

# アジアにおける水環境ビジネスの活性化を目指して

## 事業概要

急激な成長を続けるアジアの多くの地域では、人口増加に伴う都市化や工業化に伴う水質汚濁等の環境問題が深刻化しています。

環境省では「アジア水環境改善モデル事業」(以下「本事業」という。)により、我が国の民間企業が実施する水環境改善事業の海外展開を支援するとともに、アジア諸国等(大洋州含む)での水環境改善に貢献しています。

本事業は、公募により事業者を広く募集しており、審査を踏まえ採択された事業者は、1年目に実現可能性調査(FS調査)、2年目に現地実証試験を行い、3年目には自立的なビジネスモデルの確立に向け、事業効果やビジネスモデルとしての適用性について検証を行います。

(2年目、3年目に継続する際にも審査があります。必ずしも3年間の支援を保障するものではありません。)

## 期待される成果

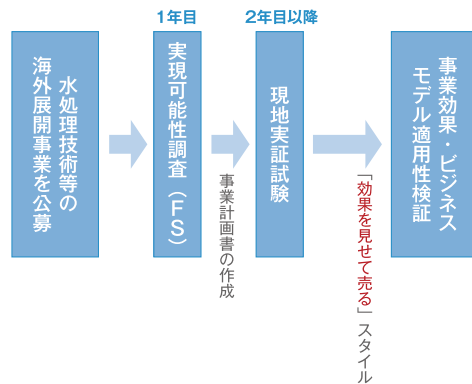
- ① 支援した事業の海外ビジネス展開への発展
- ② モデル事業を通じ得られた知見に基づき、さらなる水ビジネス支援施策への発展
- ③ 事業成果を国内企業に還元することによる水処理技術の海外展開活性化
- ④ 上記を通じた海外の水環境改善

## プロジェクト実績

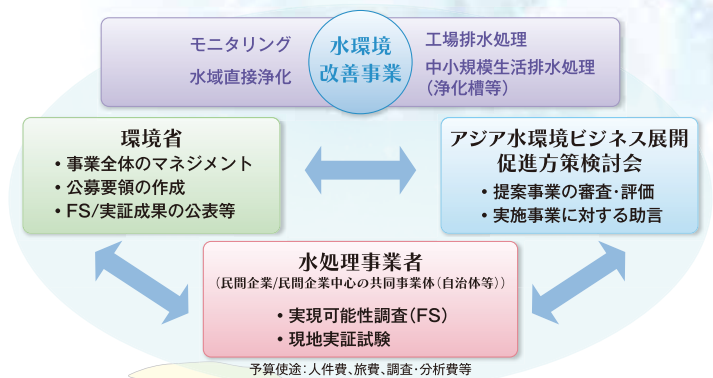
本事業の開始(平成23年度)から平成30年度までの採択件数は24件にのぼり、様々な国における多様なビジネスモデル形成を支援してきました。

次頁以降では、本事業を活用し海外展開が図られた具体事例を紹介します。(以下の採択案件一覧に赤字で掲載の4事業)

