

平成 30 年度温泉排水処理技術開発普及等調査

実証試験報告書 長野県内温泉施設

平成 31 年 3 月

JFE テクノリサーチ株式会社

一 目 次 一

全体概要

1. 実証試験の概要と目的	1
2. 実証試験場所の概要	
2.1 実証試験実施場所の名称等	2
2.2 実証試験実施場所の状況	2
2.3 実証試験の平面図及び設置配置図	3
3. 実証対象技術の概要	
3.1 実証対象技術の原理およびシステムの構成	4
3.2 主な消耗品、電力消費量等	5
3.3 実証対象機器の運転および維持管理に必要な作業項目	5
3.4 汚泥および廃棄物発生量とその取扱い	5
3.5 実証対象機器の使用者に必要な運転および維持管理技能	6
3.6 騒音・におい対策	6
3.7 期待される効果	6
4. 実証試験の方法と実施状況	
4.1 実証試験期間	6
4.2 実証水質項目	7
4.3 監視項目	9
4.4 水質分析方法	10
4.5 環境負荷実証項目	11
5. 実証試験結果	
5.1 オンサイト分析による実証試験結果	12
5.2 水質監視項目の試験結果	13
5.3 参考実証試験の結果	
5.3.1 ほう素の溶出試験	15
5.3.2 吸着残渣の蛍光 X 線による分析結果	15
5.3.3 懸濁物質 (SS) について	15
5.4 環境負荷実証項目	16
5.5 定性的所見	16
6. データの品質管理	17
7. コスト試算	18
付録 現場写真	20
付録 ほう素分析計取扱い説明	32

【全体概要】

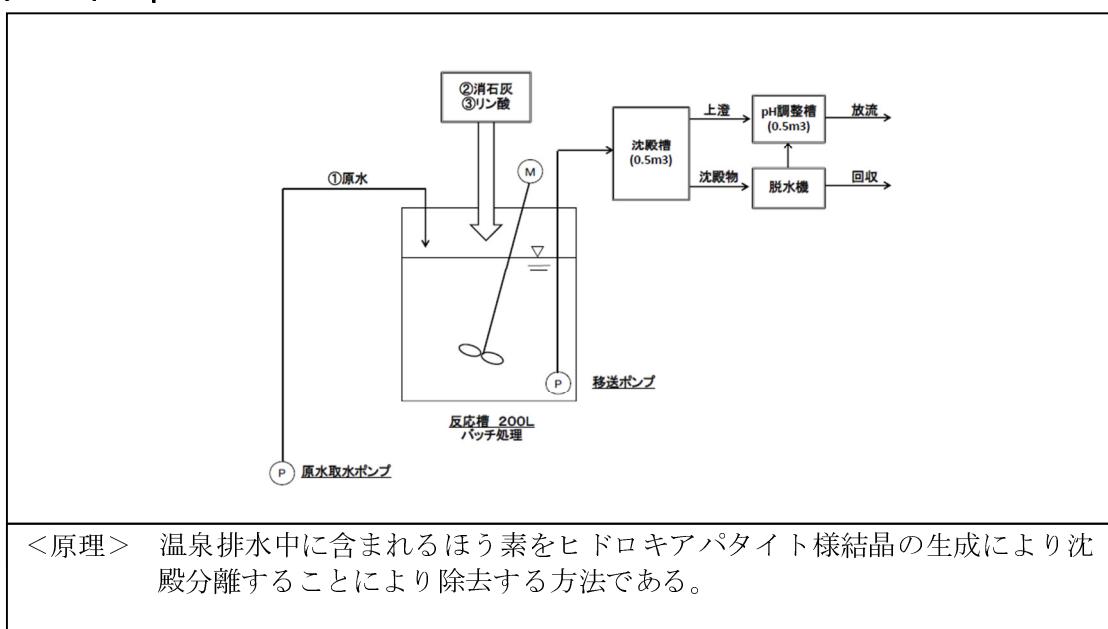
実証対象技術／排水処理施設 開発機関	温泉排水中ほう素除去技術 ／ J F E テクノリサーチ(株)
実証機関	J F E テクノリサーチ株式会社
実験実施期間	平成31年12月11日～15日 のうち3日間
本技術の目的	温泉排水中に含まれるほう素を、ヒドロキシアパタイト様結晶の生成によって沈殿分離することにより、除去しほう素濃度を低減可能か検証する。

【実証試験総括】

ほう素除去の可否 および 所見	源泉は自然湧出である。湧出時は透明の温泉であるが空気に触れると茶褐色の濁りを生じる。この濁りの原因は炭酸カルシウムの結晶化およびFe ³⁺ の吸着によるものと考えられる。この源泉中にほう素が 240mg/L 程含まれており、希釀なしで浴槽に供給されている。実証試験はサンプリング場所の制約により浴槽からオーバーフローされる排水（源泉）を使用した。排水のサンプリングは9時、11時、13時、15時の4回実施した。試験は排水を200L採水し、消石灰およびリン酸を投入し 30min攪拌した。各時間ごとのほう素濃度は FIA（フロイジケーション法）により計測を行った。処理水は一晩静置したのち上澄み液を pH6~8 に調整して放流した。また汚泥はろ布で濾過したのち圧縮機で水分を絞り残渣を回収した。実証試験の結果、日間の排水濃度は 230mg/L とほぼ一定であった。公定分析に於けるほう素の吸着はほぼ理論通りであり除去率は 47.8%と源泉濃度の約半分まで低減可能であった。ただし処理直後の除去率は 31.7%と低く一晩静置すると徐々にほう素の吸着が進行するようである。この原因については不明である。
総排水処理量	2.4m ³ 3日間
使用した吸着剤	消石灰 24kg、1+5 リン酸 24L ※1+5とはリン酸：蒸留水を 1:5の割合で混合したもの。

【実証対象技術の概要】

○フローシート



【実証試験の概要】

○実証試験場所の概要

項目	内 容
試験場所	長野県内温泉施設
泉質	含鉄(II)-ナトリウム・カルシウム-塩化物温泉
源泉	湧出量 740L/分、pH6.7、源泉温度 45.2°C ほう素濃度 250mg/L
排水の性質	pH7.1、ほう素濃度 230mg/L
排水量	不明

○実証対象機器の仕様および実験条件

区分	型 式	仕様および運転条件
設計条件	<ul style="list-style-type: none"> ・対象 ・一日の処理量 ・一日の消石灰投入量 ・一日のリン酸投入量 	<ul style="list-style-type: none"> ・温泉排水 ・200L×4回=800L/日 ・8kg/日 ・8L/日
主要機器	<p>ポリローリータンク 500L 1台 ポリローリータンク 1000L 1台 反応槽タンク 300L 2台 沈殿分離槽 300L 1台 プロペラ攪拌機 2台 発電機・インバータ付 3台 脱水機 1台 残水処理ポンプ 3台</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・材質: PE ・材質: PE ・材質: PVC ・金属製 ・100V ・2.8kVA 100V 50/60Hz ・金属製 ・100L/min 100V

○実証試験日程

日 程 12月	11(日) 12(月) 13(火) 14(水) 15(木)
試験期間	↔
準備／片付け	○ ○
実 験	○ ○ ○

○実証試験実施状況（写真）



写真1 装置設置状況



写真2 排水サンプリング位置

○実証試験結果

・ほう素の除去

公定分析の結果、流入水中のほう素濃度は約 230mg/L で一定であった。処理水中のほう素濃度は 112~128mg/L と約 5 割の低減が可能であった。また塩素やカルシウムの共存元素はほう素の吸着に影響を与えたかった。

単位 : mg/L ※Cl のみ g/L

月日	項目	B	Si	溶解性 Fe	溶解性 Mn	Ca	Cl※
12/12	流入水	232	60.5	<0.1	<0.1	787	9.0
	処理水	128	0.3	<0.1	<0.1	1368	7.4
12/13	流入水	231	60.5	<0.1	<0.1	777	7.3
	処理水	112	<0.1	<0.1	<0.1	1667	7.9
12/14	流入水	230	59.4	<0.1	<0.1	787	7.5
	処理水	122	0.2	<0.1	<0.1	1295	7.5

○水質監視項目

- ・pH 排水 : 7.2 、処理水 : 12.3
- ・塩化物イオン 排水中の塩素濃度は 0.8% であり海水の 1/2 程度であった。また処理の前後で塩素濃度はほとんど変化しなかった。
- ・カルシウム 排水中のカルシウム濃度は 780mg/L であり海水よりも濃度が高かった。処理水中のカルシウム濃度は消石灰から溶け出したカルシウムイオンにより更に増加した。
- ・シリカ 排水中のシリコン濃度は 60mg/L 程度であった。処理水中のシリコン濃度はほぼゼロとなっていることから消石灰表面への表面吸着と考えられる。
- ・溶解性鉄・溶解性マンガン 排水中にはほとんど含まれていなかった。

○参考実証項目

・ほう素の溶出試験

吸着残渣を 5L 抜き取り、ろ過、乾燥したものを環境省告示第 13 号試験によってほう素の溶出試験を行った。溶出試験の結果、ほう素の再溶出は 4.0mg/L であり土壌溶出基準 (1mg/L) はクリアできないが第二溶出基準(30mg/L)はクリア可能であった

・蛍光 X 線による半定量分析

石灰の主成分であるカルシウム (Ca) 及びヒドロキシアパタイト様結晶に由来するリン (P) の存在も確認できた。

・懸濁物 (SS)

