

[環境技術実証モデル事業]
平成18年度実証試験結果報告書の概要

非金属元素排水処理技術分野
(ほう素等排水処理技術)

1. はじめに

■ 『環境技術実証モデル事業』とは？

既に適用可能な段階にあり、有用と思われる先進的環境技術でも環境保全効果等についての客観的な評価が行われていないために、地方公共団体、企業、消費者等のエンドユーザーが安心して使用することができず、普及が進んでいない場合があります。環境省では、平成15年度より、『環境技術実証モデル事業』を開始し、このような普及が進んでいない先進的環境技術について、その環境保全効果等を第三者機関が客観的に実証する事業を試行的に実施しており、平成19年度までの試行期間を経て、平成20年度以降も引続き本格事業として実施していく予定です。

本モデル事業の実施により、ベンチャー企業等が開発した環境技術の普及が促進され、環境保全と地域の環境産業の発展による経済活性化が図られることが期待されます。

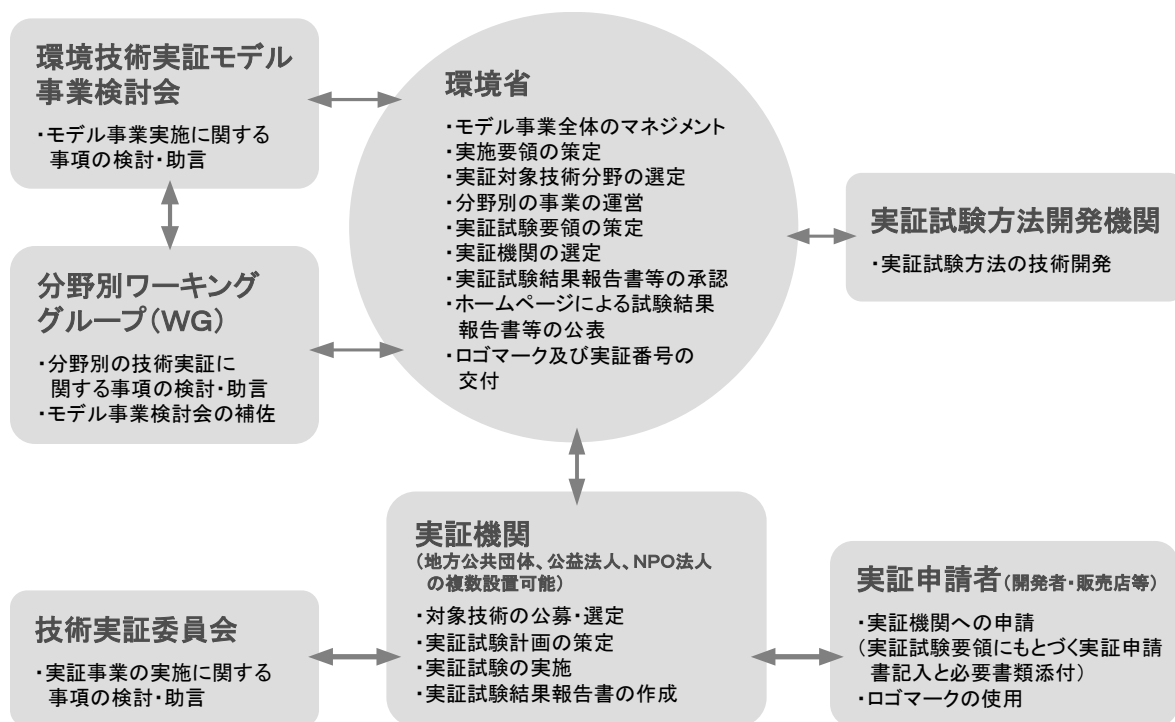


図1：『環境技術実証モデル事業』の実施体制（国負担体制）



図 2 : 『環境技術実証モデル事業』の流れ（国負担体制）

■ 実証対象技術分野の選定について

『平成18年度環境技術実証モデル事業実施要領』の中で、対象技術分野の選定に係る観点について以下の通り定められています。

- (1) 開発者、ユーザー（地方公共団体、消費者等）から実証に対するニーズのある技術分野
- (2) 普及促進のために技術実証が有効であるような技術分野
- (3) 既存の他の制度において技術認証等が実施されていない技術分野
- (4) 実証が可能である技術分野
 - ① 予算、実施体制等の観点から実証が可能である技術分野
 - ② 実証試験要領が適切に策定可能である技術分野
- (5) 環境行政（全国的な視点）にとって、当該技術分野に係る情報の活用が有用な分野

環境技術実証モデル事業検討会における議論の結果、平成18年度の新たな対象技術分野は以下の通り決定されました。

- (1) ヒートアイランド対策技術分野（建築物外皮による空間負荷低減技術）
- (2) VOC処理技術分野（中小事業所向けVOC処理技術）
- (3) 閉鎖性海域における水環境改善技術分野

なお、平成17年度までに対象とした以下の4技術分野については、平成18年度も引き続き対象技術分野となりました。

- (4) 小規模事業場向け有機性排水処理技術分野
- (5) 山岳トイレ技術分野
- (6) 非金属元素排水処理技術分野（ほう素等排水処理技術）
- (7) 湖沼等水質浄化技術分野

平成17年度までに対象とした以下の4技術分野については、平成18年度においては、休止または対象範囲等について検討中となりました。

- (8) 化学物質に関する簡易モニタリング技術分野
- (9) ヒートアイランド対策技術分野（空冷室外機から発生する顕熱抑制技術）
- (10) VOC処理技術分野（シクロロメタン等有機塩素系脱脂剤処理技術）
- (11) 酸化エチレン処理技術分野

■ 本レポートの構成について

本レポートは、『非金属元素排水処理技術分野』について、平成18年度に実施した実証試験の結果をとりまとめたものです（※当非金属元素排水処理技術分野（ほう素等排水処理技術）は平成18年度実施分までを以て、しばらく休止いたします）。本レポートには以下の項目が掲載されています。

- 対象技術分野の概要
- 実証試験の概要と結果の読み方
- 平成18年度実証対象技術の概要と実証試験結果

本レポートで紹介する実証試験結果は概要であり、結果の詳細については技術別に実証試験結果報告書がまとめられています（次頁データベースにてご覧いただけます）。また、実証対象技術についての詳しい説明は、各メーカーに直接問い合わせてください。

■ 環境技術実証モデル事業のデータベースについて

環境技術実証モデル事業では、事業のデータベースとして環境技術実証モデル事業ホームページ（<http://www.env.go.jp/policy/etv/>）を設け、実証試験結果報告書をはじめ、事業の取組や結果についての情報をインターネットを通じて広く提供しています。事業のホームページでは、以下の情報等をご覧いただけます。

[1] 実証技術一覧

本モデル事業で実証が行われた技術及びその環境保全効果等の実証結果（「実証試験結果報告書」等）を掲載します。

[2] 実証試験要領／実証試験計画

各技術分野ごとに、実証試験を行う際の基本的考え方、試験条件・方法を定めた「実証試験要領」、及び実証試験要領に基づき対象技術ごとの詳細な試験条件等を定めた「実証試験計画」を掲載します。

[3] 実証機関／実証対象技術の公募情報

各技術分野ごとに、実証機関あるいは実証対象技術を公募する際、公募の方法等に関する情報を掲載します。

[4] 検討会情報

本モデル事業の実施方策を検討する検討会、各ワーキンググループについて、配付資料、議事概要を公開します。

II. 非金属元素排水処理技術について

■ 非金属元素排水処理技術とは？

本モデル事業が対象としている非金属元素排水処理技術（ほう素等排水処理技術 以下、単に非金属元素排水処理技術）とは、旅館等からの温泉排水や、めっき・金属加工業等からのめっき排水中に含まれるほう素またはふっ素等を適切に処理する、排水処理技術（装置等）のことです。その中でも特に低コスト・コンパクトであり、メンテナンスが容易で、商業的に利用可能な技術を対象としています。

排水処理技術は、大きく分けて温泉利用施設から排出される天然水由来のほう素（またはふっ素）含有排水を対象とするものと、めっき工場から排出される人為的なほう素（またはふっ素）含有排水を対象とするものの2種類があります。

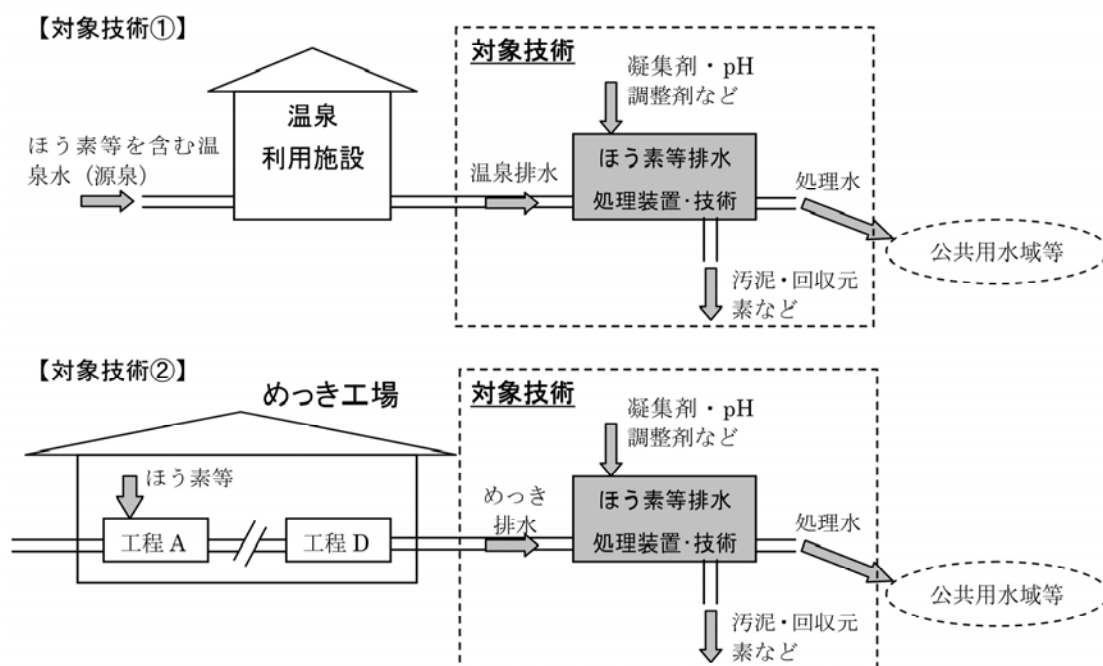


図3：非金属元素廃水処理技術装置のイメージ

■なぜ非金属元素廃水処理技術を実証対象分野としたのか？

ほう素とは非金属元素の一つであり、単体では自然界に存在せず、ほう砂、ほう酸等のほう素化合物を形成しています。環境中においては、河川水や地下水、海水、土壌中に含まれており、特に温泉水中には比較的高濃度で存在します。また、金属表面処理やめっき、ガラス製造、陶磁器の釉薬製造などで、ほう素化合物が使用されています。