## 事業フロー図



## 実施体制



## 採択案件一覧

**工業排水処理施設の総合的改善と再利用促進事業 (インド ハリヤナ州)**  
事業者 東洋エンジニアリング(株)

**再生水システム構築事業 (インド ムンバイ近郊バタルガンガ工業団地)**  
事業者 富士電機(株)

**既設セパティックタンクを活用した生活排水処理の高度化事業 (インドネシア 東カリマンタン州)**  
事業者 大栄産業(株) 他

**エアレーターを活用した産業排水の集合処理事業 (インドネシア 東ジャワ州)**  
事業者 (一財)関西環境管理技術センター

**ポータブルトイレシステムによるインドネシア国のスラム地区における衛生環境改善事業 (インドネシア 南スマトラ州)**  
事業者 (株)LIXIL 他

**染色工場からの排水による水質汚濁の改善とO&M技術の向上 (ミャンマー ワンドウイン市)**  
事業者 (株)堀場製作所 他

**養豚場廃水のゼロエミッション化水処理システム (マレーシア ペナン州)**  
事業者 (株)アクア 他

**浄化槽整備による生活排水処理事業 (マレーシア スランゴール州・プタリンジャヤ)**  
事業者 (公財)日本環境整備教育センター 他

**浄化槽試験面整備による水質改善事業 (インドネシア ジャカルタ近郊)**  
事業者 (株)クボタ 他

**チタルム川流域の繊維工場廃水を対象とした排水処理技術(ABR+DHS)実証事業 (インドネシア 西ジャワ州)**  
事業者 (株)日水コン 他

**ハイブリッド伏流式人工湿地ろ過システム普及事業 (ベトナム タイグエン省)**  
事業者 (株)たすく 他

**省エネ型有機性産業排水処理による水環境改善 (ベトナム ハノイ市及びその周辺地域)**  
事業者 積水アクアシステム(株) 他

**工業団地排水処理事業 (ベトナム ダナン市)**  
事業者 鹿島建設(株) 他

**高濃度廃液の減量・浄化による水環境改善事業 (ベトナム クアンナム省)**  
事業者 協和機電工業(株) 他

**水産加工工場における排水処理の水質と施設運営の改善事業 (ベトナム ダナン市)**  
事業者 (株)環境総合テクノス 他

**染色産業における排水処理適正化の推進 (ベトナム ホーチミン市近郊)**  
事業者 (株)神鋼環境ソリューション

**セパティックタンク汚泥処理プロジェクト (ベトナム ホーチミン市)**  
事業者 日立造船(株) 他

**排水処理の高度化・省コスト対応制御システムの普及事業 (ベトナム ホーチミン市)**  
事業者 (公財)国際科学振興財団 他

**水質改善および資源回収事業 (中国 遼寧省瀋陽市)**  
事業者 アタカ大機(株)

**農村地域における面源汚染浄化システム (中国 雲南省)**  
事業者 (株)建設技術研究所 他

**バイオトイレ導入による水環境改善事業 (ベトナム国鉄沿線地域及び駅周辺)**  
事業者 (株)長大 他

**Hiビーズを用いたバシグ川流域水環境改善事業 (フィリピン マニラ市)**  
事業者 エム・アイ・コンサルティング(株) 他

**環境配慮型トイレ普及事業 (ソロモン諸島)**  
事業者 オリジナル設計(株) 他

**嫌気好氧ろ法(A2F法)を活用した低環境負荷型処理・資源循環システム普及事業 (フィジー)**  
事業者 (株)日立製作所 他

## 汚染による被害に苦しむ地域住民を救う有料トイレビジネス

ソロモン諸島ホニアラ市では、未処理の排水がもたらす水質汚濁が深刻化しています。本事業では、実現可能性調査において本技術の水環境改善効果や副次的な効果を検証しました。また実証試験ではデモ機を設置し実際の運用を行うと同時に、料金徴収方法や人々への啓発活動なども行い、現地にトイレを根付かせるようなビジネスの確立を目指しました。

### 現地の課題

リゾートなのに  
トイレがない!?

#### ◆ソロモン諸島の状況

ソロモン諸島においては住民による屋外排泄が習慣化しており、首都ホニアラ市で普及しつつあるセプティックタンク(腐敗槽)も、管理が不十分であることにより尿排水が未処理のまま垂れ流しとなっている状況です。未処理の尿排水による環境汚染は、さまざまな問題を引き起こしています。

#### ◆深刻化する健康被害と、観光産業への打撃

トラコーマや下痢など、水を媒介とする感染症は、同国における5歳児未満の健康に影響し、ひどいときには死に至らしめます。また、屋外排泄や未処理排水の汚染や臭気は、ソロモン諸島に住む人々の生活を支える漁業や、美しいビーチ等に代表されるリゾート地としての観光産業にも影響すると言われています。



