

平成25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（ベトナム・ホーチミン市）
報告書

平成 26 年 3 月
株式会社神鋼環境ソリューション

目次

1. 調査概要	2
1.1 ホーチミン市の概況	2
1.2 サイゴン水道公社（SAWACO）の概要	2
1.3 調査背景	3
1.4 U-BCF 概要	5
1.5 調査内容	5
1.6 調査体制	6
1.7 現地行程	6
2. 調査および現地実験	7
2.1 サイゴン水道公社（SAWACO）	7
2.2 Tan Hiep 浄水場概要	7
2.3 パイロットプラントによる現地実験	13
3. 文献調査	20
3.1 税制	20
3.2 建設工事等に携わる場合の法令	20
3.3 投資携帯および会社形態の制限	21
4. 調査結果のまとめ	21
4.1 水源水質の現状と課題ならびに改善目標	21
4.2 乾期における処理実験結果	22
5. 事業形成の可能性	23
5.1 事業をとりまく環境	23
5.2 資金調達について	24
5.3 事業費について	24
5.4 想定される事業内容	24
5.5 事業形成へ向けての今後の活動計画	25
6. 添付資料	26

1.調査概要

1.1 ホーチミン市の概況

ホーチミン市はベトナム社会主義共和国南部に位置する都市であり、国内最大の人口を有している。ドイモイ政策による市場経済システム導入以降、同市の経済活動は活発化し、ベトナム国民総生産の 20% 余りを占めるベトナム経済の要所、同国最大の都市となっている。



表-1.1 ホーチミン市基礎情報

地理	
地方	ベトナム南部
面積	2,095km ²
統計	
人口	7,681,700 人（2012 年）
人口密度	3,666 人/km ²

出典：General Statistics Office HP より

図-1.1 ホーチミン市位置図

1.2 サイゴン水道公社（SAWACO）の概要

サイゴン水道公社は、フランス統治時代の 1880 年にフランス軍によってベトナム国で最初に創設された水道事業体である。現在は 8 の管理公社及び 3 の浄水場管理公社を有している。管理公社のうち 6 社は民営化しており、その株式を海外企業が購入することは制度上可能となっている。

市内の浄水場は 5 か所あり、最大は Dong Nai 川を水源とする Thu Duc 浄水場の 75 万 5 千 m³/日で、2 番目は Saigon 川を水源とする Tan Hiep 浄水場の 30 万 m³/日である。浄水量に占める水源種別の比率は表流水（河川）からの取水が 93.9%、伏流水（地下水）からの取水が 6.1%となっている。ベトナム政府の掲げる「都市水道開発指針 2025（2009 年 11 月首相決定書 1929 号）」に基づき、ホーチミン市は、以下の開発目標（表-1.2）を立てている。

表-1.2 開発目標

項目	2015 年	2025 年
施設能力（m ³ /日）	2,4000,000	3,4000,000
管網の新設（km）	1,393	1,015
管網の更新（km）	527	700
無収水率（%）	32	25

出典：「平成 22 年度水道産業国際展開推進調査・報告書」

1.3 調査背景

ホーチミン市は、近年の経済発展に伴い、生活雑排水による河川の汚染が深刻化している状況にあり、中でも、高い濃度のアンモニア態窒素が確認（表-1.3）されている Saigon 川を水源とする Tan Hiep 浄水場（処理能力 30 万 m³/日）にとっては、住民の健康にも直結する重大な課題となっている。

表-1.3 ホーチミン市の河川水質

濁度 (NTU)	アンモニア態窒素 (mg/L)	マンガン (mg/L)
33	0.76	0.0097

出典：2012 年 11 月水質測定データ（サイゴン水道公社提供）

この対応策として、サイゴン水道公社は、Tan Hiep 浄水場の新たな水道水源として、家庭雑排水の影響を受けていない Dau Tieng 湖からの長距離導水（図-1.2）を計画しているところである。しかし、この遠距離導水事業には莫大な費用（弊社の試算で 400Million～800MillionUS\$）が必要となる事から、サイゴン水道公社は、遠距離導水以外の解決策についても検討しているところである。

サイゴン水道公社の概要			
創設	1880年		
行政人口	6,106,000人		
給水区域内人口	6,058,000人		
給水人口	4,727,000人		
普及率	78%		
給水戸数	615,000戸		
無収水率	40%		
料金収入(年間)	1,800,000,000,000VND		約90億円
給水時間	24時間		
水道料金	家庭用	2,700 VND/m ³	14円/m ³
	公共用	6,000 VND/m ³	30円/m ³
	工業用	4,500 VND/m ³	23円/m ³
	商業用	8,000 VND/m ³	40円/m ³
給水管延長	4,156km		
浄水能力 5つの浄水場	1,550,000 m ³ /日	Thu Duc浄水場	755,000 m ³ /日
		Tan Hiep浄水場	300,000 m ³ /日
		Tan Binh浄水場	70,000 m ³ /日
		その他	425,000 m ³ /日

表-1.4 サイゴン水道公社の概要



図-1.2 長距離導水平面図

このような状況の中、サイゴン水道公社は、ハイフォン市水道公社と北九州市上下水道局が実施してきた高度浄水処理施設「上向流式生物接触ろ過池」（略称：U-BCF）の実証実験（平成 22 年度～平成 24 年度の 3 ヶ年で実施された JICA 草の根技術協力事業）に強い関心

を示していた。

平成 25 年 3 月中旬、サイゴン水道公社の関係者は、ハイフォン市水道公社を訪れ、U-BCF 実証実験の実験結果等について説明を受けた。また、この訪問時に、北九州市上下水道局からハイフォン市水道公社に出張中であつた出張中の職員（久保田和也、海外事業担当課長）とも、北九州市で既に稼働している U-BCF について協議を行う機会を得た。