ふっ素及びその化合物は、ホタル石や水晶石、リン灰石等の形態で自然界に幅広く存在しています。環境中においては、河川水や地下水、土壌中に含まれており、特に温泉中には比較的高濃度で存在します。また、ガラス加工や電子工業等において使用されるほか、ふっ素樹脂等としても幅広く用いられています。

そのため、海域を除く公共用水域に排出されるほう素及びふっ素のうち、天然由来のものは主として温泉水に、人為由来のものは、主として工場等で使用されるものに由来します。

ほう素は、高濃度の摂取による症例が報告されているほか、動物実験でも影響が認められており、人体に対する影響が懸念されています。ふっ素は、比較的高濃度に含む地下水を水道水源としていた地域でみられたように、飲用水としての過剰なふっ素の摂取による斑状歯の発生が知られています。そのため、これらは環境基本法に基づく水質環境基準健康項目、水道法に基づく水道水質基準に指定されています。また、「特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律（化管法：いわゆるPRTTR法）」では、第一種指定化学物質の一つに指定されています。

工場、事業場等からの排水については水質汚濁防止法に基づく一律の排水規制が行われていますが、小規模かつ零細な事業者の多い一部の業種については規制値の緩い暫定排水基準を設定しています。排水規制の実施によりほう素及びふっ素の排出抑制は一定の成果を上げていますが、暫定排水基準の対象となっている小規模な事業場からの排水についても排出の要因としては無視できません。近年、小規模事業者でも導入可能な低コスト・コンパクト、メンテナンスの容易な排水処理技術の開発・実用化が進み、特に中小規模の工場・事業場において後付けで導入することが可能な小型処理装置の商品化も進みつつありますが、事業者から認知されていないことから、市場での普及が遅れているのが現状です。

そこで、非金属元素排水処理技術を、環境保全効果等に関する客観的な情報提供を行う本モデル事業の対象技術分野として取り上げ、技術実証を行うことで、排出抑制策の一助とすることができることから、環境技術実証モデル事業の対象技術分野に選定しました。

●環境基準

環境基本法第16条による公共用水域の水質汚濁に係わる環境上の条件につき人の健康を保護し及び生活環境を保全するうえで維持することが望ましい基準です。

これは、行政上の政策目標となっています。

●水道水質基準

水道法第4条第2項の規定に基づき、水道により供給される水に対して厚生労働省令において定められている基準です。50項目の検査項目、検査方法及び基準値が定められています。

●特定化学物質の環境への排出量の把握等及び管理の改善の促進に関する法律（化管法：いわゆるPRTR法）の概要

PRTRとは、有害性のある多種多様な化学物質が、どのような発生源から、どれくらい環境中に排出されたか、あるいは廃棄物に含まれて事業所の外に運び出されたかというデータを把握し、集計し、公表する仕組みです。対象としてリストアップされた化学物質を製造したり使用したりしている事業者は、環境中に排出した量と、廃棄物として処理するために事業所の外へ移動させた量とを自ら把握し、国に年に1回届け出ます。国は、そのデータを整理し集計し、また、家庭や農地、自動車などから排出されている対象化学物質の量を推計して、2つのデータを併せて公表します。

○第一種指定化学物質

有害性（人の健康を損なうおそれ又は動植物の生息若しくは生育に支障を及ぼすおそれ）があり、相当広範な地域の環境に継続して存すると認められる化学物質です。354物質を政令で指定しています。

●水質汚濁防止法の概要

一定の要件を備える汚水又は廃液を排出する施設（特定施設）を設置している工場または事業場に対して、公共用水域に排出される水（排水）についての排水基準に照らした排水規制、特定施設の設置に対する都道府県知事等への事前届出・計画変更命令等が行われます。また、政令で定める有害物質を製造・使用・処理する特定施設から排出される有害物質を含む水の地下浸透を禁止しています。これらに違反した者に対しては罰則が科されます。

●排水基準

水質汚濁防止法に基づき、公共用水域へ汚水を排出する施設（「特定施設」として政令で定められる。）を設置する工場、事業場からの排水に対して、定められている基準で健康項目と生活環境項目のそれぞれごとに一定の濃度で示されています。

なお、汚濁発生源が集中する水域などにおいては、国が定める一律基準によって環境基準を達成することが困難になる場合があります。このような水域については、都道府県が条例で一律基準よりも厳しい基準（上乘せ基準）を定めることができることになっており、上乘せ基準が定められたときは、その基準値によって水質汚濁防止法の規制が適用されます。

上乘せ基準は、全国都道府県においてその地域の実態に応じて定められています。

Ⅲ. 実証試験の方法について（H18年度）

■ 実証試験の概要

本モデル事業の実証試験は、環境省により、非金属元素廃水処理技術分野で共通に定められた「実証試験要領」に基づき実施されます。実証の対象となる機器について、以下の各項目を実証しています。

- 環境技術開発者が定める技術仕様の範囲での、実際の使用状況下における環境保全効果
- 運転に必要なエネルギー、物資及びコスト
- 適正な運用が可能となるために運転環境
- 運転及び維持管理にかかる労力

実証試験は、主に以下の各段階を経て実施されます。

（1）実証試験計画

実証試験を実施する前に、実証試験計画を作成します。実証試験計画は、環境技術開発者（申請者）との協議を行いつつ、有識者からなる技術実証委員会で検討した上で、実証機関により作成されます。

（2）実証試験

この段階では、実証試験計画に基づき実際の実証試験を行います。この実証試験は、計画段階で定められた実証項目を評価するものです。実証機関は、必要に応じ、実証試験の一部を外部機関に実施させることができます。

（3）データ評価と報告

最終段階では、全てのデータ分析とデータ検証を行うとともに、実証試験結果報告書を作成します。データ評価及び報告は実証機関が実施します。プロセスを効率化するために、実証機関は実証試験結果報告書原案を作成する外部機関に委託することができます。

実証試験結果報告書は、実証機関を経て環境省に提出され、環境技術実証モデル事業検討会非金属元素廃水処理技術ワーキンググループ（以下、ワーキンググループ）において、実証が適切に実施されているか否かが検討され、環境省が承認した後、実証機関に返却されます。承認された実証試験結果報告書は、実証機関から環境技術開発者に報告されるとともに、一般に公開されます。

■ 実証機関について

『平成18年度環境技術実証モデル事業実施要領』の中で、実証機関は、実証対象技術の企業等からの公募、実証対象とする技術の選定、必要に応じて実証試験計画の策定、技術の実証（実証試験の実施）、実証試験結果報告書の作成、実証試験結果報告書の環境省への報告を行うこととされています。平成18年度は、環境省が実証機関となりました。

■ 実証対象技術について

実証対象技術の選定は、実証対象技術を保有している企業等から申請された技術の内容に基づいて行われます。申請内容が記入された実証申請書を、以下の各観点に照らし、総合的に判断した上で実証機関が対象とする技術を選定し、環境省の承認を得ることになっています。

a. 形式的要件

- 申請技術が、対象技術分野に該当するか
- 申請内容に不備はないか
- 商業化段階にある技術か
- 同技術について過去に公的資金による類似の実証等が行われていないか

b. 実証可能性

- 予算、実施体制等の観点から実証が可能であるか
- 実証試験計画が適切に策定できるか

c. 環境保全効果等

- 技術の原理・仕組みが科学的に説明可能であるか
- 副次的な環境問題等が生じないか
- 高い環境保全効果が見込めるか
- 先進的な技術であるか

■ 実証項目について

非金属元素排水処理技術分野での実証項目は、大きく水質実証項目、環境負荷項目、運転及び維持管理実証項目の3つに分けられます。実証機関は、環境技術開発者の意見、実証対象機器の技術仕様、実証試験実施場所の流入水特性を考慮し、実証対象技術の特性を適切に実証できるように、実証項目を決定します。

水質実証項目は、主に実証対象機器の排水処理能力を実証するために用いられるほか、運転の安定性を実証するためにも用いられます。また、実証の参考とするために参考実証項目についても測定を行います。実証機関は、これら以外の実証項目についても評価の必要性を検討し、水質実証項目を決定します。主要な水質実証項目および参考実証項目は、下表の通りです。

