

超音波複合光触媒水質浄化装置／アクアビーム®

# AQUA BEAM®

水質浄化の大革新！

～光触媒／紫外線／超音波～

を複合して、高性能を実現

**yield**

有限会社 イールド

## はじめに

酸化チタン光触媒を用いた環境浄化への取り組みは、衛生志向の高まりや新型コロナウイルスの猛威などにより益々活発になっています。光触媒は、オゾンや塩素などより酸化ポテンシャルが高く、ほとんどの有害物質を分解することから抗菌や大気浄化、水質浄化などあらゆる分野で展開されています。弊社でも様々な用途で実績を持っています。

弊社では特に水質浄化分野で実績を重ねて参りました。”水”に関するビジネスは世界規模で飲料水から廃水・下水処理や海水淡水化など広がりを見せています。

今回、光触媒業界で初めて光触媒と超音波を組み合わせ水質浄化性能を大きく向上させた超音波複合光触媒水質浄化装置「アクアビーム®」を開発しました。

## ～ 目 次 ～

	頁
はじめに／目次	
1、アクアビームの特長	3
2、アクアビームの仕組み	4
3、処理能力とバリエーション	5
4、評価試験 1	6
5、評価試験 2	7
6、評価試験 3	8
7、用途	9
8、ラインナップ	10
9、設置方法	11

## 酸化チタン光触媒「チタニスター®」だからこそ実現した超音波とのコラボレーション！

従来は「チタニスター®」に紫外線を照射し、液中の有害物質を酸化分解して水質浄化を図る一般的な処理方法でした。今回開発した「アクアビーム®」は業界初である超音波技術の導入を試み、チタニスター表面に紫外線と超音波を同時に照射するというものです。これにより、飛躍的に浄化性能が向上しました。これは超音波により水中で発生するキャビテーションエネルギーや、キャビテーションバブル崩壊時に発生するエネルギーに起因するものと考えられています。このような強力な超音波エネルギーに耐えうる皮膜強度を持つ、比類なき光触媒材料チタニスターだからこそ実現した、全く新しい高性能水質浄化装置なのです。

## 酸化チタン光触媒「チタニスター®」とは？

純チタン金属を基材として、表面酸化処理のみにより光触媒皮膜を形成しています。一般のコーティングタイプの光触媒のように光触媒粉末やバインダーなどは一切使用していません。

### <チタニスター皮膜の特長>

- ・皮膜はTiO<sub>2</sub>だけで構成されており、不純物を含みません
- ・皮膜は基材となる純チタンから境界面なく生成しているため、密着性が格段に高く耐久性に優れます
- ・高い光触媒性能と高い安定性を持ちます
- ・皮膜再生処理が可能であり経済的です
- ・軽量・強靱・非磁性のチタン金属特性を併せ持ちます
- ・光の干渉作用によるカラバリエーション(白・黒・赤以外の基本有彩色が発色)による意匠性を発揮します
- ・純チタン素材の種類は豊富であり、これらを様々な形状へ成型加工することが可能です  
～板、線、筒、網、不織布、多孔質など
- ・チタニスターシリーズによって幅広い用途に展開が可能です

### <チタニスターシリーズ>

- ・チタニスター MI-O … 意匠性重視タイプ
- ・チタニスター MI-W … 抗菌や消臭などの気相反応系タイプ
- ・チタニスター MI-C … 抗菌や水質浄化などの液相反応系タイプ

## 水質浄化分野でもリードする「チタニスター®」

一般の光触媒皮膜はコーティング皮膜であるため、バインダーなどの成分が不純物因子となる性能低下や皮膜自体剥がれやすいといった要因をかかえています。これらのことから、水質浄化分野への適応性が疑問視されています。チタン金属そのものが光触媒となったチタニスターは、その高活性・高耐久性ゆえに、抗菌用途や、ガスから水まで多岐にわたる光触媒用途で実績を持っています。水浄化分野においてもいち早く実用化が進み、数多くの実績があります。

