

# 上下水道システムにおける 環境対応の動向と処理技術

日立製作所 エネルギー・環境システム研究所

陰山 晃治

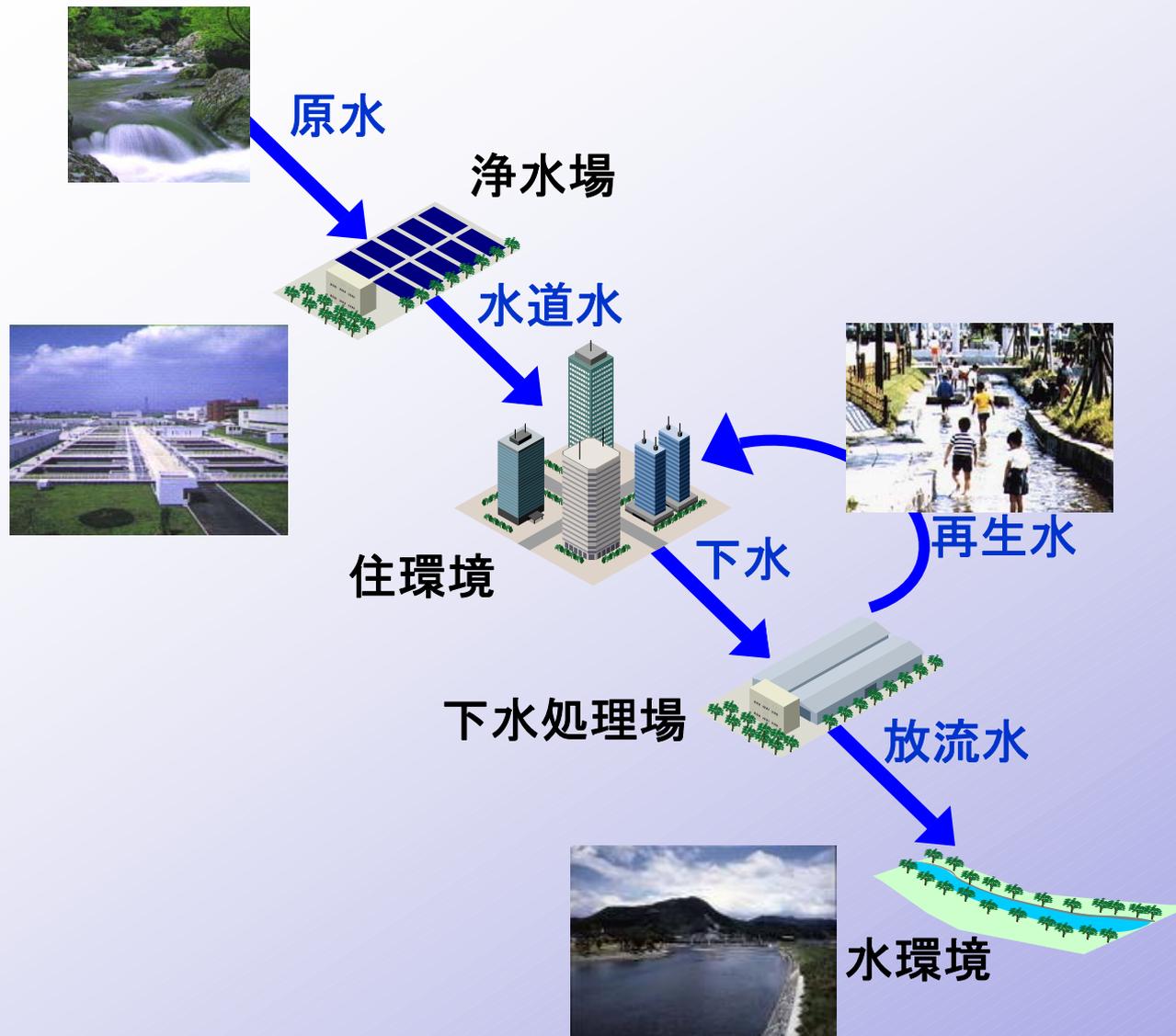
2010/3/9



- 1 上下水道システムの概要
- 2 環境規制と対応状況
- 3 開発技術紹介:オゾンマイクロバブル

本日の報告の一部には、日本下水道事業団殿と実施した共同研究の成果を含みます。

# 上下水道システムの概要と水質基準



## 水道水

- ・水道水質基準

## 再生水

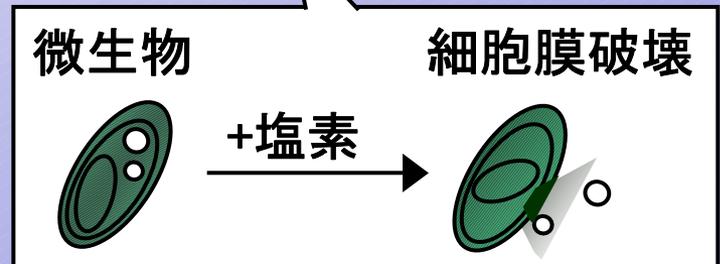
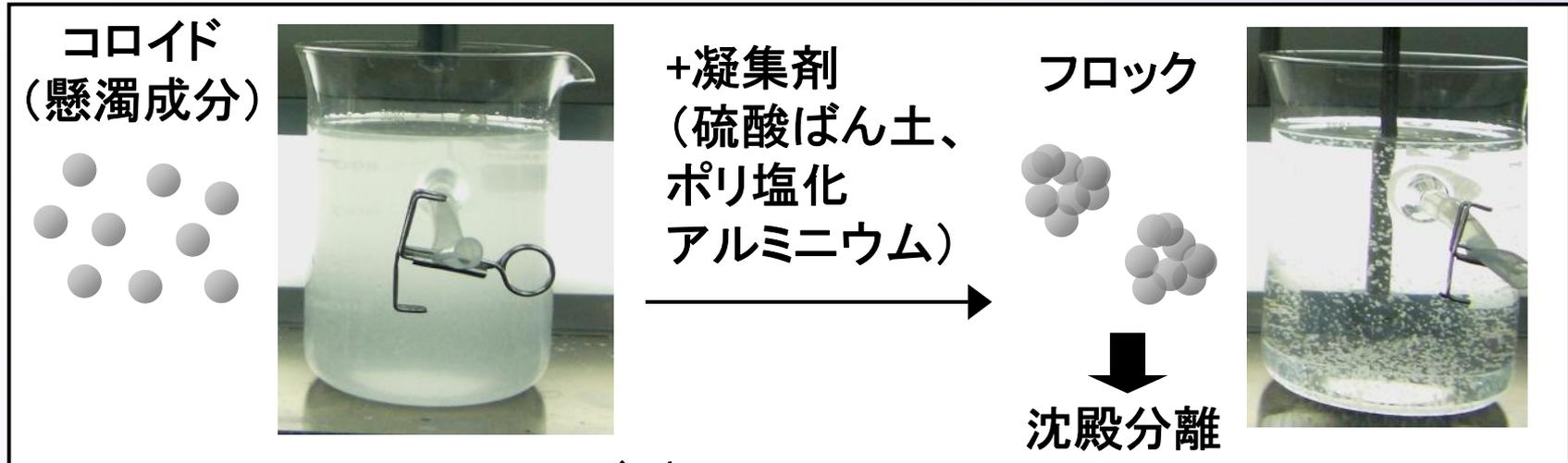
- ・再利用水質基準

## 下水放流水

- ・放流水の水質の技術上の基準
- ・計画放流水質基準

- 1 上下水道システムの概要
- 2 環境規制と対応状況
- 3 開発技術紹介:オゾンマイクロバブル

# 代表的な浄水プロセス: 急速ろ過処理



# 水道水質基準

## ■ 3段階のレベルで規定 (厚生労働省, 水質基準に関する省令 (厚生労働省令第101号))

<p>水質基準</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 具体的基準を省令で規定</li> <li>・ 健康関連30項目 + 生活上支障関連20項目</li> <li>・ 水道事業者などに検査義務あり</li> </ul>
<p>水質管理目標 設定項目</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 水質管理上留意すべき項目</li> <li>・ 健康関連15項目 + 生活上支障関連13項目</li> </ul>
<p>要検討項目</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 毒性評価が定まらない物質、水道水中での検出実態が明らかでない項目</li> <li>・ 44項目</li> </ul>