このハイフォン訪問により、U-BCF の有効性と経済性を理解したサイゴン水道公社は、平成 25 年 5 月 27 日、北九州市上下水道局に対し、U-BCF 技術に係る協力要請を文書で行った。

これを受けた北九州市上下水道局は、平成 25 年 6 月 26 日、ハイフォン市水道公社と締結した「ベトナム国における U-BCF 普及に向けた相互協力協定」（平成 25 年 5 月 30 日締結）に基づき、ハイフォン市水道公社と共にホーチミン市を訪問し、現地水源の状況を把握するとともに、北九州市の U-BCF 技術について概略説明した。説明を受けたサイゴン水道公社は、U-BCF の本格導入に向けた検討を進めていきたい意向を強く示し、その最初の取り組みとして、Tan Hiep（タンヒエップ）浄水場（30 万 m³/日）に U-BCF のパイロットプラントを設置して 1 年間の実証実験を行い、現地水源水質に対する U-BCF の有効性についての技術的な検証を行うことを北九州市上下水道局及びハイフォン市水道公社に要望した。



図-1.3 覚書締結（北九州市）

この U-BCF 技術は、北九州市が国内特許を有する特殊技術であることに加え、(株)神鋼環境ソリューションが U-BCF の中核部品に係る特許を取得していることから、両者が連携してサイゴン水道公社から要望のあつた実証実験を実施することを目途に、厚生労働省平成 25 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（ベトナム・ホーチミン市）に応募し、厚生労働省はこれを採択した。

平成 25 年 12 月 7 日、この採択を受け、北九州市上下水道局は、今回の実証実験を成功裏に完了させるため、同公社のトップを日本に招聘し、お互いの協力内容を覚書に定め、3 者間（北九州市上下水道局、サイゴン水道公社、ハイフォン市水道公社）で締結した。

1.4 U-BCF 概要

上向流式生物接触ろ過池（U-BCF）は、高度処理の一つに分類され、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る。

この処理設備について、北九州市は「プロセス特許」を取得し、神鋼環境ソリューションが中核機械部品に係る「ハード特許」を取得している。北九州市上下水道局は、U-BCF を市内 2 つの基幹浄水場に導入し、国内の他都市においては、現在 9 つの浄水場に導入されている。



図-1.4 北九州市の U-BCF

この U-BCF は、生物接触が可能にするろ過材として粒状活性炭を用い、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、人工の装置内でより効果的に再現している。この粒状活性炭は、表面が凸凹（多孔質）で小石などよりはるかに微生物が生息できる形状である。さらに、これをろ過槽内に充填し下から上に通水（上向流）することで、活性炭を流動させ、生物接触効率の向上を実現している。この微生物による自然浄化作用によって、原水中の有機物を 3～4 割分解するとともに、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 割除去することで、塩素の注量を削減することができる。

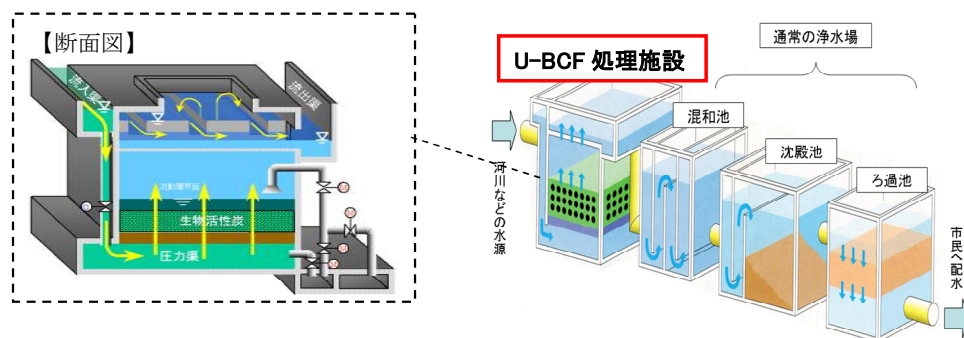


図-1.5 U-BCF 概略図

1.5 調査内容

今回の調査は、ホーチミン市における U-BCF の有効性を確認することにある。具体的な調査内容は、以下のとおり。

- ① 乾期における U-BCF の有効可能性調査（パイロットプラントの設置・運用・水質分析）
- ② 対象浄水場の資料収集（1 年間の水源水質データ、水道施設平面図等）
- ③ 実証実験結果に基づく評価（2 月・3 月）
- ④ 取水場及び浄水場の現地調査

1.6 調査体制

今回の調査は、以下の4者による連携体制で実施した。

- ① (株)神鋼環境ソリューション・・・調査主体

実証実験に係る設計

II 中核機械部品の提供

// 設置支援

- ② 北九州市上下水道局 . . . 技術的アドバイザー

実証実験に係る設計支援

II 粒状活性炭の提供

// 設置支援

11 水質分析支援

- ③ (株)ユニ・エレクトクス . . . 浄水場の自動制御 (システム等) に関する調査

- ④ ハイフォン市水道公社 . . . 実証実験に係る設計支援 (SAWACO 担当分)

11 運転維持管理支援

11 水質分析支援

1.7 調查行程

現地調査は計3回実施し、1月中旬に実施した第一次調査において、U-BCFの有効性を確認するためのパイロットプラントを設置し、プラントの運用及び水質分析を開始した。

