 | 7 | 6 | 17,750,150 | 106,500,900 |
| Sub-Total | | | | | | 106,500,900 |
| Items | Operating Volume (m ³ /day) | | Annual Operating Rate (%) | Annual Operating Volume (m ³ /year) | Cost per Volume (VND/m ³) | Annual Cost (VND/year) |
| 1. Mechanical Operators | 20,000 | | 100 | 7,300,000 | 20 | 146,000,000 |
| Sub-Total | | | | | | 146,000,000 |
| Total (VND) | | | | | | 326,420,992 |
| Total (USD) | | | | | JICA rate: 23,235 | 14,049 |

Table: Estimated annual cost reduction in chemical use

| Items | Water Treatment Volume by U-BCF (m ³ /day) | Usage Amount per Water Volume (g/m ³) | Annual Reduction Rate (%) | Annual Reduction Mass (kg/year) | Cost per Mass (VND/kg) | Annual Chemical Reduction Cost (VND/year) |
|--------------------|---|---|---------------------------|---------------------------------|------------------------|---|
| 1. PAC | 20,000 | 28 | 30 | 61,320 | 7,100 | 435,372,000 |
| 2. Chlorine | 20,000 | 3.0 | 31 | 6,789 | 14,100 | 95,724,900 |
| Total (VND) | | | | | | 531,096,900 |
| Total (USD) | | | | | JICA rate: 23,235 | 22,858 |

Phu Tho*Table: Estimated operation cost of U-BCF*

| Items | Capacity (kW) | Quantity | Operating Time | Annual Electricity Consumption (kWh/year) | Unit Electricity Cost (VND/kW) | Annual Electricity Cost (VND/year) |
|-------------------------|--|------------------|----------------------------|---|---------------------------------------|------------------------------------|
| 1. Washing Blower | 37 | 2 | 120 min | 54,020 | 1,699 | 91,779,980 |
| 2. Operated Valve | 0.2 | 3 | 40 min | 146 | 1,699 | 248,054 |
| 3. Discharge Pump | 11 | 4 | 2 h | 32,120 | 1,699 | 54,571,880 |
| 4. Lighting | 0.1 | 10 | 2 h | 730 | 1,699 | 1,240,270 |
| Sub-Total | | | | 87,016 | | 147,840,184 |
| Items | Volume (m ³) | Life Span (year) | Annual Supplement Rate (%) | Annual Supplement Volume (m ³ /year) | Cost per Volume (VND/m ³) | Annual Cost (VND/year) |
| 1. GAC | 248 | 15 | 7 | 17 | 17,750,150 | 301,752,550 |
| Sub-Total | | | | | | 301,752,550 |
| Items | Operating Volume (m ³ /day) | | Annual Operating Rate (%) | Annual Operating Volume (m ³ /year) | Cost per Volume (VND/m ³) | Annual Cost (VND/year) |
| 1. Mechanical Operators | 60,000 | | 100 | 21,900,000 | 20 | 438,000,000 |
| Sub-Total | | | | | | 438,000,000 |
| Total (VND) | | | | | | 887,592,734 |
| Total (USD) | | | | | JICA rate: 23,235 | 38,201 |

Table: Estimated annual cost reduction in chemical use

| Items | Water Treatment Volume by U-BCF (m ³ /day) | Usage Amount per Water Volume (g/m ³) | Annual Reduction Rate (%) | Annual Reduction Mass (kg/year) | Cost per Mass (VND/kg) | Annual Chemical Reduction Cost (VND/year) |
|--------------------|---|---|---------------------------|---------------------------------|------------------------|---|
| 1. PAC | 60,000 | 16 | 30 | 105,120 | 9,818 | 1,032,068,160 |
| 2. Chlorine | 60,000 | 1.5 | 24 | 7,884 | 14,100 | 111,164,400 |
| Total (VND) | | | | | | 1,143,232,560 |
| Total (USD) | | | | | JICA rate: 23,235 | 49,203 |