表 1 : 水質実証項目の例

実証項目	内容
ほう素	流入水のほう素量と処理水注のほう素濃度、流入水及び処理水中のほう素量から算定されるほう素の除去効率

表 2 : 参考実証項目の主な例

実証項目	内容
ほう素回収率	(ほう素を回収できる技術の場合) ほう素等排水処理装置にて除去されたほう素及び回収されたほう素量から算定される移動収支
ほう素以外の非金属元素	(ほう素以外の非金属元素を処理できる技術の場合) 流入水及び処理水におけるほう素以外の非金属元素（ふっ素、砒素）濃度、流入水及び処理水中の同物質量から算定される同物質の除去効率
上記で掲げる非金属元素以外の水質汚濁項目	(下記項目について処理性能を有する技術の場合) 水質汚濁防止法において排水基準の対象となる項目（pH、BOD、COD など）、水質環境基準における要監視項目の流入水及び処理水における濃度（値）、流入水及び処理水中の同物質量から算定される除去効率（ただし示量性データに限る）

環境負荷実証項目は、主に実証対象機器の運転による環境負荷を実証するために用いられます。主要な環境負荷実証項目は、表3の通りです。実証機関は、これら以外の実証項目についても検討し、環境負荷実証項目を決定します。

表 3 : 環境負荷実証項目の主な例

分類項目	実証項目の例	内容	主な関連費用
環境影響	発生汚泥量	汚泥の乾重量 (kg/日) 汚泥の湿重量 (kg/日) と含水率	処理費用
	廃棄物の種類と発生量 (汚泥を除く)	発生する廃棄物毎の重量 (kg/日)	処理費用
	騒音	機器 (本体) 運転中の騒音	—
	におい	機器 (本体) 運転中に発生する臭気	—
	汚泥、廃棄物、悪臭の処理の容易さの 質的評価 (二次処理の容易性、有効利用性)	二次処理の容易さ、有効利用試験等	(適宜)

運転及び維持管理実証項目は、定量的・定性的な運転及び維持管理上の性能評価、またこれらに伴う費用の評価のために用いられます。実証項目として想定されるものとして、下表の項目があります。実証機関は、これら以外の実証項目についても検討し、運転及び維持管理実証項目を決定します。

表 4 : 運転及び維持管理実証項目の主な例

分類項目	実証項目の例	内容	主な関連費用
使用資源	電力消費量	全実証対象機器の消費電力量 (kWh/日)	電気使用量
	排水処理薬品の種類と使用量	適宜	薬品購入費
	その他消耗品	適宜	消耗品費
運転及び 維持管理性能	水質所見	汚泥の乾重量 (kg/日) 汚泥の湿重量 (kg/日) と含水率	—
	実証対象機器の立ち上げに要する期間 実証対象機器の停止に要する期間	時間 (単位は適宜)	—
	実証対象機器の運転・維持管理に必要な 人員数と技能	作業項目ごとの最大人数と作業時間 (人日) 管理の専門性や困難さを 記録する	—
	運転及び維持管理マニュアルの評価	読みやすさ・理解しやすさ・課題	—
	実証対象機器の信頼性	トラブル発生時の原因	—
	トラブルからの復帰方法	復帰操作の容易さ・課題	—

■ 目標水質について

実証にあたって環境技術開発者が技術仕様を定めやすくするため、実証機関は実証試験実施場所の排水（装置への流入水）特性を考慮して、目標水質を設定します。環境技術開発者は、対象技術①及び対象技術②のどちらかにおいて、下表に示した目標水質から一つ選択し、実証機関はそれを実証試験結果に明記します。

表5：目標水質（例）

対象技術	目標水質（処理水のほう素濃度の場合）
対象技術① （温泉旅館：排水量大）	<ul style="list-style-type: none"> ・10mg/L（水質汚濁防止法における全国一律基準） ・10mg/L 以上、500mg/L 未満の範囲で実証機関が目標に応じて設定（例：実証試験実施場所における排水（装置への流入水）中ほう素濃度の半分 等）
対象技術② （めっき工場：排水量小）	<ul style="list-style-type: none"> ・10mg/L（水質汚濁防止法における全国一律基準） ・10mg/L 以上、50mg/L 未満の範囲で実証機関が目標に応じて設定（例：実証試験実施場所における排水（装置への流入水）中ほう素濃度の半分 等）

表6：水質汚濁防止法における排水規制（参考）

規制区分			許容限度（mg/L）			
			水濁法 制定時	施行令一部改正 （H13.7～H16.6）	暫定措置法延長後 （H16.7～H19.6）	
ほう素及びその化合物	海域以外の公共水域	一般産業（暫定措置以外）	(対象外物質)	10	10	
		暫定措置 (一部)		電気めっき業	70	50
				旅館業 (温泉を利用するもの)	500	500
	海域（全産業：暫定措置なし）	230		230		

実証試験を行う際の基本的考え方、試験条件・方法を定めた「実証試験要領」及び実証試験要領に基づき詳細な試験条件等を定めた「実証試験計画」は、事業のホームページ（<http://www.env.go.jp/policy/etv/>）でご覧いただくことができます。

IV. 平成18年度実証試験結果について

■ 実証試験結果報告書について

実証試験の結果は、実証試験結果報告書として報告されています。実証試験結果報告書には、流入水の特性評価と立ち上げから、実証試験の結果、全ての運転及び維持管理活動、試験期間中に生じた水質実証項目の試験結果等の変化まで、全てが報告されます。

実証試験結果報告書の原案は実証機関が策定し、技術実証委員会での検討を経たうえで、実証試験結果報告書として取りまとめられます。実証試験結果報告書は環境省へ提出され、ワーキンググループにおいて検討されたのち、環境省の承認を得ることとなります。

■ 実証試験結果報告書全体概要の見方

本レポートには対象技術別に実証試験結果報告書全体概要が掲載されています。ここでは、実証試験結果報告書全体概要に掲載されている項目とその見方を紹介します。

◇ 1 ページ目

実証対象技術の概要

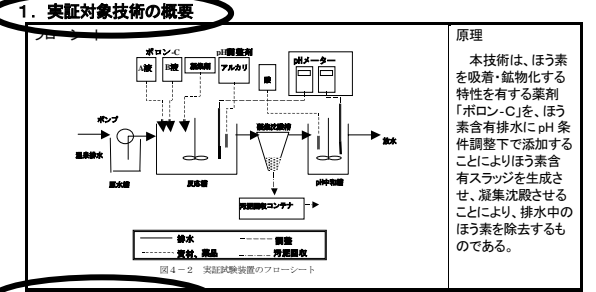
対象となる機器がどのようにして排水処理を行うのかを簡単にまとめたものです。

実証試験の概要

実証試験の実施に関する概要を示したものです。以下に項目内容を示しますが、技術によっては該当しない項目もあります。

- ・ 実証試験実施場所の概要：事業の種類、事業の規模、所在地、排水特性、実証試験期間中の排水量等、実証試験実施場所に関するデータ。
- ・ 実証対象機器の仕様及び処理能力：実証対象機器の型式や重量、試験で用いた実証対象製品に関するデータ
- ・ 実証試験条件・試験日程：実施された実証試験の前提条件に関する情報。

実証対象技術／環境技術開発者	ボロン-Cほう素処理システム／株式会社ソフィア
実証機関	環境省水・大気環境局水環境課
試験実施期間	平成18年11月4日～平成18年11月14日のうち3日間
本技術の目的	高濃度のほう素を含み処理が困難な温泉排水から、簡易な技術により一定以上ほう素を除去すること。



原理
本技術は、ほう素を吸着・鋳物化する特性を有する薬剤「ボロン-C」を、ほう素含有排水にpH条件調整下で添加することによりほう素含有スラッジを生成させ、凝集沈殿させることにより、排水中のほう素を除去するものである。

2. 実証試験の概要

○ 実証試験実施場所の概要

項目	内容
名称	新安比温泉
泉質	含硫酸・鉄・二酸化炭素-ナトリウム-塩化物温泉
源泉	温度:53°C、pH:7.6、ほう素濃度:1,709 mg/L
排水の性質 ^{※1}	pH:8.1、ほう素 ^{※2} :72 mg/L (ICP-MS)、ふっ素:0.066 mg/L (イオンロマトグラフ)
排水量	103 m ³ /日

※1:環境技術開発者による測定結果
※2:過去の環境省調査では、ほう素濃度400 mg/Lという分析結果も報告されており、排水中のほう素濃度が大きく変動することが知られている。

○ 実証対象機器の標準的仕様

施設概要	サイズ(mm) W:3,000 D:2,100 H:1,500 (薬剤タンクを除く)
機器構成	原水槽(容量300 L)、反応槽(容量500 L)、凝集沈殿槽(容量500 L)、pH中和槽(500 L)
設計計算	ボロン-Cの物性 A液(白色粉末の水溶液、中性)とB液(アルカリ性、pH 10~12)の2液を一定比率で添加する資材であり、粘土の構成要素であるSi等を主成分とした無機薬剤である。 2液の添加比 A/B:重量比 4.92、容量比 5.84
ほう素処理性能	ボロン-C2液合計1 kgあたり、最大約 970 mg (2液合計 1 Lあたり、最大約 1,190 mg)

○ 本実証試験条件・試験日程
本実証試験では、実証対象排水の特異性、および実証対象排水と実証対象技術の最適条件との違いを考慮し、2種類の試験を実施した。
【日間水質試験】
排水中ほう素濃度が極めて高く、かつ時間変動が大きい条件下で、一定のボロン-C添加率に対して吸着されるほう素の量を実証するために、午前8時から午後9時まで連続的に試験を実施した。試験条件は2種類設定し、日間水質試験①ではボロン-Cを1%w/v、日間水質試験②ではボロン-Cを6.68%w/v添加した。