		業務 種別	2013年												2014年																																															
			12月												1月												2月												3月																							
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
日本側	神鋼環境ソリューション	国内	[材料手配]																																				[報告書作成]																							
		現地	[設計]												[第1次調査]												[第2次調査]												[第3次調査]																							
	北九州市上下水道局	国内	[材料手配]																																				[報告書作成]																							
		現地	[設計]												[第1次調査]												[第2次調査]												[第3次調査]																							
	ユニ・エレックス	国内																									[第1次調査]												[第2次調査]												[第3次調査]											
		現地													[第1次調査]												[第2次調査]												[第3次調査]																							
ベトナム側	サイゴン水道公社	-	[材料手配]																								[実証実験]												[運転維持管理]																							
	ハイフォン水道公社	-	[設計支援]												[設置支援]												[運転支援]												[運転支援]																							
															△ 第1次 調査 (実証プラント設置)												△ 第2次 調査												△ 第3次 調査												△ 報告書 提出											

図-1.6 調査工程スケジュール

2. 調査および現地実験

2.1 サイゴン水道公社 (SAWACO)

1月14日(火)サイゴン水道公社(SAWACO)を訪問し、Vo Quang Chau 副総裁に今回の調査内容の説明を行い、3社覚書による協力内容の確認とスケジュールについて協議を行った。



2.2 Tan Hiep 浄水場概要

今回の調査対象となる Tan Hiep 浄水場 (30 万 m³/日) は、サイゴン水道公社が所管する浄水場の中で 2 番目に規模の大きい主力浄水場であるものの、水質悪化が深刻化しているサイゴン川を水源としていることから水質面での課題を抱えている。

浄水場の詳細図等を本調査において入手しているが、サイゴン水道公社の機密保持に係る要請により、本報告書では、概略処理フローのみを記載する。

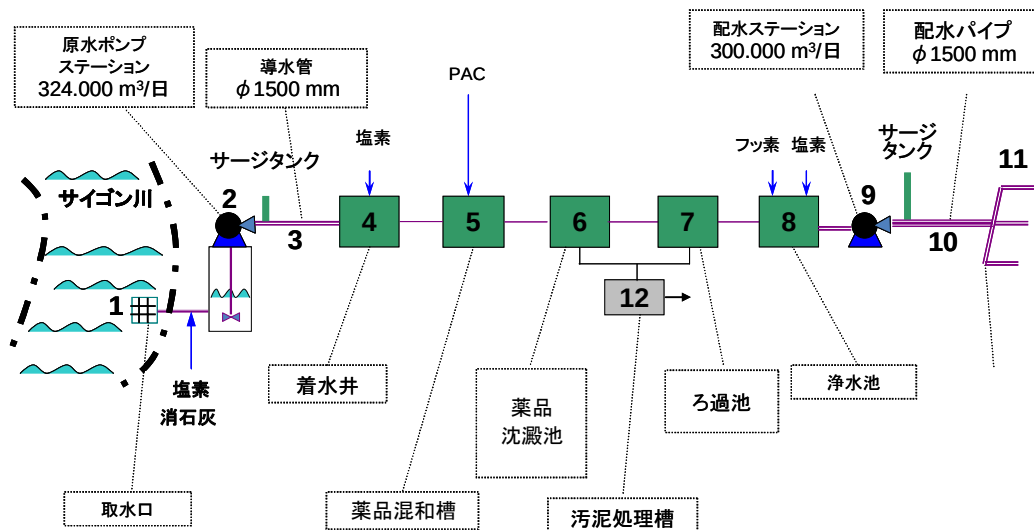


図-2.1 処理フロー図

1) Tan Hiep 浄水場の浄水施設

原水は長さ 85m の 2 本の $\phi 1500\text{mm}$ コンクリートパイプを通して取水ピットへと導水される。取水口には大きな異物を取り除く為のバースクリーンが設置されている。

取水ポンプは、立軸の渦巻きポンプで予備 1 台を含み計 3 台で運用されている。各ポンプの出力は 975kW、流量は $6,480\text{m}^3/\text{時}$ 、揚程は 57m である。原水は $\phi 1,500\text{mm}$ 、長さ 9km の導水管を通して Tan Hiep 浄水場へ送られる。

Tan Hiep 浄水場の浄水能力は、 $300,000\text{m}^3/\text{日}$ 、なお、浄水場内での使用量及び損失等を考慮し、取水量は $324,000\text{m}^3/\text{日}$ に調整されている。

原水が、Tan Hiep 浄水場へ送られる前に、pH 調整及び導水管内の衛生保持のために消石灰と塩素が取水場で注入されている。

Tan Hiep 浄水場では原水はまず接合井に到着する。原水は接合井から流量計の設置された導水管を通過し、着水井、沈澱池、流出渠、ろ過池及び浄水池へと進む、一般的な急速ろ過方式である。

着水井の越流せきを通して、水は最初の薬品混和槽へと送られる。この槽でフロック形成のために PAC（ポリ塩化アルミニウム）が注入される。薬品混和は上下迂流方式で行われる。

薬品混和槽は 5 区画に分かれている。ここでの滞留時間は通常の流入量時（原水流入量 $315,000\text{m}^3/\text{日}$ ）で 4 分、半分の時（原水側のポンプが一台停止した時）で 8 分である。その後、原水は開水路を通過し 8 つの薬品沈澱池に流れ込む。上向流の速度は 2.5m/h である。次に、薬品沈澱池の処理水は重力式の砂ろ過池へと送られる。

Tan Hiep 浄水場では 12 池の急速砂ろ過池が 2 つの系列に別れ、1 系列 6 池のろ過池となっている。各池のろ過面積は 122m^2 、ろ過速度は 12 池のろ過池が稼動している時で 8m/h 、逆洗中（11 池のろ過池が稼動）時で 8.7m/h である。