精密検査



給水栓水質の  
自動監視

# 水質基準の成分

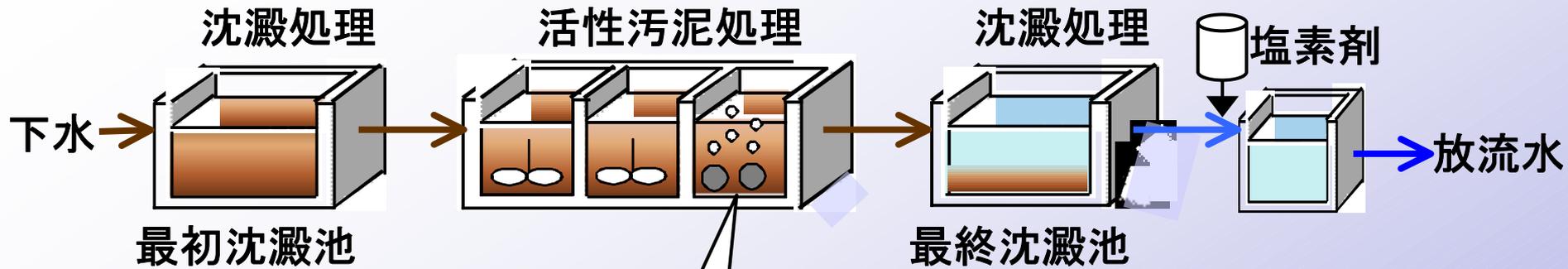
## ■水質基準の具体的な成分

<p>健康に関する 項目(30項目)</p>	<p>一般細菌,大腸菌,カドミウム/水銀/セレン/鉛/ヒ素/ フッ素/ホウ素及びその化合物,六価クロム化合物, シアン化物イオン及び塩化シアン,硝酸態窒素及び 亜硝酸態窒素,四塩化炭素,1,4-ジオキサン, シス-1,2-ジクロロエチレン及びトランス-1,2-ジクロロ エチレン,ジクロロメタン,テトラクロロエチレン,トリクロロ エチレン,ベンゼン,塩素酸,クロロ酢酸,クロロホルム, ジクロロ酢酸,ジブロモクロロメタン,臭素酸,総トリハロメタン, トリクロロ酢酸,ブロモジクロロメタン,ブロモホルム, ホルムアルデヒド</p>
<p>水道水が有すべき 性状に関連する 項目(20項目)</p>	<p>亜鉛/アルミニウム/鉄/銅/ナトリウム/マンガン及び その化合物,塩化物イオン,カルシウム、マグネシウム 等(硬度),蒸発残留物,陰イオン界面活性剤,ジオスミン, 2-メチルイソボルネオール,非イオン界面活性剤, フェノール類,有機物(全有機炭素(TOC)の量),pH値,味, 臭気,色度,濁度</p>

# 水道水質の課題と対応状況

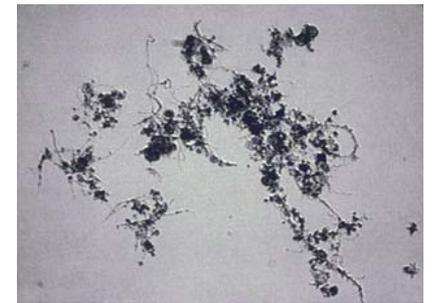
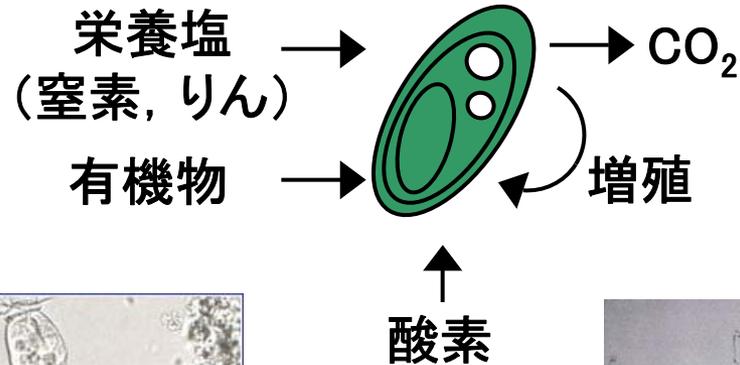
課題	現行の対応
カビ臭	粉末活性炭投入処理:カビ臭物質の吸着
	オゾン+粒状活性炭処理:有機物の酸化分解+吸着 +活性炭付着微生物資化
トリハロメタン	
おいしさ	注入塩素量の適正化:有機物の酸化抑制, アンモニアの 過剰酸化抑制, 自己酸化抑制
塩素酸	
臭素酸	塩素剤貯蔵条件の適正化:貯蔵量減, 保存温度低下に よる自己酸化抑制
	オゾン注入量の適正化:臭素の酸化抑制

# 代表的な下水処理プロセス：活性汚泥処理



## 活性汚泥(微生物群)

微生物の代謝を利用して溶解性有機物を除去



# 放流水水質基準① 放流水の水質の技術上の基準

■対象：全下水処理場（国土交通省，下水道法施行令第6条）

水素イオン濃度 (pH)	5.8以上, 8.6以下
大腸菌群数	3000個/cm <sup>3</sup> 以下
浮遊物質量	40mg/L以下
生物化学的 酸素要求量, 窒素含有量, りん含有量	「計画放流水質基準」に適合する数値