水質実証項目及び目標水質

実証試験で設定した目標水質と、水質に関する実証項目についての測定結果を項目別にまとめたものです。処理水の水質が、目標水質を満たしているかを確認することができます。

【排水基準対応試験】
 高濃度ほう素排水(最大で約500 mg/Lと想定される)に対して、本技術で排水基準以下に低減することを検証するための試験を行った。具体的には、貯留した流入水を、バッチ式で多段処理(一旦反応槽でポロン-Cを加えたのち凝集沈殿槽で汚泥を分離し、再度反応槽に戻してポロン-Cを加える処理)を行い、各段階での処理水中のほう素濃度を測定した。なお、多段処理は6回行った。
 排水中のほう素濃度が高い場合、ポロン-Cの添加量も増加させる必要があるが、標準的仕様である1段処理では吸着平衡濃度の関係からほう素濃度低減効果に限界がある。そのため、多段処理を行い少量ずつポロン-Cを添加することで、ほう素濃度を段階的に低減した。

種類	日間水質試験①	日間水質試験②	排水基準対応試験
実施日	11月6日	11月12日	11月11日
設計ほう素濃度 ^{※1}	20 mg/L	72 mg/L	500 mg/L
処理水量	250 L/hr(総量 3.25m ³)	250 L/hr(総量 3.25m ³)	400 L
処理方式	連続式	連続式	バッチ式
ポロン-C添加率 ^{※2}	1 %w/v	6.69 %w/v	6.69 %w/v×6回
pH調整剤:10%消石灰ミルク	6.99 L/m ³	46.7 L/m ³	46.7 L/m ³ ×6回
0.2%アニオン系高分子凝集剤	2.3 L/m ³	15 L/m ³	15 L/m ³ ×6回
pH中和剤:95%硫酸	0.055 L/m ³	0.055 L/m ³	0.055 L/m ³

※1 設計ほう素濃度:実証試験条件の設定(ポロン-C添加率設定)にあたって想定した排水中のほう素の濃度。
 ※2 ポロン-C添加率:設計ほう素濃度の排水を一律排水基準(10 mg/L)まで低減するための所要量。

○ 水質実証項目及び水質目標

日間水質試験①、②:実証試験におけるほう素吸着量(以下、実ほう素吸着量)、及び流入水ほう素濃度(C₀)と設定したポロン-C添加率から予想されるほう素吸着量Q(以下、予想ほう素吸着量)^{※1}に対する実ほう素吸着量の割合(ほう素吸着性能^{※2})

排水基準対応試験:処理水のほう素濃度。水質汚濁防止法の一掃排水基準値(10 mg/L)以下を目標値とする。

※1 $Q = 0.6887 \times (C_0 / 10M)^{0.717}$ (環境技術開発者による内部試験結果からの近似式、Mはポロン-C添加率(%w/v))
 ※2 ほう素吸着性能 = (実ほう素吸着量) / (予想ほう素吸着量) × 100
 ただし、実ほう素吸着量及び予想ほう素吸着量はポロン-C 1gあたりの量を示すものとする。

○ 実証試験実施状況



図 装置及び試験作業全景



図 凝集沈殿槽における汚泥沈殿の様子

3. 実証試験結果

○ 水質実証項目及び水質目標

試験種類	流入水ほう素濃度 (mg/L)	処理水ほう素濃度 (mg/L)	ポロン-C 1gあたりの実ほう素吸着量 (mg/g)	ほう素吸着性能(%) ^{※1}
日間水質試験①	110~350 (約 310) ^{※2}	160~240 (約 220) ^{※2}	1.0~12.0 (9.3) ^{※2}	59~96 (82) ^{※2}
日間水質試験②	100~260 (約 230) ^{※2}	51~72 (約 65) ^{※2}	0.7~2.8 (2.4) ^{※2}	77~138 (131) ^{※2}
排水基準対応試験	430	6.6 (5回処理後)		

※1 ほう素吸着性能 = 実ほう素吸着量 / 予想ほう素吸着量 $[0.6887 \times (C_0 / 10M)^{0.717}] \times 100$
 ※2 ()内は、特異値を除いた平均値を表記している。

日間水質試験①においては、ほう素濃度を310 mg/L程度から220 mg/L程度まで低減した。実ほう素吸着量は、平均 9.3 mg/gであり、予想量と比較して概ね 82%程度のほう素吸着性能であった。日間水質試験②においては、ほう素濃度を230 mg/L程度から65 mg/L程度まで低減した。実ほう素吸着量は、平均 2.4 mg/gであり、予想量と比較して概ね 131%程度のほう素吸着性能であった。

環境影響項目等

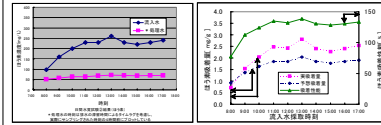
水質以外の環境影響に関する実証項目について、実証試験期間中の測定結果をまとめたものです。以下に項目内容を示しますが、技術によっては該当しない項目もあります。

- ・環境影響項目：実証期間中の処理過程で発生した汚泥、廃棄物、騒音、におい等について定性的・定量的に示しています。
- ・使用資源項目：実証期間中に使用した電力や薬品等について示しています。
- ・運転及び維持管理性能項目：実証期間中の実証試験機器の運転状況や維持管理に要した時間等を示しています。

定性的所見

実証試験期間中に発生した、実証対象機器の運転・維持管理に関する項目のうちこれまで触れられていない項目について、定性的にまとめたものです。

排水基準対応試験については、430 mg/L の流入水をバッチ式で多段処理（一旦反応槽でボロン-Cを加えたのち凝集沈殿槽で汚泥を分離し、再度反応槽に戻してボロン-Cを加える処理）を実施した結果、5 回目でほう素濃度 6.6mg/L（ほう素除去率 98.5%）となり、目標水質を達成した。



図：左より、ほう素濃度例、ほう素吸着量・吸着性能例（日間水質試験②）、ほう素濃度・ほう素除去率（排水基準対応試験）

○ 水質監視項目

- ・pH: ①②ともに流入水 7.7～7.9→処理水 8.0 前後、排水基準対応試験では流入水 7.2→処理水 10.2(6 回処理後)
- ・SS: ①流入水 3～24 mg/L→処理水 2～4 mg/L、②流入水 4～18 mg/L→処理水 3～23 mg/L
排水基準対応試験では流入水 24 mg/L→処理水 4～170 mg/L と大きく変動
- ・塩化物イオン: ①流入水 2,300 mg/L→処理水 1,800 mg/L、②流入水 2,100 mg/L→処理水 1,400 mg/L
排水基準対応試験では流入水 3,300 mg/L→処理水 1,900 mg/L(6 回処理後)と減少
- ・Na: ①流入水 1,400 mg/L、②処理水 1,600 mg/L、③流入水 1,100 mg/L→処理水 1,700 mg/L
排水基準対応試験では流入水 2,000 mg/L→処理水 5,700 mg/L(6 回処理後)と大幅に増加
- ・電気伝導率: ①流入水 600～800 mS/m→処理水 1,600 mS/m、②流入水 600 mS/m→処理水 1,100 mS/m
排水基準対応試験では流入水 980 mS/m→処理水 4,600 mS/m(6 回処理後)と大幅に増加

○ 参考実証項目

日間水質試験①、②で発生した汚泥について、重力脱水および手作業による圧搾を行った後、環境庁告示第13号溶出試験を行った。その結果、溶出ほう素濃度はそれぞれ43 mg/L、15 mg/Lであった。なお、日間水質試験①、②における処理水平均ほう素濃度は、それぞれ216.7 mg/L、65.2 mg/Lであり、汚泥中に含まれる処理水(高濃度のほう素を含有)が溶出濃度に影響を与えた可能性がある。

試料採取日	試験種別	含水率	pH	溶出ほう素濃度
11月6日	日間水質試験①	79.3%	9.5(19°C)	43 mg/L
11月12日	日間水質試験②	80.7%	9.3(19°C)	15 mg/L

○ 環境負荷実証項目

11月6日、11日、12日、13日間の実験において発生した汚泥を、それぞれ重力脱水後、大型のフレキシブルコンクリート容器に投入し、屋外に静置した。その後、11月14日に消石灰 20kg を水分調整剤として混合した。その際の汚泥発生量は下記の通り。

項目	結果	処理水量
汚泥発生量	総量 680 kg(推定含水率 ^{※1} 80%)	6.9 m ³ ^{※2}

※1 ボロン-Cおよび消石灰の消費量から環境技術開発者が推計した値

※2 日間水質試験 2 日間における処理水量 3.25 m³ × 2 日、排水基準対応試験における処理水量 0.4 m³

○ 定性的所見

項目	結果												
電力消費量	9.9 kWh(定格電力と運転時間からの推計値)												
水質所見	定性的にも浄化効果が確認された。												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>流入水</th> <th>処理水</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>色相</td> <td>茶色</td> <td>無色</td> </tr> <tr> <td>外観</td> <td>微濁</td> <td>透明</td> </tr> <tr> <td>臭気</td> <td>微硫黄臭</td> <td>微硫黄臭</td> </tr> </tbody> </table>		流入水	処理水	色相	茶色	無色	外観	微濁	透明	臭気	微硫黄臭	微硫黄臭
	流入水	処理水											
色相	茶色	無色											
外観	微濁	透明											
臭気	微硫黄臭	微硫黄臭											
立ち上げに要する時間	トラックからの荷降ろしおよび機器の据付、配管接続で 2 時間程度。												
終了に要する時間	・ポンプおよび攪拌機の電源を切る作業に 5 分程度。 ・汚泥の抜き取りによる凝集沈殿槽清掃作業に 1 時間程度。												
実証対象機器の信頼性	試験中に、屋外からの混入物による閉塞、機器浸水による漏電、汚泥抜取にあたって処理水の抜け出しが発生。												
トラブルからの復帰方法	閉塞等については、水位変化により異常箇所を特定、送水を停めてポンプを分解、異物を除去。漏電の際はモーター等の交換。												