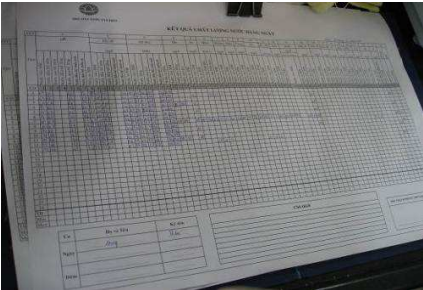
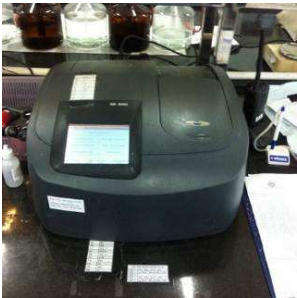
濾材は 900mm の砂層、集水装置はノズル方式で $30 \text{ 個}/\text{m}^2$ が設置されている。

ろ過継続時間は 40～60 時間。損失水頭が 1.5m。洗浄方式は空気洗浄＋空気と水洗浄＋水洗浄である。

最終の浄水プロセスとなる浄水池では塩素ガスによる消毒が行われ、滞留時間は 1 時間以上（総貯水量は $32,000\text{m}^3$ ）。また、残留塩素は約 1.0mg/L （pH は常に 7.5 以上）である。また、この浄水池において、歯の保護と軟水化、pH 調整のためにフッ化物溶液と消石灰が注入されている。

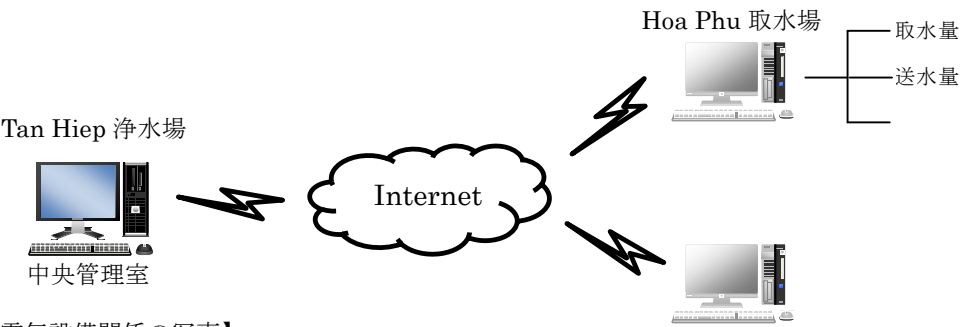
その後、浄水処理水は、配水ポンプステーションへ送られ、そこから 3 基の横軸両吸込渦巻きポンプによって $\phi 1500$ 配水管を通してホーチミン市内へ供給されている。

	
Tan Hiep 浄水場全景（Google earth より）	浄水場正面ゲート
	
浄水場配置図	着水井
	
薬品混和槽	薬品沈澱池

	
急速ろ過池配管廊	急速ろ過池
	
逆洗ポンプ室	フッ素剤（フッ化ナトリウム）
	
送水ポンプ室	水質試験室
	
水質分析結果記録	水質分析機器

2) Tan Hiep 浄水場の電気設備

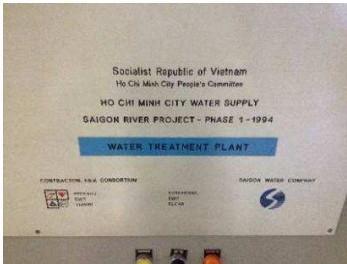
Tan Hiep 浄水場においては、インターネットを活用し、Hoa Phu 取水場からの取水状況や市内への配水状況等を遠方監視している。



【電気設備関係の写真】

図-2.2 遠方監視システムイメージ図

	
受変電設備	受変電設備
	
受変電設備	受変電設備

	
中央監視盤	中央監視盤
	
中央監視盤	中央監視盤
	
中央監視盤内部	中央監視盤内部
	
中央監視モニター	中央監視モニター

2.3 パイロットプラントによる現地実験

1) Hoa Phu 取水場 (パイロットプラント設置場所)

サイゴン水道公社、ハイフォン水道公社及び北九州市上下水道局の3者で締結した実証実験に係る覚書に基づき、実証プラントの設置場所は Hoa Phu 取水場とした。

・ Hoa Phu(ホア・フ)取水場について

Tan Hiep 浄水場（処理能力：300,000m³/日）から約9km 北北東にある取水場で、サイゴン川（Saigon river）を水源として利用している。浄水場と1,500mmの導水管で繋がっており、処理水量の全量をまかなっている。



	
除塵スクリーン設備	消石灰注入設備
	
クロリネータ	塩素ガスポンベ
	
サージタワー	送水ポンプ

2) Hoa Phu 取水場の電気設備

今回調査では、既設電気設備に関する次の項目について、現地調査及び聞き取り調査を行った。

- ① 15,000V(2Line)にての受電方式。
- ② 非常用発電設備は設けていない。
- ③ Tan Hiep 浄水場にての遠方監視システム(SCADA)により無線にて取水量・送水量等を監視。
- ④ イタリア資金援助の設備ということで、電気設備（盤類）も概ねイタリア製を使用。
- ⑤ 図面、銘版類は、ほとんどがベトナム語の表記（英語併記は少ない）。