### [ 工業所有権 ]

#### チタニスター®

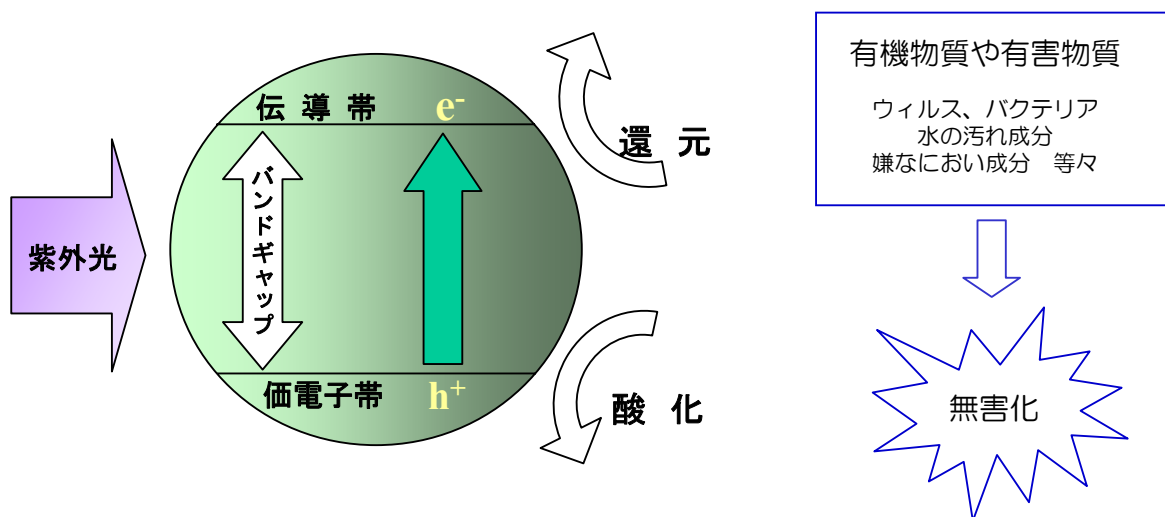
「光触媒材料の製造方法」	日本国特許登録	第3370290号
	米国特許登録	第6344127号
「Titanystar」	商標登録	第4440358号

#### アクアビーム®

「超音波複合光触媒水質浄化装置」	国際特許出願中	PCT/2007/JP59919
「AQUABEAM」	商標登録	第5196999号

## 光触媒の原理

二酸化チタン光触媒の表面に紫外線が照射されることにより、触媒表面に発生した活性酸素種が有機物と接触して有機物や有害物質を分解して無害化します。



## 「アクアビーム®」の仕組み

光触媒による水質浄化方法は紫外線を照射することで行われています。イールドのアクアビームは、『超音波技術』を複合的に組み合わせることによって、飛躍的に水質浄化性能を向上させました。

光触媒による気体中の分解反応に比べて液体中での分解反応は光触媒表面の物質の移動に時間が掛かるため効率は低下します。つまり、一定の浄化性能は得られるが処理時間が掛かるということです。そこに超音波技術を組み合わせることによって、大幅な性能向上を実現することができたのです。