◇ 4 ページ目

参考情報

このページに示された情報は、実証試験によって得られた情報ではなく、環境技術開発者の責任において申請された内容です。

ここに書かれた情報に関するお問い合わせは、直接環境技術開発者までお願いします。

製品データ

環境技術開発者より申請された、実証対象機器に関する情報が示されています。

- ・ 名称：実証対象機器の名称
- ・ 型式：実証対象機器の型式
- ・ 製造(販売)企業名：実証対象機器の製造者、技術開発者の名称
- ・ 連絡先：環境技術開発者の連絡先
- ・ サイズ・重量：実証対象機器本体の大きさ・重さ
- ・ 前処理、後処理の必要性：対象機器による排水処理の際に、流入水の前処理や処理水の後処理が別途必要か否か
- ・ 付帯設備：実証対象機器の導入に際し、本体装置以外に設備が別途必要か否か
- ・ 実証対象機器寿命：実証対象機器を標準的に使用した場合の平均的な寿命
- ・ 立ち上げ期間
- ・ コスト概算：実証対象機器を標準的に使用した場合の平均的な設置費用、運転費用。

(参考情報)

このページに示された製品データは、全て環境技術開発者が自らの責任において申請した内容であり、環境技術開発者が実証機関は、内容に関して一切の責任を負いません。

○ 製品情報

項目	環境技術開発者 記入欄					
名称	ポロン-C ほう素処理システム					
製造(販売)企業名	株式会社 ソフィア					
連絡先	TEL/FAX	TEL (03) 3947-1565 / FAX (03) 3947-1565				
	Web	http://www.sophia-anp.co.jp/				
	mail	water@sophia-anp.co.jp				
製品仕様	コスト(標準) 運転費 500~1,000 円/m ³ (下表参照)、装置費:500 万円 装置(標準) W:3,000・D:2,100 H:1,500(資材タンク別) (仕様詳細、本文参照)					
技術概要	処理手順 排水を pH10 前後に調整後、ほう素除去資材「ポロン-C」A液、B液を同時に添加することで、ポロン-Cが排水中で反応して粘土様の白色鉱物を生成し、ほう素を吸着、除去する。生成した鉱物については、凝集沈殿させ、汚泥として処理する。 取扱上の注意 ポロン-C・A 剤:白色粉末。粗粒で水を含むため、粉塵の飛散の危険性は無い。吸湿性のため、密閉保管。水溶液は中性。 ポロン-C・B 剤:アルカリ性(pH 10~12)の液体資材。皮膚等への付着に注意。					
適応水質 前処理の有・無	対象 pH 処理時に pH 調整を行うため、酸性、アルカリ性を問わない。 対象水質 カルシウム、鉄分等、SS の多い濁水も前処理なしで処理可能。(但し、一部有機化合物、アンモニア等を高濃度を含む排水の場合、処理に影響する可能性がある) 対象規模 当該装置は排水量 10 m ³ /h の仕様。(大型排水では通常の濁水処理設備にて運用可能)					
付帯設備	ポロン-Cおよび薬剤貯留タンク					
コスト概算 設定条件 ほう素濃度 処理前:20 mg/L 一処理後:10 mg/L ポロン-C添加率 1%(w/v)	ポロン-C	費目	単価	数量	計	備考
		A剤	90 円/kg	2.95kg	265 円	35.5wt%液で使用
		B剤	67 円/kg	1.69kg	113 円	
		pH調整剤	30 円/kg	2.97kg	89 円	消石灰
		凝集剤	1,000 円/kg	0.041kg	41 円	
		pH中和剤	30 円/kg	0.6kg	18 円	硫酸
		汚泥処理	18 円/kg*	21kg	378 円	*本実証試験における実績値
運転費	電力消費量	9.8 円/kWh	0.39 kWh	4 円		
	処理水量 1m ³ あたり				908 円	
その他 資材参考資料	汚泥について 排水基準値未満に処理後の汚泥は、ほう素溶出量も排水基準値未満のため、一般の汚泥として管理型処分場にて処理可能。 <参考例> ほう素濃度 72 mg/L の排水処理時の発生汚泥 → ほう素溶出値 7.4 mg/L (社内試験で発生した汚泥を、計量証明事業者が分析した値) ポロン-Cのほう素吸着性能について ポロン-Cは、対象排水中のほう素濃度が高いほど、その吸着能は高い。対象排水中のほう素濃度 x に対して、ポロン-C添加量 1g あたりのほう素吸着量 y は、 $y = 0.67x^{0.82}$ の式で簡易に計算可能。					

■ 実証対象技術の概要

平成18年度に実証試験を実施した技術は以下の通りです。

実証機関	環境技術開発者	技術名称	掲載ページ
環境省	株式会社ソフィア	ボロン-C ほう素処理システム	20
	日本板硝子株式会社	重金属吸着剤「アドセラ」	24

<実証機関連絡先>

環境省 水・大気環境局 水環境課 排水基準係

〒100-8975 東京都千代田区霞が関1-2-2

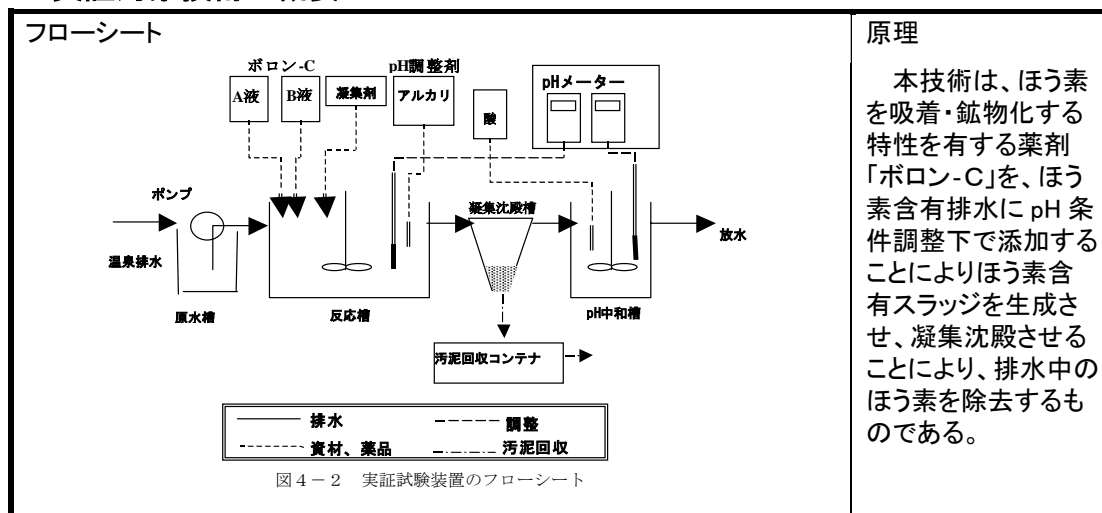
TEL : 03-5521-8313

FAX : 03-3593-1438

■ 実証試験結果報告書の概要

実証対象技術／環境技術開発者	ボロン-Cほう素処理システム／株式会社ソフィア
実証機関	環境省水・大気環境局水環境課
試験実施期間	平成18年11月4日～平成18年11月14日のうち3日間
本技術の目的	高濃度のほう素を含み処理が困難な温泉排水から、簡易な技術により一定以上ほう素を除去すること。

1. 実証対象技術の概要



2. 実証試験の概要

○ 実証試験実施場所の概要

項目	内容
名称	新安比温泉
泉質	含硫黄・鉄・二酸化炭素－ナトリウム－塩化物温泉
源泉	温度：53℃、pH：7.6、ほう素濃度：1,709 mg/L
排水の性質※1	pH：8.1、ほう素※2：72 mg/L (ICP-MS)、ふっ素：0.066 mg/L (イオンクロマトグラフ)
排水量	103 m ³ /日

※1：環境技術開発者による測定結果

※2：過去の環境省調査では、ほう素濃度498 mg/Lという分析結果も報告されており、排水中のほう素濃度が大きく変動することが知られている。

○ 実証対象機器の標準的仕様

施設概要	サイズ(mm)	W:3,000 D:2,100 H:1,500(薬剤タンクを除く)
	機器構成	原水槽(容量300 L)、反応槽(容量500 L)、凝集沈殿槽(容量500 L)、pH中和槽(500 L)
設計計算	ボロン-Cの物性	A液(白色粉体の水溶液、中性)とB液(アルカリ性、pH 10～12)の2液を一定比率で添加する資材であり、粘土の構成要素であるSi等を主成分とした無機薬剤である。 2液の添加比 A/B:重量比 4.92、容量比 5.84
	ほう素処理性能	ボロン-C2液合計1 kgあたり、最大約 970 mg (2液合計 1 Lあたり、最大約 1,190 mg)

○ 本実証試験条件・試験日程

本実証試験では、実証対象排水の特異性、および実証対象排水と実証対象技術の最適条件との違いを考慮し、2種類の試験を実施した。

【日間水質試験】

排水中ほう素濃度が極めて高く、かつ時間変動が大きい条件下で、一定のボロン-C添加率に対して吸着されるほう素の量を実証するために、午前8時から午後9時まで連続的に試験を実施した。試験条件は2種類設定し、日間水質試験①ではボロン-Cを1%w/v、日間水質試験②ではボロン-Cを6.68%w/v添加した。