# 放流水水質基準② 計画放流水質基準

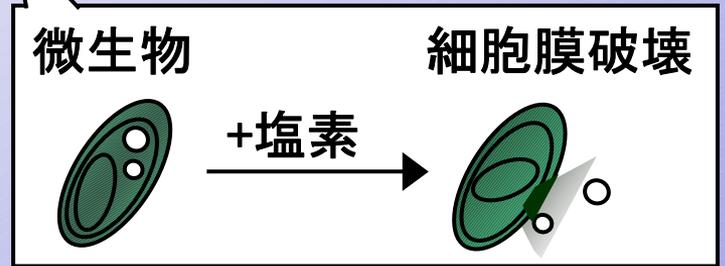
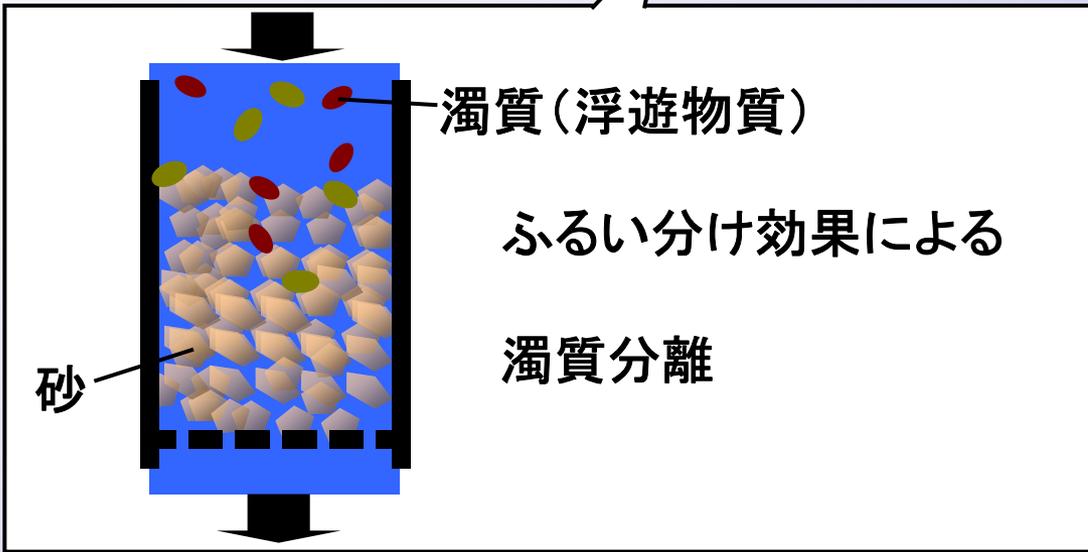
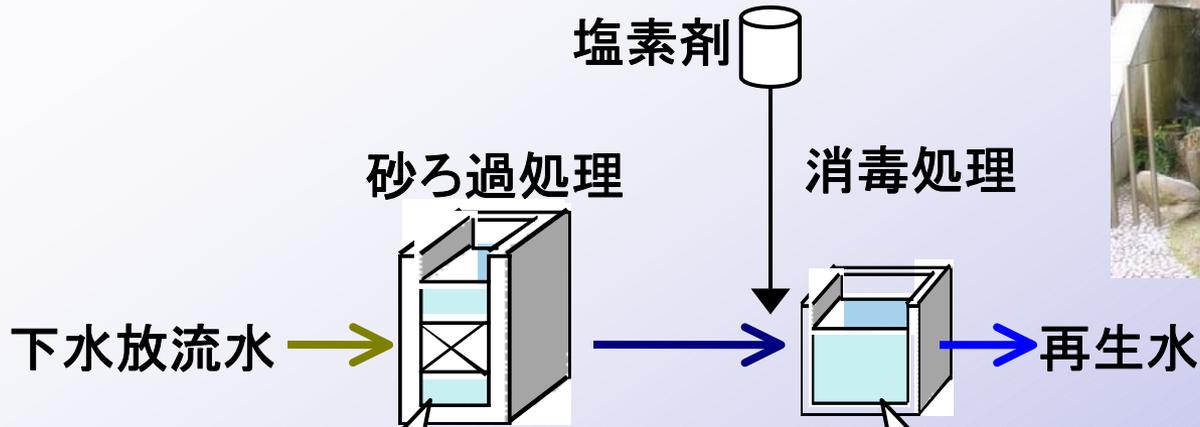
## ■ 下水処理法によって異なる基準 (国土交通省, 下水道法施行令第5条の6第2項)