観光客に人気のビーチ



市街地の海洋汚染状況

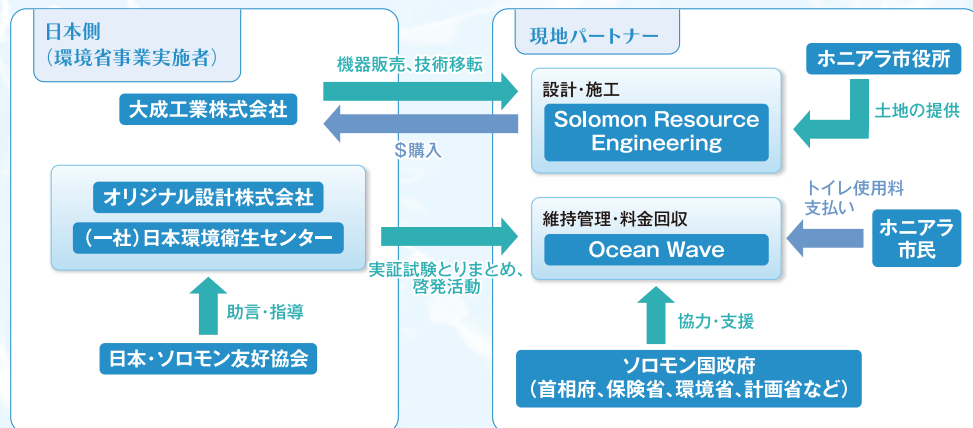


市内の河川汚染状況



閉鎖された公衆トイレ

## ビジネスモデル 日本 / 現地側の実施体制の確立

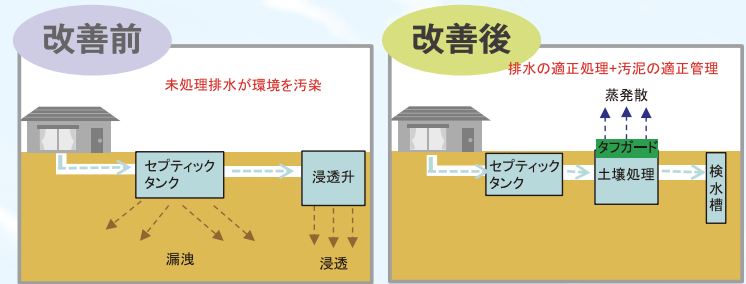


### 導入技術

ヒントは  
日本の  
昔ながらの  
トイレ



タフガード



環境配慮型トイレTaisei Soil System (以下、TSS)は、日本の昔ながらの手法である「肥溜め」と「畑」の原理で尿排水を処理する汚水処理装置です。TSSはセプティックタンクを前処理装置として使用し、その後「タフガード」と呼ばれる特殊な素材を用い、蒸発散作用で土壌処理することにより、日本の曝気式の浄化槽と同等以上の処理水質が実現できます。設備がシンプルかつ処理過程で発生する汚泥が少ないため、維持管理は簡易である点も大きなメリットと言えます。

### 実施内容

“ソロモンで  
最もきれいな  
トイレ”  
と呼ばれる  
ように



トイレ整備前

トイレ整備後

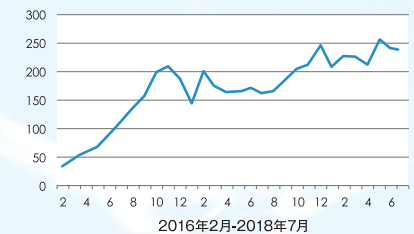
#### ◆実証試験でデモ機を設置

実証試験では、学校及び公衆トイレにデモ機を設置しました。公衆トイレは有料化し、利用者から徴収した料金でトイレの清掃人や料金徴収係を雇うことで雇用創出に貢献することができました。トイレにシャワーや付帯施設の小売店(キオスク)を併設することで、利用者の増加促進や現地住民の生活レベル向上といった効果も期待できるビジネスモデルを検討しました。