超音波は水中で非常に高いエネルギーを発揮することから半導体ウエハーの洗浄や魚群探知器などに使用されています。

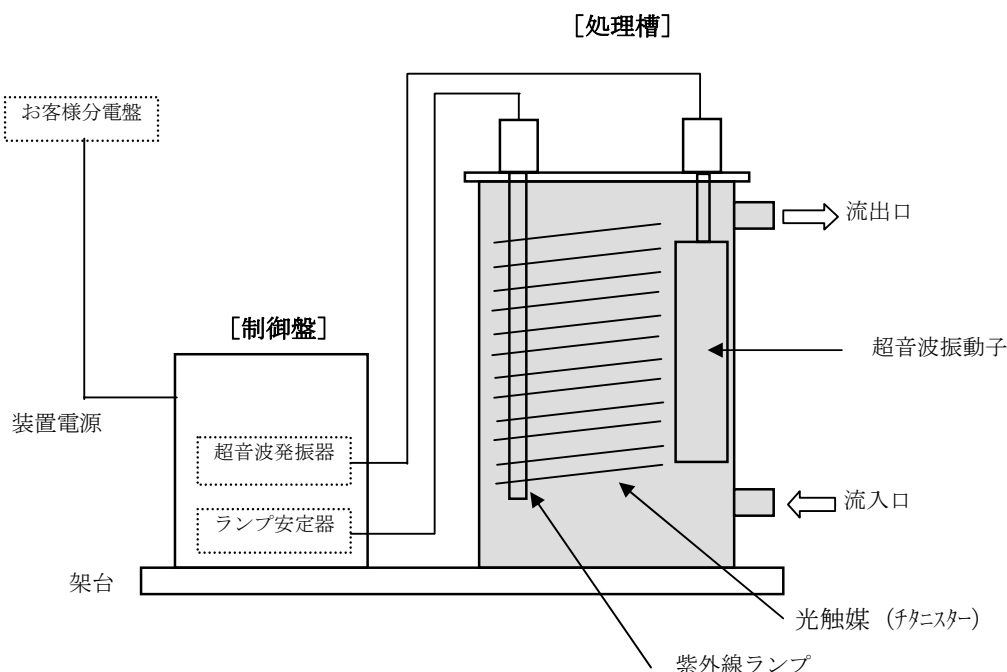
水溶液中で超音波を照射するとキャビテーションが発生して肉眼では見えないマイクロナノバブルが発生します。

このマイクロナノバブルが圧壊するときに、マイクロジェットストリームが発生して局所高温場が形成され、約5000～6000Kという強力なエネルギーが放出されると言われています。

金沢大学などでは超音波と光触媒反応の関係を検討され、光触媒表面に超音波を照射すると紫外線を当てたときと同じように光触媒反応が起こることが実証されています。また、別の医科大学では癌細胞に光触媒を入れて体外から超音波をあてると有効的に作用し、癌細胞が減少するとの報告もされています。

このように超音波を照射すると光触媒反応が起こることが知られるようになってきました。

光触媒市場や超音波のソノケミストリー業界で、光触媒と超音波を合わせた水質浄化装置はイールドのアクアビームだけです。



## 「アクアビーム®」の処理能力

### 作用

有機物の酸化分解(有機物である細菌や汚染物質を死滅分解します)

### 分解対象

細菌類 : 一般細菌(大腸菌等)、レジオネラ菌、カビなど  
 有害物質 : 農林水産業の処理水に含まれる各種有機物  
 その他有機物質 :

### 分解力

対象とする水質やその量、装置の運転状況、設置環境などの様々な要因により分解力は変動します。弊社が保有する各種評価データを参考にし、最適な運転パターンを設定を行います。本装置は運転タイマーを内蔵しており、処理水の発生状況に応じて紫外線と超音波の照射量を適切にコントロールします。

## 「アクアビーム®」のシリーズ

アクアビームが処理対象とする水には様々なものがあり、処理容量や水の性質などもそれぞれに異なります。用途や目的に応じて、次の品ぞろえをしています。

- ・コンパクト型 . . . アクアビーム AB-C型
- ・小型 . . . アクアビーム AB-S型
- ・中型 . . . アクアビーム AB-M型
- ・大型 . . . 複数台を直列や並列に接続して、大規模システムを構築します