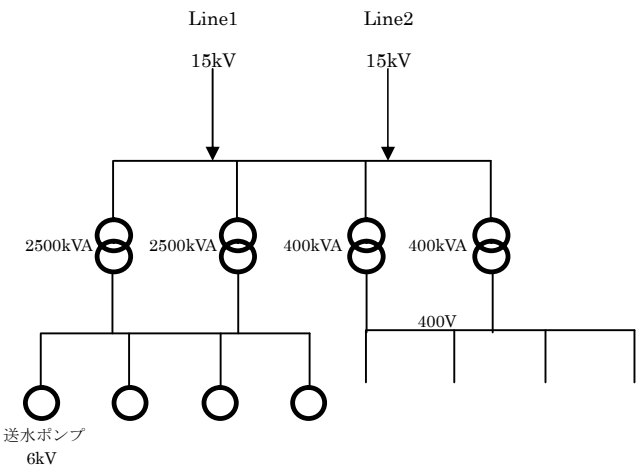
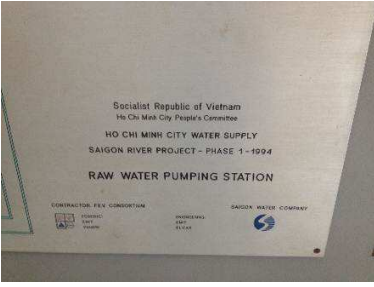
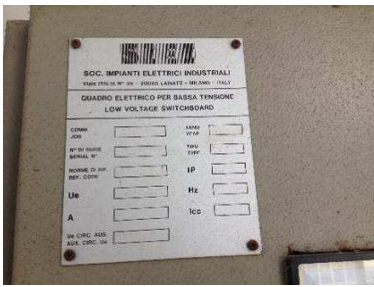


図-2.3 単線結線図

【電気設備関係の写真】

	
受電点	受変電設備

	
受変電設備	受変電設備
	
監視盤	監視盤
	
ポンプ制御盤	ポンプ制御盤
	
ポンプ制御盤内部(増設分)	ポンプ制御盤内部(増設分)

	
送水ポンプ 1(铭版)	送水ポンプ 1(铭版)
	
送水ポンプ 4(铭版)	送水ポンプ 4(铭版)

3) 実証実験設計

1 月中旬の実証プラント完成を目指し、事前に現地調査を実施して設計を行った。設置する実証プラントの主要部分の仕様は下記のとおり。

①基本仕様	型式	上向流式
	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]
②粒状活性炭 (GAC)	型式	GAC (石炭系)
	有効径	0.4~0.5 [mm]
	均等係数	<1.7
	充填密度	450~550 [kg/m ³]
	ヨウ素吸着量	>1,000 [mg/g]
	硬度	>95 [%]
③他設備	支持砂利	φ 2-4 75 [mm]
		φ 4-7 75 [mm]
		φ 7-12 75 [mm]
		φ 12-20 75 [mm]
	主構造	透明塩化ビニル管 φ 100 [mm]

4) 資材調達

実証プラントに必要な資材を調達するにあたっては、サイゴン水道公社と協議し、粒状活性炭や下部集水装置を含む装置本体など U-BCF の核となる部分については、性能を担保するために日本側が調達することとし、支持鋼材や流量計、砂利、配管などの基礎的な資材についてはサイゴン水道公社が調達することとした。

・日本側調達 ・ ・ ・ 装置本体 (PVC 製)、粒状活性炭

	
装置本体 (PVC 製)	粒状活性炭

・サイゴン水道公社調達 ・ ・ ・ 支持鋼材、流量計、砂利、配管資材

	
支持鋼材	砂利

5) 設置スケジュール

設置は、第一次調査期間中に実施した。実証プラントが U-BCF の性能を十分発揮するためには、日本人技術者による施工管理が必要不可欠であるため、日本人技術者が現地に到着する 1 月 13 日までに、それぞれが調達すべき資材について手配を完了させておき、到着後直ちに施工が行える体制とした。

また U-BCF は通水後にすぐに生物による除去機能が発揮する訳ではなく、活性炭に生物が定着するために一定の通水期間が必要となる。

ベトナムでは1月下旬から2月初旬までテト（旧正月）を迎えるため、テト前に設置を完了させ、テト期間中を通水期間とする工程とした。また、この第一次調査期間中に、運転操作方法や洗浄方法など実証プラントの運転維持管理に必要な技術指導も行った。図-2.4に施工スケジュール、表-2.1に第一次調査工程表を示す。