生物化学的 酸素要求量 mg/L	りん mg/L	窒素 mg/L	処理法
≦ 10	≦ 10	≦ 0.5	嫌気無酸素好気法(有機物及び凝集剤を添加して処理するものに限る。)に急速濾過法を併用する方法
		0.5-1	嫌気無酸素好気法(有機物及び凝集剤を添加して処理するものに限る。)に急速濾過法を併用する方法又は循環式硝化脱窒法(有機物及び凝集剤を添加して処理するものに限る。)に急速濾過法を併用する方法
		1-3	嫌気無酸素好気法(有機物を添加して処理するものに限る。)に急速濾過法を併用する方法又は循環式硝化脱窒法(有機物及び凝集剤を添加して処理するものに限る。)に急速濾過法を併用する方法
		—	嫌気無酸素好気法(有機物を添加して処理するものに限る。)に急速濾過法を併用する方法又は循環式硝化脱窒法(有機物を添加して処理するものに限る。)に急速濾過法を併用する方法
	10~20	≦ 1	嫌気無酸素好気法(凝集剤を添加して処理するものに限る。)に急速濾過法を併用する方法又は循環式硝化脱窒法(凝集剤を添加して処理するものに限る。)に急速濾過法を併用する方法
		1-3	嫌気無酸素好気法に急速濾過法を併用する方法又は循環式硝化脱窒法(凝集剤を添加して処理するものに限る。)に急速濾過法を併用する方法
		—	嫌気無酸素好気法に急速濾過法を併用する方法又は循環式硝化脱窒法に急速濾過法を併用する方法
	—	≦ 1	嫌気無酸素好気法(凝集剤を添加して処理するものに限る。)に急速濾過法を併用する方法又は嫌気好気活性汚泥法(凝集剤を添加して処理するものに限る。)に急速濾過法を併用する方法
		1-3	嫌気無酸素好気法に急速濾過法を併用する方法又は嫌気好気活性汚泥法に急速濾過法を併用する方法
		—	標準活性汚泥法に急速濾過法を併用する方法
10~15	≦ 20	≦ 3	嫌気無酸素好気法又は循環式硝化脱窒法(凝集剤を添加して処理するものに限る。)
		—	嫌気無酸素好気法又は循環式硝化脱窒法
	—	≦ 3	嫌気無酸素好気法又は嫌気好気活性汚泥法
		—	標準活性汚泥法

# 放流水水質の課題と対応状況

課題	現行の対応
りん	凝集剤処理:りん成分の凝集, 沈澱分離
窒素	嫌気・好気・循環による高度処理:りん成分の生物摂取増, 窒素成分の窒素ガス化
流出濁質	膜分離処理:濁質成分のふるい分けによる分離
雨天時放流 未処理水	貯留官渠:合流式下水の放流水を一時貯留, 流入量の減少時に下水処理
医薬品 微量汚染	オゾン処理:難生物分解性有機物の易生物分解性化

# 代表的な再生処理プロセス: 砂ろ過処理



# 再生水水質基準

## ■用途に応じた規定(国土交通省, 下水処理水の再利用水質基準等マニュアル]2005.4策定)

	親水	修景	散水	水洗
大腸菌	不検出	——	不検出	不検出
大腸菌群	——	1000 CFU/100mL (暫定基準)	——	——
色度	10 度以下*1	40 度以下*1	——	——
濁度	2 度以下	2 度以下*2	2 度以下*2	2 度以下*2
臭気*3	不快でないこと	不快でないこと	不快でないこと	不快でないこと
残留塩素*4 (mg/L)	遊離塩素0.1以上 又は 結合塩素0.4以上	——	遊離塩素0.1以上 又は 結合塩素0.4以上	遊離塩素0.1以上 又は 結合塩素0.4以上