【排水基準対応試験】

高濃度ほう素排水(最大で約500 mg/Lと想定される)に対して、本技術で排水基準以下に低減することを実証するための試験を行った。具体的には、貯留した流入水を、バッチ式で多段処理(一旦反応槽でポロン-Cを加えたのち凝集沈殿槽で汚泥を分離し、再度反応槽に戻してポロン-Cを加える処理)を行い、各段階での処理水中のほう素濃度を測定した。なお、多段処理は6回行った。

排水中のほう素濃度が高い場合、ポロン-Cの添加量も増加させる必要があるが、標準的仕様である1段処理では吸着平衡濃度の関係からほう素濃度低減効果に限界がある。そのため、多段処理を行い少量ずつポロン-Cを添加することで、ほう素濃度を段階的に低減した。

種類	日間水質試験①	日間水質試験②	排水基準対応試験
実施日	11月6日	11月12日	11月11日
設計ほう素濃度※1	20 mg/L	72 mg/L	500 mg/L
処理水量	250 L/hr(総量3.25m ³)	250 L/hr(総量3.25m ³)	400 L
処理方式	連続式	連続式	バッチ式
ポロン-C添加率※2	1 %w/v	6.68 %w/v	6.68 %w/v × 6回
pH調整剤:10%消石灰ミルク	6.99 L/m ³	46.7 L/m ³	46.7 L/m ³ × 6回
0.2%アニオン系高分子凝集剤	2.3 L/m ³	15 L/m ³	15 L/m ³ × 6回
pH中和剤:95%硫酸	0.055 L/m ³	0.055 L/m ³	0.055 L/m ³

※1 設計ほう素濃度: 実証試験条件の設定(ポロン-C添加率設定)にあたって想定した排水中のほう素の濃度。

※2 ポロン-C添加率: 設計ほう素濃度の排水を一律排水基準(10 mg/L)まで低減するための所要量。

○ 水質実証項目及び水質目標

日間水質試験①、②: 実証試験におけるほう素吸着量(以下、実ほう素吸着量)、及び流入水ほう素濃度(C₀)と設定したポロン-C添加率から予想されるほう素吸着量Q(以下、予想ほう素吸着量)※1に対する実ほう素吸着量の割合(ほう素吸着性能)※2

排水基準対応試験: 処理水のほう素濃度。水質汚濁防止法の一律排水基準値(10 mg/L)以下を目標値とする。

※1 $Q = 0.6687 \times (C_0 / 10M)^{0.8197}$ (環境技術開発者による内部試験結果からの近似式、Mはポロン-C添加率(%w/v))

※2 ほう素吸着性能 = (実ほう素吸着量) ÷ (予想ほう素吸着量) × 100

ただし、実ほう素吸着量及び予想ほう素吸着量はポロン-C 1gあたりの量を示すものとする。

○ 実証試験実施状況



図 装置及び試験作業全景



図 凝集沈殿槽における汚泥沈殿の様子

3. 実証試験結果

○ 水質実証項目及び水質目標

試験種類	流入水ほう素濃度 (mg/L)	処理水ほう素濃度 (mg/L)	ポロン-C 1gあたりの 実ほう素吸着量(mg/g)	ほう素吸着性能(%)※1
日間水質試験①	110~350 (約 310)※2	160~240 (約 220)※2	1.0~12.0 (9.3)※2	59~96 (82)※2
日間水質試験②	100~260 (約 230)※2	51~72 (約 65)※2	0.7~2.8 (2.4)※2	77~138 (131)※2
排水基準対応試験	430	6.6 (5回処理後)		

※1 ほう素吸着性能 = 実ほう素吸着量 / 予想ほう素吸着量 $[0.6687 \times (C_0 / 10M)^{0.8197}] \times 100$

※2 ()内は、特異値を除いた平均値を表記している。

日間水質試験①においては、ほう素濃度を 310 mg/L 程度から 220 mg/L 程度まで低減した。実ほう素吸着量は、平均 9.3 mg/g であり、予想量と比較して概ね 82%程度のほう素吸着性能であった。日間水質試験②においては、ほう素濃度を 230 mg/L 程度から 65 mg/L 程度まで低減した。実ほう素吸着量は、平均 2.4 mg/g であり、予想量と比較して概ね 131%程度のほう素吸着性能であった。

排水基準対応試験については、430 mg/L の流入水をバッチ式で多段処理（一旦反応槽でポロン-Cを加えたのち凝集沈殿槽で汚泥を分離し、再度反応槽に戻してポロン-Cを加える処理）を実施した結果、5 回目でほう素濃度 6.6mg/L（ほう素除去率 98.5%）となり、目標水質を達成した。

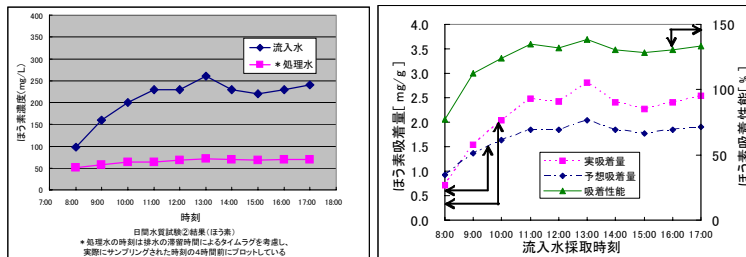


図: 左より、ほう素濃度例、ほう素吸着量・吸着性能例（日間水質試験②）、ほう素濃度・ほう素除去率（排水基準対応試験）

○ 水質監視項目

- ・pH: ①②ともに流入水 7.7~7.9→処理水 8.0 前後、排水基準対応試験では流入水 7.2→処理水 10.2(6 回処理後)
- ・SS: ①流入水 3~24 mg/L→処理水 2~4 mg/L、②流入水 4~18 mg/L→処理水 3~23 mg/L
排水基準対応試験では流入水 24 mg/L→処理水 4~170 mg/L と大きく変動
- ・塩化物イオン: ①流入水 2,300 mg/L→処理水 1,800 mg/L ②流入水 2,100 mg/L→処理水 1,400 mg/L
排水基準対応試験では流入水 3,300 mg/L→処理水 1,900 mg/L(6 回処理後)と減少
- ・Na: ①流入水 1,400 mg/L →処理水 1,600 mg/L ②流入水 1,100 mg/L→処理水 1,700 mg/L
排水基準対応試験では流入水 2,000 mg/L→処理水 5,700 mg/L(6 回処理後)と大幅に増加
- ・電気伝導率: ①流入水 600~800 mS/m→処理水 1,600 mS/m ②流入水 600 mS/m→処理水 1,100 mS/m
排水基準対応試験では流入水 980 mS/m→処理水 4,600 mS/m(6 回処理後)と大幅に増加

○ 参考実証項目

日間水質試験①、②で発生した汚泥について、重力脱水および手作業による圧搾を行った後、環境庁告示第13号溶出試験を行った。その結果、溶出ほう素濃度はそれぞれ43 mg/L、15 mg/Lであった。なお、日間水質試験①、②における処理水平均ほう素濃度は、それぞれ216.7 mg/L、65.2 mg/Lであり、汚泥中に含まれる処理水分(高濃度のほう素を含有)が溶出濃度に影響を与えた可能性がある。

試料採取日	試験種類	含水率	pH	溶出ほう素濃度
11月6日	日間水質試験①	79.3%	9.5(19°C)	43 mg/L
11月12日	日間水質試験②	80.7%	9.3(19°C)	15 mg/L

○ 環境負荷実証項目

11月6日、11日、12日の3日間の実験において発生した汚泥を、それぞれ重力脱水後、大型のフレキシブルコンテナバッグに投入し、屋外に静置した。その後、11月14日に消石灰 20kg を水分調整剤として混合した。その際の汚泥発生量は下記の通り。

項目	結果	処理水量
汚泥発生量	総量 680 kg(推定含水率 ^{※1} 80%)	6.9 m ³ ^{※2}

※1 ポロン-Cおよび消石灰の消費量から環境技術開発者が推計した値

※2 内訳: 日間水質試験 2 日間における処理水量 3.25 m³ × 2 日、排水基準対応試験における処理水量 0.4 m³

○ 定性的所見

項目	結果												
電力消費量	9.9 kWh(定格電力と運転時間からの推計値)												
水質所見	定性的にも浄化効果が確認された。 <table border="1" style="margin-left: 20px;"> <thead> <tr> <th></th> <th>流入水</th> <th>処理水</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>色相</td> <td>茶色</td> <td>無色</td> </tr> <tr> <td>外観</td> <td>微濁</td> <td>透明</td> </tr> <tr> <td>臭気</td> <td>微硫黄臭</td> <td>微硫黄臭</td> </tr> </tbody> </table>		流入水	処理水	色相	茶色	無色	外観	微濁	透明	臭気	微硫黄臭	微硫黄臭
	流入水	処理水											
色相	茶色	無色											
外観	微濁	透明											
臭気	微硫黄臭	微硫黄臭											
立ち上げに要する時間	トラックからの荷降ろしおよび機器の据付、配管接続で 2 時間程度。												
終了に要する時間	・ポンプおよび攪拌機の電源を切る作業に 5 分程度。 ・汚泥の抜き取りによる凝集沈殿槽清掃作業に 1 時間程度。												
実証対象機器の信頼性	試験中に、屋外からの混入物による閉塞、機器浸水による漏電、汚泥抜取にあたって処理水の抜け出しが発生。												
トラブルからの復帰方法	閉塞等については、水位変化により異常箇所を特定、送水を停めてポンプを分解、異物を除去。漏電の際はモーター等の交換。												