#### ◆利用者の増加

デモ機を設置した公衆トイレはイベント広場にも近く、年々利用者は増加しています。設置当初は1日50人程度の利用しかありませんでしたが、設置後3年が経つ頃には多い時には1日300人以上の利用が確認されたのです。SNSや地元メディアにも取り上げられ口コミは広まり、1回約50円の利用料金を支払ってでも、使いたくなるようなトイレが実現しました。

公衆トイレ利用者数の推移



## 海外展開の状況 経験を活かし、インドでの実証試験開始

- ソロモン諸島では、本事業終了後も、現地企業“Ocean Wave”を運営主体としてデモ機を設置した有料化トイレの運営を継続しています。今後は既存の他の公衆トイレにも有料化の仕組みを取り入れ、料金回収による安定的な収入を実現し、段階的にTSSを導入するビジネスモデルを検討しています。
- 大成工業とオリジナル設計は、ソロモン諸島での経験を基に国際協力機構(JICA)の「2017年度 中小企業海外展開支援事業」に応募・採択され、インドにおいて「環境配慮型トイレの導入にかかる案件化調査」を行いました。2018年度も引き続いて、インドでの普及・実証事業を行っています。



# ミャンマー国の染色工場からの排水による水質汚濁の改善事業

2015  
年度事業

2016  
年度事業

2017  
年度事業

実施事業者 株式会社堀場製作所 / 日立造船株式会社

## 現地政府と協力した排水処理の取り組み

ミャンマーWundwin市では、染色排水による水質汚濁が深刻化しています。本事業では、現地政府をカウンターパートとして、ミャンマーに根付く排水処理プロセスの検討を行いました。実証事業では、水質モニタリング技術による運転効率化に加え、人材教育などの取り組みも行いました。

### 現地の課題 ミャンマーに 根付く 排水処理が 必要

#### ◆ 染色工場からの排水による水質汚濁

ミャンマーWundwin市には、民族衣装であるロンジーを生産する織物工場が集中しています。Wundwin市では近年のロンジー生産量増加に伴い、染色工程由来の未処理排水による水質汚濁が深刻化してきています。

#### ◆ 低コスト・省エネルギーな処理技術の開発に苦慮

規制省庁であるミャンマー環境保全局は染色工場に対して、環境管理計画の策定を義務付けるなど、対策を講じてきました。しかし、コストなどの点でミャンマーの実情に適した排水処理技術は少なく、排水処理施設の導入は進んでいませんでした。また、処理排水の水質を簡単にモニタリングする方法の確立も課題でした。



河川に直接放流する染色工場の排水口

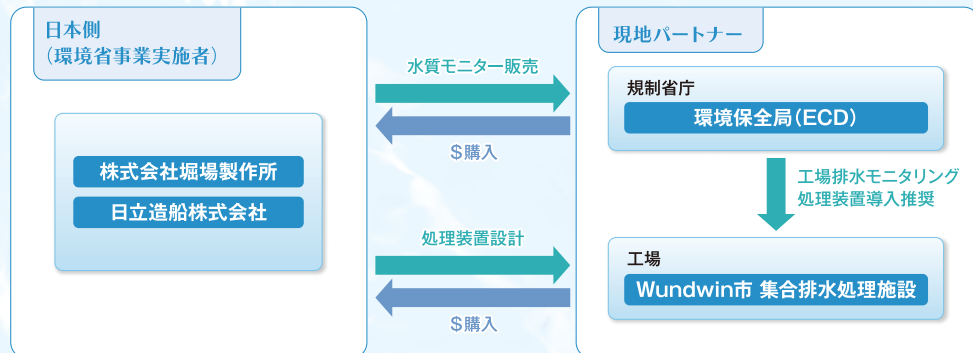


染色排水による水環境汚染



手が黒く染まるほどの汚染水

## ビジネスモデル 現地政府への働きかけで市場創出



## 導入技術

### COD濃度の モニタリングで 注入薬剤量を 適正化、 環境保全局向けに ユーザビリティに 優れたマルチ水質 モニターを紹介

堀場製作所のCODモニターを用いて把握した原水の水質変動に応じ、日立造船の薬品注入制御技術で注入薬剤量を最小化することができます。この技術は、排水処理費用の削減に寄与します。とくに、手作業による染色工程に由来する排水のCODは、一日の中でも時間帯によって変化が大きく、大きな効果が見込まれました。また、堀場製作所のマルチ水質チェッカーU-50は、ユーザビリティに優れ、簡便な水質測定に貢献することが期待されました。