\*1: 利用者の意向、必要に応じ上乘せ基準を設定, \*2: 管理目標値

\*3: 利用者の意向、必要に応じ臭気強度を設定

\*4: 消毒残留効果が必要ない場合は、非適用

「下水処理水の再利用水質基準等 マニュアル」, 国土交通省, 2005.4策定

## 再生水水質の課題と対応状況

課題	現行の対応
臭気	オゾン処理:有機物の酸化分解
色度	活性炭処理:有機物の吸着分離
発泡	逆浸透膜処理:有機物の逆浸透現象による分離

- 1 上下水道システムの概要
- 2 環境規制と対応状況
- 3 開発技術紹介:オゾンマイクロバブル

# 開発技術紹介:オゾンマイクロバブル

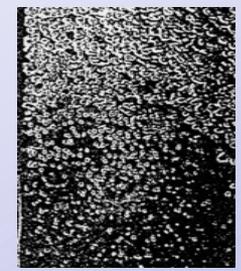
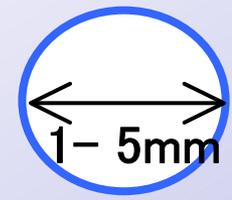
## ■マイクロバブル

- … 直径約 50  $\mu\text{m}$  の気泡
- ・ 上昇速度: 低
- ・ 比表面積: 大

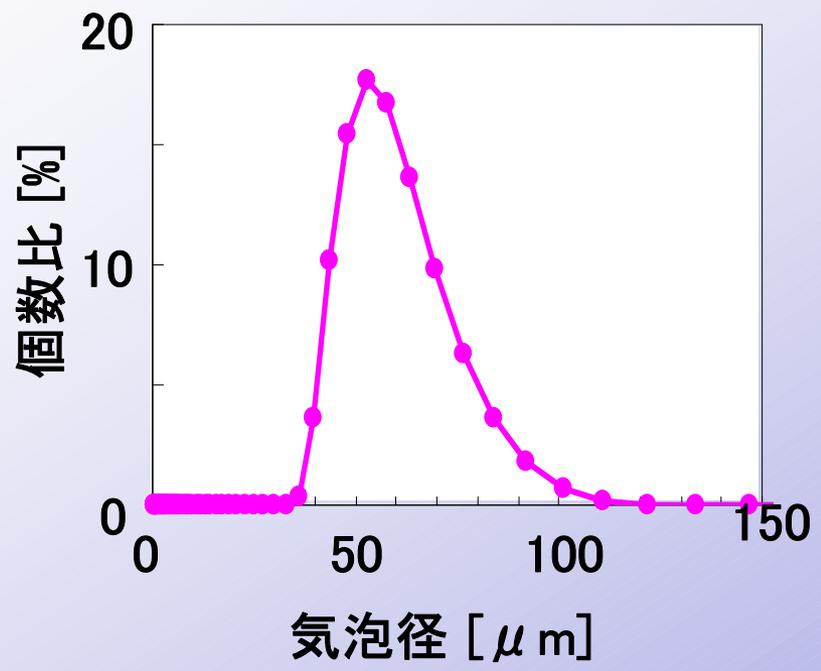
⇒ ● ←  
約 50  $\mu\text{m}$



マイクロバブル



ミリバブル(従来)