排水中の SS は 512mg/L であった。

○環境負荷実証試験

項目	結果
廃棄物の種類と発生量	・汚泥 72kg (含水率 65%) ・オンサイト分析の廃液 0.3L
騒音 (音源 1 m 値) 等価騒音レベル Laeq において	稼働時 : 77dB 装置停止時 : 44dB なし
汚泥、廃棄物等	周辺環境への影響なし

○定性的所見

項目	所見
試験期間中の消費電力量	ポンプ 3.6kW 分析装置 0.4kW 計 4.0kW
排水および処理水の水質所見	排水 : 赤褐色の排水／鉄の臭い有 処理水 : 無色
立ち上げに要する時間	取水タンクに排水をためる時間が必要。 所要時間は約 10 分程度
運転停止に要する時間	ポンプ OFF、発電機 OFF ポンプ内の水抜き (凍結対策) 所要時間は約 30 分程度
実証対象機器の信頼性	3 日間、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	1) 脱ガスによる吸着効果確認 2) リン酸添加量増による吸着効果確認 3) FIA による再現性調査

○コスト試算 (処理量 100m³/日)

温泉排水中ほう素濃度	イニシャルコスト※2 千円	ランニングコスト※1 千円/年
230mg/L → 90mg/L に低減	40,000	28,955
230mg/L → 190mg/L に低減	40,000	8,838

※1 ランニングコストには吸着剤と廃棄物 (汚泥) の処理費用含む。人件費等は含まず。

※2 イニシャルコストには基礎工事・電気工事等は含まず。

1. 実証試験の概要と目的

ほう素及びふつ素については、平成 13 年に水質汚濁防止法における有害物質として排水基準を設定したところであるが、旅館業（温泉を利用する者に限る。）（以下「温泉旅館」という。）に対しては、期限付きの暫定排水基準を適用しており、排水処理の促進等の対応が求められている。

温泉旅館より排出される排水（以下「温泉排水」という。）には、源泉由来の化学成分が高い割合で含まれている場合が多く、ほう素及びふつ素の他にも多種多様な共存物質が比較的高い濃度で成分として含まれる場合があり、これらの共存物質が排水処理を阻害すること等により、既存の排水処理技術ではほう素及びふつ素の除去が難しいのが現状である。

ほう素及びふつ素の暫定排水基準は 3 年ごとに見直すこととし、現在の暫定排水基準の適用期限は平成 31 年 6 月末までとなっていることから、温泉排水を対象とした排水処理技術の開発普及等が必要である。

本業務は、温泉排水を対象とした新しい排水処理技術の実証試験を実施し、温泉旅館における導入の可能性を検証することを目的とするものである。

2. 実証試験実施場所の概要

2. 1 実証試験実施場所の名称等

実証試験実施場所の名称等は表2-1に示すとおりである。

表2-1 実証試験実施場所の名称、所在地

項目	内 容
名称	温泉施設
所在地	長野県内

2. 2 実証試験実施場所の状況

実証試験実施場所の状況については、表2-2に示すとおりである。

表2-2 実証試験場所の状況

項目	内 容
試験場所	温泉施設内
泉質	含鉄(II)-ナトリウム・カルシウム-塩化物温泉
源泉	湧出水 740L/分、pH6.7、温度 45.2°C ほう素濃度 240mg/L
排水の性質	茶褐色、pH7.1、ほう素濃度 230mg/L
排水量	不明

源泉は強塩泉であり、炭酸ガス、ほう酸、ナトリウム、塩素イオン、カルシウム、鉄を多く含んでいる。温泉の色は赤く濁っており、炭酸カルシウムや鉄の懸濁物が多い。

pHはおよそ中性であり、特別な排水処理は行っていない。温泉成分を表2-3に示す。

なお実験排水は場所の制約により下流でのサンプリングが不可能なため、浴槽のオーバーフロー排水溝より採取した。

表2-3 源泉成分表

単位 mg/kg

Li	Na	K	Mg	Ca	Total-Fe	F	H ₂ SiO ₃
5.7	3125	422.9	279.7	1136	20.7	0.9	158.4
Cl	SO ₄	HCO ₃	HBO ₂	Br	I		
7079	294.4	2046	905	18.8	6.1		

平成20年(社)長野県薬剤師会 温泉成分分析結果より

2. 3 実証試験の平面配置図及び設備配置図

【 平面配置図 】



【 設備配置状況】



3. 実証対象技術の概要

3. 1 実証対象技術の原理およびシステムの構成

温泉排水中のほう素を、アルカリ条件下で水酸化カルシウム（消石灰）、りん酸を反応させることで沈殿させ、除去する方法である。具体的には添加した水酸化カルシウムの一部が解離することにより液性が pH12 以上となる。この pH 領域では、ほぼ全量のほう素は $B(OH)_4^-$ の形態をとる。この $B(OH)_4^-$ が水酸化カルシウム（溶解しないで固体として液中に分散している）表面に吸着（O-O の共有結合）する。さらに $B(OH)_4^-$ が吸着した水酸化カルシウム表面にカルシウムイオンとリン酸イオンが反応してヒドロキシアパタイト様結晶を生成し、沈降・分離するものである。ほう素分離後の排液は塩酸で pH 調整後排出される。実証試験では、温泉の業務実態やオンラインサイト分析（FIA 方式分析計）によって除去状況を把握しながら適正化を図った。

上記方式によるフローシートを図 3-1 に示す。

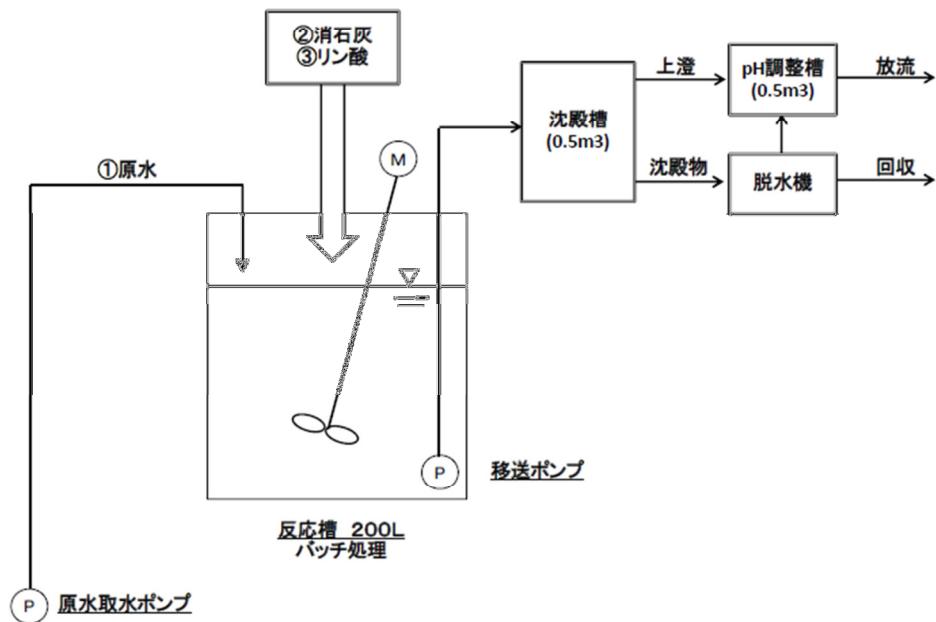


図 3-1 実証試験のフローシート

表3-1 実証対象機器の仕様

区分	型式	仕様および運転条件
設計条件	<ul style="list-style-type: none"> ・対象 ・一日の処理量 ・一日の消石灰投入量 ・一日の(1+5)リン酸投入量 	<ul style="list-style-type: none"> ・温泉排水 ・200L×4回=800L／日 ・2kg／回×4回=8kg／日 ・2L／回×4回 =8L／日
主要機器	<p>ホーリータンク 500L 1台 ホーリータンク 1000L 1台 反応槽タンク 300L 2台 沈殿分離槽 300L 1台 プロペラ攪拌機 2台 発電機・インバータ付 3台 脱水機 1台 送液用処理ポンプ 3台</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・材質：PE ・材質：PE ・材質：PVC ・金属製 ・100V ・2.8kVA 100V 50/60Hz ・金属製 ・100L/min 100V

3. 2 主な消耗品、電力消費量等

試験期間中の消耗品および電力消費量を表3-2に示した。

表3-2 消耗品および電力消費量

項目	消費量
消耗品消費量	
	消石灰 24kg
	リン酸(1+5) 24L
	pH調整用塩酸 8L
電力消費量	3.6kw (ポンプ容量 0.4kw×3台、1時間/日として) 0.4kw (分析装置稼働 3日間)

3. 3 実証対象機器の運転および維持管理に必要な作業項目

実証対象機器の運転および維持管理に必要な作業項目を表3-3に示した。点検は試験ごとに環境技術開発者が実施した。

表3-3 運転および維持管理項目

項目	内容	頻度
定期点検	装置の異常、異臭 ポンプの給水量確認 pH計校正およびチェック 温度計のチェック	試験ごと

3. 4 汚泥および廃棄物発生量とその取り扱い

試験中に発生する汚泥および廃棄物発生量を表 3-4 に示した。

表 3-4 汚泥および廃棄物発生量

項 目	発 生 量
汚泥（使用済み吸着剤）	72kg（含水率 65%）
オンライン分析試薬廃液	0.3L

3. 5 実証対象機器の使用者に必要な運転および維持管理技能

本対象実証機器はポンプの電源を on、off して送液するだけの簡単な操作なので、特別な技能を必要としない。

3. 6 騒音・におい対策

本実証対象機器の稼動部分は送液用ポンプおよびオンライン分析計の小型ポンプだけなので大きな騒音はない。

3. 7 期待される効果

本実証試験により、温泉排水中に含まれるほう素を迅速に除去可能である。

4. 実証試験の方法と実施状況

4. 1 実証試験期間

試験期間は、平成 30 年 12 月 11 日から 5 日間とした。試験期間には、機器の設置、条件調整、実証試験、機器の撤去にかかる期間を含む。実証試験スケジュールを表 4-1 に示す。