マルチ水質チェッカーU-50  
(提供:株式会社堀場アドバンステクノ)



現地での水質測定

## 実施内容

### 低コストな 処理プロセスを 設計、 環境保全局の 人材育成を実施

#### ◆ コストの削減に注力

薬剤投入量の適正化に加え、日立造船の水処理技術を核として、コスト削減手段の検討を行いました。処理フローを簡略化しても現地の水質基準を満足することの確認や、現地企業との協業により安価な調達・建設が可能となる体制の構築を行いました。

#### ◆ 環境保全局の要請により人材育成を実施

環境保全局の職員に対して、マルチ水質モニターによる水質測定の簡便さを周知する活動を実施しました。規制当局で確実に水質測定が実施されることになれば、工場における排水処理装置導入の需要も高まると考えられます。



実証運転に用いた排水処理装置



排水処理装置(左)とモニタリング装置(右)の  
取り扱いに関する研修のようす

## 海外展開の状況 実績を下水分野に展開

現地での協力体制が確立し、現地製造によるコスト低減、現地運転員による継続的な運転管理が可能になりました。実証事業後にもアフターフォローとして定期的な交流を実施しており、今後は工場排水処理設備だけでなく、上・下水処理場への展開も期待されます。

# ベトナム国染色産業における排水処理適正化の推進事業

2013年度事業  
2014年度事業  
2015年度事業

実施事業者 株式会社神鋼環境ソリューション

## 経済成長を後押しする技術の提案

ベトナム国において、繊維産業は経済成長の牽引役である一方、染色排水処理が適切に実施されないことから環境負荷産業として位置づけられています。環境負荷を抑制した操業を実現するためのソリューションが求められており、技術検討を行いました。

### 現地の課題

### 経済成長と環境負荷低減の両立が必要

#### ◆ 染色工場からの排水による水質汚濁

繊維産業は、ベトナム国内の経済成長を牽引する産業であり、ますます大きな成長が期待されています。その一方で、染色産業は環境高負荷型産業として指定17業種の1つに挙げられており、環境当局は都市部からの工場移転、指導強化を推進しているとともに、新規工場建設の許可が難しい状況にあります。

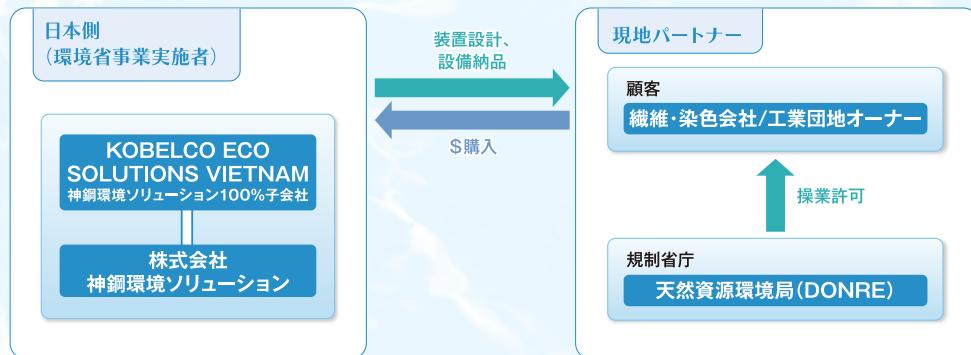
#### ◆ 適切な技術導入と普及が課題

ベトナム国内には295箇所(2014年実績)の工業団地が建設されていますが、適切な排水処理設備を有しているのは、その半数以下でしかなく、それ以外は未処理の排水が自然環境へ排出されています。また排水処理設備を有しているも、適正に運転されていないケースも多くあります。