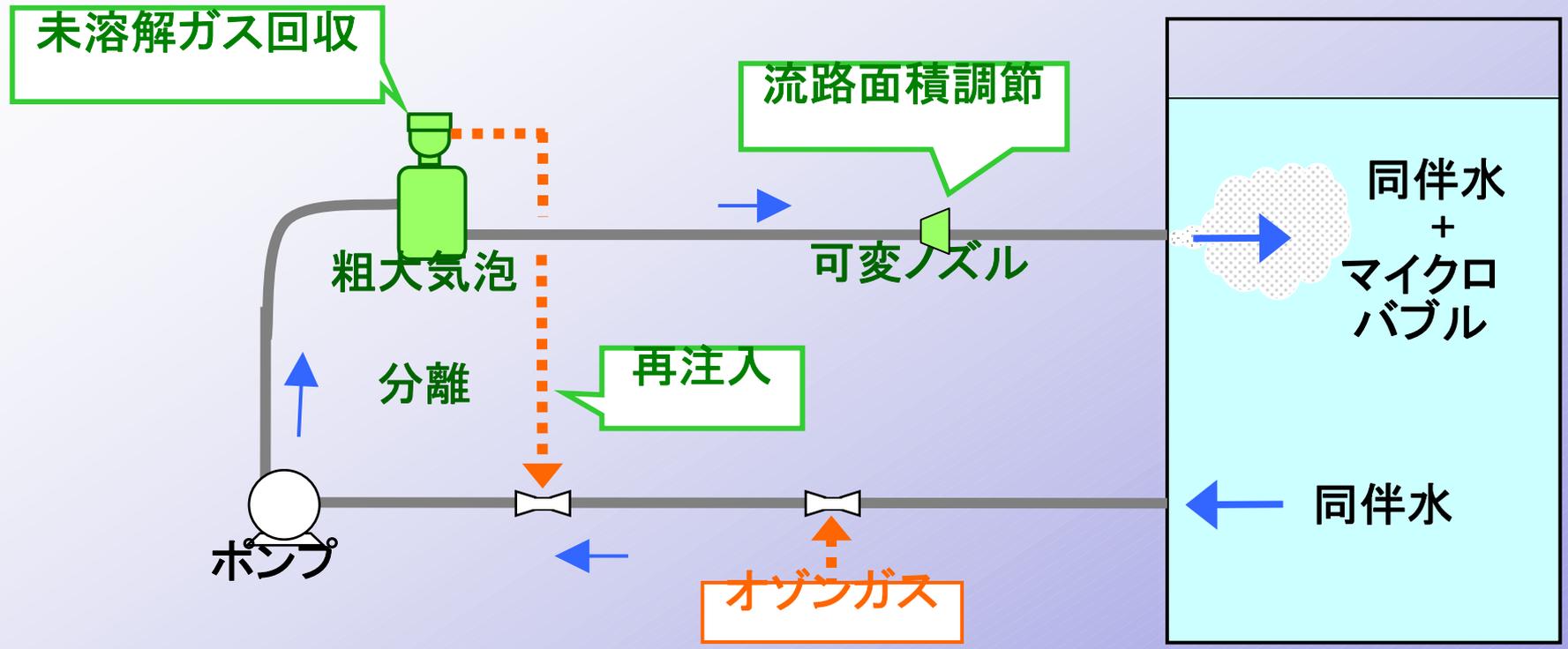
100  $\mu\text{m}$

- ・プレパレート付着状態で撮影
- ・生成後20s経過後

# オゾンマイクロバブル生成装置のフロー

## ■開発方式(加圧溶解)

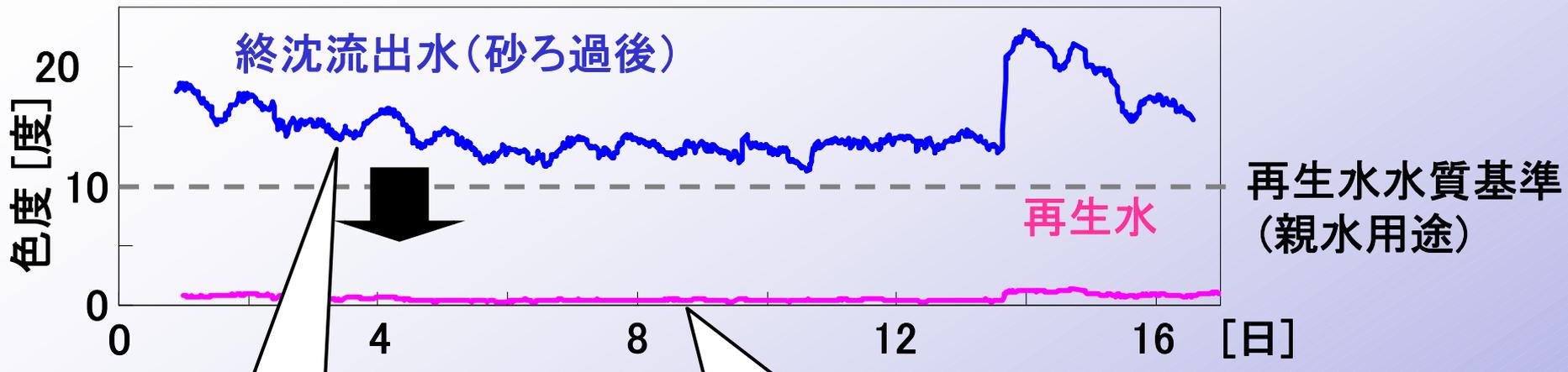
ミリバブル生成抑制 → マイクロバブル生成効率の向上



オゾンマイクロバブル生成装置

# オゾンマイクロバブル装置の効果(処理水質)

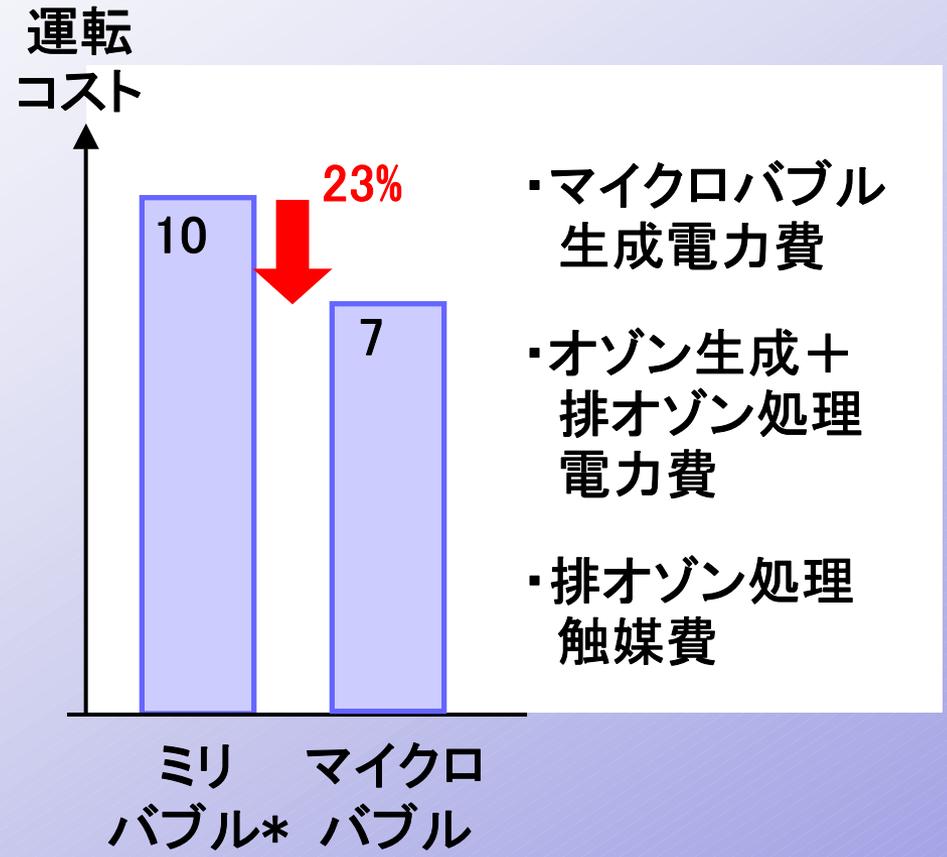