表 4-1 実証試験スケジュール

試験月日 (12 月)	11 日(火)		12 日(水)		13 日(木)		14 日(金)		15 日(土)	
	AM	PM								
試験期間										
設置・撤去										
実証試験										
検証水質分析 (第三者機関)										

実証対象機器を、環境技術開発者が平成30年12月11日に実証試験実証場所に搬入し、設置した。同時に使用する試薬、備品などを搬入し、各種機器の設定などを行い、動作確認を行った。

4. 2 実証水質項目

事前のビーカー試験では本実証試験対象水の夾雑物等の影響を強く受けずに、ほう素濃度を一定濃度まで低減できることが明らかとなっている。

従って本実証試験における処理水目標は、温泉排水中の夾雑物による影響等も考慮して、ほう素濃度半分程度とした。

水質目標を設定する位置は、最終処理排水槽におけるほう素濃度とする。

*ほう素除去率は次の式によって求める。

$$\text{ほう素除去率} (\%) = \{ 1 - (\text{処理水のほう素濃度}/\text{流入水のほう素濃度}) \} \times 100$$

(1) 試料採取

試料の採取に当たっては、以下の要領で行った。

①試料採取方法

a) 流入水

[採水場所] 温泉排水受けタンク (200L)

[採水方法] 人力による採取器具を使う方法

[試験試料採取器具] ポリ容器

[試験試料採取量] 250mL×4回= 1L／日

b) 処理水

[採水場所] 処理水沈降槽タンク(1000L)

[採水方法] 人力による採取器具を使う方法

[試験試料採取器具] ポリ容器

[試験試料採取量] 1L／日

②採取スケジュール

採取スケジュールは、流入水質及び処理水質について、日内および日間変動の調査および全試験期間にわたる総合的な処理性能の調査を実施するため、下記の通り設定した。

[試験試料採取日程] 平成30年12月12日から3日間

[採取間隔] 9時 11時 13時 15時 の計4回／日

<公定分析用試料>

流入水：1日4回のサンプリング(250mL)を行い、これをまとめて
1日の代表流入水試料(1L)とした。

処理水：処理水沈降槽タンク上水からサンプリングを行い、1日の処理水
代表処理水試料（1L）とした。

<オンサイト分析>

すべての流入水および処理水をサンプリングしFIAによりオンサイト分析
(ほう素、pH)を実施した。

③試料の保存

採取した試料は、以下の要領で保存した。

[試験における試料採取]

試料は、採取後、冷暗所に保存し分析機関に移送した。

[試料保存方法]

i) 試料採取直後

試料は、冷暗所に保存。

ii) 実証試験場所から分析機関までの移送の間

試料保存容器に充填した試料は、

採取直後の状態で分析機関まで車両により移送。

iii) 分析機関

試料保存容器に充填した試料は、分析作業が行われるまでの期間、

冷暗所にて保存。

(2) 水質分析方法および頻度

実証機器への流入水及び処理水についての分析項目は、それぞれ以下のとおりである。

① 流入水(公定分析) 頻度：1L／日×3日

- pH、ほう素、溶解性鉄、溶解性マンガン、シリカ、カルシウムイオン、塩化物イオン

② 処理水(公定分析) 頻度：1L／日×3日

- pH、ほう素、溶解性鉄、溶解性マンガン、シリカ、カルシウムイオン、塩化物イオン

③ オンサイト分析

すべてのサンプリング試料について分析(ほう素・pH)を実施した。

(3) 流量および監視スケジュール

流量については、一日当たりの源泉揚水量と水道水使用量から一日当たりの排水量を計算によって算出する。また繁忙期の水道水使用量から想定される排水量についても計算によって算出する。

(4) 水質監視項目の監視地点、監視方法と監視装置、監視スケジュール

監視地点と監視スケジュールは後述する水質実証項目と同じである。

[監視対象とする試料の採取日] 平成 30 年 12 月 12 日から 3 日間

[監視対象となる試料の採取時刻] 9 時、11 時、13 時、15 時

4. 3 監視項目

(1) 水質監視項目

実証機器への流入水及び処理水についての監視項目は、それぞれ以下のとおりである。

【流入水】

pH、ほう素、シリカ、カルシウムイオン、溶解性 Fe、溶解性 Mn、塩化物イオン

【処理水】

pH、ほう素、シリカ、カルシウムイオン、溶解性 Fe、溶解性 Mn、塩化物イオン

臭気・着色

上記項目の設定根拠を表 4-2 に示す。pH については処理対象となる温泉排水の特性より監視を行った。塩化物イオンについては共存陰イオンの影響を監視するために測定した。シリカ、カルシウムイオンについては、共存物質の影響や、スケール発生を含めた状況を監視するために測定した。

表 4-2 監視項目の設定根拠

項目	設定根拠
pH	水質基準の監視
ほう素	処理対象物質
塩化物イオン	共存陰イオンの影響監視
Ca イオン、シリカ 溶解性 Fe、溶解性 Mn	共存物質、スケール発生状況の監視
臭気・着色	周辺への影響監視

4. 4 水質分析方法

(1) 分析頻度

試験期間（3日間）で採取した試料について分析を行った。

(2) 分析方法および分析スケジュール

表 4-3 分析方法

分析項目	分析方法
pH	JIS K 0102(2016)12.1
塩化物イオン	JIS K 0102(2016)35.3
溶解性鉄	JIS K 0102(2016)57.4
溶解性 Mn	JIS K 0102(2016)56.4
シリカ	JIS K 0102(2016)
Ca イオン	JIS K 0102(2016)50.3
ほう素	JIS K 0102(2016)47.3

[分析スケジュール]

pHについては、試料採取時にその場で測定した。その他の分析項目については、平成30年12月下旬から平成31年1月中旬にかけて分析した。

(3) 校正方法及び校正スケジュール

表 4-4 校正方法および校正スケジュール

機 器	校正方法	校正スケジュール
pH メーター	標準溶液にてゼロ (pH7) スパン (pH4 または 9) 校正 計量法に係る検定・検査の実施	毎測定開始時 毎年
ICP 発光分光	測定開始時における装置備え付けの 波長校正を実施 標準溶液から混合標準溶液を調製し、 濃度と応答値の関係から検量線作成	毎測定時 定期点検
イオンクロマト グラフ	標準溶液から混合標準溶液を調製し、 濃度と応答値の関係から検量線作成	毎測定時 定期点検

(4) 検証水質分析項目及び頻度(第三者機関による)

サンプリングは実証試験3日目の14時～15時に実施した。

(5) 参考実証項目（企業による追加項目等）

i) 参考実証項目は以下のとおりとする。

- ・吸着残渣からのほう素溶出量および残渣の定性分析

試料採取及び溶出液の調整 試料採取及び溶出液の調製については、以下の要領で行った。

① 試料採取方法

沈降槽より吸着残渣約 5L を採取し乾燥。

② 採取スケジュール

平成 30 年 12 月 15 日 午前

③ 溶出試験

環境庁告示第 13 号に準じて実施。

④ 蛍光 X 線による定性分析。

⑤ 懸濁物質 (SS)。

4. 5 環境負荷実証項目

表 4-5 環境負荷実証項目

環境負荷実証項目	廃棄物の種類と発生量
	騒音 (音源 1m 値)
	臭い
	汚泥、廃棄物、においの処理等の 容易さ等の質的評価

5. 実証試験結果

5. 1 オンサイト分析による実証試験結果

オンサイト分析結果を表5-1に示す。また、処理前と処理後のはう素濃度の推移を図5-1に示す。

表5-1 オンサイト分析結果

採取時間	液温°C	pH	処理前 ほう素濃度	処理後 ほう素濃度
12/12 9時	39°C	7.14	230 mg/L	150 mg/L
11時	37°C	7.19	220 mg/L	153 mg/L
13時	37°C	7.27	213 mg/L	151 mg/L
15時	35°C	7.29	229 mg/L	154 mg/L
12/13 9時	37°C	7.20	233 mg/L	151 mg/L
11時	35°C	7.21	228 mg/L	152 mg/L
13時	36°C	7.14	230 mg/L	162 mg/L
15時	36°C	7.21	236 mg/L	157 mg/L
12/14 9時	36°C	7.17	254 mg/L	169 mg/L
11時	35°C	7.16	244 mg/L	163 mg/L
13時	36°C	7.16	244 mg/L	163 mg/L
15時	36°C	7.16	236 mg/L	166 mg/L