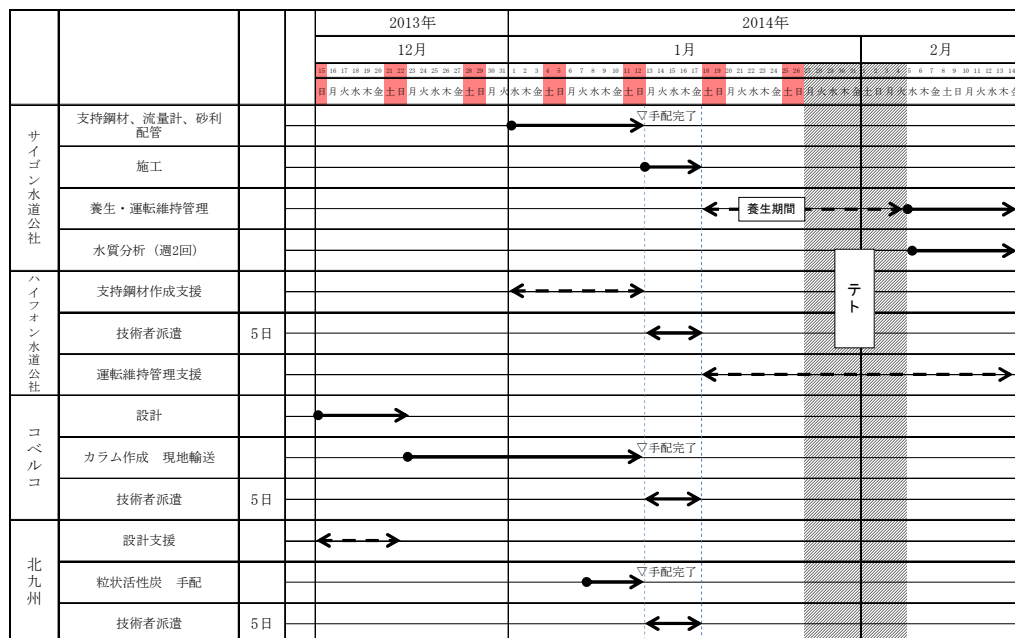


図-2.4 施工スケジュール

表-2.1 第一次調査詳細工程表

日程	実施内容
1月12日（日）	移動日
1月13日（月）	現地確認
1月14日（火）	表敬・実証プラント設置協議 資材確認・調達
1月15日（水）	実証プラント施工管理 浄水場調査
1月16日（木）	実証プラント施工管理 浄水場調査
1月17日（金）	試運転・運転維持管理方法指導
1月18日（土）	移動日

6) 施工

日本人技術者による施工管理のもと、設置はサイゴン水道公社の職員がおこなった。

	
U-BCF パイロットプラント全景	運転指導

3.文献調査

文献調査では事業リスク管理等に関わる点を中心に調査を行った。

3.1 税制

ベトナムの税制は、法人所得税、付加価値税、特別消費税、個人所得税、外国契約者税などの源泉税、輸入・輸出関税、資本譲渡税、天然資源税、不動産税等で構成されている。不明確な部分や、税務担当者の裁量の余地を大きく残している部分があり、更に施行規則等の改正が頻繁に行われるため、最新の税務規定の把握には注意が必要である。また税務局への申告書提出時の窓口担当官による審査は殆ど行われないため、税法違反がある場合には後日発覚することになる。

ベトナムの税務査察は過去 5 年間遡れる事となっており、違反があった場合には本来の納税額に単利 0.05%（年率 18.25%）の遅滞税が加算され、さらに違反行為の悪質性に応じて 3 倍までの重加算税が課される。

3.2 建設工事等に携わる場合の法令

- ・首相決定 Decision No. 031/2012/QĐ-TTg（2012 年 1 月 16 日付）
 - 建設業界における外国契約者の管理に関する事
 - 建設契約許可の必要条件
 - 建設契約許可の申請の時期及び必要書類
- ・商業省 Decree No.58/2008/ND-CP（2008 年 5 月 5 日付）
- ・商業省 Circular 13/2006/TT-BTM（2006 年 11 月 29 日付）
 - 外国契約者による輸出入手続きに関するもの
- ・税務局 Official Letter No. 174/TCT-TNCN（2007 年 1 月 9 日付）

外国契約者の個人所得税の申告と納税に関するもの

3.3 投資形態および会社形態の制限

投資法21 条に基づき、外国人投資家は、次の形態で認められる。

- ・ 100%外国投資による現地法人の設立
- ・ 合弁事業、ベトナム企業（国営・民間・個人）と合弁による現地法人の設立
- ・ 事業協力契約（BCC 契約）
- ・ BOT（建設・運営・譲渡）・BTO（建設・譲渡・運営）・BT（建設・譲渡）契約
- ・ 駐在員事務所の設置（原則として利益を得る事業を行うことは出来ない）

4. 調査結果のまとめ

4.1 水源水質の現状と課題ならびに改善目標

Tan Hiep 浄水場の 2011 年から 2013 年の主な原水水質は以下のとおりである。

表-4.1 2011 年原水水質

水質項目	最大	最少	平均	備考
pH	6.6	5.6	6.3	
濁度（NTU）（mg/L）	71	14	39	
アンモニア態窒素（mg/L）	0.86	0.12	0.49	
鉄（mg/L）	1.54	0.65	1.01	
マンガン（mg/L）	0.214	0.069	0.132	
TOC（mg/L）	9.51	1.97	4.77	
COD（mg/L）	14.5	8.7	11.2	
DO（mg/L）	3.8	1.7	2.5	
塩化物イオン(mg/L)	110	9	23	

表-4.2 2012 年原水水質

水質項目	最大	最少	平均	備考
pH	6.6	5.8	6.2	
濁度（NTU）（mg/L）	82	16	35	
アンモニア態窒素（mg/L）	0.76	0.08	0.33	
鉄（mg/L）	1.45	0.46	0.93	
マンガン（mg/L）	0.216	0.074	0.130	
TOC（mg/L）	10.50	5.00	7.21	
COD（mg/L）	14.5	8.7	11.2	
DO（mg/L）	5.9	1.8	3.2	
塩化物イオン(mg/L)	44	10	22	

表-4.3 2013 年原水水質

水質項目	最大	最少	平均	備考
pH	6.8	6.0	6.4	
濁度 (NTU) (mg/L)	90	15	29	
アンモニア態窒素 (mg/L)	0.71	0.04	0.34	
鉄 (mg/L)	1.16	0.42	0.77	
マンガン (mg/L)	0.185	0.054	0.103	
TOC (mg/L)				
COD (mg/L)	13.6	8.2	10.6	
DO (mg/L)	6.1	1.6	2.8	
塩化物イオン(mg/L)	61	10	24	

Tan Hiep 浄水場の原水水質の特徴として、サイゴン水道公社の他の浄水場より河川の上流に位置するため乾期（1月～4月）にかけての塩水遡上の影響は受けず、塩化物イオン濃度は比較的安く安定している。したがって取水制限もなく取水量も安定している。

しかし水質汚染の指標であるアンモニア態窒素や有機物に着目すると非常に高い値を示していることから、生活雑排水による影響を受けていることは明らかである。アンモニア態窒素濃度の変動は、乾期は低く、雨期に高いという傾向にあるが、有機物の変動傾向はそれほどでもない。