Quang Ninh*Table: Estimated operation cost of U-BCF*

| Items | Capacity (kW) | Quantity | Operating Time | Annual Electricity Consumption (kWh/year) | Unit Electricity Cost (VND/kW) | Annual Electricity Cost (VND/year) |
|-------------------------|--|------------------|----------------------------|---|---------------------------------------|------------------------------------|
| 1. Washing Blower | 37 | 2 | 120 min | 54,020 | 1,699 | 91,779,980 |
| 2. Operated Valve | 0.2 | 3 | 40 min | 146 | 1,699 | 248,054 |
| 3. Discharge Pump | 11 | 4 | 2 h | 32,120 | 1,699 | 54,571,880 |
| 4. Lighting | 0.1 | 10 | 2 h | 730 | 1,699 | 1,240,270 |
| | | | | | | |
| Sub-Total | | | | 87,016 | | 147,840,184 |
| Items | Volume (m ³) | Life Span (year) | Annual Supplement Rate (%) | Annual Supplement Volume (m ³ /year) | Cost per Volume (VND/m ³) | Annual Cost (VND/year) |
| 1. GAC | 248 | 15 | 7 | 17 | 17,750,150 | 301,752,550 |
| Sub-Total | | | | | | 301,752,550 |
| Items | Operating Volume (m ³ /day) | | Annual Operating Rate (%) | Annual Operating Volume (m ³ /year) | Cost per Volume (VND/m ³) | Annual Cost (VND/year) |
| 1. Mechanical Operators | 60,000 | | 100 | 21,900,000 | 20 | 438,000,000 |
| Sub-Total | | | | | | 438,000,000 |
| Total (VND) | | | | | | 887,592,734 |
| Total (USD) | | | | | JICA rate: 23,235 | 38,201 |

Table: Estimated annual cost reduction in chemical use

| Items | Water Treatment Volume by U-BCF (m ³ /day) | Usage Amount per Water Volume (g/m ³) | Annual Reduction Rate (%) | Annual Reduction Mass (kg/year) | Cost per Mass (VND/kg) | Annual Chemical Reduction Cost (VND/year) |
|--------------------|---|---|---------------------------|---------------------------------|------------------------|---|
| 1. PAC (powder) | 60,000 | 3.5 | 30 | 22,995 | 10,745 | 247,081,275 |
| 2. PAC (liquid) | 60,000 | 6.9 | 30 | 45,333 | 6,500 | 294,664,500 |
| 3. Chlorine | 60,000 | 1.8 | 24 | 9,461 | 17,500 | 165,567,500 |
| Total (VND) | | | | | | 707,313,275 |
| Total (USD) | | | | | JICA rate: 23,235 | 30,442 |

Nam Dinh*Table: Estimated operation cost of U-BCF*

| Items | Capacity (kW) | Quantity | Operating Time | Annual Electricity Consumption (kWh/year) | Unit Electricity Cost (VND/kW) | Annual Electricity Cost (VND/year) |
|-------------------------|--|------------------|----------------------------|---|---------------------------------------|------------------------------------|
| 1. Aeration Blower | 7.5 | 1 | 24 h | 65,700 | 1,699 | 111,624,300 |
| 2. Washing Blower | 37 | 1 | 60 min | 13,505 | 1,699 | 22,944,995 |
| 3. Operated Valve | 0.2 | 3 | 10 min | 37 | 1,699 | 62,863 |
| 4. Discharge Pump | 11 | 1 | 2 h | 8,030 | 1,699 | 13,642,970 |
| Sub-Total | | | | 87,272 | | 148,275,128 |
| Items | Volume (m ³) | Life Span (year) | Annual Supplement Rate (%) | Annual Supplement Volume (m ³ /year) | Cost per Volume (VND/m ³) | Annual Cost (VND/year) |
| 1. GAC | 16 | 15 | 7 | 1 | 17,750,150 | 17,750,150 |
| Sub-Total | | | | | | 17,750,150 |
| Items | Operating Volume (m ³ /day) | | Annual Operating Rate (%) | Annual Operating Volume (m ³ /year) | Cost per Volume (VND/m ³) | Annual Cost (VND/year) |
| 1. Mechanical Operators | 6,000 | | 100 | 2,190,000 | 20 | 43,800,000 |
| Sub-Total | | | | | | 43,800,000 |
| Total (VND) | | | | | | 209,825,278 |
| Total (USD) | | | | | JICA rate: 23,235 | 9,031 |