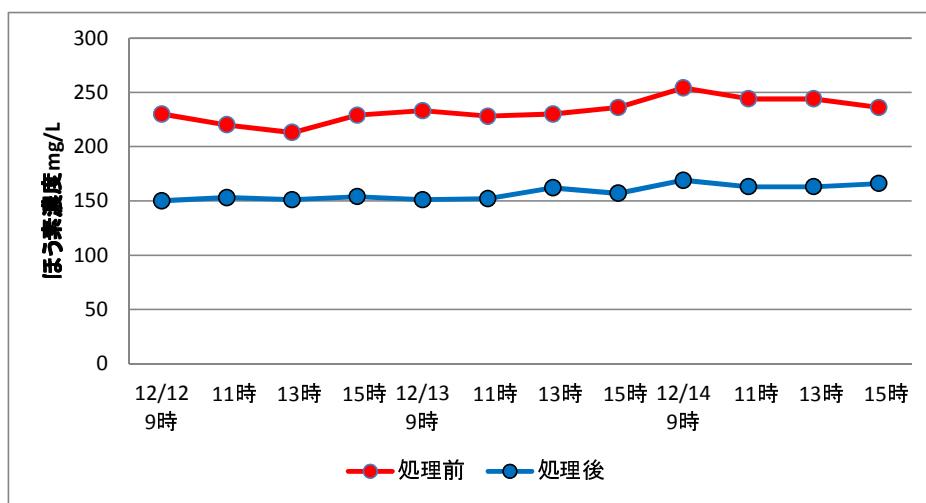


図5-1 処理前と処理後のはう素濃度の推移

実証試験期間中の排水温度は平均 36.2°C、pH は 7.2 であった。またほう素濃度の日内および日間の変動は 213~246mg/L と比較的安定していた。

オンサイト分析の結果から排水濃度はわずかに変動しているが、処理後のはう素濃度はほぼ一定であり、ほう素除去率は平均 31.7%であった。しかしながらこの結果はラボにおける予備実験結果に対して低い除去率である。この原因の一つとして、共存する懸濁物質により吸着反応あるいはヒドロキシアパタイト様結晶の生成が阻害されている可能性があると考え、12/13 日 9 時の試験で消石灰とリン酸の添加量を各 1.5 倍に増加した追加実験を実施したが除去率の向上は見られなかった。

5. 2 水質監視項目の試験結果

公定分析結果を表 5-2 に示す。

表 5-2 公定分析結果

単位 : mg/L ※塩素のみ g/L

月日	項目	B	Si	溶解性 Fe	溶解性 Mn	Ca	Cl※
12/12	流入水	232	60.5	<0.1	<0.1	787	7.5
	処理水	128	0.3	<0.1	<0.1	1368	7.4
12/13	流入水	231	60.5	<0.1	<0.1	777	7.9
	処理水	112	<0.1	<0.1	<0.1	1667	7.3
12/14	流入水	230	59.4	<0.1	<0.1	787	7.5
	処理水	122	0.2	<0.1	<0.1	1295	7.5

＜ほう素＞

流入水中のはう素濃度は 230mg/L でほぼ一定であった。また処理水中のはう素濃度は 112~128mg/L であり、平均 47.8% の除去率であった。オンサイト分析での除去率が 31.7% であったものが、一晩静置して除去率の向上が認められたことになる。

そこで試験的に 100L の排水を採取し以下の追加試験を実施した。

- ① 溶存する炭酸ガスの影響を疑い、塩酸で排水の pH を 3 以下に下げて炭酸ガスを放出させたのち消石灰を添加し、pH を 12.3 まで上昇させてリン酸を投入したが改善は見られなかった。
- ② 懸濁物は炭酸カルシウムと鉄と考えられ、リン酸がこれらの元素で消費されていることを想定し、リン酸の投入量を 2 倍としたが同様に改善は見られなかつた。
- ③ 12/14 一晩静置後の上澄み液を FIA で測定すると公定分析の結果と同様にはう素濃度が低くなっている（処理直後 : 157mg/L ⇒ 一晩静置後 : 118mg/L）FIA 装置に問題ないことを確認した。

この結論として原因は明らかではないが、この温泉水に対するほう素の除去は時間とともに進行するようであり、短時間的な処理では除去率 31.7%、長時間的な処理では除去率 47.8%となる。

図 5－2 に標準溶液によるほう素吸着量と公定分析でのほう素吸着量、オンサイト分析の吸着量を示す。標準溶液は液温 35°C の蒸留水中にほう素濃度が 10、50、100、500、1000mg/L となるように調製した。次にそれぞれの溶液に消石灰を 1wt%、(1+5) リン酸を 1vol% 添加し、吸着されたほう素量を Ca 添加量当たりのほう素吸着量容量 (B mg/Ca·g) とした。

この結果、オンサイト分析の場合、吸着量の低下が認められる。一方、一晩放置した処理水の除去率は向上 (47.8%) することも分かった。これは予備実験の結果とほぼ同様であり、一晩静置後の場合、共存元素の影響もなく、ほう素の吸着が可能であることを示している。

またこの現象に関しての最終結論は今回の実験結果のみでは分からぬが、例えばヒドロキシアパタイト様結晶生成時におけるほう酸イオン $[\text{B}(\text{OH})_4^-]$ の吸着反応に対する ORP (酸化還元電位) 依存性などが考えられる。処理時における空気バーピングなどの併用が効果的かも知れない。

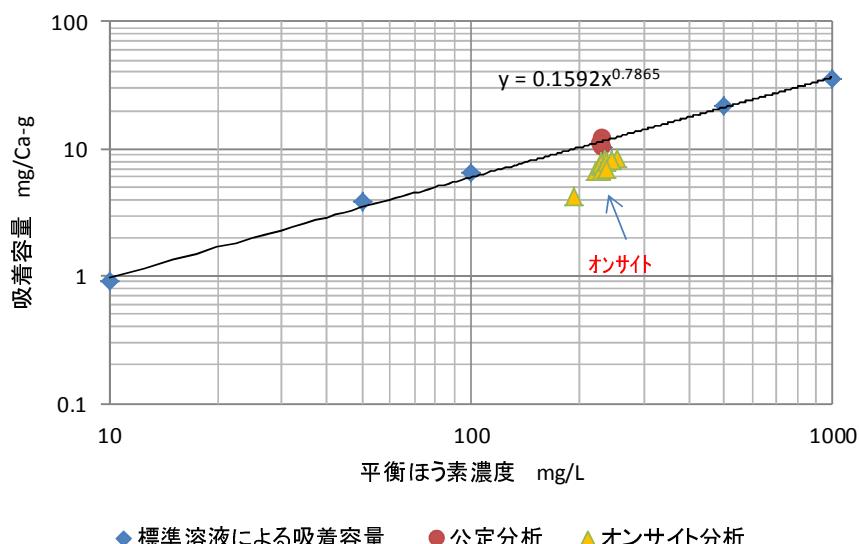


図 5－2 標準溶液と試験溶液におけるほう素吸着量の比較

<pH>

排水中の pH はほぼ一定であり、pH7.1～pH7.3 の範囲であった。

<塩素>

排水中の塩素濃度は約 0.8% であり海水より薄い濃度であった。また処理水中の塩素濃度は処理の前後でほとんど変化しなかった。

<カルシウム>

排水中のカルシウム濃度は780mg/Lほどであり通常の海水よりも高い濃度であった。また処理水中のカルシウム濃度は消石灰から溶け出したカルシウムイオンにより約1300mg/Lに増加した。

<シリコン>

排水中のシリコン濃度は約60mg/Lであった。処理水中のシリコン濃度はほぼゼロとなっていることから、消石灰表面への表面吸着と考えられる。

<溶解性鉄、溶解性マンガン>

溶解性鉄および溶解性マンガンは排水中に含まれておらず、スケール発生に寄与しない。

5. 3 参考実証試験の結果

5. 3. 1 ほう素の溶出試験

吸着残渣を5L抜き取り、ろ過、乾燥したものを環境省告示13号試験によってほう素の溶出試験を行った。結果を表5-3に示す。

表5-3 溶出試験結果 (単位 mg/L)

	12/15採取
吸着残渣	4.0

溶出試験の結果、ほう素は土壤溶出基準(1mg/L)はクリアできないが第二溶出基準(30mg/L)はクリア可能であった。

5. 3. 2 吸着残渣の蛍光X線分析結果

吸着残渣の蛍光X線による分析結果を表5-4に示す。

表5-4 残渣の蛍光X線による分析結果 単位%

Ca	P	Si	Al	Fe	S	Others
23.8	2.7	0.2	0.1	0.2	0.1	73.0

Others : Na以下軽元素の総和

5. 3. 3 懸濁物質(SS)について

追加試験として流入水中の懸濁物質(SS)を測定した結果を表5-5に示す。

懸濁物質(SS)は以下の通りであり、1m³あたり約0.5kgのスラッジ増加が見込まれる。

表5－5 流入水の懸濁物質量

懸濁物質 (SS)
512mg/L

5. 4 環境負荷実証項目

項目	結果
廃棄物の種類と発生量	・吸着残渣(含水率 60%) 72kg ・塩酸 (HCl) 8L ・オンサイト分析の廃液 0.3L
騒音 (音源 1m 値) 等価騒音レベル Laeq	稼働時 : 77dB 装置停止時 : 44dB
臭気・着色	無臭、無色
汚泥、廃棄物処理等の容易さ等の質的評価	周辺環境への影響なし

5. 5 定性的所見

項目	所見
試験期間中の消費電力量	ポンプ 3.6kW 分析装置 0.4kW 計 4.0kW
排水および処理水の水質所見	排水は茶褐色でわずかに硫黄と鉄分の臭いがした。非常に結晶性が強くわずか一日で揚水ポンプ周辺およびチューブに結晶が析出した。処理水は無色・無臭であった。
立ち上げに要する時間	原水タンクに排水をためる時間が必要。 ・所要時間は約 10 分程度 ・昇温は必要なし
運転停止に要する時間	ポンプ OFF、発電機 OFF ポンプ内の水抜き (凍結対策) 所要時間は約 30 分程度
実証対象機器の信頼性	3 日間、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	・ポンプ周辺の付着物は希塩酸溶液に浸して水で洗浄しながら使用した。 ・脱ガスによる吸着効果確認 ・リン酸添加量増による吸着効果確認 ・FIA による再現性調査