また、濁度、鉄、マンガン濃度も比較的高い。

一方 pH は 5.6～6.8 と低い数値を示す。これは土壌由来に起因するこの地方の特徴と推察される。また、DO（溶存酸素）が低いことも特徴である。

4.2 乾期における処理実験結果

2.3 に詳述したパイロットプラントによる処理実験の現時点までの結果について述べる。

2014 年 1 月 17 日より通水開始し、テト明け後サイゴン水道公社より報告のあった 2 月 8 日～2 月 26 日までの水質試験結果について表-4.4 に示す。

表-4.4 パイロットプラント試験結果（2014 年 2 月度、平均値）

水質項目	原水水質	U・BCF 通過後	
		水質	回数
水温 (°C)	28.6	25.3	6
pH	6.23	6.51	6
濁度 (NTU)	20.7	17.1	6
E260 (有機物)	0.434	0.321	4
アンモニア態窒素 (mg/L)	0.078	0.052	6
溶存マンガン (mg/L)	0.020	0.012	6
溶存鉄 (mg/L)	0.21	0.17	6

生物処理機能は、アンモニア態窒素及び溶存鉄、溶存マンガンが低減していることから発現していることは確認できた。しかしながら、図-4.1 のアンモニア態窒素の年間推移からも分かるように、今回の調査対象となった 2 月の原水水質は、他月と比較して低い傾向にある。実際、今回の水質測定において 2 月平均のアンモニア態窒素の値は 0.078mg/L と、通常よりも低い値を示した。U-BCF の効果を定量的に判断するためには、水質濃度の高い雨期（5 月～11 月）でも効果を確認することが必要不可欠であり、通年での実証実験を行う必要がある。

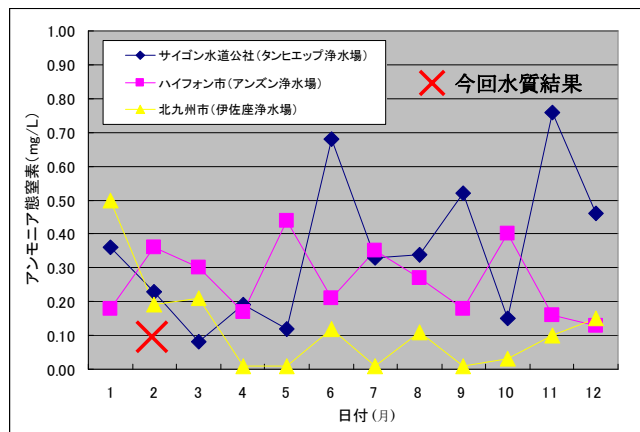


図-4.1 アンモニア態窒素の年間推移

5. 事業形成の可能性

5.1 事業をとりまく環境

安倍政権は、3本の矢のうちの1つである、成長戦略「日本再興戦略」を平成25年6月14日に閣議決定し、海外市場獲得のための戦略的取組として、インフラ輸出のトップセールスの実行と官民連携体制の強化を積極的に行うとしている。

外務省は、U-BCFを今後ベトナム全土に普及させていくことで、ベトナム国に於ける水道水質の向上と日本企業の海外水ビジネスの拡大が図れるとして、ハイフォン市をU-BCFのショーケースと位置づけ、ハイフォン市水道公社の主力浄水場（処理能力10万m³/日）にU-BCFを整備するための無償資金の投入を検討している。

更に、今後U-BCFをベトナム全土に普及させていくため、ハイフォン市とホーチミン市以外の7都市の水道水源の水質を分析するなど、U-BCFに係る現地ニーズを把握するための調査を実施中である。

このような状況において、北九州市上下水道局は、上述1.3にもあるように、独立行政法人国際協力機構（JICA）草の根技術協力事業（2010年度～2012年度）でU-BCFに係る技術移転を実施したことから、ハイフォン市水道公社をベトナム国におけるU-BCF普及に向けた取り組みを行うパートナーとして相互協力協定を締結している。

また、このU-BCF整備を日本の水ビジネス案件としてまとめあげる場合、ベトナム国の経済情勢（2013年の実質GDP成長率が5.4%と比較的高い水準にあるが、依然として高いインフレ率等）や外国企業の参入に関する法的手続き、税務の規制・制度などについて留意す

ることが必要である。

5.2 資金調達について

サイゴン水道公社はベトナム最大の人口を抱えるホーチミン市への給水を行っている水道事業体である。同公社の年間料金収入は 100MillionUS\$を上る事から、比較的大きな事業にも取り組むことのできる収入基盤を有しているといえる。

本格的な整備事業に向けた資金調達については、サイゴン水道公社の意向も探りながら、U-BCF の実証実験と平行しながら協議を進めることが必要である。

5.3 U-BCF を導入する場合のイニシャルコスト、ランニングコスト（日本価格試算）

国内の実績に基づく、U-BCF のコスト試算は以下のとおり。

イニシャルコスト：日本国内において 30 万 m³/日の U-BCF を整備する建設費 45 億円

ランニングコスト：原単価 0.36 円/m³（H14 年北九州市本城浄水場実績）

1.3 に記載のある長距離導水計画のコスト 400MillionUS\$～800MillionUS\$と比べると費用を大きく削減できる事がわかる。また工事の規模も小さくなるため、工期短縮も望める。

水質の悪化は住民の健康にも直結する問題である事から、早期完工し、安全な水を供給できることは何よりも大きなメリットであると考えている。

5.4 想定される事業内容

上記事業の推進にあたっては北九州市上下水道局だけでなく、既に納入実績のあるハイフォン市水道公社から協力を得る事で、G to G による強力な後押しができるものと考えている。