## 各種水質浄化法との比較

処理技術	効果性	処理水への影響	適応能力	環境適性	維持管理	設備費	運転費	備考
アクアビーム	◎	◎	◎	◎	○	○	○	・超音波とチタニスターによる高い浄化性能 ・チタニスターによる高活性、高耐久性 ・チタニスター、超音波、紫外線による最適な運転が可能
光触媒法	○	○	○	○	○	○	○	・処理時間がかかる ・高濃度汚濁水には適しにくい ・光触媒皮膜が剥がれやすい
オゾン殺菌法	◎	△	◎	△	△	△	△	・設備コスト、ランニングコストが高く、コントロールが難しい ・オゾンガスにより人体に有害な場合がある
塩素注入法	○	△	◎	△	△	◎	○	・耐性菌が発生し長期間の効果が発揮できない ・薬剤の残留性により、製品や設備への影響がある
活性炭吸着法	△	○	○	△	◎	△	△	・殺菌はしないので活性炭内部で増殖する場合がある ・活性炭交換時期管理、交換作業工数がかかる
紫外線照射法	○	◎	○	△	○	○	○	・着色水に対して著しく効果が出にくい ・処理水の成分によって化学変化を起こしやすい
各種フィルター法	○	◎	○	○	△	○	△	・殺菌はしないのでフィルター部分で増殖する場合がある ・フィルター交換等のランニングコストが高い

### メチレンブルー水溶液の退色試験

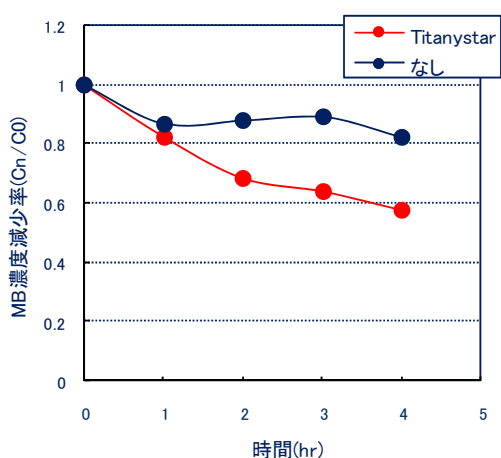
ふたつきガラス瓶(φ40×100mm)の中にメチレンブルー水溶液(10ppm)100mlおよびチタニスターMI-X(15×50mm)を封入してサンプルとし、もう一方にはメチレンブルー水溶液(10ppm)100mlのみを入れたものをブランクとした。

一定の水を張った超音波洗浄器浴槽中にサンプルおよびブランクを入れた後、紫外線照射(ブラックライト1mW/cm<sup>2</sup>)して1時間毎のメチレンブルー水溶液濃度を分光光度計にて測定した。

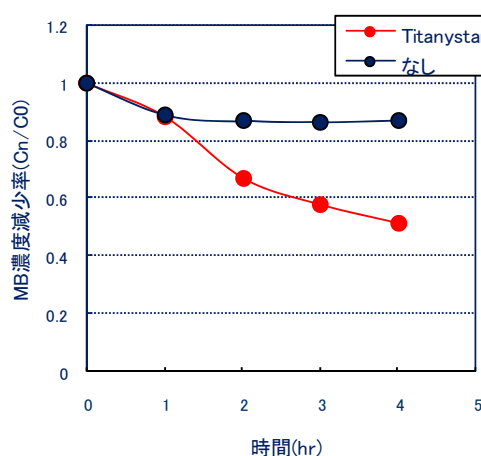
つぎに上記条件下で紫外線は照射せず、超音波を照射して、1時間ごとの濃度を分光光度計で測定した。

上記サンプルおよびブランクに対して、超音波および紫外線を上記条件のもと同時に照射して、1時間ごとの濃度を分光光度計にて測定した。尚、この試験は京都府中小企業技術センターにおいて実施した。