6. データの品質管理

本水質実証項目の分析においては J I S に基づいて作成した標準作業手順書遵守の他、以下に示すデータ管理・検証による精度管理を実施した。

水質実証項目	精度管理方法
ほう素	全測定試料に対し、2回測定を実施

その結果、それぞれの測定値の差は 1.0%以内であった。また濃度既知の標準溶液により正確さの確認を行った。以上の結果より、データ品質は適切に確保されていることを確認した。

7. コスト試算

温泉排水処理技術についてコスト試算を行った。

【1日当たり 100m³の処理を想定】

(1) 排水（原水）中ほう素濃度が 230mg/L の排水について、処理後のほう素濃度を 100mg/L 以下（90mg/L 程度）とする場合。

※全排水が処理対象

項目	使用量 排水 1m ³ あたり	想定単価		ランニングコスト	
		現品	低廉化品	1 日	年間
85%リン酸	2.4kg/m ³	456 円/kg	52 円/kg	12,480 円	4,555,200 円
消石灰	12.2kg/m ³	52 円/kg	10 円/kg	12,200 円	4,453,000 円
pH調整用塩酸	0.01kg/m ³	600 円/kg	70 円/kg	70 円	25,550 円
水道水	0.005m ³ /m ³	200 円/m ³	200 円/m ³	100 円	36,500 円
凝集剤等	0.005kg/m ³	700 円/kg	200 円/kg	100 円	36,500 円
汚泥発生量	36kg/m ³	15 円/kg	—	54,000 円	19,710,000 円
電力	0.3kW/ m ³	12 円/kwh	—	360 円	131,400 円
				79,330 円	28,955,450 円

(2) 排水（原水）中ほう素濃度が 230mg/L の排水について、処理後のほう素濃度を 200mg/L 以下（190mg/L 程度）とする場合。

※全排水が処理対象

項目	使用量 排水 1m ³ あたり	想定単価		ランニングコスト	
		現品	低廉化品	1 日	年間
85%リン酸	0.68kg/m ³	456 円/kg	52 円/kg	3,536 円	1,290,640 円
消石灰	3.4kg/m ³	52 円/kg	10 円/kg	3,400 円	1,241,000 円
pH調整用塩酸	0.01kg/m ³	600 円/kg	70 円/kg	70 円	25,550 円
水道水	0.005m ³ /m ³	200 円/m ³	200 円/m ³	100 円	36,500 円
凝集剤等	0.005kg/m ³	700 円/kg	200 円/kg	100 円	36,500 円
汚泥発生量	11.1kg/m ³	15 円/kg	—	16,650 円	6,077,250 円
電力	0.3kW/ m ³	12 円/kwh	—	360 円	131,400 円
				24,216 円	8,838,840 円

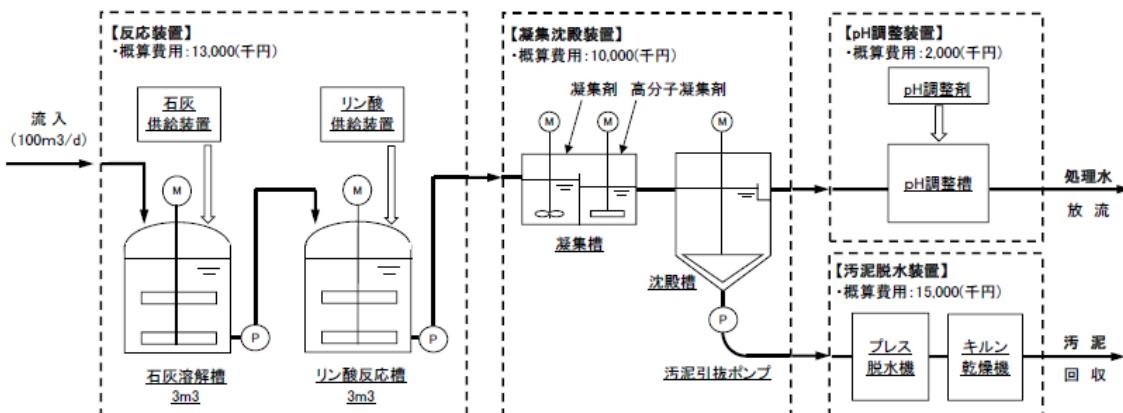
注) ランニングコストには吸着剤と廃棄物（汚泥）の処理費用含む。運搬費、人件費等は含まず。

【イニシャルコストの試算】

連続処理を前提とした設備構成とした。

装置名	仕様	概算費用
1. 反応装置	<ul style="list-style-type: none"> 石灰溶解槽 3m² リン酸反応槽 3m² 攪拌用モータ 2基 送液ポンプ 2基 石灰供給装置 1基 リン酸供給装置 1基 	13,000 千円
2. 凝集沈殿装置	<ul style="list-style-type: none"> 凝集槽 1基 沈殿槽 1基 攪拌モータ 3基 凝集剤添加装置 2基 汚泥吸引ポンプ 1基 	10,000 千円
3. 汚泥脱水装置	<ul style="list-style-type: none"> プレス脱水機 1基 キルン乾燥機 1基 	15,000 千円
4. pH調製装置	<ul style="list-style-type: none"> pH調整槽 1基 pH調整装置 1基 	2,000 千円