Table: Estimated annual cost reduction in chemical use

| Items | Water Treatment Volume by U-BCF (m ³ /day) | Usage Amount per Water Volume (g/m ³) | Annual Reduction Rate (%) | Annual Reduction Mass (kg/year) | Cost per Mass (VND/kg) | Annual Chemical Reduction Cost (VND/year) |
|--------------------|---|---|---------------------------|---------------------------------|------------------------|---|
| 1. PAC | 6,000 | 18 | 30 | 11,826 | 9,670 | 114,357,420 |
| 2. Chlorine | 6,000 | 2.2 | 30 | 1,445 | 2,570 | 3,713,650 |
| Total (VND) | | | | | | 118,071,070 |
| Total (USD) | | | | | JICA rate: 23,235 | 5,082 |

Tien Giang*Table: Estimated operation cost of U-BCF*

| Items | Capacity (kW) | Quantity | Operating Time | Annual Electricity Consumption (kWh/year) | Unit Electricity Cost (VND/kW) | Annual Electricity Cost (VND/year) |
|-------------------------|--|------------------|----------------------------|---|---------------------------------------|------------------------------------|
| 1. Aeration Blower | 7.5 | 1 | 24 h | 65,700 | 1,675 | 110,047,500 |
| 2. Washing Blower | 37 | 1 | 60 min | 13,505 | 1,675 | 22,620,875 |
| 3. Operated Valve | 0.2 | 3 | 10 min | 37 | 1,675 | 61,975 |
| 4. Discharge Pump | 11 | 1 | 2 h | 8,030 | 1,675 | 13,450,250 |
| Sub-Total | | | | 87,272 | | 146,180,600 |
| Items | Volume (m ³) | Life Span (year) | Annual Supplement Rate (%) | Annual Supplement Volume (m ³ /year) | Cost per Volume (VND/m ³) | Annual Cost (VND/year) |
| 1. GAC | 11 | 15 | 7 | 1 | 17,750,150 | 17,750,150 |
| Sub-Total | | | | | | 17,750,150 |
| Items | Operating Volume (m ³ /day) | | Annual Operating Rate (%) | Annual Operating Volume (m ³ /year) | Cost per Volume (VND/m ³) | Annual Cost (VND/year) |
| 1. Mechanical Operators | 4,000 | | 100 | 1,460,000 | 20 | 29,200,000 |
| Sub-Total | | | | | | 29,200,000 |
| Total (VND) | | | | | | 193,130,750 |
| Total (USD) | | | | | JICA rate: 23,235 | 8,312 |

Table: Estimated annual cost reduction in chemical use

| Items | Water Treatment Volume by U-BCF (m ³ /day) | Usage Amount per Water Volume (g/m ³) | Annual Reduction Rate (%) | Annual Reduction Mass (kg/year) | Cost per Mass (VND/kg) | Annual Chemical Reduction Cost (VND/year) |
|--------------------|---|---|---------------------------|---------------------------------|------------------------|---|
| 1. PAC | 4,000 | 33 | 30 | 14,454 | 9,300 | 134,422,200 |
| 2. Chlorine | 4,000 | 3.5 | 24 | 1,226 | 15,000 | 18,390,000 |
| Total (VND) | | | | | | 152,812,200 |
| Total (USD) | | | | | JICA rate: 23,235 | 6,577 |