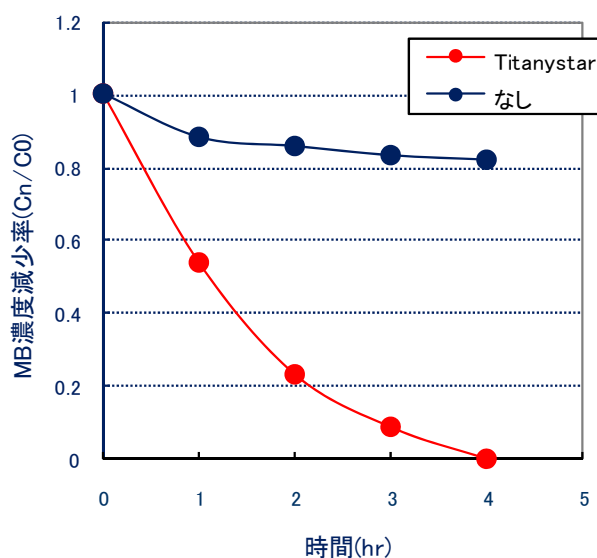
光触媒+紫外線



光触媒+超音波



光触媒+紫外線+超音波



## 大腸菌による抗菌試験

ふたつきガラス瓶(φ40×100mm)にチタニスターMI-X(15×50mm)と菌液10mlを封入してサンプルとし、もう一方には菌液10mlのみを入れたものをブランクとした。超音波洗浄器浴槽中にサンプルおよびブランクを入れた後、超音波および紫外線を同時に照射した。一定時間後、菌液中の生菌数を測定した(表1)。

つぎに上記条件下で超音波は照射せず、紫外線のみを照射して一定時間後の菌液中の生菌数を測定した(表2)。また、上記条件下で紫外線は照射せず超音波のみを照射し、一定時間後の菌液中の生菌数を測定した(表3)。この試験は(社)京都微生物研究所で実施した。

表1 光触媒、紫外線、超音波の組合わせ

菌名	試料名	菌数		減菌率(%)
		初期	3時間後	
大腸菌 E. coli	チタニスター MI-X ブランク	8.0×10 <sup>5</sup> 8.0×10 <sup>5</sup>	<100 7.6×10 <sup>5</sup>	99.99%以上

表2 光触媒、紫外線の組合わせ

菌名	試料名	菌数		減菌率(%)
		初期	3時間後	
大腸菌 E. coli	チタニスター MI-X ブランク	3.1×10 <sup>5</sup> 3.1×10 <sup>5</sup>	7.8×10 <sup>4</sup> 2.5×10 <sup>5</sup>	

表3 光触媒、超音波の組合わせ

菌名	試料名	菌数		減菌率(%)
		初期	3時間後	
大腸菌 E. coli	チタニスター MI-X ブランク	2.6×10 <sup>5</sup> 2.6×10 <sup>5</sup>	2.9×10 <sup>4</sup> 2.4×10 <sup>5</sup>	

\* <100検出せず CFU/Sample

## 畜産廃液の退色試験

畜産廃液100mlとチタニスターMI-X(15×100mm)をふたつきガラス瓶に封入しサンプルとして、紫外線(ブラックライト1mW/cm<sup>2</sup>)および超音波を同時に照射した。

着色成分の退色度は分光光度計を用いて吸光度測定した。畜産廃液は京都府畜産技術センター提供の活性汚泥処理法によって一次処理された畜産廃液を使用して京都府中小企業技術センターにおいて実施した。

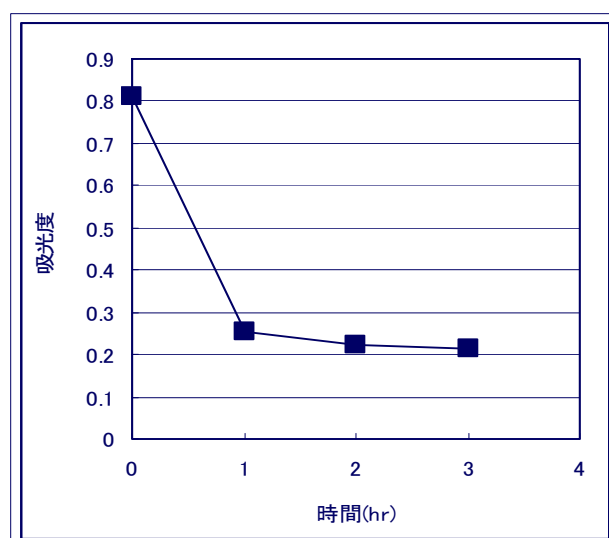


図 畜産廃液の退色テスト

## 工場廃水の抗菌試験

アクアビーム小型機(内容量:30L、AB-S型)による工場排水中の一般細菌実機試験を実施した。水量80L、初期菌数37,000(個/ml)の一般細菌に対して、10分ごとにその菌数を測定した。