総費用 40,000 千円



注) イニシャルコストには基礎工事・電気工事等は含まず。

付 錄

現 場 写 真

■試験場所



■温泉水概況（ヒアリング）

自然自噴の温泉である。源泉温度が45°C程度であり脱ガス塔を介して希釀せずそのまま浴槽に供給している。源泉は最初透明だがその後、赤褐色の温泉に変化する。

①温泉揚湯量

湧出量：740L/min、取水量：不明

②温泉施設水道使用量

—

③温泉排水量

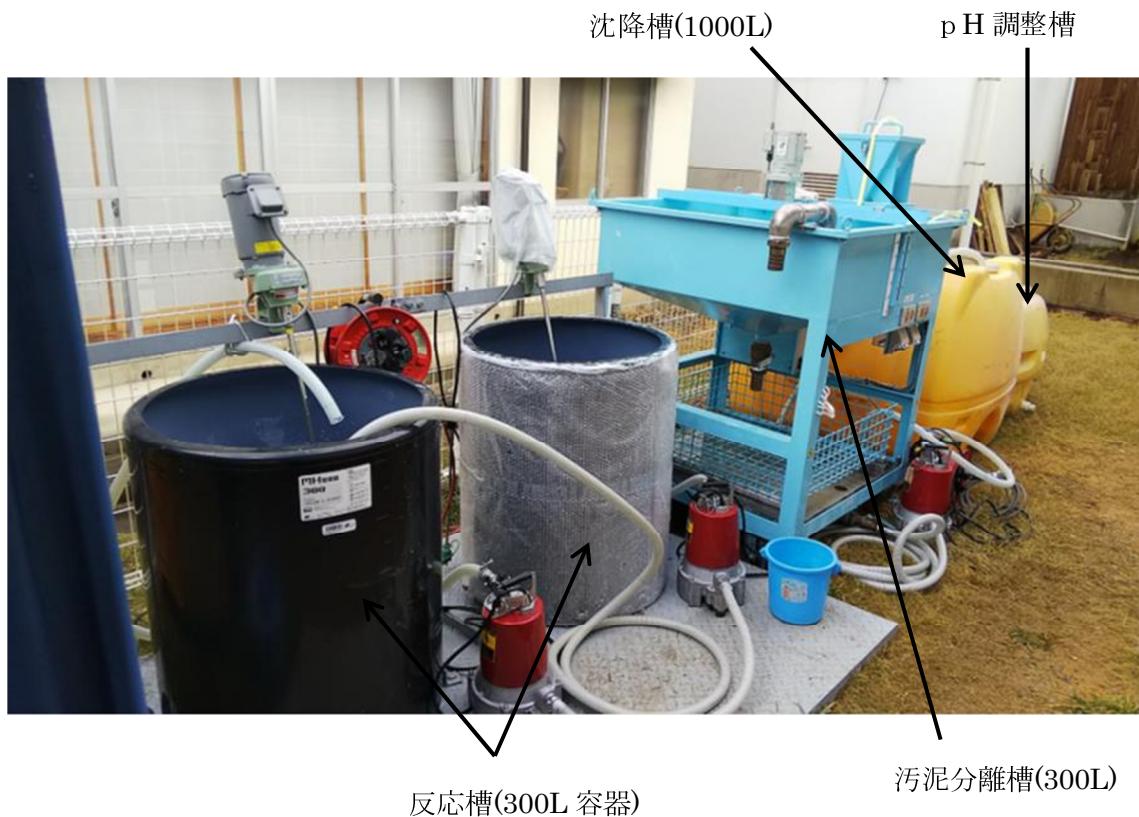
—

④温泉入り込み数（16:00まで）

—

⑤特記事項

- ・毎日浴槽清掃時間 8時～10時
- ・バルブの固着防止のため2回／日ほど開閉操作を実施



【装置設置状況】



【源 泉】



【源泉の取水配管】



【炭酸ガス抜き塔】



【排水溝】



【浴槽からのオーバーフロー】



【最終排水溝】



【公共用水路】



【河川放流】



【浴槽からの排水】



【実証試験取水位置】



【試験排水のサンプリング】



【消石灰およびリン酸添加】



【攪拌】



【サンプリング】



【ほう素のオンラインサイト分析】



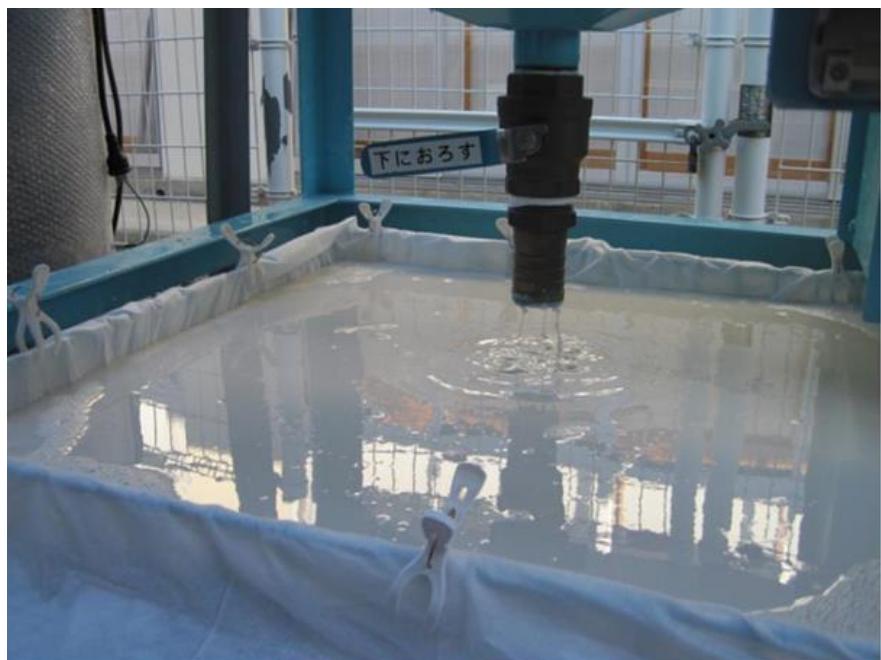
【リン酸およびpH調整用塩酸】



【園芸用消石灰】



【一晩静置（沈降処理）】



【残渣回収】



【残渣の脱水処理】



【残渣の回収】



【環境省・長野県 現地立会】



【撤収作業】

付 錄

ほう素分析計取扱い説明



ホウ素分析システム

BS-1000（前処理装置）
ABA-1000（自動ホウ素分析計）

取扱説明書

このホウ素分析システムは、前処理装置とホウ素分析計に分割されており、2基を組み合わせたシステム使用の他、目的に応じて各装置単体での使用も可能です。

＜目次＞

1.	Boron Separator (BS-1000)	- 1 -
1.1	概要	- 1 -
1.2	電源、寸法	- 1 -
1.3	フロー図及び、装置構成	- 1 -
1.4	設置方法	- 2 -
1.5	操作方法	- 3 -
1.6	各部の保守及び設定方法	- 5 -
1.6.1	送液ポンプ ペリスタポンプ（3流路）	- 5 -
2.	自動ホウ素分析計 (ABA-1000)	- 6 -
2.1	概要	- 6 -
2.2	電源、寸法	- 6 -
2.3	フロー図及び、装置構成	- 6 -
2.4	設置方法	- 7 -
2.5	操作方法	- 8 -
2.6	各部の保守及び設定方法	- 10 -
2.6.1	送液ポンプ ペリスタポンプ（3流路）	- 10 -
2.6.3	蛍光検出器 (FLD-360)	- 10 -

1. Boron Separator (BS-1000)

1.1 概要

本装置は、ホウ素を分析するための前処理装置です。サンプル中のホウ素を、特殊高分子ゲルを充填したカラムに吸着させ、ホウ素以外のマトリックス成分を除去後、溶離液によりホウ素を溶離します。ホウ素分析装置(ABA-1000)と組み合わせて使用することで、前処理から検出までの自動分析が可能です。

1.2 電源、寸法

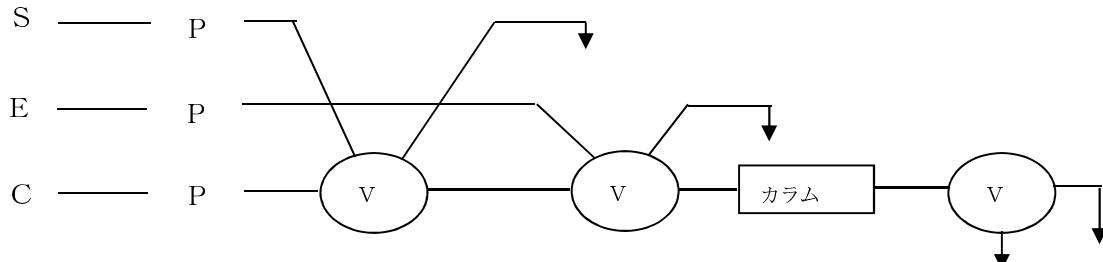
使用電源及び寸法、重量は以下の通りです。

- ・電源 AC100V 80VA
- ・寸法 200mm(W),350mm(D),200mm(H)
- ・重量 8kg

1.3 フロー図及び、装置構成

フロー図及び装置構成を以下に示します。

- ・送液ポンプ(P1) : 3連ペリスタポンプ (吐出圧力2kg/cm²) 1台
- ・6方バルブ(V1,V2) : 6方自動切り換えバルブ (低圧型) 2台
- ・3方電磁弁(V3) : 3方電磁弁 1台
- ・カラム : 充填剤……特殊高分子ゲル
サイズ……4.6mmID, 50mmL
カラム……テフロン製, PTFE Allooyed with Teflon Frits 10μm
- ・配管類 : テフロンチューブ (外径1/16インチ, 内径0.8mm 他)
オレフィン系チューブ (ファーメットチューブ)
フィッティング類を含め接液部材質は樹脂とする
- ・フロー図



S : サンプル

E : 溶離液

C : キャリア液

1.4 設置方法

本装置使用時には、以下の手順で設置を行って下さい。

- (1).水平な平面に設置します。
前面のカバーを取り外します。



- (2).電源コードを接続します。
100VAC電源を装置背面の電源部に接続します。
このとき必ず接地を行って下さい。

電源部



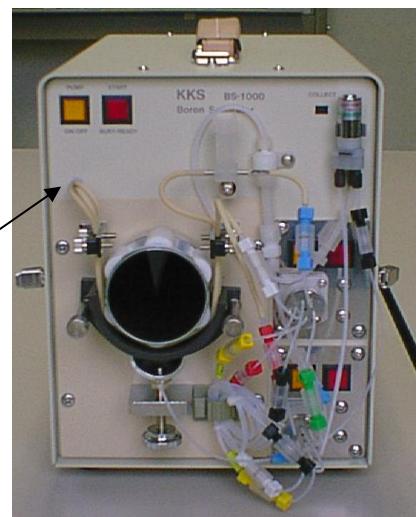
- (3).ホウ素分析計（ABA-1000）との運動は、リモートケーブルでABA-1000と接続します。

REMOTE端子



- (4).試薬ビン、廃液ビンをセットします。
ポンプ上のチューブ収納部からInletチューブと廃液チューブを取り出し、各チューブを試薬ビン及び廃液ビンの中にセットします。
このとき試薬ビンは満たされ、廃液ビンは空になっていることを確認して下さい。

チューブ収納部



1.5 操作方法

電源

本装置での前処理は、以下の手順で行います。

ホウ素分析計(ABA-1000)とリモートケーブル接続時は、本装置のSTARTボタンにより、ABA-1000も運動します。

(1). 本装置の電源を投入します。

背面の電源スイッチをONにします。

これにより、6方バルブがホーム位置であるInject側に切り替わります。



(2). STARTボタンを押します。

試料のマトリックス成分からホウ素を分離する一連の操作を自動で行うために、本装置は、以下のタイムチャートに従い、プログラムされています。

STARTボタンを押すことで、①から⑦の一連の操作を自動で行います。

	Busyランプ	P1	V1	V2	V3	タイマー
① カラムの平衡化	点灯	ON	Inject	Inject	廃液	T1
② サンプリング			Load	Load		T2
③ サンプル注入			Inject			T3
④ 溶離液注入				Inject		T4
⑤ ホウ素含有液の回収					回収	T5
⑥ 回収終了						
⑦ P1停止（レディ）	消灯	OFF			廃液	T6

- ABA-1000との運動時は、ABA-1000側において、①で送液を開始し、インジェクションバルブを⑤でLoadに、⑥でInjectに切り替えます。Injectから5分(T7)後に送液を終了します。

- 出荷時の各タイマーの設定時間は、以下の通りです。この設定時間はポンプ流速0.7ml/min(25目盛り)で運転時に合わせています。流路の変更時には、タイマーの設定を調整して下さい。タイマーの設定は、装置内の基板上で行います。

T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
1分	1分	3分	23秒	2分	1分	5分
1分	2分	4分	28秒	2分	1分	5分

- サンプリングラインの試料溶液による共洗いを十分に行うために、③のサンプル注入工程が終了後すみやかに、次の試料にSのインレットチューブを挿入しておくことをおすすめします。

(3). ③のサンプル注入工程終了後、次試料に置き換えてサンプリングラインを共洗いしておき、BUSYランプが消えてレディ状態になったら、次試料の前処理のためにSTARTボタンを押し、前処理操作を繰り返します。