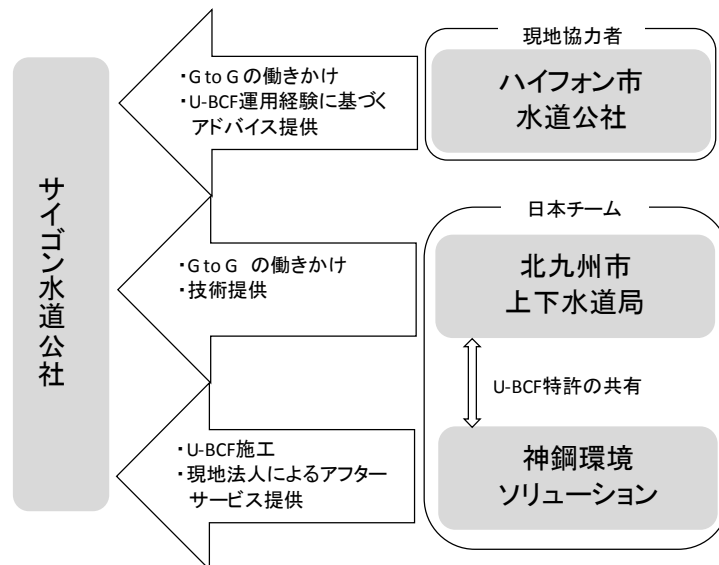


図-5.1 U-BCF 協力体制

5.5 事業形成に向けての今後の活動計画

以下の計画に基づき活動を行い、事業形成を具体化していく。

- ①パイロットプラントの運転、処理状況の確認を継続し、雨期における有効性を検証する。
- ②サイゴン水道公社との打合せを進め、導入までの具体的スケジュールをたてる。
- ③サイゴン水道公社との打合せを進め、より具体的な導入コストを算出、事業化に向けた提案を行う。
- ④施設納入後のアフターサービスについても提案を行い、長期的な事業形成を目指す。

今後、想定されるスケジュールは下記のとおり。

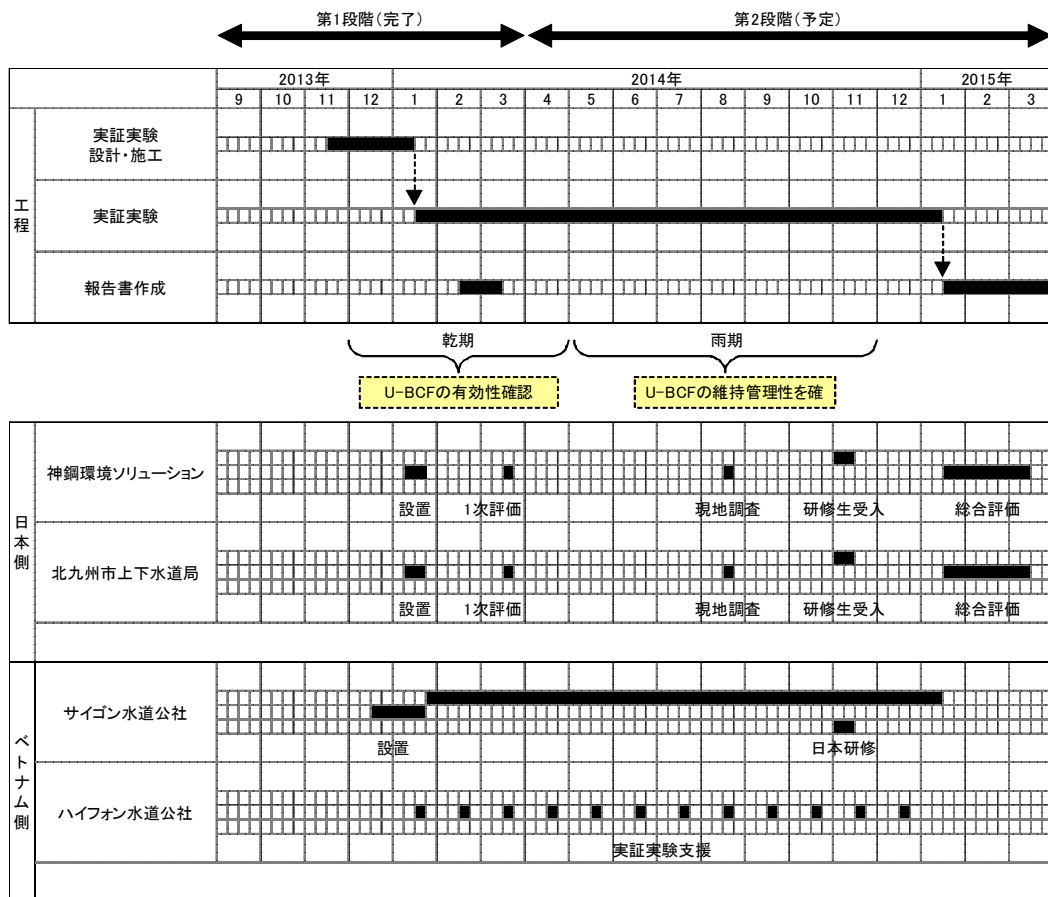


図-5.2 全体スケジュール

6. 添付資料

- 添付資料-1 サイゴン水道公社要請書 (2013 年 5 月 27 日)
- 添付資料-2 U-BCF 普及に係る相互協力 (2013 年 5 月 30 日)
- 添付資料-3 実証実験の実施に係る覚書 (2013 年 12 月 5 日)
- 添付資料-4 北九州市 U-BCF 特許 (特許第 3831055 号)
- 添付資料-5 記者発表資料 (2013 年 11 月 28 日)