(参考情報)

注意：このページに示された製品データは、全て環境技術開発者が自らの責任において申請した内容であり、環境省及び実証機関は、内容に関して一切の責任を負いません。

○ 製品情報

項目		環境技術開発者 記入欄																																																						
名称		ポロン-C ほう素処理システム																																																						
製造(販売)企業名		株式会社 ソフィア																																																						
連絡先	TEL/FAX	TEL (03) 3947-1565 / FAX (03) 3947-1565																																																						
	Web	http://ww.sophia-anp.co.jp/																																																						
	mail	water@sophia-anp.co.jp																																																						
製品仕様		<p>コスト(標準) 運転費 500~1,000 円/m³(下表参照)、装置費:500 万円 装置(標準) W:3,000・D:2,100 H:1,500(資材タンク別) (仕様詳細、本文参照)</p>																																																						
技術概要		<p>処理手順 排水を pH10 前後に調整後、ほう素除去資材「ポロン-C」A液、B液を同時に添加することで、ポロン-Cが排水中で反応して粘土様の白色鉱物を生成し、ほう素を吸着、除去する。生成した鉱物については、凝集沈殿させ、汚泥として処理する。</p> <p>取扱上の注意 ポロン-C・A 剤: 白色粉体。粗粒で水を含むため、粉塵の飛散の危険性は無い。吸湿性のため、密閉保管。水溶液は中性。 ポロン-C・B 剤: アルカリ性(pH 10~12)の液体資材。皮膚等への付着に注意。</p>																																																						
適応水質 前処理の有・無		<p>対象 pH 処理時に pH 調整を行うため、酸性、アルカリ性を問わない。</p> <p>対象水質 カルシウム、鉄分等、SS の多い濁水も前処理なしで処理可能。 (但し、一部有機化合物、アンモニア等を高濃度に含む排水の場合、処理に影響する可能性がある)</p> <p>対象規模 当該装置は排水量 10 m³/h の仕様。 (大型排水では通常の濁水処理設備にて運用可能)</p>																																																						
付帯設備		ポロン-Cおよび薬剤貯留タンク																																																						
コスト概算		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">費目</th> <th>単価</th> <th>数量</th> <th>計</th> <th>備考</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">ポロン-C</td> <td>A剤</td> <td>90 円/kg</td> <td>2.95kg</td> <td>265 円</td> <td>35.5wt%液で使用</td> </tr> <tr> <td>B剤</td> <td>67 円/kg</td> <td>1.69kg</td> <td>113 円</td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="3">薬剤費</td> <td>pH 調整剤</td> <td>30 円/kg</td> <td>2.97kg</td> <td>89 円</td> <td>消石灰</td> </tr> <tr> <td>凝集剤</td> <td>1,000 円/kg</td> <td>0.041kg</td> <td>41 円</td> <td></td> </tr> <tr> <td>pH 中和剤</td> <td>30 円/kg</td> <td>0.6kg</td> <td>18 円</td> <td>硫酸</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">運転費</td> <td>汚泥処理</td> <td>18 円/kg*</td> <td>21kg</td> <td>378 円</td> <td>*: 本実証試験における実績値</td> </tr> <tr> <td>電力消費量</td> <td>9.8 円/kWh</td> <td>0.39 kWh</td> <td>4 円</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="2">処理水量 1m³あたり</td> <td colspan="2">908 円</td> </tr> </tbody> </table>					費目		単価	数量	計	備考	ポロン-C	A剤	90 円/kg	2.95kg	265 円	35.5wt%液で使用	B剤	67 円/kg	1.69kg	113 円		薬剤費	pH 調整剤	30 円/kg	2.97kg	89 円	消石灰	凝集剤	1,000 円/kg	0.041kg	41 円		pH 中和剤	30 円/kg	0.6kg	18 円	硫酸	運転費	汚泥処理	18 円/kg*	21kg	378 円	*: 本実証試験における実績値	電力消費量	9.8 円/kWh	0.39 kWh	4 円				処理水量 1m³あたり		908 円	
費目		単価	数量	計	備考																																																			
ポロン-C	A剤	90 円/kg	2.95kg	265 円	35.5wt%液で使用																																																			
	B剤	67 円/kg	1.69kg	113 円																																																				
薬剤費	pH 調整剤	30 円/kg	2.97kg	89 円	消石灰																																																			
	凝集剤	1,000 円/kg	0.041kg	41 円																																																				
	pH 中和剤	30 円/kg	0.6kg	18 円	硫酸																																																			
運転費	汚泥処理	18 円/kg*	21kg	378 円	*: 本実証試験における実績値																																																			
	電力消費量	9.8 円/kWh	0.39 kWh	4 円																																																				
		処理水量 1m³あたり		908 円																																																				
設定条件 ほう素濃度 処理前: 20 mg/L →処理後: 10 mg/L ポロン-C添加率 1%(w/v)																																																								
その他 資材参考資料		<p>汚泥について 排水基準値未滿に処理後の汚泥は、ほう素溶出量も排水基準値未滿のため、一般の汚泥として管理型処分場にて処理可能。 <参考例> ほう素濃度 72 mg/L の排水処理時の発生汚泥 → ほう素溶出値 7.4 mg/L (社内試験で発生した汚泥を、計量証明事業者が分析した値)</p> <p>ポロン-Cのほう素吸着性能について ポロン-Cは、対象排水中のほう素濃度が高いほど、その吸着能は高い。対象排水中のほう素濃度 x に対して、ポロン-C添加量 1g あたりのほう素吸着量 y は、$y = 0.67x^{0.82}$ の式で簡易に計算可能。</p>																																																						

○ 全体概要

実証対象技術／環境技術開発者	重金属吸着剤「アドセラ」／日本板硝子株式会社
実証機関	環境省水・大気環境局水環境課
試験実施期間	平成18年11月4日～平成18年11月11日中の4日間
本技術の目的	高濃度のふっ素を含み処理が困難な温泉排水を、吸着技術で一定割合以上除去すること。

1. 実証対象技術の概要

<p>フローシート</p>	<p>原理</p> <p>本技術は、吸着剤を用いて排水中のふっ素を吸着除去する技術である。吸着剤中の希土類化合物と対象とする吸着質の反応で吸着、固定化される。吸着剤は、希土類化合物と珪藻土を混合し成形された粒子であり、珪藻土の親水性を利用して吸着剤へ吸着質を吸い込み、希土類化合物と反応することで固定化される。</p>
---------------	---

2. 実証試験の概要

○ 実証試験実施場所の概要

項目	内容
温泉名	新玉川温泉
泉質	酸性・含二酸化炭素・鉄(Ⅱ)-アルミニウム-塩化物温泉
源泉	湧出地 pH1.05、温度：98℃ ふっ素イオン：95.7 mg/kg、アルミニウムイオン：297.0mg/kg、メタケイ酸：386.0mg/kg
排水の性質	pH3.1、温度：45℃、ふっ素：44 mg/L、ほう素：27.9 mg/L、塩化物イオン：1,934 mg/L
排水量	1,080m ³ /日(そのうち、4.8 m ³ /日または2.4 m ³ /日を分取処理)

○ 実証対象機器の仕様および実験条件

施設概要	名称	重金属吸着剤「アドセラ」	
	サイズ(mm)	W:6,800 D:2,100 H:2,500	
	重量(kg)	7,000	
設計条件	対象	温泉排水等	
	排水量	試験①	0.6 m ³ /hr(空間速度 ^{※1} 1)
		試験②	0.3 m ³ /hr(空間速度 ^{※1} 0.5)
設計計算	アドセラ充填量 ^{※2}	600 kg(ふっ素吸着量：0.5 mg/g-吸着剤)	
	砂(フィルター用)充填量	230 L	
	排水量	試験①	0.6 m ³ /hr × 8 hr × 2日 = 9.6 m ³
		試験②	0.3 m ³ /hr × 8 hr × 2日 = 4.8 m ³
	ふっ素吸着量 ^{※3}	試験①	13.2 g/hr × 8 hr × 2日 = 211.2 g
		試験②	6.6 g/hr × 8 hr × 2日 = 105.6 g
主要機器	吸着塔3基、フィルター塔2基、濾過水タンク、ポンプ		

※1: 水処理の速度指標で、1時間に処理する水の体積を、装置の体積で割った値[1/hr]

※2: 本実証試験では実証対象排水の特異性に鑑み、2日間の試験後、アドセラを交換する。

※3: 排水中ふっ素濃度を 44 mg/L、ふっ素除去率 50%と仮定して算出

○ 処理目標

流入水に対して、ふっ素除去率 50%以上の性能を発揮することを目標とする。

○ 試験日程

日付	11/4	11/5	11/6	11/7	11/8	11/9	11/10	11/11
実施事項	装置搬入、設置	試験準備	試験①		吸着剤交換	試験②		装置撤去

○ 実証試験実施状況



図 装置設置状況



図 流入水取水口および採水作業の状況

3. 実証試験結果

○ 水質実証項目及び水質目標

実験開始後、数時間はふっ素濃度の低減が見られたが、時間の経過に伴いふっ素濃度は上昇し、一定時間以降は、ほぼ流入水と同様の濃度で推移した。以上より、実験開始当初は除去率 80%以上の高いふっ素吸着性能が得られたが、設計条件よりも吸着破過が早期に訪れた。原因としては、Al、Si 等による吸着剤表面の被覆や、中和処理時に溶存した炭酸ガスによる吸着剤と処理水との接触障害、pH の局所的変化による吸着阻害ないしはスケール発生等が考えられる。