未処理の染色排水の周辺水路への放流 (ホーチミン市)

## ビジネスモデル 排水処理設備のEPC事業



## 導入技術

### 染色排水の特徴である、CODと色度の除去に注力

染色排水は高濃度のCODと色度成分を有しており、排水基準に適合するためには、主にこの2項目を確実に低減する必要があります。生物処理としては、「嫌気処理」である「UASBシステム」、反応槽に担体を投入した「MBBR法」を提案しました。また、物理化学処理として、凝集剤、色度除去剤等を組み合わせた「凝集沈殿処理」、オゾン、NaClO等を用いた「酸化処理」、ろ過・活性炭を用いた「ろ過・吸着処理」を提案しました。

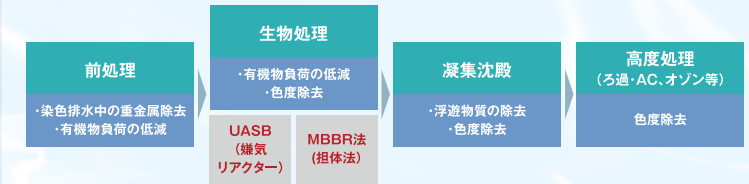


図 提案した技術フロー

## 実施内容

### 実運用環境を想定した処理方法の提案

#### ◆ 最適薬量/プロセスを検討

コンテナ型実証実験機を用いて処理テストを行い、処理効果と経済性のバランスが取れる最も最適な薬量/プロセスを検討しました。ベトナムで、放流水質の基準として使用される厳しい基準をクリアできる水質まで処理水質を高めることで、工場内での再利用可能性についても検討しました。

#### ◆ 異なる染色剤からなる染色排水での処理性能評価

実際の操業では使用する染色剤もさまざま(分散系、反応系、酸系、Vat系等)であり、これらによって排出される排水の性状、処理の難易度も異なります。複数の染色剤を生産品目に応じて使い分けることもあります。時間帯によって、排水性状の変動も大きくなるのが現実であることから、このような実運用環境下でも安定して処理するための課題や対応について、提案しました。



コンテナ型実証実験機

## 海外展開の状況 アパレルメーカーからの設備受注

- 2015年には、ベトナム国に進出した日系企業の工場の排水処理設備導入にあたり、本事業で得られたデータを活用し受注に至りました。
- 2017年には、香港のTALアパレル社傘下の工場から、服飾工場向け排水処理設備(Vinh Phuc省Ba Thien II 工業団地)を受注しました。繊維染色排水の水質や処理方法について様々なデータを積み重ね、水質に応じて最適なプロセスが提案できるよう、取り組みを進めてきたことが高く評価されたものです。



## 日本型浄化槽の普及

污水処理未普及地域において公共水域の水質悪化が問題となっていました。そこで本事業では分散処理技術として実績のある浄化槽技術を導入、普及させ、持続的に運用可能な技術基準、専門人材育成プログラムを提案しました。

### 現地の課題

### 生活排水処理設備の欠如

#### ◆生活排水処理機能の欠如

マレーシアでは、生活排水処理のためのコミュニティ・セプティックタンク(CST)が4,400施設稼働していますが、施設の老朽化が進み、構造上の不備や維持管理の欠如等によりそのほとんどが機能していません。そのことにより公共水域の水質悪化が起きています。