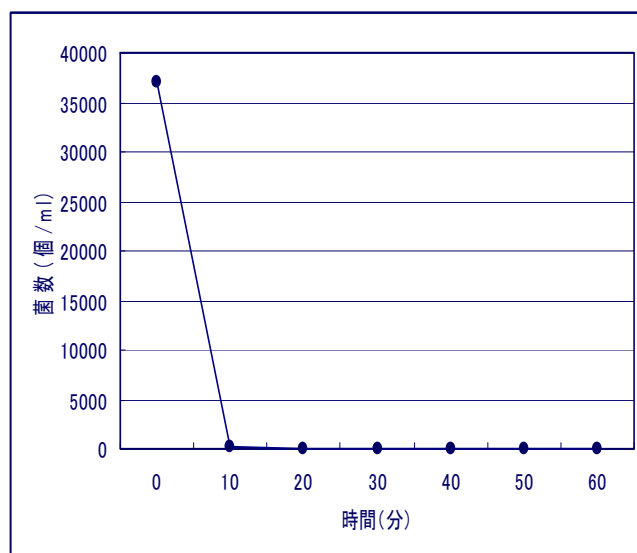


図 アクアビーム小型機による抗菌試験

## メッキ工場の洗浄水抗菌試験

アクアビーム小型機(型式:AB-S、タンク内容量:30L)を使用し、メッキ工場での洗浄水の抗菌試験を実施した。純水貯水槽の容量は3m<sup>3</sup>、使用量は20m<sup>3</sup>/日。アクアビームの処理量は38L/minで稼働させた。

表 メッキ用洗浄水抗菌試験結果

	菌名			
	一般細菌 (cfu/ml)		かび菌 (個/ml)	
①	900 → 1	平均 1267 → 1	13 → 0	平均 9 → 0
②	1500 → 1		7 → 0	
③	1400 → 1		7 → 0	

### < アクアビームの性能評価要約 >

- ①チタニスターへ超音波を単独で照射した場合でも、紫外線照射した場合と同等の分解性を示す。
- ②チタニスターに紫外線と超音波を同時に照射することで飛躍的に酸化分解力が向上する。
- ③ブランクから、超音波・紫外線ともにチタニスターが分解性に大きく関係している。

光触媒と紫外線を組合わせた従来の光触媒水質浄化方法と比較して、光触媒表面へ紫外線と超音波を同時に照射することで浄化性能が飛躍的に向上することが証明されました。

これまで超音波キャビテーションエネルギーは非常に強く、コーティングタイプの光触媒材料では照射直後に安易に皮膜崩壊するため実用化できませんでした。

純チタンの表面酸化処理だけで光触媒皮膜を生成させるチタニスターと紫外線による水質浄化用途へ超音波技術を複合させた水質浄化装置アクアビームは、超音波照射下でも皮膜損傷が少なく光触媒性能を維持できるチタニスターと唯一、組合わせることのできる高性能水質浄化装置であり、幅広い水質浄化用途への展開が図れます。



### アクアビームの用途

循環式温浴施設	温泉・公衆浴場    スーパー銭湯    ホテル・旅館    リゾート施設
プール	私営・公営プール    学校プール    スイミングスクール    スポーツジム
飲料水	ビル・マンション用給水槽    簡易水道
産業廃水処理	工場廃水処理    冷却用水浄化
農業用水処理	畜産廃水
水産業用水処理	養殖場、水族館、鮮魚洗浄用海水の殺菌・浄化
その他	食品製造用水・産業用水    医療用水    災害時用地下貯水槽