(Al、Si の濃度変化は水質監視項目の結果参照。また環境技術開発者より、污泥中に含まれるアルミ、シリカの重量増加や、試験実施時における吸着塔の内部圧上昇が報告されている。)

試験種類	項目	目標	流入水(mg/L)	処理水(mg/L)	除去率(%)
試験①	ふっ素除去率	50%以上	46~52	17~48	0~63
試験②	ふっ素除去率	50%以上	48~51	2.3~49	0~95

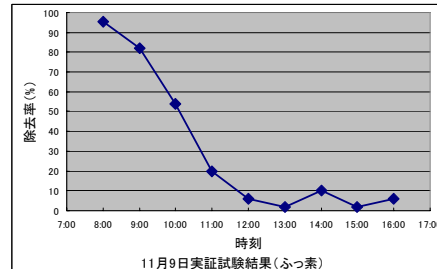
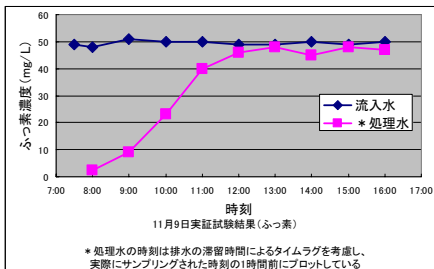


図 ふっ素濃度変化一例(11月9日) 図 ふっ素除去率変化一例(11月9日)

○ 水質監視項目

- pH 流入水:3.0~4.1、処理水:3.9~4.3
- SS 流入水:77~220mg/L の間で大きく変動
処理水:試験開始時以外はほぼ検出限界未満で推移
(吸着剤中に含まれる粉が試験開始時に SS として発生)
- 塩化物イオン 流入水、処理水ともに 2,100~2,700mg/L、処理による影響なし
- 硫酸イオン 流入水:900mg/L 付近
処理水:試験開始時は高濃度となるが(最大 31,000mg/L、吸着剤を担持する石膏分が排水内に溶出するため)、その後 900mg/L 付近で推移
- T-As 流入水:1.0~1.6mg/L
処理水:検出限界未満で推移、安定的な除去性能が発揮されている。

- T-Al 流入水:160~190mg/L
処理水:試験開始時は①の場合 86mg/L、②の場合 57mg/L、その後濃度は徐々に上昇し、流入水と同程度で推移
- T-Fe 流入水:65~90mg/L 程度
処理水:試験開始時は低濃度となるが(最小 0.07mg)、その後濃度上昇
- T-Mn 流入水:1.6~1.8mg/L
処理水:試験開始時は①で 19mg/L、②で 42 mg/L、その後濃度は低下し、流入水と同程度で推移
- D-Si 流入水、処理水ともにほぼ 80~90mg/L の範囲で推移

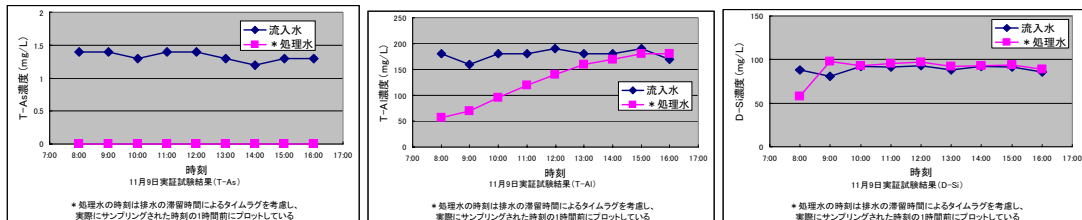


図 監視項目試験結果一例(左から T-As, T-Al, D-Si, 11月9日)

○参考実証項目

試験①、試験②それぞれについて、2日間の試験終了後、吸着塔から使用済み吸着剤を採取し、環境庁告示第13号溶出試験を行った。その結果、溶出ふっ素濃度は試験①で発生した使用済み吸着剤試料については 2.8 mg/L、試験②で発生した使用済み吸着剤試料については 2.6 mg/L であった。

試料採取日	試験種類	含水率(%)	pH	溶出ふっ素濃度(mg/L)
11月8日	試験①	34.3	4.4	2.8
11月10日	試験②	38.3	4.4	2.6

○環境負荷実証項目

4日間の実験における廃棄物発生量は下記の通りであった。なお、砂の目詰まりや固結は見られなかったため、砂については継続使用が可能な状態であった。また、騒音、においについては下記のとおり、ほとんど発生していないことが確認された。

項目	結果
廃棄物発生量	汚泥 1,920 kg(試験①、試験②で発生した使用済み吸着剤が各 960 kg。) フィルター18本(入口側12本、出口側6本)、砂 230 L (1回分) ※処理水量 14.4 m ³ (試験①4.8 m ³ ×2日間、試験②2.4 m ³ ×2日間)
騒音	装置稼動時: 50 dB 装置停止時: 45 dB
におい	臭気濃度、臭気指数: 共に 10 以下 臭気強度、快・不快度: 共にゼロ 臭質: 無臭

○定性的所見

項目	所見		
試験期間中の消費電力量	118.4 kWh(定格電力と運転時間からの推計値)		
水質所見	4日間の試験における流入水、処理水の所見は、総合すると概ね以下の通りであった。		
		色相	流入水: 淡褐色 処理水: 無色
		外観	流入水: 濁 処理水: 透明
		臭気	流入水: 金気臭 処理水: 無し
立ち上げに要する時間	機器類(吸着塔、タンク)の設置および配管: 1時間程度 通水試験: 7時間程度		
終了に要する時間	停止操作はドレインの開閉操作と排水口の蓋の開閉操作のみ。 電源 OFF 後、約 30 分で作業は終了。		
実証対象機器の信頼性	特に問題なく運転が行われた。		
試験中に発生した事態への対処方法	中和処理時に溶存した炭酸ガスにより吸着塔内部の空気圧が頻りに上昇したため、30分に1回程度ガス抜きを行った。		

(参考情報)

注意:このページに示された情報は、全て環境技術開発者が自らの責任において申請した内容であり、環境省及び実証機関は、内容に関して一切の責任を負いません。

○製品データ

項目		環境技術開発者 記入欄		
名称		中型水処理装置、重金属吸着剤「アドセラ」		
型式				
製造(販売)企業名		日本板硝子株式会社		
連絡先	TEL/FAX	TEL(03)5443-9512 / FAX(03)5443-9567		
	Web アドレス	http://www.nsg.co.jp		
	E-mail	KojiTakahashi@mail.nsg.co.jp		
サイズ・重量		W*D*H=6,800*2,100*2,500 重量=2,500kg		
前処理、後処理の必要性		〔 水質に応じて要 pH 調整(3-8)。 〕		
付帯設備		なし 〔 具体的に 〕		
実証対象機器寿命		10 年		
立ち上げ期間		1日(作業要員数により変動)		
コスト概算 【試算条件】 月間稼働日数: 30 日 稼働時間: 24 時間/日 月間処理水量 : 2,880 m ³ (4 m ³ /h) 流入水質(ふっ素濃度) : 15 ppm 処理水質(ふっ素濃度) : 8 ppm ふっ素飽和吸着量 : 9 mg/g-吸着剤	費目		数量	計
	イニシャルコスト			12,056,500
	中型水処理装置一式*		1 式	10,000,000
	吸着剤		600 kg	2,056,500
	砂ろ過材		230 L	
	フィルター		18 本	
	設置費用(目安)		1 回	
	ランニングコスト(月間)			5,857,280
	電気代		2,664 kw	5,857,280
	吸着剤		2,300 kg	
	フィルター		18 本	
	吸着剤廃棄費用		2,300 kg	
	吸着剤交換費用		3 回	
メンテナンス契約		(年間契約)		
処理水量 1m ³ あたり			2,033	

※本実証試験にて使用した装置一式と同一の機器構成(吸着塔3基、フィルター塔2基、逆洗用ろ過水槽、ポンプ)を想定

○その他メーカーからの情報

○吸着剤の持続期間について

本実証試験では、処理対象水の特異性から、2日間の試験(通水時間:16時間)終了後にアドセラを交換しています。通常の使用条件であるふっ素濃度 15 mg/L 程度の排水処理においては、1ヶ月程度持続します。

V. おわりに

本実証モデル事業は、平成19年度までの試行期間を経て、平成20年度以降も引続き本格事業として行われる予定となっていますが、当非金属元素排水処理技術分野（ほう素等排水処理技術）については、平成18年度実施分までを以てしばらく休止いたします。

対象技術分野や実証試験の項目及び内容については、今後必要に応じて変更・追加などが加えられる場合もあります。それら最新の情報や詳細については、事業のホームページ（<http://www.env.go.jp/policy/etv/>）にて提供していますので、こちらをご参照下さい。



●「環境技術実証モデル事業」全般に関する問合せ先

環境省総合環境政策局総務課 環境研究技術室
〒100-8975 東京都千代田区霞が関1-2-2 中央合同庁舎5号館 TEL:03-3581-3351(代表)

●「非金属元素排水処理技術分野」に関する問合せ先

環境省水・大気環境局水環境課
〒100-8095 東京都千代田区霞が関1-2-2 中央合同庁舎5号館 TEL:03-3581-3351(代表)

●本事業に関する詳細な情報は、右記のホームページでご覧いただけます。

<http://www.env.go.jp/policy/etv/>

このホームページの中では、実証試験要領、検討会における検討経緯、実証試験結果等をご覧いただけます。