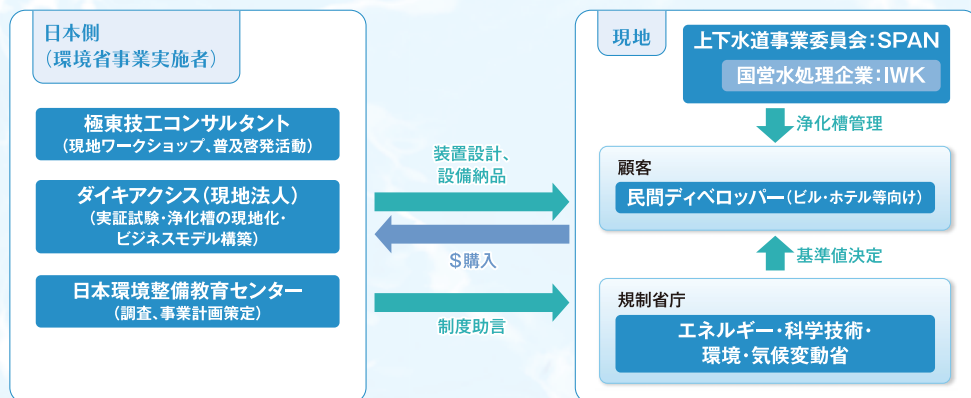
#### ◆浄化槽導入による排水処理の適切化

衛生管理を所管する政府組織上下水道事業委員会(SPAN) から浄化槽のモデル設置の要請を受けたことを契機に、CSTの更新を図ることで地域の衛生環境および水環境の改善に貢献しました。さらに、現地カウンターパートに対して、浄化槽の維持管理等に関する技術研修を行い、浄化槽ビジネスの事業環境の整備をしました。



左: CST施設からの放流水  
右: 老朽化したCST施設

## ビジネスモデル 排水処理設備の設計・製造・運転管理



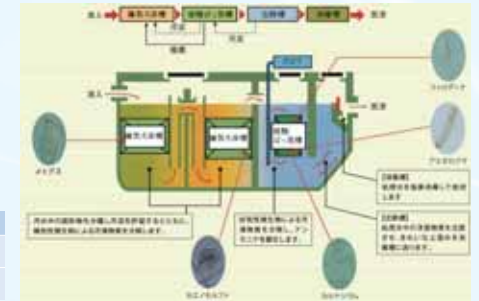
## 導入技術

### 日本が実績を有する浄化槽技術の現地での適用

浄化槽は、戸建て住宅から集合住宅まで様々な規模に対応可能で、家庭からのトイレ排水を含む全ての排水を処理することができます。基本的な原理は、槽内にいるバクテリアや原生動物などの微生物の力を活用して、排水中の汚濁物質を分解し浄化するものです。浄化槽の中では固液分離を行い、污泥貯留機能および消毒機能を備えています。安定した機能を発揮するためには定期的な汚泥の引き抜きなど、適切な維持管理が必要になります。

日本では、処理性能に関する認定基準があるほか、有資格者による施工、定期的な検査などを規定する法律があり厳格に運用されています。

#### 浄化槽の構成



#### 浄化槽の処理性能

	流入水	放流水	除去率
BOD	200mg/L	20mg/L	90%
T-N	45mg/L	20mg/L	55.6%

## 実施内容

### 認証取得に向けた取り組みおよび人材育成プログラムの提案

#### ◆現地の環境に応じた処理性能の確認

日本の浄化槽がマレーシアの汚水の流入条件で所定の処理性能に達成できるかを検証するとともに現地の排水を利用して処理性能(下表)を確認しました。



実証試験時の浄化槽

#### 浄化槽処理水質

単位: mg/L

	BOD	TSS	NH <sub>4</sub> -N
平均値	9.2	8	11.2
最大値	13	14	16
最小値	5	2	1

#### ◆SPAN認証の取得に向けた技術基準の達成および人材育成計画の提案

浄化槽普及のためには、SPANからの技術認証を取得する必要があります。マレーシアの規定を遵守し、必要な許認可をした後に実証試験を実施しました。また、安定的な運用のためには専門技術を有する人材が必要なため、研修プログラムを提案しました。

## 海外展開の状況 マレーシアを起点とした波及効果を狙う

マレーシアの市場は有望と考えています。またマレーシアでの普及は東南アジアの国々にとって、よいモデルになります。まずはマレーシアにおいて環境事業の成功例を築き、その経験を足掛かりとして他の東南アジア諸国へフィールドを展開していきたいと考えています。