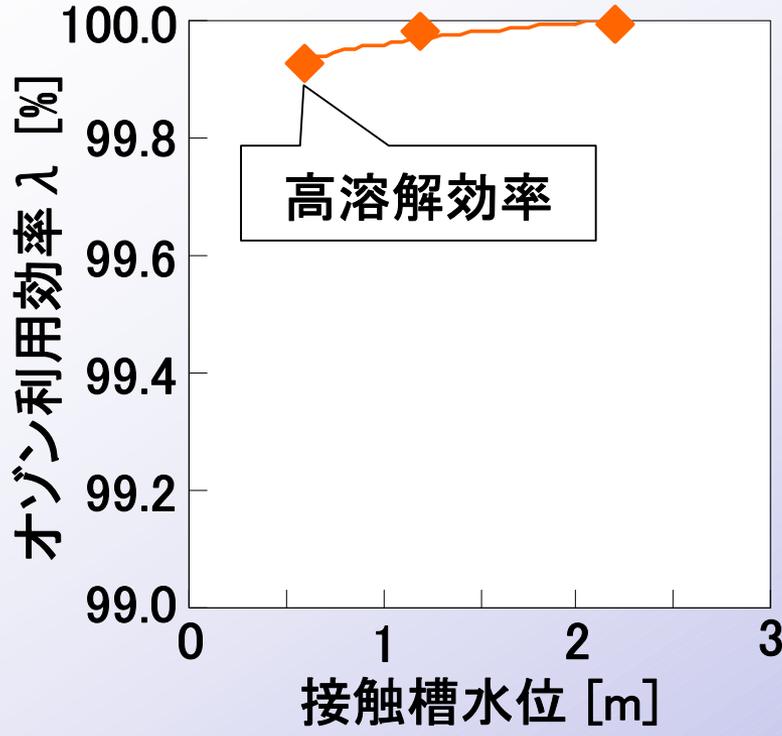
## ■実下水処理場にて連続実証



- ・色度の低下を確認
- ・大腸菌:不検出
- ・臭気 :なし
- ・浮遊物の低減効果も確認

# オゾンマイクロバブル装置の効果(運転コストほか)

オゾン注入率: 4.5 mg/L  
圧力: 0.2 MPa



\*オゾンハンドブック(2004)

水深60cmでも排オゾン量は0.1%未満

運転コストは従来オゾン処理比  
20%以上減

# 実規模下水再生装置（H市下水処理場殿に設置）



---

ご清聴ありがとうございました

---