(4). 終了操作を行います。

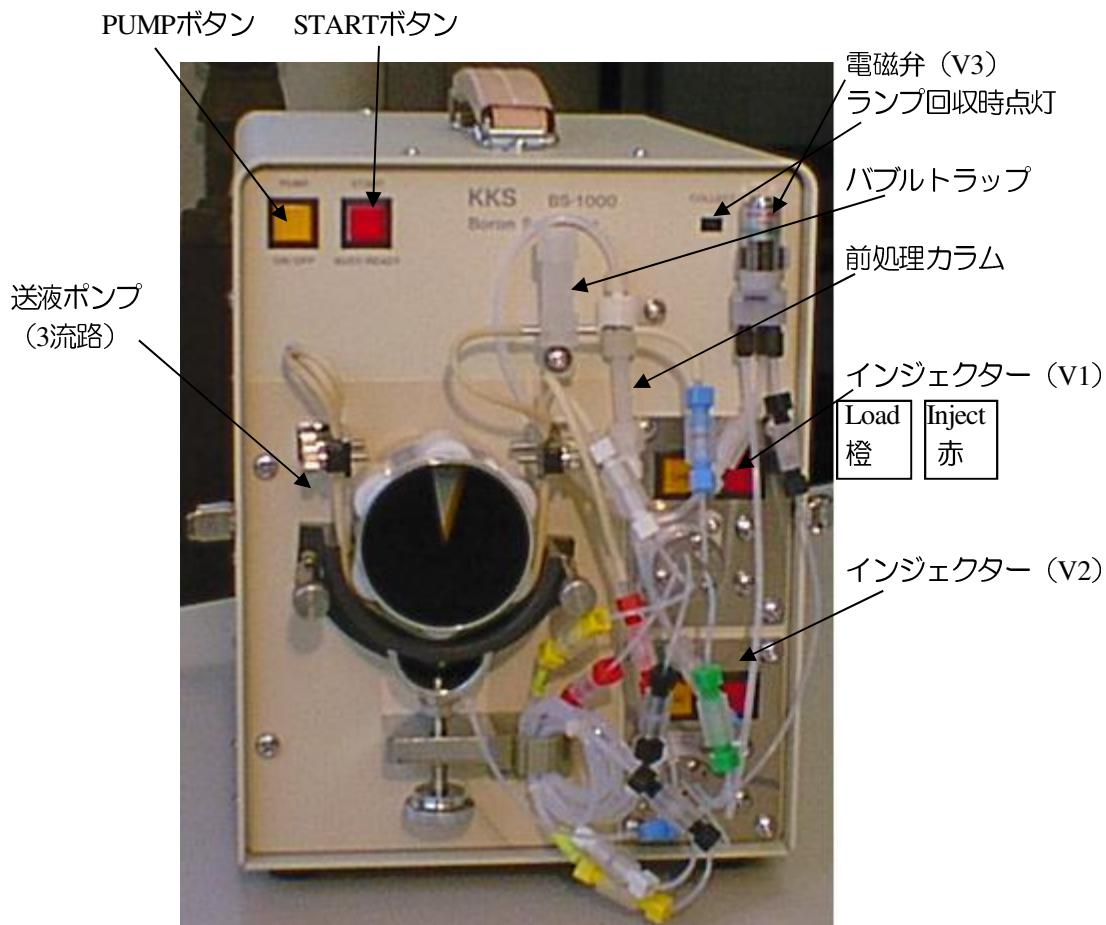
分析終了後、各Inletチューブを水のボトルに浸し、約10分間の送液をしてラインを水で置換します。(配管中に試薬液が残ると、種々のトラブルの原因になります。

<ポンプのみを運転したいとき>

- PUMP(ON/OFF)ボタンを押しすと、ポンプの運転を開始し、PUMPボタンが点灯します。
(再度PUMPボタンを押すと、ポンプの運転を停止し、ランプも消えます。)
- PUMPボタンによる送液ポンプの駆動切換は、BUSY中も有効です。
- STARTボタンによるプログラムの実行前に、PUMPボタンにより送液を開始していても、STARTボタンで、送液を続けたままプログラムを開始します。

<6方バルブを任意に切り換えたいとき>

- 6方バルブ部のLoadボタンを押しと、バルブがLoad側に切り換わります。
- バルブ切換ボタンはBUSY中も有効ですが、動作が混乱しますのでBUSY中は使用しないことをお勧めします。
- STARTボタンによるプログラムの実行前に、ボタンによりバルブ切換を行っていても、STARTボタンで初期状態に戻ります。



1.6 各部の保守及び設定方法

1.6.1 送液ポンプ ペリスタポンプ（3流路）

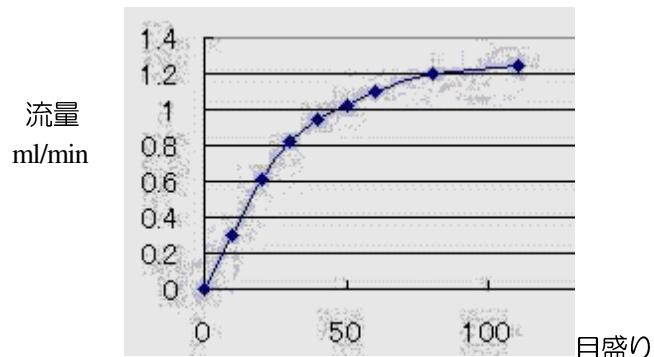
(1).チューブの劣化により送液量が低下してきた際には、ポンプ部のファーメドチューブを新品と交換して下さい。この際必ず3流路一緒に交換して下さい。以下に交換方法を示します。

＜交換方法＞

- ・流路を水置換した状態でファーメドチューブに接続の配管をはずします。
- ・チューブを締め付けているねじ（ストッパーねじ2個と締め付けねじ1個）をゆるめ、さらにチューブ押さえの固定ねじをゆるめ、ファーメドチューブをはずします。
- ・新しいファーメドチューブから、使用していた各チューブの長さに合わせて、3本のチューブを切り出し、ポンプヘッドに取り付けます。
- ・チューブに接続の配管を取り付けた後、チューブを張った状態でチューブ押さえを固で締め付け状態が動かないようにストッパーねじを締めます。
- ・送液をしばらく行い、チューブがたるんできたら、チューブ押さえの固定ねじをゆるめてチューブを引っ張り、チューブが張った状態にします。

(2).このポンプの流量は、装置内部にあるボリュームで設定しています。ボリューム目盛りに対応したポンプ流量を以下に示します。

出荷時の設定は、目盛り25（約0.7ml/min）です。



2. 自動ホウ素分析計 (ABA-1000)

2.1 概要

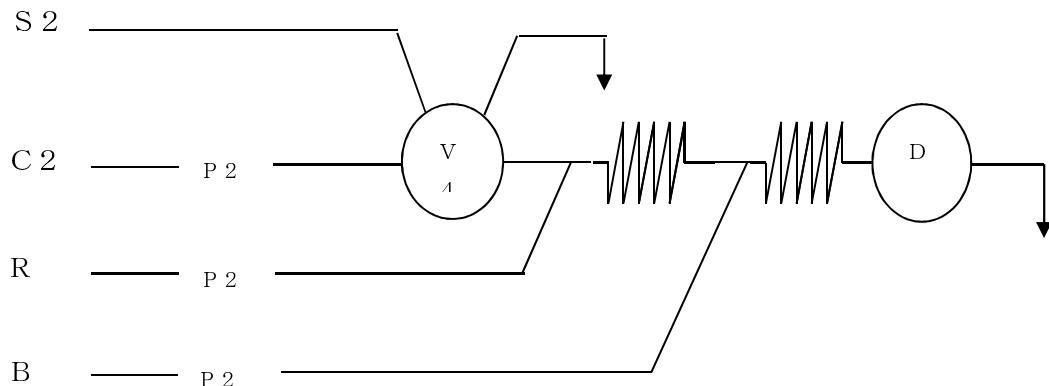
本装置は、蛍光検出器を用いたホウ素の自動分析計です。サンプル中のホウ素を、反応試薬であるクロモトローブ酸と反応させ、生成する蛍光物質を、蛍光検出器により検出します。本分析計単体での測定の他、専用の前処理装置（BS-1000）との連動動作が可能です。

2.2 電源、寸法

- ・電源 AC100V 80VA
- ・寸法 200mm(W),350mm(D),250mm(H)
- ・重量 10kg

2.3 フロー図及び、装置構成

- ・送液ポンプ(P2) : 3連ペリスタポンプ (吐出圧力2kg/cm²) 1台
- ・6方バルブ(V4) : 6方自動切り替えバルブ (低圧型) 1台
- ・検出器(D) : 蛍光検出器 (励起光λ=313nm, 検出蛍光λ=360nm)
セル容量90μl, アナログ出力
- ・配管類 : テフロンチューブ (外径1/16インチ, 内径0.8mm)
シリコンチューブまたはオレフィン系チューブ
フィッティング類を含め接液部材質は樹脂とする
- ・フロー図 (以下に示す)



S 2 : サンプル (前処理装置からのINLINE注入、またはマニュアル注入)

C 2 : キャリア液 (サンプルとマトリックスを合わせた溶液)