## アクアビームのラインナップ

サイズ	単位	コンパクト型	小型	中型
モデル名		AB-C型	AB-S型	AB-M型
処理能力	m <sup>3</sup> /hr	~5	~10	~20
処理槽形状		円筒型	角筒型	円筒型
処理槽外形	mm	φ 260 × H729	W250 × D350 × H645	W720 × D720 × H872
処理槽内容量	L	17	30	180
配管呼び径	A	25	40	50
処理槽耐圧	MPa	0.2	0.2	0.3
紫外線ランプ出力	W	50	50	50 × 5
超音波出力	W	600	400	1200
制御盤形状		自立型、前面片扉	自立型、前面片扉	自立型、前面片扉
制御盤外形	mm	W440 × H530 × D600	W440 × H530 × D600	W440 × H500 × D675
所要電源	AC100V	100W	100W	500W
	単相AC200V	1200W	700W	2400W

## 〔 外形 〕

コンパクト型処理槽



小型処理槽



中型処理槽



コンパクト型制御盤



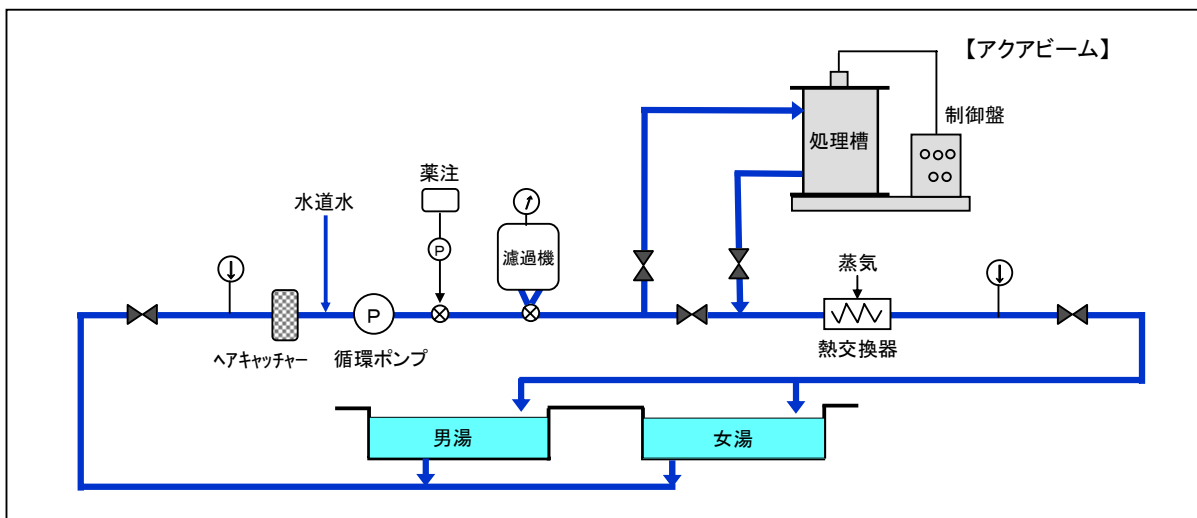
小型制御盤



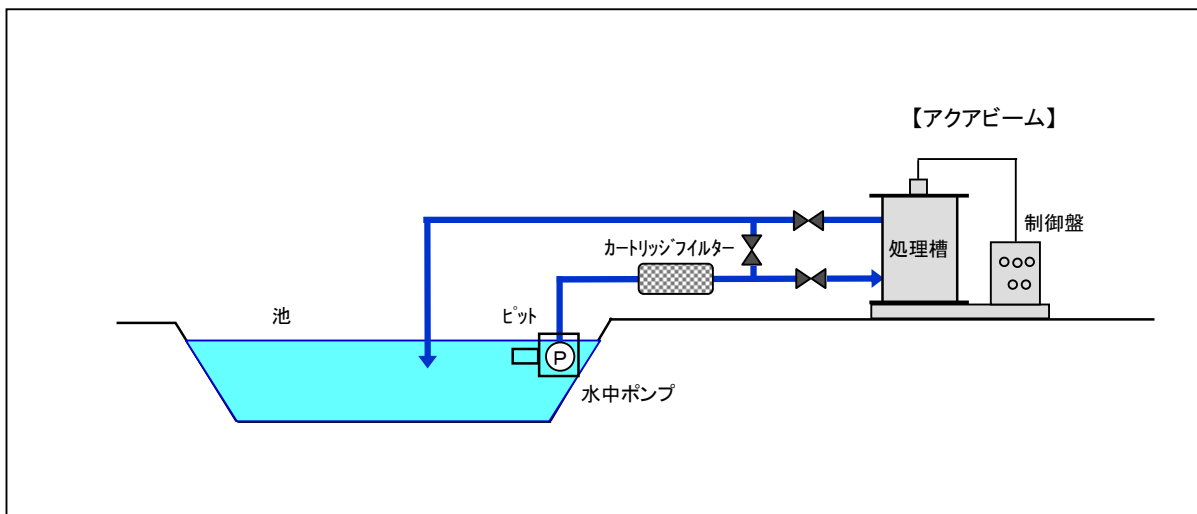
中型制御盤



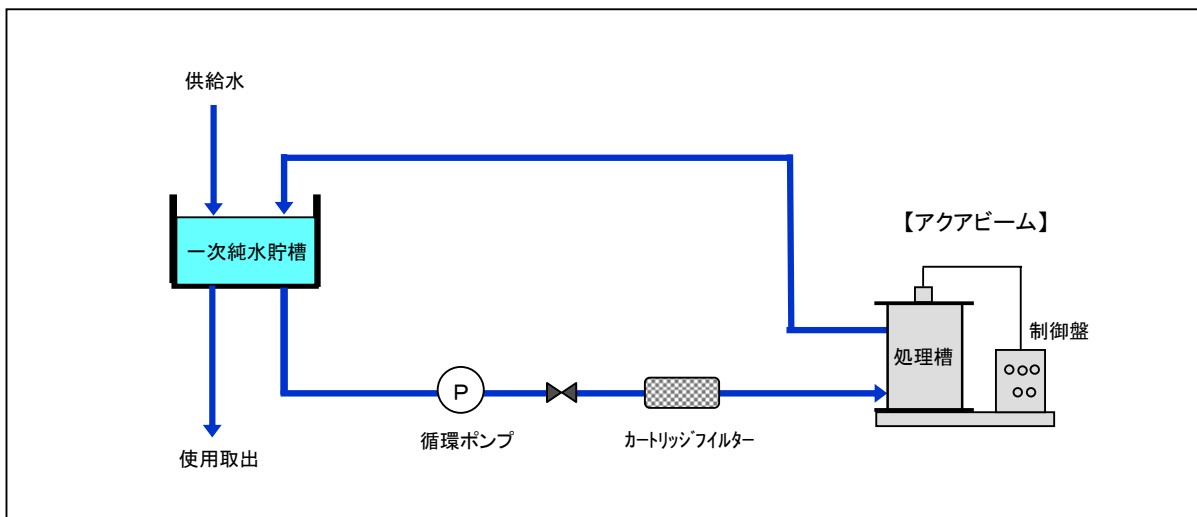
[ 浴場適用時 ]



[ 池適用時 ]



[ メッキ工場適用時 ]



～ お問い合わせ／ご用命は、下記の代理店へ ～

[ 製造／販売 ] 有限会社 イールド

住所 : 京都市上京区今小路通七本松西入ル  
末之口町 998-22 〒602-8382

TEL : 075-467-2900

FAX : 075-462-7003

E-mail : [info@yield-kyoto.com](mailto:info@yield-kyoto.com)

URL : <http://www.yield-kyoto.com>

記載内容等は予告無く変更することがあります。