R : 反応試薬

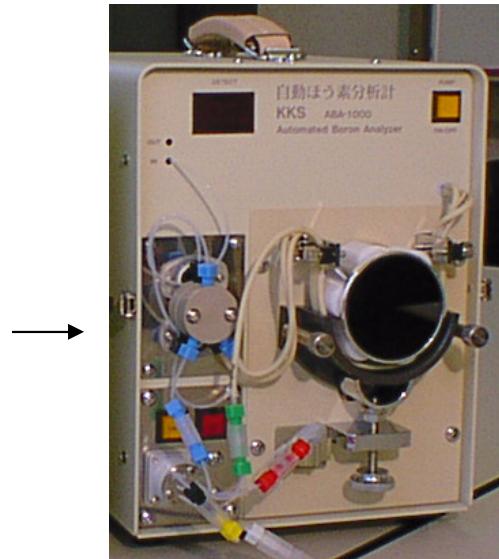
B : pH調整用アルカリ液

2.4 設置方法

本装置使用時には、以下の手順で設置を行って下さい。

(1).水平な平面に設置します。

前面のカバーを取り外します。



(2).電源コードを接続します。

100VAC電源を装置背面の電源部に接続します。

このとき必ず接地を行って下さい。

電源部



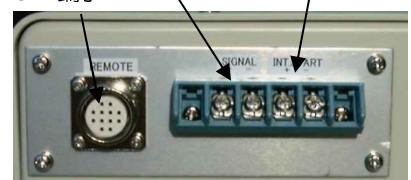
(3).記録計または、データ処理装置を接続します。

分析のためには、検出器からの出力をデータ処理機等で読みとる必要が

あります。装置背面のシグナル端子に、データ処理機等のデータ取り込みラインを接続します。

装置背面のINT.START端子は、サンプルをInjectするタイミングで、データ処理機を自動でスタートするための端子です。データ処理機のInject信号ラインを接続して下さい。

シグナル端子 INT.START端子
REMOTE端子



(4).リモートケーブルを接続します。 (BS-1000と連動時のみ)

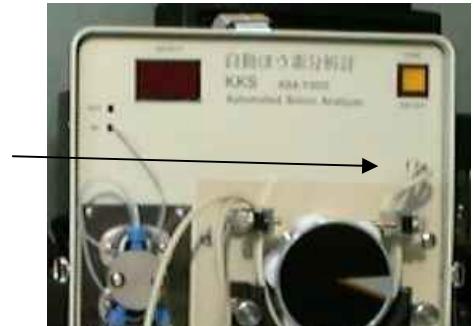
BS-1000との連動で使用するときは、REMOTE端子にBS-1000からのリモートケーブルを接続します。

(5).試薬ビン、廃液ビンをセットします。

ポンプ上のチューブ収納部からInletチューブと廃液チューブを取り出し、各チューブを試薬ビン及び廃液ビンの中にセットします。

このとき試薬ビンは満たされ、廃液ビンは空になっていることを確認して下さい。

チューブ収納部



2.5 操作方法

<ABA-1000の単独使用時> 本分析計単体での測定は、以下の手順で行います。

(1).本装置の電源を投入します。

背面の電源スイッチをONにします。

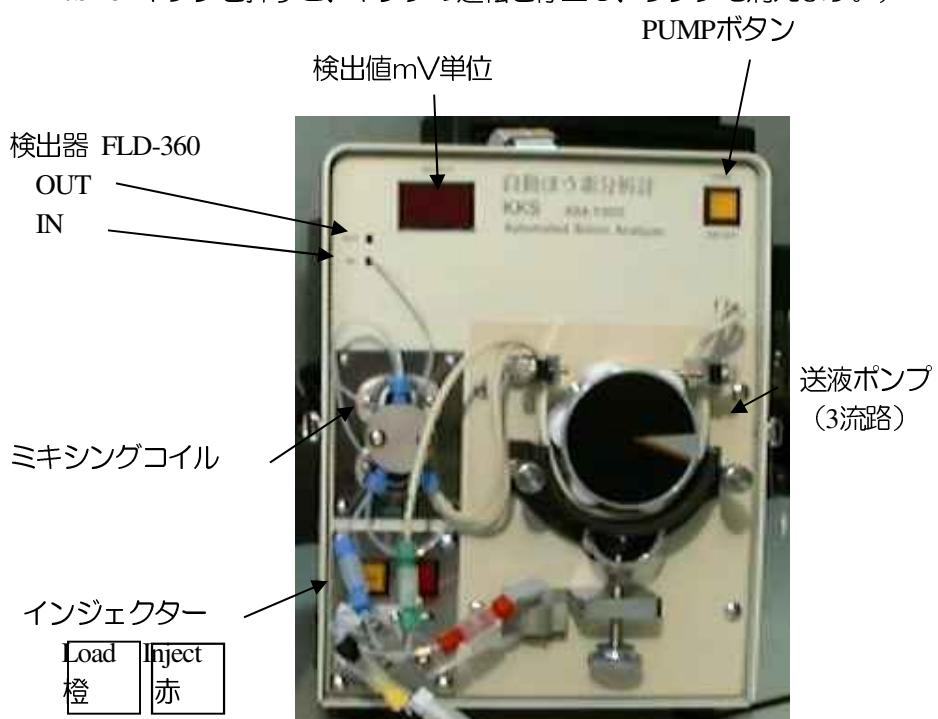
この操作により、以下の動作が実行されます。

- ・蛍光検出器の電源が投入され光源ランプが点灯し、検出値をmV単位で前面に表示します。
- ・6方バルブがホーム位置であるInject側に切り替わります。

(2).ポンプのSTART/STOPボタンを押します。

ポンプの運転を開始し、START/STOPボタンが点灯します。

(再度START/STOPボタンを押すと、ポンプの運転を停止し、ランプも消えます。)



(3).安定後、以下の手順で分析を開始します。

ラインが置換するために、ポンプの運転を開始してから約10分を要します。

ラインが十分に置換されてから、サンプルごとに以下の測定操作を行います。

- ・インジェクションバルブのLoadボタンを押します。
- ・インジェクションバルブにサンプルを注入します。
- ・インジェクションバルブのInjボタンを押します。 ……測定の開始信号を出力します。
- ・分析時間終了後、次サンプルの測定操作へ

(4).終了操作を行います。

分析終了後、各Inletチューブを水のボトルに浸し、約10分間送液してラインを水で置換します。（検出器フローセルや配管中に試薬が残ると、種々のトラブルの原因になります。）水置換後、PUMPボタンを押し送液を終了し、背面の電源スイッチをOFFにします。

<BS-1000との連動時> 本分析計単体での測定は、以下の手順で行います。

BS-1000との連動時は、BS-1000の電磁弁(V3)からの回収ラインを、本装置のインジェクションバルブ(V4)に接続します。これにより前処理装置での回収溶液を自動で本装置に注入できます。

- (1).本装置の電源を投入します。
- (2).BS-1000においてSTARTボタンを押すと、本装置での送液開始、サンプリングとインジェクション動作、さらにピーク検出後の送液の停止を、自動で行います。
回収溶液のインジェクションから約5分(T7)後に、送液ポンプは停止します。
- (3).測定後、終了操作を行います。

2.6 各部の保守及び設定方法

2.6.1 送液ポンプ ペリスタポンプ（3流路）

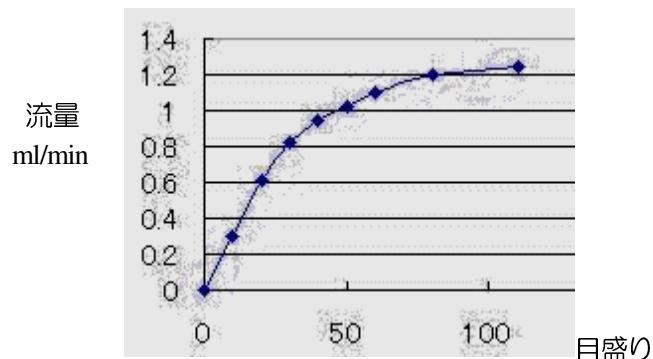
(1).チューブの劣化により送液量が低下してきた際には、ポンプ部のファーメドチューブを新品と交換して下さい。この際必ず3流路一緒に交換して下さい。以下に交換方法を示します。

＜交換方法＞

- ・流路を水置換した状態でファーメドチューブに接続の配管をはずします。
- ・チューブを締め付けているねじ（ストッパーねじ2個と締め付けねじ1個）をゆるめ、さらにチューブ押さえの固定ねじをゆるめ、ファーメドチューブをはずします。
- ・新しいファーメドチューブから、使用していた各チューブの長さに合わせて、3本のチューブを切り出し、ポンプヘッドに取り付けます。
- ・チューブに接続の配管を取り付けた後、チューブを張った状態でチューブ押さえを固定し、ポンプを運転しながら締め付けねじを締めていき、送液が確実になったポイントで締め付け状態が動かないようストッパーねじを締めます。
- ・送液をしばらく行い、チューブがたるんできたら、チューブ押さえの固定ねじをゆるめてチューブを引っ張り、チューブが張った状態にします。

(2).このポンプの流量は、装置内部にあるボリュームで設定しています。ボリューム目盛りに対応したポンプ流量を以下に示します。

出荷時の設定は、目盛り25（約0.7ml/min）です。



2.6.3 蛍光検出器（FLD-360）

本検出器の光源は、通常の使用下では5000時間の寿命が見込まれています。光源ランプの交換または異常時には弊社にお問い合わせ下さい。

流路の汚れに関しては、ポンプによる洗浄液等の送液で、洗浄を行って下さい。洗浄後水を流した状態でブランク値が高い等の異常時には、弊社にお問い合わせ下さい。